

# De las medidas que usan los geómetras y cosmógrafos<sup>1</sup>

## Sistemas de medición longitudinal y angular utilizados en México durante el Virreinato y el siglo XIX

En México, durante el Virreinato y parte del siglo XIX, la unidad de todas las medidas fue la vara mexicana, cuyo patrón o tamaño fue tomado de la vara castellana del marco de Burgos. El propósito de este artículo es conocer el funcionamiento de los sistemas de medidas enunciados por fray Andrés de San Miguel. Para entender en nuestro tiempo las medidas longitudinales, las mudaremos al sistema métrico decimal.

*Palabras clave:* medidas, vara mexicana, vara castellana, equivalencias, fray Andrés de San Miguel, Vitruvio, Columela.

### Medidas longitudinales

| 61

Para medir una distancia larga se determina cuántas veces caben en ella medidas conocidas como el *dedo*, el *palmo* y el *pie* o el *paso*. Vitruvio,<sup>2</sup> heredero de los conocimientos griegos, en su tratado de arquitectura recurrió a las medidas que continuaban en uso a finales de la era anterior a la cristiana. La obra atribuida a Juanelo Turriano<sup>3</sup> muestra los instrumentos empleados desde los tiempos de la Roma imperial en la medición y nivelación de terrenos. Las medidas como *dedo*, *palmo*, *minuto*, *línea*, *punto* y *paso* conservaron su vigencia

\* Coordinación Nacional de Monumentos Históricos, INAH.

<sup>1</sup> Título tomado de la obra de fray Andrés de San Miguel, como homenaje al ilustre arquitecto. Véase Eduardo Báez Macías, *Obras de fray Andrés de San Miguel*, México, UNAM, 1969, p. 131.

<sup>2</sup> Joseph Ortiz Sanz, *Los diez libros de arquitectura de M. Vitruvio Polión*, Madrid, Imprenta Real, 1787, pp. XV-XIV; se ignora dónde nació Vitruvio, pero lo más creíble es que se educó en Roma, única ciudad en ese entonces en la que existían los maestros capaces de enseñarle el extraordinario caudal de doctrina arquitectónica civil y militar que poseyó, y el sinnúmero de libros griegos con los que adquirió las matemáticas y demás ciencias de que estuvo dotado. Consultar en esta obra el Libro III, Capítulo primero, pp. 59-60, párrafos 4, 5 y 6. Fue pobre y corto de caudales, sirvió a César en varias guerras. Ya como arquitecto civil, su mérito fue reconocido por el emperador César Augusto (alrededor del año 30 a.C.), que le asignó una pensión vitalicia, con la cual pudo con comodidad concluir y publicar su libro.

<sup>3</sup> Obra consagrada a Felipe Segundo, conf. José Antonio García Diego, reflexiones de *Los veintidós libros de los ingenios y máquinas de Juanelo Turriano*, España, Fundación Juanelo Turriano, Doce Calles, BN, 1996, t. I, pp. 138-155, y 167-173.

en España y sus dominios de ultramar. Sin embargo, estas medidas serían disímiles conforme variarían las proporciones del hombre en los diversos y heterogéneos grupos humanos.

Fray Andrés de San Miguel,<sup>4</sup> conocedor de los tratados de Vitruvio y de Alberti, argumenta respecto a la invariabilidad de las medidas del cuerpo humano (figura 1) y da los principios para utilizarlas dentro del patrón de medidas de la *vara castellana*; textualmente nos dice:

Pie antiguo romano, por autoridad de Vitruvio, Libro Tercero Capítulo primero, es dieciséis dedos, y así el pie antiguo romano corresponde a la tercia de la vara común castellana<sup>5</sup> [...] él tomó esta medida, no de los hombres de su tiempo, sino que la tomó de los griegos que de muy antiguo la usaban y dice haberla tomado del pie natural de aquel tiempo, y quiere que la medida natural y perfecta de los hombres de aquel tiempo sea seis de éstos pies,<sup>6</sup> que es la natural estatura que al presente tiene la mayor parte de los hombres, y así es más creíble que la común estatura de los hombres siempre ha sido una (figura 2).<sup>7</sup>

Fray Andrés de San Miguel además de arquitecto fue un geómetra; poseía los conocimientos necesarios para medir y nivelar terrenos, y en

<sup>4</sup> Eduardo Báez Macías, *op. cit.*, pp. 13-16 y 131-132. Andrés Segura de la Alcuña nació en Medina Sidonia, Andalucía, España, en 1577. El 24 de septiembre de 1600 ingresó a la orden de Carmelitas Descalzos. Empleó su tiempo en las bibliotecas monacales, más inclinado a la literatura científica que a la religiosa, siguiendo siempre a Vitruvio y Alberti. Su verdadera vocación fue la arquitectura. Fue encargado de la construcción del edificio para el Colegio de San Ángel. En 1631 se le empleó en la colosal tarea del desagüe de la capital, trabajando activamente en ello hasta 1642. Falleció en 1652.

<sup>5</sup> *Vara*, medida de longitud empleada hasta el establecimiento del metro y todavía en algunos sitios, equivalente a 835.90 mm. Véase María Moliner, *Diccionario de uso del español*, Madrid, Gredos, 1998, t. I-Z, p. 1356. El *pie*, que es su tercio, equivale a 278.63 mm.

<sup>6</sup> Seis de estos *pies* suman dos *varas castellanas*, que equivalen a 1.67 m.

<sup>7</sup> Eduardo Báez Macías, *op. cit.*, p. 132.



Figura 1. El cuerpo humano dentro de un cuadrado, según Vitruvio, lámina IV, figura 4. Joseph Ortiz Sanz, *Los diez libros de arquitectura de M. Vitruvio Polión*, Madrid, Imprenta Real, 1787.

éstos efectuar los trazos de edificios, puentes y acueductos.

En la Nueva España, durante el Virreinato y parte del siglo XIX, la unidad de todas las medidas fue la *vara mexicana*,<sup>8</sup> cuyo patrón o tamaño fue tomado de la *vara castellana* del marco de Burgos;<sup>9</sup> medía aproximadamente 838 mm.

Para facilitar la conversión de los submúltiplos y múltiplos, la equivalencia de la longitud de las varas castellana y mexicana con el sistema métrico decimal se redondeó de 83.59 a 84 cm. En este artículo a esta medida redondeada se le

<sup>8</sup> *Ordenanzas de tierras y aguas*, México, Imprenta de Vicente G. Torres, 1842, pp. 66-67. De las medidas agrarias según las ordenanzas del marqués de Falces. Dadas en 1567. *Vara de medir*. Que la vara para medir todo género de tierras fuese la vara ordinaria y común que estaba recibida en la Nueva España con aprobación, y es la mexicana, porque en esta ciudad se hace y sella con licencia para medir paños y todos los géneros de comercio.

<sup>9</sup> Francisco de Solano, *Cedulario de tierras, compilación de legislación agraria colonial (1497-1820)*, México, IJ-UNAM, 1984, p. 205.

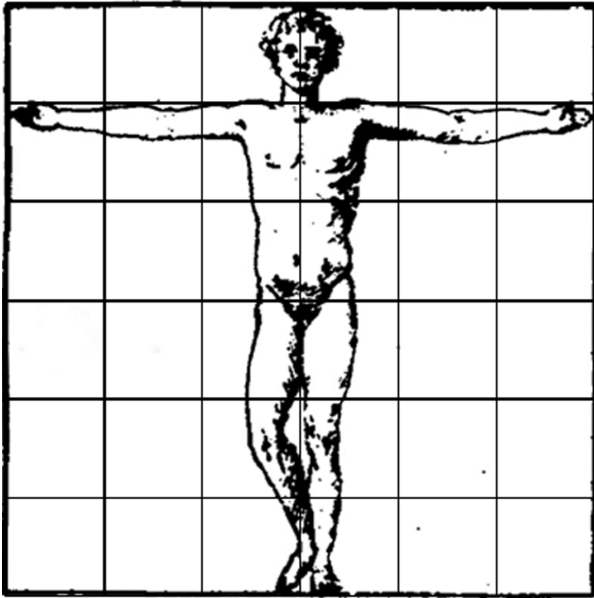


Figura 2. El hombre mide seis pies de alto, que es igual a un estado (se emplea para medir alturas y profundidades y al igual que la brazada mide dos varas que equivale a 1.67 m), y con los brazos extendidos, mide seis pies de ancho, que es lo mismo que una braza o una brazada. María Moliner, *Diccionario de uso del español*, España, Gredos, 1998, p. 411, "braza", del latín *brachia*, f. Mar. Unidad de longitud igual a seis pies (1.67 m). En otra acepción: medida agraria usada en Filipinas, equivalente a la centésima parte del *loán*, o sea, 36 pies cuadrados o 2.79 m<sup>2</sup>. Según Héctor Vera, *A peso el kilo. Historia del sistema métrico decimal en México*, México, Libros del Escarabajo, 2007, p. 177, braza o brazada. Medida de longitud. Es la distancia media entre los dedos pulgares de un hombre con los brazos extendidos. Equivale a dos varas. Las piedras sueltas para la construcción se vendían por brazadas cúbicas y cada una de ellas equivale a ocho varas cúbicas.

denominará vara convencional, y en las tablas se identificará como VM.

El propósito de este artículo es llegar a conocer el funcionamiento del sistema de medidas enunciado por fray Andrés de San Miguel. Para entender y poder aplicar en nuestro tiempo esas medidas, las mudaremos al sistema métrico decimal.

Enlistaré las medidas tratadas en las *Obras de fray Andrés de San Miguel*; en las *Ordenanzas de tierras, compuestas por don José de Sanz Escobar por orden del virrey don Gastón de Peralta, Marqués de falces*<sup>10</sup> y en las *Ordenanzas de Tierras y Aguas*

<sup>10</sup> *Ibidem*, pp. 205-207.

publicadas en 1842<sup>11</sup> y en 1868;<sup>12</sup> iniciando por la menor, *el punto*, que es de poco más de 16 centésimas de milímetro, hasta la mayor, *se henus*, que mide 10.50 km. En esta lista, los nombres con que se conoce una misma medida serán seguidos por su equivalencia al sistema métrico decimal, de acuerdo con dos longitudes de la vara. La primera cantidad se calculó respecto de las varas *castellana* y *mexicana*, y la segunda, de la *vara convencional*. Para una mayor precisión, las medidas menores a la *pulgada* se expresarán en milímetros. Los submúltiplos de la vara y la vara misma en centímetros, y los múltiplos de la vara en metros.<sup>13</sup>

#### *Submúltiplos de la vara castellana y la vara mexicana*

*Punto* (0.16 mm) (0.16 mm). Es la doceava parte de la línea.<sup>14</sup> La vara tiene: 5 184 puntos.<sup>15</sup>

*Línea* (1.94 mm) (1.94 mm). Es la doceava parte de la pulgada.<sup>16</sup> La vara tiene: 432 líneas.<sup>17</sup>

*Grano de cebada; minuto; grano de trigo*;<sup>18</sup> *grano*<sup>19</sup> (4.35 mm) (4.38 mm). *Cuatro granos de cebada* juntos, tomados por la parte más gruesa del grano, ocupan la distancia de un *dedo*. Cada *dedo* lo parten

<sup>11</sup> Impresas en México por la Imprenta de Vicente G. Torres. En esta obra no se le da crédito, pero probablemente fueron publicadas por Mariano Galván.

<sup>12</sup> Impresas en París por la librería de Rosa y Bouret, obra publicada por Mariano Galván.

<sup>13</sup> Las ilustraciones fueron realizadas por el autor; digitalización de Alejandro Machuca Martínez.

<sup>14</sup> *Ordenanzas de tierras y aguas*, *op. cit.*, p. 67, "una vara tiene tres pies, un pie doce pulgadas, una pulgada doce líneas, y una línea doce puntos".

<sup>15</sup> Francisco de Solano, *op. cit.*, p. 207.

<sup>16</sup> *Ordenanzas de tierras y aguas*, *op. cit.*

<sup>17</sup> Francisco de Solano, *op. cit.*

<sup>18</sup> *Ordenanzas de tierras y aguas*, *op. cit.*

<sup>19</sup> Mariano Galván, *Ordenanzas de tierras y aguas*, París, Librería de Rosa y Bouret, 1868, p. 157.

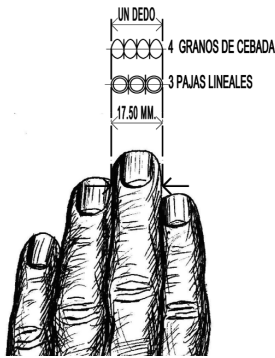


Figura 3. Dedo.

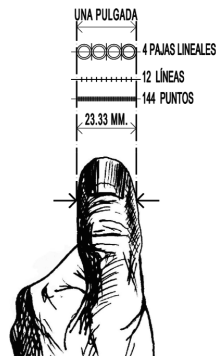


Figura 4. Pulgada.



Figura 5. Palmo o mano.

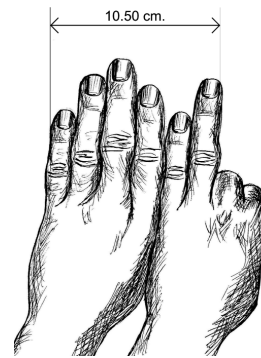


Figura 6. Ochava.

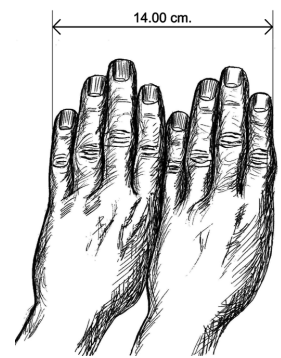


Figura 7. Dicha o sesma.

en cuatro partes que llaman *minutos*.<sup>20</sup> La *vara* tiene 192 *granos de cebada*, *minutos* o *granos de trigo*.

*Paja* (5.80 mm) (5.83 mm). Es la tercera parte del *dedo*.<sup>21</sup> La *vara* tiene: 144 *pajas*.<sup>22</sup>

*Dedo* (17.41 mm) (17.50 mm). Es el origen de todas las medidas que usaron los antiguos, es el espacio que ocupan cuatro *granos de cebada* puestos de lado<sup>23</sup> (figura 3). La *vara* tiene 48 *dedos*.<sup>24</sup>

*Pulgada* (23.22 mm) (23.33 mm). Un treinta y seisavo de la *vara*<sup>25</sup> (figura 4). La *vara* tiene 36 *pulgadas*.<sup>26</sup>

*Palmo; mano* (6.97 cm) (7 cm). *Palmo* son cuatro *dedos*, o lo que ocupan dieciséis *granos de cebada* (figura 5), es la distancia del auricular al índice, así lo muestra Vitruvio.<sup>27</sup> La medida de cuatro dedos se llama *mano*.<sup>28</sup> La *vara* mide 12 *palmos* o *manos*.

*Ochava* (10.45 cm) (10.50 cm). Es la octava parte de la *vara*.<sup>29</sup> La *vara* está formada por ocho *ochavas* (figura 6).

*Dicha o sesma* (13.93 cm) (14 cm). *Dicha* es la distancia de dos *palmos* o lo que ocupan 32 *granos de cebada* (figura 7). Es la medida partida en ocho *dedos*, y cada *dedo* en cuatro *minutos*; es medio *pie* romano y un tercio de *codo* y una *sesma* o medio *pie* de nuestra *vara* común.<sup>30</sup> La *vara* equivale a seis *dichas* o *sesmas*.

*Decíax* (17.42 cm) (17.50 cm). *Decíax*, dice Columela,<sup>31</sup> es la distancia de 10 *dedos* (figura 8).<sup>32</sup> La *vara* equivale a 4.80 *decíax*.

*Espetema; palmo antiguo romano* o *palmo romano; cuartas* (de *vara*) o *palmos* (20.90 cm) (21 cm).

<sup>29</sup> Mariano Galván, *op. cit.*

<sup>30</sup> Eduardo Báez Macías, *op. cit.*

<sup>31</sup> David Paniagua Aguilar, *El panorama literario, técnico, científico en Roma*, Salamanca, Universidad de Salamanca, 2006, pp. 263-265. Lucio Junio Moderato Columela, ciudadano romano nacido en Gades (actual Cádiz), es autor de una obra sobre la economía y la vida rural en 12 libros (*De re rustica*) compuesta a mediados del siglo I d.C., la cual no es sólo su *opus magnum*, sino que se trata del más importante tratado técnico que se ha conservado acerca de la actividad agrícola y ganadera, la *res rustica* ("economía rural"), de toda la antigüedad.

<sup>32</sup> Eduardo Báez Macías, *op. cit.*

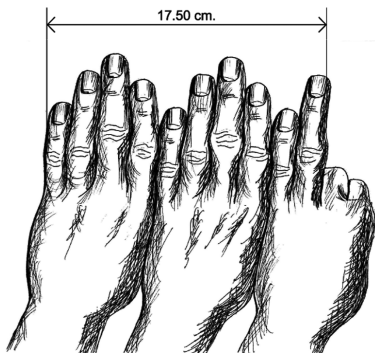


Figura 8. Decíax.

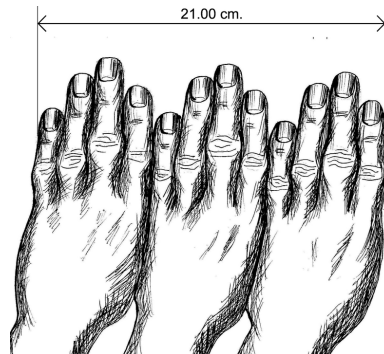


Figura 9. Espetema o palmo antiguo romano.

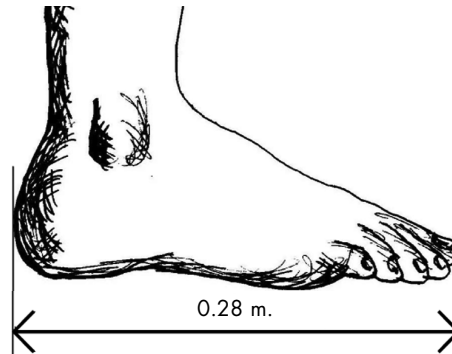


Figura 10. Pie o tercia.

*Espetema*<sup>33</sup> es la longitud de tres *palmos* o lo que ocupan 48<sup>34</sup> *granos de cebada*. *Palmo antiguo romano* es la distancia que ocupan 12 *dedos*; el *palmo romano* corresponde a la cuarta parte de *vara común*.<sup>35</sup> La *vara* tiene cuatro *cuartas* o *palmos*.<sup>36</sup> La *vara* se divide en cuatro *espetemas* o cuatro *palmos romanos* (figura 9).

*Pie*; *pie antiguo romano* o *pie romano*; *pie castellano* o *tercia* (de *vara*) (27.86 cm) (28 cm). El *pie* mide cuatro *palmos*; así lo dice Vitruvio. La medida del *pie* antigua que usaban los romanos, medía 16 *dedos*.<sup>37</sup> El *pie antiguo romano* corresponde a la *tercia* de la *vara común castellana* (figura 10).<sup>38</sup> La *vara* se divide en tres *tercias* o *pies*.<sup>39</sup> La *vara* se divide en tres *pies castellanos*<sup>40</sup> o *tercias*.

*Cúbito*, *codo pequeño* o *codo*; *medias* (de *vara*) (41.80 cm) (42 cm). El *cúbito* equivale a *pie* y

medio. El *codo pequeño* mide *pie* y medio o 24 *dedos*. Se tomó del natural del hombre y es la longitud de *pie* y medio.<sup>41</sup> La *vara mexicana* está dividida en dos *medias*.<sup>42</sup> La *vara* tiene dos *codos*; *codos pequeños* o *cúbitos* (figura 11).

*Paso*, *pasada común* o *simple* o *codo común* (55.73 cm) (56 cm). *Paso* es la longitud de dos *pies*, el uno macizo que ocupa el *pie* y otro vacío. *Pasada común* o *simple* es lo mismo que *paso* (figura 12).<sup>43</sup> *Codo común* es la distancia que ocupan ocho *palmos*.<sup>44</sup> La *vara* tiene 1 1/2 *pasos* o *pasadas comunes* o *simples* o 1 1/2 *codos comunes*.

*Paso según Columela* (69.63 cm) (70 cm). Columela dice que el *paso* es la distancia de 2 1/2 *pies*<sup>45</sup> (figura 13). La *vara* tiene un *paso* según Columela y una *dicha* o medio *pie*.

*Vara común castellana* y *vara mexicana* (83.59 cm) (84 cm). El *pie antiguo romano* corresponde a la *tercia* de la *vara común castellana* (figura 14).<sup>46</sup> La *vara mexicana* es la unidad de todas las medidas de longitud, cuyo patrón o tamaño está

<sup>33</sup> *Ibidem*, p. 131.

<sup>34</sup> *Idem*. Fray Andrés de San Miguel dice que son 42, pero el *palmo* tiene 4 *dedos* y cada *dedo* 4 granos de cebada, así que a cada *palmo* le corresponden 16, por lo que tres *palmos* sumarán 48 granos de cebada que equivalen a 21 cm.

<sup>35</sup> Eduardo Báez Macías, *op. cit.*, p. 132.

<sup>36</sup> Mariano Galván, *op. cit.*

<sup>37</sup> Eduardo Báez Macías, *op. cit.*, p. 131.

<sup>38</sup> *Ibidem*, p. 132. Cfr. Joseph Ortiz Sanz, *op. cit.*, p. 60, "y constando el *palmo* de cuatro *dedos*, vino a tener el *pie* diez y seis".

<sup>39</sup> Mariano Galván, *op. cit.*

<sup>40</sup> Francisco de Solano, *op. cit.*

<sup>41</sup> Eduardo Báez Macías, *op. cit.*

<sup>42</sup> Mariano Galván, *op. cit.*

<sup>43</sup> Eduardo Báez Macías, *op. cit.*, p. 131.

<sup>44</sup> *Ibidem*, p. 132.

<sup>45</sup> *Ibidem*, p. 131.

<sup>46</sup> Eduardo Báez Macías, *op. cit.*, p. 132.

Tabla 1

	PUNTO	LÍNEA	PAJA	DEDO	PULGADA	PALMO	OCHAVA	SESMA	CUARTA	PIE	MEDIA	VARA
PUNTO	1	12	36	108	144	432	648	864	1,296	1,728	2,592	5,184
LÍNEA	1/12	1	3	9	12	36	54	72	108	144	216	432
PAJA	1/36	1/3	1	3	4	12	18	24	36	48	72	144
DEDO	1/108	1/9	1/3	1	1 1/3	4	6	8	12	16	24	48
PULGADA	1/144	1/12	1/4	3/4	1	3	4 1/2	6	9	12	18	36
PALMO	1/432	1/36	1/12	1/4	1/3	1	1 1/2	2	3	4	6	12
OCHAVA	1/648	1/54	1/18	1/6	2/9	2/3	1	1 1/3	2	2 2/3	4	8
SESMA	1/864	1/72	1/24	1/8	1/6	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	6
CUARTA	1/1,296	1/108	1/36	1/12	1/9	1/3	1/2	2/3	1	1 1/3	2	4
PIE	1/1,728	1/144	1/48	1/16	1/12	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	3
MEDIA	1/2,592	1/216	1/72	1/24	1/18	1/6	1/4	1/3	1/2	2/3	1	2
VARA	1/5,184	1/432	1/144	1/48	1/36	1/12	1/8	1/6	1/4	1/3	1/2	1
V.C. MM.	0.16	1.94	5.80	17.41	23.22	69.66	104.49	139.32	208.98	278.63	417.95	835.90
V.M. MM.	0.16	1.94	5.83	17.50	23.33	70.00	105.00	140.00	210.00	280.00	420.00	840.00

V.C. MM. = Vara castellana o vara mexicana, expresadas en milímetros.

V.M. MM. = Vara convencional, expresada en milímetros.

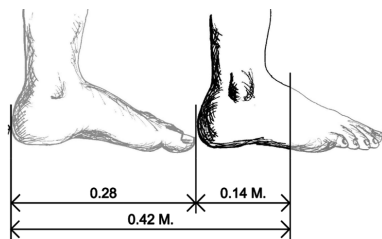


Figura 11. Cúbito o codo pequeño.

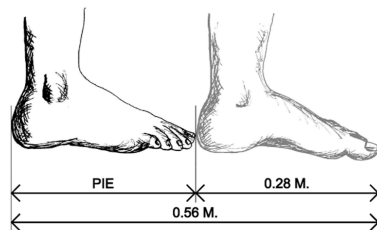


Figura 12. Paso, pasada simple o codo común.

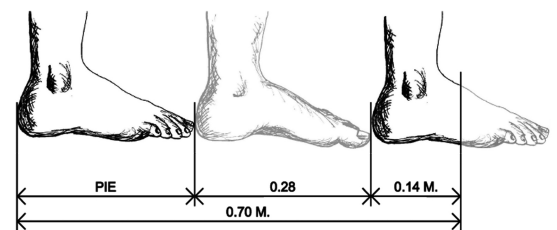


Figura 13. Paso según Columela.

tomado del marco de Burgos, y es la *vara legal* que se usa en la República Mexicana.<sup>47</sup>

La tabla 1 se refiere a la *pulgada* y sus divisiones (la *línea* y el *punto*) y su relación con la *vara mexicana* y sus submúltiplos, como son, entre otros, el *palmo* que es su doceava parte, la *ochava*, la *sesma* y la *cuarta*. La última columna corresponde a la *vara*; leemos que en ella caben 5 184 *puntos*, 432 *líneas*, 144 *pajas*, 48 *dedos*. Si continuamos descendiendo por esta columna leemos que la *vara* está integrada por seis *sesmas*, cuatro *cuartas*, y al final

<sup>47</sup> Mariano Galván, *op. cit.*, p. 157.

de la misma columna vemos que la *vara mexicana* equivale a 840 mm.

Si procedemos de manera semejante con cada una de las columnas obtendremos sus equivalencias. Otro ejemplo: en la columna del *palmo* leemos que está integrado por 432 *puntos*, 36 *líneas*, 12 *pajas*, cuatro *dedos*, tres *pulgadas*, que el *palmo* es 2/3 de la *ochava* y la mitad de la *sesma*; más abajo vemos que es la doceava parte de la *vara* y que equivale a 70 mm.

La tabla 2 se ocupa del *dedo*, del *palmo romano*, del *codo pequeño*, del *paso*, del *paso según Columela*; todas estas medidas son submúltiplos de la va-

Tabla 2

	GRANO	PAJA	DEDO	PALMO	OCHAVA	SESMA	DECIAX	PALMO ROMANO	PIE	CODO PEQUEÑO	PASO	PASO COLUMELA	VARA
GRANO	1	1 1/3	4	16	24	32	40	48	64	96	128	160	192
PAJA	3/4	1	3	12	18	24	30	36	48	72	96	120	144
DEDO	1/4	1/3	1	4	6	8	10	12	16	24	32	40	48
PALMO	1/16	1/12	1/4	1	1 1/2	2	2 1/2	3	4	6	8	10	12
OCHAVA	1/24	1/18	1/6	2/3	1	1 1/3	1 2/3	2	2 2/3	4	5 1/3	6 2/3	8
SESMA	1/32	1/24	1/8	1/2	3/4	1	1 1/5	1 1/2	2	3	4	5	6
DECIAX	1/40	1/30	1/10	2/5	3/5	4/5	1	1 1/5	1 3/5	2 2/5	3 1/5	4	4 4/5
PALMO ROMANO	1/48	1/36	1/12	1/3	1/2	2/3	5/6	1	1 1/3	2	2 2/3	3 1/3	4
PIE	1/64	1/48	1/16	1/4	3/8	1/2	5/8	3/4	1	1 1/2	2	2 1/2	3
CODO PEQUEÑO	1/96	1/72	1/24	1/6	1/4	1/3	5/12	1/2	2/3	1	1 1/3	1 2/3	2
PASO	1/128	1/96	1/32	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2
PASO COLUMELA	1/160	1/120	1/40	1/10	3/20	1/5	1/4	3/10	2/5	3/5	4/5	1	1 1/5
VARA	1/192	1/144	1/48	1/12	1/8	1/6	5/24	1/4	1/3	1/2	2/3	5/6	1
V.C. MM.	4.35	5.80	17.41	69.66	104.49	139.32	174.15	208.98	278.63	417.95	557.27	696.33	835.90
V.M. MM.	4.38	5.83	17.50	70.00	105.00	140.00	175.00	210.00	280.00	420.00	560.00	700.00	840.00

V.C. MM. = Vara castellana o vara mexicana, expresadas en milímetros.  
 V.M. MM. = Vara convencional, expresada en milímetros.

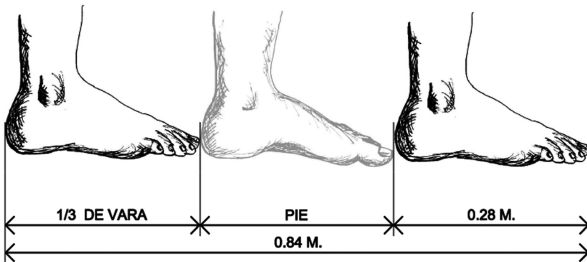


Figura 14. Vara castellana o vara mexicana convertidas al sistema métrico decimal de manera convencional.

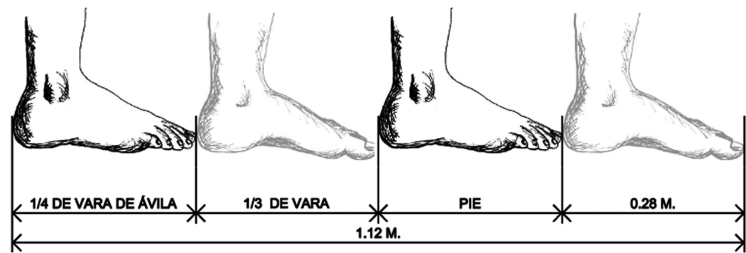


Figura 15. Pasada geométrica, ulna común, paso o vara de Ávila.

ra. La mecánica para su consulta es análoga a la de la tabla 1. Así, en la última columna vemos que la vara contiene 192 granos, 144 pajas, 48 dedos y 12 palmos; descendiendo hasta el final de la columna, leemos que la vara equivale a 840 mm.

Múltiplos de la vara castellana y de la vara mexicana

Pasada geométrica; ulna común; paso o vara de Ávila (1.11 m) (1.12 m). La pasada geométrica equivale a dos pasos de los comunes; el paso mide dos pies, y así la pasada mide cuatro, la cual

comienza con pie macizo y acaba con pie hueco.<sup>48</sup> Ulna común es la longitud de cuatro pies o 16 palmos o 74 dedos.<sup>49</sup> Cuatro pies integran un paso, y este paso es nuestra común medida denominada vara de Ávila<sup>50</sup> (figura 15). La pasada geométrica mide una vara y un pie o 1 1/3 de vara.

Pasada según Columela; paso de Salomón, paso geométrico o vara antigua (1.39 m) (1.40 m). Columela

<sup>48</sup> Eduardo Báez Macías, *op. cit.*  
<sup>49</sup> *Ibidem*, p. 132.  
<sup>50</sup> *Ordenanzas de tierras y aguas, op. cit.*

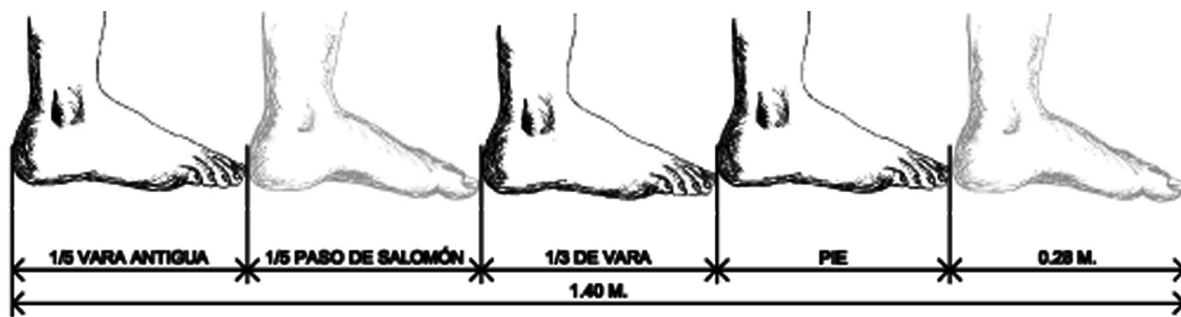


Figura 16. Pasada según Columela; paso de Salomón, paso geométrico o vara antigua.

dice que la *pasada* mide cinco pies.<sup>51</sup> Es la milésima parte de la *milla*, que en algún tiempo recibió el nombre de *vara*. La quinta parte del *paso de Salomón* coincide en longitud con el *tercio* de la *vara* o *pie*.<sup>52</sup> *Paso de Salomón* o *paso geométrico*, se llama el que se mide o compone de cinco *tercias* y es una *vara* y dos *tercias* de las comunes (figura 16). La *vara antigua* es lo mismo que el *paso de Salomón*.<sup>53</sup> El *paso de Salomón* mide una *vara* y dos *pies*.

*Orgia* o *ulna agresti* (1.67 m) (1.68 m). La *orgia* equivale a seis *pies*.<sup>54</sup> La *ulna agresti* mide seis *pies*.<sup>55</sup> Tanto la *orgia* como la *ulna agresti* miden dos *varas*.<sup>56</sup>

*Marco* (2.40 m) (2.42 m). Equivale a dos *varas* y siete *ochavas*; esto es, ocho *marcos* sumaban 23 *varas*, y servía para las medidas de tierras.<sup>57</sup> El *marco* mide dos *varas* y siete *ochavas*.

*Codo grande* o *codo geométrico* (2.51 m) (2.52 m). *Codo grande* es la longitud que ocupan treinta y seis *palmos* o 144 *dedos*.<sup>58</sup> El *codo geométrico* mide seis

*codos* comunes que equivalen a tres *varas*.<sup>59</sup> El *codo grande* o *codo geométrico* mide tres *varas*.

*Pártica* (2.79 m) (2.80 m). La *pártica* equivale a 10 *pies*.<sup>60</sup> La *pártica* mide tres *varas* y un *pie*.

*Pelthrum e ingero* (27.86 m) (28 m). El *pelthrum* mide 100 *pies*; al *ingero* lo integran 100 *pies*.<sup>61</sup> El *pelthrum* y el *ingero* equivalen a 33 *varas* y un *pie* cada uno.

*Cordel* (41.80 m) (42 m). Que el *cordel* para medir sitios y criaderos de ganado mayor y menor, ha de constar de 50 *varas de medir mexicanas*.<sup>62</sup> Un *cordel* mide 50 *varas*.

*Cordel* (57.68 m) (57.96 m). Se usaba antiguamente para medir sin quebrados los lados de las caballerías de tierra.<sup>63</sup> Este otro *cordel* mide 69 *varas*.

*Estadio* (174.15 m) (175 m).

Estadio es ciento y veinticinco pasos geométricos, así lo dice Plinio, Hércules, el gigante, corría sin resollar ciento y veinticinco pasos y los que presumían imitarle en este caso, procuraban correr este espacio, y por ser en aquel tiempo tan famo-

<sup>51</sup> Eduardo Báez Macías, *op. cit.*, p. 131. Cfr. Lucio Junio Moderato Columela, *Los doce libros de agricultura*, t. 1, Madrid, Imprenta de D. Miguel de Burgos, 1824, p. 192.

<sup>52</sup> Mariano Galván, *op. cit.*, pp. 157 y 158.

<sup>53</sup> *Ordenanzas de tierras y aguas, op. cit.*

<sup>54</sup> Eduardo Báez Macías, *op. cit.*

<sup>55</sup> *Ibidem*, p. 132.

<sup>56</sup> Medida equivalente también con el estado y la braza o brazada; véase las notas 8 y 9.

<sup>57</sup> Mariano Galván, *op. cit.*, p. 158.

<sup>58</sup> Eduardo Báez Macías, *op. cit.*

<sup>59</sup> *Ibidem*, p. 141.

<sup>60</sup> *Ibidem*, p. 131.

<sup>61</sup> *Idem*.

<sup>62</sup> Mariano Galván, *op. cit.*, p. 157.

<sup>63</sup> *Ibidem*, p. 158.



Tabla 3

	VARA	PASADA GEOMÉTRICA	PASO DE SALOMÓN	ULNA AGRESTI	MARCO	CODO GRANDE	PÁRTICA	PELTHRUM	CORDEL	OTRO CORDEL	ESTADIO
DEDOS	48	64	80	96	138	144	160	1,600	2,400	3,312	10,000
VARA	1	1 1/3	1 2/3	2	2 7/8	3	3 1/3	33 1/3	50	69	208 1/3
PASADA GEOMÉTRICA	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2 5/32	2 1/4	2 1/2	25	37 1/2	51 3/4	156 1/4
PASO DE SALOMÓN	3/5	4/5	1	1 1/5	1 29/40	1 4/5	2	20	30	41 2/5	125
ULNA AGRESTI	1/2	2/3	5/6	1	1 21/48	1 1/2	1 2/3	16 2/3	25	34 1/2	104 1/6
MARCO	8/23	32/69	40/69	16/23	1	1 1/23	1 11/69	11 41/69	17 9/23	24	72 32/69
CODO GRANDE	1/3	4/9	5/9	2/3	23/24	1	1 1/9	11 1/9	16 2/3	23	69 4/9
PÁRTICA	3/10	2/5	1/2	3/5	69/80	9/10	1	10	15	20 7/10	62 1/2
PELTHRUM	3/100	1/25	1/20	3/50	69/800	9/100	1/10	1	1 1/2	2 7/100	6 1/4
CORDEL	1/50	2/75	1/30	1/25	23/400	3/50	1/15	2/3	1	1 19/50	4 1/6
OTRO CORDEL	1/69	4/207	5/207	2/69	1/24	1/23	10/207	100/207	50/69	1	3 4/207
ESTADIO	3/625	4/625	1/125	6/625	69/5000	9/625	2/125	4/25	6/25	207/625	1
V.C METROS	0.84	1.11	1.39	1.67	2.40	2.51	2.79	27.86	41.80	57.68	174.15
V.M. METROS	0.84	1.12	1.40	1.68	2.42	2.52	2.80	28.00	42.00	57.96	175.00

V.C.MM. = Vara castellana o vara mexicana, expresadas en milímetros.

V.M. MM. = Vara convencional, expresada en milímetros.

sa esta distancia, los griegos medían las distancias de los lugares por estadios, así como lo hacemos ahora por millas o leguas.<sup>64</sup>

Las distancias las miden los latinos en *millas* o *lapis*, los griegos en *estadios* y los egipcios en *singes*,<sup>65</sup> los persianos<sup>66</sup> en *parasangas*, los franceses, españoles y alemanes en *leguas*.<sup>67</sup> El *estadio* mide 208 *varas* y un *pie*.

Tabla 3. La forma de consultar la tabla 3 de los múltiplos de la *vara* de la *pasada geométrica* hasta el *estadio*, es semejante a la de las tablas 1 y 2.

*Diaulo* (348.29 m) (350 m). El *diaulo* equivale a dos *estadios*.<sup>68</sup> El *diaulo* mide 416 *varas* y dos *pies*.

<sup>64</sup> Eduardo Báez Macías, *op. cit.*, pp. 131-132.

<sup>65</sup> Fray Andrés de San Miguel no aporta datos para obtener esta medida y sus equivalencias.

<sup>66</sup> Los antiguos habitantes de Persia, hoy Irán.

<sup>67</sup> Eduardo Báez Macías, *op. cit.*, pp. 131-132.

<sup>68</sup> *Ibidem*, p. 131.

*Cuartos de legua* (1 044.88 m) (1 050 m). La *legua* se divide en cuatro *cuartos*; siendo ésta (junto con las medias leguas) la única división que se hace de ella.<sup>69</sup> Un *cuarto de legua* mide 1 250 *varas*.

*Milla*, *milla romana*, *lapis* o *legua italiana*; *tercera parte de la legua mexicana* (1 393.17 m) (1 400 m). La *milla* está formada por ocho *estadios* que suman mil *pasos*, y a este espacio se le denomina *milla romana*, a diferencia de *milla alemana común*. Y porque de mil a mil *pasos* ponían los antiguos una columna o piedra, por eso los latinos le llamaron *lapis*,<sup>70</sup> por mil *pasos*. La *legua italiana* tiene mil *pasos geométricos*.<sup>71</sup> En fechas anteriores al siglo XIX, se dividía la *legua mexicana*

<sup>69</sup> Mariano Galván, *op. cit.*, p. 157.

<sup>70</sup> *Lapis* es raíz común de *lápida* y de *lapislázuli*, que proviene del latín *lapis*, "piedra"; véase María Moliner, *op. cit.*, p. 151.

<sup>71</sup> Mariano Galván, *op. cit.* Se hizo el cálculo de la *milla* con mil *pasos de Salomón*.

Tabla 4

	VARA	PASO DE SALOMÓN	ESTADIO	DIAULO	CUARTO DE LEGUA	MILLA ROMANA	LEGUA O MEDIA	LEGUA COMUN	STACKMUS	PARASANGA	MILLA ALEMANA	MILLA GRANDE	SE HENUS
DEDOS	48	80	10,000	20,000	60,000	80,000	120,000	240,000	285,000	300,000	320,000	400,000	600,000
VARA	1	1 2/3	208 1/3	416 2/3	1,250	1,666 2/3	2,500	5,000	5,937 1/2	6,250	6,666 2/3	8,333 1/3	12,500
PASO DE SALOMÓN	3/5	1	125	250	750	1,000	1,500	3,000	3,562 1/2	3,750	4,000	5,000	7,500
ESTADIO	3/625	1/125	1	2	6	8	12	24	28 1/2	30	32	40	60
DIAULO	3/1,250	1/250	1/2	1	3	4	6	12	14 1/4	15	16	20	30
CUARTO DE LEGUA	1/1,250	1/750	1/6	1/3	1	1 1/3	2	4	4 3/4	5	5 1/3	6 2/3	10
MILLA ROMANA	3/5,000	1/1,000	1/8	1/4	3/4	1	1 1/2	3	3 9/16	3 3/4	4	5	7 1/2
LEGUA O MEDIA	1/2,500	1/1,500	1/12	1/6	1/2	2/3	1	2	2 3/8	2 1/2	2 2/3	3 1/3	5
LEGUA COMUN	1/5,000	1/3,000	1/24	1/12	1/4	1/3	1/2	1	1 3/16	1 1/4	1 1/3	1 2/3	2 1/2
STACKMUS	2/11,875	2/7,125	2/57	4/57	4/19	16/57	8/19	16/19	1	1 1/9	1 7/57	1 23/57	2 2/19
PARANGA	1/6,250	1/3,750	1/30	1/15	1/5	4/15	2/5	4/5	19/20	1	1 1/15	1 1/3	2
MILLA ALEMANA	3/20,000	1/4,000	1/32	1/16	3/16	1/4	3/8	3/4	57/64	15/16	1	1 1/4	1 7/8
MILLA GRANDE	3/25,000	1/5,000	1/40	1/20	3/20	1/5	3/10	3/5	57/80	3/4	4/5	1	1 1/2
SE HENUS	1/12,500	1/7,500	1/60	1/30	1/10	2/15	1/5	2/5	19/40	1/2	8/15	2/3	1
V.C. METROS	0.84	1.39	174.15	348.29	1,044.88	1,393.17	2,089.75	4,179.50	4,963.16	5,224.38	5,572.67	6,965.83	10,448.75
V.M. METROS	0.84	1.40	175.00	350.00	1,050.00	1,400.00	2,100.00	4,200.00	4,987.50	5,250.00	5,600.00	7,000.00	10,500.00

V.C.MM. = Vara castellana o vara mexicana, expresadas en milímetros.

V.M. MM. = Vara convencional, expresada en milímetros.

70 |

na en tres millas.<sup>72</sup> La milla romana mide 1 666 varas y dos pies.

Legua; media legua (2 089.75 m) (2 100 m). Legua propiamente llaman los italianos a la distancia de 12 estadios o a milla y media.<sup>73</sup> La legua según fray Andrés y la media legua según Mariano Galván miden 2 500 varas.<sup>74</sup>

Legua común; legua, legua legal o legua mexicana (4 179.50 m) (4 200 m). La legua común equivale a tres millas o veinticuatro estadios.<sup>75</sup> La legua legal mide 100 cordeles o 5 000 mil varas. Antiguamente se dividía la legua mexicana en tres millas. La legua, en consecuencia, equivalía

<sup>72</sup> Idem.

<sup>73</sup> Eduardo Báez Macías, *op. cit.*

<sup>74</sup> Mariano Galván, *op. cit.*

<sup>75</sup> Eduardo Báez Macías, *op. cit.*

a 3 000 pasos de Salomón.<sup>76</sup> La legua común, la legua legal y la legua mexicana miden 5 000 varas cada una.

Stackmus o legua (4 963.16 m) (4 987.50 m). El stackmus medía casi 28 estadios y medio, y esta es la cantidad que nombramos legua.<sup>77</sup> El stackmus o legua mide 5 937 varas y un codo.

Parasanga (5 224.38 m) (5 250 m). Parasanga equivalía a 30 estadios.<sup>78</sup> Parasanga mide 6 250 varas.

Milla alemana común o legua alemana (5 572.67 m) (5 600 m). La milla alemana común está integrada por cuatro mil pasos. La legua alemana tie-

<sup>76</sup> Mariano Galván, *op. cit.*, pp. 157 y 158.

<sup>77</sup> Eduardo Báez Macías, *op. cit.*

<sup>78</sup> Idem.

ne cuatro millas.<sup>79</sup> La milla alemana común, o legua alemana, mide 6 666 varas y dos pies.

Milla grande o legua de saneta (6 965.83 m) (7 000 m). La milla grande está constituida por cinco mil pasos. La legua de saneta equivale a cinco millas.<sup>80</sup> La milla grande o legua de saneta mide 8 333 varas y un pie.

Se henus (10 448.75 m) (10 500 m). El se henus equivale a 60 estadios.<sup>81</sup> Se henus mide 12 500 varas.

Tabla 4. La forma de consultar la tabla 4 de los múltiplos de la vara, desde la vara hasta el se henus, es semejante a la de las tres tablas anteriores.

## Medidas angulares

Fray Andrés determina cuatro medidas angulares, y da pauta para obtener ocho más:<sup>82</sup> tercios, cuartos, quintos, sextos, séptimos, octavos, novenos y décimos, medidas de utilidad para geómetras y cosmógrafos.<sup>83</sup>

El cosmógrafo era un profesional cuyos conocimientos científicos y su aplicación práctica eran indispensables en el extenso e ignoto territorio americano. El Consejo de Indias se auxilió de cosmógrafos<sup>84</sup> con el propósito de establecer las rutas marítimas y realizar con seguridad los viajes de los

galeones y de las flotas armadas de la metrópoli a las provincias e inversamente. El cosmógrafo, una vez integrado al Consejo, tenía la comisión de elegir y recopilar en libro particular todas las derrotas,<sup>85</sup> navegaciones y viajes.<sup>86</sup>

Tenía a su cuidado y cargo calcular y averiguar los eclipses de luna.<sup>87</sup> Averiguar para las ciudades y cabezas de las provincias su longitud por medio de los instrumentos necesarios. Se le ordenaba hacer y ordenar las tablas de cosmografía de las Indias, asentando en ellas por su longitud y latitud, y escala de leguas, según la verdadera geografía que averiguara, las provincias y ciudades, islas, mares y costas, ríos y montes, y otros lugares, a fin de plasmarlos en mapas.<sup>88</sup>

Era un catedrático de matemáticas seleccionado entre los de mucha pericia, suficiencia y aprobación, para enseñar en las nuevas tierras tanto a españoles como a naturales.<sup>89</sup> Debía impartir la cátedra de matemáticas, enseñar a sus pupilos la esfera de Sacrobosco,<sup>90</sup> y las cuatro reglas de aritmética, regla de tres, sacar raíz

Que en el Consejo haya un cosmógrafo, que sea catedrático de matemáticas, y se provea por edictos.

<sup>85</sup> María Moliner, *op. cit.*, p. 901. Derrota (del antiguo *derromper*, del latín *dirumpere*, dirección que lleva el barco. Derrotero, rumbo. Camino que ha de seguir un barco. Línea que lo indica en un mapa.

<sup>86</sup> *Recopilación de leyes...*, *op. cit.*, p. 186. Ley III. Que el cosmógrafo recopile derrotas de las Indias, informándose de lo que a su oficio tocara.

<sup>87</sup> *Ibidem*, p. 185v. Ley II. Que el cosmógrafo procure se averigüen los eclipses de luna y otras señales, dando instrucciones para ello.

<sup>88</sup> *Ibidem*, p. 186. Ley IV. Que el cosmógrafo haga las tablas de cosmografía, y el libro de descripciones.

<sup>89</sup> *Ibidem*, p. 185v. Ley primera.

<sup>90</sup> Johannes de Sacrobosco nació cerca de 1195 en Holywood Yorkshire y murió cerca de 1256 en París. En 1220 escribió su obra más conocida, *Tractatus de Sphaera*, un libro de astronomía en cuatro capítulos, basado en el almagesto de Ptolomeo, al que añadió ideas de la astronomía árabe; fue una de las obras sobre astronomía más influyentes en Europa antes de Copérnico. La primera edición apareció en 1472 en Ferrara, y se imprimieron más de 90 ediciones en los siglos siguientes.

<sup>79</sup> *Idem*.

<sup>80</sup> *Idem*.

<sup>81</sup> Eduardo Báez Macías, *op. cit.*, p. 131.

<sup>82</sup> *Ibidem*, p. 132. Fray Andrés describe las divisiones del círculo: signos, grados, minutos y segundos, y sugiere cómo obtener tercios y así hasta décimos.

<sup>83</sup> *Diccionario de la lengua española*, Madrid, Espasa Calpe, 1956, p. 664. Geómetra (del latín *geomētra*, y éste del griego *γεωμετρηζ*, de *γῆ*, "tierra", y *μετρηζ*, "medir"). m. El que profesa la geometría o en ella tiene especiales conocimientos. *Ibidem*, p. 377. Cosmógrafo (*cosmographo*, y éste del griego *κοσμογραφοζ*). m. El que profesa la cosmografía o tiene en ella especiales conocimientos.

<sup>84</sup> *Recopilación de leyes de los Reynos de las Indias*, Madrid, Ediciones Cultura Hispánica, 1973, p. 185. Ley primera.

cuadrada, y cúbica, y algunas reglas de quebrados, las teóricas de Purbaquio y las tablas del rey don Alonso.<sup>91</sup> Explicar a sus alumnos los seis primeros libros de Euclides;<sup>92</sup> los arcos y cuerdas, senos rectos, tangentes y secantes; el libro cuarto de los Triángulos Esferales de Juan de Monte-Regio; del Almagesto de Ptolomeo.<sup>93</sup> Enseñar sobre cosmografía y navegación; el uso del astrolabio,<sup>94</sup> explicando primero su fábrica y luego la práctica para hacer observaciones de los movimientos del sol y luna, y los demás planetas. Además, debía enseñar el uso del Radio Globo, y algunos otros instrumentos matemáticos.

<sup>91</sup> El libro *Juegos diversos de Axedrez, dados, y tablas con sus explicaciones, ordenados por mandado del Rey don Alfonso el sabio, rey de Castilla, León y Galicia entre 1251 y 1283*, consta de 98 páginas, con 150 ilustraciones en color. Los juegos cubren el alquerque, los dados y tablas. El libro contiene la descripción más antigua de alguno de estos juegos, incluyendo algunos importados de los reinos musulmanes. Es uno de los documentos más importantes para la investigación de los juegos de mesa. El único original conocido se encuentra en la biblioteca del monasterio de El Escorial. Una copia de 1334 se conserva en la biblioteca de la Real Academia de la Historia.

<sup>92</sup> Miguel de Toro y Gisbert, *Pequeño Larousse ilustrado*, París, Larousse, 1966, p. 1284; Euclides, matemático griego, que enseñaba en Alejandría durante el reinado de Ptolomeo I (siglo III a.C.), nos ha dejado *Elementos*, que es la base de la geometría plana actual. Los *Elementos* es un tratado matemático y geométrico que se compone de 13 libros; es considerado uno de los libros de texto más divulgados en la historia. Durante varios siglos, el *quadriuvium* estaba incluido en el temario de los estudiantes universitarios, y se exigía el conocimiento de este texto.

<sup>93</sup> María Moliner, *op. cit.*, vol. A-H, p. 139; Almagesto (del árabe *almagisti*, del griego *megiste*, nombre árabe aplicado a algunos tratados antiguos de astronomía, como el de Ptolomeo o el de Riccioli).

<sup>94</sup> María Moliner, *op. cit.*, p. 279. Astrolabio (del griego *astrolábion*, aparato antiguo consistente en un disco con una regla diametral y una alidada, empleado para medir la altura de los astros y deducir la hora y la latitud. Permite determinar la posición de las estrellas sobre la bóveda celeste. Era usado por los navegantes, astrónomos y científicos en general para localizar los astros y observar su movimiento, para determinar la hora local a partir de la latitud o, viceversa, para averiguar la latitud conociendo la hora. También sirve para medir distancias por triangulación. Entre los siglos XVI al XVIII, se utilizó como principal instrumento de navegación, hasta la invención del *sextante*, en 1750.

En tiempo de sus vacaciones podía impartir clases de matemáticas de relojes, y mecánicas, con algunas máquinas, y hacer entender a sus alumnos en qué consiste la fuerza de ellas.<sup>95</sup>

Como un acercamiento a esas medidas consideremos que la circunferencia se fracciona en 12 *signos* de 30 *grados* cada uno; entonces, el círculo contiene 360 *grados*, y si cada *grado* se divide en 60 *segundos*, en consecuencia la circunferencia se segmenta en 21 600 *segundos*. Llevando este ejercicio a todas las medidas angulares mencionadas por fray Andrés de San Miguel,<sup>96</sup> tenemos los siguientes datos.

#### El círculo

Se divide en signos, grados, minutos, segundos, tercios cuartos, quintos, sextos, séptimos, octavos, novenos y décimos.

*Signos*: 12 signos (doce *signos*).

*Grados*: 12 signos  $\times$  30°/*signo* = 360° (trescientos sesenta *grados*).

*Minutos*: 360°  $\times$  60´/° = 21 600´ (veintiún mil seiscientos *minutos*).

*Segundos*: 360°  $\times$  60<sup>2</sup>"/° = 1´296 000" (un millón doscientos noventa y seis mil *segundos*).

*Tercios*: 360°  $\times$  60<sup>3</sup> t/° = 77´760 000 t (setenta y siete millones setecientos sesenta mil *tercios*).

*Cuartos*: 360°  $\times$  60<sup>4</sup> ct/° = 4 665´600 000 ct (cuatro mil seiscientos sesenta y cinco millones seiscientos mil *cuartos*).

<sup>95</sup> *Recopilación de leyes...*, *op. cit.*, Ley V. Que el cosmógrafo lea en las partes y lugares, horas y tiempos las lecturas que aquí se declara.

<sup>96</sup> Eduardo Báez Macías, *op. cit.*, p. 132; fray Andrés describe las divisiones del círculo: signos, grados, minutos y segundos, y sugiere cómo obtener tercios y así hasta décimos.

*Quintos*:  $360^\circ \times 60^5 \text{ q}/^\circ = 279\,936\,000\,000 \text{ q}$  (doscientos setenta y nueve mil novecientos treinta y seis millones *quintos*).

*Sextos*:  $360^\circ \times 60^6 \text{ sx}/^\circ = 16\,779\,616\,000\,000 \text{ sx}$  (dieciséis billones setecientos noventa y seis mil ciento sesenta millones *sextos*).

*Séptimos*:  $360^\circ \times 60^7 \text{ sp}/^\circ = 1\,007\,776\,960\,000\,000 \text{ sp}$  (mil siete billones setecientos sesenta y nueve mil seiscientos millones *séptimos*).

*Octavos*:  $360^\circ \times 60^8 \text{ oc}/^\circ = 60\,466\,176\,000\,000\,000 \text{ oc}$  (sesenta mil cuatrocientos sesenta y seis billones ciento setenta y seis mil millones *oct*).

*Novenos*:  $360^\circ \times 60^9 \text{ nv}/^\circ = 3\,627\,970\,560\,000\,000\,000 \text{ nv}$  (tres trillones seiscientos veintisiete mil novecientos setenta billones quinientos sesenta mil millones *novenos*).

*Décimos*:  $360^\circ \times 60^{10} \text{ d}/^\circ = 217\,678\,233\,600\,000\,000\,000 \text{ d}$  (doscientos diecisiete trillones seiscientos setenta y ocho mil doscientos treinta y tres billones seiscientos mil millones *décimos*).

### Magnitud de las medidas angulares

Para darnos una idea de la magnitud de estas medidas angulares, y con un fin meramente lúdico, propongo los siguientes cuatro pasos.

1) Calcular el radio de la circunferencia del menor tamaño posible en el sistema de medición con base en la vara castellana, dividirla en  $360^\circ$  y a cada división darle un *punto* de longitud de arco: P = perímetro; R = radio; d = décimo; c = círculo; p = punto; v = vara; sh = se henus; Km = kilómetro.

$$P = 360^\circ \times 1 \text{ punto}/^\circ = 360 \text{ puntos.}$$

$$P = D\llcorner = 2R\llcorner; R = \frac{P}{2\llcorner}$$

donde:

$$R = \frac{360 \text{ puntos}}{2\llcorner \times 12 \text{ p}/\text{línea}} = 4 \text{ líneas } 9^{30/100} \text{ puntos.}$$

$$\text{Ese R en mm} = 4 \text{ líneas} \times 1.92 \text{ mm}/\text{línea} + 9^{30/100} \text{ puntos} \times 0.16 \text{ mm}/\text{punto} = 9.17 \text{ mm.}$$

2) Obtener el radio de la circunferencia mayor, dividida entre doscientos diecisiete trillones seiscientos setenta y ocho mil doscientos treinta y tres billones seiscientos mil millones de *décimos*, y a cada división darle un *punto* de longitud de arco:

$$P = 217\,678\,233\,600\,000\,000\,000 \text{ d} \times 1 \text{ p}/\text{d} = 217\,678\,233\,600\,000\,000\,000 \text{ p.}$$

$$R = \frac{217\,678\,233\,600\,000\,000\,000 \text{ p}}{2\llcorner \times 5\,184 \text{ p}/\text{vara} \times 12\,500 \text{ v}/\text{sh}} = 534\,637\,127\,500 \text{ sh}$$

El mismo radio en kilómetros:

$$R = 534\,637\,127\,500 \text{ sh} \times 10.50 \text{ km}/\text{sh} = 5\,634\,637\,127\,500 \text{ km.}$$

3) Como la longitud de ese radio no parece posible de imaginar, consideremos que la distancia promedio de la tierra al sol es de  $150\,000\,000 \text{ km}$ , y comparémosla con la longitud del radio de aquella circunferencia mayor.

$$\frac{5\,634\,637\,127\,500 \text{ km}}{150\,000\,000 \text{ km}} =$$

$$= 35\,642.48 \text{ veces la distancia de la tierra al sol.}$$

El radio del círculo que se requiere para que con la distancia angular de un décimo se obtenga un arco de círculo de un *punto* de longitud, es 35 642.48 veces la distancia de la tierra al sol.

Si la velocidad de la luz es de aproximadamente 300 000 km /''.

La luz solar tarda en llegar a la tierra:

$$\frac{150'000\ 000\ km}{300\ 000\ km/'' \times 60\ ''/.} = 8' 20''.$$

4) En recorrer la longitud del radio del círculo mayor del ejercicio tardaría:

$$\frac{5' 346\ 371' 275\ 000\ km}{300\ 000\ km/'' \times 602\ ''/h \times 24\ h/día} =$$

$$= 206\ días, 6\ h, 20', 37\ \frac{58}{100}''.$$

El año como medida de tiempo no es uniforme tenemos los años de 365 *días* y cada cuatro años los bisiestos de 366 días; asimismo, los meses como unidades de medición nos llevan a una imprecisión, dado que hay meses de 30 *días*, otros de 28 y los más de 31 *días*.

Con los meses del primer semestre de 2011, los 206 *días* se agrupan en seis meses, 25 *días*.

Si se considera de julio a diciembre en seis meses, 22 *días*.

En ambos casos añadiríamos las 6 h, 20', 37  $\frac{58}{100}$ ''.

## Reflexiones finales

En el transcurso de los tres siglos de existencia de la Nueva España y seis décadas del México independiente,<sup>97</sup> se utilizó el sistema de medi-

ción que los españoles habían heredado de los griegos por intermediación de los romanos, pasando por el tamiz de los árabes. La unidad de medida de este sistema fue la *vara mexicana*, que según las ordenanzas debía corresponder con exactitud a la *vara* del marco de Burgos.

Se citan en este artículo 72 nombres de medidas longitudinales. Cuarenta y siete aportados por fray Andrés de San Miguel y 25 tomados de las ordenanzas de tierras y aguas, publicadas en 1842 y 1868.

El ilustre fraile y arquitecto<sup>98</sup> las nombra de 47 maneras, dando a una misma medida varias denominaciones; por ejemplo, a la que equivale aproximadamente a 21 cm la denomina *espetema*, más adelante *palmo romano* y luego *palmo antiguo romano*. Por esta razón, en realidad resultan distintas entre sí únicamente 27 dimensiones.

De las ordenanzas se obtuvieron 24 nombres de medidas,<sup>99</sup> 16 coincidentes y nueve distintas en longitud a las tratadas por fray Andrés. Por ello, en este artículo se tratan 36 dimensiones diferentes entre sí, 27 del fraile carmelita, más nueve de las citadas ordenanzas.

Además, fray Andrés define cuatro medidas angulares, y da la pauta para determinar ocho más: medidas de utilidad para geómetras y cosmógrafos.

Francia, 2007, p. 87. El 15 de marzo de 1857 el presidente Ignacio Comonfort firmó el decreto que introdujo el sistema métrico decimal en México, que ordenaba que a partir del 15 de septiembre de 1857 las nuevas medidas debían ser las únicas empleadas en los actos oficiales y en todos los ramos que directamente dependieran del gobierno. Y lo mismo se esperaba de todos los habitantes de la República a partir del primer día de 1862.

<sup>98</sup> Eduardo Báez Macías, *op. cit.*, pp. 131 y 132; en el capítulo "De las medidas que usan los geómetras y cosmógrafos".

<sup>99</sup> Tratan 25, pero a dos distintas longitudes las denominan cordel.

<sup>97</sup> Héctor Vera, *A peso el kilo. Historia del sistema métrico decimal en México*, México, Libros del Escarabajo/Embajada de