20 von.

T. 1273579 C 71770111

DG
COM

GUIA PRÁCTICO
DE
AGRIMENSORES Y LABRADORES,
Ó
TRATADO COMPLETO DE AGRIMENSURA Y AFORAGE,

que contiene los principios indispensables de Aritmética, sistema métrico decimal y Geometría: trata con toda estension de la medida, tasacion, repartimiento, nivelacion y apeo de cualquier terreno, con reglas para levantar planos por varios métodos; igualmente que el modo de aforar por reglas sencillas y exactas cualquier vasija: concluyendo con unas breves nociones de Meteorologia, Astronomia y Mecánica aplicadas á los usos mas comunes de la Agricultura.

NOVENA EDICION.

SU AUTOR

D. FRANCISCO VERDEJO PAEZ,

Comendador de la Real y Distinguida Orden Española de Cárlos III; Profesor jubilado de Geografía é Historia del Instituto del Noviciado; Catedrático que fué de Geografía de la Facultad de Filosofía de la Universidad central; de Matemáticas puras y mistas en los Estudios de San Isidro y en la primitiva Universidad de Madrid; de Fortificacion y Topografía en la Real Academia de Cadetes de Guardias Españolas; Socio de la antigua Academia de Ciencias Naturales de esta Corte, etc., etc.

Obra señalada de testo por el Real Consejo de Instruccion Pública, y recomendada honoríficamente por el de Agricultura.

Adicionada y anotada por su discípulo é hijo político el Profesor de Matemáticas y Geografía, Agrimensor, titulado

D. JULIO GABRIEL ABADES.

MADRID: 1877.

IMPRENTA DE P. LOPEZ, CAVA-BAJA, 19.

Siendo esta Agrimensura original y propiedad de las herederas del autor, se advierte que todos los ejemplares irán reseñados, y habiendo llenado todos los requisitos que previene la ley, perseguirán ante esta á todo el que la reimprima, gratificando ámpliamente al que justifique la procedencia de los ejemplares que se espendan sin dicha contraseña.

R_165081

Se hallará en las librerías de *Sanchez*, calle de Carretas, de *Hernando*, calle del Arenal, y de *Olamendi*, calle de la Paz.= En las mismas se venden las demás obras del autor; á saber:

Principios de Geografía astronómica, física y política: vigésima octava edicion notablemente aumentada y corregida, y señalada por testo en primer lugar para las Universidades é Institutos del Reino: un tomo en 8.º mayor, con tablas, láminas, mapas y el retrato del autor, á 30 rs. en pasta.

Repertorio de Geografía, 16.ª edicion (1876), con un mapa; obra elemental que por la claridad y método conque está escrita ha sido señalada como de testo para las clases de instruccion primaria, y que con tanta aceptacion ha sido recibida, que en poco tiempo se agotaron las ediciones anteriores: un tomito en 8.º mayor, á 6 rs. en rústica.

Elementos de Historia Universal, que comprenden desde el principio del mundo hasta mediados del año de 1865, con espresion de todos los acontecimientos notables ocurridos en los pueblos antiguos y modernos, progresos de la literatura, artes y ciencias, y sugetos que mas han sobresalido en ellas, presentado todo bajo un nuevo plan que reune la claridad y sencillez á la exactitud de las épocas, precedidos de una introduccion con las nociones preliminares de la historia en general é ilustrados con curiosas notas y estensas tablas cronológicas. 6.ª edicion. Un tomo grueso en 8.º mayor, á 25 rs. en pasta.

Repertorio de Historia Universal, Cronología y Geografía antigua y moderna comparadas. Esta obrita, redactada con claridad, método y sencillez, es de suma utilidad para las clases de primera enseñanza, y aun mas para las de segunda, pues es una introduccion indispensable para el perfecto estudio de la Historia. Va ilustrada con tablas muy curiosas y un calendario completo para los 24 años que restan del presente siglo: un tomito en 8.º mayor, á 6 rs. en rústica.

Descripcion de España é islas dependientes de ella. Esta obra, que el público ha recibido con mucha aceptacion, y que es acaso lo mas exacto que tenemos en esta materia, ofrece un cuadro animado, curioso y verídico de la monarquía española y de sus posesiones ultramarinas: dos tomos en 8.º, á 24 rs. en pasta.

Breve idea de los Cometas, dedicada á ilustrar al pueblo. Un cuaderno en 8.º mayor, á 2 rs. en rústica.

Los que deseen tomar alguna de estas obras en cantidad, podrán dirigirse á la imprenta de *Lopez*, Cava-Baja, n.º 19, y obtendrán la rebaja de un ejemplar gratis en docena, seis en 50, y diez y ocho en 100.

NOTAS.

1.ª Todo número encerrado en un paréntesis así (45), indica que para mejor inteligencia de la materia de que se trata debe tenerse presente lo dicho anteriormente en el párrafo anotado con el número que va dentro del paréntesis.

2.ª Los números puestos al márgen designan las figuras que deben tenerse presentes para la inteligencia del testo, el que se estudiará siempre con la lámina correspondiente á la vista.

3.ª Para que el lector saque de esta obra todo el partido posible debe estudiarla con la pluma en la mano, practicando por sí todos los cálculos que encuentre en ella, proponiéndose luego otros semejantes para adquirir la práctica; y cuando el texto se refiera á alguna figura, debe tenerla presente al leer su esplicacion, bien sea en la lámina, ó lo que es mejor copiando la figura en un papel en tamaño mayor, y ejecutando con la regla y compás las operaciones necesarias.

PRÓLOGO DEL AUTOR.

La primera y mas útil aplicacion que puede hacerse de la Aritmética y Geometría, es á la Agrimensura, á la que por decirlo así deben aquellas su orígen. Desde que los hombres formaron sociedad necesitaron de la Agricultura, y con ella del derecho de propiedad de los campos que hubieron de cultivar. Su limitacion, valúo y reparticion se hicieron indispensables, y de aquí nacieron la Geometría y Aritmética. Y como la Agricultura es la base fundamental de la prosperidad y poder de las naciones, se infiere cuán grande es la importancia de la Agrimensura, que fijando la propiedad, determinando sus lindes, y dando reglas exactas para su medida, division, aprecio y tasacion, ofrece el conocimiento de la riqueza de cada individuo, y facilita los medios para su enagenacion ó reparto.

Pero esta ciencia tan útil y de tanta trascendencia en el bienestar, confianza y sosiego de la clase agricultora, se habia visto hasta hace poco tiempo casi abandonada por el Gobierno, que toleraba se ejerciese por hombres que desprovistos de los conocimientos necesarios, é imbuidos de rutinas erróneas y viciosas, daban orígen á mil disensiones y pleitos, pudiendo asegurarse que ningun labrador sabia científicamente la estension y valor de su propiedad (*).

A este grave mal se agregaba la infinita variedad de medidas, muchas de ellas arbitrarias (**). Mas de medio siglo hace que el Gobierno trató de uniformar las medidas de todo el reino (Reales órdenes de 26 de Enero de 1801 y 8 de Mayo de 1804), providencia sábia y de la mayor utilidad para todos, pero que no se obedeció. Ninguna época mas á propósito para haberla llevado á cumplimiento que la en que comenzó la enagenacion de bienes nacionales, cuya venta debiera haberse hecho bajo la citada medida. Esto habria evitado muchos abusos y que han neutralizado completamente las dos grandes ventajas que hubiera traido á la nacion la citada venta, á saber, la estincion de la deuda pública y la desestancacion y division de las propiedades. La 1.ª se ha llenado tan completamente, que siendo la deuda en 1833 de 14) millones, en el dia

(*) Por fin se ha puesto término á este desórden con la creacion de un cuerpo de Ingenieros Agrónomos.

(**) Es tanta la variedad que hay en estas medidas, que habiéndome puesto en comunicacion con algunos amigos y discípulos inteligentes que residen en varias provincias de la Península para ver de ampliar la tabla IV de medidas agrarias, uno de ellos con respecto al *ferrado* de Galicia me decia: este varía de unas á otras provincias, de unos á otros partidos, de unas á otras parroquias, de unas á otras aldeas, y aun de unas á otras casas, y asi se observa que en un mismo lugar se hacen tratos de ventas ya por la medida de fulano, ya por la de mengano, pues cada cual tiene la que le parece. ¡Y con estos datos se queria formar la estadística!!!

pasa de 200, despues de enagenadas casi todas las propiedades nacionales. La 2.ª tampoco ha reportado grandes bienes, pues poca utilidad ha resultado de que las fincas del monasterio A hayan pasado á manos del agiotista B, que enriquecido á fuerza de manejos punibles y vergonzosos, solo trata de esquilmar á los colonos, á quienes los monges trataban acaso con mas consideracion.

Por fin penetradas las Córtes de la necesidad de poner término á tan graves males, discutieron una ley que S. M. sancionó en 19 de Julio de 1849, por la cual no solo se manda establecer una sola clase de pesos y medidas para toda la monarquía, sino que se sujete al sistema métrico decimal (*), el que debió empezar á tener efecto en 1.° de Enero de 1853, y quedar enteramente establecido para el 1860, lo cual nos hubiera puesto en esta parte al nivel de las naciones mas ilustradas de Europa, mas por desgracia se hace muy lentamente esta importante reforma.

Dedicada esta obra á labradores y agrimensores, he adoptado un lenguaje claro y un método sencillo para darme á entender. He procurado tocar tanto en la Aritmética como en la Agrimensura todos aquellos casos mas usuales y precisos. Tambien me he atrevido á inculcar á mis lectores algunos principios de Mecánica, Astronomía y Meteorologia, no porque yo los crea completos, sino porque podrán escitar el deseo de leer obras mas estensas en dichos ramos, con lo que logren salir nuestros agricultores del atraso é ignorancia en que hasta aquí se los ha tenido sumidos.

(*) Su esplicacion 97 y siguientes y tabla V al fin.

Concluiré manifestando francamente á mis lectores que á pesar del esmero con que me he dedicado á redactar el presente tratado, y de la esperiencia y práctica que me han procurado 50 años de enseñanza, tanto en los principales establecimientos públicos de esta Córte, como en mis academias particulares, no hubiera nunca llegado mi obra al grado de perfeccion que pueda tener (*), sin las advertencias que debí á la amistad de mi compañero D. Antonio Sandalio Arias, Catedrático que fué de Agricultura en esta Córte, cuya muerte es aun llorada por todos los que sabian apreciar sus profundos conocimientos: á las de D. Isidoro Ayala, Profesor de Agrimensura; y en fin, al Presbítero (Trinitario exclaustrado) D. Manuel Fondos, quien reuniendo á la teórica un ejercicio casi contínuo de medio siglo, era acaso el Agrimensor mas instruido de la Península. Sirva esta corta noticia de muestra de mi profunda gratitud.

(*) El Real Consejo de Agricultura recomendó honoríficamente este tratado en Marzo de 1850.

ADVERTENCIA DE LOS EDITORES.

El autor, que se propuso al escribir la presente obra, procurar á los agrimensores peritos tasadores y labradores, una coleccion de preceptos y noticias útiles que no exigiesen conocimientos preliminares y pudiesen ser entendidos y practicados por cualquiera persona de la benemérita clase á quien la dedicaba, supo llenar su objeto haciendo una obra tan completa como sencilla, que satisface el fin á que la destinára, como lo prueba la estimacion que el público la dispensa y la del Gobierno, que siempre la ha señalado como Obra de texto para la enseñanza de la profesion.

Por nuestra parte al publicar la presente edicion, solo nos hemos permitido añadir el Sistema métrico decimal, indispensable hoy, las notas correspondientes para facilitar su aplicacion, aumentado algunas tablas para la resolucion fácil de todas las cuestiones en que se aplique, respetando, como se merece en todo lo demás, cuanto dejó escrito el autor.

Programa general de estudios de las carreras de Maestros de Obras, y Aparejadores y Agrimensores.

Artículo 1.° Para principiar la carrera de Aparejador y Agrimensor se requiere.

1.° Haber probado académicamente:

Elementos de Aritmética y Algebra hasta las ecuaciones de segundo grado inclusive, teoría y aplicacion de los logaritmos.

Elementos de Geometría y Trigonometría rectilínea.

2.° Tener conocimiento de dibujo lineal hasta copiar los varios órdenes de Arquitectura.

3.° Ser aprobado en un exámen de las materias espresadas en los dos números anteriores.

Art. 2.° Para aspirar al título de Aparejador y Agrimensor se necesita haber estudiado, en dos años á lo menos:

1.° Topografía reducida al levantamiento de planos, construccion de perfiles y trazado de las curvas de nivel.

2.° Elementos de Geometría descriptiva y sus aplicaciones á las sombras y á los cortes de piedras, maderas y metales.

3.° Nociones de Mecánica aplicada á la construccion.

4.° Conocimiento de los materiales, su manipulacion y empleo en las obras. Construccion de todos géneros; Montea aplicada á la cantería, carpintería y obras de hierro.

Art. 3.° Para aspirar al título de Maestro de obras estudiarán los alumnos, despues de probadas las asignaturas espresadas en el artículo anterior:

1.° Composicion de edificios rurales y demás que los Maestros de obras están autorizados á dirigir.

2.° Parte legal correspondiente á la profesion.

Art. 4.° Cada una de las asignaturas enumeradas en los dos artículos anteriores se dará en un curso de tres lecciones semanales.

Las lecciones orales durarán hora y media, empleándose el tiempo restante, hasta cuatro horas que los alumnos deben permanecer diariamente en la escuela, en ejercicios gráficos y trabajos prácticos, que se harán en la forma siguiente:

Mientras los alumnos estudien Topografía y Geometría descriptiva, se ejercitarán en el levantamiento y construccion de planos, en la resolucion gráfica de problemas y en copiar detalles de edificios particulares.

Durante los cursos de nociones de Mecánica y Construccion se ejercitarán en la resolucion gráfica de problemas de construccion y en copiar edificios particulares.

Durante el estudio de la Composicion, los ejercicios gráficos serán los propios de esta asignatura.

Art. 5.° Los estudios de esta carrera deberán hacerse en el órden en que han sido enunciados; pero podrán simultanearse la Topografía con las nociones de Geometría descriptiva, las nociones de

Mecánica con el curso de Construccion y la parte legal con los principios de Composicion.

Art. 6.° Cuando un alumno pierda el curso de una asignatura deberá repetir tambien los ejercicios gráficos correspondientes á ella.

Art. 7.° Los alumnos podrán entrar al exámen de Aparejador y Agrimensor y de Maestro de obras apenas terminen los estudios propios de cada profesion, pero no obtendrán el título hasta que hayan cumplido 20 años (*).

(*) Desde 21 de Octubre de 1868, hasta que otra ley rija, pueden seguirse los estudios para esta carrera, en los establecimientos públicos ó privadamente, á condicion de presentarse á exámen para la prueba de cada asignatura y curso, ante los tribunales oficiales correspondientes.

INDICE.

GUIA PRACTICO
DE
AGRIMENSORES Y LABRADORES.

CAPITULO PRIMERO.

De los números enteros y sus operaciones.

1. Aritmética *es la ciencia que trata de las propiedades y relaciones de los números y de las operaciones que con ellos se practican.*

2. *Número* es el conjunto de varias unidades ó partes de la unidad.

3. *Unidad* es la cantidad que se toma para medir otra de su misma especie: así si para medir lo largo de una sala se toma una vara, y se halla que la sala contiene doce varas, el doce es el número, y la vara ó medida la unidad.

4. *Número entero* es el que consta de unidades cabales, como cinco varas, siete arrobas, nueve metros: *número quebrado* es el que no llega á valer una unidad, como medio real, una cuartilla de arroba, medio kilógramo; y *número mixto* es el que se compone de entero y quebrado, como seis varas y media, tres arrobas y cuartillo, dos metros y medio.

Se llama número *abstracto* aquel en que no está determinada la especie de la unidad, como *veinte*, *trece*, *siete*, etc. Se llama número concreto el que tiene determinada la especie de la unidad, como *veinte varas*, *trece libras*, *siete dias*. Los números que son de una misma especie, se nombran omogéneos, como *siete fanegas* y *veinte fanegas*, y son eterogéneos los que son de diferente especie, v. g. *tres arrobas* y *veinte dias*.

5. Los números se espresan con las cifras 0 *cero* ó nada, 1 *uno*, 2 *dos*, 3 *tres*, 4 *cuatro*, 5 *cinco*, 6 *seis*, 7 *siete*, 8 *ocho*, 9 *nueve;* y los números que pasan de nueve se espresan por la reunion de dos, tres ó mas de estas cifras, para lo cual debe saberse que toda cifra escrita á la derecha vale solo lo que representa, es decir, uno si es 1, dos si es 2, &c.; la que la sigue á la izquierda vale tantos dieces ó *decenas* como unidades tiene, así valdrá diez si es 1, veinte si 2, treinta si 3, &c.; puesta en el lugar siguiente, esto es en 3.°, siempre á la izquierda, espresará ciento ó una *centena* por cada unidad; en el 4.° lugar valdrá miles ó *millares;* en el 5.° *decenas* ó *dieces de millar;* en el 6.° *centenas de millar;* en el 7.° *millones*, &c.: así en el número 42368157, el 7 vale solo siete, el 5 cincuenta, el 1 ciento, el 8 ocho mil, el 6 sesenta mil, el 3 trescientos mil, el 2 dos millones, el 4 cuarenta millones.

6. Así para escribir *cuarenta y seis*, observaremos que constando de seis unidades y cuatro decenas, deberá escribirse así 46. *Trescientos cincuenta y cuatro* se espresará de este modo 354, poniendo las 4 unidades á la derecha, las 5 decenas en 2.° lugar á la izquierda, y las 3 centenas en 3.° Del mismo modo *seis mil quinientos ochenta y dos* se escribirá así 6582. *Noventa y dos mil sciscientos catorce* será 92614. Y si al escribir un número se hallase que le faltaban las unidades ó decenas, &c., se pondrá un cero en su lugar; así, como *treinta* solo contiene 3 decenas y ninguna unidad, se espresará así 30. *Quinientos* 500. *Mil y ocho* de este modo 1008, poniendo un cero por las decenas y otro por las centenas que faltan.

7. Para leer un número crecido, como 65234825742, se dividirá, yendo de derecha á izquierda, en porciones de seis cifras, poniendo en la primera porcion un punto, en la segunda dos, &c., y despues de tres en tres con una coma así 65,234.825,742, y donde se vea co-

ma se leerá mil, donde un punto millon, donde dos billon, &c. (*), y tendremos 65 mil 234 millones, 825 mil 742 unidades. Del mismo modo 75250000483910075 dividido será 75,250··000,483·910,075, que leeremos 75 mil 250 billones, 483 millones, 910 mil y 75 unidades.

Las operaciones de la aritmética son sumar, restar, multiplicar y dividir.

Del sumar.

8. *Sumar es reunir muchos números para espresarlos por uno solo.* Las cantidades que se han de sumar se llaman *sumandos*, y el resultado *suma* ó *total*. Los sumandos deben ser todos de una misma especie, ó que puedan reducirse á tales, es decir, ó todos reales, ó todos arrobas; y si los unos son reales y los otros maravedises, habrá que reducir los reales á maravedises y sumar despues. Para sumar los números se escribirán unos sobre otros de modo que las unidades caigan sobre las unidades, las decenas sobre las decenas, &c., y se empezará la suma por la derecha, esto es, por las unidades, de este modo:

Se quiere sumar 9846, 1985, 3882 y 756; escritos como se ve se empezará á sumar así: 6 y 5 son 11, y 2 son 13, y 6 son 19; se escribirá el 9 debajo, y el 1 se sumará con las decenas así: 1 y 4 son 5, y 8 son 13, y 8 son 21, y 5 suman 26; se escribirá el 6 debajo, y el 2 se agregará á la coluna siguiente, diciendo, 2 y 8 son 10, y 9 son 19, y 8 son 27, y 7 son 34; se escribirá el 4 debajo, y el 3 se añadirá á la coluna siguiente diciendo 3 y 9 son 12, y el 1 son 13, y 3 son 16; se escribirá el 6 debajo y el 1 á con-

$$\begin{array}{r} 9846 \\ 1985 \\ 3882 \\ 756 \\ \hline 16469 \end{array}$$

(*) Millon quiere decir mil miles, billon millon de millones.

tinuacion, por no haber á quien agregarlo, y resulta la suma de 16469 (*).

Del restar.

9. *Restar es hallar la diferencia que hay entre dos números.* El número mayor ó de quien se resta se llama *minuendo*, el que se resta *substraendo*, y el resultado *resta* ó *diferencia*.

El minuendo y substraendo deben ser de una misma especie, ó que puedan reducirse á ella, y para restarlos se pondrá el minuendo sobre el substraendo, de modo que las unidades estén sobre las unidades, las decenas sobre las decenas, &c., y se empezará á restar por las unidades.

Así para restar de 958746 el número 335214 escritos como se ve, diremos de 6 unidades á 4 van 2 unidades, que escribo debajo. Paso á la coluna siguiente: de 4 á 1 van 3. Sigo á la otra: de 7 á dos van 5, de 8 á 5 van 3, de 5 á 3 van 2, y de 9 á 3 van 6, y hallo que la resta es 623532.

958746	minuendo.
335214	substraendo.
623532	resta.

10. Sean ahora los números 7.500862, y 4.372848. Empiezo á restar, y veo que de 2 no puedo restar 8: en este caso se tomará una decena de la cifra 6 de la izquierda, que junta con el 2 compone 12, del que restando el 8 quedan 4, que escribo á la resta. Paso á la coluna siguiente y digo: de 5 (porque al 6 le quité 1 para el 2) á 4 va 1; de 8 á 8 resta 0, que voy escribiendo debajo. Continúo, y veo que de 0 no puedo restar 2, ni tampoco tomar nada de la cifra siguiente de la izquierda, por ser tambien cero. En este caso tomaré 1 del 5 para el 0 de la iz-

7.500862
4.372848
3.128014

(*) El que eche de menos algunos otros ejemplos y quiera ejercitarse puede verificar las operaciones de las cuestiones de los párrafos 28 y siguientes.

quierda, y serán 10, del que tomando 1 para el 0 de la derecha valdrá este 10, quedando el anterior en 9, y diremos: de 10 á 2 van 8, de 9 á 7 van 2; de 4 (pues se quita 1 al 5) á 3 va 1, y de 7 á 4 van 3, con que la resta es 3.128014.

Del multiplicar.

11. *Multiplicar es tomar un número tantas veces como espresa otro:* el número que se multiplica se llama *multiplicando*, aquel por quien se multiplica *multiplicador*, y lo que resulta *producto*. El multiplicando y multiplicador pueden ser de distinta especie, es decir, por ejemplo, uno arrobas y otro reales.

Para multiplicar un número de una cifra por otro, como 8 por 7, es preciso saber bien de memoria la tabla de la multiplicacion (núm. 1.° al fin), por la que hallaremos que el producto de 7 por 8 es 56, el de 6 por 8 dá 48, 7 por 9 es 63, 5 por 6 dá 30, &c.

12. Si uno de los números tiene muchas cifras, como 63579, y el otro una sola, como 8, escritos como se ve se multiplicará el 8 por cada cifra del 63579, empezando por la derecha, así: 8 por 9 dá 72, escribo el 2 y reservo el 7; 8 por 7 dá 56, y 7 del producto anterior son 63, escribo el 3 y llevo 6; 8 por 5 dá 40, y el 6 del anterior son 46, pongo el 6 y llevo 4; 8 por 3 son 24, y 4 son 28, anoto el 8 y llevo 2; 8 por 6 son 48, y 2 son 50, escribo el 0 y á continuacion el 5, por no haber mas que multiplicar, y tengo el producto 508632.

63579	multiplicando.
8	multiplicador.
508632	producto.

13. Cuando el multiplicando y multiplicador tiene muchas cifras, como 29758 por 436, se multiplica primero el 6 del multiplicador por el 29758 como acabamos de esplicar, y sale el producto 178548. Despues se multiplica el 3 por el mismo 29758, y el producto 89274 se va es-

cribiendo debajo del anterior, pero corriéndole un lugar hácia la izquierda como se vé; y por último se multiplica por el 4, y el producto 119032 se pone debajo de los anteriores, corriéndole otro lugar á la izquierda. Sumando luego estos tres productos sale la suma 12974488, que es el producto total.

$$\begin{array}{r} 29758 \\ 436 \\ \hline 178548 \\ 89274 \\ 119032 \\ \hline 12974488 \end{array}$$

14. 1.° Si el multiplicando y multiplicador, ó uno de ellos tiene ceros á su derecha, como 36400 por 160, se multiplicará solamente el 364 por 16, y al producto 5824 se le añadirán los ceros del multiplicando y multiplicador, y será 5824000.

$$\begin{array}{r} 36400 \\ 160 \\ \hline 2184 \\ 364 \\ \hline 5824000 \end{array}$$

2.° Cuando en medio del multiplicador hay ceros, como en el ejemplo del márgen, se multiplicará el 36981 primeramente por el 4, y en seguida por el 5, advirtiendo que como este espresa millares se escribirá este 2.° producto debajo de los millares del anterior como se vé, y despues se sumarán.

$$\begin{array}{r} 36981 \\ 5004 \\ \hline 147924 \\ 184905 \\ \hline 185052924 \end{array}$$

3.° Si se ofreciere multiplicar un número por 10, 100, 1000, &c., bastará añadirle á la derecha tantos ceros como sigan al 1; así 348 multiplicado por 10 dará 3480; 572 multiplicado por 1000 será 572000.

Del dividir.

15. *Dividir es ver las veces que un número contiene á otro.* El número que se divide se llama *dividendo*, aquel por quien se divide *divisor*, y el resultado *cociente.*

16. En toda division el cociente multiplicado por el divisor produce el dividendo. Así el dividir 27 por 9 se reduce á buscar un número, que multiplicado por el divisor 9, produzca el dividendo 27. En este caso es 3, y este es el cociente. Igualmente 72 dividido por 8 dá 9, porque este 9 multiplicado por el 8 dá 72. Del mismo modo 50 dividido por 6 dá 8, pues aunque 8 multiplicado por 6 no dá 50, sino 48, este es el producto por 6, que mas se acerca al 50.

17. Si el dividendo contiene muchas cifras, como si fuese 84390 dividido por 6. Escritos estos números como se ve, dividiremos la primera cifra 8 por 6, y el cociente 1 se escribirá debajo del divisor. Multiplicado este 1 por el 6 produce 6, que se pondrá debajo del 8, y restando de él sale la resta 2, al lado de la cual se bajará el 4, y compondrá 24. Dividiendo 24 por 6 resulta 4, que se escribirá al cociente, y multiplicándole por 6 dará 24, que se escribirá debajo del 24, y restando sobra 0. Bajo á su lado el 3, que dividido por 6 dá 0 al cociente, y escrito en su lugar no se multiplicará por 6, sino que se bajará la cifra siguiente 9 al lado del 3, y el 39 que resulta dividido por 6 dá 6, que anoto en el cociente. Multiplicando este 6 por el 6 del divisor produce 36, que restados de 39 restan 3, á cuyo lado bajo la última cifra 0 del dividendo, y partiendo el 30 que resulta por 6 dá el cociente 5. En fin, multiplico 5 por 6, y el producto 30 le resto del 30 dividido, y hallo el cociente 14065, y no sobra nada.

```
84390|6
6     14065
----
24
24
----
0039
  36
----
  030
   30
----
   00
```

18. Si la primera cifra del dividendo fuese

menor que la del divisor, como en 252645 dividido por 8, se tomarán las dos primeras cifras 25, y se partirán por 8: siguiendo la operacion como en el caso anterior, y como se ve al márgen, resulta el cociente 31580, y sobran 5, que se escribirá de este modo $\frac{5}{8}$ (31 *nota.*)

```
252645|8
24     |______
        31580 5/8
---
 12
  8
---
 46
 40
---
 64
 64
---
 005
```

19. Cuando el dividendo y divisor tienen muchas cifras, como en 86459 dividido por 36. Escritos como se ve, empezaremos tomando dos cifras 86 del dividendo, por tener otras dos el divisor. Dividiremos solo el 8 por 3, y el cociente 2 se pondrá debajo del divisor. Multiplicando el 36 por 2 dá 72, que restado del 86 restan 14, á cuyo lado se baja el 4 del dividendo, y resultan 144. Dividiendo las dos primeras cifras de este, es decir, el 14, pues el 1 solo no basta, por 3, dá el cociente 4, que multiplicado por 36 dá 144, y restado del 144 resta 0. A su lado se bajará el 5 del dividendo, y como 5 no contiene al 36 ninguna vez, pongo 0 al cociente, y bajo la última cifra 9, y compondrá 59, que partido por 36 dá 1 al cociente. En fin, multiplicando 1 por 36 dá 36, que restado de 59 quedan 23. Con que el cociente es 2401, y sobran 23 ó $\frac{23}{36}$.

```
86459|36
72   |______
      2401 23/36
---
 144
 144
---
  059
   36
---
   23
```

Si fuese dividir 276625 por 842, se tomarán tres cifras 276 del dividendo, por tener otras tres el divisor, y como no basta 276 para contener á

842, se tomará una mas, es decir, 2766, y dividiendo el 27 por el 8 resultan 3, que se pondrán al cociente, y multiplicándole por 842 resultan 2526, que se restarán del 2766. Al lado de la resta 240 se bajará la cifra siguiente 2, y se continuará como en el caso anterior hasta hallar el cociente $328\frac{449}{842}$.

276625	842
2526	$328\frac{449}{842}$
02402	
1684	
07185	
6736	
0449	

20. En algunos casos será preciso dar al cociente una ó mas unidades menos de las que parece le corresponden. Se conocerá que el cociente es mayor de lo que debe, cuando multiplicado por el divisor dé un producto tan grande que no se pueda restar del número parcial que se está dividiendo entonces. Se advertirá que es pequeño el cociente cuando despues de restado su producto por el divisor de las cifras divididas resulte una resta igual ó mayor que el divisor. En fin, la mucha práctica es la que dará á conocer todas estas reglas (*).

21. Cuando dividendo y divisor tienen ceros á su derecha se abrevia la operacion, quitando igual número de ellos de uno y otro; así en lugar de dividir 463000 por 5300, se dividirá 4630 por 53, quitando dos ceros de uno y otro, y el cociente es el mismo.

4630(00	53(00
424	$87\frac{19}{53}$
390	
371	
19	

22. Para dividir por 10, 100, 1000, &c., se

(*) Luego que se tenga bastante práctica se puede abreviar la division restando mentalmente de las respectivas cifras del dividendo parcial los productos del cociente por cada cifra del divisor.

abrevia tambien la operacion separando con una coma á la derecha del dividendo tantas cifras como ceros tiene el divisor; lo que queda á la izquierda de la coma es el cociente; y lo que á la derecha lo que sobra: así 1536482 dividido por 1000 es 1536,482, es decir, 1536 de cociente y sobran 482 ó $\frac{482}{1000}$.

De las pruebas.

23. *Probar una operacion es hacer otra para conocer si la primera está bien hecha.* Esta segunda operacion es lo que llamamos *prueba.*

El sumar se prueba restando, el restar sumando, el multiplicar dividiendo, y el dividir multiplicando, es decir, cada operacion por su contraria. Y aunque no porque la prueba salga bien podremos asegurar definitivamente que la operacion lo está, pues un error cometido en esta pudiera compensar otro de la operacion, no es fácil, si bien tampoco imposible, que se incurra en la misma equivocacion en dos operaciones opuestas.

24. Para probar la suma del márgen, en la que resultan 157072, sumaré otra vez, sin hacer caso de la cantidad de arriba 65320, y saldrá la suma 91752, que escribiré debajo, y restándola del 157072, si resultan los 65320, indicará que la operacion está bien hecha.

$$\begin{array}{r l}
65320 & \\
81640 & \\
6950 & \\
3162 & \\
\hline
157072 & \\
91752 & \\
\hline
65320 & \text{\textit{Prueba.}}
\end{array}$$

25. La resta del márgen se probará sumando la resta 312473 con el substraendo 643827, y si la suma compone el minuendo 956300 estará bien hecha la operacion.

$$\begin{array}{r l}
956300 & \\
643827 & \\
\hline
312473 & \\
\hline
956300 & \text{\textit{Prueba.}}
\end{array}$$

26. La multiplicacion de 6582 por 705 se probará dividiendo el producto 4640310 por el 705, y si sale al cociente 6582, y no sobra nada de la division, está exacta la operacion. Lo mismo resultaria dividiendo el producto por el 6582, lo que daria por cociente el 705 sin resíduo.

```
   6582
    705
 ---------------------------
  32910
 46074
 ---------
 4640310 | 705 Prueba.
 4230    |---------------
         | 6582
 -------
  4103
  3525
 -------
   5781
   5640
 -------
    1410
    1410
 -------
       0
```

27. La division se probará multiplicando todo el cociente por el divisor, y si añadiendo al producto lo que sobró en la division sale el dividendo exactamente, está bien ejecutada la operacion.

```
 8456 | 49
 49   |-------
 ---- | 172
  355
  343      172
 ----       49
  0126    ----
    98    1548
  ----    688
    28     28 Resta.
          ----
          8456 Prueba.
```

Aplicacion de las reglas anteriores.

28. *Cuestiones que se resuelven sumando.*

1.° *Un cosechero ha vendido en varias ocasiones* 356, 452, 136, 845, *y* 64 *fanegas, ¿cuántas ha vendido?* Sumando se hallarán 1853 fanegas.

2.° *Un sugeto ha empleado* 1580, 756, 2389, *464 y 1000 rs., ¿á cuánto asciende el total?* Se hallará sumando que á 6189 rs.

29. *Cuestiones que se resuelven restando.*

1.ª *Un sugeto tenia 84500 rs., ha gastado 25740, ¿cuánto le queda?* Restando tendremos que 58760 rs.

2.ª *Se deben 52348 rs., de los que se han pagado ya 32584, ¿cuánto se debe aun?* Réstense, y se tendrán 19764 rs.

3.ª *Para comprar una viña que vale 16300 reales, tiene un labrador ya 11554, ¿cuánto le falta aun?* Restando se hallará que 4746 rs.

30. *Cuestiones que se resuelven multiplicando.*

1.ª *Duplicar, triplicar, cuadruplicar, &c. un número.* Se hará multiplicando por 2, 3, 4, &c., así el quíntuplo de 28 se hallará multiplicando por 5, lo que dá 140.

2.ª 5684 *arrobas de vino á 45 rs. la arroba, ¿cuánto importan?* Multiplicando se hallará que 255780 rs.

3.ª 5398 *varas, ¿cuántos pies componen?* Multiplicando por 3 pies que tiene la vara resultan 16194 pies.

4.ª *Hallar el número de onzas que tienen* 158 *arrobas.* Redúzcanse estas á libras multiplicando por 25, y el resultado 3950 libras á onzas multiplicando por 16, y resultan 63200 onzas.

5.ª 36 *fanegas de trigo á razon de* 8 *reales el celemin ¿cuánto importan?* Redúzcanse las fanegas á celemines multiplicando por 12 celemines que tiene una fanega, y el resultado 432 celemines multiplíquese por los 8 rs., y resultarán 3456 rs.

6.ª *¿Cuántos maravedises contienen* 654 *cuartos?* Multiplicando por 4 mrs. que tiene un cuarto, resultan 2616 mrs.

7.ª 8 *duros,* 12 *rs. y* 26 *mrs., ¿cuántos maravedises componen?* Redúzcanse los 8 duros á reales multiplicando por 20, y al resultando 160 añadanse los 12 rs., y se tendrán 172 rs., los que multiplicados por 34 mrs. que tiene un real, producen 5848 mrs., á los que agregando los 26 mrs. resultan 5874 mrs.

31. *Cuestiones que se resuelven dividiendo.*

1.ª *Tomar la mitad, tercera, cuarta, quinta, &c. partes de un número.* Se hallará dividiendo por 2, 3, 4, 5, &c.; así la octava parte de 72 se hallará partiendo 72 por 8, de donde sale 9, que es la octava parte.

2.ª *Tomar las cuatro quintas partes de* 5640. Dividiendo por 5 se tendrá 1129, que es una quinta parte, y multiplicándola por 4 se tendrán 4512, que son las cuatro quintas partes.

3.ª *Repartir* 6488 *pesos fuertes entre* 56 *hombres.* Dividiendo se hallarán 115 pesos, y sobran 48 pesos, los que multiplicados por 20 rs. dán 960 reales, que repartidos entre los dichos 56 hombres corresponden á cada uno 17 rs,, y sobran 8 rs., que reducidos á mrs. son 272, y divididos por los 56 dán $4\frac{48}{56}$ mrs. Luego la parte de cada uno son 115 pesos, 17 rs. y $4\frac{48}{56}$ mrs.

4.ª *Hallar los rs. que componen* 36254 *maravedises.* Dividiendo por 34 mrs. que tienen 1 real resultan 1066, y sobran 10 mrs.

5.ª *Hallar el número de rs. que componen* 48528 *cuartos.* Se reducirán á maravedises multiplicando por 4; el producto 338112 se partirá por 34, y resultarán 9944 rs. y 16 mrs.

6.ª *Hallar las arrobas que componen* 18600 *onzas.* Partiendo por 16 onzas que tiene 1 libra se tendrán 1162 libras, las que partidas por 25 libras que tiene la arroba dán 46 arrobas, y sobran 12 libras y 8 onzas. Tambien se puede hacer esto dividiendo desde luego el 18600 por 400 onzas que tiene la arroba.

7.ª 358 *cabezas de ganado han costado* 12888 *reales, ¿á cómo costó cada una?* Dividiendo se tendrá el cociente 36 rs.

8.ª *Un labrador compró 548 fonegas de trigo á 28 rs.; y trata de volverlo á vender de modo que le queden de ganancia 2192 rs., ¿á cómo debe vender la fanega?* Multiplíquense las 548 fanegas por los 28 rs.; al producto 15344 agréguense los 2192 que se propone ganar, y se tendrán 17536 rs., que divididos por las 548 fanegas dán al cociente 32 rs., precio á que debe vender cada una.

9.ª *Un tendero compró 56 arrobas de garbanzos á 22 rs. la arroba; los vendió á 10 cuartos libra, ¿cuántos reales ganó?* Multiplíquense 56 por 22, y se tendrán 1232 rs. que gastó en la compra. Redúzcanse las 56 arrobas á libras, y se tendrán 1400 libras, que á 10 cuartos cada una importan 14000 cuartos, que reducidos á rs. (5.ª), son 1647 rs.: restando de estos los 1232 que gastó, quedan 415 reales, que es lo que ganó en la venta.

NOTA.

Para evitar repeticiones molestas usaremos en lo sucesivo de los signos +, —, ×, :, para espresar las operaciones de sumar, restar, multiplicar y dividir.

Así esta espresion 8+4, que se lée 8 *mas* 4, indicará que se ha de sumar 8 con 4.

Esta otra 8—4, 8 *ménos* 4, dirá que de 8 se ha de restar el 4.

Esta 8×4, que se lée 8 *multiplicado por* 4, dá á entender que el 8 se multiplica por el 4.

Y 8 : 4, ó lo que es lo mismo $\frac{8}{4}$, que se lée 8 *dividido por* 4, espresarán la division de 8 por 4.

El signo =, *igual*, sirve para espresar los resultados; así 8+4=12, que se lée 8 *mas* 4 *igual á* 12, nos dá á entender que 12, es el resultado de la suma de 8 y 4.

CAPITULO II.

De los quebrados en general.

32. *Quebrado es aquel número de que nos valemos para espresar partes de una unidad.*

Cualquiera unidad puede dividirse en 2, 3, 4, 5, &c., partes, y de ellas se pueden tomar 1, 2, 3, 4, &c. Para espresar esto se necesitan dos números, uno que señale las partes en que está dividida la unidad, el cual se llama *denominador*, y otro que diga cuántas de estas partes se toman, y al que se dá el nombre de *numerador*. El numerador y denominador se llaman *términos* del quebrado.

33. Para espresar un quebrado se escribirá el numerador y debajo el denominador, separados uno de otro con una línea. Así $\frac{3}{4}$ es un quebrado cuyo numerador es 3 y el denominador 4, y nos dice que de 4 partes que tenia el entero se han tomado 3. De aquí se infiere que todo quebrado puede mirarse como el cociente de una division en que el dividendo (el numerador) es menor que el divisor (el denominador). Si quisiéramos repartir 3 duros entre 5 personas, á cada una no le tocaria 1 duro, sino tres quintas partes de duro, esto es $\frac{3}{5}$.

34. Para leer un quebrado se espresará primero el numerador y despues el denominador así: $\frac{1}{2}$ *un medio*, $\frac{2}{3}$ *dos tercios*, $\frac{3}{4}$ *tres cuartos*, $\frac{4}{5}$ *cuatro quintos*, $\frac{5}{6}$ *cinco sestos*, $\frac{3}{7}$ *tres séptimos*, $\frac{1}{8}$ *un octavo*, $\frac{6}{9}$ *seis novenos*, $\frac{7}{10}$ *siete décimos*.

Si el denominador es mayor que 10 se le dá la terminacion *avos*, así $\frac{3}{11}$ se leerá *tres once avos*. $\frac{50}{60}$ *cincuenta sesenta avos*, $\frac{56}{9000}$ *cincuenta y seis nueve mil avos*, &c.

35. Como en cuantas mas partes se divide una unidad son mas pequeñas, y el denominador nos espresa el número en que estaba dividida aquella, resulta que un quebrado es tanto menor cuanto mayor es su denominador. Así de $\frac{4}{5}$, $\frac{4}{5}$, $\frac{4}{7}$,

el $\frac{4}{9}$ es el menor. Y como el numerador indica las partes que se toman de las que tenia la unidad, un quebrado es tanto mayor cuanto mayor es su numerador. Así de $\frac{5}{8}$, $\frac{4}{8}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{7}{8}$, el $\frac{7}{8}$ es el mayor; luego para hacer un quebrado 2, 3, 4, &c. veces mayor se multiplicará su numerador por 2, 3, 4, &c.; y para hacerle 2, 3, 4, &c. veces menor, se multiplicará su denominador por 2, 3, 4, &c. Así el quebrado $\frac{4}{5}$ hecho 3 veces mayor es $\frac{4\times3}{5}=\frac{12}{5}$, y el quebrado $\frac{3}{4}$ hecho 5 veces menor es $\frac{3}{4\times5}=\frac{3}{20}$.

36. *Un quebrado conserva su mismo valor aunque sus dos términos se multipliquen ó dividan por un mismo número*, porque segun lo dicho (35) todo lo que aumenta ó disminuye el numerador por un lado lo disminuye ó aumenta el denominador por el otro. Así $\frac{1}{2}$, $\frac{4}{8}$, $\frac{16}{32}$, $\frac{25}{50}$, $\frac{30}{60}$, &c. son iguales, pues en todos vale el numerador la mitad del denominador.

37. Los quebrados se dividen en *propios* é *impropios*. Propios son todos aquellos cuyo numerador es menor que el denominador; tales son $\frac{2}{3}$, $\frac{1}{7}$, $\frac{4}{9}$, $\frac{25}{125}$, $\frac{260}{3528}$, &c. Impropios son todos aquellos cuyo numerador es igual ó mayor que el denominador; tales son $\frac{6}{6}$, $\frac{20}{20}$, $\frac{8}{6}$, $\frac{9}{3}$, $\frac{5}{2}$, $\frac{162}{5}$, $\frac{266}{30}$. Desde luego se ve que estos quebrados contienen enteros, pues si una unidad está dividida en 6 partes, y se toman las 6, se toma toda la unidad, y tomando 8 no solo se toma toda la unidad, sino parte de otra. Para sacar estos enteros se dividirá el numerador por el denominador así: $\frac{6}{6}$ valdrá 1, igualmente que $\frac{20}{20}$, y todo quebrado cuyo numerador

sea igual al denominador; $\frac{9}{3}$ equivaldrá á 3; $\frac{5}{2}$ será igual á $2\frac{1}{2}$, $\frac{268}{30}$ á $8\frac{28}{30}$.

38. 1.° Para reducir un entero á quebrado se multiplicará el entero por el denominador que se le quiera dar, y al producto se le pondrá el denominador. Para reducir 6 á tercios será $\frac{6\times3}{3}=\frac{18}{3}$, 12 reducido á quintos es $\frac{12\times5}{5}=\frac{60}{5}$, &c.

2.° Si el número tuviese quebrado se multiplicará el entero por el denominador del quebrado, al producto se añadirá el numerador, y se pondrá por denominador el del quebrado. Así $4\frac{2}{3}=\frac{4\times3+2}{3}=\frac{14}{3}$; $8\frac{5}{6}=\frac{53}{6}$; $164\frac{2}{7}=\frac{1150}{7}$, &c.

3.° Si solo quisiéramos dar al entero la forma de quebrado, le pondremos la unidad por denominador, $8=\frac{8}{1}$; $9=\frac{9}{1}$; $365=\frac{365}{1}$. Si fuese la unidad el entero propuesto bastará poner al quebrado por numerador y denominador un mismo número. Así $1=\frac{3}{3}=\frac{5}{5}=\frac{8}{8}=\frac{46}{46}$ (37).

Reducir quebrados á un comun denominador.

39. Para esto, si son dos los quebrados, se multiplicarán los dos términos de cada quebrado por el denominador del otro.

Para reducir $\frac{2}{3}$ y $\frac{4}{5}$ á un comun denominador multiplicaremos el 2 y 3 del primero por 5 denominador del segundo, y el 4 y 5 de este por 3 denominador del primero, y serán $\frac{10}{15}$ y $\frac{12}{15}$, cada uno de los cuales es igual á su correspondiente (36). Igualmente $\frac{7}{8}$ y $\frac{3}{5}$ se reducen á $\frac{35}{40}$ y $\frac{24}{40}$.

40. Si fuesen tres ó mas los quebrados que queremos reducir, se multiplicarán los dos términos de cada quebrado por el producto de los denominadores de los otros. Sean los quebrados $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{4}{6}$: se multiplicarán los dos términos 1 y 2 del primero

por $5\times6=30$ producto de los otros denominadores; el 3 y 5 términos del segundo por $2\times6=12$, y el 4 y 6 del tercero por $2\times5=10$, y tendremos, $\frac{1\times30}{2\times30}$, $\frac{3\times12}{5\times12}$, $\frac{4\times10}{6\times10}$, ó $\frac{30}{60}$, $\frac{36}{60}$, $\frac{40}{60}$ quebrados iguales á los propuestos (36) y de un mismo denominador.

Si fuesen cuatro ó mas se hará lo mismo. Así $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{5}$, son $\frac{60}{120}$, $\frac{80}{120}$, $\frac{30}{120}$ y $\frac{72}{120}$.

41. Para hallar cuál es mayor de varios quebrados se reducirán á un mismo denominador, y el que resulte con mayor numerador es el mayor (35). Así de $\frac{5}{6}$ y $\frac{7}{9}$, el $\frac{5}{6}$ es el mayor porque reducidos á un comun denominador son $\frac{45}{54}$ y $\frac{42}{54}$. Tambien sirve dicha reduccion para hacer los quebrados de una misma especie. Los quebrados $\frac{2}{3}$ y $\frac{4}{5}$ no lo son pues no es lo mismo el tercio que el quinto de una unidad, pero reducidos á un mismo denominador $\frac{10}{15}$ y $\frac{12}{15}$ ya serán de una misma especie, pues ambos son quinceavos.

De la simplificacion de los quebrados.

42. Como un mismo quebrado puede escribirse de varios modos sin que mude de valor (36), siempre convendrá, cuando se haya de operar con ellos, buscar aquel quebrado que, siendo igual al propuesto, tenga sus términos mas sencillos. Esto es lo que se llama *simplificar* un quebrado, y se consigue viendo si el numerador y denominador pueden dividirse por un mismo número, sin que quede resíduo alguno; pues de este modo tendremos un quebrado cuyos términos serán menores, y que tendrán igual valor que el propuesto (36).

43. Para conocer si uno y otro término son divisibles por un mismo número hay varias reglas, que son: 1.ª Si los dos términos acaban en núme-

ro par son divisibles por 2: así $\frac{12}{14}=\frac{6}{7}$ dividiendo los dos términos del primero por 2. 2.ª Si los dos términos del quebrado son tales, que sumando separadamente sus cifras como unidades simples, resulta un número divisible por 3, se puede dividir por 3. En el quebrado $\frac{423}{567}$ se verifica que $4+2+3=9$ divisible por 3, y $5+6+7=18$ divisible por 3; luego $\frac{423}{567}=\frac{141}{189}=\frac{47}{63}$. 3.ª Si los dos términos del quebrado son como los de $\frac{432}{648}$, cuyas dos últimas cifras 32 y 48 son divisibles por 4, será dividiendo $\frac{432}{648}=\frac{33}{162}$. 4.ª Cuando los dos términos acaban en 5, ó uno en 0 y otro en 5, son divisibles por 5; luego $\frac{25}{35}=\frac{5}{7}$ y $\frac{15}{20}=\frac{3}{4}$. 5.ª Si los dos términos acaban en 0 son divisibles por 10: así $\frac{30}{40}=\frac{3}{4}$.

Resumiendo todas estas reglas para reducir el quebrado $\frac{1440}{8640}$, tendremos que sus términos son divisibles. . . . .

por 10, por 4, por 3, por 3, por 2, por 2,

$$\frac{1440}{8640}=\frac{144}{864}=\frac{36}{216}=\frac{12}{72}=\frac{4}{24}=\frac{2}{12}=\frac{1}{6}$$ quebrado simplificado.

por 100, por 5, por 5, por 5,

Igualmente el quebrado $$\frac{15000}{37500}=\frac{150}{375}=\frac{30}{75}=\frac{6}{15}=\frac{2}{6}.$$

Los quebrados se suman, restan, multiplican y dividen.

De la suma de los quebrados.

44. Si los quebrados que se quieren sumar tienen un comun denominador, se sumarán los numeradores, y á la suma se la pondrá el denominador comun, sacando despues los enteros, si los hay. Así $\frac{3}{4}+\frac{1}{4}=\frac{3+1}{4}=\frac{4}{4}=1$; del mismo modo

$$\frac{5}{7}+\frac{6}{7}+\frac{2}{7}+\frac{4}{7}=\frac{5+6+2+4}{7}=\frac{17}{7}=2\frac{3}{7}.$$

Si los quebrados propuestos no tienen un mismo denominador, se reducirán á él (39) para hacerlos de una misma especie (41), y despues se hará como en el caso anterior: así $\frac{2}{3}+\frac{4}{5}=\frac{10}{15}+\frac{12}{15}=\frac{10+12}{15}=\frac{22}{15}=1\frac{7}{15}$; $\frac{1}{2}+\frac{2}{3}+\frac{3}{4}=\frac{12}{24}+\frac{16}{24}+\frac{18}{24}=\frac{12+16+18}{24}=\frac{46}{24}=1\frac{22}{24}=1\frac{11}{12}$ (43).

45. Si hubiere enteros juntos con los quebrados se sumarán estos como acabamos de decir, y la suma se añadirá á la de los enteros: así $565\frac{1}{2}+8532\frac{3}{4}+254\frac{4}{5}$ será sumando primero los quebrados

$$\begin{array}{r} (2) \\ 565\frac{1}{2} \\ 8532\frac{3}{4} \\ 254\frac{4}{5} \\ \hline 9353\frac{1}{20} \end{array}$$

$\frac{1}{2}+\frac{3}{4}+\frac{4}{5}=\frac{20}{40}+\frac{30}{40}+\frac{32}{40}=\frac{82}{40}=2\frac{2}{40}=2\frac{1}{20}$; escrito el quebrado $\frac{1}{20}$ bajo de los quebrados, y añadiendo el 2 á los enteros, tendremos la suma total $9353\frac{1}{20}$.

De la resta de los quebrados.

46. Cuando los quebrados que se quieren restar tienen un comun denominador, se restarán los numeradores, y á la resta se le dará el denominador comun. Así $\frac{5}{7}-\frac{4}{7}=\frac{5-4}{7}=\frac{1}{7}$ que es la resta: $\frac{8}{9}-\frac{6}{9}=\frac{3}{9}=\frac{1}{3}$. Mas si no tuviesen igual denominador, se reducirán á él para hacerlos de una misma especie, y despues se restarán como en el caso precedente: así $\frac{4}{7}-\frac{2}{5}=\frac{20}{35}-\frac{14}{35}=\frac{20-14}{35}=\frac{6}{35}$; del mismo modo $\frac{8}{9}-\frac{5}{6}=\frac{48}{54}-\frac{45}{54}=\frac{3}{54}=\frac{1}{18}$ (43).

47. 1.° Si hubiere enteros con los quebrados se restarán primero estos, y despues los enteros, y reuniendo estas dos restas tendremos la resta total. $2537\frac{5}{6} - 1742\frac{3}{7}$, será $\frac{5}{6}-\frac{3}{7}=\frac{35}{42}-\frac{18}{42}=\frac{35-18}{42}=\frac{17}{42}$ resta de los quebrados. La de los enteros es 795: luego la resta total es $795\frac{17}{42}$.

$$\begin{array}{r} 2537\frac{5}{6} \\ 1742\frac{3}{7} \\ \hline 795\frac{17}{42} \end{array}$$

2.° Si el quebrado del minuendo es menor que el del substraendo, se sacará del entero una unidad, se reducirá á quebrado, y se añadirá al del minuendo. Así en $136\frac{1}{2}-125\frac{5}{6}$ reducidos los quebrados $\frac{1}{2}$ $\frac{5}{6}$ á un comun denominador, son $\frac{6}{12}$ y $\frac{10}{12}$, y como de 6 no se pueden restar 10, se tomará 1 del 136, que reducido á dozavos es $\frac{12}{12}$: y añadidos al $\frac{6}{12}$ componen $\frac{18}{12}$, de que restando el $\frac{10}{12}$ quedan $\frac{8}{12}$. Restando ahora los enteros rebajando al 136 la unidad, sale el resíduo total $10\frac{8}{12}=10\frac{2}{3}$.

$$\begin{array}{r} 136\frac{1}{2} \\ 125\frac{5}{6} \\ \hline 10\frac{2}{3} \end{array}$$

3.° Para restar de un entero un quebrado, como en $6-\frac{2}{3}$, tomaremos 1 del 6, que reducido á tercios es $\frac{3}{3}$, y será $6=5\frac{3}{3}$, $5\frac{3}{3}-\frac{2}{3}=5\frac{1}{3}$, que es la resta.

4.° Si fuese restar de $5948-3126\frac{4}{5}$, como en el minuendo no hay quebrado de quien restar el $\frac{4}{5}$, tomaremos una unidad del 8, y convertida en $\frac{5}{5}$, se restará de $5947\frac{5}{5}-3126\frac{4}{5}$, y el resultado será $2821\frac{1}{5}$.

5.° Si en el minuendo hay quebrado y en el substraendo no, se pondrá á la resta el quebrado del minuendo, y luego se restarán los enteros. Así $35\frac{7}{8}-10=25\frac{7}{8}$.

De la multiplicacion de los quebrados.

48. 1.° Para multiplicar un quebrado por un entero se multiplicará el numerador del quebrado por el

entero, y al producto se le pondrá el denominador así $\frac{3}{7}\times 5=\frac{3\times 5}{7}=\frac{15}{7}=2\frac{1}{7}$. Debe hacerse así, pues multiplicar $\frac{3}{7}$ por 5 es lo mismo que hacer el $\frac{3}{7}$ cinco veces mayor. Del mismo modo se haria si fuese un entero multiplicado por un quebrado. Así $8\times\frac{4}{5}=\frac{8\times 4}{5}=\frac{32}{5}=6\frac{2}{5}$.

2.° Si los dos números que se han de multiplicar son quebrados, se multiplicará numerador por numerador y denominador por denominador. Así $\frac{2}{3}\times\frac{4}{5}=\frac{2\times 4}{3\times 5}=\frac{8}{15}$. Igualmente $\frac{7}{8}\times\frac{3}{9}=\frac{21}{72}$.

3.° Cuando los números son mixtos, esto es, compuestos de entero y quebrado, se reducen á quebrados (38. 2.°), y despues se multiplican como tales. Así $8\frac{2}{3}\times 5\frac{3}{4}=\frac{26}{3}\times\frac{23}{4}=\frac{26\times 23}{3\times 4}=\frac{598}{12}=$ $49\frac{10}{12}=49\frac{5}{6}$. Del mismo modo $3582\frac{2}{3}\times 25\frac{1}{5}=$ $\frac{10748}{3}\times\frac{126}{5}=\frac{1354248}{15}=90283\frac{1}{5}$.

De la division de los quebrados.

49. 1.° Para dividir uno por otro dos quebrados se multiplicará el numerador del primero por el denominador del segundo, y el numerador de este por el denominador de aquel. Así $\frac{2}{3}:\frac{5}{7}=$ $\frac{2\times 7}{3\times 5}=\frac{41}{15}=2\frac{11}{15}$, y este es el cociente. Del mismo modo $\frac{5}{6}:\frac{7}{8}=\frac{40}{42}=\frac{20}{21}$.

2.° Si uno de los números es entero y el otro quebrado, se dará al entero la forma de quebrado (38. 3.°), y despues se dividirán como tales. Así $8:\frac{2}{9}=\frac{8}{1}:\frac{2}{9}=\frac{72}{2}=36$; $\frac{4}{5}:6=\frac{4}{5}:\frac{6}{1}=\frac{4}{30}=\frac{2}{15}$

3.° Si son enteros con quebrados se reducirán á quebrados (38. 2.°), y se dividirán como acabamos de decir. Así $9\frac{4}{5} : 6\frac{1}{3} = \frac{49}{5} : \frac{19}{3} = \frac{147}{95} = 1\frac{52}{95}$. Igualmente $8\frac{2}{3} : 4\frac{2}{6} = \frac{26}{3} : \frac{26}{6} = \frac{156}{78} = 2$; $5642\frac{4}{5} : 24\frac{1}{2} =$
$$\frac{28214}{5} : \frac{49}{2} = \frac{28214 \times 2}{5 \times 49} = \frac{56428}{245} = 230\frac{78}{245}.$$

De la valuacion de los quebrados.

50. *Valuar un quebrado es hallar lo que vale en unidades inferiores del entero á quien se refiere.* Para esto se multiplicará el numerador por el número de unidades inferiores inmediatas que tiene el entero á quien pertenece, y el producto se dividirá por el denominador. Así para valuar $\frac{2}{5}$ de peso multiplicaremos el 2 por 15 reales qee tiene un peso, y el producto 30 partido por 5 dá 6 reales, valor de los $\frac{2}{5}$ de peso. Si fuesen $\frac{2}{3}$ de arroba se multiplicará el 2 por 25, que son las libras que tiene una arrroba (tabla II del fin), el producto 50 se dividirá por 3, y el cociente 16 libras y $\frac{2}{3}$ es el valor del quebrado. Para valuar los $\frac{2}{3}$ de libra que sobran se multiplicará 2 por 16 onzas que tiene la libra, y el producto 32 dividido por 3 dá el cociente $10\frac{2}{3}$ onzas, valor de los $\frac{2}{3}$ de libra. Valuando del mismo modo los $\frac{2}{3}$ de onza en adarmes, hallaremos que los $\frac{2}{3}$ arroba = 16 libras + 10 onzas + $10\frac{2}{3}$ adarmes.

Así hallaremos que $\frac{4}{7}$ de vara valen 1 pie, 8 pulgadas y $6\frac{6}{7}$ de línea, ó un pie, 8 pulgadas y 7 líneas próximamente, pues cuando en estos pequeños residuos se acerca mucho el numerador al denominador, se la dá una unidad mas.

Para valuar $\frac{3}{4}$ de 25 doblones se hará lo mismo, y será $\frac{3 \times 25}{4} = \frac{75}{4} = 18\frac{3}{4}$ doblones: valuando ahora el $\frac{3}{4}$ resulta, por tener el doblon 4 pesos, $\frac{3\times 4}{4}=\frac{12}{4}=3$ pesos: luego los $\frac{3}{4}$ de 25 doblones valen 18 doblones + 3 pesos.

Igualmente $\frac{5}{7}$ de 13 varas valen $\frac{5\times 13}{7}=\frac{65}{7}=9\frac{2}{7}$ varas; y valuando las $\frac{2}{7}$ de vara tendremos que valen 0 pies, 10 pulgadas, 3 líneas, $5\frac{4}{7}$ puntos; luego $\frac{5}{7}$ de 13 varas = 9 varas + 10 pulgadas + 3 líneas + $5\frac{4}{7}$ puntos.

De los quebrados compuestos.

51. Llámanse así aquellos quebrados que son parte de otros quebrados; tales son $\frac{1}{2}$ de $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$ de $\frac{8}{9}$ de $\frac{5}{7}$, &c. Estos quebrados se reducen á quebrados simples, multiplicándolos ordenadamente numerador por numerador y denominador por denominador; así el primero $\frac{1}{2}$ de $\frac{2}{3}=\frac{2}{6}$, y el segundo $\frac{3}{4}$ de $\frac{8}{9}$ de $\frac{5}{7}=\frac{120}{252}$. Reducidos á quebrados comunes se simplifican, calculan y valuan como tales.

De los números denominados.

52. *Números denominados ó complexos* son los que constan de diferentes cantidades relativas á una misma especie; tales son 2 pesos, 4 reales y 8 maravedises; 8 arrobas, 6 libras, 9 onzas y 5 adarmes; 7 años, 10 meses, 9 dias, 12 horas y 14 minutos; 5 varas, 2 pies, 8 pulgadas y 7 líneas (Tabla II al fin).

De la adicion y substraccion.

53. Para sumarlos (sobreentendiéndose que son de una misma especie) se escriben de modo que las unidades de un mismo nombre formen una coluna, despues se empieza á sumar por las unidades inferiores, añadiendo á la coluna inmediata

superior las unidades de su especie que compongan.

Así para sumar 35 ps. fs., 18 rs., 25 mrs., 162 ps., 16 rs., 28 mrs.; 8 ps., 13 rs., 30 mrs. Escritos como se ve se suman los mrs., y resulta 83 mrs. que divididos por 34 mrs. que tiene un real dán al cociente 2 rs., que se agregan á los rs., y los 15 mrs. sobrantes se pondrán bajo de los mrs. sumados. Sumando los reales dán 49 rs., que son 2 ps. y 9 rs. que se ponen debajo de los rs. sumados: sumando los ps. serán 207 ps.; y reuniendo ahora las tres sumas se tendrán la total, que es 207 ps., 9 rs., 15 mrs.

	(2)	(2)
35 ps.	18 rs.	25 mrs.
162	16	28
8	13	30
207 ps.	9 rs.	15 mrs.

54. Para restarlos se escribe el minuendo sobre el substraendo lo mismo que para sumarlos, y se empieza á restar por las unidades inferiores. Si alguna parte del minuendo es menor que su correspondiente en el substraendo, se tomará de la columna inmediata superior una unidad, la cual se dividirá en sus partes menores, y se añadirá al minuendo como se ve en el ejemplo, en el cual no pudiendo restar de 12 dias 17 dias, se quitan á los 8 meses 1 mes, ó 30 dias, que se añaden á los 12 dias, y restando de los 42 que resultan los 17, quedan 25 dias, que se ponen debajo, rebajando luego de los 8 meses el mes que se le quitó.

		(30)
45 años	8 meses	12 dias.
12 años	5 meses	17 dias.
33 años	2 meses	25 dias.

Sea ahora restar de 725 ar. 37 ar., 9 lib., 10 onz., 7 adarmes; como en el minuendo no hay libras, ni onzas, ni adarmes, se toma una arroba de las 725 arrobas, la que se divide en 25 libras, ó en

	24 lib.	15 onz.	16 adar.
725 ar.			
37 ar.	9 lib.	10 onz.	7 adar.
687 ar.	15 lib.	5 onz.	9 adar.

24 libras, 15 onzas, 16 adarmes, como se ve en el ejemplo, y despues se restará como en el caso anterior.

De la multiplicacion y division.

55. Para la multiplicacion y division de los números denominados es necesario saber antes convertirlos en quebrados, lo que se hará del modo siguiente. Sean 8 arrobas, 6 libras, 4 onzas; redúzcanse las 8 arrobas á libras multiplicando por 25, y al producto 200 agréguense las 6 libras, y serán 206 libras; redúzcanse estas á onzas multiplicando por 16, y al producto 3296 agréguense las 4 onzas, y serán 3300 onzas (30. 7.ª), póngasele por denominador el número de onzas que tiene una arroba, que son 400, y tendremos que las 8 arrobas, 6 libras, 4 onzas $= \frac{3300}{400} = \frac{33}{4}$ (43). Lo mismo hallaremos que 7 varas, 2 pies, 3 pulgadas $= \frac{279}{36} = \frac{31}{4}$; 16 duros, 4 reales, 24 maravedises $= \frac{11040}{680} = \frac{276}{17}$.

56. Para multiplicar dos números denominados, por ejemplo, 8 arrobas, 6 libras, 4 onzas por 3 duros, 8 rs., 12 mrs., los reduciremos á quebrados (61), y resultarán del 1.° $\frac{33}{4}$ y del 2.° $\frac{291}{85}$. Multiplíquense estos quebrados (48. 2.°), y será $\frac{33}{4} \times \frac{291}{85} = \frac{9603}{340}$, y sacando los enteros que contiene este quebrado impropio como se ve al márgen, resultan 28 duros, y sobran 83 duros, que reducidos á reales multiplicando por 20 dán 1660 reales, que partidos por el mismo 340 dán al cociente 4 rs. y sobran 30 rs., que reducidos á maravedises

multiplicando por 34 dán 10200 mrs., que vueltos á dividir por el 340 dán 30 maravedises: luego 8 arrobas, 6 libras, 4 onzas×3 drs. 8 rs., 12 mrs.=28 drs., 4 rs., 30 mrs.

```
 9603 |340
      --------
 2803  28 duros.
 0083
   20 reduccion á rs.
-----
 1660|340
     --------
  300 4 rs.
   34 reduccion á mrs.
-----
  120
   90
-----
10200|340
     --------
 0000  30 mrs.
```

Si uno de los números es denominado y el otro entero, como por ejemplo 4 arrobas, 5 libras, 7 onzas multiplicado por 45 duros, se reducirá el primero á quebrado, se multiplicará luego por el 45, y será $\frac{1687}{400}\times 45=\frac{1687\times 45}{400}=$ &c. como en el anterior, y resultarán 189 duros, 15 reales, 25½ mrs.

Si uno de los números es denominado y el otro quebrado, el denominado se reducirá á quebrado. Así 2 fanegas, 7 celemines, 2 cuartillos×$\frac{4}{5}$ de duro, será $\frac{21}{8}\times\frac{4}{5}=\frac{84}{40}=2$ duros y 2 reales.

Si al sacar los enteros se hallase que correspondia al cociente 0, se pasaria inmediatamente á reducir el dividendo á unidades inferiores para dividir despues.

57. Para dividir 16 duros, 4 rs., 24 maravedises por 6 varas, 2 pies y 3 pulgadas, se reducirán ambos números á quebrados (60), y resultarán del 1.° $\frac{276}{17}$ y del 2.° $\frac{27}{4}$. Dividiendo estos dos quebrados (49. 1.°), será $\frac{276}{17}:\frac{27}{4}=\frac{276\times 4}{17\times 27}=\frac{1104}{459}$; sacando los enteros dividiremos como se ve al

márgen 1104 por 459 y el cociente es 2 duros y sobran 186; reducidos estos á reales son 3720, que se dividirán por el mismo 459, resultando al cociente 8 reales y 48 de resíduo, el que reducido á maravedises, dá 1632: dividiendo este por 459 dá al cociente 3 mrs. $\frac{255}{459}$. Luego habiendo dividido 16 duros, 4 rs., 24 mrs. por 6 varas, 2 pies, 3 pulgadas, el cociente total es 2 duros, 8 rs., 3 $\frac{285}{459}$ mrs.

```
1104 |459
0186   2 duros
  20 reduccion á rs.
3720 |459
0048   8 reales.
  34 reduccion á mrs.
 192
144
1632 |459
 255   3 mrs.
```

Si uno de los números es denominado y el otro entero, se reduce aquel á quebrado, y al entero se le dá la forma, poniéndole la unidad por denominador, y despues se procede como antes. Así 54 reales, por 4 arrobas, 2 libras, 6 onzas $=$

$$\frac{54}{1} : \frac{1638}{400} = \frac{54 \times 400}{1 \times 1638} = \&c.$$

Si uno de los números es quebrado y el otro denominado, se reducirá este á quebrado. Así $\frac{7}{8}$ de duro: 4 celemines y 2 cuartillos se reducirán á $\frac{7}{8}$:

$$\frac{30}{4} = \frac{28}{240} = 2 \text{ rs. } 11\tfrac{1}{4} \text{ mrs.}$$

Si el dividendo no contiene mas que reales, el primer cociente no puede ser pesos, sino reales.

58. A poco que reflexionemos sobre la teoría de los quebrados comunes que acabamos de esponer, se deduce la complicacion de su cálculo que exige una porcion de operaciones preparatorias enredosas y espuestas á errores: esto proviene de la division de la unidad en partes como mitades, tercios, cuartos, quintos, &c. que no guardan relacion con el sistema de numeracion (5). Para evitar esto se

ideó el sistema decimal que reduce el cálculo de los quebrados comunes al de los números enteros como vamos á manifestar.

De las fracciones decimales.

59. Llámanse *fracciones decimales* todos aquellos quebrados que tienen por denominador un 1 seguido de ceros: tales son $\frac{3}{10}$, $\frac{8}{100}$, $\frac{36}{1000}$, $\frac{3427}{10000}$. &c. Resultan estos quebrados de suponer toda una unidad dividida en diez partes iguales llamadas *décimas*, cada décima subdividida en otras diez partes dichas, *centésimas*, cada centésima en diez *milésimas*, cada una de estas en diez *diezmilésimas* y así sucesivamente.

Como una fraccion decimal, por ejemplo, $\frac{48}{10}$, indica la division de 48 por 10 (33), y para hacer esta division basta separar con una coma el 8 de la derecha (22), tendremos que el $\frac{48}{10}$ se podrá espresar así 4, 8; el 4 serán los enteros y el 8 el residuo, y se leerá *4 enteros y 8 décimas*, $\frac{375}{100}$ nos dará por la misma razon 3,75 (esto es 3 enteros y la fraccion 75 compuesta de 7 décimas y 5 centésimas), que se leerá 3 *enteros y* 75 *centésimas*. $\frac{5648}{1000}$ dará 5,648; el 5 de la izquierda representa los enteros, y el 648 la fraccion ó quebrado decimal, en el cual el 6 son décimas, el 4 centésimas y el 8 milésimas, y se leerá 5 *enteros y* 648 *milésimas*. Del mismo modo $\frac{35849}{10000}$ será 3,5849, que se lée 3 *enteros y* 5849 *diezmilésimas*. Si fuese $\frac{72}{1000}$, como aquí no hay bastantes cifras en 72 para hacer la separacion con la coma, se añadirán á la izquierda los ceros necesarios así: 0072, y separando los tres de la derecha se tendrá 0,072, esto es, 0 *enteros y* 72 *milésimas*. Si fuese $\frac{8}{100000}$ daria 0,00008, que se leerá 0 *enteros y* 8 *cienmilésimas*.

60. 1.° Para reducir un quebrado comun, v. g. $\frac{5}{8}$ á fraccion decimal, se dividirá 5 por 8 y

dará 0 enteros; al 5 se le añadirá un cero, y el 50 le partiremos por 8 y dará por cociente 6; al residuo 2 le agregaremos otro cero y será 20, que dividido por el 8 dá 2 y sobran 4; añadiendo á este otro cero y partiendo el 40 por 8 dá 5 y no sobra

5	8
50	0,625
20	
40	
00	

nada. Diremos pues que $\frac{5}{8}$ equivale á la fraccion decimal 0,625 milésimas. Del mismo modo sacaremos que $\frac{1}{2}$=0,5 décimas: que $\frac{3}{4}$=0,75 centésimas: que $\frac{3}{16}$=0,1875 diezmilésimas. Mas si fuese el quebrado $\frac{1}{3}$ daria 0,3333... y no acabaria nunca. $\frac{7}{11}$= 0,636363, &c. Estas fracciones decimales que no concluyen se llaman *infinitas* ó *periódicas*, pero sacando hasta cuatro ó cinco cifras se pueden mirar como justas, despreciando el resto. Si fuese quebrado $\frac{5}{12}$ dará la fraccion decimal 0,416666, &c. que al principio no es periódica y luego sí, estas se llaman *mistas*.

2.ª Si por el contrario se ofreciese convertir una fraccion decimal en quebrado comun, bastará ponerla por denominador la unidad, seguida de tantos ceros como cifras hay despues de la coma, así: $0,23=\frac{23}{100}$; $0,4187=\frac{4187}{10000}$; $0,0061=\frac{61}{10000}$; $0,625=\frac{625}{1000}$ (ó simplificando (43)) $=\frac{5}{8}$

61. Una fraccion decimal se hará 10, 100, 1000, &c. veces mayor corriendo la coma 1, 2, 3 lugares hácia la derecha: así 6,128 será diez veces

mayor escrita así 61,28; cien veces mayor así 612,8; mil veces mayor así 6128, ó simplemente 6128. Y una fraccion decimal se hará 10, 100, 1000, &c. veces menor trasladando la coma 1, 2, 3 lugares á la izquierda. Así 349,5 es diez veces menor escrita de este modo 34,95; cien veces menor así 3,495; mil veces menor 0,3495. Mas si la fraccion es periódica como 0,3333, &c. se tomará un solo periodo 3 y se le pondrá por denominado no 10 sino 9, y diremos que $0.3333=\frac{3}{9}=\frac{1}{3}$; $0,636363=\frac{63}{99}=\frac{7}{11}$; $0,428428428=\frac{428}{999}$ si fuese mista como 0,41666 se pondrá por numerador el 416, y por denominador un 9 por el período y dos ceros por las dos cifras no periódicas, y será $\frac{416}{900}=\frac{5}{12}$; $0,354363636=\frac{35436}{99000}$; $0,0515151=\frac{51}{990}=\frac{71}{330}$.

62. Una fraccion decimal no muda de valor aunque á su derecha se la añadan ó quiten cuantos ceros se quieran: así 0,7 equivale á 0,70, pues como cada centésima vale diez veces menos que una décima, 7 de estas equivalen á 70 de aquellas, por consiguiente 0,7=0,70=0,700=0,7000; y 0,8000 =0,8. De aquí se deduce un medio para reducir fracciones decimales á un mismo denominador, que consiste en igualar con ceros el número de decimales de todas ellas; así 4,5, 0,86 y 36,1267 se convertirian en 4,5000, 0,8600 y 36,1267.

63. Las fracciones decimales se suman, restan, multiplican y dividen.

1.° Para sumarlas se escriben unas sobre otras de modo que las comas formen columna: luego se suman como si fueran enteros (8), y á la suma se le pone la coma en el lugar correspondiente como se ve en el ejemplo.

$$\begin{array}{r} 36{,}56 \\ 416{,}8 \\ 0{,}5971 \\ 3{,}475 \\ \hline 457{,}4321 \end{array}$$

2.° Para restarlas se escriben tambien de modo que la coma forme coluna, se completan con ceros y se restan como los enteros (9), poniendo á la resta la coma en el lugar que la corresponda. Así hallaremos que 48,65—6,03246= 42,61754.

$$\begin{array}{r} 48{,}65000 \\ 6{,}03246 \\ \hline 42{,}61754 \end{array}$$

3.° Para multiplicarlas no se hace caso de la coma, y se multiplican como si fueran enteros, y despues en el producto se separan á la derecha tantas cifras como decimales tenian los dos factores. Así 4,863×36,5= 177,4995 separando cuatro cifras, porque el un factor tenia tres decimales y el otro uno solo. Si al hacer esta separacion en el producto se hallase que este no tenia las cifras necesarias para ello, se le añadirán á la izquierda los ceros que hagan falta, como se ve en el ejemplo 0,0042×0,06=0,000252.

$$\begin{array}{r} 4863 \\ 365 \\ \hline 24315 \\ 29178 \\ 14589 \\ \hline 117{,}4995 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0{,}0042 \\ 0{,}06 \\ \hline 0{,}000252 \end{array}$$

Si uno de los números que se van á multiplicar es entero y el otro decimal, se multiplicarán como si fuesen enteros, sin hacer caso de la coma, y despues se separarán á la derecha del producto tantas cifras como tenia el decimal. Así si se nos ofreciese multiplicar el entero 3548 por el decimal 6,34, multiplicaremos como si fueran 3548×634; del resultado 2249432 separaremos dos decimales á la derecha por los dos que tenia el 6,37 y tendremos el producto 22494,32.

4.° Para la division se reducen á un comun denominador si no le tienen (62), y quitando las comas se dividirán como si fuesen enteros. Así para dividir 86,574 por 6,4 añadiremos á este dos ceros, y despues dividiremos 86574 por

$$\begin{array}{l|l} 86574 & 64\,00 \\ \cline{2-2} 22574 & 13{,}527 \\ \quad 33740 & \\ \quad\; 17400 & \\ \quad\;\; 46000 & \\ \quad\;\;\; 1200 \text{ \&c.} & \end{array}$$

6400, lo que dá al cociente 13 y sobran 3374. A este residuo le añadiremos un cero, y seguiremos dividiendo separando con una coma los 13 enteros ya sacados del 5 que sale ahora. Sobran 1740, á quien se añadirá otro cero, y así sucesivamente hasta donde convenga, y diremos que 86,574 : 6,4= 13,5271875.

Por las mismas reglas sacaríamos que 0,00008 : 0,0125=0,0064.

Si uno de los números que se nos dán para dividir es decimal y el otro no, se añadirán á la derecha de este tantos ceros como decimales tiene aquel, y prescindiendo de la coma se dividirán como en los casos anteriores. Sea el decimal 68,125 que se ha de partir por 32; añadiendo á esta tres ceros, será 68125:32000, lo que nos dará el cociente 2,1289, &c.

64. Las fracciones decimales tambien se valúan (50). Se nos pide por ejemplo el valor de 0,7 de arroba: como esta tiene 25 libras, multiplicaremos el 0,7 por 25 y tendremos 17,5, es decir, 17 libras y 0,5 de libra, que se valuará en onzas multiplicando por 16, y saldrá 8,0, es decir, 8 onzas justas; luego 0,7 de arroba=17 libras y 8 onzas.

$$\begin{array}{r} 0,7 \\ 25 \\ \hline 17,5 \\ 6 \\ \hline 8,0 \end{array}$$

Del mismo modo hallaremos que 0,625 de vara=1 pie, 10 pulgadas, 6 líneas.

Igualmente 0,36 de duro=7 reales y cerca de 7 maravedises (*).

(*) Recomendamos á nuestros lectores que se familiaricen con el cálculo de los decimales, tanto por lo que facilitan las operaciones, cuanto por ser hoy indispensable para las aplicaciones del sistema métrico de pesas y medidas, en que hay que espresar los números concretos, adoptado y mandado seguir por el Estado en todo lo legal y judicial.

CAPITULO III.

De los cuadrados, cubos y raices.

65. *Cuadrado* de un número es el producto que resulta de multiplicarle por sí mismo una vez; así el cuadrado de 8 es $8 \times 8=64$, el de 26 es 676, porque $26\times26=676$. Luego *cuadrar un número es multiplicarle una vez por sí mismo.*

Cubo es el producto que resulta de multiplicar el cuadrado de un número por el mismo número; así el cubo de 3 es 27, porque 9, cuadrado de 3, multiplicado por este 3 dá 27: el de 25 es 15625, porque el cuadrado $625\times25=15625$. Luego *cubicar un número es multiplicar este número por su cuadrado.*

66. 1.° Así el cuadrado del quebrado $\frac{4}{5}$ se hallará multiplicando $\frac{4}{5}$ por $\frac{4}{5}$, lo que nos dará $\frac{16}{25}$ (48. 2.°): del mismo modo $\frac{7}{8}$ cuadrado será $\frac{7}{8}\times\frac{7}{8}=\frac{49}{64}$.

2.° Y el cubo del quebrado $\frac{4}{5}$ se hallará multiplicando su cuadrado $\frac{16}{25}$ por $\frac{4}{5}$, y se tendrá $\frac{64}{125}$ cubo pedido: del mismo modo el cubo de $\frac{7}{8}$ será $\frac{49}{64}\times\frac{7}{8}=\frac{343}{512}$.

3.° Y si fuese entero con quebrado, como $25\frac{2}{3}$, se reducirá á quebrado (38), y será $\frac{77}{3}$, y despues se hallará su cuadrado ó su cubo. El cuadrado será $\frac{77}{3}\times\frac{77}{3}=\frac{5929}{9}$, ó sacando los enteros, por ser quebrado impropio (57), $658\frac{7}{9}$, que es el cuadrado. El cubo será $\frac{5929}{9}\times\frac{77}{3}=\frac{456533}{27}=16908\frac{17}{27}$ cubo pedido.

4.° Si fuesen fracciones decimales se hará lo mismo. El cuadrado de 2,4 será $2,4\times2,4=5,76$ (63. 3.°). El de 0,25 dará $0,25\times0,25=0,0625$. El cubo de 1,6 será $1,6\times1,6\times1,6=4,096$. El de 0,8 dará $0,8\times0,8\times0,8=0,512$.

67. El número que multiplicado por sí mismo ha producido el cuadrado es lo que se llama *raiz cuadrada;* así la raiz cuadrada de 49 es 7, porque 7×7 produce 49. La de 81 es 9, porque $9\times9=81$. Y *raiz cúbica* es el número que multiplicado por su cuadrado produjo el cubo; así la raiz cúbica de 27 es 3, porque 3 multiplicado por su cuadrado 9 produce 27; la de 125 es 5, porque $5\times25=125$.

Luego raiz de un número *es otra cantidad tal que multiplicada por sí misma una ó dos veces, segun sea cuadrada ó cúbica, produce el número propuesto.*

Estraccion de la raiz cuadrada.

68. Cuando el número cuya raiz se pide no tiene mas que una ó dos cifras, se hallará por medio de la siguiente tabla:

Raices. . . .	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cuadrados. .	1	4	9	16	25	36	49	64	81	100

Por ella hallaremos que la raiz cuadrada de 25 es 5; la de 64 es 8; la de 90 es 9 y un quebrado, pues no hay número entero que multiplicado por sí mismo dé 90.

69. Mas si la cantidad cuya raiz se pide consta de tres ó mas cifras, como si fuese 576, se ha-

rá lo siguiente. Se dividirá el número en porciones de dos cifras de derecha á izquierda, bien que en la última porcion podrá quedar una sola cifra, como sucede en este caso, y será 5,76. Estrayendo la raiz de la primera porcion 5 de la izquierda, resulta 2 (68), que se escribirá á la derecha del 5,76 como se ve. Cuádrese la raiz hallada 2, y el cuadrado 4 se restará del 5. Al lado de la resta 1 se bajará la porcion 76, se separará con una coma el 6, y el residuo 17 de la izquierda se dividirá por el duplo de la raiz hallada 2, que es 2+2=4, que se escribe debajo del 17. El cociente 4 se pondrá á la derecha del 2, y resulta que la raiz cuadrada de 575=24. Para comprobar la operacion se escribirá la segunda cifra 4 de la raiz hallada al lado del divisor 4 puesto debajo del 17, y el 44 que resulta se multiplicará por el mismo 4 de la raiz; el producto es 176, que restado del 176 de arriba dá la resta 0.

```
5,76|24 raiz.
4
----
17,6
 44
176
----
  0
```

Siguiendo las mismas reglas hallaremos que la raiz cuadrada del número 4096=64. La del número 7225=85. Omito las operaciones para que el lector se ejercite, pues la práctica sola puede proporcionar la soltura necesaria en estas operaciones.

70. Para hallar la raiz del número 315884 se dividirá en porciones de dos cifras, y estrayendo la raiz de la primera porcion 31 que es 5 (68), se escribirá esta raiz á la derecha del número. Cuadrándola resulta 25, que se restará de 31, lo que dá la resta 6, á cuyo lado se bajará la porcion siguiente 58, y separando el 8 se doblará la

```
31,58,84|562 raiz.
25
------
 65,8
 1 0 6
 6 3 6
------
 0228,4
  1 1 2 2
  2 2 4 4
------
     4 0
```

raiz hallada 5, y el duplo 10 se pondrá debajo del 65; dividiendo este por 10 el cociente 6 se escribirá á continuacion del 5 de la raiz y del divisor 10 con el que compondrá 106, que multiplicado por la raiz 6 acabada de hallar dá el producto 636; que restando del 658 la resta es 22, á cuyo lado se bajará la porcion siguiente 84, y separando el 4 de la derecha quedará 228. Doblando la raiz 56, el duplo 112 se escribirá debajo del 228, y dividiendo este por 112, resultará el cociente 2, que se pondrá á continuacion del 56 y del 112, y será 1122, que multiplicado por la última cifra 2 de la raiz dá 2244, que restados del 2284 de arriba restan 40; luego la raiz de 315884 es 562, y sobran 40.

71. En la estraccion de la raiz cuadrada se ha de tener presente: 1.° Que la raiz debe tener tantas cifras como porciones de dos el número de quien se estrae. 2.° Que al determinar los cocientes es necesario que estos sean tales, que sobre del dividendo una cantidad igual á lo menos al cuadrado del mismo cociente. 3.° Cuando alguna de las restas que resultan sea una cantidad igual ó mayor que el duplo de la raiz hallada hasta entonces mas una unidad, es indicio de que la última cifra puesta á la raiz es muy pequeña, y que debe aumentársele alguna unidad. 4.° Pero cuando no se pueda restar del número correspondiente el producto de la última cifra de la raiz por la cantidad que hay debajo del dividendo, indica que la raiz es grande, y que debe disminuírsele una ó mas unidades. 5.° Si despues de bajado un período al lado de la resta y separada la cifra de la derecha no se pudiese dividir por el duplo de la raiz hallada, se pondrá 0 á la raiz, y se bajará en seguida el período siguiente al lado del número que no se pudo dividir. 6.° Y en fin, cuando sobre alguna cantidad, como en el ejemplo anterior, en que restan 40 se le pondrá á esta resta por denominador el duplo de la raiz hallada mas una unidad, es

decir, $2 \times 562 + 1 = 1125$, y será la raiz total $562 \frac{40}{1125}$.

Siguiendo estas reglas hallaremos que la raiz de 8456867 es $2908 \frac{403}{5817}$.

$$
\begin{array}{l|l}
8,45,68,67 & 2908 \frac{403}{5817} \\
\underline{4} & \\
44,5 & \\
\;\;4\,9 & \\
\underline{44\,1} & \\
00\,4686,7 & \\
\;\;\;\;580\,8 & \\
\;\;\underline{4646\,4} & \\
\;\;0040\,3 &
\end{array}
$$

Como 46 no se puede dividir por 58, se pone 0 á la raiz, y se baja la porcion siguiente 67, dividiendo 4686 por 580 duplo de 290.

Del mismo modo se hallará que la raiz cuadrada de 81126049 es 9007.

72. En los quebrados se estraerá la raiz del numerador y del denominador: así la raiz de $\frac{4}{9}$ es $\frac{2}{3}$, la de $\frac{121}{144}$ es $\frac{11}{12}$.

Si el quebrado fuese como $\frac{5}{6}$, que ni el 5 ni el 6 tienen raiz exacta, se añadirán dos 00 al numerador y denominador, lo que no altera el valor del quebrado (36), y será $\frac{500}{600}$, y estrayendo la raiz del 500 (69), que es 22, y la de 600, que es 24, despreciando las restas, diremos que la raiz de $\frac{5}{6}$ es casi $\frac{22}{24} = \frac{11}{12}$ (45).

Del mismo modo el quebrado $\frac{9}{13}=\frac{900}{1300}$ nos dá de raiz $\frac{30}{36}=\frac{10}{12}$.

73. Si fuese un entero con quebrado, como $36\frac{3}{5}$, se reducirá á quebrado, y será $\frac{183}{5}$ (38), y haciendo lo dicho antes $\frac{18300}{500}$, cuya raiz es $\frac{135}{22}=6\frac{3}{22}$ (37).

Estraccion de la raiz cúbica.

74. Cuando el número cuya raiz cúbica se pide no pasa de tres cifras se hallará su raiz por medio de la siguiente tabla:

Raices.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cubos.	1	8	27	64	125	216	343	512	729	1000

Por medio de ella hallaremos que la raiz cúbica de 64 es 4, la de 512 es 8, la de 350 será 7 y algo mas, es decir, 7 y un quebrado.

75. Pero si el número cuya raiz cúbica se pide consta de cuatro ó mas cifras, como 13824, se hará lo siguiente: se dividirá en porciones de tres cifras empezando por la derecha, bien que la porcion de la izquierda puede quedar solo con una ó dos cifras, y será 13,824. Se estraerá la raiz cúbica de 13, que por no tenerla exacta se tomará la mas aproximada, que es 2 (74), la que se escribe como se ve. Cubicando el 2, el cubo 8 se restará del 13. Al lado de la resta 5 se bajará la porcion siguiente 824, y será 5824; separando las dos últimas cifras 24, las restantes, es decir, el 58, se divi-

dirán por el cuadrado de la raiz hallada 2, que es 4 tomado tres veces, es decir por 12, y el cociente 4 se pondrá á continuacion del 2, y la raiz total es 24. Cubicando esta (63), el cubo 13824 se restará del 13824 propuesto, y resta 0, indicio de que 13824 es un cubo perfecto.

13,824 | 24 *raiz.*
8
58,24
12
13824
0

Se pide ahora la raiz cúbica de 6038688. Dividido en porciones de tres cifras, se estraerá la raiz cúbica de 6, que es 1, que se escribirá á la derecha. Cúbese este 1, y el cubo 1 restado del 6 dá la resta 5, á cuyo lado se bajará la porcion siguiente 038, separando las dos últimas cifras 38 de la derecha: el 50 se dividirá por 3 triplo del cuadrado de 1, y el cociente 8 se pondrá á continuacion del 1. El 18 que resulta elevado al cubo dá 5832, que restado de las dos porciones tomadas arriba, es decir, de 6038, restan 206, á cuyo lado se bajará la porcion siguiente 688. Separando el 88 de la derecha, el 2066 se dividirá por 972, triplo del cuadrado de la raiz 18 (*); el cociente 2 se escribirá á continuacion del 18, y será 182, que elevado al cubo produce 6028568, y restado del número propuesto dá 10120; luego la raiz cúbica de 6038688 es 182, y sobran 10120.

6,038,688 | 182 *raiz.*
1
50,38
3 triplo del cuadrado de 1.
58 32
02 066,88
972 triplo del cuad. de 18.
60 285 68
00 101 20 resíduo.

(*) Efectivamente cuadrando el 18 dará $18\times18=324$, y tomando el triplo de este cuadrado será $324\times3=972$.

76. Se ha de tener presente: 1.° Que la raiz cúbica ha de tener tantas cifras como porciones de 3 el número de quien se estrae. 2.° Que si despues de restado el cubo de la raiz del número propuesto resulta una resta igual ó mayor que el triplo del cuadrado de la raiz hallada, mas tres veces la misma raiz, mas 1 unidad, es señal de que la última cifra puesta á la raiz es pequeña. 3.° Cuando quede alguna resta, como en el ejemplo anterior, en que sobran 101,20, se la pondrá por denominador un número compuesto de tres veces el cuadrado de toda la raiz hallada 182, que será 33124×3, mas tres veces la misma raiz, 182×3, mas 1 unidad, cuyas tres cantidades suman 99919, y será $\frac{10120}{99919}$; con que la raiz total es 182 $\frac{10120}{99919}$.

Siguiendo estas reglas se resuelve el ejemplo siguiente:

```
157,639,024,808|5402
125
------
326,39
 75 triplo del cuadrado de 5.
157 464
------
000 1750,24
      8748 triplo del cuadrado de 54 y por no po-
      1750248,08  derse dividir se pone 0 á la
                  raiz bajando la otra porcion.
   874800 triplo del cuadrado de 540.
157639 024 808 cubo de 5402.
--------------
      0
```

77. La raiz cúbica de un quebrado se halla estrayendo la del numerador y denominador; así la de $\frac{27}{512}$ es $\frac{3}{8}$.

Si fuese el quebrado $\frac{12}{15}$, como ni el 12 ni el 15 tienen raiz, se les agregarán tres ceros, y será $\frac{12}{15}=\frac{12000}{15000}$ (36); y estrayendo la raiz cúbica de 12000, que es 22, y la de 15000, que dá 24, despreciando restas tendremos que la raiz cúbica de $\frac{12}{15}$ es $\frac{22}{24}=\frac{11}{12}$ (43).

78. Si fuese un entero con quebrado, como $8\frac{5}{6}$, se reducirá á quebrado, y dará $\frac{53}{6}$, y haciendo lo dicho (77) $\frac{53000}{6000}$, cuya raiz cúbica es $\frac{38}{18}=2\frac{2}{18}=2\frac{1}{9}$.

CAPITULO IV.

De la proporcion geométrica y regla de tres.

79. *Razon geométrica es la relacion que tienen entre sí dos cantidades de una misma especie comparadas por medio de la division.*

80. Si dividimos el número 8 por 4, esta espresion 8 : 4 es una razon geométrica, en la cual el 8 se llama *antecedente*, el 4 *consecuente*, y el resultado de esta division, que aquí es 2, se nombra *esponente de la razon.*

Dedúcese de aquí que el esponente de la razon geométrica se halla dividiendo el antecedente 8 por el consecuente 4, esto es, $8 : 4 = 2$.

81. Una razon geométrica no muda de valor aunque sus dos términos se multipliquen ó dividan por un mismo número, porque la razon $8 : 4 = 2$

tambien se puede escribir así $\frac{8}{4} = 2$ (31 *nota*), es decir, en forma de quebrado, y como este no muda de valor aunque sus dos términos se multipliquen ó dividan por un mismo número (36), tampoco se mudará el valor de la razon.

82. Dos razones geométricas son iguales cuando tienen sus esponentes iguales; así las razones $8 : 4 = 2$ y $12 : 6 = 2$ son iguales, pues una y otra valen 2.

83. *Proporcion geométrica es la reunion de dos razones iguales;* así por ser $8 : 4 = 2$ y $12 : 6 = 2$ la espresion $8 : 4 = 12 : 6$, que comunmente se escribe así $8 : 4 :: 12 : 6$, es una proporcion que se lée 8 *es á* 4 *como* 12 *lo es á* 6: el 8 y el 6 son los *estremos* de la proporcion, el 4 y 12 los *medios*, el 8 y 12 los *antecedentes*, y el 4 y 6 los *consecuentes*, cada uno de su razon respectiva.

84. En toda proporcion geométrica se verifica que el producto de los estremos es igual al de los medios. Con efecto, en $12 : 4 :: 18 : 6$ tenemos que 12×6 (producto de estremos) es igual á 4×18 (producto de medios), pues uno y otro dán 72: y lo mismo sucede con otra cualquiera, y si en alguna no se verificase indicaria que estaba mal.

Luego cuatro cantidades estarán en proporcion siempre que el producto de estremos sea igual al de medios.

85. 1.° Para hallar el último término de una proporcion geométrica en que se conocen los otros tres términos, se multiplicarán los dos medios, y el producto se dividirá por el estremo que se conoce: así para hallar el cuarto término de la proporcion $24 : 8 :: 18 : \ldots$, se multiplicarán el 8 y 18, el producto 144 se dividirá por el 24, y el cociente 6 es el cuarto término, y será $24 : 8 :: 18 : 6$.

2.° Cuando en una proporcion hay quebrados se pueden quitar fácilmente pasando el denominador por multiplicacion, si está en el primer término al 2.°, si en el 2.° al 1.° y si en el 3.° tambien al 1.° Así la proporcion $\frac{4}{5} : 8 :: 36 : \ldots$ se convierte en $4 : 5\times8 :: 36 : \ldots$ ó $4 : 40 :: 36 : \ldots$ proporcion que ya no tiene quebrado y que dará el mismo cuarto término. Esta otra $6 : \frac{3}{4} :: 85 : \ldots$ será $6\times4 : 3 :: 85 : \ldots$ ó $24 : 3 :: 85 : \ldots$ Del mismo modo $8 : 6 :: \frac{7}{9} : \ldots$ se transforma en $8\times9 : 6 :: 7 : \ldots$ ó $72 : 6 :: 7 : \ldots$ Si fuese $\frac{5}{6} : \frac{3}{4} :: 9 : \ldots$ nos dará $5\times4 : 6\times3 :: 9 : \ldots$ ó $20 : 18 :: 9 : \ldots$ Esta $4 : \frac{2}{3} :: \frac{5}{6} : \ldots$ se convertirá en $4\times3\times6 : 2 :: 5 : \ldots$ Y por último, si fuesen números mixtos se reducirán á quebrados primero, y luego se quitarán estos; así $8\frac{2}{3} : 6\frac{4}{5} :: 24 : \ldots$ dará $\frac{26}{3} : \frac{34}{5} :: 24 : \ldots$ y luego $26\times5 : 34\times3 :: 24 : \ldots$ ó $130 : 102 :: 24 : \ldots$

De la regla de tres.

86. *La regla de tres es la que nos enseña á hacer aplicacion del modo de hallar uno de los términos de una proporcion en la que se conocen los otros tres á la resolucion de varios problemas* (*).

Al formar con los datos de la cuestion que se propone una proporcion geométrica de tres términos conocidos y uno que se va á buscar, se debe observar lo siguiente. Supongamos, se pregunta: si 6 hombres ganan 68 rs. al dia, 9 hombres ¿cuánto ganarán? Con las dos cantidades de una misma especie conocidas, que aquí son 6 hombres y 9 hombres, se formará la primera razon, y con las otras

(*) De los términos dados dos han de ser homogéneos y el tercero al que se va á buscar.

dos de igual especie 68 rs. y los rs. que se buscan la segunda. Además se atenderá á si la cantidad de reales que se busca ha de ser mayor ó menor que 68 rs. lo que se deducirá fácilmente del sentido de de la cuestion: pues si 6 hombres ganan 68 reales, 9 hombres ganarán mas rs.; luego se deberá ordenar la proporcion de modo que en la primera razon el número mayor de hombres sea el consecuente, y se tendrá 6 hombres : 9 hombres ; : 68 reales :... los reales que se buscan.

87. La regla de tres se divide en *simple* y *compuesta*. Simple es la en que solo entran cuatro cantidades, y compuesta cuando comprende mas de cuatro.

Haremos aplicacion de estos principios á la resolucion de varias cuestiones que el lector procurará generalizar, no siendo fácil incluir en ellas todos los casos que pueden ocurrir.

Cuestiones relativas á la regla de tres simple directa.

88. *Regla de tres simple directa es aquella en que creciendo unas cantidades crecen las que dependen de ellas, y menguando las primeras menguan tambien las segundas.*

Cuestion 1.ª *Si 12 hombres ganan al dia 132 rs., 22 hombres ¿cuántos ganarán?*

Siendo los 22 hombres mas que 12, lo que ganen tambien será mas de 132 rs. (87); luego es regla de tres directa, y diremos: 12 hombres : 22 hombres : : 132 rs. : 242 rs., que se hallarán multiplicando el 22 por 132, y dividiendo el producto 2904 por el 12 (85); luego los 22 hombres ganarán 242 rs.

Cuestion 2.ª *Si 18 fanegas de trigo valen 1660 rs., 42 fanegas ¿cuánto costarán?*

Hecha la misma consideracion que en la anterior, diremos: 18 fanegas : 42 fanegas : : 1660 reales: 3873 $\frac{1}{3}$ rs., importe de las 42 fanegas de trigo.

Cuestion 3.ª *Si estando el trigo á 48 rs. fanega* *cuesta un pan de dos libras 12 cuartos, bajando el trigo á 32 rs., ¿cuánto deberá valer un pan?*

Siguiendo la misma regla diremos: 48 rs. : 32 reales : : 12 cuartos : 8 cuartos precio del pan.

Cuestion 4.ª *Un sugeto ha ganado en la venta de 42 arrobas de vino 250 rs., para ganar 3000 reales, ¿cuántas arrobas deberá vender en los mismos términos?*

Diremos 250 rs. : 3000 rs. : : 42 arrobas : 504 arrobas que debe vender.

Cuestiones relativas á la regla de tres simple inversa.

89. *Regla de tres simple inversa es aquella en que de crecer unas cantidades se sigue que han de disminuir las que dependen de ellas, ó menguando aquellas crecerán estas.*

Cuestion 1.ª *Si 14 hombres hacen una obra en 18 dias, para hacerla en 12 dias ¿cuántos hombres serán necesarios?*

Para que la obra dure menos dias son necesarios mas hombres, luego es regla de tres inversa, y como vamos á determinar mayor número de hombres, diremos 12, número menor de dias, es á 18, número mayor de dias, como 14, número menor de hombres, es al número mayor que se pide, y será: 12 : 18 : : 14 : 21 hombres.

Cuestion 2.ª *Para plantar una viña se necesitan 3000 plantas de vid, distando una de otra 6 pies: ¿cuántas plantas se necesitarán para lo mismo siempre que de una á otra deba haber 9 pies?*

Inversa igualmente, pues cuanto mas espacio quede entre las plantas menos de estas se necesitan, y así diremos 9 pies : 6 pies : : 3000 plantas : 2000 que plantas se necesitan.

Cuestion 3.ª *Si por un real dán 16 onzas de pan cuando la fanega de trigo vale 80 rs., estando á 48 rs. la fanega ¿cuántas onzas de pan darán por el real?*

Tambien inversa, pues cuanto menos cueste la fanega de trigo mas pan darán por un real; luego se dirá 48 : 80 : : 16 : $26\frac{2}{3}$ onzas que darán por el real.

Cuestion 4.ª *Si un viajero que anda 12 leguas por dia tarda en llegar á un pueblo 18 dias, andando 20 leguas al dia ¿cuántos tardará?*

Inversa, porque cuantas mas leguas ande por dia menos tardará en su viaje, y se dirá 20 leguas : 12 leguas : : 18 dias : $10\frac{4}{5}$ dias que empleará.

Cuestiones relativas á la regla de interés ó del tanto por ciento.

90. *Llámase así aquella regla que enseña á determinar lo que gana ó pierde una cantidad dada á réditos.* Estos réditos ó intereses se suelen regular al tanto por ciento.

Cuestion 1.ª *4500 rs., á razon de un 4 por 100, ¿cuánto interesan?*

Esta cuestion es como si dijera: si 100 rs. interesan 4 rs., 4500 ¿cuántos interesarán? luego 100 : 4500 : : 4 : 180 rs., que es el número pedido.

Cuestion 2.ª *Un labrador ha prestado á otro 860 fanegas por término de 4 años al 5 por 100 de interés, ¿cuántas fanegas deberá percibir el labrador al fin de los 4 años?*

Hállese primero las que corresponden á un año así: 100 : 860 : : 5 : 43 fanegas correspondientes á un año; las de los cuatro serán $43 \times 4 = 172$, que agregadas á las 860 componen 1032 fanegas, que es lo que se ha de devolver al labrador pasados los 4 años.

Cuestion 3.ª *Un sugeto prestó á un labrador 8600 rs. por término de un año al interés de un 6 por 100. El labrador le devuelve su dinero á* *los 9 meses: ¿cuánto importan los intereses de este tiempo?*

Hallaremos primero los de un año diciendo: 100 : 8600 : : 6 : 516 rs., que es el interés de un año entero, ó 12 meses: ahora diremos 12 meses : 9 meses : : 516 : 387 rs., que son los intereses de 9 meses.

Cuestion 4.ª *Un sugeto ha prestado ó impuesto un capital de 36000 rs. por 5 años, al cabo de los cuales percibe 46800 rs., ¿á cuánto por 100 ascienden los intereses?*

Réstense de los 46800 los 36000 del capital, y el residuo 10800 divídase por los 5 años, y se tendrá el cociente 2160, que son los intereses de un año. Despues diremos 36000 : 2160 : : 100 : 6, luego la cantidad estaba prestada ó impuesta al 6 por 100.

Cuestion 5.ª *Un sugeto ha vendido en 3400 reales una tierra que le costó 2800 ¿cuánto ha ganado por 100?*

Hállese lo que ha ganado restando 2800 de 3400, y el residuo serán 600; ahora diremos 2800 : 600 : : 100 : $21\frac{3}{7}$ rs. que ganó por 100.

Cuestion 6.ª *Un género vale á 75 rs. la arroba: ¿á cómo se ha de vender esta para ganar 8 por 100?*

Súmese 100 con el 8, y se dirá 100 : 108 : : 75 : 81 rs. á que se ha de vender la arroba para ganar 8 por 100.

Cuestion 7.ª *Un propietario tiene un administrador en una de sus haciendas al que pasa el 10 por 100: ¿cuánto deberá percibir este por 58300 rs. que tiene que entregar á su principal?*

Sumando el 100 con 10 serán 110, y luego diremos 110 : 10 : : 58300 : 5300 rs. que se deben al administrador. Esta regla se llama de *rebatir*.

Algunos sacan esta cuenta diciendo 100 : 10 : : 58300 : 5830, en lo que van errados, porque entonces pagan al administrador los intereses del dinero que le corresponde, lo que no debe ser, pues el propietario solo tiene que pagar el 10 por 100 de lo que llegue líquido á su poder. Haciendo la cuenta de este modo se le dán al administrador 530 rs. de mas, que es la diferencia entre los 5830 y los 5300 que se le deben dar.

Cuestion 8.ª *Un sugeto compra unas seras de carbon cuyo peso total es de 700 arrobas: por razon de la tara se le rebaja un 16 por 100: ¿cuántas arrobas debe pagar?*

Muchos forman la proporcion 100 : 16 :: 700 : 112 arrobas que rebajan del peso total: quedando este reducido á 588 arrobas: por razones análogas á las de la cuestion anterior diremos 116 : 100 :: 700 : $603\frac{13}{29}$ arrobas que debe satisfacer el comprador.

Cuestion 9.ª *Pedro compra á Juan trigo por valor de 2000 rs. á pagar al cabo de un año. Juan ofrece á Pedro un beneficio de 12 por 100 si le paga al contado: ¿cuánto debe pagar Pedro y qué utilidad le quedará?*

Por el mismo motivo que en las anteriores diremos 112 : 100 :: 2000 : $1785\frac{5}{7}$ cantidad que debe dar Pedro por los 2000 rs. quedándole una utilidad de $214\frac{2}{7}$ rs.

Cuestion 10. 54000 *rs. en metálico ¿cuánto valdrán en Consolidados* (*) *estando estos al* 36 *por* 100? (**)

Como cada 100 de dicho papel valen 36 rs. en efectivo diremos 36 : 54000 :: 100 :... y resultarán 150000 en papel equivalentes á los 54000 en dinero.

(*) *Consolidados* (Títulos al 3 por 100) es un papel del Estado que gana al año 3 por 100 de interés en metálico.

(**) Este 36 por 100 quiere decir que por 100 rs. en papel se dán 36 en metálico: este cambio varía segun las circunstancias, y el *Boletin de la Bolsa* anuncia todos los dias el cambio corriente.

Cuestion 11. *Un bolsista emplea 25000 rs. en Consolidados estando este papel al 40 por 100, se deshace del papel adquirido cuando se halla al 32 por 100: ¿cuánto ganará en la especulacion?*

Por la cuestion que antecede diremos 40 : 25000 :: 100 : 62500 rs. papel comprado, y por la misma 32 : 25000 :: 100 :... 78125 papel vendido.

Hallando la diferencia entre 78125 y 62500 que es 15625 se tendrá la ganancia en papel que al cambio de 32 por 100 darán en metálico

100 : 32 :: 15625 :... 5000 rs.

Cuestion 12. *Un sugeto quiere formarse una renta de 24000 rs. anuales: ¿qué cantidad debe emplear en Consolidados hallándose estos al 36 por 100 para que le produzcan la renta que desea?*

Primero sacaremos la cantidad en Consolidados que tiene que tomar teniendo presente el 3 por 100 que gana este papel, diciendo 3 : 100 :: 24000 : 800000 en papel, y para saber el metálico que necesitará para comprarlos al 36 por 100 se dirá:

100 : 36 :: 800000 :... 280000 rs. con los que realizará la renta anual que desea.

Cuestion 13. *Uno tiene 320000 rs. en Consolidados al 3 por 100: no habiendo cobrado este interés en 20 años ¿cuánto deberá percibir?*

Para un año diremos 100 : 320000 :: 3 :... 9600, y como son 20 años será 9600×20 = 192000 rs.

Cuestion 14. *Una heredad está arrendada al 12 por 100 de sus productos líquidos: estos han sido de 84700 rs: ¿á cuánto subirá el arrendamiento?*

Diremos 100 : 84700 :: 12 :... 10164 rs.

Cuestion 15. *Una finca está recargada con un censo de 18000 rs. al 4 por 100 al año. El propietario deja de pagar el censo por espacio de 12 años: ¿cuánto deberá satisfacer por este tiempo?*

Tendremos 100 : 18000 :: 4 :... 720 rs. censo de un año, y como son 12 años diremos 720×12= 8640 rs.

Cuestiones relativas á la regla de cambio.

91. *Llámase regla de cambios la que nos enseña á reducir monedas, pesas ó medidas de un pais á las de otro.*

Cuestion 1.ª 548 *francos, moneda de Francia, ¿cuántos reales vellon valdrán?*

En el concepto de que 5 francos valen 19 rs., ordenaremos la proporcion diciendo: 5 francos : 548 francos : : 19 rs. : 2082 rs. y 13 maravedises.

Cuestion 2.ª 6800 *rs. ¿cuántas libras estertinas de Inglaterra harán?*

Como 96 rs. equivalen á una libra esterlina, tendremos la siguiente proporcion: 96 rs. : 6800 rs. : : 1 libra esterlina : 70 libras y $\frac{80}{96}$. Esta cuestion y sus semejantes se llaman reglas de *cambio simple ó directo.*

Cuestion 3.ª 800 *cuarteras valencianas ¿cuántas fanegas de Castilla serán?*

Se sabe (tabla IV al fin) que 25 cuarteras equivalen á 32 fanegas; luego diremos, 25 cuarteras : 800 cuarteras : : 32 fanegas : 1024 fanegas.

Cuestion 4.ª 940 *varas castellanas ¿cuántas harán de Aragon?*

Equivaliendo 47 varas de Castilla á 51 aragonesas (tabla IV al fin), se tendrá la proporcion 47 varas castellanas : 940 varas castellanas : : 51 varas aragonesas : 1020 varas aragonesas.

Cuestiones relativas á la regla de tres compuesta (87).

92. Cuestion 1.ª 12 *hombres en* 6 *dias han hecho* 10 *varas de pared: se desea saber* 20 *hombres en* 9 *dias ¿cuántas varas harán?*

Desde luego vemos que la razon que tienen las

10 varas y las varas que se buscan depende de las razones de 12 hombres á 20 hombres, y de 6 dias á 9 dias: pues segun aumenten ó disminuyan los hombres y los dias, aumentarán ó disminuirán las varas que se buscan: luego las 10 varas y las que se piden están en razon compuesta de las de 12 hombres á 20 hombres, y de 6 dias á 9 dias, y tendremos:

$$\left.\begin{array}{l}12 \text{ hombres} : 20 \text{ hombres} \\ 6 \text{ dias......} : 9 \text{ dias......}\end{array}\right\} :: 10 \text{ varas} : \ldots\ldots\ldots$$

12×6 : 20×9 ó 72 : 180 :: 10 : 25 varas que harán los 20 hombres en 9 dias.

Cuestion 2.ª *Si 5 arrieros con 3 caballerías cada uno, trabajando 9 dias, haciendo 6 viajes cada dia, conducen 18000 quintales, 9 arrieros con 6 caballerías cada uno, trabajando 4 dias y haciendo 5 viajes por dia, ¿cuántos quintales conducirán?*

Haciendo la misma consideracion que en la anterior hallaremos que 18000 quintales y los que se buscan están en razon compuesta de las de 5 arrieros á 9 arrieros, de 3 caballerías á 6 caballerías, de 9 dias á 4 dias, y de 6 viajes á 5 viajes.

$$\left.\begin{array}{l}5 : 9 \\ 3 : 6 \\ 9 : 4 \\ 6 : 5\end{array}\right\} :: 18000 \text{ quintales, á los que se buscan}$$

3 : 4 :: 18000 : 24000 quintales que son los que se pedian.

En esta cuestion y sus semejantes se suprimen los factores comunes en los antecedentes y consecuentes, como 5 y 5, 9 y 9, 6 y 6, lo que no influye en el valor del cuarto término (81), y simplifica mucho la operacion.

Cuestion 3.ª *6 caballerías andando unas norias en 5 dias, trabajando 4 horas por dia, sacan 8000 cubas de agua: ¿cuántas caballerías serán necesarias* *para que en 6 dias, trabajando 8 horas por dia, saquen 16000 cubas?*

Señálese con una letra las caballerías que se buscan, y diremos:

$$\left.\begin{array}{l} 6 \text{ caballerías} : x \text{ caballerías.} \\ 5 \text{ dias........} : 6 \text{ dias.........} \\ 4 \text{ horas......} : 8 \text{ horas.......} \end{array}\right\} :: 8000 : 16000$$

$20 : 8 \times x \;:: 8000 : 16000$. Para hallar el valor de x multiplicaremos los estremos 20 y 16000, y los medios 8 y 8000, y dividiendo el producto mayor, que aquí es 320000, por el menor 64000, el cociente 5 son las caballerías pedidas. Del mismo modo se hallaria cualquiera de las otras cantidades.

Regla de compañías.

93. *Llámase así la regla que sirve para repartir una cantidad en partes propornionales á otros números dados.*

Cuestion 1.ª *Dos han comerciado juntos, el uno con 236 pesos, y el otro con 128; han ganado ó perdido 800 pesos: ¿cuánto corresponde á cada uno con arreglo á lo que puso?*

Es claro que todo el capital que juntaron entre los dos será á lo que ganaron con él como lo que cada uno impuso es á la parte que le toca: luego sumando el 236 y 128 se tendrán 364 por la cantidad con que comerciaron los dos, y se hallará la parte del 1.° diciendo $364 : 800 :: 236 : 518\frac{248}{364}$ pesos; la del 2.° $364 : 800 :: 128 : 281\frac{116}{364}$ pesos. Para comprobar la operacion sumaremos las partes $518\frac{248}{364}$ y $281\frac{116}{364}$ (45), y si componen los 800 pesos, como se verifica, está bien hecha la operacion.

Cuestion 2.ª *Tres han hecho una siembra á medias, el 1.° sembró 12 fanegas, el 2.° 15 y el*

3.º 20, *cogieron en todo 208 fanegas: cuánto corresponde á cada uno de esta cosecha?*

Fanegas	12	47 : 208 :: 12 : $53\frac{5}{47}$	fs. pte. del 1.º
sembra-	15	47 : 208 :: 15 : $66\frac{18}{47}$	fs. pte. del 2.º
das.	20	47 : 208 :: 20 : $88\frac{24}{47}$	fs. pte. del 3.º
Suma	47	Prueba 208,	que es el número de fanegas cogidas.

Cuestion 3.ª *Un sugeto ordena en su testamento que de su hacienda se dén á su mujer 5 partes, á su hijo 4, á su hija 3 y á un criado 1. La hacienda es* 65000 *rs.: ¿cuánto toca á cada uno?*

Sumando las partes 5, 4, 3 y 1 componen 13 y diremos:

13 : 65000 :: 5 partes 25000 rs. parte de la mujer.
13 : 65000 :: 4 partes 20000 rs. parte del hijo.
13 : 65000 :: 3 partes 15000 rs. parte de la hija.
13 : 65000 :: 1 parte 5000 rs. parte del criado.
Prueba 65000 rs.

Cuestion 4.ª *Cuatro hicieron compañia, el 1.º puso 30 pesos por 4 meses, el 2.º 26 pesos por 5 meses, el 3.º 16 pesos por 1 año, y el 4.º 26 pesos por 3 meses; ganaron 54 pesos: ¿cuánto corresponde á cada uno con arreglo á lo que impuso y al tiempo que lo tuvo impuesto?*

Esta cuestion se llama regla de *compañias con tiempo*, la que se resolverá como las anteriores, advirtiendo que los 30 pesos que el 1.º tiene por 4 meses equivalen á $30\times4=120$ pesos que hubiera tenido un mes: los 26 del 2.º, impuestos por 5 meses, equivalen á $26\times5=130$ pesos impuestos por solo un mes; del mismo modo los 16 pesos del 3.º por 1 año ó 12 meses será $16\times12=192$, y el 4.º $36\times3=108$: haciendo ahora uso de estos productos nos dará:

	120	550 : 54 :: 120 : $11\frac{430}{550}$	parte del 1.º
	130	550 : 54 :: 130 : $12\frac{420}{550}$	parte del 2.º
	192	550 : 54 :: 192 : $18\frac{468}{550}$	parte del 3.º
	108	550 : 54 :: 108 : $10\frac{332}{550}$	parte del 4.º
Suma	550	Prueba 54	

Cuestion 5.ª *A un pueblo cuya riqueza está regulada en 274000 rs. le echan de contribucion 10960 reales: ¿cuánto corresponde á cada vecino con arreglo á su haber?*

Si esta regla de compañías se hubiera de sacar como las anteriores sería su resolucion muy prolija por ser grande el número de los contribuyentes: para hacerlo mas fácilmente y en menos tiempo hallaremos lo que corresponde pagar por 100 formando esta proporcion: 274000 : 10960 :: 100 : 4; sabido que cada vecino debe pagar 4 por 100 se sacará la contribucion de cada uno multiplicando su haber por 4, y separando del producto las dos cifras de la derecha. Asi Pedro Lopez, por ejemplo, cuyo haber es de 39500

$$\begin{array}{r} 39500 \\ 4 \\ \hline 1580,00 \end{array}$$

rs., debe pagar... 1580,00 esto es, 1580 reales.

Por este método se puede sacar el repartimiento de quintas, seguros, prorateos, &c., en general aquellas reglas de compañías en que entran muchos interesados.

Reglas de aligacion.

94. *Llámase asi la que nos enseña á mezclar varios géneros en una proporcion determinada.* Se hace con dos fines, ó para hallar el precio á que se ha de vender la unidad de la mezcla de varios géneros, ó para saber qué cantidades de estos se han de mezclar para poder vender cada unidad de ella á un precio dado.

Cuestion 1.ª *Un labrador tiene 24 fanegas de trigo de á 60 rs. la fanega, y otras 14 cuyo precio es 72 rs.; si mezcla estas dos especies ¿á cómo podrá vender la fanega de mezcla para no perder ni ganar?*

No hay duda que todo el número de fanegas que componen la mezcla será al importe de todas ellas como una unidad ó fanega de la mezcla es á su importe, luego diremos:

fs. de la mezcla. Importe de la mezcla.

24+14 : 24 fs. × 60 rs. + 14 fs. × 72 rs. : : 1 fanega : á su precio. Y haciendo las operaciones 38 : 2448 : : 1 : 64$\frac{16}{38}$ rs., que es el valor de la fanega sin perder ni ganar.

Cuestion 2.ª *Un sugeto tiene tres clases de garbanzos; á saber:* 10 *arrobas de á* 48 *rs.*, 6 *arrobas de á* 32 *rs. y* 8 *arrobas de á* 30. *Quiere saber si mezcla estos géneros ¿á cómo podrá vender la arroba de mezcla sin perder ni ganar?*

Diremos como en la anterior : 10 arrobas + 6 arrobas + 8 arrobas : 10 × 48 + 6 × 32 + 8 × 30 rs. : : 1 : á su precio ó reduciendo; 24 arrobas : 912 rs. : : 1 arroba : 38 rs., precio de la arroba de los géneros mezclados.

Estas operaciones se prueban multiplicando las 24 arrobas por 38 rs., á ver si producen los 912 rs.

Cuestion 3.ª *Un cosechero tiene trigo de á* 60 *reales la fanega, y centeno de á* 40 *rs.: quiere saber ¿qué cantidades ha de tomar de uno y otro para hacer una mezcla que pueda vender á* 48 *reales la fanega?*

Escríbanse los precios 60 rs. y 40 rs. como se ve, y el precio medio 48 al lado. Hállese la diferencia que hay de 60 á 48, que es 12, y escríbase al lado del 40: hállese igualmente la diferencia de 40 á 48, que es 8, y escríbase al lado del 60, y tendremos que del trigo de á 60 rs. la fanega, ha de tomar 8 fanegas, y del centeno de á 40 rs. 12, y mezclando las 8 con las 12 resultará una mezcla que podrá venderse á 48 rs. para no perder ni ganar.

$$48\left\{\begin{array}{ll} 60.\;.\;. & 8 \\ 40.\;.\;. & 12 \end{array}\right.$$

En lugar de los números 8 y 12 pudiera tomar sus duplos, triplos, &c., ó sus mitades, de modo que puede tomar 16 y 24, ó 24 y 36, ó 4 y 6, &c.

Para comprobar esta operacion se sumarán las fanegas que se toman 8 y 12, y si multiplicadas por el precio medio 48 producen tanto como las 8 fanegas á 60 rs. mas las 12 á 40 rs., como sucede aquí, está bien la operacion.

Cuestion 4.ª *Uno tiene vino de á 40 rs. arroba, de á 52 rs. y de á 80 rs.; quiere que mezclando estas tres clases de vino le pueda vender á 64 reales arroba; ¿cuántas arrobas ha de mezclar de cada clase?*

$$64\begin{cases}40 \;.\;.\;.\; 16\\ 52 \;.\;.\;.\; 16\\ 80 \;.\;.\;.\; 24+12\end{cases}$$

Escríbanse los precios como se ve. Tómese un precio mayor y otro menor que el precio medio 64, por ejemplo, el 40 y el 80. Hállase la diferencia de 40 á 64, que es 24, y escríbase al lado del 80; hállese la diferencia de 80 á 64, que es 16, y escríbase al lado del 40. Tómese despues el 52 y el 80, siempre el uno mayor y el otro menor que el 64, hállese la diferencia del 52 á 64, que es 12, y escríbase al lado del 80; hállese la diferencia del 80 al 64, que es 16, y escríbase al lado del 52, y tendremos que del vino de á 40 rs. se han de tomar 16 arrobas, del de á 52 rs. otras 16 y del de á 80 rs. 24 + 12, que son 36; tambien puede tomar las mitades 8, 8 y 18, ó las cuartas partes 4, 4 y 9, &c.

Cuestion 5.ª *Un cosechero tiene que remitir una partida de 600 arrobas de aceite á 80 reales arroba, y no hallándose con género de este precio, pero sí de á 60, de á 72 y de á 90 rs. arroba, desea saber ¿qué cantidades ha de tomar de estos géneros para juntar las 600 arrobas que pueda dar á 80 rs.?*

$$80\begin{cases}60 \;.\;.\;.\; 10\\ 72 \;.\;.\;.\; 10\\ 90 \;.\;.\;.\; \underline{20+8}\end{cases}\qquad 48$$

En primer lugar veremos como en la cuestion anterior qué cantidades ha de tomar de sus géneros para venderlo á 80 rs., y hallaremos, como se ve al márgen, que del de á 60 debe mezclar 10 arrobas, del de á 72 otras 10 arrobas, y del de 90 28 arrobas; pero como 10+10+28 suman solo 48 arrobas, y se le piden 600, para hallar las que ha de tomar del de á 60 diremos 48 : 600 : : 10 : 125 arrobas que ha de tomar del aceite de á 60: tomará otras 125 del de 72, y para las de á 90 se dirá 48 : 600 : : 28 : 350 arrobas: sumando las 125 arrobas + 125 arrobas + 350 arrobas, suman las 600 arrobas pedidas.

Cuestion 6.ª *Se quieren mezclar vinos de á 30, 36 y 44 rs. arroba para venderlos á 40 rs., en la inteligencia que del vino de á 30 reales se han de emplear en la mezcla 16 arrobas: ¿cuánto se echará de los demás?*

$$40\begin{cases}30\ .\ .\ .\ 4\\36\ .\ .\ .\ 4\\44\ .\ .\ .\ 10+4\end{cases}$$

Resuelta la cuestion como las anteriores hallamos que deberia mezclar para 4 arrobas de á 30 rs., otras 4 de á 36 y 14 á 44; pero queriendo echar 16 arrobas del de á 30 rs. deberá dar otras 16 del de á 36, y para el de á 40 dirá: si para 4 arrobas de á 30 hay que echar 14 de á 44, para 16 de á 30 ¿cuántas de á 44 se echarán? esto es: 4 : 14 : : 16 : 56 arrobas que debe echar del de á 44 rs.

Regla de la falsa posicion.

95. *Esta regla sirve para hallar un número que se busca por medio de otro que se supone.*

Cuestion 1.ª *Se pide un número cuya mitad, tercera y cuarta parte sumen 39.*

Tómese un número que tenga mitad, tercera y cuarta partes justas, por ejemplo, 12. Súmense su mitad 6, su tercio 4 y su cuarto 3, y se tendrá la suma 13. Luego diremos: si 13 resulta de suponer que el número es 12, ¿39 de qué número resultará, y será 13 : 12 : : 39 : 36, que es el número pedido: con efecto, su mitad 18, su tercio 12 y su cuarto 9 componen el número dado 39.

Cuestion 2.ª *Uno compró unas tierras, una viña, una casa y un caballo en 5000 pesos; la viña* *le costó tres veces mas que el caballo, la casa dos veces mas que la viña, y las tierras cuatro veces mas que la casa: ¿cuánto le costó cada cosa?*

Supongamos que el caballo le costó 5 pesos: segun este supuesto la viña le costaria 15 pesos, la casa 30 y las tierras 120; pero como todas estas cantidades solo componen 170 pesos, cantidad menor que 5000, diremos: si 170 resulta de suponer que el caballo costó 5 pesos, ¿5000 de quién resultará? es decir, 170 : 5 : : 5000 : 150 pesos que es lo que costó el caballo, luego la viña costaria 450 pesos, la casa 900 y las tierras 3600. Con efecto, sumadas estas cantidades producen los 5000 pesos.

Cuestion 3.ª *Un sugeto ordenó en su testamento que de sus bienes se diesen las dos terceras partes á su hijo, la quinta parte á su sobrina, y lo restante de su hacienda, que son 800 pesos, á su criado; ¿cuánto dejó el testador?*

Tómese un número que tenga tercera y quinta parte justas, como 30. El hijo tomará las dos terceras partes, que son 20, y la sobrina la quinta parte, que son 6, y lo restante 4 corresponderá al criado. Pero como todas estas partes solo componen 30, cantidad menor que la que se busca, diremos: si restan 4 de suponer que la hacienda es 30, ¿800 de qué hacienda provendrá? es decir, 4 : 30 : : 800 : 6000 pesos, que es el valor de la hacienda; con efecto, dando las dos terceras partes ó 4000 pesos al hijo, la quinta parte ó 1200 pesos á la sobrina, quedan los 800 del criado.

Cuestiones relativas á la regla conjunta.

96. *Esta regla enseña á determinar la relacion que tienen entre sí dos cantidades por la de otras intermedias.*

Cuestion 1.ª *Si por 4 fanegas de trigo dán 6 de centeno, por 5 de centeno 8 de cebada, por 6 de cebada 4 de avena, y por 2 de avena 25 rs., ¿cuántos reales valdrá una fanega de trigo?*

Ordenaremos las cantidades del modo siguiente:

$$\left.\begin{array}{l} 4 \text{ fs. trigo } : 6 \text{ fs. centeno.} \\ 5 \text{ fs. centeno} : 8 \text{ fs. cebada.} \\ 6 \text{ fs. cebada } : 4 \text{ fs. avena.} \\ 2 \text{ fs. avena } : 25 \text{ rs.} \end{array}\right\} :: 1 \text{ f.}^{a} \text{ trigo} : \ldots$$

5×2 : 8×25 (92. 2.ª) ó 10 : 200 :: 1 : 20 rs. precio de la fanega de trigo.

Cuestion 2.ª *Por 3 carneros dán 5 ovejas, por 2 ovejas 4 corderos, por 3 corderos 2 cabras, por 5 cabras 3 varas de paño y por 1 vara de paño 7 de lienzo, ¿por 6 carneros cuántas varas de lienzo deberán dar?*

Ordenada como la anterior y tachando los números repetidos será

$$\left.\begin{array}{l} 3 : 5 \\ 2 : 4 \\ 3 : 2 \\ 5 : 3 \\ 1 : 7 \end{array}\right\} :: 6 : \ldots$$

4 × 3 : 4 × 7 ó 3 : 28 :: 6 : 56 varas de lienzo que deben dar por los 6 carneros.

Cuestion 3.ª *Un comerciante de Madrid tiene que percibir de otro de París la cantidad de* 8000 *francos, y queriendo hacerlo del modo mas ventajoso los hace venir por Amsterdan y Lóndres, cuyos cambios son favorables ¿cuántos rs. vn. deberá percibir por los* 8000 *francos sabiendo que por 3 francos dán* 57 *dineros holandeses, por 7 de estos 4 peniques ingleses y por 19 peniques 8 rs. vn.?*

Se ordenará como en las anteriores así

$$\left.\begin{array}{l} 3 \text{ francos } : 57 \text{ dineros} \\ 7 \text{ dineros } : 4 \text{ peniques} \\ 19 \text{ peniques} : 8 \text{ rs. vn.} \end{array}\right\} :: 8000 : \ldots$$

399 : 1824 :: 8000 : 34065 $\frac{65}{399}$ rs. vn.

Esta cuestion y sus semejantes se llaman de *cambio compuesto* ó *indirecto* (91. 2.ª) ó de *arbitrage*.

SISTEMA METRICO (*).

97. El *metro* es una medida lineal, cuya longitud es igual á la diez millonésima parte del cuadrante de meridiano que va desde el polo Norte al Ecuador ó línea equinocial, y es la unidad fundamental de este sistema, de la que se derivan los demás; tambien se llama sistema decimal de pesas y medidas, porque los múltiplos y divisores de las unidades de una misma naturaleza son 10, 100, 1000 ó 10000 veces mayores ó menores que la principal (61).

El *gramo* es la medida ponderal equivalente á lo que pesa en el espacio, la cantidad de agua destilada á la temperatura de 4° sobre cero del termómetro centígrado, contenida en un centímetro cúbico.

El *litro* es una medida de capacidad igual al volúmen de un decimetro cúbico.

El *área* es la unidad de medida superficial equivalente á un cuadrado que tiene por lado diez metros ó sea una decena de metros, valiendo cien metros cuadrados (**).

El *metro cúbico* es la unidad de volúmen; es por consiguiente un cubo que tiene por lado ó arista un metro.

Para espresar los múltiplos y divisores de cada clase se anteponen á la unidad principal, las palabras griegas, *deca. hecto*, *kilo*, y *miria*, que significan diez, ciento, mil y diez mil veces la unidad

(*) Se mandó adoptar este sistema en España por ley de 19 de Julio de 1849.

(**) Tambien se hace uso de metro cuadrado y sus múltiplos para la medida de superficies.

respectivamente, y para formar las menores ó submúltiplos de la unidad principal se anteponen las voces latinas *deci*, *centi*, *mili*, que equivalen á la décima, la centésima y la milésima parte de la unidad á que se refieren. Así la palabra *decámetro*, que se compone de deca y metro, espresa diez metros, *kilólitro*, que está formado de kilo y metro, vale mil litros, del mismo modo *decímetro*, *centígramo* y *mililitro*, espresan la décima parte del *metro*, la centésima parte del *gramo* y la milésima parte de un *litro*.

Relacion entre las unidades de longitud.

98. Miriámetro.	10 kilómetros	ó 10000 metros.
Kilómetro..	10 hectómetros	ó 1000 metros.
Hectómetro	10 decámetros	ó 100 metros.
Decámetro.	10 metros.	
Metro (unidad usual)..	10 decímetros.	
Decímetro..	10 centímetros	ó $\frac{1}{10}$ de metros.

Relacion entre las unidades de peso ó ponderables.

Kilógramo (*) (unidad usual).	10 hectógramos	ó 1000 gramos.
Hectógramo.....	10 decágramos	ó 100 gramos.
Decágramo......	10 gramos.	
Gramo (unidad principal).....	10 decígramos.	
Decígramo......	10 centígramos	ó $\frac{1}{10}$ de gramo.
Centígramo.....	10 milígramos	ó $\frac{1}{100}$ de gramo.
Milígramo.		$\frac{1}{1000}$ de gramo.

(*) El miriágramo es de poco uso; pero además de los múltiplos y submúltiplos dichos, se emplean para los grandes pesos. El quintal métrico, que vale 100 kilógramos, y la tonelada de peso = 1000 kilógramos ó 10 quintales métricos.

Relacion de las unidades de capacidad para áridos y líquidos.

Miriálitro........ 10 kilólitros ó 10000 litros.
Kilólitro......... 10 decálitros ó 100 litros.
Decálitro........ 10 litros.
Litro (unidad principal usual). 10 decilitros.
Decilitro........ 10 centilitros ó $\frac{1}{10}$ de litro.
Cèntílitro. . . . . $\frac{1}{100}$ de litro.
Milítliro. . . . . $\frac{1}{1000}$ de litro.

Relacion entre las unidades cuadradas ó de superficie.

Miriárea... 10 kiláreas ó 10000 áreas.
Kilárea.... 10 hectáreas ó 1000 áreas.
Hectárea.. 10 decáreas ó 100 áreas.
Decárea... 10 áreas.
Area (*) (unidad principal y usual).
Deciárea... $\frac{1}{10}$ de área 10 de deciárea ó 10 miliáreas.
Centiárea. $\frac{1}{100}$ de área $\frac{1}{10}$ de deciárea ó 10 miliáreas.
Miliárea... $\frac{1}{1000}$ de área $\frac{1}{100}$ de deciárea ó $\frac{1}{10}$ de centiár.

De estas medidas solo se usan la *hectárea*= 100 *áreas*, el *área* y la *centiárea, igual al metro cuadrado.*

Relacion entre las unidades métricas cuadradas.

Miriám. cuadr. 100 kil. ó 100000000 de met. cuads.
Kilóm. cuadr. 100 hm. ó 1000000 de met. cuads.
Hectóm. cuadr. 100 dm. ó 10000 metrs. cuadrs.
Decám. cuadr. 100 metros.
Metro cuadrad. (unidad principal) 100 decí. cuadrs.
Decím. cuadr. 100 ctrs. cudrs. ó $\frac{1}{100}$ de metros.
Centím. cuadr. 100 mili. cudrs. ó $\frac{1}{10000}$ de metros.
Milím. cuadrado. . . . . $\frac{1}{1000000}$ de metros.

(*) Diez metros cuadrados ó 100 metros de superficie.

Relacion entre las unidades métricas de volúmen.

Kilóm. cúb.=1000 H. cúb. ó 1000000000 de m. c.
Hectm. cúb.=1000 D. cúb. ó 1000000 de m. c.
Decám. cúb.=1000 metros cúbicos.
Metro cúb. es la unidad principal.
Decím. cúb. =1000 centímetros cúbicos.
Centm. cúb.=1000 M. cúbicos ó $\frac{1}{1000}$ de m. c. (*).

La unidad monetaria es la peseta que se considera dividida en 100 partes ó céntimos de peseta pero esta y las demás no están en relacion del sistema métrico. (Tabla II al final).

Cuestiones prácticas para el uso del sistema métrico.

99. 1.ª *¿Cuántos metros hacen* 5,4897 *kilómetros*?

Como un kilómetro vale 1000 metros, multiplicaremos por mil corriendo la coma tres lugares á la derecha (61.) y el producto en metros será 5489 metros y 7 decímetros.

2.ª *¿A cuántos metros cuadrados equivalen* 3 *hectáreas y* 25 *centiáreas?*

Como una hectárea vale 10000 m.^{2} y una centiárea es un metro, valdrán 30025 m.^{2} (**).

3. *¿Cuántas toneladas de peso tienen* 12896 *kilógramos?*

(*) El miriámetro, que vale un millon de millones de metros cúbicos, y el milímetro cúbico, que es la mil millonesima parte del metro cúbico, no son de aplicacion práctica, el primero por su gran volúmen y por lo contrario el otro.

(**) Para facilitar la escritura y lectura de los números métricos, es conveniente usar las abreviaturas de los nombres compuestos que les espresan, poniendo las mayúsculas para los múltiplos y las minúsculas para los divisores, v. g. Kilo-Metro, se escribirá KM., Hectó-Litro, HL, decigramo, dg. centilitro, cl., etc.

La tonelada de peso vale 1000 KG. ó 10 quintales nuevos, luego el número de toneladas será 12,896 ó sean 12 toneladas y 896 KG. y estos 89 quintales, y 6 KG., es decir, que valen 12 Ton. 89 qq. y 6 KG.

4.ª *Reducir á incomplejo de litros el número complejo 84 KL., 7 HL. y 8 L.?*

Como cada unidad superior vale diez inferiores, se multiplican los 84 KL. por 10, y se añaden 7 HL. estos 847 HL. se multiplican por 10, y como faltan los decálitros, se vuelven á multiplicar por 10, y añadidos los 8 L., el total será 84708 L., igual al complejo propuesto.

5.ª *Reducir 324 hectáreas, 7 áreas y 33 centiáreas á centiáreas ó sean metros cuadrados.*

Multiplicando 324 HA. por 100, y añadiendo 7, serán 32,407 A. multiplicando por 100 y sumando 33 ca., el todo será igual 3240733 ca. ó metros cuadrados.

6.ª *Reducir el incomplejo 37850276 centímetros cúbicos á metros cúbicos.*

Divídanse por 1000 separando tres cifras de la derecha, y serán 37850 dm. y 276 cm., divídanse otra vez por 1000 y será el complejo, 37 m. 850 dm. y 276 cm.

100. Con los numéros complejos espresados en unidades del sistema métrico, se practican las cuatro operaciones de sumar, restar, multiplicar y partir por las mismas reglas esplicadas (53. al 58.) pero es mas fácil y conveniente en la práctica, convertir los números complejos dados, en incomplejos decimales de la especie á que se refieren los datos y operar con ellos como fracciones decimales (59. á 63.)

Cuestiones relativas á la reduccion de cantidades del sistema de pesas y medidas de Castilla, á las del sistema métrico y al contrario.

101. 1.ª *Reducir 384 varas á metros.* (Tabla VIII al fin.)

Tomando la equivalencia de 6 varas = 5 metros. se formará la proporcion en regla de tres (86.) 6 varas : 5 metros : : 384 varas :... multiplicando (85.) el 384 por 5, dará 1920, y partiendo este producto por 6 resultan 320 metros que son los equivalentes á las varas propuestas.

```
 384 varas.
   5 metros.
 ----
 1920| 6 varas.
     |-------------
 18    320 metros.
 ----
  12
  12
 ----
  00
```

2.ª *Reducir* 2654 *kilómetros á leguas de* 20000 *pies.*

Con la equivalencia 11 kilómetros = 2 leguas, se formará la proporcion 11 Km. : 2 leg. : : 2654 Km. :... como en la cuestion anterior.

Se multiplican 2654 Km. por 2 leguas, y el producto se parte por 11 Km., el cociente 482 son las leguas pedidas; el resíduo puede valuarse en medias ó en cuartos de legua (50.)

```
 2614 Km.
    2 leguas.
 ----
 5308 | 11 Km.
      |----------
 44     482 6/11
 ----
 090
  88
 ----
   28
   22
 ----
    6
```

Reducir Hectólitros á fanegas de áridos haciendo uso de las equivalencias de la Tabla IX al fin (*).

3. 1254 *hectólitros ¿á cuántas fanegas equivaldrán?*

(*) El uso de estas tablas facilitan el cálculo convirtiendo la operacion en una suma de números decima-

Descompóngase el n.° 1254 en sus diversos órdenes de unidad así 1000+200+50+4. HL. búsquese la equivalencia de 1 HL. que se hace mil veces mayor (61.) y serán las fanegas; luego la de 2 que para que sea de 200 se hace cien veces mayor, despues la de 5 que se hará diez veces mayor, y por último, la de 4, y sumando como se ve al márgen los 1254 HL. equivalen próximamente á 2257 fanegas, 7 celemines, 1 cuartillo y 0,616 valuado el quebrado (50.)

1000 HL...	1801,769 fan.
200 id...	360,354 fan.
50 id...	90,089 fan.
4 id...	5,405 fan.
1254 HL...	2257,617 fan.

Reducir 2759 *fanegas superficiales á hectáreas por* (la Tabla IX al fin.)

4.° Descompuesto el número de fanegas como en la cuestion anterior, serán 2000+700+50+9 colóquense segun el cálculo del márgen, y buscadas las equivalencias de 2 millares de 7 centenas, 5 decenas y 9 unidades, como se ve (cuestion 3.°) las 2759 fanegas equivalen á 1776 hectáreas, 67 áreas y 40 centiáreas (*).

2000 fan.	1287,912 Ha.
700 fan.	450,769 Ha.
50 fan.	32,198 Ha.
9 fan.	5,795 Ha.
2759 fan. =	á 1776,674 Ha.

les. Para aplicarlos, se busca la equivalencia de 1 á 10 que corresponda al órden de unidades, haciéndola 10, 100 ó 1000, veces mayor como se dijo (61.) y sumando se obtendrá el resultado equivalente al número propuesto con la aproximacion que convenga, valuando la fraccion del entero á que se refiere.

(*) Conviene adquirir mucha práctica en esta clase de cuestiones.

CAPITULO V.

Algunas nociones de Geometría.

102. *Geometría es la ciencia que enseña á medir la estension.*

103. *Estension geométrica* es el espacio que ocupa un objeto en la naturaleza.

Como este espacio depende de lo largo, ancho y grueso del objeto que se considera, la estension debe constar de tres dimensiones, que son *longitud* ó *largo*, *latitud* ó *ancho*, y *profundidad* ó *grueso*.

104. 1.° La estension en sola longitud se llama
1 *línea*, y los estremos de esta *puntos*. La línea es *recta* cuando tiene todos sus puntos en una misma direccion, tal es AB; *curva* cuando ni es recta ni está
2 compuesta de rectas como CD; y *mixta* cuando se compone de rectas y curvas. De un punto á otro no puede tirarse mas que una línea recta, pero curvas todas las que se quieran: así es que estas nunca podrán espresar la verdadera distancia que hay entre dos puntos, la que en todo caso debe apreciarse por la línea recta que va del uno al otro.

2.° *Superficie* es la estension en longitud y latitud, pero sin grueso alguno. La superficie *plana* ó *plano* es aquella á la que se ajusta una línea recta en todos sus puntos en cualquier direccion que se ponga; tal es la de un espejo comun. Superficie *curva* es la que ni es plana ni está compuesta de superficies planas, como la de una bola, la de una coluna, &c., y puede ser *cóncava* ó *convexa*, segun su punto medio esté mas distante ó próximo al ojo que la mira: así el vidrio de un reloj es convexo por el derecho y cóncavo por el revés.

3.° *Cuerpo* es el que reune en sí las tres dimensiones, esto es, que es largo, ancho y grueso. Para formar idea de estas tres especies de estension, supongamos que se quiere medir lo largo de una tabla; como en este caso no atendemos á su anchura ni grueso, tenemos la estension lineal; pero si deseamos averiguar lo espacioso de una de sus caras, es decir, lo que tiene de larga y ancha, desentendiéndose de su grueso, tendremos la estension superficial; y en fin, considerando el todo de la tabla, esto es, su largo, ancho y grueso, tendremos su *volúmen*.

105. Cuando dos líneas rectas AB y AD se en- 3
cuentran en un punto A, la abertura que queda entre ellas se llama *ángulo rectilíneo*. El ángulo se señala algunas veces con una sola letra A puesta en el vértice A, y otras con tres letras BAD ó DAB, leyendo siempre la letra del vértice en medio: las líneas AB, AD se llaman *lados del ángulo*.

Cuando el ángulo está formado por líneas curvas se llama *curvilíneo*, y si por una recta y otra curva *mistilíneo*.

Como el ángulo es la abertura que dejan entre sí las rectas AB, AD, no influye en el valor del ángulo que sean cortas ó largas, y así de los ángulos BAD y MNP el mayor es MNP, pues aunque sus lados son mas cortos que los de BAD, comprenden mayor abertura.

106. 1.° Llámase *línea perpendicular* una recta 4
AB que cae sobre otra CD formando dos ángulos ABC y ABD iguales entre sí, cada uno de los cuales se llama *ángulo recto*.

2.° *Línea oblícua* es la que como AB cae sobre 5
otra CD formando dos ángulos desiguales. El ángulo ABC, mayor que un ángulo recto, se llama *obtuso*, y el ángulo ABD, menor que un ángulo recto, se llama *agudo*.

107. En un punto B no se puede levantar mas que una perpendicular AB, pues otra cualquiera BE se inclina mas hácia el punto C que hácia D. Los dos ángulos que forma una oblícua valen siempre dos ángulos rectos, pues lo que el ABC tiene de mas el ABD lo tiene de menos.

108. *Línea vertical* ó *de aplomo* es la que mar-

ca un hilo, de cuyo estremo inferior se cuelga un peso y que se sostiene por el otro estremo. *Línea horizontal* es la perpendicular á la vertical.

6 109. *Líneas paralelas* son las que siempre conservan entre sí una misma distancia, como las AB, CD: luego todas las perpendiculares AC, EF, BD que van de una paralela á otra, y que miden esta distancia, son iguales.

110. 1.° *Figura plana* es un espacio cerrado enteramente por líneas: si estas son rectas se llama
7 *figura rectilínea* ó *polígono;* si curvas *figura curvilí-*
8 *nea*, y si rectas y curvas *figura mistilínea*. ABCDEF
es una figura rectilínea ó polígono, ABCD es una
43 figura curvilínea, y ABCDEFG es mistilínea. *Perímetro* de una figura ABCDEF es la suma ó conjunto de todas las líneas que la terminan, y el espacio cerrado por estas líneas se llama *superficie* ó *área*.

2.° El polígono mas sencillo de todos es el de tres lados y se llama *triángulo*, el de cuatro *cuadrilátero*, el de cinco *pentágono*, el de seis *exágono*, el de siete *eptágono*, el de ocho *octógono*, el de nueve *encágono*, el de diez *decágono*, el de once *endecágono*, el de doce *dodecágono*, y los que tienen mas se llaman polígonos de quince, veinte, &c. lados.

111. Llámase *triángulo equilátero* el que tiene
9 sus tres lados iguales, como ABC. *Triángulo isósceles* es el que tiene solos dos lados iguales, como
10 DEF, y *triángulo escaleno* el que tiene sus tres lados
11 desiguales, tal es CBA.
12 *Triángulo rectángulo* es el que tiene un ángulo recto, como DEF, el lado DE opuesto al ángulo recto F se llama *hipotenusa*, y los lados DF y FE *catetos*.

Triángulo obtusángulo es el que tiene un ángulo
11 obtuso, como ABC, y *triángulo acutángulo* es aquel
10 que tiene sus tres ángulos agudos, tal como DFE.
10 112. En general se llama *base* de un triángulo cualquiera de sus lados DE, y *altura* una perpendicular FG bajada á la base DE desde el ángulo F

opuesto á dicha base. En algunos triángulos baja la
altura CD á la prolongacion de la base AB. 11
113. 1.° En todo triángulo la suma de dos de 37
sus lados es mayor que el tercero. Así en el triángulo ABC, AB + BC es mayor que el otro lado AC, luego la distancia mas corta entre dos puntos es la línea recta.

2.° Dos triángulos son totalmente iguales cuando los tres lados del uno son iguales á los del otro, cada uno á su respectivo; así los dos triángulos ABC
y *abc* serán iguales si AB=*ab*, BC=*bc* y AC=*ac*. 37
El cuadrilátero que tiene sus cuatro lados igua- 13
les y sus ángulos rectos se llama *cuadrado* (*).

Si los ángulos son rectos y los lados no son 14
iguales se llama *rectángulo*.

Se llama *rombo* cuando tiene los ángulos desi- 15
guales y sus lados paralelos é iguales.

Romboide es el que tiene sus ángulos y lados 16
desiguales, pero paralelos.

Estas cuatro figuras se llaman *paralelógramos*.

El *trapecio* es el que tiene solo dos lados paralelos. 17

Trapezoide es el que no tiene ningun lado pa- 18
ralelo á otro.

114. *Base* de un cuadrilátero cualquiera es su 13
lado inferior MN, y *altura* la perpendicular GH ba- y
jada á la base desde el lado opuesto. sig.

Diagonal es una línea ML que va desde un ángulo M á su opuesto L.

115. Llámase *polígono regular* aquel que tiene 7

(*) De aqui se deduce que *pie cuadrado, vara cuadrada, estadal cuadrado, metro cuadrado, etc.*, no es otra cosa que un cuadrado que tiene de lado un pié, una vara, un estadal, un metro, etc.: así cuando se dice que una tierra tiene 300 *varas cuadradas* es dar á entender que la estension superficial de dicha tierra es igual á la que ocuparian 300 cuadrados, cada uno de los cuales tuviese una vara de lado.

todos sus lados iguales, como tambien los ángulos; tal es LABCDEF, y *polígono irregular* es el que tiene
19 sus lados y ángulos desiguales, como MNQRP.

Todo polígono se puede dividir en tantos triángulos como lados tiene menos dos, pues con efecto tirando las diagonales PN, PQ resultan tres triángulos, y el polígono MNQRP tiene cinco lados.

7 En los polígonos regulares el punto medio O se llama *centro del polígono;* cualquiera línea como OK perpendicular á un lado BA se nombra *radio recto*, y toda línea que como OB va desde el centro O al vértice del ángulo B se llama *radio oblícuo.* Dedúcese de esto que todos los radios rectos de un polígono regular serán iguales entre sí: todos los oblícuos tambien lo serán.

De las figuras curvilíneas solo haremos aquí mencion del *círculo* y de la *elipse.*

20 116. Círculo es una figura terminada por una línea curva ABCEFD llamada *circunferencia*, la cual tiene todos sus puntos igualmente distantes de un punto O llamado *centro.*

Toda línea OD, OF tirada desde el centro á la circunferencia se llama *radio*, y toda línea recta, como DE, compuesta de dos radios, se llama *diámetro.* Infiérese de aquí que todos los radios de un mismo círculo son iguales, como tambien sus diámetros, y que dos círculos trazados con igual radio serán iguales entre sí.

Arco es una porcion de circunferencia tal como ABC, y la línea recta AC que va desde un estremo A á otro C del arco se llama *cuerda.*

Segmento es cualquiera de las dos partes en que la cuerda AC divide al círculo. De estas la parte X se llama *segmento menor*, y la otra parte ADFEC en que se halla el centro O se llama *segmento mayor.*

Todo diámetro DE divide el círculo en dos partes iguales que se llaman *semicírculos.*

Sector es la parte del círculo comprendida entre dos radios OD, FO y el arco DF.

Tangente es toda línea recta como MN, que toca al círculo en un punto B, y *secante* es toda línea que atraviesa el círculo como GI.

Círculos concéntricos son los que están trazados desde un mismo centro, pero con distintos radios: el espacio ABCD que queda entre ambas circunferencias se llama *anillo* ó *corona*, *escéntricos* las que teniendo diferentes centros sus circunferencias pueden cortarse. 44

117. Toda circunferencia de círculo, sea grande ó pequeña, se considera dividida en 360 partes iguales, que se llaman *grados*, cada grado se subdivide en otras 60 partes iguales llamadas *minutos*, y cada minuto en 60 *segundos*.

Los grados, minutos y segundos se señalan con estos signos °, ′, ″: así para indicar que el ángulo ABC tiene 36 grados, 8 minutos y 29 segundos, se escribirán así: 36°... 8′... 29″.

118. El valor de un ángulo ABC se aprecia por 21
el número de grados, minutos y segundos que contiene un arco cualquiera MN trazado desde el vértice B, y terminado por los dos lados del ángulo. Así si suponemos que el arco MN contenga 25 de las 360 partes iguales que comprende la circunferencia total, diremos que el ángulo ABC vale 25 grados.

Si desde el vértice B de un ángulo recto ABC trazamos un arco MN, este será la cuarta parte de la circunferencia, es decir, comprenderá 90 grados: luego el ángulo obtuso valdrá mas de 90 grados, y el agudo menos (106 y 107).

Para medir el número de grados que comprende un ángulo, se usa de un *semicírculo* ABC de 21*
bronce, talco ó asta, dividido en los 180° que le corresponden. Se coloca sobre el ángulo que se quiere medir, de modo que el centro O del instrumento coincida exactamente con el vértice del ángulo, y el diámetro con uno de sus lados OM. El otro lado ON nos señalará el número de grados que

comprende el ángulo, que serán los que contenga el arco *mn* del semicírculo.

Tambien sirve el semicírculo para formar un ángulo de un determinado número de grados, para lo cual, tirada una línea recta OM, se colocará el instrumento de modo que el centro corresponda con el estremo O de la línea, y que esta se ajuste con el diámetro AC, y buscando en la graduacion el número de grados que se pide, y señalando con un punto *n* donde corresponda, por este y el estremo O de la línea se tirará otra recta ON, y resultará el ángulo MON del número de grados que se desea.

Los tres ángulos de cualquier triángulo valen juntos dos ángulos rectos ó 180 grados. Luego si conociésemos los dos ángulos de un triángulo, será fácil hallar el tercero; sumando los dos ángulos dados y restando la suma de 180, la resta será el valor del ángulo que se pide.

8 119. Llámase *elipse* ú *óvalo* una figura terminada por una línea curva ABCD, tal que los dos diámetros AC y BD que pasan por su centro O son desiguales.

La línea AC se llama *eje* ó *diámetro mayor*, y la BD *eje* ó *diámetro menor*.

Si con una abertura de compás igual al semieje mayor AC, y haciendo centro en D, trazamos el arco F*f*, los puntos F y *f* en que dicho arco corta al eje mayor AC se llaman *focus* de la elipse, las líneas que van desde estos puntos á la curva como FM y *f*M se llaman *radios vectores*.

22 120. *Prisma* es un cuerpo terminado por paralelógramos, y cuyas bases opuestas A y B son dos polígonos paralelos é iguales.

Altura del prisma es cualquier perpendicular FG bajada de una base á otra, ó á su prolongacion; y *arista* ó *esquina* se llama aquella recta en que concurren dos de los planos que constituyen el prisma, así MS, RN son aristas.

El prisma es *triangular*, *cuadrangular*, *penta-*

gonal, &c., segun su base es un triángulo, un cuadrilátero, un pentágono, &c.

121. Llámase *paralelepipedo* todo prisma que tiene por base un rectángulo; y cuando las dos bases del prisma son cuadrados, y las otras cuatro caras lo son tambien, se llama *cubo;* tal es un dado,
ó la figura E. Luego *pie cúbico*, *vara cúbica*, *metro* 23
cúbico, &c. no será otra cosa que un cubo que tenga de lado un pié, una vara, &c.; así cuando se diga que un cuerpo contiene, por ejemplo, 50 pies cúbicos, entiéndase que ocupa tanto espacio como llenarian 50 cubos que tuviesen de lado un pie.

122. Si las dos bases del prisma son dos círculos iguales y paralelos se llama *cilindro;* tal es D.
Una línea AB bajada desde el centro de la base su- 24
perior al de la inferior se llama *eje del cilindro*, y *altura* la perpendicular AB que baja de una base á otra, ó á su prolongacion.

123. *Pirámide* es un cuerpo cuya base es un 25
polígono cualquiera A, y sus lados son triángulos que concurren en un punto S, llamado *cúspide* ó *vértice* de la pirámide.

Cuando la base de esta es un círculo toma el 26
nombre de *cono*, tal es M.

124. *Pirámide truncada* es aquella á la que le 27
falta la parte superior, como la de la figura.

125. Llámase *altura* de una pirámide ó cono la 25
perpendicular SA bajada desde el cúspide á la base, ó á su prolongacion.

126. Cualquiera de estos cuerpos es *oblícuo* 28
cuando tiene una situacion inclinada, como el prisma y pirámide de las figuras C, D.

127. La *esfera* es un cuerpo terminado por 29
una superficie curva, la que tiene todos sus puntos igualmente distantes de un punto interior O llamado *centro;* así una bala de cañon ó una bola de billar son esferas. Toda recta, como OM, que va del centro á la superficie se llama *radio*, y toda

recta, como FG, que pasa por el centro se llama *eje ó diámetro de la esfera.*

Todo círculo FHGI que pasa por el centro de la esfera se llama *círculo máximo* ó *mayor*, pero si no pasa por el centro se llama *círculo menor;* tal es ABDC.

El círculo máximo divide la esfera en dos partes iguales llamadas *semi-esferas* ó *hemisferios*, y el círculo menor la corta en dos partes desiguales llamadas *segmento mayor* la mas grande, y *segmento menor* la otra. La superficie curva correspondiente á un segmento menor se llama *casquete esférico.*

Zona esférica es una porcion de esfera ADGF comprendida entre dos círculos ABDC y FHGI, paralelos entre sí.

Sector esférico es un cuerpo MPNO compuesto de un segmento menor MPN, y de un cono MNO cuyo vértice O está en el centro de la esfera.

30 128. *Elipsoide* ó *esferoide* ABCD es un cuerpo semejante á un huevo ó á una naranja; en el primer caso se llama *esferoide prolongado*, en el segundo *esferoide aplanado*, y en ambos casos tiene dos diámetros desiguales llamados *eje mayor* y *eje menor.*

Cuestiones prácticas sobre el papel.

129. Para la resolucion de ellas debe tenerse una *regla* para tirar líneas, una *escuadra* ó *cartabon* de madera para trazar perpendiculares, un *lapiz* para marcar lo que se haga, un *compás* de piezas para tomar distancias, trazar círculos, arcos, &c., y un *semicírculo graduado* para formar y medir ángulos. Como estos instrumentos son tan usuales y conocidos de todos omito su descripcion.

1 Cuestion 1.ª *Tirar una línea recta de un punto A á otro B.*

Póngase una regla de modo que su canto coincida con los puntos dados, y pásese un lapiz ó pluma á lo largo del canto de la regla desde el punto A al punto B, y quedará tirada la línea que se pide (*).

Cuestion 2.ª *Dado el centro O trazar un arco que* 2
pase por otro punto D.

Póngase la punta de un compás en el punto O, ábrase hasta que la otra punta, en la que deberá haber un lapiz, venga al punto D, y haciendo girar á esta, permaneciendo la otra fija en O, trazará el arco pedido, que se hará mas ó menos grande, segun convenga.

Cuestion 3.ª *Dividir una recta AB en dos partes* 31
iguales con una perpendicular.

Haciendo centro en el punto A con una abertura de compás mayor que la mitad de AB, trácense los arcos *xy* y *pq*, uno arriba y otro abajo, y con la misma abertura, haciendo centro en B, trácense los arcos *mn*, *zu*, que cortarán á los primeros en los puntos F y G; por estos puntos tírese la recta FG, y esta es la perpendicular pedida. Si solo se quisiere dividir la recta AB en dos partes iguales, bastará poner la regla en los puntos F y G y señalar el punto C, que es el medio de la línea.

Cuestion 4.ª *Desde un punto dado A fuera de* 32
una recta CD bajar á esta línea una perpendicular.

Haciendo centro en A con suficiente radio trácese el arco *xy* que corte á la CD en los puntos *x*, *y*. Desde estos puntos, como centros, con la misma abertura, trácense á la parte inferior los arcos *ts*, *zu*, que se cortarán en G; por este punto y el dado A tírese la AG, que es la perpendicular pedida.

Cuestion 5.ª *Dado un punto A en una recta ED* 33
levantar en él una perpendicular á esta línea.

Desde el punto A, con cualquiera abertura de

(*) Todas estas cuestiones deben irse ejecutando en un papel haciendo á regla y compás las figuras mayores que las de la lámina, pues nada se consigue leyendo si no se practica.

compás, señálense los puntos *m n;* con otra abertura mayor haciendo centro en estos puntos *m* y *n*, trácense los arcos *xy*, *zu*, que se cortarán en B, y tírese la AB, que es la perpendicular pedida.

34 Cuestion 6.ª *Levantar una perpendicular en el estremo D de una recta CD.*

Haciendo centro en un punto cualquiera M, trácese una circunferencia que pase por D, y que cortará á la CD en A; por este punto y el centro M tírese el diámetro AB, y por el punto B y el dado D tírese la BD, que es la perpendicular pedida. Esta misma construccion sirve para formar un ángulo recto ADB.

35 Cuestion 7.ª *Dada la recta AB tirarla una paralela por el punto D.*

Desde el punto D tírense las rectas DB, DA cualesquiera, y desde A, con una abertura de compás igual á DB, trácese el arco *xy*, y desde el punto D, con una abertura de compás igual á AB, trácese el arco *zu* que corte al primero en C, tírese la recta CD, que es la paralela pedida.

36 Cuestion 8.ª *Dado un ángulo ABC construir otro que le sea igual.*

Tírese una recta ED, y desde los puntos B y E, con una misma abertura de compás, trácense los arcos *mn* y *xy*, tómese despues una abertura de compás igual á la distancia que hay de *m* á *n*, y haciendo centro en *y* trácese el pequeño *arco rs*, que cortará al *xy* en O, tírese la EO, y tendremos el ángulo OED igual al dado ABC.

9 Cuestion 9.ª *Dada una recta AC formar sobre ella un triángulo equilátero.*

Desde A, con una abertura de compás igual á AC, trácese el arco *pq*, y con la misma abertura desde C el arco *rs*, que cortará al primero en B, tírense las rectas AB, CB, y quedará construido el triángulo equilátero ACB.

37 Cuestion 10. *Dado un triángulo ABC construir otro igual á él.*

Tírese una recta *ac* igual á AC, y haciendo centro en *a*, con una abertura de compás igual á AB, trácese el arco *pq*, y desde el punto *c*, con una abertura igual á BC, trácese el arco *mn*, que cortará al *pq* en *b*, tírense las rectas *ba*, *bc*, y se tendrá el triángulo *abc* igual al triángulo dado ABC.

Del mismo modo procederiamos si dadas tres líneas se nos mandase formar con ellas un triángulo. Si dos de estas tres líneas fuesen iguales nos resultaria un triángulo isósceles (111).

Cuestion 11. *Dividir una línea MN en cuantas* 38
partes iguales se quiera, por ejemplo en seis.

Tírese una línea indefinida AB, y tómense sobre ella seis partes iguales, con cualquiera abertura de compás, borrando lo que sobre de la línea.

Hágase sobre AB un triángulo equilátero (129, 9.ª) ABD, tómense sobre los lados DA y DB dos partes iguales á MN, y tírese la *mn*, que será igual á MN. Tirando despues líneas que vayan desde D á los puntos de la division de la AB, estas cortarán á la *mn* en seis partes iguales en los puntos *r*, *s*, *t*, *u*, *z*.

Cuestion 12. *Construir una escala ó pitipie.* Llámase así una línea dividida en partes iguales cada una de las cuales figura un pie, vara, estadal ú otra cualquiera medida lineal del terreno.

Tírese una línea AB del tamaño que se crea 46
oportuno para el objeto que se destine, y supongamos que haya de representar 32 varas. Dividida la AB en dos partes iguales se pondrá en el punto medio 16 que es la mitad del 32. Divídase en otras dos partes iguales el espacio A 16, y en la mitad póngase 8: dividido el A8, del mismo modo se pondrá el 4 y el A4 subdividido en cuatro partes iguales como A1, 1. 2, 2. 3, 3. 4, nos dará hecha la escala. Si la parte A1, que espresa una vara, saliese de bastante tamaño, se dividirá en tres partes, cada una de las que representará un pie.

Cuestion 13. *Tomar en una escala el número de* *partes que se quieran, ó averiguar cuántas partes de escala tiene una línea dada.*

46 Para lo primero supongamos se quieren tomar 16 partes. Aplíquese una punta del compás al estremo A, y ábrase hasta que la otra punta llegue al punto 16 y se tendrá la distancia pedida. Tomar 13 partes, póngase la punta en 16 y ábrase el compás hasta el 3 y esta será la distancia pedida, pues se compone de 8 que hay del 16 al 8, 4 que hay del 8 al 4, y 1 que hay del 4 al 3. Si fuese 48 partes tomaremos con el compás toda la AB, que son 32, y además la A8.

Para lo segundo, es decir, para saber cuántas partes de escala tiene una línea dada, se tomará esta con el compás, y aplicada sobre la escala desde A se verá adonde llega: sea, por ejemplo, á C: vemos que hay de A á 16, 16 partes y además el espacio 16 C, que tomado con el compás y puesto desde A llega al 8; luego la distancia tiene 24 partes compuestas de 16+8.

39 Cuestion 14. *Construir un cuadrado sobre una recta dada BA.*

En el estremo B levántese una perpendicular BC, que se alargará hasta que sea igual á BA, con una abertura de compás igual á esta recta desde los puntos A y C, trácense dos arcos, que se cortarán en D, tírense las AD y CD, y quedará concluido el cuadrado.

Cuestion 15. *Trazar en un círculo cualquiera un polígono regular.*

1.° Si es un cuadrado tírense dos diámetros que se corten perpendicularmente en el centro, y uniendo con líneas los estremos de estos diámetros quedará trazado el cuadro propuesto.

2.° Si es un exágono tómese el radio del círculo y aplíquese sobre la circunferencia, y se verá que cabe seis veces justas; váyanse tirando líneas de punto á punto, y resultará el exágono regular.

3.° Si se unen los puntos uno si y otro no nos resultará un triángulo equilátero.

4.° Y en general para trazar un polígono regular cualquiera en un círculo se hará lo siguiente.

Divídase el diámetro AB en tantas partes igua- 40
les (129. 11.ª) como lados tenga el polígono que se quiere trazar; en 8, por ejemplo, si es octógono, y haciendo centro en los puntos A y B, con una abertura de compás igual al diámetro AB, trácense dos arcos, que se cortarán en C. Por este punto y el punto 2 de la division del diámetro tírese la línea C2D, y la distancia AD cabrá 8 veces en la circunferencia en los puntos D, E, F, B, &c.; despues se tirarán las rectas correspondientes.

Cuestion 16. *Determinar el valor del ángulo* 7
BOA formado por los radios oblícuos OB y OA, y el del ángulo ABC formado por dos lados contiguos AB y BC del polígono.

Para determinar el valor del ángulo BOA divídanse 360° por el número de lados que tiene el polígono, que aquí es 6, y el cociente 60 es el número de grados del ángulo BOA. El valor del ángulo ABC se hallará restando de 180° el valor del ángulo del centro AOB, que como hemos visto es 60°, y la resta 120 es el número de grados que tiene el ángulo ABC.

Cuestion 17. *Hallar el centro de un círculo* 41
ABCD.

Tírense dos cuerdas AB, BC por tres puntos A, B, C cualesquiera tomados en la circunferencia. Divídanse las AB y BC en dos partes iguales con las perpendiculares FG, HY (129. 3.ª), y el punto O, donde se cortan, es el centro pedido.

Cuestion 18. *Trazar una circunferencia que pase por tres puntos A, B, C, que no estén en línea recta.*

Tírense las dos rectas AB y BC; y levantando las perpendiculares FG, HY como en el problema anterior y haciendo centro en el punto O en que se cortan, con una distancia OA, trácese una circunferencia que pasará por los tres puntos dados A, B, C.

Del mismo método nos valdriamos para hacer pasar una circunferencia por los tres vértices de un triángulo cualquiera y para hallar el centro de un arco dado.

20 Cuestion 19. *Conociendo el diámetro de un círculo determinar la circunferencia, y al contrario* (*).

Se sabe que si el diámetro de un círculo tiene 7 partes, la circunferencia tendrá 22 próximamente; luego para determinar cuántos pies tiene la circunferencia de un círculo cuyo diámetro es de 49, diremos: $7 : 22 :: 49 : \frac{22 \times 49}{7} = 154$ pies (85), que es la longitud de la circunferencia.

Si al contrario dada la circunferencia de 264 pies se pide el diámetro, se dirá: $22 : 7 :: 264 : \frac{7 \times 264}{22} = 84$ pies, longitud del diámetro.

42 Cuestion 20. *Dado el eje mayor AB de un óvalo trazar este.*

Divídase el eje dado BA en tres partes iguales en los puntos C y D, y desde estos puntos, con la abertura AC, trácense dos círculos, que se cortarán en los puntos E y F, y tírense las rectas EI, EL, FG y FH.

Haciendo centro en F, con la abertura FG, trácese el arco GH, y desde E, con la misma abertura, el arco IL, y quedará concluida la elipse ú ovalo AGHBLI.

8 Cuestion 21. *Otro modo de trazar una elipse.*

Dado el eje mayor AC y el menor BD determínense los focus F y *f* segun lo dicho (119). Tómese

(*) Del mismo modo puede emplearse la relacion moderna, que dá por 1 de diámetro 3,14159 cienmilésimas de circunferencia.

en seguida una cuerda ó hilo tan largo como AC, y sujetando sus estremos con dos clavos ó alfileres en los focus F y *f*, métase un lapiz en el doblez de la cuerda como se ve en M, y haciendo correr el lapiz sin salirse de la cuerda irá trazando la elipse.

Cuestiones sobre la medida de superficies.

130. Medir una superficie es ver las veces que en ella cabe un cuadrado que se toma por medida. Esta medida es arbitraria, pues puede ser una pulgada, un pie, una vara, un estadal, un metro, un kilómetro, una legua, &c. cuadrados (113 nota).

Cuestion 1.ª *Medir la superficie de un rectángulo ú otro paralelógramo cualquiera.* 13 y sig.

Mídase la base MN, y supongamos tiene 40 metros, y la altura GH 16; multiplíquense 40 por 16, y el producto 640 es el número de metros cuadrados que tiene la superficie del paralelógramo. Si fuese un cuadrado se hallará su superficie multiplicando el lado por sí mismo: así si el lado tuviese 6 metros, la superficie será $6 \times 6 = 36$ metros cuadrados.

Cuestion 2.ª *Hallar la superficie de un triángulo DFE.* 10

1.° Tírese la altura FG, que se medirá, y supongamos que tiene 24 pies de largo; mídase tambien la base DE, y tenga por ejemplo 32 pies. Multiplíquense 24 por 16 mitad de 32, ó 12 mitad de 24, por 32, y el producto 384 es el número de pies cuadrados que contiene la superficie del triángulo. Tambien se puede hallar multiplicando el 24 por el 32, y tomando la mitad del producto. Luego dicha superficie se halla multiplicando la altura por la mitad de la base, ó la base por la mitad de la altura, ó la base por la altura, y tomando la mitad del producto: de los tres modos sale lo mismo.

11 2.° *Otro método para hallar la superficie de un triangulo sin necesidad de tirar la altura.*

Mídanse los tres lados, y supongamos que tenga AB 40 pies, BC 50 y AC 60: sumaremos estos tres números, y de la suma 150 se tomará la mitad, que son 75. Restando de 75 el 40 resultan 35: restando del mismo 75 el 50 quedan 25; y rebajando del 75 el 60 restan 15: multiplíquense los números 75, 35, 25 y 15, y del producto 984375 se estraerá la raiz cuadrada (70), que es 992 $\frac{2}{10}$, y esta será la superficie del triángulo ABC en pies cuadrados.

17 Cuestion 3.ª *Hallar la superficie de un trapecio ALNM.*

Mídanse las paralelas AL, MN, y supongamos que tiene MN 14 pies, y AL 30. Súmense 14 y 30, tómese la mitad de la suma 44, que es 22, y multiplicando estos 22 pies por los que tenga la altura GH, que supongamos son 20, el producto 440 es el número de pies cuadrados del trapecio. Luego la superficie de este se halla multiplicando la altura por la mitad de la suma de los dos lados paralelos.

18 Cuestion 4.ª *Hallar la superficie de un trapezoide LMNP.*

Tírese la diagonal LM, y quedará dividido el trapezoide en dos triángulos LNM y LPM: tomando por bases cualesquiera de los lados, se tirarán las alturas, y se medirán sus superficies como hemos dicho (126. 2.ª). Supongamos que el triángulo LNM tiene 100 pies cuadrados, y el LPM 155; la suma 255 pies cuadrados será la superficie del trapezoide.

19 Cuestion 5.ª *Medir la superficie de un polígono irregular PMNQR.*

Desde uno de sus ángulos P tírense las diagonales PN, PQ, y quedará dividido en los triángulos PMN, PNQ, PQR, cuyas superficies se hallarán como se dijo (130. 2.ª), y sumando todas estas superficies se tendrá la del polígono total.

7 Cuestion 6.ª *Hallar la superficie de un polígono regular ABCDEF.*

Tírese el radio recto OK, mídase y multiplíquese la medida que resulte por la mitad del perímetro ó contorno del polígono (109), y el producto será la superficie; así si OK tiene 20 pies y la mitad del perímetro 75, la superficie del polígono será de 1500 pies cuadrados.

Tambien se puede medir el polígono de este modo. Tírense los radios oblícuos OB y OA (115), hallemos la superficie del triángulo BOA (130. 2.ª), y multiplicada esta por el número de lados que tiene el polígono, se tendrá la superficie total. Así si el triángulo BOA tiene 250 pies cuadrados, la superficie total será de 250×6 (número de los lados del polígono) igual á 1500 pies cuadrados. Si no se conociese el centro, se podia hallar la superficie tirando diagonales desde un ángulo á los demás, y procediendo como en la anterior. (130. 5.ª)

Cuestion 7.ª *Determinar la superficie de un cír-* 20
culo BEFD cuyo diámetro DE se conoce.

Sea el diámetro DE de 35 pies. Cuádrese 35 (65) y el cuadrado 1225 multiplíquese por 11, el producto 13475 se dividirá por 14° y el cociente 962$\frac{7}{14}$ es la superficie del círculo pedido.

Si fuese un semicírculo DBEO se hallará la superficie del círculo entero como acabamos de decir, y luego se tomará la mitad.

Si la superficie pedida fuese de un sector DOF se medirá la longitud del arco DF, que supongamos tiene 30 pies, y el radio DO 18, multiplíquese 15 mitad del arco por 18, y el producto 270 es el número de pies cuadrados que contiene el sector DOF.

Pero si se pidiese la superficie de un segmento x se hallará la del sector ABCO como acabamos de decir, y la del triángulo AOC (130. 2.ª), y restando la superficie de este de la del sector, la diferencia será la superficie dal segmento x.

Cuestion 8.ª *Hallar la superficie de una elipse* 8
ABCD cuyo eje mayor AC tiene 21 pies, y el menor BD 10.

Hállese la superficie de un circulo cuyo diámetro sea el eje mayor ó 21 pies (130. 7.ª), y resultarán $346\frac{1}{2}$ pies cuadrados. Despues diremos, 21 pies que tiene el eje mayor, es á 10 que tiene el eje menor :: $346\frac{1}{2}$: $\frac{346\frac{1}{2}\times10}{21}=165$, que es la superficie de la elipse.

43 Cuestion 9.ª *Hallar la superficie de una figura irregular ABCDEFGA.*

Divídase la curva BC en partes pequeñas B*m*, *mn*, &c., tírense las rectas A*m*, A*n*, mídase la superficie de cada uno de los pequeños triángulos BA*m*, *m*A*n*, &c., y sumando las superficies de estos cinco triángulos tendremos la superficie del trozo ACB. Hágase la misma operacion con el arco AG, y se tendrá la superficie de la porcion AGF. Hallando despues la del polígono irregular ACDEFA (130. 5.ª), y sumando las tres superficies halladas, tendremos la de la figura total ABCDEFGA.

44 Cuestion 10. *Hallar la superficie de una corona anular ABCD.*

Mídanse los diámetros AC y *ac* de los círculos, y hállese la superficie de cada uno de ellos (126. 7.ª), y restando la del círculo menor de la del mayor, la resta será la superficie de la corona ABCD.

Cuestion 11. *Dada una línea recta de una longitud determinada, cerrar con ella un espacio que comprenda la mayor superficie posible.*

Sea la línea de 132 pies, por ejemplo, véase qué diámetro deberia tener un círculo de 132 pies de circunferencia (129. 19.ª), y resultarán 42 pies de diámetro ó 21 de radio; trácese con este un círculo que tendrá 132 pies de circunferencia y que encerrará la superficie mayor posible. Cualquiera otra figura que se haga con dichos 132 pies ya será menor.

19 Cuestion 12. *Dada una figura cualquiera MNQRP reducirla á un cuadrado que tenga igual superficie que ella.*

Mídase la figura propuesta, y supongamos que tiene 6400 varas cuadradas. Estráigase la raiz cuadrada (69) de este número, que es 80, y formando un cuadrado (129. 14.ª) que tenga 80 varas de lado, este tendrá igual superficie que el polígono MNQRP.

Cuestion 13. *Hallar un cuadrado que tenga tan-* 45
ta superficie como otros dos cuadrados juntos.

Fórmese un ángulo recto DFE (129. 6.ª) sobre el lado FD, tómese una parte FD igual al lado de uno de los cuadrados propuestos, y sobre el otro lado FE la parte FE igual al lado del otro cuadrado dado, tírese la hipotenusa DE, y el cuadrado que se forme sobre ella tendrá tanta superficie como los dos cuadrados que se dieron juntos.

Si las figuras dadas no son cuadrados se reducirán á estos (130. 12.ª), y luego se procederá como acabamos de decir (*).

(*) Los que no están versados en la geometría creen que la superficie de una figura aumenta ó disminuye en la misma proporcion que se aumentan ó disminuyen los lados, es decir, que si los lados de un cuadrado, rectángulo, etc., se hacen dobles, triples, etc., de lo que eran antes, la superficie tambien será doble, triple, etc., error de la mayor consecuencia en agrimensura. Cuando se duplican los lados de cualquiera figura, por ejemplo, de un cuadrado, sale el nuevo cuadrado con 4 veces mas superficie; si se triplican los lados resultará 9 veces mayor, si se cuadruplican 16 veces mayor; sea el cuadrado 45*
A; si se construye el B de modo que sus lados sean duplos que los de A, encerrará como se ve una superficie compuesta de 4 cuadrados iguales á A. Si hacemos el C con sus lados triples de A, comprenderá 9 cuadrados iguales á A. Si hacemos el D con lados 4 veces mayores, incluirá 16 cuadrados iguales á A: de modo que las superficies aumentan en proporcion de los cuadrados del número de partes que tengan sus lados, pues 4 es el cuadrado de 2, 9 el de 3, 16 el de 4, etc. (65). Así si dos figuras semejantes cualesquiera, como dos círculos, tu-

Cuestiones relativas á la medida de los cuerpos.

131. Medir un cuerpo cualquiera es hallar el número de pulgadas, pies, metros, &c., cúbicos que contiene (121).

Antes de pasar á determinar el volúmen de los cuerpos convendrá manifestar el modo de hallar las superficies de que están terminados.

22 Cuestion 1.ª *Hallar la superficie de un prisma ó*
y *pirámide cualquiera.*
23 Hállese la superficie de cada una de las caras y de las bases que contiene el prisma ó pirámide, y sumando estas superficies se tendrá la total.

24 Cuestion 2.ª *Medir la superficie de un cilindro,* Multiplíquese la circunferencia de una de las bases por el lado del cilindro, y se tendrá la superficie lateral, á la que se añadirán las de los círculos ó bases para tener la superficie total.

26 Cuestion 3.ª *Hallar la superficie de un cono M.* Multiplíquese la circunferencia de la base por la mitad del lado CD, y el producto es la superficie curva á que se agregará la de la base.

29 Cuestion 4.ª *Determinar la superficie curva de una esfera ADNM cuyo diámetro se conoce.*

Sea el diámetro de 14 pies. Hállese la superficie correspondiente á un círculo de 14 pies, que es 154, y multiplicándola por 4 el producto 616 es la superficie curva de la esfera propuesta.

La superficie curva de un segmento de esfera y de una zona se hallará multiplicando el círculo máximo de la esfera por la altura que tenga el segmento ó zona, y el producto será la superficie curva pedida. Si se quisiese la superficie total se añadirá la superficie del círculo que le sirve de ba-

viesen el uno 6 pies de diámetro y el otro 10, sus superficies estarian en la razon de 36, cuadrado de 6, á 100, cuadrado de 10.

se si es segmento, y de los dos círculos superior é inferior si es zona.

Cuestion 5.ª *Hallar el volúmen de un prisma RS* 22
ó cilindro cualquiera, sean rectos ú oblícuos.

Mídase la superficie de su base (130), que supongamos contiene 42 pies cuadrados. Mídase la altura FG del prisma, y tenga 20 pies de altura: multiplicando 42 por 20, el producto 840 es el número de pies cúbicos que contiene el prisma.

Si fuese un cilindro AB se hallará su volúmen 24
multiplicando igualmente la superficie del círculo que le sirve de base (130. 7.ª) por la altura del cilindro.

Cuestion 6.ª *Determinar el volúmen de una pi-* 25
rámide ó cono cualquiera. y

Hállese la superficie de la base A, y sea de 92 26
pies cuadrados, y supongamos que medida la altura SA de la pirámide contiene 24 pies de largo: multiplíquese 92 por 8, tercera parte de 24, y el producto 736 es el número de pies cúbicos que contiene la pirámide: lo mismo se practica con el cono.

Cuestion 7.ª *Medir el volúmen de una pirámide* 27
ADFC á quien le falta la parte superior DEFS.

Imagínese la pirámide entera ASC, y hállese su volúmen (131. 6.ª): hállese despues el de la pirámide pequeña DEFS añadida, y restándole del volúmen de la total quedará el del tronco de pirámide ADFC, y lo mismo se hará si es cono. Para imaginar la pirámide entera es necesario conocer la altura total, y por consiguiente el cúspide S, lo que se conseguirá aplicando dos reglas, una á la arista AD, y otra á la CF, y el punto S en que concurren, manteniéndose bien aplicadas las reglas á las líneas AD, FC, es el vértice, desde el que se bajará la perpendicular SH, á la que se agregará la altura HI para tener la total SI.

Cuestion 8.ª *Hallar el volúmen de una pirámide* 27
truncada de otro modo.

Hállese la superficie de la base ABC, y sea de 140 pies, y la de DEF 80: súmense 140 y 80, y de la suma 220 tómese la mitad, que es 110, la que agregada al 220 dá 330. Multiplíquese esta cantidad por la distancia HI, que sea de 25 pies, y del producto 8250 tómese la 3.ª parte, que es 2750, y este es el volúmen de la pirámide truncada.

Lo mismo se haria si fuese un cono truncado.

29 Cuestion 9.ª *Hallar el volúmen de una esfera ADNM conocido su diámetro.*

Sea el diámetro dado de 8 pies, cúbese el 8, y resultarán 512, que se multiplicarán por 11, y dividiendo el producto 5632 por 21, el cociente 268 $\frac{4}{21}$ es el número de pies cúbicos que contiene la esfera.

Si fuese el volúmen de un hemisferio el que se pidiese se hallará el volúmen de toda la esfera, y se tomará la mitad (*).

29 Cuestion 10. *Hallar el volúmen de un sector MPNO, de un segmento MPN, y de una zona FADG.*

Multiplíquese la tercera parte del radio de la

(*) En la determinacion de los volúmenes hay que tener presente que si un prisma, por ejemplo, tiene sus tres dimensiones dobles que otro, el volúmen de aquel será 8 veces mayor que este. Si las dimensiones son triples el volúmen ya será 27 veces mayor. Si cuádruplas el volúmen será 64 veces mayor, etc. Y como los números 8, 27, 64, son los cubos de 2, 3, 4 (74), resulta que los volúmenes de los cuerpos crecen en proporcion de los cubos de sus dimensiones. Así si una pirámide A tuviese sus dimensiones (largo, ancho y alto) 5 veces mayores que otra pirámide B, la A tendria 125 veces mas volúmen que la B. Si de dos balas ó esferas de plomo la una tuviese una pulgada de diámetro y la otra seis pulgadas, si la primera pesaba una libra la otra pesaria 216 libras, y no seis como vulgarmente creen los no versados en la geometría. Esta observacion se debe tener muy presente cuando se trate de los aforos (207).

esfera por la superficie curva del segmento MPN, que se hallará segun lo dicho (131. 4.ª), y el producto es el volúmen del sector. Restando de él el del cono MNO (131. 6.ª), la resta será el volúmen del segmento MPN. El de una zona AFGD se hallará determinando los de los segmentos FABDG y ABD, y la diferencia de sus volúmenes es el de la zona AFGD.

Cuestion 11. *Medir el volúmen de un esferoide* 30
prolongado ó aplanado.

Hállese la superficie de un círculo que tenga por diámetro el eje menor (130. 7.ª), multiplíquese esta superficie por los dos tercios del eje mayor, y el producto es el volúmen del esferóide prolongado.

El del aplanado se hallará multiplicando la superficie del círculo correspondiente al eje mayor por los dos tercios del eje menor.

Cuestion 12. *Hallar el volúmen de un objeto muy irregular, como una estátua, capitel de coluna, pedrusco, etc.*

Métase el objeto por medir en un cajon bien embetunado, y llénese este de agua hasta que le cubra señalando hasta dónde llega el líquido. Sáquese luego el objeto y el agua quedará más baja. Véase lo que bajó, y multiplicándolo por la base del cajon el producto será el volúmen del cuerpo.

Si el objeto fuese de materia que embebiese el agua, ó que pudiera echarse á perder mojándole se llenará el cajon de arena fina meciéndola bien para que se rellenen todos los huecos y se ponga horizontal, y se hace como con el agua.

Cuestion 13. *Hallar el número de balas que contiene la cara triangular de una pila* (*).

(*) Pilas de balas ó bombas es un monton de ellas arregladas de tal modo que sin deshacerle se pueda saber el número de balas que contiene. Su formacion suele ser sobre tres distintas bases; á saber: ó sobre un trián-

Multiplíquese la fila de la base por sí misma mas una unidad, y tómese la mitad del producto. Supongamos que la cara tiene 12 balas de base: multiplíquese por 12 mas una, que son 13, y pártase por 2, y será $\frac{12\times13}{2}=\frac{156}{2}=78$ balas que tiene la cara de la pila.

Cuestion 14. *Hallar el número total de balas que contiene una pila triangular.*

Multiplíquese el lado de la base por sí misma mas una unidad, el producto se volverá á multiplicar por la misma fila mas dos, y el resultado se partirá por 6. Supongamos que tiene el lado 12 balas, tendremos $\frac{12\times13\times14}{6}=\frac{2184}{6}=364$ balas que tiene toda la pila.

Cuestion 15. *Hallar el número total de balas que contiene una pila cuadrada.*

Multiplíquese el número de balas que tiene el lado ó fila de la base por sí mismo mas una unidad, multiplíquese luego el producto por el duplo de dicha fila mas una unidad, y pártase el resultado por 6. Supongamos que la fila inferior tiene 12 balas: será $\frac{12\times13\times25}{6}=\frac{3900}{6}=650$ balas que tiene la pila.

gulo, ó sobre un cuadrado, ó sobre un rectángulo. La triangular se forma con un triángulo equilátero de balas, de suerte que sus tres lados tengan igual número de ellas. Sobre este triángulo se forma otro, quedando las balas de este en los huecos de las del primero y sale una bala menos de lado, y así se continúa subiendo hasta concluir en una bala que forma el cúspide. Para la cuadrangular se forma un cuadrado de balas y sobre este se van poniendo otros hasta terminar igualmente en una bala. Para la rectangular ó cuadrilonga se procede del mismo modo, solo que en esta pila el término no es una bala, sino una fila de ellas.

Cuestion 16. *Hallar el número total de balas de una pila cuadrilonga.*

Hállese el contenido de balas de una pila cuadrada cuya fila sea un lado menor del rectángulo de la base (Cuest. 15): súmese el resultado con el producto que resulte de multiplicar el número de balas de la cara triangular (Cuest. 13) por el número de balas que tiene la fila superior menos una, y la suma será el total de balas pedido.

Cuestion 17. *Hallar el número de balas de una pila incompleta.*

Mídase como si estuviese entera segun las cuestiones anteriores: mídase en seguida la pila que falta, y restando esta de la total saldrá el número de balas de la pila incompleta.

CAPITULO VI.

De la agrimensura, y de las medidas mas comunes de que se hace uso en la medicion de terrenos.

132. *Agrimensura es el arte que dá reglas para la medida y particion de las tierras.*

Medir un terreno es averiguar la estension superficial que contiene.

133. Para medir los terrenos se hace uso de varias unidades ó medidas, las que ofrecen en nuestra Peninsula una variedad tan notable y una discordancia tan estraña, que casi no hay partido que no tenga su medida particular, y algunos de estos tienen una medida para cada objeto, pues con una miden las vegas, con otra las dehesas, con otra los terrenos de secano, &c., lo que unido á la corta instruccion de muchos medidores, dá márgen á mil errores, pues el agrimensor lleva su medida particular, que tiene que reducir á la del pueblo en que mide, y muchos, ó no saben hacer estas reducciones, ó no quieren entretenerse en ejecutarlas, de donde resulta que siendo una misma la heredad

del propietario, ve este con sorpresa que haciéndola medir por varios agrimensores, resultan de sus medidas unas diferencias escandalosas; así es que podemos decir que la mayor parte de los propietarios no saben la cantidad de sus posesiones. Para evitar estos perjuicios, se mandó en real órden de 26 de Enero de 1801 que todas las medidas se ajustasen á la fanega de marco real, pero no habiéndose dado el debido cumplimiento por todos á esta disposicion, aun se dejan sentir sus malos efectos, los cuales desaparecerán cuando se aplique en general, lo dispuesto por la ley de 19 de Julio de 1849, sobre pesas y medidas. (Véanse las tablas V, VIII y IX al fin.)

134. Por *vara cuadrada* entendemos un cuadrado (113) que tiene por cada uno de sus cuatro lados una vara de largo, y lo mismo se entenderá de un pie, un palmo, un metro, &c., cuadrados.

135. *La fanega de marco real* contiene un espacio de 9216 varas cuadradas, es decir, un cuadrado que tiene de lado 96 varas.

Estadal de marco real es un espacio de 16 varas cuadradas, es decir, un cuadrado de 4 varas de lado.

Luego la fanega de marco real comprenderá 576 estadales cuadrados, ó 24 de lado.

La dicha fanega se divide en 12 celemines; luego cada celemin tendrá 48 estadales cuadrados.

El celemin se divide en 4 cuartillos, á cada uno de los cuales corresponden 12 estadales cuadrados.

136. Los términos de los pueblos se cuentan por *leguas cuadradas*, que deben tener $6666\frac{2}{3}$ varas de largo, ó 44444444 varas cuadradas: por consiguiente en cada legua legal caben 4822 fanegas, 305 estadales de marco real, y 12 varas cuadradas.

137. 1.° En lugar de estas medidas hay introducidas otras muchas, y sería muy largo el querer hablar de todas, por lo que solo apuntaremos algunas.

2.° En muchos pueblos dán al estadal 9 pies; en otros 9½, 10, 10½, &c., hasta 15 y mas pies de lado: y la fanega tiene ya 300, 350, 400, &c. de estos estadales. Así en toda escritura debe constar no solo el número de fanegas que tiene la posesion, sino de cuántos estadales es la fanega; y cuántos pies tenia el estadal. Sin estos datos de poco sirve el saber que la tierra tiene 8 fanegas si no se sabe el tamaño de estas.

3.° Para la medida de sembrados para forrage se suele hacer uso de *sogas*, las que en unas partes tienen 8, en otras 10 varas de largo. Las de 8 varas dán un cuadrado de 64 varas cuadradas, y caben en cada fanega de marco 144 sogas cuadradas. Las de á 10 varas dán un cuadrado de 100 varas cuadradas, y entran en la misma fanega $92\frac{4}{25}$ sogas cuadradas.

4.° En la medida de dehesas acostumbran hacer la cuenta por el número de cabezas que pueden pastar en ellas. En las dehesas de vega, limpias y de buena calidad, se suelen contar 3 ovejas por fanega, ó 192 estadales por cabeza. En las de mediana calidad 2½ ovejas por fanega, ó $230\frac{1}{5}$ estadales á cada una, y en las de inferior calidad 2 ovejas y aun menos por fanega, ó 288 y mas estadales por cabeza.

5.° Muchas dehesas se cuentan por *millares*. Llámase *millar* el espacio necesario para que pasten mil ovejas. Estos millares aun en una misma dehesa son desiguales, segun la buena ó mala calidad del terreno y de los pastos.

Se regula el pasto de una vaca desde 4 á 8 ovejas, y el de una yegua de 8 á 12.

6.° Pero la peor y mas incierta de todas las medidas usadas en España es la llamada *fanega de puño en sembradura*, pues dependiendo de la calidad de la tierra y de la destreza é ilustracion (*) del

(*) Sin duda se estrañará esta espresion, pero el que sembrador el gastarse mas ó menos grano, puede suceder que la tierra en que este año se sembró una fanega de grano, quede al año siguiente bien sembrada con 9 celemines, y resultará que una misma posesion, un año se contará como que tiene una fanega, y otro como que solo tiene 9 celemines. Lo que podrá ocasionar innumerables errores, como es fácil de conocer.

138. No son mas á propósito para el aprecio de la estension superficial de los terrenos otras medidas usadas en varias provincias, como son: la *yugada*, *huebra*, *jubada* ú *obrada*, nombres con que se designa el terreno que puede arar en un dia una yunta de mulas. *Dia de bueyes*, que es la labor que se regula hacen un par de ellos en un dia, y *geira* la que hacen en medio dia. *Jornal*, *peonada* ú *obrada*, el trabajo de un jornalero ó peon en un dia. Medidas que á poco que se reflexione se conoce no pueden servir para el exacto aprecio de una heredad, pues la mayor ó menor estension del trabajo de una yunta de mulas ó de bueyes, ó de un cavador, depende de la mejor ó peor calidad de los agentes, de la naturaleza del terreno, del temporal y de la diversa duracion de los dias.

Otras muchas medidas se usan cuya enumeracion es inútil, y no estando en mi mano el corregir este abuso, autorizado por la costumbre, daremos á lo menos reglas para que un labrador ó agri-

desee conocer las razones que me mueven á usarla debe consultar ó la memoria de don Antonio Cordero, individuo de la sociedad económica matritense, compuesta en virtud de las esperiencias practicadas en 1771 para hacer ver el mucho desperdicio que hay de grano sembrado segun el sistema comun de nuestros labradores, ó las lecciones de agricultura del profesor don Antonio Sandalio Arias en la leccion III del tomo 2.°, en que habla de este punto con la maestria y patriotismo que le distinguian. Estoy seguro que el labrador que consulte dichas obras me agradecerá esta advertencia.

mensor reduzca á la medida que él use las que puedan estar admitidas en los pueblos donde tenga que medir (*).

Cuestiones relativas á la reduccion de medidas.

139. Cuestion 1.ª *25 fanegas de marco real, ¿cuántas varas cuadradas componen?*

Multiplíquese 25 por 9216 varas cuadradas que tiene una fanega, y el producto 230400 son las varas cuadradas que contienen las 25 fanegas.

Cuestion 2.ª *55486 varas cuadradas, ¿cuántas fanegas de marco real componen?*

Divídanse 55486 varas por las 9216 que tiene la fanega, y el cociente será 6 fanegas, y sobran 190 varas cuadradas.

Cuestion 3.ª *30 fanegas, 8 celemines y 2 cuartillos, ¿cuántas varas y estadales componen?*

Redúzcanse las fanegas á celemines multiplicando 30 por 12 celemines que tiene una fanega, y serán 360, y añadiendo los 8 son 368 celemines: redúzcanse estos á cuartillos multiplicando por 4, y serán 1472 cuartillos, que juntos con los 2 componen 1474, los que multiplicados por 12 estadales que tiene el cuartillo (135) dán 17688 estadales cuadrados que valen las 30 fanegas, 8 celemines y 2 cuartillos.

Si el 1474 se multiplica por 192 varas que tiene un cuartillo, el producto 283008 son las varas cuadradas que contienen las 30 fanegas, 8 celemines y 2 cuartillos.

Cuestion 4.ª *186312 estadales cuadrados, ¿cuántas fanegas de marco real componen?*

Dividiendo 186312 por 576 estadales de una fanega (135), resultarán 323 fanegas, y sobran 264 estadales, que divididos por 48 que tiene un celemin (135) resultan 5 celemines, y sobran 24 que di-

(*) Véanse las tablas IV, V, VIII y IX.

vididos por 12 estadales que tiene un cuartillo son 2 cuartillos, luego los 186312 estadales valen 323 fanegas, 5 celemines y 2 cuartillos.

Si dichos 186312 estadales cuadrados se quisiesen reducir á fanegas de 400 estadales, se partirian los 186312 por 400, y saldrian 465 fanegas y 312 estadales.

Lo mismo se reducirian á otra cualquier especie de fanega.

Cuestion 5.ª 3564 *sogas de á 8 varas de lado ó 64 cuadradas, ¿cuántas fanegas componen?*

Divídanse las 3564 por 144 sogas que tiene una fanega (137. 3.°), y el cociente 24 son las fanegas pedidas, y sobran 108 sogas, las que partidas por 12 celemines de una fanega dán 9 celemines justos. Con que las 3564 sogas componen 24 fanegas y 9 celemines.

Si las sogas fuesen de á 10 varas de lado ó 100 cuadradas, se partiria por $92\frac{4}{25}$ sogas que entran en una fanega.

Cuestion 6.ª 54 *fanegas y 6 celemines, ¿cuántas sogas de 64 varas cuadradas componen?*

Redúzcanse las 54 fanegas y 6 celemines á varas cuadradas (137. 3.°), y resultarán 502272 varas cuadradas, que partidas por 64 que tiene la soga (137. 3.°) salen 7848 sogas.

Si las sogas fuesen de 100 varas cuadradas se dividirán por 100 en lugar de hacerlo por 64.

Cuestion 7. *Reducir un número de pies lineales, por ejemplo*, 15600, *á estadales de marco real.*

Como cada uno de estos tiene 12 pies de lado, se dividirán los 15600 pies por 12, y el cociente 1300 son los estadales pedidos.

Si fuese un pueblo en que el estadal en uso tuviese por ejemplo $10\frac{1}{2}$ pies, se dividirán los 15600 pies por $10\frac{1}{2}$, y resultarian $1485\frac{15}{21}$ estadales de á $10\frac{1}{2}$ (*).

(*) El lector debe generalizar estas cuestiones, y estar

Cuestion 8.ª *Un agrimensor tiene la cuerda con que mide dividida en estadales de á $10\frac{1}{2}$ pies de lado: pasa á medir á un pueblo en el que los estadales son de á 10 pies, mide con su cuerda, y halla* 5360 *estadales cuadrados de á $10\frac{1}{2}$ pies de lado, ¿cuántos de á 10 pies componen?*

Cuádrense los números 10 y $10\frac{1}{2}$ (130. 13.ª). Es claro que si la heredad medida contenia 5360 estadales de á $10\frac{1}{2}$ pies contendrá mas de á 10 pies: luego se dirá (87) 100 cuadrado de 10 : $\frac{441}{4}$ cuadrado de $10\frac{1}{2}$ :: 5360 : á lo que resulte, que se hallará multiplicando $\frac{441}{4}$ por 5360, y partiendo el producto por 100 (85), dará $5909\frac{16}{40}$ estadales de á 10 pies que contienen los 5360 de á $10\frac{1}{2}$.

Cuestion 9.ª 6200 *estadales cuadrados de á* 10 *pies, ¿cuántos de marco real ó de á* 12 *pies hacen?*

Cuádrense 10 y 12, y como los 6200 estadales de á 10 pies han de componer menos de á 12, diremos 144 cuadrado de 12 : 100 cuadrado de 10 :: 6200 estadales : $\dfrac{100 \times 6200}{144} = 4305\frac{80}{144}$ estadales de marco.

Cuestion 10. *Un agrimensor quiere saber* 9600 *estadales cuadrados de $10\frac{1}{2}$ pies, ¿cuántas fanegas de* 400 *estadales de marco real ó de á* 12 *pies componen?*

Cuadrando 12 y $10\frac{1}{2}$ diremos como en la anterior 144 : $\frac{441}{4}$ :: 9600 : á lo que resulte, que hechas las operaciones correspondientes es 7350 estadales de marco real; y como cada fanega contiene, segun la cuestion, 400 de estos, dividiremos 7350 por 400, y el cociente 18 son las fanegas que contienen

persuadido de que en lugar de estas cantidades puede sustituir otras cualesquiera, cuidando mucho de que cuando tenga que resolver alguna cuestion busque el ejemplo semejante á aquel de que se trate para que le sirva de guia, y no otro que no tenga nada que ver con el que desea resolver.

los 9600 estadales de á $10\frac{1}{2}$ pies, ó los 7550 de á 12, y sobran 15 estadales de marco.

Cuestion 11. *Sabiendo que por una soga de forrage de á 8 varas de lado ó 64 varas cuadradas se pagan 16 rs., se pregunta, ¿cuántos reales se deberán pagar por una soga de á 10 varas de lado ó 100 cuadradas?*

Formaremos una proporcion que diga 64 varas cuadradas : 100 varas cuadradas : : 16 precio de las primeras : precio de las segundas, que será 25 reales, valor del forrage de la soga de á 10 pies de lado.

Cuestion 12. *Un coronel de caballería contrata para dar forrage una tierra de 6 fanegas de marco real haciendo el ajuste por quintales. El dueño de la tierra no sabe cuánto ha de pedir, por ser uso del pueblo vender el forrage por sogas de á 8 varas á razon de 15 rs. cada soga y no por peso.*

Para esto hará segar una soga de 8 varas de lado ó 64 cuadradas en parage en que ni sea el mejor ni el peor de la suerte: pesará los quintales que salgan, y sean por ejemplo 5 quintales: como por cada soga se dán 15 reales, partiendo estos por 5 serán tres reales el valor del quintal. Reduzca á sogas las seis fanegas multiplicando estas por 144 (137. 3.º), y tendrá 864 sogas, que á 5 quintales cada una darán multiplicando 4320 quintales de forrage, y como cada uno vale á 3 reales, multiplicando, saldrán 12960 reales, valor de las 6 fanegas.

Cuestion 13. *Reducir 648 varas castellanas á metros.*

Búsquese en la tabla V en los números proporcionales, y se verá que 1000 varas equivalen á 8359 metros: formaremos la proporcion 1000 : 8359 : : 648 : x, y resolviéndola se tendrán 5416,632, es decir, 5416 metros y 632 milésimas partes de metro (*).

(*) Tambien pueden resolverse todas las cuestiones

Cuestion 14. *Convertir 725 metros en varas.*

Con los mismos números de la cuestion anterior formaremos la proporcion 8359 : 1000 : : 725 : x, y se resolverá.

Cuestion 15. *¿413 arrobas cuántos kilógramos hacen?*

Buscando los números proporcionales en la tabla V hallaremos que 10000 arrobas equivalen á 115125 kilógramos, y formaremos la proporcion 10000 : 115125 : : 413 : x, y saldrán 4754,6625 kilómetros.

Cuestion 16. *¿3208 hectógramos cuántas libras son?*

Por la tabla se ve que 1000 libras=4605 hectógramos; luego diremos: 4605 : 1000 : : 3208 : x, y se sacará.

Cuestion 17. *Reducir 128 fanegas cuadradas á áreas.*

La tabla nos dá 1000 fanegas = 64395 áreas: resultará la proporcion 1000 : 64395 : : 128 : x, que se hallará.

Cuestion 18. *¿1254 áreas cuántas fanegas cuadradas?*

Ahora diremos: 64395 : 1000 : : 1254 : x, &c.

Cuestion 19. *Convertir 800 varas cuadradas en centímetros cuadrados.*

Como segun la tabla 100 varas cuadradas=6972 centímetros cuadrados, formaremos la proporcion 100 : 6972 : : 800 : x.

Cuestion 20. 2740 *metros cuadrados ¿cuántos estadales cuadrados?*

En la tabla vemos que 1000 estadales cuadrados = 11179 metros cuadrados, por consiguiente tendremos 11179 : 1000 : : 2740 : x.

Con la misma facilidad se harán las demás reducciones.

de reduccion por las tablas VIII y IX, segun queda esplicado (101).

Cuestion 21. *Reducir 428 metros á decímetros, centímetros y milímetros.*

Será 428 metros = 4280 decímetros = 42800 centímetros = 428000 milímetros.

Cuestion 22. *Reducir 2375428 milímetros á metros, decámetros, hectómetros y kilómetros.*

2375428 milímetros=2375,428 metros, es decir, 2375 metros y 428 milésimos de otro.

2375428 milímetros=237,5428 decámetros, esto es, 237 decámetros y 5428 diezmilésimos de otro.

2375428 milímetros = 23,75428 hectómetros ó 23 hectómetros y 75428 cienmilésimos de otro.

2375428 milímetros=2,375428 kilómetros, es decir, 2 kilómetros y 375428 millonésimos de otro.

De suerte que los 2375428 milímetros = 2 kilómetros + 3 hectómetros + 7 decámetros+5 metros + 428 milímetros.

Del mismo modo hallaremos que 642875 centímetros=6 kilómetros + 4 hectómetros + 2 decámetros + 8 metros + 75 centímetros.

Lo mismo se ejecutará con los litros, gramos y áreas.

Cuestion 23. *Reducir 48 kilógramos, 7 hectógramos, 2 decágramos y 8 gramos á gramos.*

Será 48728 gramos.

Del mismo modo 120 kilólitros, 9 hectólitros, 6 decálitros y 8,4 litros = 120968,4 litros.

Cuestion 24. *Hallar la diferencia que hay entre la décima parte de un metro cuadrado y el cuadrado de un decímetro.*

Sería un error muy grave confundir lo uno con lo otro, pues un décimo de metro cuadrado es la décima parte de la superficie que comprende el cuadrado que tiene de lado un metro, y un decímetro cuadrado espresaria la superficie del pequeño cuadrado construido sobre un decímetro. El primero valdria 0,1 de la superficie del metro cuadrado; el segundo solo 0,01 de la misma superficie.

Por igual razon la centésima parte de un metro cuadrado será 0,01, y el cuadrado de un centímetro no será mas que 0,0001.

140. Puesto en estado el agrimensor por medio de las anteriores cuestiones de reducir, sea la que quiera, la medida que use á la que esté en práctica en el pueblo en que haga sus operaciones, pasemos á manifestar los instrumentos con que se ejecutan estas.

De los instrumentos necesarios para la medicion de los terrenos.

141. Estos instrumentos son la *cuerda ó cadena*, *las estacas ó agujas*, *los jalones*, *el aplomo ó perpendículo*, *y el cartabon ó escuadra de agrimensor*.

142. La *cadena* A está formada de alambre grue- 43
so de hierro, y cada eslabon suele tener uno ó medio pie, ó ser de 1 ó 2 decímetros de longitud: de 10 en 10 eslabones, llevan una medallita de laton ú otra señal cualquiera para poder contar con facilidad la distancia medida. Lo largo de la cadena es arbitrario; las hay de 25, 50, ó 100 pies, de 10 ó 20 metros, segun el objeto á que se destinan.

Deben preferirse aquellas cadenas que entre eslabon y eslabon tienen una ó dos sortijas, ó anillos circulares, porque son menos propensas á enredarse que las que tienen los eslabones solos.

143. La *cuerda* puede ser de cáñamo ó esparto anudada de 10 en 10 unidades para poder contar con facilidad, y de una longitud de 50 ó mas. Sirve lo mismo que la cadena; pero tiene dos defectos, que se deben tener muy presentes: 1.º que segun la fuerza con que se tire de ella alargará mas ó menos: 2.º que con la humedad se contrae ó acorta, y con la sequedad se alarga, y no será mucho que, si durante la medida con ella llueve ó se pasa por un terreno húmedo, acorte en cada 50 varas 4 ó 5 pies, y á veces mas, segun la cla-

se de torcido y el grado de humedad que haya tomado (*).

144. Otros usan de un *compás* grande, el que abren ó cierran segun las medidas que corren en el pueblo en que hacen uso de él, y le van pasando á lo largo de la distancia que quieren medir; pero tiene los inconvenientes de ser fácil equivocarse en la cuenta de las veces que se pasa y difícil de ajustarle á la línea recta que se mide; que sus puntas unas veces caen en honduras, otras en algunas prominencias, otras sobre una piedra, y resbalándose alargan ó acortan la distancia; que se abre ó cierra con su propio peso al voltearle, todo lo cual dá poca exactitud á sus medidas.

145. Tambien se suelen usar unos *listones* ó *estadales* de madera cabeceados de hierro ó laton, de 10 o 12 pies de largo, y divididos en pies, pulgadas y líneas, los que se van poniendo uno al estremo del otro bien en línea recta, y esta medida es bastante exacta, pero incómoda en distancias muy largas ó que el terreno es muy desigual, y así solo se aplica para medir solares ó terrenos de poca estension y mucho valor.

48 146. Las *estacas* ó piquetes son unos listones como BC, redondos, de $1\frac{1}{2}$ á 3 pies de largo, de madera fuerte, guarnecidos con cabezas y puntas de hierro, aunque esto no es indispensable (**). Algunos usan de unas varillas de hierro como DE en lugar de estacas, y las llaman *agujas;* estas suelen tener una sortija ó anillo en su cabeza para llevarlas con mas comodidad, y en el que se pone un pedazo de paño de color para que se distingan cuan-

(*) Este defecto puede corregirse en algun modo preparando la cuerda, lo que se hace metiéndola en aceite hirviendo un rato hasta que se impregne bien, y encerándola despues con cera comun; pero en este caso se hace mas elástica y alarga mas cuando se la pone tirante.

(**) Cuando no están las puntas guarnecidas de hierro se tuestan al fuego para que se endurezcan.

do se trabaja en un campo cubierto de yerba alta y no se pierdan.

Sirven las estacas ó agujas para clavarlas por medio de un mazo en el suelo en el punto en que acabó una cadena y que empezó otra. En algunos casos en que el terreno es duro no se clavan, sino que se hace una raya donde acabó la cadena, dejando al lado la estaca ó aguja para la cuenta.

147. Los *jalones* son unos listones como FG de 48
madera bien derechos de $1\frac{1}{2}$ á 2 pulgadas en cuadro de grueso, y de 6 ó mas pies de largo, con punta y cabeza guarnecida de hierro, aunque no siempre. Sirven para colocarlos de trecho en trecho en las distancias que hay que medir, para que marquen la direccion del medidor, para que este vaya derechamente de un punto á otro, pues todo lo que tuerza á derecha ó izquierda, hará defectuosa la medida. Cuando se colocan muy distantes se los pone en la cabeza una banderola de colores, ó un pliego de papel ó un sombrero que los haga mas perceptibles á la vista. Para colocar los jalones bien perpendiculares se hace uso del *aplomo*, que consiste en un pedazo de metal ú otra cosa pesada pendiente de una cuerda: aplicando esta á lo largo del jalon se conoce si está inclinado este.

148. El *cartabon* ó *escuadra de agrimensor* es 49
un círculo ABCD, comunmente de madera dura y poco viciosa, de unas 6 á 10 pulgadas de diámetro, y el correspondiente grueso para que no se tuerza. Atraviesan su superficie superior dos diámetros que se encuentran perpendicularmente en el centro del instrumento, y profundizados con una sierra fina, de modo que las visuales dirigidas por las dos hendiduras AC y BD son exactamente perpendiculares una á otra.

149. De mejor uso son los cartabones de bronce, en cuyo caso en lugar de los cortes de sierra tienen cuatro *pínulas* M, N, P, Q, bien aseguradas, colocadas muy perpendicularmente á la superficie

del círculo de bronce, y horadadas por unas ranuras ó hendiduras dispuestas de modo que llevan una cerda en el medio que vienen á coincidir exactamente con los estremos de los dos diámetros perpendiculares MP y NQ, de modo que mirando por las hendiduras N y Q resulta una visual NQ exactamente perpendicular á otra visual MP que pase por las otras pínulas M y P, y cuyas cerdas coinciden con el objeto alineado.

150. Sea el cartabon de madera ó metal, lleva en su plano inferior una entrada ó agujero, por medio del cual se le ajusta cuando se va á usar un *baston* ó *chuzo* E de punta herrada para poderle clavar en el terreno. En lugar de baston usan algunos de un armazon R de tres pies, que se abre ó cierra por medio de unos tornillos, y que es mas seguro y cómodo que el chuzo. De cualquiera de estos que se use, el cartabon debe quedar á la altura del pecho del que le ha de usar, y con libertad para poder dar vueltas sobre el baston ó pie, para lo que el agujero en que entra este debe ser holgado, y armado de un tornillo X para sujetar y fijar el cartabon cuando convenga.

151. Fácil cosa es á un agrimensor el hacerse un buen cartabon de madera; para esto escogerá una tabla de 8 pulgadas en cuadro de ébano, granadillo, peral ó nogal, bien seca, sin nudos, y de una pulgada de grueso. Despues de alisada ó acepillada por sus caras, trazará en la superior un círculo lo mayor posible y con toda escrupulosidad; tirará un diámetro en la direccion que mas le agrade, y levantará una perpendicular á este diámetro en el punto del centro (129. 5.ª). Para comprobar si este segundo diámetro es exactamente perpendicular al que tiró antes, en lo que consiste la bondad del instrumento, medirá con un compás las 4 partes de circunferencia en que quedó esta dividida, y estará bien siempre que halle que son exactamente iguales sin ninguna diferencia, pues

si no hace caso de alguna desigualdad por pequeña, debe advertir que el grueso de un cabello en que discrepen estas partes dará luego errores de muchas varas en el terreno. Con una sierra fina, derecha y bien armada, hará un corte de media pulgada de profundo en cada diámetro, cuidando de que el corte de la sierra no se desvie del diámetro ni tuerza. Por último, pegará en la cara inferior del cartabon un tarugo con un agujero en que entre el baston, todo ello puesto á escuadra y bien en el centro. Si el cartabon se quiere redondo se cortará todo lo que sobre fuera del círculo; pero como los diámetros estén bien perpendiculares, poco importa que sea cuadrado ó circular.

152. Para probar la bondad de un cartabon, ya se haya hecho, ya se trate de comprar, se llevará á un terreno llano, y se colocará en su baston, clavándolo en el suelo bien á plomo, y mirando por la aserradura BD se hará fijar exactamente en esta direccion y á mucha distancia un jalon F, y mirando por el otro corte AC se pondrá otro jalon G, tambien lo mas distante posible: dése vuelta al cartabon sobre su baston sin mover este hasta que por la aserradura AC se vea el jalon F, y si mirando por la otra se ve el G está bien hecho el cartabon, sino no vale nada. Téngase presente que muchas veces es el cartabon malo no por defecto de las ranuras, sino del agujero en que entra el pie, y que debe estar bien en el centro.

Aplicacion de estos instrumentos á la medida de los terrenos.

153. Antes de entrar en la práctica y uso de los instrumentos esplicados á la medida de los terrenos, haremos las siguientes observaciones: todo agrimensor debe ir provisto de lapiz ó tintero y papel, para espresar en él todo lo que va ejecutando, representando por líneas las bases, perpendi-

culares, triángulos, segmentos que trace en el terreno, con indicacion de los estadales, varas, pies ó metros que tiene cada cosa, pues no se puede fiar á la memoria. Estos borradores los debe luego trasladar á un libro ó cuaderno con toda claridad, para poder en cualquier tiempo dar razon de las operaciones que efectuó y los resultados que obtuvo, espresando el dia en que las hizo, por encargo de quién, con qué objetos, á quién pertenecia la posesion, &c. Agrimensores hay que, por no tomar estas precauciones, si al poco tiempo de haber hecho la operacion se les pregunta alguna cosa sobre ella, no saben dar razon, y de aquí los litigios y enredos. Pasemos á la práctica.

50 Cuestion 1.ª *Trazar una línea recta en el terreno conocida una parte AB.*

Póngase en A un piquete ó jalon lo mas perpendicular que se pueda al terreno, y en el estremo B otro con las mismas circunstancias. Dénse despues otros dos ó tres jalones al ayudante ó peon que debe llevar el agrimensor, y mándesele clavar uno á distancia de 40 ó 50 pasos de B, de tal modo que aplicando el agrimensor el ojo á la derecha y á la izquierda del jalon A (*), no vea sobresalir el piquete C ni por la derecha ni por la izquierda de B. Siga adelante el peon, y á otros 40 ó 50 pasos coloque otro jalon D con las mismas precauciones, y así se continuará la línea cuanto acomode.

Mas si el terreno fuese quebrado, ó que formase altos y bajos, de modo que el agrimensor puesto en A no pudiese ver todos los jalones que co-

51 (*) Hay quien mira por detrás del jalon, y como las visuales A*b* y A*d* que pasan por los lados van separándose, hacen que aunque el jalon se coloque mas á la derecha ó á la izquierda del punto C, donde debe estar, por ejemplo en N, les parece que está bien, lo que no sucederia mirando por el lado B y luego por D.

loca el peon por írselos ocultando las desigualdades del suelo, se procederá del modo siguiente. Puestos los dos jalones A y B en la direccion que se quiere dar á la línea, y colocado el jalon C como hemos dicho, supongamos que desde A no se vé el punto en que se ha de fijar el jalon que siga á C; entonces se trasladará el agrimensor á B, y por medio de los jalones B y C ya podrá colocar el D: pasando en seguida á C. ya por este y el D podrá poner otro, y así continuará; advirtiendo que si el terreno es muy desigual tendrá que poner los jalones muy próximos unos á otros, cuidando siempre que tenga dos jalones fijos para por ellos colocar el que siga.

Cuestion 2.ª *Medir con cadena ó cuerda una* 52
distancia.

Esta puede ser de dos maneras, en terreno llano ó en cuesta. Caso 1.º Sea la distancia AE en terreno llano. Si los estremos de esta no están determinados por algunos objetos, como árbol, piedra ú otro cuerpo pequeño (*), se colocarán jalones en ellos, y será muy conveniente, si la distancia es larga, poner algunos otros jalones intermedios. Despues, tomando el peon la cadena ó cuerda de un estremo, y el agrimensor de otro, irá andando el primero dirigiéndose lo mas derecho que pueda al jalon E, pues todo lo que tuerza á un lado ó á otro es en perjuicio de la exactitud de la medida. El agrimensor se mantendrá firme en A hasta que el peon haya andado todo lo que dé de sí la

(*) Algunos toman por estremo de una base una casa, un cerro, un puente, de donde resulta que no teniendo un objeto pequeño y determinado á quien dirigirse, va la base haciendo una Z á cada cadena ó cuerda que se pone. Cuando sea preciso usar de un objeto grande téngase á lo menos cuidado de ir dirigido siempre á un mismo punto, por ejemplo, á una determinada esquina, veleta, chimenea, etc., si es edificio.

cadena, y poniendo esta lo mas tirante que se pueda, evitando que quede enredada en algun matorral ó piedra, la dará cuatro ó cinco sacudidas para que se ajuste bien al terreno; en seguida clavará el peon una estaca ó aguja de las que debe llevar en el punto á que llegó el estremo de la cadena. Seguirá luego andando dirigiéndose hácia E, y tirando de la cadena hasta que el agrimensor que lleva el otro estremo llegue al punto en que clavó la estaca; entonces, tendiendo la cadena con las mismas precauciones, clavará el peon otra estaca en el punto á que llegue el estremo de la cadena, repitiendo la operacion todas las veces que sea necesario hasta clavar la última estaca en el punto E ó cerca de él. Contando despues las estacas clavadas, que sean por ejemplo 8, y multiplicando este número por el de pies, varas, metros ó estadales de la cuerda ó cadena, que sean por ejemplo 50 pies, se tendrán 400 pies, á los que se agregará, si le hay, el espacio que faltase á la última cadena para llegar al punto E, cuyo trecho se medirá con la misma cadena viendo cuántos pies incluye la parte que quepa en dicho espacio.

Cuando al llevar la cuerda ó cadena haya que salvar una hondonada ó arroyo, se pondrá aquella lo mas tirante posible, y si se pandea mucho se sostendrá con algunos jalones ú horquillas, pues todo lo que pandee será error en la medida.

Caso 2.° Que la distancia por medir esté en cuesta. Para esto debe tener el agrimensor una cadena que no sea mayor de 50 pies, preparada del
47 modo siguiente. Sea la cadena AB: desde el estremo A cuéntense cuatro eslabones ó pies hasta C; átese en A y C un hilo ó cordoncillo de cinco pies de largo, poniendo en su medio D un aplomito para que tome la forma que se ve ADC, cuyos dos lados AD y DC deben ser perfectamente iguales. Del punto medio H de la AC, cuélguese otro aplomo HY.

Sea la cuesta MN la que se quiere medir. Colocado el agrimensor junto al jalon *Ma*, hará que el peon tienda la cadena hácia N, y supongamos que llegue á *b*: manteniéndola el peon por este estremo bien tirante, irá levantando el agrimensor el otro estremo *a* á lo largo del jalon M*a* hasta que el aplomo *hy* coincida con el punto *d*. Manteniendo la cadena en esta posicion *ab* bien tirante clavará el peon otro jalon en *b*, adonde se trasladará el agrimensor para repetir desde *b* á N la misma operacion. Lo interesante que es el medir la distancia MN como hemos hecho, esto es, horizontalmente, y no aplicando la cadena sobre el terreno, se verá en los párrafos (167 y 219).

Cuestion 3.ª *Dada una recta AB en el terreno levantarla una perpendicular en el punto D.* 53

Colóquese el cartabon en este punto D de modo que la visual dirigida por la hendidura *ab* coincida con la línea dada AB, y dirigiendo por la otra hendidura *df* otra visual *d*F se hará poner un jalon en cualquier punto F de ella, y la línea FD es la perpendicular pedida.

Cuestion 4. *Dado un punto F fuera de una recta AB bajar á ella una perpendicular en el terreno.* 53

Puesto el cartabon de modo que la visual dirigida por la hendidura *ab* se ajuste con la línea dada, váyase corriendo el cartabon en esta situacion á lo largo de la AB hasta que la visual dirigida por *dc* corresponda al punto F, y esta visual es la perpendicular pedida; aunque esta cuestion no pasa de ser un tanteo, con poca práctica que se tenga se hará con mucha facilidad.

Cuestion 5.ª *Tirar una paralela á una línea AB dada en el terreno.*

Sea el punto C por el que se quiere tirar la paralela pedida: bájese desde C una perpendicular á la AB (cuestion anterior), y trasládese el cartabon á C de modo que una de las hendiduras convenga 54 con CA, y la visual CD dirigida por la otra hendidura es la paralela pedida.

Cuestion 6.ª *Medir un terreno que no tenga mucha estension.*

Véase antes su configuracion recorriendo toda la heredad, y clavando piquetes en todos aquellos puntos en que las lindes muden de direccion. La figura que resulte será indispensablemente un triángulo, paralelógramo, trapecio, trapezoide ó polígono (110-115); por consiguiente para su medida haremos lo dicho en las cuestiones (150). Midiendo las bases con la cadena con la posible escrupulosidad, y levantando con el cartabon las perpendiculares ó alturas que sean precisas, y que se medirán del mismo modo.

Hay agrimensores que miden todos los terrenos dividiéndolos en triángulos con aumento, en muchos casos, de trabajo, pérdida de tiempo y menor
64 exactitud. Hay heredades en que se pueden evitar estos inconvenientes. Sea la tierra ABCDE la que se quiere medir. Recorrida de antemano se verá cuál es la mayor figura, sea triángulo, rectángulo ó trapecio, que se pueda trazar en ella, y que toque en lo posible á las lindes, y veremos que imaginando el gran rectángulo DCHL que se mide fácilmente, nos quedan á un lado el triángulo DEL y al otro el trapecio HABY, que medidos y sumados los tres resultados nos dará la superficie total de la tierra mas pronto y mejor que si la hubiéramos dividido en triángulos. Como las lindes rara vez están en línea recta, debe cuidar mucho el agrimensor de poner jalones en toda entrada ó salida de consideracion, pues cuantos mas de estos puntos determine, tanto mas exacta le resultará la medida. Despues de hecha la de las grandes porciones de lo interior, medirá con todo cuidado los segmentos ó porciones irregulares que quedan en los linderos para añadirlos ó rebajarlos (segun sean salientes ó entrantes) á la superficie total. Algunos

gradúan á ojo estas porciones dándoles las fanegas ó estadales que les parece, de donde resultan mil errores. El agrimensor nada debe hacer á ojo, sino á medida. Otros desprecian estas entradas y salidias y mirando la tierra como un polígono rectilíneo, en lo que no van mas acertados que los anteriores.

Si el terreno por medir fuese solar de una casa, huerta, jardin, &c., como en estos parages aun una pequeña parte tiene mucho valor, se usará en lugar de cuerda ó cadena de estadales de madera de 2 ó 3 varas de largo, divididos en pies, pulgadas y cuartos de pulgada, en cuyo caso son precisos dos peones. Pone el 1.° su estadal donde debe empezar la medida, y despues que el agrimensor ve si está bien dirigida al otro estremo, pone el 2.° peon su estadal encabezando con el ya puesto y con las mismas precauciones. Pasa el primero su estadal delante del segundo, y así van adelantando la medida, apuntando el agrimensor el número de veces que se ponga el estadal.

Cuestion 7.ª *Medir un terreno de bastante esten-* 55
sion, como una dehesa, &c.

Sea la figura ACDEFG, &c. la heredad que se ha de medir. El agrimensor la recorrerá antes varias veces, enterándose por menor de los amojonamientos ó cotos, de las entradas y salidas de las lindes, colocando en cada una de ellas un jalon, si no hay algun objeto que la distinga, como árbol, piedra, &c., haciendo de todo un borrador. Despues trazará en el terreno que halle mas á propósito una línea AB que le sirve de base, la que marcará con dos piquetes ó jalones, y si estos no se viesen bien por la distancia se colocará en ellos un sombrero, papel ú otro objeto que los haga mas perceptibles.

Hecho esto se tomará el cartabon, y se bajará á la AB una perpendicular (4.°) desde C, y se medirán las líneas AO y OC apuntando su valor en el borrador. Desde N se bajará otra perpendicular NP, la que se medirá, como tambien la OP. Hágase lo mismo desde D midiendo las distancias PQ y QD. Y así se continuará bajando por uno y otro lado perpendiculares desde cada punto notable de la linde á la línea AB, y supongamos que de todas estas medidas resultaren los valores de la adjunta tabla, que son estadales.

Ptes. de AB.		Perpendiculares.	
AO...	80	OC...	200
OP...	40	PN...	320
PQ...	100	QD...	150
QR...	110	RM...	320
RS...	40	SE...	500
ST...	100	TL...	200
TV...	200	VF...	270
VX...	60	XI...	200
XY...	100	GY...	400
YB...	200	HY...	120
		UZ...	50

El espacio AOC se puede considerar como un triángulo cuya base AO vale 80 estadales y la altura OC 200, con que multiplicando 40, mitad de AO, por 200 (130. 2.ª) resultarán 8000 estadales cuadrados, que es la superficie de AOC. La porcion APN es otro triángulo cuya base es AO + OP, esto es 80 + 40, que son 120 estadales, y la altura PN 320; luego multiplicando 60, mitad de 120, por 320, resultan 19200 estadales cuadrados. El espacio OQDC es un trapecio cuyas bases paralelas son OC de 200 estadales y QD de 150, y la altura OQ es OP + PQ, que valen 140 estadales, luego (130. 3.ª) sumando 200 y 150 serán 350, cuya mitad 175 multiplicada por 140 resultan 24500 estadales cuadrados, que es la superficie del trapecio OCQD. La porcion PRMN es un rectángulo; luego multiplicando PN, que vale 320, por PR, que vale PQ + QR, esto es, 100 + 110, ó 210 estadales, resultan 67200 estadales superficiales. Así se continuará hasta la porcion BYGH, la que por su irregularidad habrá que medir de dos veces, considerándola como dos triángulos BYH y HGZ, cuya altura UZ habrá que hallar, y sea de 50 estadales, y hallaremos los valores puestos en la adjunta tabla. Sumando todas estas medidas parciales resultan 474150 estadales cuadrados, que se reducirán á fanegas (139. 4.ª).

Parte superior.	
AOC.......	8000
COQD.....	24500
DQSE.....	48750
ESVF.....	115500
FVGY.....	53600
HYB.......	12000
HZG.......	7000
Suma.	269350

Parte inferior.	
APN.......	19200
PRMN.....	67200
MRTL.....	36400
TLIX.....	52000
XYB......	30000
Suma.	204800

Total.	269350
	204800
	474150

En las medidas que se hacen para ventas y arrendamientos se incluye en ellas la mitad del ancho de las lindes, pero cuando es para siega no se cuenta mas que lo meramente sembrado.

56 Cuestion 8.ª *Hallar por medio del cartabon la superficie de un terreno irregular ABCDE de poca estension en el que no puede entrar el agrimensor, como es una posesion cercada, caserío, laguna, campo crecido, monte, &c.*

Elijase un lado cualquiera AB, el que se prolongará con piquetes por uno y otro lado. Bájense desde los puntos mas salientes E y C las perpendiculares CF y EG, y mídase la GF. Prolónguese la FC hasta que se pueda bajar á esta una perpendicular DH desde el punto mas saliente D, y mídase la FH. Prolónguese las GE y HD hasta que se encuentren en Y, y que concluirán el rectángulo FHYG, cuya superficie se hallará multiplicando el número de estadales que tuvo GF, que sean 200, por los que tuvo FH, que sean 700, y resultará 140000 estadales cuadrados. Para tener la superficie pedida de la figura ABCDE se irán midiendo los espacios Z, S, T, U, observando su configuracion: Z se puede mirar como un trapecio cuyas bases son AZ y GE, y su altura AG: S como un triángulo cuya base es EY y su altura YD: T como otro triángulo que tiene por base QH y por altura HD; y en fin, U como un rectángulo. Midiéndolos segun lo dicho (130), y suponiendo que Z valga 18000 estadales cuadrados, S 4000, T 20600 y U 15300, sumadas estas cantidades dán 57900 estadales, que restados de los 140000 que tenia FHYG, restan 82100 estadales cuadrados, que es la superficie de ABCDE.

Cuestion 9.ª *Hallar con el ausilio del cartabon la superficie de un terreno irregular de mucha estension, y en el que no se puede entrar ó no se pueden hacer medidas en su interior por estar pantanoso, poblado de bosque, desigual, ó ser una poblacion.*

Para resolver esta cuestion es preciso acudir á la 4.ª (157) del capítulo siguiente, en que se van á dar reglas para su resolucion.

CAPITULO VII.

De la medida de los terrenos por medio de planos, y del modo de levantar y dibujar el de una heredad.

154. *Levantar el plano de un terreno* es formar en el papel una figura semejante á la de aquel. Para que esta figura sea semejante al terreno es necesario que los ángulos de este sean iguales á los que se formen en el papel, y que los lados sean proporcionales, es decir, que si un lado tiene 60 estadales en el terreno, y otro 40, las dos líneas que representen estos lados en el plano sean una a otra como 60 á 40, de modo que si la primera tiene 6 pulgadas de largo, la segunda tenga 4.

Dos razones deben obligar al agrimensor ó propietario á saber levantar un plano: 1.ª el practicar por este medio la medida de ciertos terrenos que de otro modo sería muy difícil ó tal vez imposible: 2.ª el que teniendo el dibujo de una heredad es muy fácil hallar sus lindes en el caso de que el tiempo ó la mala fé las hubiesen borrado; así es que á toda escritura de pertenencia de una heredad debia acompañar un plano detallado de los objetos que incluía en sí, igualmente que los que la rodeaban.

Muchos son los métodos que se usan para levantar un plano, de los cuales pondremos solo los mas sencillos, usuales y acomodados á los conocimientos dados hasta aquí, y que deben suponerse en un agrimensor.

155. 1.º Como en un pliego de papel se han de dibujar objetos que en el terreno ocupan muchos estadales, se ha convenido hacer uso en el papel de una línea A'B', mas ó menos larga, segun el 58
tamaño del plano, dividida en pequeñas partes iguales, cada una de las cuales representa una vara, estadal ú otra medida de que se haya usado en el terreno. Esta línea así dividida se llama, como ya hemos dicho en otro lugar (129 cuestion 12 y 13), *escala* ó *pitipie*, y es el fundamento y base principal de todo plano, de modo que un plano hecho sin escala es un objeto inútil y digno de toda desconfianza, pues solo por medio de aquella se pueden tener las posiciones y distancias de los respectivos objetos que se hallan en él, y cuyas situaciones deben ser enteramente semejantes á las que tiene en el terreno.

2.º No es posible dar una regla general acerca de la magnitud que se ha de dar á la línea que ha de servirnos de escala, dependiendo de la estension mas ó menos grande del terreno que se va á representar y del tamaño del papel en que se ha de hacer el dibujo. Si este ha de comprender un jardin, huerta ó edificio, se hará la escala bastante grande para que se puedan espresar los compartimientos, habitaciones, grueso de muros, &c. Si el plano hubiese de abrazar una gran posesion la escala se hará mas reducida, computando prudencialmente el agrimensor el grandor que deba darla para que el dibujo quepa en el pliego de papel que piensa emplear. Si el plano hubiese de comprender el término de un pueblo ó un pais tan dilatado que fuese preciso levantarle por partes ó trozos separados, á todos estos planos parciales se los sujetará á una misma escala para facilitar la union ó enlace de todos ellos al formar el plano total.

3.° De la importancia de la escala se deduce lo muy necesario que será medir la base ó línea fundamental del plano con toda la escrupulosidad posible, no limitándose á hacerlo una sola vez, sino muchas, para ver si los resultados concuerdan, pues como del tamaño de la base se han de deducir la escala y las demás distancias de los objetos comprendidos en el plano, este saldrá imperfecto si en la medida de la base no ha habido la competente exactitud. Para que esta base sea buena, debe tener tres circunstancias: 1.ª Que sea lo mas larga posible, pues de dos planos de una misma posesion levantados con igual esmero, pero el uno sobre una base de 100 estadales, y el otro de 200, se puede asegurar que este segundo será mas exacto que el primero. 2.ª Que esta base se establezca ó ponga en la parte del terreno mas llana, y en que se pueda medir con mas escrupulosidad. 3.ª Que desde dicha base se descubra el mayor número posible de los objetos que se quieren incluir en el plano.

156. El agrimensor que se dedique á levantar planos debe empezar ensayándose en terrenos de corta estension, pues si quiere emprender esta operacion en heredades muy estensas sin tener práctica se espone á trabajar mucho y cometer graves errores, y tal vez á no salir con su objeto.

Cuando tenga que levantar el plano de una posesion, la primera é indispensable diligencia es tomar una idea lo mas exacta posible del terreno que se va á representar, haciéndose bien el cargo de todos sus accidentes, objetos que hay en él, direccion de los caminos, arroyos, canales, &c. Para conseguir esto debe el agrimensor fijarse en lo alto de una torre, cerro ú otro objeto elevado desde el cual descubra lo mejor posible la estension que quiere levantar, haciéndose acompañar de sugetos prácticos que le dén los nombres de los pueblos, caseríos, molinos, &c. que están comprendidos en ella, los que representará en un borrador ó cróquis que irá dibujando á ojo, y en el que pondrá los nombres de todas estas cosas, procurando imitar en lo posible la configuracion y situacion que tienen. Este borrador saldrá sin duda con algunas irregularidades, pero es de absoluta necesidad para el buen resultado de las operaciones que se hacen despues, y por medio de las cuales se corregirán los defectos cometidos por la vista. Si no hubiese parage elevado desde el cual se descubra el terreno cuyo plano se quiere levantar, se suplirá esto recorriéndole en sus diversas direcciones, siempre en compañía de los prácticos, y formando su borrador. Sería una prueba de ignorancia y poco deseo de salir bien con la empresa el ponerse á sacar el plano de un pais sin conocer los objetos que comprende, su situacion respectiva, sus nombres y demás circunstancias.

157. Cuestion 1.ª *Levantar el plano de un ter-* 57
reno ABCDE con sola la cadena y piquetes.

Recórrase la posesion poniendo jalones en todos los puntos en que se halle un objeto notable, y hágase el bosquejo ó borrador de la configuracion del terreno con sus entradas y salidas. Mídanse luego todos los lados de la figura, apuntando sus valores sobre los respectivos lados del borrador, ó en un libro de memorias. Al mismo tiempo que se van midiendo los lados, tómense á uno y otro lado de cada ángulo un cierto número de estadales, como por ejemplo 20, desde A á *l*, y desde A á *ñ*, é imaginando la línea *lñ* que se llama *abrazadero*, se medirá con toda exactitud, contando los estadales, varas, pies y pulgadas que tenga. Desde B se tomarán otros 20 estadales (*) hasta *n* y otros 20 hasta *m*, y tirando el abrazadero *mn* se medirá del mismo modo, apuntando todas estas medidas en el borrador ó libro: así se continuará hasta volver al punto A, desde donde se empezó, y supongamos que han resultado los valores que se ven en la tabla en estadales.

Lados.		*Abrazaderos.*	est.	var.	ps.
AB.	100	*lñ*..	24.	2	1.
BC.	80	*nm*.	14.	0	2.
CD.	50	*pq*.	25.	1	0.
DE.	110	*qs*..	22.	3	1.
EF.	125	*tz*..	18.	0	0.
FG.	90	*xu*.	26.	2	2.
GH.	50	*ur*.	25.	4	0.
HY.	40	*ro*..	26.	2	1.
YA.	200	*kj*..	30.	1	2.

Tómese despues un pliego de papel bien estirado, y en el que se quiera dibujar el plano, tírese en él una línea mas ó menos grande, segun el tamaño del papel, y dividiéndola en un cierto número de partes, por ejemplo en 100, cada una de ellas representará un estadal del terreno. El primer estedal de la izquierda se dividirá en varas y pies, y se tendrá hecha la escala. En seguida tírese con lapiz una línea *ab*, á la que se darán 100 partes de escala, porque en el terreno tenia 100 estadales, y se borrará lo que sobre. Tómense las *al'* y *bn'* de 20 estadales, y con un radio de 24 estadales, 2 varas, 1 pie de la escala, valor que tenia *lñ* en el terreno, haciendo centro en *l'*, trácese un arco 2, y desde *a* con 20 partes otro arco 3, que cortará al primero en *ñ'*, y tirando la línea *ai* se le darán 200

(*) Bien se puede tomar diferente distancia en cada lado, pero creo que será menos confuso el tomar todas estas partes de igual número de estadales en todos los lados.

partes, es decir, dos veces la escala, porque AY tenia 200 estadales. Desde *i* se tomará *ij* de 20 partes, y desde *j*, con un radio de 30 estadales, 1 vara, 2 pies de escala, se trazará un arco 4, y desde *l* con 20 otro arco 5, que cortará al primero en *k'*, y tirando la *ih* se la darán 40 partes (*).

Así se continuará hasta concluir, resultando en el papel una figura enteramente semejante á la del terreno, la cual se podrá medir en el papel reduciéndola á triángulos (115) y tirando las alturas, las que se medirán tomándolas con el compás, y aplicándolas á la escala para ver las partes ó estadales que comprende. Hallando despues la superficie de cada triángulo (130. 2.ª), y sumando se tendrá la superficie total con tanta ó mas exactitud que si se hubiera hecho la medicion en el terreno.

Cuestion 2.ª *Levantar el plano de un terreno de* 55
bastante estension, pero despejado y no muy desigual, como ACDEFG, &c.

Recorrido el terreno, fijados los piquetes en los recodos, y hecho un borrador de la configuracion, se hará lo dicho en el párrafo 153 en la cuestion 7.ª del capítulo anterior, apuntando los valores de todas las líneas que se midan.

Despues en el papel en que se ha de dibujar el plano se formará una escala como hemos dicho (155). En seguida se tirará con lapiz una línea indefinida *ab* y tomando *ao* de 80 partes de escala, porque la AO tenia 80 estadales, se levantará en O una perpendicular *oc* á la que se darán 200 partes de *o* á *c*. Se tomará luego *op* de 40 partes, y en *p* se levantará una perpendicular *pn*, á que se darán 320 partes por los 320 estadales que tenia. Se hará *pq* de 100 partes levantando la perpendicular *qd* de

(*) Antes de ponerse á ejecutar estas operaciones deberá el agrimensor ejercitarse mucho en practicar las cuestiones del capítulo 5.º, pues si no se hallará muy torpe, y arriesga el éxito de la operacion.

150. Así se continuará hasta concluir. Haciendo pasar despues una línea tortuosa por los estremos ó cabezas de las perpendiculares, se tendrá el plano de la posesion ACDEF, &c., la que si no se ha medido en el terreno se puede medir en el papel con la misma facilidad.

56 Cuestion 3.ª *Levantar el plano de un terreno de poca estension, en el que no se puede entrar, como es un cercado, caserío, pueblo, laguna, monte, &c.*

Hechas en el terreno las operaciones dichas en la cuestion (153. 8.ª), y medidas todas las distancias BA, AG, GE, AZ, ZE, &c., se formará una escala como en la cuestion anterior, y tirando la línea *ba* de tantas partes de escala como estadales tenia AB, se prolongará hasta *g*, haciendo *ag* del tamaño debido, y levantando en *a* una perpendicular *az*, y en *g* otra *ge* de la magnitud que sea necesaria, se tirará *ze*, prolongando la *ge* hasta *y*, y dando á *ey* las partes de escala convenientes se levantará la perpendicular *yd*, y se tirará la *ed*. Continuando con arreglo á la figura del terreno, se irá prosiguiendo el plan hasta su conclusion. Despues se medirá la superficie interior dividiéndola en triángulos ú otras figuras, y midiendo sus bases y alturas con el ausilio de la escala, &c., como en la cuestion anterior.

58 Cuestion 4.ª *Levantar con el ausilio del cartabon el plano de un terreno irregular de mucha estension, y en el que ó no se puede entrar, ó no se pueden hacer medidas en lo interior A por estar pantanoso, poblado de bosque espeso, desigual, ó ser un pueblo.* (153. 9.ª)

Recórrase el terreno con toda detencion: pónganse jalones en todos los puntos mas notables, y hágase un borrador de la configuracion del terreno. Despues tomando el cartabon se fijará el agrimensor en el punto por donde quiera empezar, por ejemplo en B, é imaginará la línea BO, y sobre ella bajará la perpendicular CO desde el punto notable C, midiendo las BO y OC. Fijando el cartabon en C, arreglando la visual con CO, tirará la línea CP, á la que bajando desde el punto notable D la perpendicular DP, medirá CP y PD. Poniendo el cartabon en D, coincidiendo con DP, imaginará la perpendicular DF, que por ser estremo de la linde la prolongará hasta el otro lado F, y suponiendo la perpendicular EQ medirá DQ, QE y QF. En F levantará á la FD la perpendicular FR, á la que bajará otra desde el jalon G, y medirá las FR y RG. En fin, así continuará levantando perpendiculares hasta venir á parar al punto B, donde empezó, como se ve en la figura.

Para trazar el plano, despues de hecha una escala y tirada una línea *bo* en el punto que convenga para que quepa todo el plano en el papel, se dará á *bo* tantas partes de escala como estadales tenga BO. En *o* se levantará la perpendicular *oc*, haciéndola del tamaño que convenga. En *c* la *cp*, en *p* la *pd*, en *d* la *df*, y en el punto conveniente *q* la *qe*, todas arregladas á escala, y así se continuará hasta volver á *b*; despues con el borrador á la vista se dará á los espacios que median entre los puntos *b*, *c*, *d*, *e*, &c. la configuracion que tenian en el terreno con líneas tortuosas.

Dibujado de este modo el plano se irán midiendo los espacios *def*, *frg*, *itj*, *jkl*, &c. Comprendidos entre la linde y las perpendiculares, lo que se consigue con tanta mas facilidad, cuanto en cada uno de estos triángulos es base una perpendicular y altura la otra. El espacio interior se medirá dividiéndolo en rectángulos y trapecios, como se ve en los números 1, 2, 3, 4, &c., y midiendo cada uno de por sí, y sumando todas las superficies, tanto laterales como interiores, se tendrá la superficie total del terreno A.

Si por algun obstáculo de las lindes del terreno no se pudiesen tirar las perpendiculares por lo interior, se tirarán por el lado esterior, en cuyo caso no se medirán las superficies de los triángulos laterales por quedar enteramente fuera de la posesion, y sí solo los espacios interiores, que en este caso saldrán algo mas irregulares.

Si en lo interior de la heredad hubiese algun objeto, como casa, laguna, rio, que se quisiese rebajar de la estension de A, se medirá este objeto del mismo modo, ó del esplicado (153. 8.ª), y el valor que resulte se restará del de la posesion entera.

59 Cuestion 5.ª *Levantar el plano de un terreno por medio de la plancheta.*

La plancheta consiste en una tabla cuadrada ó rectangular de madera fuerte y poco viciosa, de unas dos ó tres cuartas de lado, y sostenida sobre un armazon de tres pies, al que se sujeta con un tornillo para que no dé vueltas cuando convenga que esté fija. Para el uso de la plancheta se necesita una regla gruesa ó *alidada* MN con un anteojo ó dos pínulas en los estremos para dirigir visuales.

Supongamos que se quiere levantar el plano de la posesion ABCDEA: póngase en la plancheta un pliego de papel blanco, sujetándole con un bastidor que suele tener para este fin, y si no pegándole las orillas con engrudo, habiendo humedecido un poco el papel antes de pegarle para que en secándose quede bien estirado. Hecho esto mídase en el terreno una base ó línea AB con la exactitud posible, y pónganse jalones en todos aquellos puntos notables en que falten objetos que los distingan (*). Tírese despues en la plancheta una recta

(*) Si el terreno fuese tal que no se pudiese medir la línea AB, pero que por circunstancias particulares convenga elegirla para base, se puede levantar el plano desde ella siempre que haya proporcion de medir otra cualquiera línea, como por ejemplo la CD, cuya medida nos servirá para la formacion de la escala.

ab, en la que se tomará una parte *ab* de tal tamaño, que teniendo ella tantas partes de escala como estadales tiene AB, pueda caber en el papel todo el plano que se trate de levantar, y póngase en los puntos *a* y *b* unos alfileres ó agujas bien perpendiculares: colóquese la plancheta en el estremo A de la base de modo que el punto *a* venga á caer sobre A, lo que se ve con un plomo colgado de un hilo, y que la visual dirigida por los alfileres *a* y *b* coincida con la línea medida AB. Hecho esto se asegurará la plancheta con el tornillo inferior para que no se mueva, y tomando la alidada, y aplicando su canto al alfiler *a*, se irán dirigiendo por las pínulas visuales á todos los puntos E, D, C, &c. del terreno, tirando con un lapiz en el papel las líneas *ae*, *ad*, *ac*, &c. Para que no se truequen las líneas dirigidas á un objeto con las de otro convendrá escribir al estremo de cada línea el nombre del objeto á que se dirigió la visual.

Trasládese despues la plancheta á B poniéndola de modo que *b* caiga sobre B, y que la línea *ba* convenga con BA, y aplicando el canto de la alidada al alfiler *b* se imaginarán visuales á los mismos puntos E, D, C, &c. que antes, las cuales cortarán á las tiradas desde *a* (*) en los puntos *e*, *d*, *c*, y estos son aquellos en que vienen á caer en el plano los objetos E, D, C, &c.; por consiguiente no queda mas que hacer que dibujar el contorno con arreglo al borrador que siempre se debe tener del terreno cuyo plano se trata de levantar. Despues se medirá la superficie dividiendo la figura *abcd*, &c. en triángulos, y determinando la superficie de cada uno.

Bien se podrá conocer cuán fácil es este modo

(*) Y que iban dirigidas al mismo objeto, porque si se toma el punto en que la visual dirigida á un objeto corta á la dirigida á otro diferente, no será dicho punto el que debe.

de levantar planos por las pocas medidas que hay que tomar en el terreno, y por la sencillez del instrumento, cuya falta pudiera suplirse con una mesa comun bien lisa. Pero para que sus resultados sean bastante exactos para poder fiar de ellos en la medida superficial del terreno, es indespensable manejar la plancheta con todo el cuidado y detencion posibles, teniendo presentes las reglas que siguen: 1.ª La base que se tome para levantar un plano con la plancheta debe ser lo mayor posible, pues si se toma muy pequeña las visuales no se encontrarán en el papel pegado en la plancheta, y además no se verán con tanta claridad los puntos en que se cortan. 2.ª La plancheta debe ponerse lo mas horizontal posible (107), lo que se conseguirá por medio de un nivel. 3.ª Se ha de cuidar mucho de que durante la operacion no se mueva la plancheta, y para mas seguridad se comprobará á menudo si la línea *ab* tirada en el papel coincide exactamente con la AB del terreno. 4.ª El lapiz con que se tiren las líneas debe estar bien afilado para que estas salgan lo mas finas posible. Para comprobar la exactitud del plano se levantará segunda vez, tomando por base otro lado cualquiera del terreno, por ejemplo el DE, y si el plano levantado desde esta base dá las respectivas distancias de los objetos iguales á las que dió el anterior levantado desde AB, se puede estar seguro de la operacion.

Es de desear que nuestros agrimensores se familiaricen con el uso de la plancheta, que manejada con tino dá resultados mucho mas exactos que el cartabon, exige menos medidas, y presenta desde luego en el papel el dibujo del terreno.

Tambien se puede levantar un plano con el *grafómetro* ó *teodolito;* pero el agrimensor que use de estos instrumentos sin saber trigonometría solo conseguirá resultados mas imperfectos que los que dá la plancheta, é imponer á los sencillos labradores, que porque ven aquellos instrumentos se persuaden de que el que los maneja hallará el plano exactísimo; pero yo les aconsejo que si el medidor no es matemático le dejen con su grafómetro ó teodolito, y busquen uno práctico que use cartabon de madera y plancheta, aunque á falta de esta tenga que usar de una mesa.

Igualmente se levantan planos con la *brújula*, pero su uso es tan delicado y sujeto á tantos accidentes que he creido por demás el entrar en detalles sobre este punto, tratando solo de instruir á labradores y agrimensores, á quienes debo suponer con pocos medios para manejar un instrumento que con razon miran con desconfianza aun las personas mas acostumbradas á usarle cuando buscan resultados exactos.

Cuestion 6.ª *Colocar en el plano todos los obje-* 60
tos interiores, como caseríos, arroyos, &c.

Dibujado el plano del contorno con la posible exactitud, resta determinar los objetos que como Y pueda haber en lo interior de él, lo que se conseguirá imaginando desde Y en el terreno dos perdendiculares YL, YO que vengan á parar á dos lados ya conocidos, y levantando en los correspondientes puntos *l*, *o* de las líneas que en el plano representan dichos lados dos perpendiculares *li*, *ei*, el punto *i* en que estas se cortan es el parage en que se ha de colocar el objeto.

Tambien se puede fijar este con una sola perpendicular LY á un lado ya determinado, la que se medirá, y levantando en el punto *l* correspondiente de la línea que en el plano representa dicho lado una perpendicular *li*, y dándola tantas partes de escala como unidades tuviese la del terreno, el estremo *i* indicará dónde debe colocarse el objeto pedido.

El curso de un rio ACDEB se determinará tirando en el terreno una línea recta, como MN, y bajando á estas unas perpendiculares, como CF, DG, EH, &c., desde cada recodo del rio, las que se medirán, igualmente que los espacios MF, FG, GH, &c.

Despues se tirará en el plano una línea *mn* en situacion análoga á la MN, y tomando la *mf* de tantas partes de escala como unidades tenia la MF, se levantará la perpendicular *fc*, que se arreglará al tamaño de la FC del terreno, tomaremos despues la parte *fg*, la perpendicular *gd*, &c. con las mismas precauciones, y los puntos *c*, *d*, *e*, &c. nos determinarán la direccion del rio.

Lo mismo se hará con un canal, arroyo, camino, &c.

La direccion hácia donde corren los rios se marca en el plano con una flecha, poniendo la punta hácia donde va la corriente.

Cuestion 7.ª *Orientar el plano.*

Orientar un plano es indicar hácia donde corresponde cada una de sus partes con respecto á los puntos Norte, Mediodía, Oriente y Poniente, dichos tambien *Norte*, *Sur*, *Este y Oeste*. Todo sugeto que se pone de cara al Norte, tiene á su derecha el Oriente, á su izquierda el Poniente, y á su espalda el Mediodía; por consiguiente sabiendo determinar el Norte se tendrán determinados todos los demás puntos.

La sombra de un objeto cualquiera se halla á las 12 del dia inclinada hácia el Norte: por consiguiente clavando una estaca bien á plomo en el terreno cuyo plano se quiere orientar, y viendo la direccion de la sombra que hace la estaca á las 12 del dia en punto, en esta direccion se halla el Norte.

Igualmente se puede determinar el Norte en una noche despejada, buscando la estrella conocida con el nombre *Polar*, y que es la última de la cola de la constelacion dicha *Osa menor*, compuesta de siete estrellas, llamadas comunmente las *siete cabrillas*. Para hallar fácilmente dicha estrella polar no hay mas que buscar en el cielo la constelacion llamada *Osa mayor*, ó vulgarmente el *Carro*, é imaginando una línea recta que pase por las ruedas traseras, y se estienda hácia el lado adonde esté entonces la lanza ó cola, dicha línea pasará inmediata á la estrella polar ó del Norte.

En fin, tambien se puede conocer este punto por medio de una brújula, que consiste en una planchuela ó barreta de acero tocada á una piedra iman, y que gira sobre un punto de apoyo puesto en el centro de un círculo de bronce dividido en 360°. La planchuela dirige constantemente uno de sus estremos hácia el Norte, aunque no señala exactamente dicho punto, sino que declina unos 20° hácia la izquierda, los que es necesario corregir considerando la aguja como si estuviera en un punto 20° mas á la derecha del que en rigor señala (*). Al usar de la brújula debe evitarse que haya en su proximidad cosa de acero ó hierro, ú otra brújula, pues en este caso atraida por dichos objetos se separa de su natural direccion, lo que podria ocasionar errores de consideracion.

Sabida la línea que va al Norte se prolongará en el terreno para ver si pasa por dos puntos notables, y se tirará en el plano una línea semejante,
haciéndola pasar por los mismos objetos, poniendo 74
una N ó flor de lis en el estremo que corresponda al Norte, y una S al del Sur. Levantando en seguida una perpendicular OE en el medio de la NS, se tendrá en el punto E de la derecha el Este y en el O de la izquierda el Oeste. Si quisiésemos aun mas detalles dividiremos cada uno de los cuatro ángulos en dos partes iguales, y tendremos entre

(*) Estos 20° no son constantes, pues varían segun los paises y la construccion del instrumento. El agrimensor debe conocer la verdadera declinacion de la brújula de que haga uso en el pais en que opere, lo cual le será muy fácil cotejando la direccion de su brújula con la sombra que haga en el acto de medio dia un jalon clavado bien perpendicularmente en un terreno llano.

el N y E el N.E. ó *Nordeste;* entre el E y S el S.E. ó *Sudeste;* entre el S y O el S.O. ó *Sudoeste,* y entre el O y N el N.O. ó *Noroeste.*

Del dibujo de los planos.

158. Si el agrimensor se viese en la precision de dibujar el plano que ha levantado, ó copiar otro que se le encargue, procederá del modo siguiente:

Cuestion 1.ª *Poner en limpio ó copiar el plano de un terreno.*

Si señalados en un plano los contornos, caseríos, caminos, arroyos, &c., se quiere ponerle en limpio, se comprará un pliego de papel de Holanda ó avitelado, el que se pondrá hácia la luz, y mirando por el lado opuesto se verá si tiene alguna arruga, mancha, claro ó rotura, en cuyo caso se escogerá otro. Despues se humedecerá por el revés (*) con una esponja empapada en agua clara y aplicando esta parte humedecida sobre un tablero bien liso se irá pegando la orilla con cola ó engrudo, pero de modo que la pegadura entre á lo mas medio dedo al rededor, y que no se manche la parte superior; se dejará secar naturalmente sin ponerlo al sol ni al fuego, y quedará perfectamente estirado.

Despues se tomará el plano que se quiere poner en limpio, y con una aguja de coser, no muy gruesa, se irán picando todos los objetos y contornos; aplíquesele luego sobre el papel pegado, sujetando los cuatro ángulos ó esquinas con cuatro alfileres para que no se mueva, y pasando por encima una muñequilla ó bolsa de lienzo llena de polvo de lapiz ó carbon de pino ó de corcho molido, este se in-

(*) El revés del papel se conoce por ser la parte mas áspera y en que se notan más los moldes, y tambien por el letrero ó marca de la fábrica, segun se vea al derecho ó al revés.

troducirá por las picaduras, y quedará estampado en el papel limpio el plano que se queria copiar, y como las líneas que resultan tienen poca consistencia aun, se retocarán con un lapiz, empezando por la parte inferior, porque sino es fácil mientras se trabaja lo de arriba borrar con el brazo lo de abajo. El polvillo que queda despues de retocado se quita con una miga de pan no muy tierno.

Si no se quisiere picar el plano original que se ha de copiar, se pondrá sobre una vidriera adonde dé buena luz, y poniendo encima otro papel se irán dibujando con un lapiz todos los contornos del de abajo, los que se clarearán muy bien; pero cuidando de no mover el papel de encima, para lo cual se puede prender con alfileres al original, ó sujetarlo con unas cañitas rajadas. Despues se picará esta copia para pasarla al papel pegado, y así no padecerá nada el original. Igualmente se puede calcar un plano, dando por el revés del borrador con carbon ó lapiz molido, y despues de que esté bien estendido este, se aplicará sobre el papel blanco en que se quiere hacer la copia, sujetándole como se dijo antes para que no se mueva; pasando en seguida un puntero ó un lapiz duro por las líneas del original, quedarán estas estampadas, y despues se les dará consistencia como en el caso anterior, empezando igualmente por la parte de abajo. Este método tiene la ventaja de poderse sacar dos ó mas copias de una vez, pues poniendo encima de cada papel blanco otro dado de cisco, y apretando un poco la punta, al mismo tiempo que se calca el de arriba lo quedarán tambien los que están debajo. Tambien se puede calcar un plano por medio de un papel transparente, el que puesto sobre el dibujo que se quiere copiar dejará ver los objetos y líneas, que se irán señalando con un lapiz blando.

Cuestion 2.ª *Copiar un plano con escala mayor ó menor.*

Si el plano que se ha de copiar se quiere reducir á menor ó mayor tamaño, se dividirán las dos líneas mas largas del marco del original en un número de partes iguales (cuantas mas sean mejor), y se tirarán líneas de cada punto de la una á su correspondiente de la otra. Despues se pasará una de dichas partes iguales por las otras dos líneas menores del marco, y tirando rectas de punto á punto quedará el original dividido en pequeños cuadrados. Divídanse en seguida las dos líneas mas largas del marco en que se va á copiar en tantas partes como las del original, y tomando una de estas partes se pasará por las dos líneas menores tantas veces como cupo en las del citado original, alargándolas ó acortándolas segun falte ó sobre, y tirando rectas quedará el nuevo marco dividido en tantos cuadrados como el original. Dibújese despues en cada cuadro del papel limpio el objeto ú objetos que hay en el cuadrado correspondiente del plano que se quiere copiar, teniendo cuidado de darles el tamaño proporcionado que les corresponda, y se tendrá un dibujo semejante á este y mayor ó menor que él, segun se haya hecho el marco.

Cuestion 3.ª *Dibujar los objetos que puede haber en un plano.*

En unos planos se contenta el agrimensor con bosquejar con la pluma el terreno, ó indicando con letreros los montes, tierras de labor, viñas, bosques, &c. En otros suele usar de colores para dar mas semejanza al dibujo, y en este caso se llama plano lavado: de modo que *lavar un plano no es otra cosa que espresar con colores disueltos en agua y estendidos en el papel con un pincel ó brochilla los objetos que comprende el dibujo* con los matices que tienen en la naturaleza, dando á los árboles verde, á las rocas pardo, &c.

Los colores mas en uso son la *tinta de china*, el *carmin*, la *gutagamba*, y el *azul de Prusia*, con cuya mezcla se hacen todos los demás colores necesarios.

La tinta de china es una pasta que viene de aquel Estado; se deslie frotándola contra el fondo de un plato ó tacilla en que se ha echado un poco de agua. La buena se distingue por su olor á almizcle, y porque rompiéndola resulta muy lustrosa por la rotura. La hay *negra*, que sirve para líneas y marcos, y *parda*, que es mejor para estendida con el pincel. Sirve la tinta de china fuerte para tirar las líneas de los marcos, de las escalas de los planos, y de todo lo que son obras de carpintería y escavaciones de tierra sin fábrica, y floja ó con mucha agua para sombrear las hondonadas, las canteras, las partes de los peñascos, cerros ó montañas opuestas á la luz, &c.

El carmin es un color rojo hermoso, que se halla comunmente en barras y que se deslie como la tinta de china. Sirve fuerte para tirar las líneas de todo objeto de fábrica, como casa, puente, cerca, &c.; y flojo, como un color de rosa, se usa para lavar los techos de los edificios, si son de teja.

La gutagamba es una goma amarilla muy quebradiza, y que se deslie como las anteriores. Sirve por sí sola para indicar las obras proyectadas: así un desmonte, una cerca, un puente proyectados se lavarán de amarillo.

El azul de Prusia se suele hallar en barras, y se deslie del mismo modo. Sirve, dándole muy poca fuerza, para lavar los rios, canales, lagunas, &c., y en fin, todo lo que es agua, y mas fuerte para indicar las obras de hierro; mezclado con un poco de tinta de china dá un buen color de pizarra ó plomo para lavar las casas que lo tengan.

Estos colores combinados dán:

El color de arena, que resulta mezclando gutagamba y carmin. Con él se lavan los arenales, playas, islotes de los rios, &c.

El color de tierra se forma con color de arena, y mas ó menos tinta de china. Se usa para lavar fosos y zanjas secas, y las tierras de labor, haciendo con él filetes ó listas menudas y paralelas entre sí que figuren los surcos, y poniendo los de cada tierra en diversa direccion y con tintas de diferente fuerza, intercalándolas algunas hechas con color de arena ó verde.

El verde resulta de combinar azul y gutagamba, saliendo mas ó menos oscuro, segun el azul que se eche. Con un verde claro como de manzana se lavarán los cuadros de huertas y jardines, las cepas de las viñas, los surcos de algunas tierras, los prados y los terrenos húmedos, y con otro mas oscuro se harán las copas de los árboles, las lindes de las tierras, los matorrales y junqueras, el punteado de los prados y los contornos de los cuadros ó eras de los jardines ó huertas.

Los pies de los árboles y los rodrigones de las vides se harán á pluma con tinta de china, parda, algo fuerte.

Las tintas que se destinan para líneas deben hacerse fuertes, pero las de los lavados cuanto mas flojas harán mas gracia.

Las sombras de un plano se arreglarán considerando los objetos como si estuvieran de relieve, y viendo hácia qué lado harian la sombra viniendo la luz de un punto fijo que ya una vez elegido no se debe variar, pues es muy ridículo ver un plano con unas sombras hácia la derecha y otras hácia la izquierda: por lo regular se supone que la luz viene del ángulo superior de la izquierda del marco. En la distribucion de estos claros y oscuros se debe tener presente si los objetos son elevados ú hondos con respecto al nivel general del terreno. Los elevados, como peñascos, cerros, montañas, &c., se lavarán con tintas flojas hácia el lado de donde viene la luz, y con tintas mas fuertes al lado opuesto, graduándolas de modo que las montañas mas altas y escarpadas queden con mas tono que las de menor elevacion. En los edificios, puentes, calzadas ó caminos elevados se trazarán líneas finas hácia el lado de la luz y líneas gruesas hácia el lado opuesto. En los objetos mas bajos que el nivel general del plano, como mar, rios, canales, lagunas, barrancos y caminos hondos, se harán las líneas gruesas hácia la parte de la luz, y las finas á la contraria.

Para estender las tintas en el papel se usan los pinceles. Estos deben ser de pelo fino, de una ó dos líneas de largo, y que metido en la boca forme una punta aguda, pero sin enroscarse. Los de pelo muy fuerte no sirven (*).

Las plumas deben ser claras, sin sebosidad, y no muy duras; para dibujár á pulso se usarán de cuervo, y para líneas á regla de cisne.

En fin, la mucha práctica es la que podrá acabar de instruir al agrimensor en esta materia, en la que tendrá que emborronar mucho papel primero que tenga la destreza que corresponde, que no es fácil comunicar en una obra de esta clase, y que podrá conseguir mejor y en menos tiempo adquiriéndose algunos planos bien lavados que le sirvan de modelo.

(*) Cuando por la mala calidad del papel se embeba la tinta y no se pueda estender bien con el pincel, se podrá corregir este defecto humedeciendo el papel con una esponja impregnada en agua en que se haya disuelto un poco de alumbre en la proporcion de un grano de tamaño de una avellana por cada copa de agua.

CAPITULO VIII.

Del modo de apreciar y valuar un terreno, dividirle en varias partes iguales ó desiguales, y de los plantíos de viñas, olivos, &c.

159. Los terrenos se dividen en *cultivados*, é *incultos* ó *eriales*. Un campo labrado, una viña, huerta, &c., son terrenos cultivados; y una porcion de tierra que abandonada á sí misma produce espontáneamente cualquier especie de plantas se dice inculta ó erial.

160. Constituyendo los terrenos cultivados la fortuna del labrador, están sujetos como las demás propiedades á pasar á otro dueño, ya por venta, ya por herencia, ú de otro cualquier modo: en cuyo caso es necesario no solo atender á la cantidad, sino á la calidad y situacion del terreno, para juzgar de su justo valor, de cuya materia, tan importante como desatendida, vamos á tratar en este capítulo.

Valuacion del terreno considerado en sí mismo.

161. Cuatro son las partes de que se compone un terreno; á saber: de la *arena*, *arcilla* ó *greda*, *cal* y *estiércol*, *abono* ó *mantillo*.

162. La arena, la greda, la cal y estiércol son por sí solos estériles (*); pero combinadas unas con otras estas sustancias producen la tierra vegetal mas ó menos fértil, segun la cantidad y proporcion en que estén mezcladas.

(*) Efectivamente, la arena por falta de sustancia no puede hacer prevalecer ninguna planta; la greda por la propiedad que tiene de cuartearse cuando está seca destruye las raices; la cal quema las semillas y no las deja germinar, y el estiércol por su abundancia de jugos hace las plantas viciosas é improductivas.

163. De donde se sigue que los terrenos pueden ser *escelentes*, *medianos* ó *malos*, ó de primera, segunda ó tercera calidad.

Será terreno escelente, ó de primera calidad, aquel del que tomando por ejemplo 10 cuarterones de tierra bien seca se halle que de estos 10 hay 2 de arena, 6 de greda, 1 de cal y 1 de estiércol (*).

Será mediano, ó de segunda calidad, el que en los mismos 10 dé 3 de arena, 4 de greda, 2 ½ de cal y ½ de estiércol.

Será malo, ó de tercera calidad, el que en los 10 cuarterones contenga 4 de arena, 1 de greda, 5 de cal y poquísimo estiércol (**).

164. Para determinar la cantidad de cada especie de tierra que hay en los 10 cuarterones se echarán en 6 ú 8 cuartillos de agua comun, removiéndola bien.

La basura sobrenadará, como mas ligera, y se podrá separar con una cuchara ó paleta agujereada, y pesándola despues de bien seca se tendrá su cantidad.

Despues de quitada toda la basura se volverá á

(*) Lo mismo se puede tomar otra cantidad cualquiera, por ejemplo, un *kilógramo* de tierra, y guardando las mismas proporciones, será escelente si en los 1000 *gramos* contiene 200 de arena, 600 de greda, 100 de cal y 100 de estiércol; si estos números varian, pertenecerá á una de las otras dos clases.

(**) De aquí se infiere que no siempre se deben abonar las tierras con estiércol, como generalmente creen los labradores. Un terreno demasiado arenisco quedará beneficiado con echarle suficiente cantidad de greda. Aquel en que predomine esta se abonará echándole arena. Con esta y greda se neutralizará el efecto perjudicial del esceso de cal; y la falta de esta se suplirá con ceniza de vegetales ó animales, ó quemando las rastrojeras. Así es que por malo que sea un terreno puede hacerse mediano y aun bueno haciendo un uso prudente de estas reglas, desconocidas por desgracia de la mayor parte de nuestros cultivadores.

remover bien, y dejando aposar un poco se verterá cuidadosamente el agua en otro vaso, de modo que quede la arena en el fondo del primero. Se pondrá luego á secar bien, y pesándola se tendrá la cantidad de arena.

En el agua que quedó se irá echando poco á poco vinagre fuerte, que producirá una especie de hervor, se dejará reposar, y vertiendo luego el agua con cuidado quedará en el fondo del vaso la greda, que se pesará despues de seca, y reuniendo los cuarterones que pese á los que pesó la arena y la basura, lo que reste hasta los 10 cuarterones es el peso de la cal que se fué en el agua y vinagre.

La tierra que se tome para el esperimento no debe ser sacada de la superficie solo, sino tambien de la profundidad de 1 ½ ó á lo menos de 1 pie. Se revolverá bien para que se mezcle la de la superficie con la de lo interior, se pasará por una criba para quitarla todas las piedras y raices, y dejándola despues secar bien se tomarán luego los 10 cuarterones, ó 10 libras ú onzas, segun se quiera, pues esto es arbitrario.

Los prácticos no necesitan de estas preparaciones, pues con solo tomar en la mano un poco de tierra conocen al poco mas ó menos la arena, greda y basura que contiene.

Valuacion del terreno con arreglo á su disposicion.

165. Muchas cosas influyen en el valor de un terreno atendida su disposicion, entre las cuales consideraremos la *esposicion, situacion, avenidas, pasos de agua, remansos en tiempo de lluvias, fondo ó calidad de la tierra ó piedra* sobre que descansa, &c.

166. De las diferentes esposiciones que pueden tener los terrenos con respecto al sol, es preferible la que se halla bañada por este mas horas. Los terrenos espuestos al Norte son frios, secos y som-

bríos; los que lo están al Mediodia son cálidos y húmedos, y los que lo están al Oriente ó Poniente son templados.

167. La situacion de un terreno en un llano es preferible á la del que está á la falda de un cerro, punta de colina ó cuesta, pues además de lo que esto puede influir para que el sol no le dé casi nunca, ó le abrase por herirle á plomo, tiene contra sí lo mucho que padece el ganado al labrarle por la postura violenta y fuera de su aplomo en que va las mas veces, lo poco que cunde el trabajo, lo mucho que se estropean los aperos, y en fin, que aunque una tierra en cuesta, como AB, tenga mas 61
estension que si estuviese en un llano, como AC, no caben en AB mas árboles, vides, ó un edificio mas estenso que en CA, como es fácil conocer con solo mirar la figura. Sin embargo, cuando se trata de dehesas ú otros terrenos de pastos ó yerba menuda, puede prescindirse de la desigualdad del suelo.

168. El fondo sobre que descansa la tierra vegetal merece mucha consideracion, pues por bueno que sea un terreno si en su fondo tiene piedra, ó una de las tierras estériles (162), no debe dársele tanto valor como al que tenga buen fondo de tierra vegetal, pues en este se puede hacer cualquier plantío, al paso que en el otro no se podrán sembrar sino plantas de poca raiz, y puede suceder que una lluvia fuerte, avenida, huracan, &c., se lleve la capa ó costra de tierra vegetal, no consistiendo esta en mas que en 8 ó 12 dedos, quedando la tierra estéril.

169. Por lo que respecta á las avenidas, demasiado saben los labradores que muchos años ocurre que una lluvia fuerte encontrando los sembrados adelantados los destruye por las corrientes que forma, dejando la posesion, ó cubierta del légamo, piedra ó arena que arrastró la avenida, ó lo que es peor, llevándose consigo la parte vegetal, y

dejando el terreno incapaz de producir en muchos años fruto alguno.

170. No hay cosa mas comun que ver porciones de terreno inundadas y perdidos sus frutos por los pasos de aguas, lo que proviene ó del poco conocimiento de los que dirigieron el riego, ó de la mala voluntad del que lo posee, que deja abiertas las boquillas, ó en fin por la rotura ó destruccion de sus malecones, &c.

171. Los terrenos bajos en que el agua forma remansos ó pantanos en los años lluviosos son tambien de poco valor, porque manteniéndose el agua mucho tiempo sobre ellos se pudren los frutos sembrados, se apelmaza ó embarra el terreno y se hace de difícil labor.

172. Los rios pueden considerarse bajo de dos aspectos, pues todos conocen las muchas utilidades que producen en los terrenos inmediatos, por conservar la humedad en ellos, proporcionar riegos, poner en movimiento máquinas, &c.; pero sus perjuicios en algunas circunstancias son tambien de mucha consideracion, pues ó muda de madre é inutiliza y destruye un terreno, ó le sujeta á inundaciones, cubriéndole de cieno, piedra y arena, ó desnudándole de tierra vegetal á veces hasta una ó dos varas de profundidad, y otras muchas cosas, por lo que conviene que el agrimensor si trata de una particion ó tasacion atienda á la disposicion baja ó elevada del terreno sobre el agua del rio, á la rapidez y altura de esta en las varias estaciones del año, y al lado á que se halla la mayor altura de cordillera, cerro ó colina, pues el rio irá siempre robando y socabando la orilla que corresponde hácia la parte mas baja del terreno inmediato, como tambien las porciones salientes de los recodos que forme su cauce.

173. Los caminos, sendas y veredas son perjudiciales á las heredades lindantes, porque en tiempo de lluvias no reparan los viajeros en echar por

dentro de las tierras, empezando por un barbecho y pasando á un sembrado ó plantío, sin atender á los males que ocasionan, y cuya costumbre se continúa en los tiempos secos, haciendo mudar de direccion al camino con gran pérdida del propietario, el que suele en estos casos abrir zanjas para remediar el mal; pero además del gasto, y de que el remedio dura poco tiempo, el terreno, endurecido con el paso de las caballerías y carruajes, es difícil de labrar. Agrégase á esto que no hay persona que pase por el camino que no se crea autorizada para tomar un manojo de verde, espigas, uvas ú hortalizas, segun la posesion, ni caballería que no tome su bocado, ni ganado que no se estravíe, ocasionando despues mas daño los que quieren echarle del sembrado que el mismo ganado, lo que ni aun se puede evitar enteramente poniendo guardas.

174. Los linderos deben ocupar tambien la atencion del agrimensor, pues no es nada ventajoso al pobre un vecino poderoso, porque aunque su índole sea buena, los criados, revestidos de la autoridad del amo, van por todas partes manifestando el poder de su señor, y no reparan en atravesar con sus carruages y ganados la tierra del vecino pobre, bien seguros de que este con dificultad se atreverá á quejarse; y así si se tratase de una particion deberá ponerse al lado del lindero mas poderoso el asociado mas rico, y que pueda mejor contener estos desórdenes, y repeler la autoridad, con lo autoridad.

175. Los prados del comun ó concejiles y las dehesas de pastos son tambien malos vecinos, porque aunque se tenga mucho cuidado siempre se pasan é introducen las caballerías y reses en los sembrados cercanos, haciendo notables daños, ya por lo que comen, ya por lo que destrozan al revolcarse; los que van á echarlas fuera suelen causar mas daños que las caballerías mismas, y aun-

que se pida un resarcimiento por estas pérdidas, pocas veces se consigue.

176. Los montes, y mas cuando son de caza, tampoco son buenos vecinos, pues los conejos y liebres hacen terribles entradas y cortas en los sembrados, y si es caza mayor todo lo estropea, aunque no sea tan perjudicial como la menor; pero á una y á otra se agrega el cazador, que forma veredas y se entra por todas partes.

177. Los arbolados ó alamedas muy altas son poco ventajosos, porque la sombra que producen, las raices que se estienden muy superficialmente y los pájaros que en ellos se anidan son perjudiciales.

178. La proximidad ó distancia en que se halla la heredad de la poblacion es tambien punto de consideracion, pues cuanto mas distante esté se apreciará menos, por no poderse celar, guardar, recorrer y trabajar tan fácilmente y á tan poco coste.

179. Igualmente se han de observar los beneficios que puede tener, como son cerca, vivienda, basura, acequia, pozo, fuente, noria, &c. Si tiene fuente ó agua de pie vale mucho mas que si tuviese noria ú otra máquina hidráulica.

180. Estas son las reglas ó principios generales que se pueden dar para la clasificacion y valuacion de los terrenos antes de entrar en su reparticion, que es uno de los cargos mas árduos del agrimensor, tanto por lo difícil que es una justa division de un terreno desigual, como por las espresadas circunstancias que se pueden combinar, igualmente que la poca concordia entre los asociados, cada uno de los cuales quiere la suerte mas favorecida, mejor cortada, &c., de donde nace la division de los ánimos antes que la del terreno, los pleitos, disgustos, &c.

181. Para evitar en lo posible esto debe el agrimensor ser justo é imparcial, enterarse de la can-

tidad del terreno que va á repartir, y compararle con la parte que cada uno de los asociados tiene que sacar, haciendo valer el terreno lo que importan todas las partes juntas: esto solo para el acto de la reparticion, pues en esto á nadie perjudica. Despues se propondrá no partir la heredad en porciones regulares y bien cortadas, sino iguales en calidad y estension, repartiendo igualmente lo bueno, lo mediano y lo malo, aunque haya que dar á cada asociado su parte en dos porciones separadas, pues todos los labradores saben que la tierra buena nunca es cara, al paso que la mala rara ó ninguna vez produce lo que se gasta en su labor, semilla y recoleccion. Y no siendo posible repartir una heredad con toda igualdad y como debiera, se tratará de ver si las partes pueden convenirse por medio de permutas, ó con dinero, ó echando suertes entre los interesados para que ninguno alegue parcialidad.

182. Cuestion 1.ª *Se le manda á un agrimensor que añada á una tierra dada ABCD cinco fanegas de otra tierra inmediata S.* 63

Supongamos que son fanegas de marco real; redúzcanse las 5 fanegas á estadales multiplicando por 576 (139. 3.ª), y resultarán 2880 estadales cuadrados. Mídase la linde BC, y tenga 120 estadales. Divídanse 2880 por 120, y resultará el cociente 24. En un punto E, el que mas acomode, levántese la perpendicular EF, sobre la que se tomarán 48 estadales, duplo de 24, que supongamos concluyen en F; tírense las BF y CF, y el triángulo BFC contiene las 5 fanegas, ó los 2880 estadales que se quieren añadir.

Cuestion 2.ª *Un sugeto tiene una posesion ABCDE de 18 fanegas, trata de vender 4 fanegas de ella hácia la linde AB, y otras 5 hácia la linde DE: ¿qué partes de terreno ha de separar que contengan las porciones que desea?* 64

Para hacer esta cuestion mas general supongamos que la parte que se ha de separar hácia AB sea rectangular, y la otra de hácia la linde DE triangular.

1.° Redúzcanse las 4 fanegas á estadales, y supongamos que en aquel pueblo cada fanega contiene 400; las cuatro fanegas darán 1600 estadales cuadrados. Mídase la linde AB con la precaucion insinuada (153), y supongamos que tiene 111 estadales de largo; divídase 1600 por 111, el cociente es $14\frac{46}{111}$. Colóquese el cartabon en la línea AB, y levántese una perpendicular FG (153. 3.ª); tómese sobre ella desde F yendo hácia G 14 estadales y $\frac{46}{111}$ de estadal (*), y por el punto G en que terminan los $14\frac{46}{111}$ tírese la HGI paralela á la AB (153. 5.ª), y el rectángulo YBAH es el que se ha de separar, pues contiene las 4 fanegas, como se puede comprobar midiéndole.

2.° Para separar las otras 5 fanegas redúzcanse á estadales, y se tendrá 2000 estadales cuadrados. Mídase la línea DE, y supongamos que tiene 125 estadales de largo. Divídase 2000 por 125, y el cociente 16 se doblará, y tendremos 32. En la línea ED levántese la perpendicular ML que venga á parar á la linde, y si no puede hacerse esto dispóngase de modo que lo que sobre por un lado se compense con lo que falte por el otro. Desde el punto M hácia L tómense 32 estadales, duplo de 16, y desde el punto L, en que terminan, tírese la recta LD, que separará las 5 fanegas ó los 2000 estadales cuadrados en el triángulo DEL, como se puede comprobar midiéndole.

65 Cuestion 3.ª *Se ha de repartir una heredad ABCDEF en 4 partes, tales que todas ellas estén contiguas á un objeto dado O, ya sea casa, fuente, pozo, ú otro cualquier punto útil á todas las partes.*

Mídase en primer lugar toda la heredad, y su-

(*) Estos quebrados se valúan en pies y pulgadas por el método dicho (50).

pongamos que contiene 50 fanegas de 400 estadales. Divídanse los 20000 estadales que valen por 4, y resultará que á cada parte le corresponde 5000 de ellos. Tírense desde el punto O dos rectas OC, OE, que comprendan el espacio que parezca podrá contener poco mas ó menos los 5000 estadales. Mídase la superficie de esta porcion OCDE, que es un trapezoide, y por consiguiente se medirá del modo dicho (130. 4.ª), dividiéndola en dos triángulos, y supongamos que resulta de 4600 estadales, es decir, que tiene 400 estadales de menos, los que es necesario añadirle del modo siguiente. Mídase el lado OE, y tenga 80 estadales; divídanse los 400 por 80, y resulta al cociente 5 estadales, que doblados dán 10; levántese á la OE una perpendicular MG que tenga 10 estadales, procurando venga á parar su estremo G á la linde; tírese la OG, y se tendrá la porcion COGED de 5000 estadales.

Desde el punto O tírese una recta OA que forme una porcion AFGO, que al ojo del agrimensor pueda tener 5000 estadales cuadrados. Mídase, y supongamos que tiene 5640, es decir, 640 estadales demás, los que se le quitarán así. Mídase la AO, y tenga 100 estadales; divídanse los 640 por 100, y el cociente es 6 $\frac{40}{100}$; cuyo duplo es 12 $\frac{80}{100}$ ó 12 $\frac{4}{5}$ (43). Levántese en la AO una perpendicular HI de 12 estadales y $\frac{4}{5}$ de otro estadal, procurando llegue su estremo I á la linde, y tirando la IO se tendrá la otra porcion OIFG. La tercera porcion OIAB se hallará del mismo modo, añadiéndola como en el primer caso, ó quitándola como en el segundo, los estadales que se hayan errado en el tanteo.

La cuarta porcion BCO no hay necesidad de hallarla, pues es el resíduo de las otras tres, pero se medirá su superficie, y resultando 5000 estadales con corta diferencia está bien hecha la particion.

Cuestion 4.ª *Repartir el terreno ABCDE en tres partes, tales que la una sea la mitad, la otra las dos quintas partes, y la tercera el resíduo.* 66

Hállese la superficie del terreno propuesto, y sea de 9000 estadales cuadrados; la mitad serán 4500, los $\frac{4}{5}$ serán 3600, y el resíduo 900.

Desde un punto cualquiera E imagínese una recta EF que pase por donde parezca ser la mitad de la heredad, y mídase el espacio ABFE: supongamos tiene 4036 estadales cuadrados, cantidad menor que 4500, en 464, los que se añadirán por medio de un triángulo ó rectángulo, midiendo la línea EF, que sea de 72 estadales, dividiendo 464 por 72, y el cociente 6 $\frac{32}{72}$ ó 6 $\frac{4}{9}$ (43) estadales es la longitud que se ha de dar á la perpendicular LG, y tirando por su estremo la HI paralela á la EF resultará la porcion HABI, que es la mitad de la heredad.

Ahora se hallará el resíduo 900 midiendo la linde IC, que supongamos tiene 48 estadales: dividiendo 900 por 48 se tendrá el cociente 18 $\frac{36}{48}$ ó 18 $\frac{3}{4}$ estadales; tómense estos en una perpendicular RS desde el punto R, y tirando la MN paralela á IC por el punto S en que termina dicha distancia se tendrá la porcion MICN de 900 estadales, y la restante HDNM valdrá los $\frac{4}{5}$ de la hacienda, si la particion está bien hecha.

Cuestion 5.ª *Se quiere repartir una dehesa capaz de* 3400 *ovejas entre cuatro ganaderos de modo que al* 1.° *le dé pasto para* 1000, *al* 2.° *para* 800, *al* 3.° *para* 1100, *y al* 4.° *para* 500.

Mídase la dehesa (153), y supongamos que tiene 1700 fanegas, que reducidas á estadales de marco multiplicando por 576 dán 979200 estadales. Dividiendo estos estadales por el número de ovejas que puede contener la dehesa, que son 3400, resulta al cociente 288 estadales que corresponden á cada oveja.

Luego al primer ganadero, que tiene 1000 ovejas, le corresponderán 288 × 1000, es decir, 288000 estadales; al segundo, que tiene 800, le tocan 288 × 800, que son 230400 estadales; al tercero

288×1100, que son 316800, y al cuarto 288×500, esto es, 144000 estadales.

Reduciendo despues á fanegas los estadales que tocan á cada ganadero, lo que se hace dividiendo por 576, se repartirá la dehesa en las cuatro partes segun la cuestion anterior.

Cuestion 6.ª *Repartir la dehesa ABCF, que con-* 67
tiene 30 fanegas de marco real de tierra, en 5 partes iguales, tales que todas participen de la parte superior AC, que es la mejor, y de la inferior EF, que es la peor y pantanosa.

Divídanse 30 fanegas por 5, y resulta al cociente 6 fanegas, ó 3456 estadales cuadrados, que es lo que corresponde á cada parte. Tírese la línea BC en la linde, y en cualquier punto G levántese la perpendicular GH; mídase la BC, y supongamos que tiene 312 estadales. Divídanse 3456 por 312, y se tendrá al cociente $11 \frac{24}{312}$ estadales. Tómense sobre la perpendicular GH $11 \frac{24}{312}$ estadales, que llegarán hasta K, por este punto tírese la IL, y quedará separada la porcion BCIL de 6 fanegas.

Mídase la línea IL, y supongamos que tiene 326 estadales; dividiendo los 3456 por 326, el cociente $10 \frac{196}{326}$ indicará lo largo que se ha de dar á la parte KM de la perpendicular, y tirando por el punto M la NP paralela á IL quedará separada la segunda porcion, y del mismo modo se hallarán las otras dos, pues la última no hay que determinarla, porque será lo que quede hácia la linde AHF, despues de hallada la cuarta porcion EORS.

Para comprobar si la division está bien hecha bastará medir la última porcion AHFEO, y si tiene las 6 fanegas se podrá estar satisfecho de la division practicada.

Aquí debe tener el agrimensor sumo cuidado con las entradas y salidas de la heredad para compensar unas con otras al tirar las rectas BL, BC, &c. Igualmente procurará empezar la operacion por la linde que halle mas á propósito.

68 Cuestion 7.ª *Repartir una dehesa ABCDEFG de 132 fanegas entre 11 labradores.*

Dividiendo 132 fanegas entre los 11 labradores corresponden á cada uno 12 fanegas. Bien reconocida y clasificada la posesion para repartirla con la posible igualdad, se halla que el terreno GD es de quiebra y sujeto á daños, por lo que será preciso que todas las suertes participen de él.

Imagínese una línea DGH que corte con la posible igualdad la quiebra DH. Mídase una de las dos partes HABCD, y tenga por ejemplo 62 fanegas; hallamos que en esta parte caben 5 suertes de las 11 y sobran 2 fanegas, que se quitarán en el triángulo HGY. Divídase el espacio ABCDGY en las cinco partes iguales de 12 fanegas cada una segun lo dicho en las cuestiones anteriores (182), y lo mismo se hará despues con la parte HFED, en la que se harán las 6 suertes restantes.

Cuestion 8.ª *Dividir un terreno ó dehesa de mucha estension en* tranzones ó suertes *iguales, es decir, que cada una contenga igual número de fanegas.*

Muchos hacendados que dán sus dehesas ó tierras en arrendamiento, con el fin de evitar frecuentes medidas, acostumbran dividir sus terrenos en fajas de igual anchura, y las que comparten luego en porciones de cinco ó mas fanegas cada una, y á que dán el nombre de tranzones, suertes ó cuarteles, amojonándolos para que se distingan unos de otros. Como saben el número de fanegas de cada uno, los arriendan sin necesidad de nueva medida, quedando esta division para siempre. Véamos cómo se ejecuta.

67 Sea la posesion ABCF. Tírese en la direccion que mas convenga la línea HG, que se medirá con toda exactitud, y tenga 432 estadales. Supongamos que se quieren formar seis fajas: partiendo 432 por 6 resultan 64 estadales á cada una. Tómense estos seis veces sobre la línea HG, y en cada punto de

division levántense las perpendiculares OE, RS, NP, &c. (153. 3.ª) Para trazar los tranzones, que se quiere sea por ejemplo de 8 fanegas de marco real cada uno, reduciremos estas á estadales multiplicando por 576 (139. 1.ª), y serán 4608 estadales, que divididos por el 64 de arriba dán al cociente 72 estadales. Váyanse tirando paralelas (153. 5.ª) á la HG á 72 estadales unas de otras, tanto por arriba como por abajo de la GH, y quedará el terreno dividido en suertes de á 8 fanegas, escepto las de los linderos, que saldrán irregulares, y que se medirán por separado. Despues se amojonarán todas ellas.

Creo haber comprendido en las ocho cuestiones anteriores todos aquellos casos mas comunes y frecuentes, no siendo posible estenderse á la infinidad de ellos que pueden ocurrir, y que el agrimensor práctico podrá fácilmente resolver. Digo el agrimensor práctico, porque el que por solo haber leido estos problemas en el libro crea que está en estado de ejecutarlos se espone á un chasco. Como he dicho ya varias veces, antes debe ejercitarse mucho sobre el terreno, ensayándose en repartir primero terrenos pequeños y luego mayores.

Advertencias.

183. 1.ª El labrador debe hacerse el cargo que no hay quien reparta con toda igualdad ninguna dehesa ó posesion grande, pues las diversas calidades de terrenos, la desigualdad de estos y otra multitud de obstáculos, hacen la práctica de estas reglas muy dificultosa, y hará mucho el que se aproxime á la verdad. Los intereses particulares, el orgullo, la envidia, la ambicion, &c., dán orígen á mil disensiones y pleitos, deseando muchos que se reparta la heredad á medida de su gusto, ó con una igualdad, como si fuese un número de reales. Todos quieren las suertes mas regulares,

las mas ventajosamente situadas, ó las que han participado de mayor beneficio. En tan encontradas opiniones no hay mas recurso que sortear; para esto se ponen en un cántaro unos papelillos, en cada uno de los cuales se ha escrito el nombre de una de las partes ó suertes, y metiendo la mano todos los que tienen opcion, irán sacando por su turno una cedulilla, quedando cada cual con la suerte que indica el lote que sacó.

2.ª Tanto para la reparticion como para la tasacion y medidas de terrenos, y con el fin de evitar olvidos, dudas ó equivocaciones, será oportuno, como ya hemos dicho en otro lugar, que el agrimensor forme un libro, en el que con toda claridad y estension apunte las operaciones que ejecute, espresando la fecha, el sitio en que se hicieron, objeto que se llevó en ellas, de medida, apeo, particion, &c., sugetos á quienes pertenecian ó las tenian en arrendamiento, linderos y rumbos ó aires á que corresponde cada uno, es decir, si está al Norte, al Mediodía, á Oriente, ó Poniente, con todas las demás circunstancias correspondientes á la operacion, como son su estension superficial, con inclusion de sus lindes ó sin ellas, longitud de las diferentes líneas que se han medido y considerado, configuracion, calidad y terrenos lindantes, &c.

Este libro, que deberá estar foliado y rubricado para que pueda hacer fé como los protocolos de los escribanos, sirve para dar en cualquier tiempo razon de las operaciones, ya para los litigios que puedan sobrevenir, ó bien para espedir, si fuese necesario, las certificaciones que se le pidan. Estas certificaciones podrán darse en la forma siguiente:

D. Fulano de Tal, vecino de tal parte, maestro agrimensor con real aprobacion, &c.: Certifico que por encargo de *D. Fulano de Tal, vecino de tal pueblo*, he pasado á reconocer, medir, tasar ó repartir geométricamente (segun la operacion que sea) las tierras que tiene propias ó arrendadas en el término y jurisdiccion *de tal pueblo*, en el sitio llamado de tal... que son al tenor siguiente.

Primeramente una tierra, &c. (aquí se ponen los detalles de la tierra con todas sus circunstancias).

Otra id., id., &c.: anotando sucesivamente las que fueren. Cuyas tierras, medidas ó tasadas, &c., tienen de cabida tantas fanegas, celemines y estadales, del estadal de tantos pies, cuyo cuadrado es de tanto y tiene la fanega tantos estadales cuadrados, segun se usa en esta jurisdiccion (*). Todo lo que he ejecutado legal y fielmente, segun las reglas del arte y mi leal y fiel saber y entender. Y para que conste en debida forma y en donde convenga, le doy esta á peticion suya, y lo firmo en *tal á tantos de tal mes*, &c.

Del repartimiento de las rentas.

184. Dos abusos hay en el repartimiento de rentas totales entre las suertes en que está dividida una dehesa ó heredad. El primero y muy comun es repartir igualmente á cada suerte sin advertir que aunque estas sean iguales en estension no lo son por lo regular en calidad, y así quedan unos favorecidos y otros perjudicados, naciendo de aquí pleitos y disensiones. El otro abuso, aunque no tan general, es tambien muy perjudicial, y tiene lugar en aquellos pueblos en que hay la costumbre de arreglar las rentas á grano, para lo cual reparten poco antes de la siega á cada suerte la renta que

(*) Se especificará siempre el estadal que esté en uso y los que cuenta la fanega en el pueblo en que se mide, pues segun dejamos dicho son muchos y muy diversos los que se usan.

les parece, segun la opinion de peritos labradores ó tasadores, en vista del grano que calculan puede haber en ellas, segun el cuerpo de la sementera. Suman despues estas partidas parciales, y si sobra ó falta para componer la renta total disminuyen ó aumentan la renta de la suerte que mejor les parece, ó en que tienen algun interés de parentesco, amistad ó espíritu de venganza. Pero aun cuando no medien estos sentimientos suelen dichos tasadores arreglarse al cuerpo que tiene la sementera, sin observar los beneficios de mayor labor, abono, &c., que pueden tener unas suertes mas que otras, de donde resulta que el industrioso y aplicado labrador que con su mayor trabajo y á costa de su bolsillo consigue buena cosecha, se halla luego recargado con mayor renta, solo porque su suerte correspondió á sus fatigas y desvelos. Todo lo que es en perjuicio de la justicia, de la industria y laboriosidad, que por tantos títulos debe favorecerse.

185. Para repartir las rentas sin perjuicio ni injusticia se podrán seguir los métodos siguientes.

Cuestion 1.ª *Una dehesa paga* 6000 *reales: está repartida en* 8 *suertes, y se quiere averiguar cuánto corresponde pagar á cada una segun su calidad.*

Designemos las 8 suertes por las letras A, B, C, D, E, F, G, H, é imagínese un número cualquiera, por ejemplo el 10: véase cuál es la suerte mas escelente en calidad, ya analizándola (164), ó de otro modo, y sea la suerte A, á la que pondremos todo el número 10: las suertes B y C son de algo menor calidad, por lo que las designaremos por 9, la D, que tiene mayor quiebra, por 8, las E y F por 5, la G por 3, y la H, que es la mas inferior de todas, por 1, y resultará la adjunta tabla. Súmense los números asignados á las suertes, y se tendrá 50, y diremos formando regla de compañía (93):

A	=10
B	= 9
C	= 9
D	= 8
E	= 5
F	= 5
G	= 3
H	= 1
Suma.	50

Suma.	Renta total.		Núm. de la suerte.		Renta de cada suerte.
50 :	6000	: :	10	:	1200 rs. para A.
50 :	6000	: :	9	:	1080 rs. para B.
50 :	6000	: :	9	:	1080 rs. para C.
50 :	6000	: :	8	:	960 rs. para D.
50 :	6000	: :	5	:	600 rs. para E.
50 :	6000	: :	5	:	600 rs. para F.
50 :	6000	: :	3	:	360 rs. para G.
50 :	6000	: :	1	:	120 rs. para H. (*)

Suma ó prueba 6000 rs. el total.

Cuestion 2.ª *Repartir* 5000 *reales que renta una heredad entre seis suertes desiguales en que está dividida.*

Sean las seis suertes A, B, C, D, E, F, de las que A tiene 6 fanegas, B 4, C 9, D 5, E 3 y F 7. Reconózcase cada suerte como en el caso anterior, y désele un número, segun la calidad del terreno y supongamos que la calidad de la suerte A se espresó por 4, B por 6, C por 2, D por 8, E por 3 y F por 5. Multiplíquese cada número por las fanegas que tiene la suerte que corresponde, y resultará la adjunta tabla.

Suertes.	Fans.		Núms.	Productos.
A.....	6	×	4.....	24
B.....	4	×	6.....	24
C.....	9	×	2.....	18
D.....	5	×	8.....	40
E.....	3	×	3.....	9
F.....	7	×	5.....	35
			Suma.	150

Sumando los productos dán 150, y formando una regla de compañías diremos (93):

(*) A pesar de la legalidad con que se ha hecho esta reparticion, los que tienen las suertes inferiores quedan perjudicados, pues aunque tienen que pagar mucho menos pagarian con gusto lo que A, pues el producto de una suerte de buena calidad es duplo y aun triplo que el de una ínfima.

Suma.		Renta total.		Producto.		Renta que debe pagar.
150	:	5000	: :	24	:	800 rs. p.ª A.
150	:	5000	: :	24	:	800 rs. p.ª B.
150	:	5000	: :	18	:	600 rs. p.ª C.
150	:	5000	: :	40	:	1333 rs. $11\frac{1}{3}$ mrs. p.ª D.
150	:	5000	: :	9	:	300 rs. p.ª E.
150	:	5000	: :	35	:	1166 rs. $22\frac{2}{3}$ mrs. p.ª F.
					Suma.	5000

De la division de los terrenos con respecto á plantíos de viñas ú olivares.

186. Las viñas se plantan en filas paralelas con el objeto de poder arar con desembarazo los espacios que median entre línea y línea de plantas. Cuando estas líneas paralelas están de modo que cada cuatro plantas forman un cuadrado se llama
69 el plantío *á marco real;* tal es la figura 69, y cuando el plantío se hace de modo que cada tres plantas forman un triángulo equilátero, como en la figura
70 70, se dice el plantío *á tres bolillo.* El de marco real es el mas usado.

69 Cuestion 1.ª *Marcar en un terreno un plantío de viña á marco real.*

Para esto se determinará antes la distancia que se quiere dejar entre planta y planta, ya sea de 6, 7, 8, &c. pies; y tomando una cuerda bastante larga se irán haciendo nudos, ó cosiendo unos trapos que disten uno de otro lo que se haya resuelto disten las plantas. Paséese luego el terreno en que se ha de hacer el plantío, y eligiendo la linde que mas convenga, por ejemplo la AK, se medirá con la espresada cuerda, poniendo una estaca, caña ó montoncillo de tierra en los puntos A, B, C, D, &c. á que corresponda cada nudo ó trapo de la cuerda. Desde uno de estos puntos, por ejemplo desde A, levántese á la AK la perpendicular AF, que se medirá como la AK, poniendo señales en los puntos á que vengan á parar los nudos ó trapos, como G, H, Y, L. Levantando (153. 4.ª) en estos las perpendiculares FO, LP, YQ, &c., midiéndolas con la cuerda, y señalados los puntos de los nudos, darán trazado el plantío.

Cuestion 2.ª *Trazar en un terreno un plantío de* 70
viña á tres bolillo (*).

Para esto, habiendo medido con la dicha cuerda una linde, por ejemplo la AB, y señalando los puntos de los nudos como en el caso anterior, se tomará una parte de la cuerda que contenga tres nudos, dos en los estremos y uno en medio, y fijando los estremos en dos de los puntos de division, como en A y D, se tirará la cuerda hasta que el nudo del medio venga á parar como á G, cuyo punto se señalará alargando la línea AG cuanto permita la heredad. Lo mismo se hará desde los puntos C y D, señalando el F y prolongando la DF, y así se irán tirando todas las demás líneas transversales, las que medidas con la cuerda darán los puntos intermedios del plantío (**).

Cuestion 3. *Se pregunta cuántas plantas de vid ó de olivo caben en un terreno que contiene 13 fanegas de marco real, mediando entre planta y planta 3 varas.*

(*) En el tres bolillo se dejan entre planta y planta de 12 á 14 pies.

(**) Trazado ya el plantío no resta mas que abrir los hoyos en los parages señalados con las estacas, cañas ó montoncillos de tierra, etc. Estos hoyos deben abrirse con cuidado, para que no desordenen el plantío, para lo cual se hará la escavacion de modo que el piquete clavado quede en uno de los ángulos del hoyo, y asi al tender el sarmiento en este quedará el estremo superior en el punto en que se hallaba la señal. El tamaño de estos hoyos suele ser de unos 2 pies en cuadro, y otro tanto de profundidad, bien que esto depende del gasto que se quiere hacer y demás circunstancias.

Hállese el número de varas cuadradas que contiene una fanega de marco real, que son 9216, y multiplíquense por 13 que tiene la tierra; el producto 119808 se dividirá por 9, cuadrado de la distancia 3 que ha de haber entre dos plantas, y el cociente 13312 es el número de plantas que caben en la tierra propuesta.

Cuestion 4.ª *Uno quiere plantar una viña en 5 fanegas de tierra que tiene: computados el coste de cada planta con los jornales que tiene que pagar para su plantacion, le resulta de coste $\frac{1}{2}$ real por cada vid: ¿cuánto le importará el plantío dejando entre cada dos plantas 2 $\frac{1}{2}$ varas?*

Supongamos que en este pueblo cada fanega es de 400 estadales de á 10 pies ó 3 $\frac{1}{3}$ varas cada uno. Cuádrese este número, y resultará $\frac{100}{9}$, habiendo reducido el 3 $\frac{1}{3}$ al quebrado $\frac{10}{3}$. Multiplíquese $\frac{100}{9}$ por 400 estadales, y se tendrá el número de varas cuadradas que contiene la fanega en dicho pueblo, que serán 4444 $\frac{4}{9}$, y como son 5 las fanegas contendrán entre todas 22222 $\frac{2}{9}$ varas cuadradas, que divididas por $\frac{25}{4}$ cuadrado del 2 $\frac{1}{2}$, el cociente 3555 es el número de cepas que puede plantar, despreciando el quebrado, y como cada cepa le tiene de coste $\frac{1}{2}$ real, las 3555 le costarán 1777 $\frac{1}{2}$ reales.

Cuestion 5.ª *En 7 fanegas y 5 celemines de marco real ¿cuántas cepas se podrán plantar estando 6 cuartas distantes unas de otras?*

Valiendo cada fanega 9216 varas cuadradas, las 7 valdrán 64512: como cada celemin vale 48 estadales, cada uno de ellos de 16 varas cuadradas, tendrá cada celemin 768 de ellas, y como son 5 compondrán en todo 3840, que añadidas al 64512 resulta que las 7 fanegas y 5 celemines componen 68352 varas cuadradas, que divididas por las 6 cuartas ó 1 $\frac{1}{2}$ varas elevadas al cuadrado, es decir, por $\frac{9}{4}$ despues de reducido á quebrado el 1 $\frac{1}{2}$, el cociente 30377 es el número de cepas que caben en las 7 fanegas y 5 celemines.

Cuestion 6.ª *En una viña hay 9028 cepas distantes unas de otras 7 cuartas: se pregunta ¿cuántas fanegas de tierra de marco real contiene la viña?*

Multiplíquese el número de cepas 9028 por la distancia que tienen entre sí, que es $\frac{7}{4}$ de vara elevadas al cuadrado, es decir, por $\frac{49}{16}$, y resultará $\frac{49}{16} \times 9028 = 27648$ varas cuadradas que tiene la posesion, las que reducidas á fanegas, dividiendo por 9216 varas cuadradas que tiene cada una, dán al cociente 3, que es el número de fanegas que contiene el plantío.

Si del dividendo hubiesen sobrado algunas varas se dividirian por 16 para tener los estadales cuadrados que habia además de las fanegas que aquí resultaron justas.

Cuestion 7.ª *Dada la longitud perpendicular de una tierra de* 750 *palmos, hallar qué anchura se ha de tomar para poder hacer un plantío rectangular que comprenda* 3000 *plantas á la distancia de* 6 *palmos.*

Multiplíquense las 3000 plantas por 36, cuadrado de la distancia de 6 palmos que ha de haber entre ellas; el producto 108000 se dividirá por los 750 palmos que tiene la tierra de largo, y el cociente 144 palmos es el ancho que debe darse al plantío para que pueda contener las 3000 plantas á la distancia propuesta.

Si la longitud de la tierra está espresada en varas, se reducirán estas á palmos multiplicando por 4, y se procederá como en el caso anterior.

Cuestion 8.ª *Sobre una línea de* 1600 *palmos hacer un plantío triangular que comprenda* 4500 *plantas á la distancia de* 8 *palmos.*

Multiplicando las 4500 plantas por 64, cuadrado de la distancia 8, dán 288000, y dividiendo por 1600 se tendrá el cociente 180. Duplicando este será 360, que es la longitud que debe darse á la altura del triángulo que comprenderá las 4500 plantas; el que se trazará en el terreno del modo dicho 182. 1.ª y 2.ª).

187. 1.ª En las plantaciones ó tasas de viñas sucede que los labradores creen tener casi tanto número de plantas estando estas por ejemplo á 8 palmos, que si estuvieran á 7 ó 6, y se consideran engañados cuando hecho el cálculo por el agrimensor ven la grande diferencia en el número de plantas de un plantío á otro. Para salir de esta preocupacion bastará que echen una mirada sobre la tabla VI de plantíos de viña que va al fin del tomo, y verán en una misma estension de varas cuadradas qué diverso es el número de plantas que corresponde á cada distancia.

Así en una superficie por ejemplo de 1000 varas cuadradas vemos en la citada tabla VI que distando las plantas unas de otras:

5 palmos caben 640 plantas.
6 palmos........ 444
7 palmos........ 326
8 palmos........ 250
9 palmos........ 198 &c.

De aquí deduciremos dos resultados: 1.º Que es un error muy grave en el que incurren muchos agrimensores y labradores que creen que de hacer en una tierra un plantío á la distancia de 5 palmos caben pocas menos plantas que haciéndole á 6 palmos. En la tabla de arriba vemos que en 1000 varas cuadradas caben en el primer caso 640 plantas y en el 2.º solo 444, es decir, 196 plantas menos, diferencia enorme. 2.º Que es una práctica sumamente viciosa la que hay en muchos pueblos de tasar las posesiones de viñedo ú olivo por los millares de plantas que contienen, pues de dos viñas de á mil cepas cada una puede tener la una de las dos superficies notablemente mayor que la otra. 1000 plantas á 8 palmos de distancia ocupan 4000 varas cuadradas, y las mismas 1000 plantas á 12 palmos ocuparian 9000 varas. Así en esta especie de heredades se deben hacer dos tasaciones, una del número de plantas que hay, y otra del número de fanegas que ocupan, y la suma de estas dos tasaciones sería el valor total de la heredad.

2.ª Errores de igual gravedad se cometen en las tasaciones de sembrados ó forrages contados por sogas (137. 3.ª), pues teniendo una soga cuadrada de á 8 varas 64 varas cuadradas, una de 10 varas tendrá 100 cuadradas, y lo que comunmente hacen es que si una soga de 8 varas la tasan en 16 reales, por ejemplo, una de 10 varas la aprecian en 20, sin advertir la gran diferencia que hay de 64 varas cuadradas que tiene la 1.ª, á 100 que hay en la 2.ª, y á la que corresponden la tasacion 25 rs., como es fácil ver por la siguiente proporcion: 64 varas : 100 varas : : 16 reales : 25 reales que resultarán (85).

3.ª Tambien debe el agrimensor tener muy presente en las medidas, divisiones y tasaciones de heredades, que de dos terrenos semejantes (*) de una misma figura (sea esta la que quiera), de los cuales el uno tenga sus dimensiones duplas que el otro, aquel no tendrá una superficie dupla que este, como comunmente se cree, sino que ocupará una estension 4 veces mayor qne el segundo: si las dimensiones fuesen triples la superficie sería 9 veces mayor, si cuádruplas 16 veces, &c. Así si tuviésemos cuatro porciones de terreno A, B, C, D
de la misma figura, pero tales que A tuviese 1 es- 45*
tadal de lado, B 2, C 3 y D 4, sus superficies serian

(*) Son semejantes dos figuras que tengan los ángulos de la una iguales á los correspondientes de la otra, y los lados proporcionales cada uno al suyo. Así son seme-
jantes las figuras ABCDEFGHI y *abcdefghi* porque el án- 57
gulo A=*a*, B=*b*, C=*c*, etc. y el lado AB es doble que *ab*, BC doble que *bc*, CD doble que *cd*, etc. Lo mismo sucedería si fuesen triples, cuádruples, etc.

(130. 13.ª) la de A de 1 estadal cuadrado, la de B de 4 estadales cuadrados, la de C de 9, y la de D de 16, es decir, que B sería 4, C 9 y D 16 veces mayor que A.

CAPITULO IX.

De la nivelacion, desmontes, escavaciones, acequias, diques y desagües de terrenos.

188. *Nivelar un terreno* es hallar la mayor ó menor altura que tienen sus puntos unos respecto de otros. *Línea de nivel* es aquella que en todos sus puntos conserva una misma altura. El objeto de la nivelacion es averiguar cuánto unos puntos de un terreno se alejan mas que otros de la línea de nivel.

189. La línea de nivel se determina por medio de varios instrumentos. Cuando la distancia es muy corta se usa del nivel de *aire* ó del de *albañil.*

72 190. El nivel de albañil consiste en un ángulo ABC de madera atravesado por una regla BC, en cuya mitad D hay un corte de sierra que coincide con el vértice ó punta superior A, de la que cuelga un plomillo E pendiente de una cuerda AE. Si colocado el nivel sobre un objeto coincide lo largo de la cuerda con la aserradura en toda su estension, el objeto está á nivel, pero si no, está inclinado hácia el lado á que vaya el plomo.

71 191. El nivel de aire consiste en un tubo ó cañoncito de cristal AB de un dedo de diámetro y de 4 á 8 pulgadas de largo, lleno de espíritu de vino escepto un corto espacio C en que se deja un poco de aire, y cerrado por ambos estremos. Este tubo va asegurado á una regla de bronce DE, cuyo grueso es igual por todas partes, y cuando el objeto sobre que se coloca está bien horizontal ó á nivel la ampollita de aire viene á ocupar el medio del tubo AB; pero si se inclina hácia un estremo

es señal de que dicho objeto está mas alto por un lado que por otro (*).

Cuando el nivel de aire lleva en lugar de la regla DE un anteojo, que se puede colocar sobre un armazon de tres pies como la plancheta, se llama *nivel de anteojo*, y sirve para nivelar grandes distancias.

192. Pero el nivel mas en uso en la agrimensura es el de *agua*, que sirve para nivelar grandes distancias. Consiste en un cañon ACDB de laton ó de hoja de lata de 3 á 4 pies de largo, con dos recodos AC, BD en sus estremos, en los que se colocan dos tubos ó vasos sin suelo A, B de cristal, á lo menos de una pulgada de diámetro y cinco ó seis de altura, los que se embetunan con los dichos recodos. La comunicacion entre los dos vasos por lo interior del cañon ha de estar libre, de modo que echando agua por un vaso suba por el otro á la misma altura despues de lleno el cañon. Por la propiedad que tiene el agua de subir en los dos á una misma altura, se deduce que la visual dirigida por la superficie del agua de los dos vasos es una línea de nivel (**).

(*) Antes de hacer uso de un nivel, sea de albañil ó de aire, es conveniente el cerciorarse si el instrumento está bien ó mal construido, para lo cual se colocará sobre una mesa, la que por medio de unas cuñitas se pondrá á nivel de modo que sea la ampollita ó el aplomo quede bien en medio. Entonces se volverá el instrumento de modo que el lado ó pierna que estaba á la derecha pase á la izquierda, y el de la izquierda á la derecha, y si el aplomo ó la ampollita señalan tambien el medio en esta nueva posicion, el instrumento es bueno, pero si se inclinan á un lado ó á otro el instrumento está mal construido y no sirve. Estos dos niveles se usan para nivelar distancias pequeñas como una mesa, el piso de una sala, etc.

(**) Los dos vasos deben ser de igual grueso y diámetro, y del cristal mas limpio sin betas ni ampollas.

193. Para el uso de este instrumento se le coloca sobre un chuzo ó baston que se clava en tierra, y mejor sobre un armazon de tres pies E como el del cartabon. Se necesitan además *miras* ó *niveletas*, que son unos reglones de 8 á 12 pies de lar-
73 go, como FG, en los que se colocan unas tablillas
H de una cuarta en cuadro, cuya mitad inferior es negra, y la mitad superior blanca. Estas tablillas están dispuestas de modo que pueden correr á lo largo de los reglones, teniendo un tornillo para fijarlas en el punto que convenga. Los reglones acaban en su parte inferior en un regaton ó punta de hierro G para clavarlos en el terreno. Tambien debe llevarse un aplomo y un estadal dividido en pies, pulgadas y líneas.

75 Cuestion 1.ª *Nivelar en el terreno una línea AB que no pase de* 200 *á* 300 *varas.*

Colóquese el nivel en un estremo A, y en el otro B clávese una mira ó niveleta bien á plomo. Echese en el nivel agua tinturada, si se quiere con un poco de vino, añil, azafran, &c., para que se perciba mejor, hasta que suba á la mitad de los dos vasos, dando interin se llena unos golpecitos suaves al nivel para que no quede dentro aire alguno. Si hace viento de modo que agite el agua de los vasos, convendrá taparlos con unos corchos prevenidos para el efecto, y que lleven unos agujeritos para que el aire que quede dentro de los vasos comunique con el esterior.

Hecho esto hágase girar el nivel sobre su pie hasta que la visual dirigida por sus dos vasos venga á coincidir con la direccion AB, y mirando por la superficie del agua (*) se mandará al peon, que

(*) Esta visual debe dirigirse por los costados de los vasos y no por medio, pues además de percibirse de este modo mejor la tablilla de la niveleta, se evita el efecto que produce el cristal de torcer la direccion de la visual cuando esta le atraviesa, haciendo que los objetos parezestará junto á la niveleta, que suba ó baje la tablilla hasta que la visual, dirigida por la superficie del agua de los dos vasos, venga á parar á la línea que divide lo blanco y negro de la tablilla, y entonces se mandará apretar el tornillo para que quede fija, poniendo todo cuidado en no menear la niveleta.

Mídanse luego con la regla ó estadal dividida en pies, pulgadas y líneas, la altura que hay desde la superficie del agua al suelo, y la de la línea de la tablilla tambien, procurando en estos casos poner el estadal bien á plomo y no inclinado, y supongamos que la AD tiene 6 pies, 2 pulgadas y 11 líneas, y *Bn* 3 pies, 4 pulgadas y 8 líneas. Diremos que A está mas bajo que B, y para hallar cuánto se restarán los dos números, y la resta 2 pies, 10 pulgadas y 3 líneas es lo que A está mas bajo que B, ó este mas alto que A.

Cuestion 2.ª *Nivelar una distancia AB de 300 á 600 varas.* 76

En este caso colóquense dos niveletas, una en A y otra en B, y tomando un punto C medio entre A y B se colocará en él el nivel, dirigiendo una visual *xy* á la mira A, y otra *zn* á la B, y colocando las tablillas como en el caso anterior, se medirán con la regla ó vara dividida en pies, pulgadas, &c., las alturas A*y* y B*n*, y restando lo que valga la menor, que aquí es A*y*, de la mayor B*n*, la resta será los pies, pulgadas y líneas que el punto A está mas alto que B. Cuide el agrimensor de advertir que de las dos alturas la que medida con la vara resulte menor corresponde al punto mas alto en el terreno. Así por tener A*y* menos pies, pulgadas, &c., que B*n*, indica que A está mas alto que B.

Cuestion 3.ª *Nivelar una distancia que pase de 600 varas.* 77

can mas altos ó mas bajos de lo que en rigor están, cuya propiedad se llama *refraccion* de la luz, y puede producir errores de suma importancia.

En este caso es preciso repetir la operacion de la cuestion anterior dos, tres ó mas veces. Mas para ejecutar esto con órden y sin confusion, se tomará un pliego de papel y se dividirá con una raya de alto á bajo en dos partes iguales ó colunas. A la cabeza de la primera se pondrá el nombre del objeto ó punto desde donde se empieza la nivelacion, y á la de la segunda el del punto adonde deba concluir. Sea la distancia ABCDEFG la que se ha de nivelar. Tómese de ella una parte AC de 400 á 600 varas, y clávense en sus estremos AC las miras A*a* y C*c* bien á plomo, tómese despues el punto medio B, póngase en él el nivel, y dirigiendo las visuales *na* y *mo* mídanse las alturas A*a* y C*c*, y sea A*a* de 5 pies, 6 pulgadas y 2 lineas, que se apuntará en la primera coluna del papel arriba dicho, y C*c* de cuatro pies, 10 pulgadas y 5 líneas, que se apuntará en la otra coluna como se ve en la tabla.

Quítese la mira de A, dejando en el punto donde estuvo una estaca, ó monton de tierra, y trasládese á un punto E distante otras 400 ó 600 varas (*) de la mira C, que se dejará fija sin hacer

(*) Esta distancia se fija para el caso en que el terreno no sea muy desigual, porque si lo es, como sucederá cuando pase la nivelacion por un pais muy quebrado ó falda de cerro, será preciso tomar mucha menos distancia, pues de otro modo una visual pasaria por encima de una de las niveletas y la otra encontraria con el terreno antes que con la niveleta. El que nivela no debe sujetarse á tomar la espresada distancia, sino la que prudencialmente conozca debe tomarse segun la configuracion del terreno, de modo que podrá ser este tal que las dos niveletas estén casi tocando con los vasos del nivel. Así antes de clavar las niveletas debe hacer un tanteo para ver si desde el parage en que ha situado el nivel se pueden dirigir visuales que las encuentren por uno y otro lado, y si no será preciso aproximarlas mas. Tambien debe cuidar mucho de colocar el nivel lo mas en medio que pueda entre las dos miras para no tener que andar otra cosa que poner la tablilla de modo que mire hácia E. Pásese el nivel de B á D, punto con corta diferencia medio entre E y C, y dirigiendo las visuales *pd* y *qe*, mídanse las alturas C*d* y E*e*, y sean C*d* de 8 pies y 9 pulgadas, que se escribirán en la primera coluna por estar C mas inmediato al principio A que E; cuya altura E*e* se apuntará en la otra, y sea de 6 pies, 3 pulgadas y 11 líneas.

Quítese la mira de C, dejan señal como se hizo en A, y trasládese á G volviendo la tablilla de la mira E*e* hácia G, y puesto el nivel en el medio F diríjanse las visuales *rf*, *sg*, mídanse las distancias *f*E, que sea de 5 pies, 4 pulgadas y 3 líneas, que por ser de las dos miras la mas próxima á A se pondrá en la primera coluna, y la G*g*, que sea de 4 pies y 4 líneas, se apuntará en la segunda.

Términos correspondientes al principio A.	Términos correspondientes al fin G.
5 pies 6 pul. 2 lín.	4 pies 10 pul. 5 lín.
8 pies 9 pul. 0 lín.	6 pies 3 pul. 11 lín.
5 pies 4 pul. 3 lín.	4 pies 0 pul. 4 lín.
19 pies 7 pul. 5 lín.	15 pies 2 pul. 8 lín.

Asi se continuará repitiendo la operacion y apuntando los valores en las colunas, sin escribir en una las alturas que deben ir en la otra. Despues se sumará la primera coluna, que aqui compone 19 pies, 7 pulgadas, 5 líneas; y la segunda 15 pies, 2 pulgadas, 8 líneas; y como esta es la menor indica que el punto G está mas alto que A. Para saber cuánto, se restará la suma 15 pies, 2 pulgadas, 8 líneas de la mayor, 19 pies, 7 pulgadas, 5 líneas, y

haciendo correcciones. (Véase la tabla VII y su esplicacion al fin.)

la resta 4 pies, 4 pulgadas y 9 líneas es lo que G está mas alto que A.

77 194. Si para algun objeto particular conviniese saber las distancias respectivas de A á C, de C á E, de E á G, &c., se medirán con la cadena, para lo cual hemos tenido la precaucion de dejar señales en A, C, E, &c. Sumadas todas estas distancias darán la de toda la línea nivelada. Y si además de la diferencia de altura de los estremos A y G se quisiese la de los puntos intermedios C, E, &c., se restarán las dos cantidades que salen de cada nivelacion parcial: así restando de 5 pies, 6 pulgadas y 2 líneas, 4 pies, 10 pulgadas y 5 líneas, resultarán 0 pies, 7 pulgadas y 9 líneas, que es lo que C está mas alto que A. Restando de 8 pies y 9 pulgadas, 6 pies, 3 pulgadas y 11 líneas, resultarán 2 pies, 5 pulgadas, 1 línea, que es lo que E está mas alto C, y así de los demás. Con estos datos sería muy fácil dibujar en un papel el perfil de una nivelacion tirando una línea á la que se darían tantas partes de escala como varas tuviese toda la distancia nivelada. Levantando en seguida perpendiculares en los puntos correspondientes á aquellos en que se hubiesen puesto niveletas, y dando á estas perpendiculares la longitud correspondiente á las diferencias de nivel halladas en cada nivelacion parcial, la línea que pasase por los estremos de dichas perpendiculares nos daria el perfil del terreno.

195. Como la nivelacion suele ejecutarse con el objeto de hacer escavaciones costosas, como son un desmonte, abrir una acequia, cañería, &c., conviene antes de empezar esta obra asegurarse bien de la exactitud de la nivelacion, para lo cual se repetirá dos ó mas veces, empezando una vez desde un estremo y otra de otro, así para comprobar la nivelacion GFED, &c.: habiendo empezado antes por A yendo hácia G, empezaremos ahora en G viniendo hácia A, y si resultan los mismos 4

pies, 4 pulgadas y 9 líneas, está bien hecha la nivelacion. En las líneas se puede despreciar alguna diferencia, es decir, que aunque resulten 2 ó 3 líne mas ó menos, siempre que los pies y pulgadas salgan los mismos es despreciable dicha diferencia (*).

De los desmontes y escavaciones.

196. *Desmontar un terreno* no es otra cosa que ponerle todo él á nivel, rebajando todos aquellos puntos que están mas elevados. Muchos son los objetos con que se puede hacer un desmonte, por lo que sin mezclarme en ellos manifestaré brevemente los medios de calcular el coste y trabajo que puede ocasionar un desmonte cualquiera, tocando aquellos casos mas comunes y usuales, no siendo posible en una materia tan vasta abrazar todos los que pueden ocurrir, y que el agrimensor podrá reducir á los que espongo con un poco de meditacion y esmero en la ejecucion de las operaciones.

197. Cuestion 1.ª *Dado un terreno ABCDE* 78
que se ha desmontar, calcular la profundidad que ha de tener la escavacion en cada uno de los puntos notables G, H, Y, L, &c.

Dado desde luego un punto D á cuya altura ha de quedar todo el terreno, se empezará desde D una nivelacion que nos indique las alturas de los puntos N, M, H, &c. sobre D, y se colocará en cada punto nivelado N, M, H, &c. una estaca ú otra señal en que se escribirá con un lapiz ó navaja los

(*) En la actualidad las niveletas son dos reglas que se deslizan una sobre la otra, desde 2 á 4 metros, subdivididos en decímetros y centímetros, para ver desde luego la altura de la tablilla en cada visual. El uso y práctica de estas y cuenta por metros y sus divisores es igual al espuesto en las cuestiones anteriores.

pies, pulgadas y líneas que aquel punto está mas alto que D, y otros tantos pies, pulgadas y líneas ha de tener la escavacion en aquellos puntos.

Cuestion 2.ª *Hallar el coste que tendrá una escavacion de tierra sola, es decir, en que no tenga que entrar cantero.*

Hállese la superficie del terreno por desmontar, y sea de 6500 pies cuadrados. Véase luego la profundidad que ha de tener la escavacion en los puntos mas notables E, A, G, N, M, &c. (197. 1.ª) (*), y supongamos que tienen sobre D lo que espresa la adjunta tabla: súmense todas estas alturas, y darán 55 pies, que divididos por el número de puntos tomados, que aquí es 10, resultan $5\frac{1}{2}$ pies, que es lo que se llama altura media. Multiplicando $5\frac{1}{2}$ por la superficie del terreno por desmontar, que es de 6500 pies, resultan 35750 pies cúbicos que ha de tener el desmonte. Y en sabiendo lo que cuesta la escavacion de un pie cúbico, que sea por ejemplo 6 mrs., el todo de la escavacion costará 35750×6, que produce 214400 mrs., que hacen casi 6309 rs.

E	6
G	5
N	3
M	4
H	10
L	3
C	2
B	6
A	9
Y	7

Cuestion 3.ª *Desmontar un terreno en que hay peña.*

Si en el terreno que se ha de desmontar resulta peña viva, es preciso calcular el volúmen de esta aparte para hacer su cuenta al cantero en razon del mayor trabajo y gasto de tiempo. Para hacer este cálculo se verá la figura que tiene la roca ó peña, y se hallará su volúmen viendo á cuál de los cuerpos se asemeja (120. y sig.), y midiéndole por las reglas dadas (131), de las que resultará mas ó menos aproximado, segun la destreza del medi-

(*) Cuantos mas de estos puntos se tomen, tanto mas exacta saldrá la operacion.

dor, pues siendo tantas y varias las figuras bajo las cuales se puede presentar la piedra, no podemos sujetarlas á reglas seguras.

Si la piedra tuviese una figura como ABCD se 79
hallará su volúmen multiplicando lo que tengan de largo los lados AC y CB por la altura ó grueso CD; así, si AC tenia 5 pies, CB 4 y CD 3 pies de altura, el volúmen aproximado será de 60 pies cúbicos.

Si fuese el peñasco HJKYL mídase su circuito, 79
y sea de 88 pies: dígase luego si 22 : 7 : : 88 : (129. 16.ª), y resultarán 28 (*). Cuádrese este 28, y el cuadrado 784 multiplíquese por la altura LK hallada con el nivel, y que sea de 8 pies, y tendremos 6272, que multiplicado por 11 y partido por 42 dá 164$\frac{28}{42}$ pies cúbicos, volúmen que tiene el peñasco HJKYL próximamente.

Si la peña se presenta con la figura ABCD se 81
medirá una de sus líneas como AB que sea de 9 pies, y la perpendicular bajada desde D á la AB que tenga 5 pies, igualmente que otra perpendicular AL bajada desde A á BC ó á su prolongacion, y sea AL de 11 pies. Multiplíquense las tres cantidades 9, 5 y 11, y el producto 495 pártase por 3, y dará 165 pies cúbicos, que es próximamente el volúmen de ABCD.

Hallado el volúmen de la peña se restará de la del desmonte total para saber cuántos son los pies cúbicos de tierra que hay que pagar á los que han hecho el desmonte de esta, y lo de peña se pagará á los canteros.

Cuestion 4.ª *Se desea hacer un estanque cuadrilongo que tenga de largo* 40 *pies*, *de ancho* 32 *y* 10 *de profundo. Llevando á* 4 *mrs. por cada pie cúbico de desmonte, ¿cuántos pies cúbicos habrá que desmontar, y cuánto costará el desmonte?*

(*) En este caso y en todos sus análogos, resultará mas aproximacion empleando la relacion dicha (129. 19.ª nota.)

Hállese la cavidad que ha de tener el estanque multiplicando el 40, el 32 y el 10, y resultará el producto 12800 pies cúbicos, que multiplicados por 4 mrs. que cuesta cada uno, dán 51200 mrs., que hacen $1505\frac{30}{34}$ rs.

Cuestion 5.ª *Un hortelano pregunta qué número de pies cúbicos de escavacion ha de dar á un estanque para que tenga el agua suficiente para el riego de su huerta con una pulgada de agua.*

Hállese la superficie de la huerta, y sea de 82000 pies cuadrados, que multiplicados por 1 pulgada, es decir, $\frac{1}{12}$ de pie, dán 6833 pies cúbicos que debe tener el estanque, que contendrá agua para regar toda la huerta con una pulgada de agua.

Cuestion 6.ª *¿Cuántos pies cúbicos contendrá la escavacion de un pozo circular que tiene de diámetro ó ancho seis pies y de profundidad* 50*?*

Cuádrese el 6 (65), y se tendrán 36, que multiplicados por la profundidad 50 dán 1800. Multiplíquese esto por 11, y pártase el producto 19800 por 14 (*), y se tendrán $1414\frac{4}{14}$ pies cúbicos de la escavacion.

Cuestion 7.ª *¿Cuántos pies cúbicos de escavacion tiene un pozo ovalado ó de noria cuyo largo es de 12 pies, el ancho de 4 y la profundidad de 40?*

Multiplíquese lo largo, ancho y profundo, y resultarán 1920, que multiplicados por 11 son 21120, y divididos por 14 dán $1508\frac{8}{14}$ pies cúbicos que tenia la escavacion (**).

(*) El multiplicar por 11 y partir por 14 se hará en todas las cuestiones semejantes á esta y á la séptima.

(**) No creo será fuera del caso incluir aquí aquellas señales mas comunes y ciertas de que se hallará agua á poca profundidad en un terreno. Estas señales son: Primera, si no hallándose en parage bajo ni donde se recojan las aguas llovedizas cria espontáneamente junco menudo, juncia, sauce silvestre, chopos, cañas y demás yerbas afectas á la humedad. Segunda, si tendiéndo-

Cuestion 8.ª *Un albañil contrata la escavacion de un pozo de 16 varas de profundidad en 1200 reales: cuando llevaba hechas 6 varas se despide, y exigiendo el precio de su trabajo se desea saber cuánto se le ha de dar.*

Como en esta clase de obras crece el trabajo en proporcion del aumento de la profundidad, sumaremos los números 1, 2, 3, 4, &c., hasta 16 inclusive, y tendremos la suma de 136. Sumaremos igualmente los números 1, 2, 3, 4, 5, 6, hasta 6 varas que hizo, y se tendrá la suma 21. Formaremos luego la siguiente proporcion 136 : 21 : : 1200:...... y sacando el cuarto término (85) resultan 185 rs. y 10 mrs., que es lo que se debe dar al albañil por las 6 varas que escavó,

Cuestion 9.ª *Se quiere cercar una tierra que tiene 842 pies de circuito con un foso ó zanja de 4 pies de ancho y 3 de hondo. Un jornalero se ofrece á hacer la obra por 960 reales: ¿á cómo lleva por el pie cúbico de escavacion?*

Multiplíquense los 842 por 4 y 3, y serán 10104 pies cúbicos de la escavacion. Redúzcanse á maravedises los 960 reales, y serán 32640 mrs., que divididos por el 10104 dán cerca de $3\frac{1}{4}$ mrs., precio de cada pie cúbico.

Cuestion 10. *Un jornalero se ofrece á abrir una zanja de 120 varas de largo, 2 de ancho y 1 de profundo, y no entendiendo él de ajustes por varas ni pies cúbicos, quiere hacerle por las espuertas de tierra que haya que escavar, llevando por cada espuerta 2 mrs.: ¿cuánto ha de pedir por la escavacion?*

se vientre á tierra al nacer el sol se ven salir abundantes vapores. Tercera, si cavando un hoyo de una vara ó mas profundidad y poniendo en su fondo una cazuela vidriada ó de metal untada de aceite y boca abajo, y cubriendo la boca del hoyo con ramas ó tablas se halla la cazuela salpicada de gotas gruesas de agua al dia siguiente.

Multipliquense 120 varas por 2 y 1, y serán 240 varas cúbicas: se sabe por esperiencia que cada vara cúbica de tierra ni muy esponjosa ni muy apretada, dá unas 60 espuertas de tierra escavada, luego multiplicando 240 varas cúbicas por 60 dá 14400 espuertas de tierra, que á 2 mrs. cada una componen 28800 mrs., que son 847 rs., 2 mrs.

De las acequias y diques.

198. Cuando la nivelacion es para un desmonte se seguirá exactamente el resultado de la operacion; pero si es para una acequia, reguera, cauce, &c., por la que deba correr el agua, se la darán 8 ó 10 pulgadas de pendiente en cada 100 varas, para que el agua tenga una corriente suave y no estropée las orillas, como sucederá si se la dá mucha inclinacion.

199. Las acequias, cauces ó regueros deben hacerse lo mas en línea recta que se pueda, pues si forman ángulos, chocando el agua con ellos, los irá minando y destruyendo, resultando de aquí continuas obras y reparos.

200. Las escavaciones se arreglarán por los resultados de la nivelacion; así es que si se desea abrir un cáuce que conduzca las aguas desde el arroyo ó rio A á la posesion M, y se ha averiguado por medio de la nivelacion que B está 5 pies mas
82 alto qne A, C 2 pies, D 6 pies y E 8, quiere decir que la escavacion debe seguir la línea AM, rebajando en B 5 pies, en C 2, en D 6 y en E 8, además de la inclinacion que prudencialmente se juzgue necesario que haya de A á M para que el agua tenga curso desde el rio hácia M.

201. Si en la estension del cáuce hay algun parage, por ejemplo G, mas bajo que la altura del agua en A, será preciso rellenarle de tierra hasta dejarle á la altura conveniente. Para estos terra-

plenados debe usarse con preferencia tierra gredosa ó de liga, y de ningun modo arena, que deja filtrar el agua. Debe apisonarse muy bien. El cálculo de la tierra que se necesita para esto se hace por el mismo método que el de las escavaciones (197. 1. y 2.). Hecho el terraplenado se construirán á los lados dos diques ó elevaciones de tierra para que sujeten la corriente del agua y no se estravie esta y ocasione la inundacion de algun terreno. Para que estos diques tengan bastante robustez deben ser tambien de tierra arcillosa, en la que se echarán semillas de grama para que tome consistencia, y mucho mejor será si se hace un plantío de chopos á lo largo de los diques, que con sus raices aseguran la tierra mejor que nada. Si el agua corriese con violencia será preciso guarnecer ó revestir el dique con una estacada espesa, cuyas estacas se enlazarán con mimbres ó ramage verde, el que impedirá á las aguas que roben la tierra del dique ó malecon. A veces se bacen de fábrica.

202. Cuestion 1.ª *Se quiere abrir una acequia ó zanja de 400 pies de largo, 3 de profundidad, y que por estar sus paredes en declive tiene 6 pies de boca ó anchura en la parte superior y 4 en el fondo ó parte inferior: ¿cuántos pies cúbicos dará de escavacion?*

Súmense las anchuras superior é inferior 6 y 4, y tómese la mitad 5. Multiplíquense 5, 3 y 400, y darán 6000 pies cúbicos que ha de tener la escavacion.

Cuestion 2.ª *Se ha de abrir un cauce en suelo desigual, el cual por la parte mas baja del terreno que atraviesa ha de tener 1 vara de profundo, su anchura media ha de ser de 2 varas, y lo largo de 250 varas; se hace el ajuste por pies cúbicos: se pregunta 1.° cuántos de estos tendrá la escavacion: 2.° cuánto costará á razon de 20 rs. por cada 100 pies cúbicos.*

El que se comprometa á ello debe nivelar ante todo lo largo de la acequia (193. 3.ª) tomando cuantos mas puntos pueda (197. 1.ª) sobre el punto mas bajo. Sumará estas alturas parciales, y la suma la dividirá por el número de ellas que haya tomado, y saldrá la altura media, que sea por ejemplo de 2 varas, á la que añadirá la 1 vara que ha de tener la profundidad, y serán 3 varas, que multiplicadas por la anchura 2 varas y lo largo 250 resultarán 1500 varas cúbicas de escavacion, y como cada una de estas tiene 27 pies cúbicos, multiplicando resultarán 40500 pies cúbicos, que es lo que hay que escavar. Para saber el coste diremos si 100 pies cuestan 20 reales, 40500 pies ¿cuánto costarán? (91) ó 100 : 20 :: 40500 : 8100 reales que costará la obra.

203. El destajista que no quiera comprometerse en empresas ruinosas debe examinar cuidadosamente todas estas cuestiones ejercitándose varias veces, y de este modo podrá tomar sobre seguro cualquier trabajo de esta especie.

De los desagües de terrenos.

204. Cuando un terreno se ofrece inundado gran parte del año por su situacion, debe el labrador tratar de desaguarle, pues la humedad impide la germinacion de las plantas, ó las pudre despues de germinadas. Para esto nivelará la posesion, y en la parte que resulte mas baja construirá una ó muchas zanjas para dar curso al agua estancada.

205. Pero si no se pudiese dar salida á estas aguas por su situacion ó por el mucho coste que tendria el desagüe, y el terreno es pedregoso, ó hay en su proximidad abundancia de piedras, se puede recurrir á otro medio, que es el de abrir una ó mas zanjas en la parte mas baja lo mas profundas y anchas que se puedan costear, y llenarlas

de guijarro, piedra ó cascote (*) hasta unos dos pies del nivel del terreno, y llenando lo restante con la tierra sacada de la zanja se igualará con el resto del suelo. El agua que se debia estancar, filtrándose por los dos pies de tierra, pasará á los huecos que quedan entre las piedras, y dejará en seco el terreno superior. Para evitar que la tierra que arrastra el agua vaya rellenando los huecos que quedan entre las piedras, se dará á la zanja algun declive para que el agua corra con alguna violencia, y antes de echar la tierra se pondrá sobre las piedras paja ó ramage menudo.

Este método, puesto en ejecucion ya en muchas partes, es escelente: 1.° porque no inutiliza ninguna parte del terreno, pudiendo sembrarse sobre la tierra que cubre la zanja lo mismo que sobre lo demás: 2.° porque la tierra sacada de la zanja, estendida por el terreno, proporciona á éste mas elevacion, y le deja menos espuesto al remanso de las aguas: 3.° porque es de mucha duracion, habiendo ejemplar de algunas hechas hace mas de 30 años, y que llenan aun completamente su objeto: 4.° que no ocasiona los miasmas pestilenciales que producirian zanjas abiertas, en las que recogida el agua por mucho tiempo, y corrompiéndose con el contacto del aire, podria ocasionar graves inconvenientes.

206. Hay ciertos terrenos que se pueden desaguar sin necesidad de zanja, y son todos aquellos cuya capa superior es gredosa y que no deja filtrar las aguas produciendo su estancacion. Si la capa de greda no es de mucho espesor y debajo de ella se encuentra, como sucede con frecuencia, otra capa de arena ó guijo, bastará hacer de trecho en trecho algunas roturas en la capa superior de greda

(*) No se deberá comprimir la piedra ó cascote, pues cuanto mas en hueco quede tanto mas completo será el resultado.

y rellenarlas con guijo ó arena, y por ellas se filtrará el agua á las capas inferiores, que dándola salida interior, libertarán el terreno de los efectos perjudiciales del estancamiento de las aguas. Este método, que es muy asequible, tiene la ventaja de ser mas económico que el anterior.

CAPITULO X.

De los aforos y apeos.

207. *Aforar es determinar por medio de medidas esteriores la cantidad de líquido ó árido que contiene una vasija, tinaja, cuba, monton,* &c.

Para esto es indispensable saber qué cantidad del objeto que se trata de aforar entra en un pie ó decímetro cúbico, lo cual se verá fácilmente en lo siguiente tabla (*).

(*) Aunque para la formacion de ella he procurado valerme de los datos mas seguros sobre este particular, son muchos de ellos susceptibles de algunas modificaciones, pues por ejemplo, el salitre, el jabon, etc., pesarán mas ó menos segun el grado de humedad que contengan, la harina segun esté mas ó menos comprimida. En la tabla se han puesto los términos medios.

Tabla de las materias mas comunes que pueden ocurrir en los aforos.

	En un pie cúbico.	En un decimetro cúbico.
Agua. . . . . Vino ó vinagre. . . . . . Aguardiente.. . . . . . . Espíritu de vino. . . . . Cerveza. . . . . Leche, &c..	*Contiene 47 cuartillos.*	*Contiene 1 litro.*

	En libras.	En kilógramos.
Azogue. . . . . pesa.	$657\frac{3}{4}$	13,758
Plomo.. . . . . »	$532\frac{1}{4}$	11,215
Cobre.. . . . . »	418	8,740
Hierro. . . . . »	$359\frac{2}{3}$	7,507
Piedra de molino. . »	200	4,181
Sal gema. . . . . . . »	$99\frac{1}{2}$	2,080
Salitre ó nitro. . . »	89	1,860
Miel.. . . . . »	68	1,421
Pez. . . . . »	54	1,130
Jabon duro. . . . . . »	52	1,087
Resina. . . . . »	$50\frac{1}{2}$	1,055
Cera virgen.. . . . . »	$45\frac{1}{4}$	0,946
Sebo. . . . . »	$44\frac{1}{4}$	0,935
Manteca.. . . . . . . »	44	0,920
Aceite de linaza.. . »	44	0,920
Aceite comun.. . . . »	43	0,898
Arroz. . . . . »	$41\frac{1}{2}$	0,867
Lentejas.. . . . . . »	$39\frac{1}{4}$	0,820
Judias.. . . . . »	39	0,815
Garbanzos.. . . . . »	38	0,794
Harina de trigo.. . »	22	0,464

Cada $2\frac{1}{2}$ pies cúbicos de cualquier árido componen una fanega con corta diferencia.

208. Teniendo conocimiento de esta tabla, la operacion del aforo se reduce á determinar por las reglas de geometría y las que van á darse la capacidad interior del vaso, y multiplicar el número de pies cúbicos que salgan por el valor que señala la tabla á la materia que se afore.

En los aforos de vinos es costumbre rebajar la cuarta parte de los pies cúbicos de la vasija aforada por razon de las heces y espacio que se deja vacío para que no se derrame al fermentar.

No pudiendo darse en materia de aforos reglas generales para todos los casos que puedan ocurrir, por estar sujetas en cada uno á circunstancias particulares, procuraré poner al agrimensor en estado de ejecutar esta operacion, una de las mas necesarias de su profesion, por medio de las siguientes cuestiones, en que he tratado de comprender todos los casos mas comunes que pueden ofrecerse (*).

83 209. Cuestion 1.ª *Aforar un vaso ó tonel cilíndrico, es decir, igualmente ancho en toda su altura.*

Véase lo que tiene de altura, y sean 8 pies; mídase igualmente el diámetro de la boca, y sea de 5 pies, rebajados los gruesos de las maderas ó barro, en atencion á que todo aforo debe hacerse sin llevar en cuenta el grueso de las maderas ó barro, pues solo se va á aforar la capacidad interior de los vasos.

Hállese la superficie de un círculo de 5 pies (130. 7.ª) cuadrando el 5, multiplicando el cuadrado 25 por 11, y dividiendo el producto 275 por 14, y el resultado $\frac{275}{14}$ multiplíquese por la altura del vaso, que es 8, y se tendrá $\frac{275}{14} \times 8$; efectuando la

(*) Para resolver las cuestiones de aforo por el sistema métrico, basta poner en lugar del pie el decímetro, y practicar las operaciones que se espresan.

operacion (48. 1.ª), resulta 157 $\frac{2}{14}$ pies cúbicos, que es la cantidad de líquido que cabe en el vaso.

Si el citado vaso cilíndrico estuviese lleno de algun líquido y se quisiesen reducir los 157 $\frac{2}{14}$ pies cúbicos á arrobas, se multiplicarán estos por 47 cuartillos (207), lo que dará 7385 $\frac{10}{14}$ cuartillos, que partidos por 32 cuartillos que tiene una arroba, resultan 231 arrobas, y sobran 12 cuartillos.

Si el vaso no estuviese lleno no se tomarian por altura los 8 pies del vaso, sino hasta donde llegase el líquido.

Cuestion 2.ª *Aforar una vasija ó tonel redondo* 84
que es mas ancho por un lado que por otro.

Sean los diámetros de las bases el uno de 4 pies y el otro de 7, y la altura de la vasija de 9 pies rebajados gruesos.

1.º Hállese la superficie del círculo de 7 pies (130. 7.ª), que es 38 $\frac{7}{14}$, y la del 4, que es 12 $\frac{8}{14}$. Multiplíquense los 38 $\frac{7}{14}$ por los 12 $\frac{8}{14}$, y del producto 484 estráigase la raiz cuadrada (69), que es 22. Súmese este 22 con el 38 $\frac{7}{14}$ y el 12 $\frac{8}{14}$, y la suma 73 $\frac{1}{14}$ multiplíquese por 3, tercio de la altura, y reresultarán 219 $\frac{3}{14}$ pies cúbicos que contiene el vaso.

2.º De otro modo. Súmense los cuadrados 16 y 49 (65) de los diámetros con 28, producto de los mismos diámetros 4 y 7, y la suma 93 multiplíquese por 9 pies, altura de la vasija, lo que dará 837. Multiplicando este número por 11, y partiendo el producto 9207 por 42 (*), tendremos el cociente 219 $\frac{9}{42}$ pies cúbicos de la vasija.

Hallado el número de pies cúbicos se reducirán á arrobas como en el caso anterior. Así, si suponemos que estuviese el vaso lleno de miel, se multiplicarán los 219 $\frac{3}{14}$ pies cúbicos por 68 libras que

(*) El multiplicar por 11 y partir por 42 se ha de hacer en todos los casos de esta especie y de las cuestiones siguientes.

pesa cada pie cúbico de miel, y el 14906 $\frac{8}{11}$ libras se partirá por 25, lo que dará 596 arrobas y 6 $\frac{8}{11}$ libras.

85 Cuestion 3.ª *Hallar la cantidad de líquido que contiene una cuba comun mas ancha por el medio que por los estremos.*

Sea lo largo de la cuba de 10 pies, el círculo mayor ó de la barriga de 6, y los de la base y boca de 5 rebajados los gruesos de la madera.

Cuádrense los diámetros 6 y 5, y serán 36 y 25, dóblese el mayor, que es 36, y saldrán 72, que sumados con 25 dán 97. Multiplíquese este por lo largo de la cuba, que es 10 pies, y serán 970; se volverán á multiplicar por 11, y el producto 10670 se partirá por 42, resultando 254 $\frac{2}{42}$ pies cúbicos que contiene la cuba.

Cuestion 4.ª *Aforar una cuba que no está enteramente llena.*

Si la cuba no estuviese llena, y está derecha, no se deberá tomar por altura los 10 pies que tiene la cuba, sino los que haya desde el fondo hasta donde llegue el género que se halle dentro, sea vino, aguardiente, &c. Y si está tendida se aforará toda la cuba como si estuviese llena, y luego se rebajará la cantidad de líquido que prudentemente calcule el aforador, pues es muy largo y poco seguro el calcular lo que falta de la cuba.

86 Cuestion 5.ª *Medir la cabida de una tinaja cuyo círculo mayor tiene 7 pies de diámetro y la altura 9 rebajados gruesos.*

La tinaja puede ser panzuda ó ahusada, y aunque pocos autores ó ninguno hacen diferencia entre las dos, la hay muy considerable, como veremos.

Si es panzuda hállese la superficie del círculo de 7 pies (130. 7.ª), que es de 38 $\frac{2}{11}$ pies, los que se multiplicarán por los dos tercios de la altura 9, que son 6, y el producto 231 son los pies cúbicos que contiene la tinaja.

Si es ahusada, y se supone que el fondo tenga 2 pies de diámetro, se aforará del modo siguiente. Cuádrese el diámetro mayor 7, se tendrá 49, y duplicándole 98; agréguese á esto el cuadrado del diámetro del fondo 2, que es 4, y el producto de los dos diámetros 7 y 2, que es 14, y sumará todo 116, cuyo número multiplicado por la altura 9 dá 1044. Por último, multiplíquese esto por 11, y el resultado 11484 pártase por 42, y se tendrán 273 $\frac{18}{42}$ pies cúbicos, que es la cabida de la tinaja próximamente. Digo próximamente, porque la irregularidad de esta vasija no permite hallar su capacidad justamente, y así el práctico aforador podrá añadir ó quitar al resultado la cantidad que juzgue conveniente segun la configuracion del vaso.

Si suponemos que los 231 pies de la 1.ª son de aceite, y queremos reducirlos á arrobas, los multiplicaremos por 43 libras que pesa el pie cúbico de aceite, y serán 9933 libras, que divididas por 25 dán 397 arrobas y 8 libras.

Cuestion 6.ª *Hallar la cantidad de líquido que hay en una tinaja que no está llena.*

Si la tinaja no estuviese llena se medirá toda por los métodos esplicados, segun sea panzuda ó ahusada, y despues se medirá la parte que le falte. Así, si suponemos que el líquido llegase á la línea EF, mediremos ahora el espacio EGF del modo siguiente: sea el diámetro EF de 5 pies y la altura FG de 3. Hállese la superficie de un círculo de 5 pies de diámetro, que es 19 $\frac{9}{14}$ pies superficiales, los que multiplicados por los dos tercios de la altura 3 pies, que son 2, nos dará 39 $\frac{4}{14}$ pies cúbicos de la parte EGF, que restados de los 231 que tenia toda la vasija, resultan 191 $\frac{4}{14}$ pies cúbicos que contiene la tinaja.

Esto se hará siempre que lo que falte no llegue á la mitad de la tinaja, pues si solo hubiese una cantidad, como RST, entonces no se medirá lo que falta, es decir, la parte superior REGFS, sino la inferior RST, multiplicando la superficie del círculo correspondiente á RS por los dos tercios de la altura TV, y resultará la cantidad de líquido que tiene el espacio RST.

Si la tinaja fuere ahusada, y es la parte que falta menor que la mitad, se hará como en la panzuda; pero si fuese una parte mayor que la mitad, como por ejemplo si llegase el líquido á MN, se medirá la parte inferior MDN por los métodos esplicados en la cuestion 2.ª para la medida de las vasijas mas anchas de un lado que de otro, tomando por diámetros el del fondo y MN, y por altura la PD.

Cuestion 7.ª *Aforar una caldera de jabon, cerveza, &c.*

Hállese la superficie del círculo superior que forma la materia que hay en la caldera (130. 7.ª), y multiplicando esta superficie por los dos tercios de la altura ó distancia que hay hasta el fondo de la caldera, el producto será el volúmen. Y si es jabon, como cada pie cúbico pesa 52 libras, multiplicando por estas el volúmen hallado se tendrá el número de libras que contiene la caldera.

Cuestion 8.ª *Hallar el número de pies cúbicos que contiene un monton circular de trigo ú otra semilla, siendo el diámetro de la base de* 8 *pies y la altura de* 5.

Cuádrese el diámetro 8 y será 64. Multiplíquese este por la altura 5 y luego por 11, y partiendo el producto 3520 por 42 resultan 83 $\frac{34}{42}$ pies cúbicos que tiene el monton, y que se reducirán á fanegas partiendo por 2 $\frac{1}{2}$ pies cúbicos que tiene cada una, lo que dá 33 $\frac{11}{21}$ fanegas.

Si el monton fuese semicircular por estar apoyado contra la pared se medirá como en el caso anterior, y luego se tomará la mitad de los pies cúbicos que salgan, y así entonces solo tendria 41 $\frac{38}{42}$ pies cúbicos, ó 16 $\frac{32}{42}$ fanegas.

Cuestion 9.ª *Aforar un monton que esté apoyado en un rincon formado por dos paredes.*

Se medirá multiplicando la mitad del arco que forme en el suelo la base del monton por su radio, medido tambien en el suelo, y el producto que salga multiplicado por el tercio de la altura del monton dará el número de pies cúbicos de este.

Cuestion 10. *Medir el número de pies cúbicos que contiene un monton prolongado de trigo ú otra semilla, su largo de 24 pies, la anchura de 7 y la altura de 6.*

Cuádrese la anchura 7 pies y será 49, que se multiplicará por la altura 6; el producto 294 multiplíquese por 11, y partiendo luego por 42 resultan 77 pies cúbicos. Réstense en seguida de los 24 pies de largo los 7 de ancho, y la resta 17 multiplíquese por los mismos 7 pies y por la mitad de la altura 6, que es 3, y resultarán 357 pies cúbicos, que sumados con los 77 de antes dán 434 pies cúbicos que contiene el monton, y que se pueden reducir á fanegas como en la cuestion anterior, y serán 173 fanegas.

Si el monton estuviese apoyado en la pared se procederá como en el caso anterior, con sola la diferencia de que se ha de duplicar el primer resultado de pies cúbicos que sale, y así suponiendo que el monton tiene las mismas dimensiones que el anterior, en lugar de decir 77 pies se contarán 154, los que se sumarán luego con los 357, y la suma 511 son los pies cúbicos pedidos (*).

(*) El agrimensor en el acto de aforar debe tener muy presente lo que dejamos dicho (131. 8.ª nota.) acerca de la proporcion en que están los volúmenes ó capacidades de las vasijas ú objetos que afore. Si una cuba tiene dobles dimensiones que otra, cometeria un gravísimo error en creer que la primera contenia solo doble líquido que la segunda. Debe recordar, segun la nota citada, que la primera contendrá ocho veces mas líquido que la segunda. Que si un monton de trigo contiene 100 fanegas, otro monton de triples dimensiones (largo, an-

Cuestion 11. *Aforar una saca ó costal lleno de legumbres.*

Mídase el diámetro de la saca y sea de 2 pies: hállese la superficie de un círculo de 2 pies, que será $3\frac{1}{7}$ pies cuadrados (130. 7.ª); multiplíquense estos por la altura de la saca, que sea de 5 pies, y el producto $15\frac{5}{7}$ es el número de pies cúbicos. Suponiendo que la saca está llena de garbanzos, como cada pie cúbico de estos pesa 38 libras, multiplicándolas por los $15\frac{5}{7}$ pies dán $597\frac{1}{7}$ libras, ó 23 arrobas $22\frac{1}{7}$ libras que contiene la saca.

Cuestion 12. *Hallar el número de pies cúbicos del tronco de un árbol.*

En el concepto de que como es natural este tronco sea mas grueso por un estremo que por otro, tomaremos con una cuerda la circunferencia que tiene por el medio; hallando la superficie correspondiente á esta circunferencia (130. 7.ª), y multiplicando dicha superficie por lo largo del tronco, el producto será el número de pies cúbicos que contiene.

Cuestion 13. *Determinar el volúmen de la mayor viga bien escuadrada que se podrá sacar del tronco de un árbol.*

Hallada la circunferencia media de este como en la cuestion anterior, se tomará su quinta parte, la que elevada al cuadrado y multiplicado este por lo largo del tronco, nos dará el volúmen de la viga.

Téngase presente que por aprovechar madera los que escuadran vigas en el monte las dejan con corteza en los ángulos y de figura ochavada, es decir, sin sacar los vivos de las aristas ó esquinas, en cuyo caso tendrán mas volúmen que el que dá

cho y alto) comprenderá 2700 fanegas. Que si un estanque comprende 64000 pies cúbicos de agua, otro cuyas dimensiones sean 4 veces mas pequeñas solo podrá contener 1000 pies cúbicos.

la cuestion en que se considera una viga bien limpia y escuadrada.

Cuestion 14. *Medir la cantidad de metal que tiene un tubo ó cañon de igual calibre y espesor en toda su longitud, por ejemplo, el de una cañeria.*

Hállense las superficies del círculo esterior y del interior: tómese la diferencia de estas dos superficies, la que multiplicada por la longitud del tubo ó cañería nos dará el volúmen ó cantidad de metal que contiene si está hecha, ó que se necesita para hacerla. En la resolucion de esta cuestion debe tenerse presente que si las superficies de los círculos se han calculado en pulgadas ó líneas, lo largo de la cañería tambien se reducirá á pulgadas ó líneas para hacer la multiplicacion.

Cuestion 15. *¿Cuánto se ha de dar de largo á un estanque rectangular que tiene 8 pies de profundidad y 25 de ancho para que contenga 6400 pies cúbicos de agua?*

Multiplíquese 8 y 25, divídanse los 6400 pies por el producto 200, y el cociente 32 son los pies que se han de dar de largo al estanque.

Cuestion 16. *Se ha de construir un estanque que pueda contener 27000 pies cúbicos de agua, y cuyo largo, ancho y profundo sean iguales.*

Estráigase la raiz cúbica (74) de 27000, y el resultado 30 pies es la longitud que ha de tener cada dimension.

Cuestion 17. *Un sugeto tiene en su jardin un estanque cuadrilátero, cuyo fondo contiene 848 pies cuadrados: quiere formar otro estanque circular de igual capacidad: ¿qué diámetro le ha de dar?*

Se sabe y se halla segun la cuestion (130. 7.ª) que á un círculo de 14 pies de diámetro le corresponden 154 pies superficiales. Cuadrando el 14 se tendrá 196. Despues se dirá 154 pies superficiales que tiene un círculo, cuyo diámetro es de 14 pies, es á 196, cuadrado de su diámetro 14, como 848 pies superficiales que ha de tener el círculo que se pide es á el cuadrado del diámetro que se busca, es decir, 154 : 196 : : 848 : 1079, de cuya cantidad se estraerá la raiz cuadrada (69), que es 33 poco menos, y este es el número de pies que ha de tener el diámetro del estanque circular.

Cuestion 18. *Se quiere construir un estanque circular que tenga* 5 *pies de profundidad, y que pueda contener* 5390 *pies cúbicos de agua: ¿qué diámetro se ha de dar al estanque?*

Divídanse 5390 por 5 pies que ha de tener de profundo, y resultará el cociente 1078. Hállese á qué diámetro corresponden 1078 pies superficiales como en la cuestion anterior, y será 154 : 196 :: 1078 : 1372, y estrayendo la raiz cuadrada de este número resultarán $37\frac{3}{73}$ (71. 6.ª) proximamente, que es el diámetro pedido.

Cuestion 19. *Un sugeto desea cercar una huerta que tiene: le piden á* $\frac{1}{2}$ *real por cada pie cúbico de fábrica, y desea saber cuánto le costará, en la inteligencia que la cerca ha de tener de largo* 640 *pies, de grueso* $1\frac{1}{2}$, *y de alto* 10 *pies.*

Multiplíquense 640, $1\frac{1}{2}$ y 10 y el producto 9600 es el número de pies cúbicos que contendrá la cerca; multiplicándolos ahora por $\frac{1}{2}$ real que cuesta cada uno, resultan 4800 rs., coste de la cerca.

Cuestion 20. *Se quiere formar un solar cuadrado que contenga* 6400 *pies superficiales.*

Estráigase la raiz cuadrada de 6400, que es 80, y este es el número de pies que se ha de dar de lado al solar.

Cuestion 21. *¿Cuántas losas de piedra de* $2\frac{1}{2}$ *pies en cuadro se necesitan para enlosar una pieza que tiene* 450 *pies superficiales?*

Divídanse 450 por el cuadrado de $2\frac{1}{2}$ ó de $\frac{5}{2}$ que es $\frac{25}{4}$ y el cociente 72 es el número de losas que se necesitan.

Cuestion 22. *Una sala está embaldosada con losas de* $2\frac{1}{2}$ *pies en cuadro, y contiene* 340 *de ellas: ¿cuántos pies superficiales tiene la sala?*

Cuádrese $2\frac{1}{2}$ ó $\frac{5}{2}$; el cuadrado $\frac{25}{4}$ multiplíquese por 340, y el producto 2125 es el número de pies cuadrados que tiene la sala.

Cuestion 23. *Hallar el volúmen y peso de una piedra de molino de 4 pies de diámetro y $1\frac{1}{2}$ de altura.*

Hállese la superficie de un círculo de 4 pies de diámetro, que segun lo dicho (130. 7.ª) es $12\frac{8}{14}$ pies, que multiplicados por los $1\frac{1}{2}$ pies de altura dán $18\frac{24}{28}$ pies cúbicos, y como cada uno de los de esta clase de piedra pesa próximamente 200 libras, multiplicando por este número los $18\frac{24}{28}$ dán $3771\frac{12}{28}$ libras, que es el peso de la piedra.

Cuestion 24. *Un cosechero tenia una cuba con 360 arrobas de vino. Un criado sacó 6 arrobas, que reemplazó con 6 de agua. Repitió esta operacion por 4 veces. Se pregunta ¿cuánto vino y cuánta agua queda en la cuba?*

Por la estraccion 1.ª quedaron en la cuba $360-6=354$ arrobas de vino. Al sacar la 2.ª, como ya en esta iba parte del agua que echó antes, de las 6 arrobas que sacó serian solo vino $\frac{354\,(*)}{60}=5\frac{54}{60}$ arrobas$=5\frac{9}{10}$ (43), que restadas de las 354 que habia dán $354-5\frac{9}{10}=348\frac{1}{10}$ arrobas. Por igual razon en la 3.ª saca serian de vino $\frac{348\frac{1}{10}}{60}=\frac{3481}{600}=5\frac{481}{600}$ arrobas, que rebajadas de las $348\frac{1}{10}$ que habia aun en la cuba dá $348\frac{1}{10}-5\frac{481}{600}=342\frac{179}{600}$. En fin, en la 4.ª estraccion de 6 arrobas serian de vino $\frac{342\frac{179}{600}}{60}=\frac{205368}{36000}=5\,\frac{25368}{36000}$, las que restadas de las $342\frac{179}{600}$

(*) El partir por 60 es porque las 6 arrobas que sacaba el criado eran 60.ª parte de las 360 que contenia la cuba.

que contenia la cuba quedan $342\frac{179}{600} - 5\frac{25368}{36000} =$ $336\frac{21372}{36000}$ arrobas de vino que habia en la cuba, el resto hasta las 360, es decir, $23\frac{14628}{36000}$ eran de agua.

De los apeos.

210. *Apear una tierra* es señalar sus lindes con mojones, cotos, &c.

211. Toda tierra debe tener sus límites que la separen de las inmediatas. Estos límites son arbitrarios, y á veces convencionales, pues unos usan de mojones ó cotos compuestos de un monton de tierra ó de una piedra, que colocan en cada ángulo ó revuelta de la tierra: otros se contentan con formar un simple surco, de donde resulta que el vecino de mala fé allana el mojon de tierra, le muda de un parage á otro si es piedra, por ser esta pequeña, ó borra el surco que separa su propiedad de la agena, y se va introduciendo en ella, mayormente si el dueño de esta no cuida sus intereses, está ausente, &c.; de modo que la tierra de este va desapareciendo insensiblemente hasta no quedarle nada, y entonces suele reclamar su descuidada propiedad, metiéndose en gastos y pleitos que pudiera haber ahorrado valiéndose de mojones de gruesas piedras, ú de otro arbitrio que asegurase su posesion (*).

(*) La malicia de los hombres llega á tal punto, que hay muchos que usurpan la propiedad agena rompiendo las lindes á pesar de haber leyes que prohiben la traslimitacion, como que es un despojo violento, bajo la pena de perder la propiedad de la tierra si esto lo hace de su propia autoridad, y un otro tanto mas el que no es dueño, como puede verse en la 1.ª y otras del libro 4.º, título 13 de la Novisima Recopilacion.

212. Las heredades pueden cerrarse con pared de cal y canto ó ladrillo, lo que solo tiene lugar en las posesiones de poca estension ó de ricos hacendados.

Con pared de canto y barro ó de canto en seco se pueden cerrar las posesiones que se hallen en terreno pedregoso.

Tambien se pueden cercar con tapia de tierra, bien vaya mezclada con céspedes cortados en los prados húmedos, ó bien sea de tierra sola.

Pero los cerramientos ó lindes mas comunes se hacen con zanjas, zanjas y vallados, surcos, lindazos, setos de rama seca ó verde, rebozos y mojones.

La zanja consiste en un fosillo de anchura y profundidad arbitraria cavado al rededor de la posesion.

La zanja y vallado consiste en una zanja como la anterior, y en que se ha formado con la tierra sacada un lomo ó vallado hácia la parte interior de la heredad. A veces no es seguida la zanja, sino que se abren zanjillas de dos ó tres varas de largo, y en los trechos que quedan entre cada dos se forma una loma con la tierra escavada.

Los surcos son los peores cerramientos, pero los mas comunes. Se forman con un surco que se hace todo al rededor de la posesion, y que no ofrece dificultad ninguna para pasar ni para mudarle.

Los lindazos consisten en unos espacios de dos ó mas cuartas que se dejan sin arar al rededor de la posesion, y en los que creciendo la yerba espontáneamente sirve para separar la heredad de las demás. A veces se elevan los linderos uno ó dos pies mas que el terreno inmediato.

Los setos de rama verde consisten en un plantío de zarzas, espinos, sauces ú otro arbusto que cerca la heredad. Los de rama seca se hacen con unas estacas clavadas en tierra y entretejidas con ramas, fagina, mimbres ó de otro modo.

Los rebozos consisten en los sarmientos de las plantas linderas de una viña que se atan para indicar que se respete la posesion.

Los mojones son unos montones de tierra, ó una piedra grande que se coloca en cada ángulo ó revuelta de la posesion: debajo se suelen echar algunas espuertas de guijo, escorias de hierro ó cascote de ladrillo ó teja.

213. En las escrituras se deben anotar las fanegas que contiene la tierra, de cuántos estadales consta cada una, con el tamaño del estadal, las distancias respectivas que hay de un mojon ó ángulo de ella á otro, medidas con la escrupulosidad posible: además si se sabe se espresará la cabida de fanegas y celemines de las tierras contiguas, con espresion de su situacion al Norte ó Mediodia, Oriente ó Poniente, y el nombre de los poseedores, para poder deducir de dicha escritura la cantidad y situacion de la tierra, en caso de que el tiempo, la mala fé ú otro accidente borren los límites de ella; y no estará por demás el que á la escritura acompañe el plano de dicha posesion hecho por un agrimensor del modo que se dijo (cap. VII), lo que es sumamente ventajoso, pues en él se ve la figura de la heredad, y su situacion con respecto á los objetos inmutables, como son rio, arroyo, casa, cerro, &c., como tambien su distancia á estos objetos.

214. Mas á pesar de estas precauciones, uno de los puntos mas árduos de la agrimensura es determinar los límites de una tierra borrados por el tiempo; pues aunque parece que todo consiste en medir las tierras adyacentes, y agregar á la tierra que se va á determinar los escesos que tengan sobre lo que las señala la escritura, puede ofrecer esto sus inconvenientes. 1.° Que estas tierras fuesen mal medidas al formar la escritura. 2.° Que aun cuando lo estén bien, pueden haberlas robado por el lado opuesto alguna parte que compense lo

que se hayan entrado en los límites de la tierra de que se trata, y entonces saldrá la tierra con tantas fanegas (y acaso menos) como cuenta la escritura.

3.° Que ninguno de los dueños de las tierras vecinas quieren ceder de su parte, ni pasar por ser el usurpador, de donde nacen pleitos y contiendas.

215. Todo esto ejercitará la prudencia del agrimensor, quien podrá tal vez con su cordura atajar el daño y dejar á todos contentos. Pero dejando á su tino salvar estos inconvenientes, pasemos á ver cómo podrá manejarse en la determinacion de una tierra, suponiendo que las adyacentes están bien medidas y amojonadas por los lados opuestos.

216. Cuestion 1.ª *Determinar una tierra de* 5 62
fanegas que se halla entre las otras tres M, N, P, tales, que N contiene 9 *fanegas, M* 8½ *y P* 13 *y* 2 *celemines.*

Mídanse las tierras M, N, P segun el estado en que se hallan, y supongamos que N contiene 9 fanegas y 7 celemines, M 10 fanegas, y P 13: resulta que la tierra N tiene 7 celemines de mas, M 1½ fanega tambien de mas, y P 2 celemines de menos; quitando (182. 1.ª 2.ª) á la tierra N el pedazo *t* de 7 celemines, á la tierra M la parte *s* de 1½ fanegas, y añadiendo á P la parte *o* de 2 celemines, se tendrá la tierra *sto*, que es la pedida, y que medida contendrá las 5 fanegas.

217. En estos casos siempre convendrá que acompañen al agrimensor los dueños de las heredades confinantes y los sugetos que hayan trabajado la tierra que se ha de apear ó las inmediatas, á cuyos conocimientos, agregadas las medidas del agrimensor, podrá arreglarse el asunto amigablemente entre los interesados, evitando el gasto de autos, cada uno de los cuales costará mucho mas que algunos estadales de terreno que se pueden atravesar.

Todo lo que dejamos dicho acerca de apear, lindar y amojonar una posesion, debe entenderse tambien para el término de un pueblo.

CAPITULO XI.

De algunos otros conocimientos curiosos y útiles al labrador y agrimensor.

Cuestiones sobre la medida de distancias inaccesibles.

218. Cuestion 1.ª *Tirar en el terreno una perpendicular sin necesidad de cartabon.*

Tómese una cuerda de algo mas de 12 pies, y mídanse en ella 3, 4 y 5 pies, haciendo un nudo ó lazada en el punto que acaba cada medida, de modo que se pueda meter en cada uno de ellos una estaquilla ó baston bien derecho.

88 Sea la línea AB á la que se quiere levantar la perpendicular en el punto A: fíjese bien á plomo en este punto el bastoncillo que está entre las partes 3 y 4, de modo que el lado de 4 pies A*n* quede en la línea AB; póngase el otro bastoncillo en el nudo *m*, de modo que queden bien tirantes las partes A*m* y *mn* de la cuerda, y la visual AR que se dirija por los puntos A y *m* es la perpendicular propuesta.

88 Cuestion 2.ª *Tirar en el terreno una paralela á una línea AB á 20 varas de distancia.*

Despues de levantada en la AB una perpendicular AR, como acabamos de decir, mídanse en ella desde A 20 varas, que supongamos llegan á S. Levántese en este punto con la misma cuerda la perpendicular SC, y esta es la paralela propuesta.

89 Cuestion 3.ª *Medir un terreno ACFHL con la misma cuerda.*

Imagínese una línea AF, y váyanse levantando por las reglas anteriores las perpendiculares BM, NL, CP, &c. que pasen por los puntos mas notables B, C, D, &c., y midiendo las distancias AM, MN, NP, igualmente que las MB, NL, &c., se hará lo mismo que dijimos en la cuestion 7.ª del capítulo VI (153).

Cuestion 4.ª *Medir una distancia AB de la que* 90
solo podemos llegar á un estremo B, como es la anchura de un rio, canal, pantano, &c.

Prolónguese la línea AB, y mídase una parte BC que sea por ejemplo, de 50 pies. Levántese en B una perpendicular en que se tomará la cantidad que se quiera, por ejemplo 80 pies, hasta E. En C se levantará otra perpendicular, la que se llevará hasta que encuentre á la visual AE en D, y mídase la CD, que sea de 100 pies. Diremos por regla de tres 20 pies, diferencia que hay entre las perpendiculares CD y BE, es á 80 pies que tiene la menor, como 50 pies que hay de una á otra es á la distancia pedida BA, esto es (85), 20 : 80 : : 50 : 200 pies que hay desde A á B.

Cuestion 5.ª *Medir la distancia AB accesible en* 90*
el estremo A, de otro modo.

Levántese á la AB por medio de la cuerda (218. 1.ª) una perpendicular AB en terreno que se pueda medir y tenga 400 varas. Levántese en un punto cualquiera D de la AC otra perpendicular DF que se prolongará hasta que puestos en C veamos los puntos F y B en una misma línea recta. Mídase CD y tenga 30 varas, y la DF 45; diremos 30 que tiene CD : 45 que tiene DF : : 400 de la AC :... 600 varas que es la distancia AB.

Cuestion 6.ª *Medir lo que distan dos objetos A y* 92*
B á los que no se puede llegar por haber un rio, mar, ú otro obstáculo de por medio.

Colocados en un punto C, mediremos por la cuestion anterior (5.ª) las distancias CA, que sea de 450 varas, y la CB de 600. Tómese de C á D la tercera parte de las 450 que tiene la CA, y saldrán 150. Tómese igualmente de C á la tercera parte de las 600 que tuvo la CB, y serán 200. Imagínese la DE, que se medirá, y tenga 300 varas: diremos 150 valor de CD : 300 que tiene la DE :: 450 que es la CA :... 900 varas, que es la distancia de A á B.

92 Cuestion 7.ª *Medir lo que distan los dos objetos A y B de otro modo.*

Imagínese una línea ACD en tal situacion, que se la pueda levantar una perpendicular CB que pase por el otro punto B. Mídase desde C cualquier número de varas, vervi gracia 100, hasta D, y diríjase la visual DB. Levántese en F, por ejemplo á 20 varas de D, una perpendicular que se irá midiendo hasta encontrar á la visual DB en G, y sea FG de 58 varas: diremos (85) FD ó 20 varas: FG ó 58 :: CD ó 100 : 290, valor de CB.

Prolónguese la BC hasta medir otra cantidad CH de otras 100 varas por ejemplo, y diríjase la visual HA. A 20 varas por ejemplo de H, levántese y mídase como en el caso anterior la perpendicular YL, y dígase HY ó 20 varas: YL, que sea de 62 varas :: HC ó 100 : 310, valor de CA.

Cuádrense los resultados 290 y 310, súmense los cuadrados 84100 y 96100, y de la suma 180200 extráigase la raiz cuadrada (70), y saldrán 424¼ varas que hay desde A á B.

91* Cuestion 8.ª *Hallar la anchura de un rio AB por medio de un sombrero.*

Colocado en AC bien firme y sin mover la cabeza, váyase bajando el ala del sombrero hasta que por su borde se descubra el punto B de la orilla opuesta; gírese luego de modo que la visual venga hácia D sin alzar ni bajar la cabeza, y midiendo la distancia AD si tiene 58 varas esa será la anchura del rio AB.

91 Cuestion 9.ª *Medir la anchura de un rio AB con dos bastones desiguales.*

Clávese bien á plomo el baston menor en la orilla B, y el otro CD váyase separando hasta que por su parte superior D y el punto E del otro se vea el punto A, y mídase la distancia CB, que sea de 32 pies. Dígase luego la diferencia de la altura de los dos bastones, que sea de 2 pies, es á la altura del menor EB, que sea de 4 pies, como la distancia CB, que son 32 pies, es á la anchura del rio, es decir, 2 : 4 :: 32 : 64 pies que tiene la AB.

Cuestion 10. *Hallar con dos bastones la altura de un edificio, torre ú otro objeto elevado AB.* 93

Clávese el baston mayor DC bien á plomo en un punto D á alguna distancia de AB, y el otro menor FE en un punto E, tal que por las dos cabezas F y C se vea el punto A, y mídanse las dos distancias ED, que sea de 20 pies, y EB de 500, y dígase, la distancia ED de 20 pies, es á la diferencia de los dos bastones que sea $2\frac{1}{2}$ pies por ejemplo, como EB, que es 500 pies, es á la altura, es decir (85), 20 : $2\frac{1}{2}$: : 500 : $62\frac{1}{2}$ pies, á los que se añadirá la altura del baston menor, que sea por ejemplo de 3 pies, y será $65\frac{1}{2}$ pies la altura de AB.

Cuestion 11. *Medir la altura del edificio AB con solo un baston FE.* 93

Clávese este bien á plomo en un punto cualquiera E, y búsquese un punto H en el terreno, tal que por H y F se vea el punto A. Mídanse luego las HE, que sea de 3 pies, la HB, que sea de 60, y el baston EF, que tenga 5 pies, y diremos HE ó 3 pies : FE ó 5 pies : : HB ó 60 : 100 pies, que es la altura de AB.

Cuestion 12. *Hallar la altura de un edificio de otro modo.* 94

Tambien se puede hallar por medio de la sombra clavando el baston EF á plomo, y midiendo lo largo de la sombra GF del baston, igualmente que la del edificio CB, y diciendo: la sombra GF del baston, que sea de 4 pies, es á la altura del baston 5 pies, como la sombra CB, que sea de 80 pies, es á la altura pedida, esto es, 4 pies : 5 : : 80 : 100 pies, altura de AB.

Cuestiones sobre la reduccion de líneas y superficies á una situacion horizontal.

219. En el tratado de valuacion de terrenos (167) hemos manifestado que la estension superficial de una heredad situada en la falda de un cerro no se debia apreciar por la que aparecia á la vista, sino por la que tendria estando horizontal; puede por consiguiente ocurrir que en alguna ocasion tenga el agrimensor que reducir la superficie de un terreno en declive á su verdadera estension horizontal, lo que se hará del modo siguiente:

61 Cuestion 1.ª *Dada una línea AB en un terreno inclinado, hallar el valor de su horizontal AC.*

Mídase y nivélese la AB, y tenga de largo 425 varas, y resulte de la nivelacion que el punto B está 58 varas mas alto que A. Cuádrense los números 425 y 58, réstense sus cuadrados 180625 y 3364, y estrayendo la raiz cuadrada (70) de su diferencia 177261, tendremos 421 pies que tiene la horizontal AC (*).

Si la nivelacion estuviese espresada en pies habria que reducir las 425 varas tambien á pies. Esta cuestion se podrá resolver como hemos dicho en (153. 2.ª caso 2.º).

Cuestion 2.ª *Dada una heredad triangular DFE situada al pie de un cerro, de modo que la parte F es la mas elevada, y el terreno va bajando hácia DE, hallar su superficie horizontal.*

Imagínese la altura FG, hállese el valor de su horizontal (cuest. ant.), y multiplicando esta por la

(*) Esta cuestion puede aplicarse á los casos en que se trata de abrir cañerias, minas, etc., como por ejemplo, si quisiésemos saber cuántas varas tendria una mina que debiese ir por dentro de un cerro desde el punto A hasta encontrar el pozo BC conociendo la linea esterior AB.

mitad de la horizontal de la base DE (130. 2.ª) se tendrá la superficie del triángulo horizontal.

Cuestion 3.ª *Hallar la estension horizontal de* 14
una heredad rectangular MNL, tal que el punto L es el mas elevado y el terreno va bajando hácia M.

Hállense las horizontales de los lados MN, NL, y multiplicándolas una por otra, el producto será la superficie horizontal (130. 1.ª).

Cuestion 4.ª *Hallar la superficie horizontal de* 17
un trapecio AMNL, tal que la parte AM está mas elevada que la NL.

Hállense las horizontales de las AL y MN, súmense, y la mitad de su suma, multiplicada por la horizontal de GH, dará la superficie horizontal pedida (130. 3.ª) (*).

De estas cuestiones puede deducirse que de todos los modos de levantar planos que hemos esplicado en el capítulo VII, el mas ventajoso y exacto es el de la plancheta, por dar la verdadera estension horizontal del terreno, lo que no hace el cartabon, mayormente si el suelo es muy desigual, pues midiéndose las líneas sobre su superficie salen mayores de lo que deben. De donde resulta que las medidas de tierra hechas con este último instrumento son siempre mayores que las ejecutadas con plancheta.

Idea de algunos instrumentos cuyo conocimiento interesa al labrador.

220. La tierra está rodeada por todas partes de

(*) Aunque los resultados obtenidos por estos métodos sean aproximados, son suficientes para las apreciaciones de las heredades de poca estension. Mas si se tratase de empresas costosas y delicadas, ó de propiedades ó fincas de gran valor, deberá acudirse á un ingeniero, el que con buenos instrumentos y los cálculos que suministran las matemáticas, obtendrá resultados con toda la exactitud apetecible.

cierta cantidad de aire, que segun muchos se eleva hasta unas 90000 varas sobre la tierra, constituyendo lo que comunmente llamamos *atmósfera*, sin la cual no puede vivir ningun ser animal ni vegetal.

221. La atmósfera es el depósito de todos los vapores y exhalaciones de los objetos que pueblan la tierra y el mar. Ella es la que conduce las nubes de un punto á otro, ella es el centro donde se forman la lluvia, el granizo, la nieve, el rocío, &c., &c., que tantas ventajas traen á la tierra, abonándola con las partículas estrañas que arrastran la lluvia y las nieves, destruyendo los insectos, dando orígen á los manantiales, &c.

No debe ser por consecuencia tan indiferente al labrador saber el estado en que se halla la atmósfera, para poder arreglar con acierto las operaciones del cultivo, y así debe tener algun conocimiento del *barómetro*.

222. Llámase así un instrumento compuesto de un tubo ó cañoncillo de cristal de cerca de una vara de largo cerrado por un estremo, y que lleno de azogue se ha metido por el otro estremo abierto en un vasito ó cubeta, tambien con azogue, sujetándolo todo á una escala dividida en pulgadas y líneas (*) que sirven para conocer lo que el azogue sube ó baja dentro del cañoncillo.

Dos cosas hacen subir ó bajar el azogue: 1.° el estado de la atmósfera segun esté despejada ó cargada: 2.° la altura á que se halla el punto sobre el nivel del mar.

223. Cuando el azogue sube, estando fijo el barómetro en un mismo lugar, indica que se prepara un tiempo claro, constante y seco. Si baja anuncia

(*) Estas son comunmente francesas, aunque las pulgadas y lineas españolas son cuando menos tan á propósito como aquellas. Tambien se hace uso en el dia de escalas divididas en *milímetros*.

lluvias, nieves, vientos ó tempestad. Pero aunque los barómetros llevan por lo regular anotado en la escala el tiempo que hará á cada una de las respectivas alturas á que puede llegar el azogue, estas notas solo sirven para el punto en que está arreglado el barómetro; pero si se traslada á otro punto ó pueblo que esté mas ó menos bajo, ya es preciso que el que le use observe á qué altura se halla en varios dias claros, y si viese que en la mayor parte de ellos llega el azogue á 26 pulgadas y 8 líneas, por ejemplo, escribirá *claro* (*) en aquel punto á que ha visto llegar en dichos dias el azogue: 4 líneas mas arriba pondrá *constante*, otras 4 líneas mas arriba escribirá *seco*, y á la parte inferior de las 26 pulgadas y 8 líneas pondrá 4 líneas mas abajo de donde puso claro, *variable* ó *revuelto*; 4 líneas mas abajo *viento* ó *lluvia*, otras 4 *gran lluvia*, y otras 4 en seguida *tempestad*. Así cuando vea que el azogue se va acercando á alguno de estos puntos marcados, vendrá en conocimiento del tiempo que se prepara con bastante anticipacion.

224. Todos saben que los terrenos elevados son mas frios que los bajos, y dependiendo el cultivo de casi todas las plantas de la temperatura, pues unas piden terrenos cálidos, otras templados, y algunas frios, no debe el labrador ignorar la altura respectiva á que se hallan sus diferentes posesiones para aplicar á cada una las plantas que le sean mas análogas. Esto se consigue por medio del barómetro. Para esto se traslada en un dia claro y al rededor del mediodia al punto cuya altura quiere determinar, observando antes la altura á que estaba el azogue en el parage de donde sale á hacer la observacion. Lleva el instrumento al punto que quiere, y mira si el azogue subió ó bajó. Supongamos que subió, es indicio que este punto está mas bajo

(*) Antes de escribirlo debe hacer muchas observaciones, pues no bastan ni una ni dos.

que aquel de donde salió, y si bajó es señal de que está mas alto: dando por cada línea que haya bajado ó subido el azogue 89 pies castellanos, tendrá próximamente lo que el punto está mas bajo ó alto. Así, si el azogue bajó 2 líneas, dice que este segundo parage está 2×89 ó 178 pies mas alto que el anterior; y si el azogue hubiera subido las dos líneas estaria 178 pies mas bajo.

Hay otros métodos que dán estas alturas con mas exactitud, aunque este tiene la suficiente para el caso de que se trata: solo advertiremos que si el barómetro estuviese dividido en pulgadas y líneas españolas se multiplicaria por 76 pies, en lugar de hacerlo por 89.

225. Si se quiere saber aproximadamente la altura que tiene un punto de la tierra sobre el nivel del mar, se verá en tiempo sereno y claro cuántas líneas está el azogue mas bajo que 28 pulgadas y 2 líneas, y multiplicando la diferencia en líneas que resulte por el 89, saldrán los pies que está mas alto que el mar el punto en que se hizo la observacion: así, si fuesen 15 las líneas, la altura será 15×89, esto es, 1335 pies mas elevado que el mar próximamente.

226. Para conocer los grados de frio ó calor que se esperimentan hay otro instrumento llamado *termómetro*, que consiste en un tubo ó cañoncillo muy estrecho de cristal, en uno de cuyos estremos se ha formado una bolilla hueca tambien. Se ha llenado en seguida la bolilla y parte del cañoncito de azogue, cerrando (despues de estraido el aire) el otro estremo. El azogue encerrado se dilata ó aumenta con el calor y sube, y con el frio baja, y para calcular lo que sube ó baja lleva una escala dividida segun *Reaumur* en 80 partes ó grados encima de cero, y 10, 20 ó mas debajo. Cuando el azogue baja á cero denota heladas, que serán tanto mas fuertes cuanto mas baje: á los 4 grados bajo de cero se hielan los estanques y lagunas 6 ú 8 dedos, y á los 6

grados los rios y aguas corrientes. Desde cero arriba va indicando tanto mas calor cuanto mas suba el azogue: á los 80° es el calor del agua hirviendo. Los termómetros hechos en un parage sirven para todos.

Cuando el intervalo que media entre el punto 0 del hielo y del agua hirviendo se divide en 100 partes, se llama el termómetro *centígrado*. Si el mismo intervalo se divide en 180 partes iguales, y debajo del punto del hielo se toman 32 de ellas, poniendo cero donde concluyan, se tendrá el termómetro de *Fahrenheit*, el cual queda dividido en 212 partes. El punto 0 donde empieza su escala se llama punto de la *congelacion artificial*, á las 32 partes queda la congelacion natural, y á los 212 el calor del agua hirviendo (*). Algunos termómetros van llenos de espíritu de vino en lugar de azogue.

(*) Si se quisiesen reducir los grados del termómetro de Reaumur á los del centígrado, ó al contrario, se formará una proporcion, cuyos dos primeros términos sean 80 y 100, y el tercero los grados que se quieren reducir, como se verá en los ejemplos siguientes.

1.° Se quieren reducir 28° de Reaumur á los del centígrado. Diremos : 80 : 100 : : 28 :....., que multiplicando 28 por 100 y partiendo por 80 de 35° del centígrado.

2.° ¿40° del centígrado cuántos de Reaumur valdrán? Diré 100 : 80 : : 40 :....., y multiplicando 40 por 80, y partiendo por 100, tendremos 32° de Reaumur.

Pero si fuesen 68° del de Fahrenheit los que quisiésemos reducir al de Reaumur, restaremos de los grados propuestos 32, y el residuo será el tercer término de una proporcion, cuyos primeros términos serán 180 y 80. Así, restando de 68 el 32 restan 36, y se dirá : 180 : 80 : : 36 :....., que resulta como las anteriores dá 16° de Reaumur equivalentes á los 68° de Fahrenheit.

Y si fueran 30° de Reaumur los que queremos reducir al termómetro de Fahrenheit, diremos : 80 : 180 : : 30 :....., lo que nos dará 67 ½°, á los que agregando 32 compondrán 99 ½° de Fahrenheit. Lo mismo se haria

227. Lo mas ó menos húmedo del aire se calcula por medio del *higrómetro*. Este instrumento está hecho de un cabello que alargándose ó encogiéndose indica por medio de una manecilla los grados de humedad ó sequedad del aire, y es muy útil para arreglar algunas operaciones del cultivo que exigen se haga en tiempo seco ó húmedo.

228. Tampoco es menos útil conocer la cantidad de lluvia que cae al cabo del año en un parage; esto se conoce por medio de un *pluviómetro*, que consiste en una caja de hoja de lata barnizada, y de un pie en cuadro de estension, la cual se coloca en un terreno enteramente libre para que cuando llueva pueda recibir toda el agua que corresponda á su estension. Despues que ha llovido se echa el agua que ha recogido en unas vasijas de cristal con tapon bien ajustado de lo mismo. Al cabo del año se echa esta agua recogida en la caja, y se ve á qué altura sube, y se tiene la cantidad de lluvia que ha caido en un pie cuadrado durante un año. Por varias observaciones se ha reconocido que en un año medio sube á 30 pulgadas de altura el agua que cae en lluvia, aunque esto no es general.

Cálculo de los movimientos lunares.

229. Como muchos labradores atribuyen (con razon ó sin ella) á la luna una grande influencia en la agricultura, he creido oportuno incluir las siguientes noticias.

230. La luna es un cuerpo redondo, 49 veces menor que la tierra, opaco y sin mas luz que la que recibe del sol y que nos refleja como un espejo, razon por la que no todas las noches la vemos, ni de la misma manera, pues segun está hácia nosotros

para reducir los de Fahrenheit al centigrado ó al revés, solo que en lugar del 80 se pondria 100 en las proporciones.

la parte iluminada ó la oscura, la vemos unas veces redonda, otras como un segmento de círculo, y otras no se percibe, dista de la tierra 67000 leguas.

231. Gira la luna al rededor de la tierra, tardando en dar una vuelta $29\frac{1}{2}$ dias, que es lo que se llama un *mes lunar*. Este se divide en cuatro partes ó *cuartos*, cada uno de los que tiene de 7 á 8 dias, y se llaman el 1.° *novilunio* ó *luna nueva*, el 2.° *creciente*, el 3.° *plenilunio* ó *luna llena*, y el 4.° *menguante*.

232. Al cabo de 19 años se repiten los cuartos en los mismos dias y casi á las mismas horas, es decir, que si este año fué luna llena el 15 de Mayo, dentro de 19 años será luna llena el mismo 15 de Mayo. Este período de 19 años se llama *Ciclo Lunar*. Los números que designan los años que van pasando de un ciclo se llaman *áureos*. Así cuando se dice de un año que tiene el *áureo número* 7, quiere decir que es el 7.° año del ciclo. Empieza el ciclo en el año en que cae el novilunio el dia 1.° de Enero, como sucedió el año 1843.

233. *Epacta* es la edad que tiene la luna al principio del año, y como doce meses lunares de á $29\frac{1}{2}$ dias hacen 354 dias, y los doce meses del año comun dán 365, esto es, 11 dias mas, si suponemos que el dia 1.° de Enero de un año fué luna nueva, al 1.° de Enero siguiente ya tendrá la luna 11 dias, al 1.° de Enero que sigue 22, al otro 33, es decir, una lunacion entera y 3 dias mas, al otro 3+11, esto es, 14, &c.: estos números 11, 22, 3, 14, &c., son las Epactas de sus respectivos años.

Estas breves nociones facilitan la resolucion de las cuestiones siguientes.

Cuestion 1.ª *Dado el dia que hubo luna nueva, determinar los demás cuartos.*

Supongamos que el novilunio fué el dia 5 de Mayo, añadiendo 7 se tendrá 12, dia del cuarto creciente; agregando al 12 8, dará 20, dia de la luna llena, 20 mas otros 7 dá 27, dia del cuarto menguante, y 27 con 8 dán 35, de que restando los dias del mes, que aquí por ser Mayo son 31, quedan 4, dia de Junio en que será el otro novilunio.

Cuestion 2.ª *Hallar el áureo número de un año cualquiera, por ejemplo, el de* 1876.

Agréguese á este año una unidad y será 1877; pártase por 19 años que tiene el ciclo, y el resíduo 15 es el áureo número.

Cuestion 3.ª *Hallar la Epacta de un año cualquiera.*

Sea el mismo 1876; hállese su áureo número por la cuestion anterior y saldrá 15; restando de este una unidad quedan 14; multiplíquese este número por 11, y el producto 154 partido por 30 dará el resíduo 4, que es la Epacta pedida: si el producto no llegase á 30 será el mismo la Epacta sin necesidad de dividir.

Cuestion 4.ª *Hallar la edad de la luna un dia cualquiera, por ejemplo el* 12 *de Mayo de* 1876.

Hallada la Epacta de este año como acabamos de decir, será 4; agréguesele la fecha 12 del mes y además tantas unidades como meses hay desde Marzo al mes propuesto, ambos inclusive, que aquí son 3; de la suma 19 réstese 30, y el resíduo 19 es la edad de la luna el dicho dia. Si la suma no llega á 30 es ella misma la edad pedida y no habrá que restar nada. Si fuesen los meses de Enero ó Febrero, bastará sumar la fecha del mes con la Epacta. Así, si se nos preguntase qué edad tenia la luna el 18 de Febrero del mismo año 1876, sumaremos la Epacta 4 con el 18, y la suma será 22, que es la edad pedida.

Cuestion 5.ª *Hallar en qué dia sucederá el movilunio en un mes cualquiera, por ejemplo, en Mayo de* 1876.

Hallada la Epacta 4, y sumada con los meses que hay desde Marzo al mes propuesto, ambos inclusive, que aquí son 3, dá la suma 7, que restada de 30 queda el resíduo 23, dia en que sucedió el novilunio en Mayo de 1876. Si la suma es mayor que 30 se restará de 60.

CAPITULO XII.

Breve idea acerca de las máquinas, y modo de apreciar sus efectos y los de los agentes que las mueven.

234. Se dice que un cuerpo está en *movimiento* cuando gira ó se traslada de un punto á otro. Todo cuerpo se mantiene en reposo ó quieto siempre que alguna causa estraña no le ponga en movimiento. Esta causa, sea la que quiera, es la que se llama *fuerza* ó *potencia*.

235. La fuerza es tanto mayor cuanto mas pesado es el cuerpo que mueve, y mayor la velocidad que le comunica. Así una caballería que conduce 12 arrobas, y que anda 60 varas por minuto, emplea mas fuerza que otra que conduce las 12 arrobas, pero que no anda mas que 30 varas por minuto. Luego se graduará la fuerza por el producto del peso por el número de varas andado en un cierto tiempo, y tendremos esta regla de tres: la fuerza de la 1.ª caballería es á la de la 2.ª :: 12×60 : 12×30, ó multiplicando :: 720 : 360 (*).

236. Del mismo modo la fuerza que hacen dos hombres de los que el uno cargado con 6 arrobas anda 40 varas por minuto, y el otro con 8 arrobas anda en el mismo tiempo 25 varas, serán: fuerza del 1.º : fuerza del 2.º :: 6×40 : 8×25, ó multiplicando :: 240 : 200, donde vemos que aunque el 1.º lleva solo 6 arrobas, hace mas fuerza para an-

(*) Estos números no se deben tomar como espresiones de las arrobas que mueven las caballerías, sino como cantidades que nos muestran que la primera caballería hace doble fuerza que la segunda, pues vemos que el 720 es el duplo de 360.

dar las 40 varas por minuto que el otro que lleva 8 arrobas, y que solo anda 25 varas.

237. De aquí resulta que estando espresada la fuerza de uno de los dichos hombres por 6 arrobas × 40 varas, al resultado nos dá 240, y como este 240 resultaria tambien si condujese solo 3 arrobas, y anduviese 80 varas por segundo, pues 3×80 dá 240, vemos que se puede aumentar la velocidad disminuyendo el peso, ó aumentar el peso disminuyendo la velocidad, pues tambien podria llevar 8 arrobas caminando solo 30 varas por minuto.

238. *Los instrumentos* ó *máquinas* de que el hombre se vale para producir un efecto mayor que el que pudiera por sí solo son muchas, pero las mas sencillas y usuales son la *palanca*, la *garrucha*, el *torno*, la *cuña*, la *rosca*, el *plano inclinado* y las *ruedas dentadas*.

239. Ninguna máquina es capaz de aumentar la fuerza del agente que la pone en movimiento; lo único que se consigue por medio de ella es aumentar el peso á costa de la velocidad, ó la velocidad á costa del peso (237). Así, si un hombre levanta sin máquina alguna en 8 minutos una piedra de 6 arrobas á una altura cualquiera, por medio de una máquina podrá levantar una piedra de 12, 18 arrobas; pero tambien empleará 16, 24, &c. minutos, perdiendo en velocidad lo que ha ganado en peso (237).

95 240. La palanca es una barra de hierro ó madera fuerte AB, que se usa para mover ó levantar un gran peso como D, para lo cual se mete un estremo de la palanca debajo del peso D, se pone un punto de apoyo como una piedra ó madero en C, y haciendo fuerza para que baje el estremo B se logra que suba el peso D.

241. En esta máquina se necesita tanta menos fuerza para mover á D cuanto la parte CB es mas larga que CA. Así, si D pesa 20 arrobas y se quie-

re sostener con una fuerza de una arroba sola, se pondrá el punto de apoyo C de modo que la parte CB sea 20 veces mayor que AC (*). De suerte que siendo la parte CB muy larga, se podrán contrapesar grandes masas; y si las AC y CB son de igual largo, para sostener las 20 arrobas que pesa D, habrá que hacer un esfuerzo de otras 20 arrobas en B.

En este caso se dice que el peso puesto en D y la fuerza aplicada en B están en *equilibrio*.

242. A veces se pone la palanca de modo que el apoyo está en el estremo A, y el cuerpo D que se ha de mover en C. En este caso se sostendrá el peso D con tanta mas facilidad cuanto mas corta sea la parte AC y mas larga la CB, á cuyo estremo B se ha de aplicar la fuerza que haya de sostener el peso D. 96

En algunas ocasiones se hace uso de palancas angulares ó curvas, pero los efectos son los mismos que los de las rectas.

243. 1.° A la palanca se refieren una multitud de instrumentos del mayor uso. Las tenazas, tijeras, pinzas, &c. son combinaciones de dos palancas. Los remos, el cuchillo de panadero, &c. son tambien palancas.

2.° La *balanza* de que se hace uso para pesar las mercancías es una palanca de brazos iguales (238), por lo que para sostener una libra en uno de los platillos se necesita otra libra en el otro.

Una de las primeras circunstancias que debe tener una buena balanza es que sus dos brazos sean exactamente iguales, pues si esto no sucede el peso de los objetos puestos en los platillos no será igual cuando la balanza esté en su fiel por lo dicho (241). Por esta razon se ha de cuidar mucho de

(*) Esto se entiende para sostenerle, pues para levantarle seria preciso que el brazo CB fuese algo mas de 20 veces mas largo que AC.

que el vendedor no tenga puestos los cordones de un platillo por encima del brazo de la balanza, pues de este modo acortando éste hará un peso falso, que regularmente nunca es á favor del que compra.

Aunque una balanza tenga los brazos desiguales se podrá apreciar por su medio el verdadero peso de una mercancía del modo siguiente. Póngase esta en un platillo, y véase con qué pesa se equilibra, y supongamos que es con 25 onzas. Múdese luego la mercancía al otro platillo, y obsérvese con cuantas onzas se equilibra en este caso, y sea con 36 onzas. Multiplíquense los dos números 25 y 36, y estrayendo la raiz cuadrada del producto 900, el resultado 30 es el verdadero peso de la mercancía.

Otro de los defectos que puede tener una balanza es de que los estremos en que cuelgan los platillos y el eje no estén en una misma línea recta. Cuando el eje está mas bajo, la balanza se llama *loca* por moverse con mucha facilidad de cuya circunstancia se aprovechan los vendedores ambulantes para parar con el dedo el fiel y engañar al comprador. Si el eje está mas alto la balanza se mueve lentamente, por lo que se llama *pesada*, y suelen usarla los que la tienen fija, pues poniendo de antemano las pesas en un platillo, y echando con alguna fuerza la mercancía, como la balanza tarda en girar dán por hecho el peso antes de que las pesas bajen.

3.° La *romana* es tambien una palanca, pero de brazos muy desiguales. Del mas corto cuelga un garfio ó platillo en el que se pone el género por pesar, y á lo largo del mayor corre un peso llamado *pilon*. Como un brazo tiene señaladas las divisiones correspondientes al número de libras, arrobas ó kilógramos que se equilibran con el pilon, el uso de la romana es sumamente sencillo, teniendo presente *con cuánto entra*, es decir, cuánto pesa el pilon en la primera division. Regularmente en la romana hay dos cajas ó armas y dos entradas, la una para pesar por menor ó por libras, y es la que está mas distante del garfio ó platillo, y la otra para pesar por mayor, que es la que se halla mas próxima á dicho garfio (*).

244. La garrucha ó polea es un cilindro A de 97
madera ó metal, en cuyo canto ó grueso hay un carril ó rebajo por donde se mete una cuerda que girando hace dar vuelta á la garrucha. Esta va sostenida por una caja que remata en un gancho que sirve para colgarla: á un estremo de la cuerda se sujeta el cuerpo D que se quiere elevar, y tirando por el otro estremo E se hace subir el peso.

Esta máquina no ayuda nada á la potencia en cuanto á su cantidad, pues siendo los radios AB y AC iguales, no es en rigor mas que una palanca BC de brazos iguales cuyo apoyo está en A, luego para levantar el peso D de 20 libras es preciso hacer en E una fuerza de algo mas de otras 20: pero tiene la ventaja el agente de poderse ayudar con el peso de su propio cuerpo, y además facilita la situacion, pues todos saben cuánto mas cómodo es sacar el agua de un pozo con garrucha que á brazo, aunque en el primer caso haya que hacer alguna mas fuerza por razon del roce.

245. Pero si la garrucha se usa de modo que 98
tirando de la cuerda por un estremo A y estando el otro B atado á un clavo ó punto fijo vaya subiendo la garrucha con el peso, entonces como el clavo B sostiene la mitad del peso D, que sea con garrucha y todo de 40 libras, con poco mas de 20 libras de

(*) La *báscula* es una modificacion de la romana dispuesta de modo que el platillo es la plataforma ó tablero donde se coloca el peso, y la palanca tiene el punto de apoyo fijo; hoy es bien conocida por hallarse en todas las estaciones de ferro-carriles, mercados grandes, almacenes, fábricas, etc.

esfuerzo en A se podrá subir el cuerpo D. En este caso se dice que la garrucha es *móvil*.

Combinando varias garruchas, unas fijas y otras móviles, se tendrá lo que se llama *trócula* ó *aparejo*, cuya máquina favorece estraordinariamente á la potencia, como es fácil conocer, advirtiendo que una sola polea móvil ha reducido á casi la mitad el esfuerzo que hay que hacer para subir 40 libras; por consiguiente dos poleas móviles le reducirán á la cuarta parte, tres á la octava, &c.

99 246. El torno es un cilindro AB que lleva dos espigas A y B, que entran en dos agujeros hechos en los postes ó pilares D y E. Por medio de unas palancas F y G se hace dar vueltas al cilindro, y que se vaya arrollando en él una cuerda H, á la que se ata el peso Y que se quiere levantar. A veces lleva en lugar de palancas una rueda, ó un *manubrio* ó *cigüeña* L.

En cualquier caso cuanto mas larga sea la palanca ó el radio de la rueda ó el del manubrio, y mas delgado el cilindro, tanto mas favorecida quedará la potencia; así, si el cilindro tiene un palmo de radio (es decir, 2 de grueso) y la palanca F 12 palmos, con un esfuerzo de poco mas de una arroba aplicado en G se levantarán 12 arrobas en Y.

100 247. El torno se suele usar tambien para conducir grandes pesos: entonces se coloca como se ve, y se llama *cabestante;* pero para el esfuerzo que hay que hacer es lo mismo que en el caso anterior. Combinando un torno con una trócula se tiene la máquina llamada *cabria*.

101 248. La cuña es un pedazo de madera ó hierro A con un corte, por medio del cual, y á fuerza de golpes de martillo ó mazo, se introduce en el objeto CDE que se quiere rajar ó romper con ella. La fuerza que hay que emplear para esto es bien difícil de calcular; no obstante será tanto menor

cuanto mas estrecha sea la cuña, y menor el trecho EF que quede por rajar.

A la cuña se refieren todos los instrumentos cortantes y punzantes, como cuchillos, sierras, escoplos, punzones, &c.

249. La rosca es un cilindro AB, en cuya su- 102
perficie se ha tallado un rebajo en forma de *espiral* ó *caracol*, y que entra en otra pieza CD llamada *tuerca* por medio de un agujero que tiene otro rebajo inversamente tallado que el del cilindro. Lleva la rosca unas palancas F como el torno para hacerle dar vuelta é irle introduciendo por la tuerca, logrando de este modo comprimir cualquier objeto E que se ponga en B, que es el uso principal que tiene en la agricultura, empleándole para prensar la aceituna, la uva, &c., y que se usa, ya en situacion vertical ya horizontal.

Tanto mas efecto se conseguirá con esta máquina cuanto estén mas inmediatos los filetes ó talladuras *a*, *b*, *c*, &c., y sea mas larga la palanca F. Los efectos de esta máquina son muy poderosos, pero téngase cuidado de que la tuerca CD esté bien asegurada, pues tanto empuje como hace contra E hará igualmente contra CD.

Esta máquina se emplea tambien para acuñar moneda, levantar grandes pesos, procurar movimientos muy lentos, &c., y bajo el nombre de *tornillos* para asegurar unas con otras las piezas de una máquina.

250. El plano inclinado es una máquina destinada á conducir grandes pesos de un punto inferior á otro mas alto. Consiste en una rampa formada de tablas ó maderos, y á veces de tierra, por la que se hace correr el cuerpo que se quiere subir. La posicion mas ventajosa que puede tener la potencia es cuando impele ó tira del cuerpo en una direccion paralela al plano inclinado, en cuyo caso podrá subir tanto mas peso cuanto mas larga

sea la rampa y menor la altura á que se ha de trasladar el cuerpo.

103 251. Las ruedas dentadas son unos cilindros de madera ó de hierro AB que dán vuelta al rededor de su eje C, y que en su grueso ó canto llevan unos espigones ó dientes *m*, *n*, *p*, *q*, &c., que engranan con los de otra rueda menor D llamada *piñon* ó *linterna*, de modo que dando vuelta la AB la dá tambien el piñon D. Los ruedas se enlazan con los piñones de varios modos, segun las circunstancias de las máquinas, pero siempre se verifica que será tanto menor el esfuerzo que haya que hacer para mover el piñon, y el peso que lleve aplicado sea una piedra de molino ú otra cosa, cuanto mayor sea el diámetro AB de la rueda y menor el del piñon D. Tambien puede considerarse como perteneciendo á esta especie de máquina el *cric* ó *gato*, que es una barra de hierro armada de dientes que engranan en los de un pequeño piñon del mismo metal, al que se hace dar vueltas por medio de un manubrio. Girando este dá vueltas el piñon, el cual con sus dientes impele la barra haciéndola subir con el objeto ó peso aplicado á un estremo.

252. Las ruedas dentadas tienen muchos usos, entre otros el de moderar y arreglar ciertos movimientos, como sucede en los relojes; el de aumentar la velocidad del movimiento, lo que se consigue dando á la rueda muchos dientes y al piñon pocos, pues si AB tuviese 60 dientes y D 10, para cada vuelta que dé AB tendrá que dar D 6. Esto conviene mucho en los molinos harineros, en que de la velocidad de la piedra depende en gran parte su efecto.

Las norias pertenecen tambien á las ruedas dentadas combinadas con una palanca, que es á la que se aplica la caballería, si bien en esta máquina, como en otras muchísimas, las ruedas dentadas llevan mas bien por objeto dar á la máquina una situacion conveniente para que la haga andar una caballería que para favorecer el esfuerzo de esta.

Consideraciones acerca de las máquinas.

253. Las máquinas deben ser lo mas sencillas posible. Las muy complicadas están sujetas á mil quiebras, exigen muchos reparos, son mas costosas, y requieren mayor fuerza para su movimiento, por el roce de unas partes con otras, su mayor peso, &c.

Siempre que por medio de los cálculos espresados ó de modelos se venga en conocimiento de la fuerza necesaria para mover una máquina, se la añadirá á aquella un tercio mas; así, si resulta que se necesitan 6 arrobas cuéntese con 8 ó 9, pues en el cálculo no se presentan los obstáculos que en la práctica, y los modelos siempre por el menor peso y mayor perfeccion y pulimento de sus piezas dán resultados que despues varían en las obras en grande.

254. Para que el rozamiento entre las partes de una máquina sea el menor posible, se harán las piezas que se rocen de diferente materia; á saber: si las espigas de los ejes son de hierro, las cajas ó hembras sean de bronce: si los dientes de una rueda son de roble, los de la linterna sean de encina, &c. Deben además pulirse lo mejor posible las superficies que hayan de resbalar unas sobre otras, y untarlas con grasa para que se suavicen.

255. Los cuerpos redondos se mueven con mas facilidad, porque teniendo menos puntos de contacto con la superficie sobre que resbalan, ofrecen menos rozamiento: por esta razon cuesta mucho menos trabajo llevar una piedra sobre rodillos que arrastrando, y un par de mulas que conduce un

crecido número de arrobas en un carruage, no las conduciria quitándole las ruedas.

256. Una piedra ó muela de molino debe dar á lo menos 40 vueltas por minuto si tiene de 6 á 7 pies de diámetro; si tiene 4 ó 5 debe dar 60 vueltas en igual tiempo; si no, no molerá bien.

257. Se sabe que una muela de molino de 6 pies de diámetro y 4000 libras de peso (*) dando 50 vueltas por minuto muele 100 fanegas en 24 horas. Así para calcular lo que molerá en el mismo tiempo otra muela de 5 pies de diámetro y 2000 libras de peso, dando 60 vueltas por minuto, diremos por regla de tres compuesta : 6 pies × 4000 libras × 50 vueltas de la primera muela : 5 pies × 2000 libras × 60 vueltas : : 100 fanegas que muele la primera: las fanegas que molerá la segunda, que haciendo las operaciones (92) resultan 50 fanegas en las 24 horas. Lo mismo se hará con otra cualquiera.

De los agentes que ponen en movimiento las máquinas.

258. Los principales agentes que ponen en movimiento las máquinas son el hombre, las caballerías, el aire, el agua y el vapor (**).

259. La fuerza que puede emplear un hombre en mover una máquina es bien difícil de determinar, pues depende de muchas cosas, entre ellas del esfuerzo que es capaz de hacer por sí, de la velocidad que ha de emplear, del tiempo seguido que le

(*) El peso de una muela de molino se hallará del modo dicho en los aforos (208. 23.).

(**) Tal vez no pase mucho tiempo sin que se vea un nuevo motor en la *electricidad*. Este fluido idéntico al que con los nombres de *relámpago*, *rayo* ó *centella* vemos pasar de una nube á otra, y á veces á la tierra, está dotado de una gran fuerza. Ya se aplica en el dia á la comunicacion casi instantánea entre pueblos muy distantes por medio de los *telégrafos eléctricos*.

ha de estar practicando, y de la posicion en que hace dicho esfuerzo. Si el hombre se emplea en hacer andar una cigüeña de 14 á 18 pulgadas de largo, podrá hacer un esfuerzo de 25 á 30 libras, y dar 30 vueltas por minuto por 7 ú 8 horas al dia. Si se aplica á una palanca podrá hacer un esfuerzo mucho mayor, por ser esta accion menos seguida, y poder en muchos casos ayudarse con el peso de su cuerpo, lo que sucede igualmente cuando se aplica á sacar agua de un pozo con una garrucha.

260. Una caballería mediana podrá emplear en andar una noria, molino ó carruage, &c., un esfuerzo desde 180 á 240 libras por seis ó siete horas seguidas. Una caballería mayor puede emplear en el mismo tiempo un esfuerzo de 300 á 400 libras, segun lo mas ó menos incómodo de la situacion en que se la emplee; advirtiendo que siendo tantas las circunstancias que hay que tener presentes para calcular el esfuerzo de que es capaz un hombre ó una caballería para mover una máquina, no pueden darse sobre esto reglas fijas.

261. El vapor del agua hirviendo es el agente mas poderoso que se conoce, y se emplea en el dia con grande utilidad para el movimiento de muchas máquinas; pero como su aplicacion á este objeto es ya mas complicada, me parece seria poco útil á la clase á quien se destinan estas breves nociones el que entrásemos en mas detalles.

Solo sí diremos que se hacen máquinas de vapor de toda cantidad de fuerza, desde la de un hombre hasta la de 1000 caballos. Que en Inglaterra, Francia y otros paises son en el dia muy comunes, produciendo efectos verdaderamente maravillosos, aplicándolas en todos aquellos parages en que abundan los combustibles á mover las máquinas á que antes se aplicaban los hombres, animales, vientos ó corrientes de agua. Que en unos puntos las emplean para sacar los minerales del fondo de las minas, ó para estraer de estas el agua que se filtra en las galerías. En otros para poner en movimiento los molinos harineros, las prensas, los arados, las sierras de agua, las fábricas de tejidos, &c. En otros para la navegacion, aplicando el vapor como fuerza motriz de los barcos, dejando á estos independientes del capricho de los vientos y de las corrientes, regularizando su marcha, arreglándola á tiempo determinado y con una velocidad asombrosa. Igualmente se aplica por tierra para el transporte de viajeros y mercancías en carruages ó *wagones* puestos en movimiento por el dicho agente, con considerable ahorro de caballos y tiempo: para esto sirven los *caminos de hierro*, que consisten en dos barras de hierro llamadas *carriles* ó *rails*, bien paralelas una á otra, aseguradas en tierra con apoyos de piedra, fábrica ó madera, y distantes entre sí la anchura de los carruages: en el primero de estos va la máquina de vapor ó *locomotora*, que le pone en movimiento, á este primero van unidos los demás, formando *convoyes* ó *trenes* inmensos, que conducen millares de viajeros y de arrobas con tal velocidad, que se pueden andar 15 y mas leguas por hora. Las ruedas van volteando sobre los citados carriles, en los que engranan. Mas estos caminos de hierro son de mucho coste en su construccion por tener que guardar en lo posible la horizontal, no pudiendo subir ni bajar cuestas, para evitar lo cual hay que practicar frecuentes terraplenados, calzadas, escavaciones, taladros de montañas ó *tunels*, &c.

262. El aire se aplica para mover algunas máquinas, las cuales se arman de unas aspas ó velas en que chocando el viento produce el mismo efecto que pudieran uno ó mas hombres ó caballerías. El esfuerzo del aire en el movimiento de una máquina depende de la velocidad con que sopla, de la direccion perpendicular ú oblicua con que choca en las velas ó aspas, y de la superficie ó estension de estas. El aire es tanto mas veloz cuantos mas pies

anda por segundo. Se sabe por varias esperiencias que un viento que corre 8 pies por segundo hace en una superficie de un pie cuadrado á quien choca perpendicularmente un esfuerzo de 3 onzas, así para calcular el que hará andando otro número de pies por segundo, por ejemplo 12, diremos por regla de 3 así: 64, cuadrado de los 8 pies : 144, cuadrado de los 12 pies : : 3 onzas : 6 onzas y 12 adarmes, esfuerzo que hará un viento que ande 12 pies por segundo, y que hiera perpendicularmente en un pie cuadrado.

263. Así para saber el empuje que hace el aire sobre una superficie plana, á quien hiere perpendicularmente con una velocidad de 16 pies por segundo, se hallará el esfuerzo correspondiente á esta velocidad por la regla anterior (262), y se tendrán 12 onzas, que multiplicadas por los pies cuadrados que tiene la superficie, que sean por ejemplo 40, dá 480 onzas ó 30 libras (*).

264. El agua usada como agente es de mucha mayor utilidad que el aire, porque este no se halla tan á disposicion del que le ha de usar; pero en cambio el uso del agua para dar movimiento á las máquinas es mucho mas costoso. Para aplicar el esfuerzo de una corriente de agua á una máquina se la agrega á esta una rueda armada con unas paletas ó alas, en las que chocando sucesivamente el agua la hace girar, ó de unos cajones en los que además del empuje del agua se agrega el peso de la que toman los dichos cajones. Estas últimas son mucho mas ventajosas que las de alas cuando el agua tiene bastante caida, y cuando no se necesita que la rueda gire con tanta velocidad.

(*) En los molinos de viento, como las aspas no reciben perpendicularmente el empuje del aire, solo obra en ellas la mitad ó menos del resultado que dá el cálculo: asi de las 30 libras en este caso solo se aprovechan 12 ó 15.

265. El esfuerzo de una corriente de agua en una superficie depende de la inclinacion con que la choca, de la velocidad del agua, y de la estension de la superficie chocada. Se sabe que una corriente de agua que anda 8 pies por segundo produce un efecto de 60 libras en una superficie de un pie cuadrado; luego para hallar el que producirá otra corriente que ande por ejemplo 10 pies por segundo, diremos por regla de tres: 64, cuadrado de los 8 pies : 100, cuadrado de los 10 pies : : 60 libras : 93 libras y 12 onzas, que es el esfuerzo que hará la corriente que anda 10 pies por segundo, chocando perpendicularmente en un pie cuadrado.

266. Así hallaremos el esfuerzo de que es capaz una corriente de agua que tenga mucha velocidad; de modo que si se quisiese averiguar el empuje que hace contra una pared, puente, &c. (*), á quien choca directamente, se averiguará su velocidad, que sea de 9 pies por segundo, y buscando por la regla anterior el esfuerzo correspondiente á un pie cuadrado, que es 75 libras, se multiplicará por los pies cuadrados que tenga la pared, puente, &c., que sean 20, y se tendrá el empuje del agua, que aquí es de 20 × 75 libras, es decir, 1500. Si se quisiere disminuir este se daria á la superficie chocada la figura cilíndrica ó esférica. En el primer caso el empuje seria solo los $\frac{2}{3}$, es decir 1000 libras, y en la esférica la mitad solo, es decir, 750 libras. Esta es la razon porque los tajamares de los puentes y todos aquellos objetos que estén directamente opuestos á una corriente violenta no se deben hacer jamás de modo que el agua los choque directamente, sino con oblicuidad, y formando salientes angulares ó cilíndricos para cortar la marcha del agua y disminuir su empuje.

Se deduce tambien que si hubiese una corrien-

(*) Se entiende de la parte en que choca el agua, sin contar aquella que esté fuera de la corriente.

te de agua que solo produjera un esfuerzo corto, se puede aumentar este disponiendo el cauce ó canal por donde viene el agua con mas inclinacion, para que adquiera mas velocidad y produzca mayor efecto, y este se hará todavía mayor no dando al espresado canal mas anchura que la meramente necesaria para que la rueda gire con libertad: así se aprovecha el agua que de otro modo se va por los lados sin producir efecto.

267. Si se quisiese averiguar el empuje que 104
hace una cantidad de agua A sin movimiento contra la pared de un estanque, un dique, presa, &c., de figura rectangular CD, se multiplicará el cuadrado de los pies que tenga el agua de altura por la mitad de lo largo de la pared, es decir, de la distancia DC, y el resultado, multiplicado por 49 libras, dará próximamente el empuje del agua. Así si esta tuviese 4 pies de profundidad y la pared 30 pies de largo, será el empuje 16 × 15 × 49 (*)= 11760 libras=470 arrobas y 10 libras.

268. Si en algun caso hubiese que determinar la presion que sufre el fondo de un estanque, depósito ó vaso lleno de agua, sea de la figura que se quiera, se hará multiplicando la superficie del fondo por la altura del líquido, y en seguida por las 49 libras que pesa un pie cúbico de agua estancada ó por 47 si es agua dulce. Así, si el fondo del depósito tiene 32 pies cuadrados y la altura del agua es de 12 pies, la fuerza que hará el agua sobre el fondo será 32 × 12 × 49=18816 libras, cuyo resultado indica el cuidado con que deben afirmarse los fondos de los depósitos para que el agua no mine y escape inutilizando la obra.

(*) El 16 es el cuadrado de la profundidad 4; el 15 es la mitad de los 30 pies, largo de la pared; y el 49 son las libras que pesa un pie cúbico de agua de rio ó de estanque, con corta diferencia.

De algunas otras propiedades del agua.

269. Una de las propiedades mas notables del agua y de todos los líquidos es que, sea la que quiera la figura del vaso que la contenga, la superficie superior del líquido toma una situacion horizontal, quedando en todas sus partes con igual elevacion, y lo mismo sucederá en dos ó mas depósitos que estén en comunicacion unos con otros. Esta es la razon: 1.° De que haciendo un pozo á poca distancia de un rio se tendrá siempre en aquel el agua á la altura que tenga la corriente de este, pues filtrándose el agua por entre las tierras tomará el mismo nivel en el pozo que en el rio. 2.° De que se pueda conducir el agua de un manantial situado en una montaña á un punto situado en otra estableciendo una cañería en el valle que las separa, siempre que dichas dos montañas estén á igual altura, pues bajando el agua desde el manantial hasta el fondo del valle adquirirá suficiente fuerza para subir por el lado opuesto á la misma elevacion (*). 3.° Que si el depósito está muy alto y el fin de la cañería muy bajo, y termina en un tubo recurvo hácia arriba, saltará el agua formando un surtidor que sin la resistencia del aire y el rozamiento del encañado subiria á una altura igual á la del depósito. 4.° Que si en un terreno bajo se hace un taladro que profundice bastante puede uno prometerse un surtidor ó manantial permanente de agua, medio muy usado en Francia, principalmente en el Artois, de donde ha venido el dar á estos taladros ó sondas el nombre de *pozos artesianos* ó *fuentes ascendentes*. No en todos los puntos sale la opera-

(*) En esta especie de cañerías deben ser los tubos muy reforzados, pues de otro modo reventarian por la notable presion que hace el agua, principalmente en la parte mas baja.

cion con felicidad, pues es necesario que el taladro encuentre con alguna de las corrientes subterráneas que se hallan á mas ó menos profundidad, y que esta corriente, por venir de puntos mas elevados que aquel donde se ha abierto el taladro, tenga la suficiente fuerza para subir hasta la superficie de la tierra y formar una fuente contínua. Los cortos límites de esta obra no me permiten entrar en mas detalles, que pueden verse en las obras destinadas esclusivamente á este objeto. 5.° Que cuando se abra un pozo comun ó de noria debe trabajarse con mucha precaucion, pues si al escavar se encontrasen con una de dichas corrientes pudiera subir el agua con tal velocidad que pereciesen los operarios, como ha habido ejemplares.

270. Cuando un cuerpo sólido, como un pedazo de madera, se introduce en un líquido mas pesado que él, v. gr., agua, desaloja una cantidad de esta que pesa tanto como el sólido. De donde se deduce: 1.° Que un cuerpo muy ligero, un pedazo de corcho por ejemplo, se hundirá muy poco en el agua, pues siendo tan corto su peso, con corta cantidad de agua que desaloje ya pesará esta tanto como el corcho; y si fuese un pedazo de haya ya se hundirá mas en el agua por ser mas pesada. 2.° Que si se echa en el agua un cuerpo muy pesado, como una piedra, una bala, &c., se irá al fondo, porque la porcion de agua que desaloja pesa mucho menos que el cuerpo y el agua no le puede sostener. 3.° Que si á un cuerpo muy pesado, por ejemplo un pedazo de plomo, se le dá una estension y figura tal que desaloje una cantidad de agua tan considerable que pese mas que el plomo, este sobrenadará. Así vemos un barco cargado de hierro, piedra, &c., sobrenadar por estar construido de modo que desaloja mucha agua. 4.° Que nos será muy fácil determinar aproximadamente el peso de un cuerpo por medio del agua: si es mas ligero que esta, no hay mas que meterle en ella y ver la parte que se

hunde, hallar el volúmen de esta parte sumergida, y dando por cada pie cúbico 47 libras si es agua dulce, ó 49 si es de mar, se tendrá el peso de todo el cuerpo. Si este fuese muy pesado se meterá en un cajon grande de madera, é introduciéndole en el agua se medirá el volúmen de la parte de cajon sumergida, y se hallará el peso como en el caso anterior, rebajando el del cajon.

271. Que cuanto mas pesado ó denso sea el líquido, tanto menos se hundirá el cuerpo; así un trozo de madera se hunde mas en agua dulce que en agua de mar; una bala de cañon que se hunde en el agua sobrenada en azogue ó mercurio. Luego si un mismo cuerpo le metemos en diferentes líquidos, por lo que se hunda en cada uno de ellos, deduciremos el mayor ó menor peso que tiene. En esta observacion está fundada la construccion del instrumento conocido con el nombre de *areómetro* ó *pesa licor*, y que consiste en un tubo de cristal en cuya parte inferior lleva dos ampollitas, la mas baja y chica llena de azogue ó de plomo, y la mayor enteramente vacía: á lo largo del tubo hay una escala que con sus divisiones marca el grado de densidad del líquido en que se introduce, y que se deduce de la division hasta la que se hunde el instrumento. Hay areómetros para los aguardientes, las legías, los ácidos, &c.; pero como cada uno tiene su diferente division, los de sales, por ejemplo, no sirven para los ácidos, ni estos para los aguardientes: por lo regular en la cabeza de la escala llevan el nombre del objeto para que se destinan.

De algunas máquinas para elevar las aguas.

272. El aire, como todas las demás sustancias, es pesado, es decir, tiene tendencias á descender hácia el centro de la tierra (*). Esta propiedad es la

(*) Este peso del aire está comprobado por sostener causa de que si introducimos un tubo ó cañoncillo abierto por sus estremos en un depósito de agua, y estraemos con la boca el aire del tubo, el líquido va subiendo por él hasta cierta altura.

273. En la misma presion del aire se funda el mecanismo del *sifon*, que consiste en un tubo de cristal ó cualquiera otra materia doblado ó encorvado en términos que forma dos piernas de desigual longitud. Si introducimos la mas corta en un vaso ó depósito lleno de un líquido, y estraemos el aire por el estremo de la pierna mas larga, el líquido corriendo á lo largo del tubo llenará su estension y formará un caño seguido, que continuará en vaciar el vaso hasta la altura á que llegue la pierna mas corta metida en él. Este instrumento es de muchísimo uso para vaciar estanques, pasar un líquido de una vasija á otra, &c.; pero siempre es preciso que el punto por donde sale el líquido esté mas bajo que el nivel del de la vasija que se quiere evacuar, pues de otro modo no saldrá.

274. Tambien depende del peso ó presion del aire el efecto de las *bombas hidráulicas*, máquinas destinadas para hacer subir las aguas de los pozos, y que son de una utilidad conocida, tanto en la agricultura para el regadío de huertas, jardines, &c., como en las diferentes fábricas en que es preciso tener agua en abundancia; siendo aplicables algunas de ellas á la estincion de los incendios: tres son las principales especies de bombas que se conocen; á saber: la *bomba atractiva* ó *aspirante*, la *bomba comprimente* y la *bomba mixta* ó *atractiva* y *comprimente* al mismo tiempo.

275. La bomba atractiva se compone de dos tu-

las nubes, el polvo, las aves y los *globos aereostáticos*. Estos consisten en unas grandes esferas ó bolsas de tela fina ó papel, y que llenas de humo ú otro fluido mas ligero que el aire atmosférico, se elevan á grandes alturas, conduciendo á veces una ó mas personas.

bos verticales unidos uno á otro, y de los cuales el inferior, que es mas delgado, llega hasta el depósito del agua que se quiere hacer subir, y se llama *tubo de atraccion ó de aspiracion.* El otro tubo de mas calibre se llama *cuerpo de bomba*, y en el agujero que forma la comunicacion de ambos tubos se coloca una *válvula* ó portezuela de cuero, fieltro ú otra materia flexible que se abre de abajo á arriba, con lo cual puede cerrar ó dejar espedita dicha comunicacion. Por lo interior del cuerpo de bomba sube y baja alternativamente un *émbolo* ó *piston* que ajusta perfectamente para no dar paso al aire, y que lleva un mango ó barra por la cual se le dá movimiento. El émbolo tiene un agujero que le atraviesa de arriba á abajo, y en la parte superior del cual va otra válvula que tambien se abre de abajo á arriba. Haciendo bajar el émbolo hasta que toque al fondo del cuerpo de bomba, si despues se le hace subir, el agua del depósito ascenderá por el tubo de atraccion y llenará parte de dicho cuerpo. Al volver á bajar el émbolo comprimirá esta agua, la que pasando por el agujero del émbolo, quedará sobre este, y al volverle á subir la elevará hasta que llegando á un desaguadero ó canal, hecho en la parte superior de la bomba, corra al parage que se la destina.

276. Para que esta especie de bomba surta su efecto es necesario que el tubo de atraccion, es decir, la distancia del cuerpo de bomba al nivel del depósito, sea menor de 37 pies castellanos, pues la presion del aire no es capaz de hacer subir el agua á mas de esta altura, y esto en un parage que se halle al nivel del mar, que si no se deberá hacer dicha distancia tanto menor cuanto mas elevado sea el terreno en que se establezca la bomba. Para proceder en esto con la seguridad necesaria, y no esponerse á gastar en hacer el pozo y la bomba y que despues no sirva, se debe llevar á dicho parage un barómetro (223), y observar la altura á que se

halla el azogue en un dia en que el tiempo esté lluvioso ó la atmósfera muy cargada de nubes, y supongamos que señalaba el instrumento 26 pulgadas, formaremos la siguiente proporcion: (85. 1.°) 28 pulgadas : 26 pulgadas : : 37 pies : $34\frac{5}{14}$ pies que deberá tener el tubo de aspiracion para que el agua pueda subir, y aun será mas seguro no darle mas que 32 ó 33 (*).

277. En la bomba comprimente no lleva el émbolo agujero ni válvula, ni hay tubo de aspiracion, pues el cuerpo de bomba va metido en el depósito del agua que se quiere levantar. En el fondo lleva un agujero con su válvula como en la bomba anterior, y otro lateral con otra válvula que abre de dentro á afuera, y al que va unido un tubo ó desaguadero que conduce el agua al parage que se desea. El juego de esta bomba es el siguiente: subiendo el émbolo entra el agua del depósito en el cuerpo de bomba abriéndose la válvula inferior. Al bajar el émbolo comprime esta agua, la que con su presion cierra la válvula inferior, y abre la lateral ó del desaguadero, escapando por este con mas ó menos violencia, y á mayor ó menor altura, segun la potencia que obre en el émbolo: asi es que en estas bombas, no dependiendo la subida del agua del peso del aire, sino del esfuerzo del agente que

(*) Si en algun caso ocurriese tener que elevar el agua con una bomba de esta especie á mayor altura de la que diese el cálculo anterior por medio del barómetro, será preciso establecer dos ó mas cuerpos de bomba. Para esto se colocará el primero desde el nivel del agua del pozo hasta el punto en que pueda hacer subir el agua, v. g. á 34 pies. En este se formará un depósito en el que se colocará otra bomba que hará subir el agua otros tantos pies; y si aun no llegase á la altura que se desea, se formará otro depósito aplicando en él otra bomba, y asi sucesivamente. Todas estas bombas pueden disponerse de modo que las haga mover simultáneamente un solo motor ó agente.

las mueve, puede hacerse subir el agua á cualquiera altura. Esta especie de bomba es la que se aplica en los incendios para hacer subir el agua á los pisos y tejados de las casas, y para que la corriente sea contínua se ponen dos cuerpos de bomba inmediatos uno á otro con un solo desaguadero; los émbolos van unidos á los dos estremos de una palanca (240), cuyo punto de apoyo está en medio, y así cuando un émbolo baja el otro sube, y el agua corre sin intermision.

278. La bomba mixta ó aspirante y comprimente es una combinacion de las dos que acabamos de esplicar, y consiste en un cuerpo de bomba con su tubo de atraccion, su válvula en la union de ellos, y su desaguadero como en la comprimente: el émbolo no lleva agujero alguno. Al subir el émbolo pasa el agua por el tubo de atraccion al cuerpo de bomba, y al bajar la comprime y la hace saltar.

279. Concluiremos esta materia advirtiendo: 1.° que las bombas de cuerpo de metal son preferibles por su duracion y suavidad de movimiento á las de madera: 2.° que cuando una bomba ha estado sin uso algun tiempo deben remojarse las válvulas antes de usarla, pues si no, no producirá efecto: 3.° que la fuerza que se ha de hacer para poner en movimiento una bomba aspirante ó mixta, sin contar el rozamiento, es igual al peso de una coluna de agua que tenga por base la del émbolo, y por altura la distancia que hay desde el nivel del agua en el depósito á la altura á que se quiere hacer subir esta: 4.° del mecanismo de las bombas esplicadas se infiere, que el surtidor de agua que sale por el desaguadero no puede ser contínuo, sino intermitente, porque como se gasta la mitad del tiempo en bajar y la otra mitad en levantar el émbolo, no puede salir el agua sino á chorros interrumpidos. Y como en muchos casos se desea que la bomba produzca un chorro continuado de agua con un solo cuerpo de bomba, se ha

ideado agregar á la mitad del desaguadero un *depósito* ó *tambor* hueco, de metal y lleno de aire: el desaguadero queda cortado en lo interior del tambor, de suerte que cuando el agua sube por aquel, entra una gran parte de ella en el depósito de aire y le comprime. Este aire comprimido, cuando cesa la accion ascendente del agua por el desaguadero, impele el agua que habia entrado en el tambor, y la hace subir, produciendo de esta manera un chorro contínuo. Los que traten de tomar una bomba de esta clase deben tener presente que no por ser el chorro contínuo saldrá mas agua, pues nunca puede producir mas que la que aspire la bomba, ya salga en chorros interrumpidos, ya de seguida. Advierto esto para que el comprador no se deje engañar por el fabricante, que suele decir que por ser el chorro contínuo sale doble agua, y bajo de este supuesto falso, aumenta notablemente el precio de la bomba.

FIN.

TABLA I.

Para la multiplicacion de los números (11).

2 veces	2 son	4	5 veces	5 son	25
2. . . .	3. . .	6	5. . . .	6. . .	30
2. . . .	4. . .	8	5. . . .	7. . .	35
2. . . .	5. . .	10	5. . . .	8. . .	40
2. . . .	6. . .	12	5. . . .	9. . .	45
2. . . .	7. . .	14	5. . . .	10. . .	50
2. . . .	8. . .	16	6. . . .	6. . .	36
2. . . .	9. . .	18	6. . . .	7. . .	42
2. . . .	10. . .	20	6. . . .	8. . .	48
3. . . .	3. . .	9	6. . . .	9. . .	54
3. . . .	4. . .	12	6. . . .	10. . .	60
3. . . .	5. . .	15	7. . . .	7. . .	49
3. . . .	6. . .	18	7. . . .	8. . .	56
3. . . .	7. . .	21	7. . . .	9. . .	63
3. . . .	8. . .	24	7. . . .	10. . .	70
3. . . .	9. . .	27	8. . . .	8. . .	64
3. . . .	10. . .	30	8. . . .	9. . .	72
4. . . .	4. . .	16	8. . . .	10. . .	80
4. . . .	5. . .	20	9. . . .	9. . .	81
4. . . .	6. . .	24	9. . . .	10. . .	90
4. . . .	7. . .	28	10. . . .	10. .	100
4. . . .	8. . .	32	10. . .	100. .	1000
4. . . .	9. . .	36	10. . .	1000.	10000
4. . . .	10. . .	40	10. .	10000.	100000

TABLA II. (*).

De las medidas mas usuales de Castilla (58 y siguientes.)

Medidas de peso.

	Arrobas.	Libras.	Onzas.	Adarmes.	Granos.
Adarmes.					36
Onzas.				16	576
Libras.			16	256	3216
Arrobas.		25	400	6400	230400
Quintal.	4	100	1600	25600	921600

Medidas de vareo.

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

(*) Estas tablas son de un uso sumamente sencillo, pues con solo recorrer cada renglon se ve el número de diferentes unidades inferiores que tienen la unidad escrita á la altura del mismo; asi vemos que un quintal tiene 4 arrobas, ó 100 libras, ó 1600 onzas, ó 25600 adarmes. Una arroba tiene 25 libras, ó 400 onzas, ó 6400 adarmes, etc.

Otras medidas de vareo.

				Granos.
Dedos.				4
Palmos.			12	48
Codos.		2	24	96
Vara.	2	4	48	192

Medidas de liquidos.

				Copas.
Cuartillos.				4
Azumbres.			4	16
Cántaras ó arrobas.		8	32	128
Moyo.	12	96	384	1536

Medidas de aceite.

				Onzas.
Panillas.				4
Libras.			4	16
Cuartillas.		6½	25	100
Arroba.	4	25	100	400

Medidas de granos.

				Medios cuartillos.
			Cuartillos.	2
		Celemines.	4	8
	Fanegas.	12	48	96
Cahiz.	12	144	576	1152

Monedas.

				Maravedises.
			Reales.	34
		Pesetas comunes.	4	136
	Duros ó ps. fs.	5	20	680
Onza ó doblon de á 8.	16	80	320	10880

Medidas del tiempo.

					Segundos.
				Minutos.	60
			Horas.	60	3600
		Dias.	24	1440	86400
	Meses.	30	720	43200	2592000
Año.	12	365	8760	525600	31536000

TABLA III.

De las medidas usadas en Valencia, Aragon y Cataluña. (*)

VALENCIA.	ARAGON.	CATALUÑA.
	Medidas de peso.	
El quintal...... 4 arrobas. La arroba menor. 30 libras. La arr.ª de harina 32 libras. La arroba mayor. 36 libras. La libra. . . . . . 12 onzas.	El quintal. . . . . 4 arrobas. La arroba. . . . . 36 libras. La libra. . . . . . 12 onzas.	El quintal. . . . . 4 arrobas. La arroba. . . . . 26 libras. La libra. . . . . . 12 onzas.
	Medidas de vareo.	
La vara. . . . . . 4 palmos. El palmo. . . . . . 4 cuartos. El cuarto. . . . . 3 dedos. La braza real. . . 9 palmos. La vara. . . . . . 3 pies.	La vara. . . . . . 4 palmos. El palmo. . . . . . 12 dedos.	La cana. . . . . . . 8 palmos. El palmo. . . . . . 4 cuartos. La vara. . . . . . . 3 pies.
	Medidas de liquidos.	
La carga. . . . . 15 cántaros. El cánt.º ó arr.ª 4 azumbres. La arroba. . . . 36 libras.	El nietro ó carga. 16 cántaros. El cánt.º ó arr.ª 28 libras. La arroba. . . . 4 cuartos.	La carga. . . 12 arrobas. La misma. . 32 cuarterones. El cuarteron. 4 cuartos.
	Medidas de aceite.	
La carga. . . . . 12 cántaros. El cánt.º ó arr.ª 36 libras.	Al peso.	La carga de 11 arrobas vale. . . . . . . 30 cortanes. El cortan. . . . 16 cuartos.
	Medidas de granos.	
El cahiz. . . . . 12 barchillas. La barchilla. . . 4 celemines. El celemin. . . 4 cuarteras.	El cahiz. . . . . . 8 fanegas. La fanega. . . . 3 cuartales. El cuartal. . . . 4 celemines.	La cuartera de trigo vale. . . . . . . 12 cortanes. El cortan. . . . 4 picotines.

(*) Giannini, Geometria práctica.

TABLA IV.

Correspondencia que tienen las medidas y pesos de Valencia, Aragon, Cataluña, Francia, Portugal é Inglaterra con las de Castilla. (*)

31 onzas.	*de Valencia hacen*	32 onzas.	*de Castilla.*
12 varas.		13 varas.	
13 celemines.		12 celemines.	
Arroba de 36 lib. de líq.°		6 azumbres, $2\frac{1}{4}$ cuartillos.	
1 onza.	*de Aragon hacen*	1 onza.	*de Castilla.*
51 varas.		47 varas.	
1 cahiz.		3 fanegas, $5\frac{1}{2}$ celemines.	
34 arrobas de líquido.		21 arrobas.	
12 onzas.	*de Cataluña hacen*	14 onzas.	*de Castilla.*
150 palmos.		143 palmos.	
25 cuarteras.		32 fanegas.	
928 arrobas de líquido.		621 arrobas.	
16 libras.	*de Francia hacen*	17 libras.	*de Castilla.*
6 pies ó 1 toesa.		7 pies.	
1 ana.		4 pies, 5 pulgadas, $2\frac{1}{8}$ líneas.	
Para las medidas modernas de Francia véase la tabla V.			
16 varas.	*de Portugal hacen*	21 varas.	*de Castilla.*
El pote.		$16\frac{3}{8}$ cuartillos.	
La alquira.		2 celemines, $3\frac{8}{17}$ cuartillos.	
18 arrobas.		23 arrobas.	
La yarda de 3 pies.	*de Inglaterra hacen*	3 pies, 6 pulg., 11 lin., $9\frac{1}{6}$ puntos.	*de Castilla.*
El pie.		1 pie, 2 pulgadas, 3 lineas.	
El gallon para cerveza.		$9\frac{1}{6}$ cuartillos.	
El gallon para vinos.		$7\frac{1}{2}$ cuartillos.	
El bushel para granos.		$7\frac{7}{10}$ celemines.	
La libra de 16 onzas.		$15\frac{1}{4}$ onzas.	
El quintal de 112 libras.		110 lib., 5 onzas, $11\frac{1}{2}$ adarmes.	

(*) Giannini, Geometria práctica.

CONTINUACION DE LA TABLA IV.

Medidas agrarias mas en uso en varias provincias.

De Valencia.	*Hacen de Castilla.*	
La *cuerda* tiene 20 brazas lineales, ó 180 palmos valencianos.	$48\frac{3}{4}$	*varas lineales.*
La *cuarta* ó *cuartera* es de 50 brazas cuadradas.	$121\frac{7}{8}$	*varas cuadradas.*
La *fanega* ó *hanegada* contiene 200 brazas cuadradas.	$487\frac{1}{2}$	
La *cahizada* es de 6 fanegadas ó 1200 brazas cuadradas.	2925	
La *yugada* comprende 6 cahizadas ó 7200 brazas cuadradas.	17550	
De Murcia y Andalucia.		
La *octava* ú *ochava* de tahulla tiene 32 brazas cuadradas.	200	*varas cuadradas.*
La *cuarta* ó *cuartera* de tahulla es de 64 brazas cuadradas.	400	
La *tahulla* consta de 256 brazas cuadradas.	1600	
La *fanega* ó *hanegada de regadío* equivale á 4 tahullas.	6400	
La *fanega* ó *hanegada de secano* es igual á 6 tahullas.	9600	
La *tahulla* de Almería.	257	
El *marjal* contiene 3 tahullas.	711	
La *fanega* de 9 marjales.	6400	
De Castilla.		
El *estadal* varía: el mas comun es de 11 pies		
La *fanega* varía: la mas usada es de 500 estadales cuadrados.	$1833\frac{1}{3}$	*varas cuadradas.*
La *aranzada* comprende 400 estadales cuadrados.	$1466\frac{2}{3}$	
La *yugada* es de 50 fanegas.	91667	
La *caballería* contiene 60 fanegas de á 500 estadales.	480000	
El *carro de tierra*, de Santander, cuadro de $14\frac{2}{3}$ á $23\frac{1}{3}$ varas.		
De Galicia.		
La *conca* es de.	$52\frac{1}{2}$	*varas cuadradas.*
El *copelo* contiene.	30	
El *ferrado de sembradura* consta de 30 copelos.	900	
El *ferrado de cavadura* para viñas, &c. tiene 12 concas.	630	
De Asturias.		
El *dia de bueyes menor* es una estension de 48 varas de largo y 24 de ancho.	1142	*varas cuadradas.*
El *dia de bueyes mayor* contiene $42\frac{1}{2}$ varas de lado.	1800	
El *carro de tierra* es un cuadrado de 16 varas de lado.	256	
De Cataluña.		
El *jornal* consta de 1400 canas cuadradas.	$2669\frac{1}{2}$	*varas cuadradas.*
De Aragon.		
La *cadena* de 10 varas aragonesas.	27 *pies* $8\frac{2}{3}$	*pulgadas lineales.*
El *almud*, es una cadena en cuadro.	$85\frac{1}{2}$	*varas cuadradas.*
El *cuartal* tiene 4 almudes.	342	
La *fanega*, compuesta de 4 cuartales.	1368	
El *jornalio* contiene 9 cuartales.	3078	
El *cahiz* de 24 cuartales.	8208	

TABLA V: de las nuevas pesas y medidas decimales y su comparacion con las usadas en Castilla.

Medidas de longitud y su valor en castellanas.

El *metro*. . . .	= 1 metro. . .	= 3,589	pies castellanos.	= 3 pies, 7 pulgadas, 0 líneas, 9,792 puntos.
El decámetro . . .	= 10 id.	= 35,89	id.	= 11 varas, 2 pies, 10 pulgadas, 8 líneas, 0,192 puntos.
El hectómetro. . .	= 100 id.	= 358,9	id.	= 119 varas, 1 pies, 10 pulgadas, 8 líneas, 1,92 puntos.
El kilómetro. . . .	= 1000 id.	= 3589	id.	= 1196 varas, 1 pie.
El miriámetro. . .	= 10000 id.	= 1,79446 leguas de 20000 pies.		

Subdivisiones del metro.

El decímetro.. . .	= 0,1 de metro. .	= 4,0367	pulgadas.
El centímetro.. . .	= 0,01 de id.	= 5,168	líneas.
El milímetro. . . .	= 0,001 de id.	= 6,192	puntos.

La inversa en números proporcionales.

100 leguas de 20000 pies.	= 557066 metros.
1000 varas.	= 8359 decímetros.
10000 pies.	= 27863 id.
10000 cuartas ó palmos.	= 20897 id.
100 pulgadas.	= 2322 centímetros.
1000 líneas.	= 1935 milímetros.
10000 puntos.	= 1612 id.

Medidas de peso y su valor en castellanas.

El *gramo*..	= 1 gramo. . .	= 20,031	granos.	= 20,03 granos.
El decágramo. . .	= 10 id.	= 200,31	id.	= 5 adarmes, 20,3 granos.
El hectógramo. . .	= 100 id.	= 2003,1	id.	= 3 onzas, 7 adarmes, 22,752 granos.
El kilógramo. . . .	= 1000 id.	= 20031	id.	= 2 libras, 2 onzas, 12 adarmes, 14,0544 granos.

Subdivisiones del gramo.

El decígramo.. . .	= 0,1 de gramo. .	= 2,0031	granos.
El centígramo. . .	= 0,01 de id.	= 0,20031	id.

La inversa en números proporcionales.

100 quintales.	= 4665 kilógramos.
1000 arrobas.	= 115125 id.
1000 libras.	= 1605 hectógramos.
100 onzas.	= 2878 gramos.
1000 adarmes.	= 1798 id.
100 granos.	= 499 centígramos.

Medidas de líquidos y su valor en castellanas.

El *litro*. . . .	= 1 litro.	= 1,983 cuartillos.	= 1 cuartillo, 3,572 copas.
El decálitro. . . .	= 10 id.	= 19,83 id.	= 4 azumbres, 3 cuartillos, 3,32 copas.
El hectólitro. . .	= 100 id.	= 198,3 id.	= 6 arrobas, 1 azumbre, 4 cuartillos, 2,406 copas.
El kilólitro.. . .	= 1000 id.	= 1983 id.	= 61 arrobas, 7 azumbres, 3 cuartillos, 3 copas.

Subdivision del litro.

El decílitro.. . . .	= 0,1 de litro. . . .	= 0,793 copas.

La inversa en números proporcionales.

10000 arrobas.	= 161368 litros.
1000 azumbres.	= 2017 id.
1000 cuartillos.	= 5042 decílitros.
10000 copas.	= 12605 id.

Medidas de áridos y su valor en castellanas.

El *litro*.	= 1 litro.	= 0,8635 cuartillos.	= 0,8635 de cuartillo.
El decálitro. . . .	= 10 id.	= 8,635 id.	= 2 celemines, 0,635 cuartillos.
El hectólitro. . . .	= 100 id.	= 86,35 id.	= 1 fanega, 9 celemines, 2,352 cuartillos.
El kilólitro.	= 1000 id.	= 863,5 id.	= 17 fanegas, 11 celemines, 3,558 cuartillos.

La inversa en números proporcionales.

10000 fanegas.	= 555837 litros.
10000 celemines.	= 46319 id.
10000 cuartillos.	= 11579 id.

Medidas agrarias y su valor en castellanas.

El *metro cuadrado*.	= 1 metro cuadrado.	= 1,43115 varas cuadradas.	
La *área*.	= 100 id.	= 143,115 id.	= 8 estadales, 15,013 varas cuadradas.
La hectárea. . . .	= 10000 id.	= 14311,5 id.	= 1 fanega, 318 estadales, 6,608 varas cuadradas.
La miriárea.. . . .	= 1000000 id.	= 1431150 id.	= 155 fanegas, 161 estadales, 4,5 varas cuadradas.

La inversa en números proporcionales.

1000 fanegas cuadradas.	= 64395 áreas.
1000 estadales id.	= 11179 metros cuadrados.
100 varas id.	= 6972 centímetros cuadrados.

Medidas de volúmen y su valor en castellanas.

El *metro cúbico*. .	= 1000 litros cúbicos.	= 1,71209 varas cúbicas.	= 46,2266 pies cúbicos.

La inversa en números proporcionales.

100000 varas cúbicas.	= 58408 metros cúbicos.
1000000 pies cúbicos.	= 21631 metros cúbicos.

TABLA VI.

Del número de plantas de vid ú olivo, etc., que caben en las distancias espresadas á la cabeza de las columnas en la estension superficial anotada al márgen.

En varas cuadradas.	5 palmos.	6 palmos.	7 palmos.	8 palmos.	9 palmos.	10 palmos.	11 palmos.	12 palmos.	13 palmos.	14 palmos.	15 palmos.
100	64	44	32	25	20	16	13	11	9	8	7
200	128	88	65	50	39	32	26	22	18	16	14
300	192	133	97	75	59	48	39	33	28	24	21
400	256	177	130	100	79	64	52	44	37	32	28
500	320	222	163	125	98	80	66	55	47	40	35
600	384	266	195	150	118	96	79	66	56	48	42
700	448	311	228	175	138	112	92	77	66	56	49
800	512	355	261	200	158	128	105	88	75	64	56
900	576	400	293	225	177	144	119	100	85	73	64
1000	640	444	326	250	198	160	132	111	94	81	71
2000	1280	888	653	500	395	320	264	222	189	162	142
3000	1920	1333	979	750	592	480	396	333	283	243	213
4000	2560	1777	1306	1000	790	640	528	444	378	324	284
5000	3200	2222	1632	1250	987	800	661	555	472	405	353
6000	3840	2666	1959	1500	1188	960	793	666	566	486	426
7000	4480	3111	2285	1750	1382	1120	925	777	660	567	497
8000	5120	3555	2612	2000	1580	1280	1057	888	754	648	568
9000	5760	4000	2938	2250	1777	1440	1190	1000	849	730	639
10000	6400	4444	3265	2500	1975	1600	1322	1111	943	811	710
20000	12800	8888	6530	5000	3950	3200	2644	2222	1886	1622	1420
30000	19200	13333	9795	7500	5925	4800	3966	3333	2829	2433	2130
40000	25600	17777	13061	10000	7901	6400	5289	4444	3772	3244	2840
50000	32000	22222	16326	12500	9876	8000	6611	5555	4715	4055	3550
60000	38400	26666	19591	15000	11881	9600	7633	6666	5658	4866	4260
70000	44800	31111	22857	17500	13827	11200	9256	7777	6601	5677	4970
80000	51200	35555	26122	20000	15802	12800	10578	8888	7544	6488	5680
90000	57600	40000	29387	22500	17777	14400	11900	10000	8487	7299	6400
100000	64000	44444	32653	25000	19753	16000	13223	11111	9430	8110	7100
200000	128000	88888	65306	50000	39506	32000	26446	22222	18860	16220	14200
300000	192000	133333	97959	75000	59259	48000	39669	33333	28290	24330	21300
400000	256000	177777	130612	100000	79012	64000	52892	44444	37720	32440	28400
500000	320000	222222	163265	125000	98765	80000	66115	55555	47150	40550	35500
600000	384000	266666	195918	150000	118818	96000	79338	66666	56580	48660	42600
	plantas.	plantas.	plantas.	plantas.	plantas.	plantas.	plantas.	plantas.	plantas.	plantas.	plantas.

ESPLICACION DE LA TABLA VI.

Para manifestar el uso de esta tabla supongamos que se desea saber cuántas plantas de vid cabrán en una tierra de 8000 varas cuadradas, á la distancia de 9 palmos: búsquese en la coluna de las varas cuadradas el número 8000, y siguiendo el renglon en que se halla, hácia la derecha, hasta llegar á la coluna de los 9 palmos, tendremos el número 1580 plantas que se piden.

Si la posesion fuese de 75400 varas cuadradas, distando una planta de otra 12 palmos, como el 75400 no se halla en la tabla, le determinaremos por partes: buscaremos en las varas cuadradas 70000, y siguiendo este renglon hasta la coluna de los 12 palmos hallaremos que caben 7777 plantas: buscaremos del mismo modo las que caben en 5000, que son 555: luego las que caben en 400, que son 44; y sumando los tres resultados tendremos 8376 plantas que caben en las 75400 varas cuadradas, distando las plantas 12 palmos.

ESPLICACION DE LA TABLA VII.

Las observaciones y los viajes han dado á conocer que la tierra es próximamente esférica; por consiguiente una línea de nivel, es decir, una línea que tenga todos sus puntos á igual distancia del centro de la tierra, no podrá ser una linea recta, sino un arco de círculo. Así, si para averiguar la diferencia de nivel de los puntos G y E (fig. 80) pusiésemos el nivel en A y dirigiésemos la visual AC, esta sería una línea de *nivel aparente*, pues la del verdadero es la curva AD: luego para que el punto C esté al nivel habrá que rebajar la cantidad DC, la que será tanto mayor cuanto mas larga sea la AC. Esta cantidad que se ha de rebajar es la que señala la adjunta tabla, segun las distancias que se espresan. Así, si habiendo hecho una nivelacion con una sola niveleta, esto es, en que hayamos colocado siempre el nivel en un estremo (193. 1.ª), pues si se coloca en medio no hay nada que corregir (193. 2.ª). y la niveleta en el otro, hallásemos que el un término de la nivelacion estaba 58 pies, 9 pulgadas y 11 líneas mas alto que el otro, y la distancia nivelada fuese de 7000 varas, buscaremos en la tabla lo que corresponde rebajar á esta distancia, que son 9 pies, 9 pulgadas y 8 líneas, cuya cantidad, restada de los 58 pies, 9 pulgadas y 11 líneas, dá 49 pies, 0 pulgadas y 3 líneas, que es lo que verdaderamente está el un término mas alto que el otro.

Cuando la distancia nivelada no llega á 200 varas no hay necesidad de rebajar nada.

TABLA VII.

De las cantidades que hay que rebajar en las nivelaciones en que se coloca el nivel en un estremo y la niveleta en el otro.

Distancias niveladas en varas.		Rebaja que debe hacerse en pies.	pulgadas.	líneas.
En 200	se rebaja	. . .	. . .	1
250		. . .	. . .	1¾
300		. . .	. . .	2½
350		. . .	. . .	3
400		. . .	. . .	4½
450		. . .	. . .	5½
500		. . .	. . .	7
550		. . .	. . .	8½
600		. . .	. . .	10
650		. . .	1	. . .
700		. . .	1	2
750		. . .	1	4
800		. . .	1	6
850		. . .	1	8
900		. . .	1	11
950		. . .	2	1
1000		. . .	2	4
1100		. . .	2	10
1200		. . .	3	4
1300		. . .	3	11
1400		. . .	4	8
1500		. . .	5	4
1600		. . .	6	. . .

Distancias niveladas en varas.		Rebaja que debe hacerse en pies.	pulgadas.	líneas.
En 1700	se rebaja	. . . .	6	9
1800		. . . .	7	7
1900		. . . .	8	6
2000		. . . .	9	6
2500		1	2	10
3000		1	9	2
3500		2	6	3
4000		3	3	. . . . .
4500		4	. . . .	8
5000		4	11	6
5500		5	11	6
6000		7	3	10
6500		8	6	2
7000		9	9	8
7500		11	2	2
8000		12	6	1
8500		14	2	6
9000		15	10	5
9500		18	. . . .	6
10000		19	10	7

TABLA VIII.

Equivalencias aproximadas entre las unidades de Castilla y las del sistema métrico. (*)

Unidades de longitud.

3 pulgadas.	= 7 centímetros.
6 varas.	= 5 metros.
2 leguas.	= 11 kilómetros.
9 id..	= 5 miriámetros.

De capacidad para áridos.

8 celemines.	= 37 litros.
9 fanegas.	= 5 hectólitros.

De capacidad para líquidos.

2 cuartillos.	= 1 litro.
119 id.	= 60 id.
2 libras de aceite. . .	= 1 litro de aceite.
119 id. id. . . .	=100 litros id.

Unidades de peso.

13 libras.	= 6 kilógramos.
100 id.	= 46 id.
100 quintales antiguos. .	= 46 quintales met.
100 toneladas antiguas. .	= 92 toneladas met.

(*) Conviene tener presente que el *metro* reemplaza á la *vara*, el *kilómetro* y *miriámetro* á las *millas* y *leguas*, el *litro* y *decálitro* al *cuartillo* y la *azumbre*, el *hectólitro* á la *fanega de áridos*, el *metro cuadrado* á la *vara cuadrada*, el *decámetro cuadrado* con el nombre de *área*, el *hectómetro cuadrado* con el de *hectárea*, como medidas agrarias, á las *fanegas* y *celemines*, *taullas*, *aranzadas*, etc.; y en el peso los *kilógramos* á las *libras* y *arrobas*.

Unidades de superficie.

15 pies cuadrados. . . .	=	1 metro cuadrado.
10 varas cuadradas. . .	=	7 metros id.
5 fanegas superficiales. .	=	2 hectáreas.
14 id. id.	=	9 id.

Unidades de volúmen.

46 pies cúbicos. . . .	=	1 metro cúbico.
12 varas cúbicas.. . . .	=	7 metros id.
2 toneladas de arqueo.	=	3 toneladas nuevas.
27 id. id. .	=	41 id. id.

TABLA IX.

Para la reduccion de las medidas y pesas de Castilla á sus equivalentes métricas y al contrario.

Varas.	*Metros.*	*Metros.*	*Varas.*
1.	0,835905	1.	1,196308
2.	1,671810	2.	2,392616
3.	2,507715	3.	3,588924
4.	3,343620	4.	4,785232
5.	4,179525	5.	5,981540
6.	5,015430	6.	7,177848
7.	5,851335	7.	8,374156
8.	6,687240	8.	9,570464
9.	7,523145	9.	10,766772
10.	8,359050	10.	11,963080

Pulgadas.	*Centímetros.*	*Centímetros.*	*Pulgadas.*
1.	2,3220	1.	0,43067
2.	4,6439	2.	0,86134
3.	6,9659	3.	1,29201
4.	9,2878	4.	1,72268
5.	11,6098	5.	2,15335
6.	13,9318	6.	2,58402
7.	16,2537	7.	3,01469
8.	18,5757	8.	3,44536
9.	20,8976	9.	3,87604
10.	23,2196	10.	4,30671

Leguas.	*Kilómetros.*	*Kilómetros.*	*Leguas.*
¼	1,3932		
½	2,7864		
1	5,5727	1	0,179446
2	11,1454	2	0,358892
3	16,7181	3	0,538339
4	22,2908	4	0,717784
5	27,8635	5	0,897231
6	33,4362	6	1,076677
7	39,0089	7	1,256124
8	44,5816	8	1,435570
9	50,1543	9	1,615016
10	55,7270	10	1,794462

Fanegas de áridos.	*Hectólitros.*	*Hectólitros*	*Fanegas de áridos.*
1	0,55501	1	1,801769
2	1,11002	2	3,603539
3	1,66503	3	5,405308
4	2,22004	4	7,207077
5	2,77505	5	9,008847
6	3,33006	6	10,810616
7	3,88507	7	12,612385
8	4,44008	8	14,414156
9	4,99509	9	16,215924
10	5,55010	10	18,017693

Celemines.	*Litros.*	*Litros.*	*Celemines.*
1	4,625083	1	0,216212
2	9,250167	2	0,432425
3	13,875250	3	0,648637
4	18,500333	4	0,864849
5	23,125417	5	1,081062
6	27,750500	6	1,297274
7	32,375583	7	1,513486
8	37,000667	8	1,729699
9	41,625750	9	1,945911
10	46,250833	10	2,162123

Cuartillos de líquido.	*Litros.*	*Litros.*	*Cuartillos de líquido.*
$\frac{1}{4}$ ó copa. .	0,1260		
$\frac{1}{2}$ cuartillo	0,2521		
1.	0,5042	1.	1,98351
2.	1,0083	2.	3,96702
3.	1,5125	3.	5,95054
4.	2,0166	4.	7,93405
5.	2,5208	5.	9,91756
6.	3,0250	6.	11,90107
7.	3,5291	7.	13,88458
8.	4,0333	8.	15,86810
9.	4,5374	9.	17,85161
10.	5,0416	10.	19,83512

Libras de aceite.	*Litros.*	*Litros.*	*Libras de aceite.*
1.	0,50252	1.	1,98997
2.	1,00504	2.	3,97994
3.	1,50756	3.	5,96991
4.	2,01008	4.	7,95988
5.	2,51260	5.	9,94985
6.	3,01512	6.	11,93982
7.	3,51764	7.	13,92979
8.	4,02016	8.	15,91976
9.	4,52268	9.	17,90974
10.	5,02520	10.	19,89970

Arrobas de aceite.	*Litros.*	*Litros.*	*Arrobas de aceite.*
1.	12,563	1.	0,079599
2.	25,126	2.	0,159198
3.	37,689	3.	0,238797
4.	50,252	4.	0,318395
5.	62,815	5.	0,397994
6.	75,378	6.	0,477593
7.	87,941	7.	0,557192
8.	100,504	8.	0,636791
9.	113,067	9.	0,716390
10.	125,630	10.	0,795988

Arrobas.	*Kilógramos.*	*Kilógramos.*	*Arrobas.*
1	11,502325	1	0,086956
2	23,504650	2	0,173912
3	34,506975	3	0,260868
4	46,009300	4	0,347824
5	57,511625	5	0,434780
6	69,013950	6	0,521736
7	80,516275	7	0,608692
8	92,018600	8	0,695648
9	103,520925	9	0,782604
10	115,023250	10	0,869560

Libras.	*Kilógramos.*	*Kilógramos.*	*Libras.*
1	0,460093	1	2,173474
2	0,920186	2	2,346948
3	1,380279	3	3,520422
4	1,840372	4	4,693896
5	2,300465	5	10,867370
6	2,760558	6	13,040844
7	3,220651	7	15,214318
8	3,680744	8	16,387792
9	4,140837	9	19,561266
10	4,600930	10	21,734740

Onzas.	*Gramos.*	*Gramos.*	*Onzas.*
1	28,756	1	0,035
2	57,512	2	0,070
3	86,267	3	0,105
4	115,023	4	0,139
5	143,780	5	0,174
6	172,535	6	0,209
7	201,291	7	0,243
8	230,046	8	0,278
9	258,802	9	0,313
10	287,558	10	0,348

Adarmes.	Gramos.	Gramos.	Adarmes.
1.	1,797	1. . . .	0,556
2.	3,594	2. . . .	1,113
3.	5,392	3. . . .	0,669
4.	7,189	4. . . .	2,226
5.	8,986	5 . . .	2,782
6.	10,783	6. . . .	3,338
7.	12,581	7. . . .	3,895
8.	14,378	8. . . .	4,451
9.	16,175	9. . . .	5,008
10.	17,972	10. . . .	5,564

Pies cuadrados.	Metros cuadrados.	Metros cuadrados.	Pies cuadrados.
1.	0,077637	1. . . .	12,880375
2.	0,155275	2 . . .	25,760751
3.	0,232912	3. . . .	38,641126
4.	0,310550	4. . . .	51,521502
5.	0,388187	5. . . .	64,401877
6.	0,465825	6. . . .	77,282253
7.	0,543462	7. . . .	90,162628
8.	0,621100	8. . . .	103,043004
9.	0,698737	9. . . .	115,923379
10.	0,776375	10. . . .	128,803755

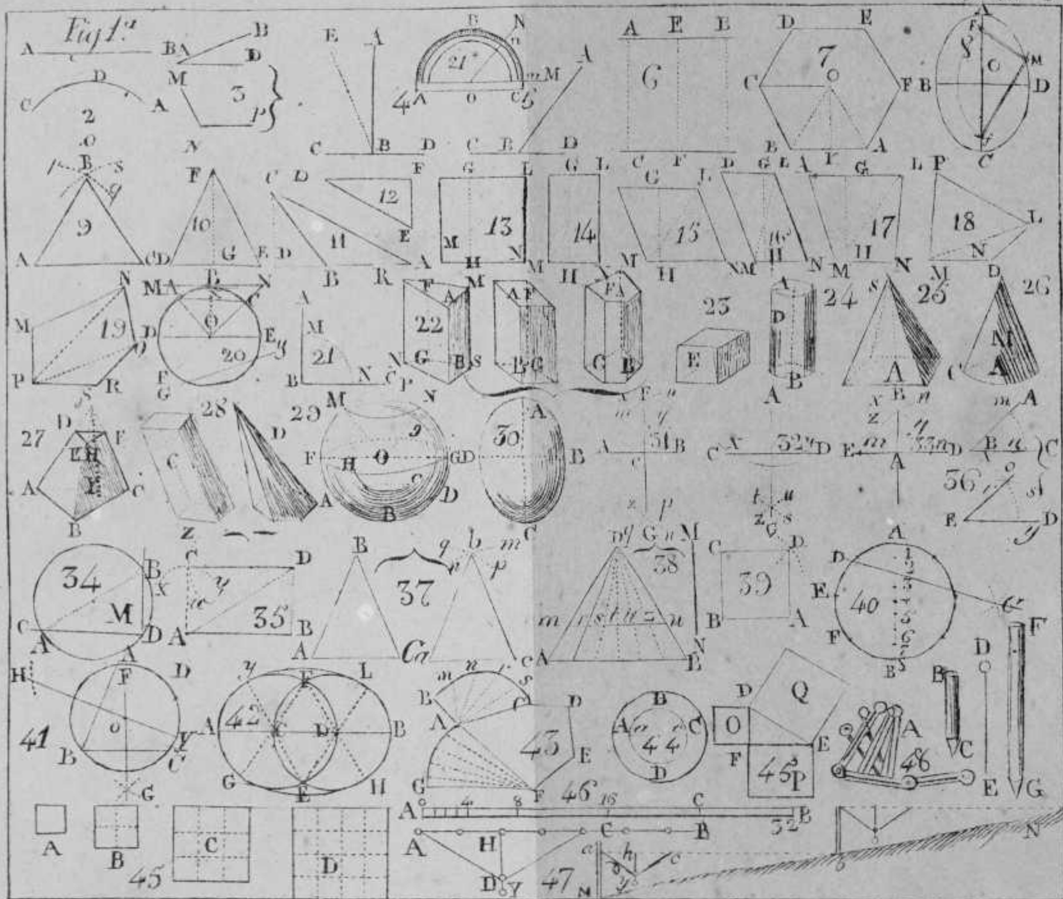
Varas cuadradas.	Metros cuadrados.	Metros cuadrados.	Varas cuadradas.
1.	0,698737	1. . . .	1,431153
2.	1,397474	2. . . .	2,862306
3.	2,096212	3. . . .	4,293469
4.	2,794949	4. . . .	5,724613
5.	3,493686	5. . . .	7,155766
6.	4,192423	6. . . .	8,589920
7.	4,891160	7. . . .	10,018073
8.	5,589897	8. . . .	11,449226
9.	6,288635	9. . . .	12,880380
10.	6,987372	10. . . .	14,311533

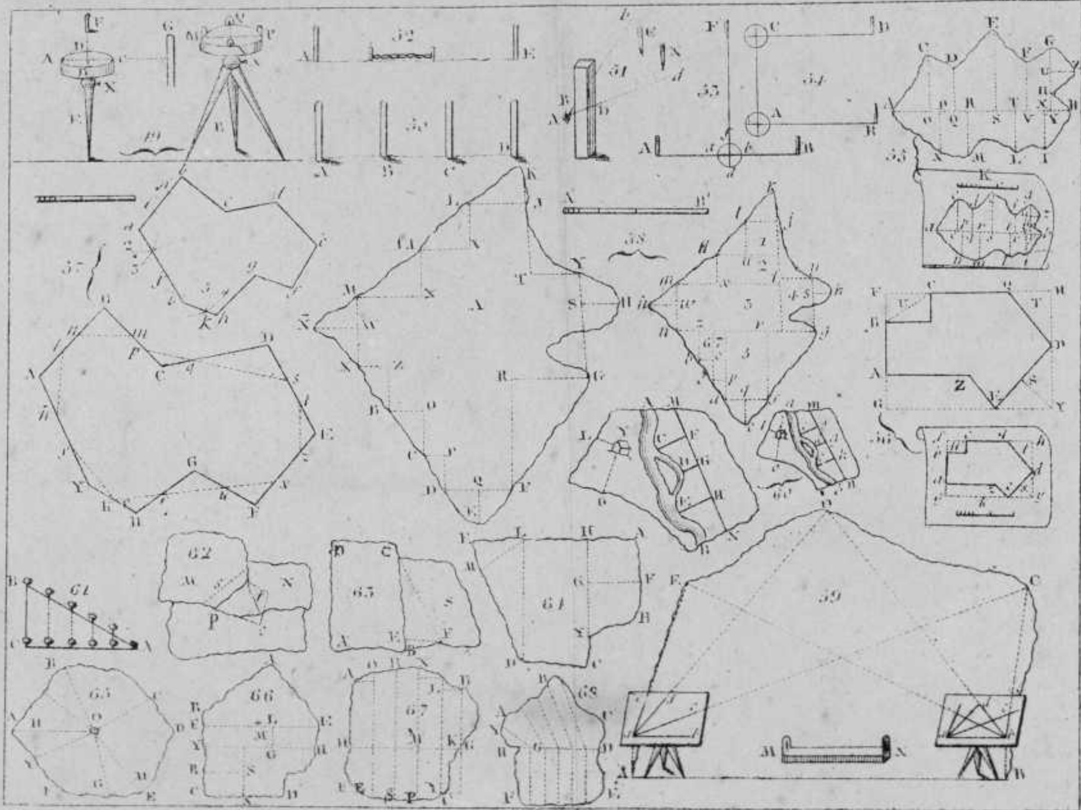
Fanegas superficiales.	*Hectáreas.*	*Hectáreas.*	*Fanegas superficiales.*
1.	0,643956	1. . . .	1,552901
2.	1,287912	2. . . .	3,105802
3.	1,931869	3. . . .	4,758703
4.	2,575825	4. . . .	6,211604
5.	3,219781	5. . . .	7,764506
6.	3,863737	6. . . .	8,317407
7.	4,507693	7. . . .	10,870308
8.	5,151649	8. . . .	12,423209
9.	5,795606	9. . . .	13,976110
10.	6,439562	10. . . .	15,529011

Varas cúbicas.	*Metros cúbicos.*	*Metros cúbicos.*	*Varas cúbicas.*
1.	0,584078	1. . . .	1,712100
2.	1,168155	2. . . .	3,424199
3.	1,752233	3. . . .	5,136299
4.	2,336311	4. . . .	6,848398
5.	2,920389	5. . . .	8,560498
6.	3,504467	6. . . .	10,272597
7.	4,088544	7. . . .	11,984797
8.	4,672622	8. . . .	13,696786
9.	5,256700	9. . . .	15,408896
10.	5,840728	10. . . .	17,120995

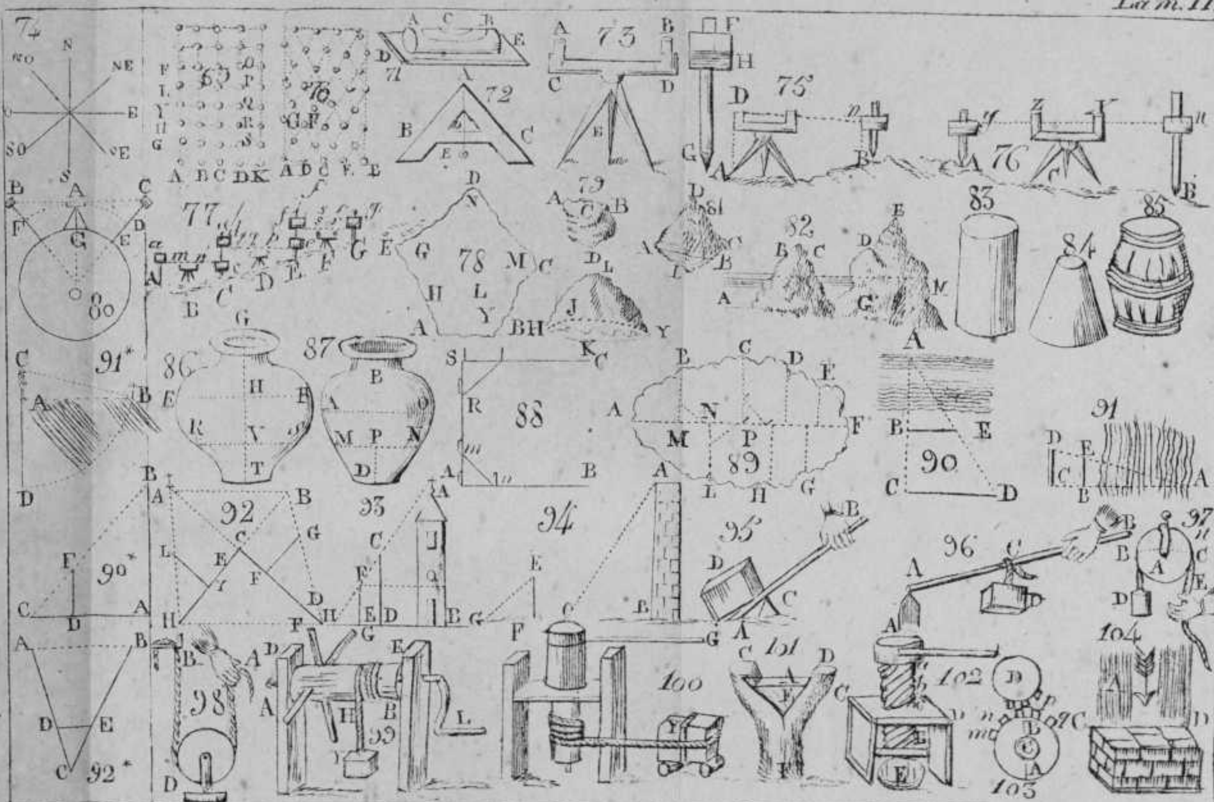
Pies cúbicos.	*Metros cúbicos.*	*Metros cúbicos.*	*Pies cúbicos*
1.	0,021633	1. . . .	46,226687
2.	0,043266	2. . . .	92,453373
3.	0,064898	3. . . .	138,680060
4.	0,086530	4. . . .	184,906746
5.	0,108163	5. . . .	231,133433
6.	0,129795	6. . . .	277,360119
7.	0,151428	7. . . .	323,686806
8.	0,173060	8. . . .	369,813492
9.	0,194693	9. . . .	416,040179
10.	0,216325	10. . . .	462,266865

Lam 1ª





F V P



VERDEJO

AGRIMENSURA