

MEDIDAS LINEALES EN UN MUNDO ESFÉRICO LA LEGUA ESPAÑOLA

Carmen Rojas Sandoval

RESUMEN

Se revisan las medidas de navegación utilizadas en los siglos XV al XVIII, especialmente la legua española.

PALAVRAS CHAVE: Sistemas de medição; Léguas; Navegação

ABSTRACT

This article reviews the measurements used for navigation between the 15th and 18th centuries, with special interest on the league.

KEY WORDS: Measurement Systems; League; Navigation

Durante los siglos XV al XVIII, como consecuencia del establecimiento de rutas globales de comercio, se comenzó un proceso de estandarización de las medidas utilizadas en la navegación. En especial la legua y la milla jugaron un papel fundamental.

La legua era una medida aproximada de distancia o itineraria, cuya magnitud variaba de una nación a otra e incluso de un periodo a otro. Proviene del latín *baxo* y equivalía a lo que un hombre podía caminar en una horaⁱ. La legua marina fue una medida muy utilizada en la era de la exploración marítima europea y se decía que “servía de tipo”ⁱⁱ en todas las medidas para la cuenta de estima, es decir, el cálculo de las distancias recorridas en el mar. Probablemente por “tipo” se entendía que podía convertirse a las otras medidas lineales, como la milla o el estadio. Se conoce la existencia de la legua de posta o legua terrestreⁱⁱⁱ, la legua holandesa, que era igual a la legua flamenca, la legua inglesa, que valía lo mismo que la francesa, la legua española, que era la misma que la portuguesa y la legua marina (tabla 1).

Desde épocas muy tempranas se relacionó el valor de la legua con el valor de un grado terrestre (la legua es una medida lineal y el grado es una medida angular, que puede tomar cualquier valor lineal dependiendo del tamaño de la esfera). Por ello, los tratados de navegación de los siglos XV al XVIII proporcionaban esta equivalencia al decir cuántas leguas había en un grado de la esfera terrestre.

Los tratados de navegación, desde los más antiguos, cifran el valor del grado en $17\frac{1}{2}$ leguas. Este valor fue muy utilizado por numerosos españoles y portugueses como Pedro Núñez, Juan de Lisboa, Américo Vespuccio, Martín Cortés, Fernando de Enciso, Rodrigo Zamorano y Diego García de Palacio, entre otros. Mientras que otros autores se inclinaron por el grado de $162\frac{2}{3}$ leguas. En este grupo estuvo Francisco Falero, Durante Pacheco, Pedro Apiano, García Céspedes y Manuel Pimental, por mencionar algunos^{iv}. La preferencia por uno u otro valor no parece tener motivos muy claros, como percibimos en la siguiente cita extraída del capítulo “De la conveniencia de los grados y leguas por los rumbos conforme a $162\frac{2}{3}$ leguas cada grado por meridiano” de Francisco Falero, autor del *Tratado de la esfera y del arte de marear* de 1535:

Toda la redondez de la tierra y agua contienen 6,000 leguas, las cuáles repartidas por 360 grados que hay en todo el universo caben a cada grado $162\frac{2}{3}$ de legua, aunque algunos quieren que cada grado tenga 17 leguas justas y otros $17\frac{1}{2}$. Y si

hubiesen 17 leguas en cada grado habría redondez del mundo 6,120 y si fuesen 17 ½ habría en todo el universo 6,300 justas. Y lo que más a mí y a otros que lo ha mucho examinado más me satisface es que sean 6,000 más cada uno puede en esto seguir la opinión que le plugiere porque nadie precisamente lo pudo averiguar ni pienso que es posible hacerse”.

Es por esto que el grado no tenía una equivalencia lineal absoluta, ya que en tiempos antiguos no era posible recorrer toda la Tierra para medirla^{vi}. Francisco Falero especifica en el mismo título “cada grado por meridiano” y lo hace así porque no todos los círculos de la Tierra tienen el mismo radio. En el caso de los paralelos, sólo el Ecuador recorre la extensión máxima de la esfera^{vii} y los demás círculos son más pequeños conforme se acercan a los polos. En el caso de los meridianos, al igual que el Ecuador, todos son “círculos mayores”. Cuando Falero, como otros autores, hablan de los grados “por meridiano”, “grados largos” o “grados norte sur” se refieren a la extensión que tiene un grado de círculo máximo, es decir si se navegaba de norte a sur por algún meridiano o de este a oeste por el Ecuador.

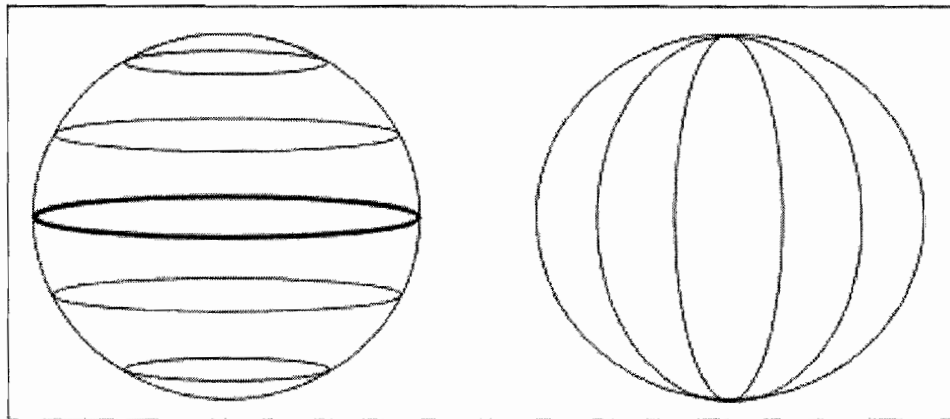


Figura 1 Círculos menores (paralelos) y círculos mayores (meridianos y Ecuador)

De querer recorrer un grado por algún círculo menor (es decir, un paralelo) o por algún otro rumbo, la geometría nos muestra que la extensión navegada entre un grado y otro no será la misma. Desde el siglo XVI, importantes navegantes midieron esta variación, como Pedro de Medina, quien en su *Regimiento de navegación*, de 1563, tiene un capítulo llamado “Porque en las leguas de los grados hay tres diferencia”^{viii}. Este autor explica que el primer valor de la legua se obtiene cuando se navega por un

grado de círculo mayor, en el que hay $17\frac{1}{2}$ leguas; el segundo, cuando se navega por un grado de círculo menor, en donde hay menos leguas porque “cuando los paralelos o círculos más se llegaren a la equinoccial su redondez será mayor y cada grado tendrá más leguas y cuanto se más se llegare a los polos su redondez será menor y cada grado tendrá menos leguas” y, el tercero, cuando se navegue por los distintos rumbos (figura 2), ya que “no van todos derechos del polo, que es de norte a sur y por el contrario, y todos los otros van torcidos. Es así cuanto el rumbo fuere más torcido, tanto más camino se andará desde el lugar donde el hombre estuviere hasta llegar a la equinoccial, y tantas más leguas tendrá el grado”. Lo que los hombres del siglo XVI llamaban “rumbo torcido” ahora lo conocemos como loxodrómica, esto es, una línea que corta siempre con el mismo ángulo a los meridianos, lo que en la esfera resulta en una espiral que tiende a ir hacia al polo.

Falero en su *Tratado de la esfera y del arte de marear* de 1535^{ix}, al igual que Rodrigo Zamorano en su *Compendio del arte de navegar*, de 1581^x y Joseph González Cabrera, en su *Navegación especulativa y práctica*, de 1734^{xi} presentan tablas para saber cuántas leguas habría por cada uno de los rumbos (figura 3, tabla 7). En realidad esta variación lineal del grado se utilizaba para calcular la posición de un buque y su distancia recorrida por el método que implicaba combinar la diferencia de latitudes observadas y el rumbo por el que se había navegado.

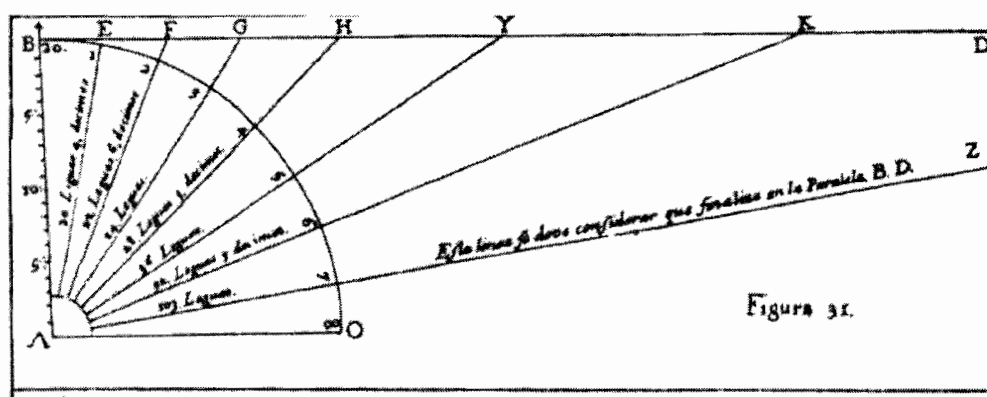
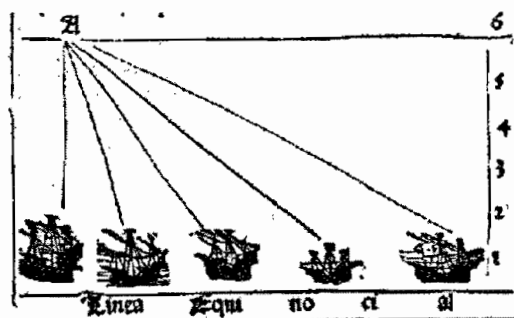
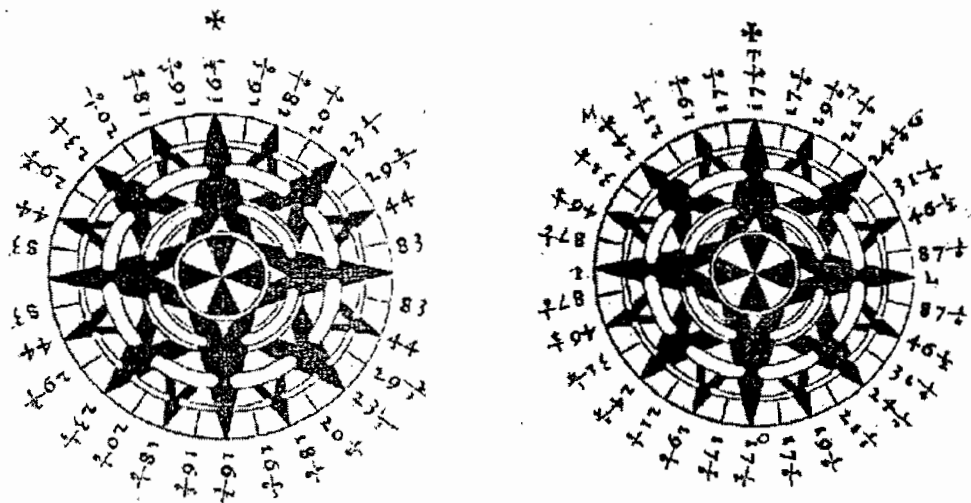


Figura 2: Leguas recorridas en un grado por cada uno de los rumbos. Imágenes tomadas de Medina, 1563 folio 14 (arriba) y González Cabrera 1734 (abajo)



¶ Para los que quisiere seguir la opinion de. i. 7. leguas y media por cada grado se pone esta figura siguiente.

¶ Tabla del Autor.

¶ Tabla antigua.

Leguas de camino.	Apartamiento de línea derecha.	Leguas de camino.	Apartamiento de línea derecha.
1. 17, y 5 sesmos.	3, y media.	18.	3, y media.
2. 19, y 3 octavos.	7, y vn quarto.	19, y media.	7, y media.
3. 21.	11, y 2 tercios.	21, y media.	11, y 2 tercios.
4. 24, y 3 quartos.	17, y media.	25.	17, y media.
5. 31, y media.	26, y 1 quinto.	32, y media.	26, y media.
6. 35, y 3 quartos.	32, y 1 quarto.	46, y media.	42, y media.
7. 89, y 3 quartos.	38.	88.	85.

Figura 3: Leguas recorridas en un grado por cada uno de los rumbos Según Falero, 1535, en leguas de $17 \frac{1}{2}$ al grado (arriba izq.) y en leguas de $16 \frac{2}{3}$ al grado (arriba der.) y Zamorano, 1581 (abajo)

El problema en realidad residía en que no existía consenso entre las naciones en las leguas que había en un grado largo y, por lo tanto, en cuantos grados tenía la

circunferencia de la Tierra. Para mayor claridad la información recopilada al respecto se presenta en la las tablas 2 y 3 y se resume de la siguiente manera:

En 1 grado largo	Circunferencia de la Tierra
15 leguas holandesas	5,400 leguas
162/3 leguas portuguesas o españolas	6,000 leguas
17 leguas portuguesas o españolas	6,120 leguas
17 ½ leguas portuguesas o españolas	6,300 leguas
20 leguas marinas	7,200 leguas

Si queremos saber a cuántos metros equivalen estas leguas en relación al tamaño de la Tierra debemos preguntarnos ¿qué tamaño de la Tierra se aceptaba para la época? Para la época que nos interesa lo que se sabía del tamaño de la Tierra había sido calculado geométricamente por las observaciones astronómicas. En ello existieron también discrepancias considerables, incluso desde los primeros razonamientos realizados por los griegos, quienes medían por estadios, como puede observarse en la tabla 3 resumida aquí:

Autor	Circunferencia dela tierra
Eudoxo	400,000 estadios
Dicearco	300,000 estadios
Eratóstenes	250,000 estadios egipcios
Posidonio	180,000 estadios

El estadio era también una medida itineraria, más antigua que la legua, utilizada desde los egipcios. Al igual que la legua, existieron distintos valores para el estadio, según el lugar donde se usara. Así, encontramos el estadio egipcio, el olímpico de Grecia, el fileterico, el pítico, el alejandrino y el ateniense^{xiii} (tabla 4).

El primer geógrafo del que tenemos referencia que uso el estadio para medir la Tierra fue Eratóstenes, quien vivió del 276 al 195 a. C. y a quien se le considera el fundador de la geodesia científica, que es la ciencia de medir y cartografiar la superficie

terrestre^{xiii}. Eratóstenes observó que en la época del solsticio de verano los rayos del sol caían verticalmente dentro de un pozo en Siena (hoy día Asuan) mientras que en Alejandría, aproximadamente en el mismo meridiano, el ángulo que se formaba por la sombra de una vara sobre una concha hemisférica era de $1/50$ de círculo, es decir 7 grados 12 minutos. Este $1/50$ de círculo era el mismo que había entre Siena y Alejanadría y si la distancia entre estas dos ciudades era de 5,000 estadios, el perímetro de la Tierra era de 250,000 estadios ($5,000 \text{ estadios} \times 50$) lo que resultaba en que un grado tenía 700 estadios.

Según Wolfgang Torge, los estadios que utilizó Eratóstenes eran egipcios (de 157.5 metros) ya que para obtener la distancia entre las dos ciudades debió consultar los mapas catastrales egipcios, los cuales se basaban en la información recopilada por los *bematist* o *cuenta pasos*^{xiv}. La Tierra para Eratóstenes, por lo tanto, tenía un perímetro de 39,375,000 metros (figura 4). Otro autor, Jose Luis Comellas, dice que Eratóstenes utilizó un estadio ateniense^{xv}, lo que según nuestros cálculos resulta en una Tierra de 36,000,000 metros.

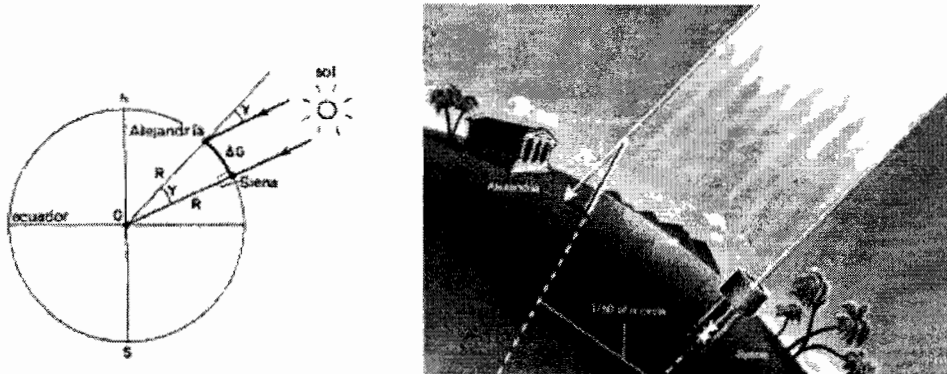


Figura 4 Método por el cual Eratóstenes calculó la circunferencia de la Tierra. En el siglo III a. C. Eratóstenes calculó la circunferencia de la Tierra determinando el ángulo entre Alejandría y Siena, cuya distancia conocía. Imágenes tomadas de Torge, 1983 *Geodesia* (izquierda) y Roy A. Gallant, 1980 *Our Universe* (derecha)

Los siguientes personajes de gran relevancia en esta historia son Claudio Ptolomeo y Cristóbal Colón. El primero era natural de Tolemaida y habitó y trabajó en Alejandría en el 130 d.C. Es sabido que Ptolomeo utilizó un valor del grado basándose no en los 700 estadios de Eratóstenes sino en los cálculos de otro personaje llamado Posidonio, quien consideraba que en un grado de la Tierra había 500 estadios.

Las aportaciones de Ptolomeo no se conocieron en Europa hasta después del siglo IX, cuando se tradujeron al árabe los manuscritos griegos traídos desde Constantinopla, gracias a la iniciativa del califa Al-Ma'mun, quien fundó la casa de la sabiduría en Bagdad. Pero la iniciativa del califa no paró ahí, sino que además ordenó se midiese la extensión de un grado de la Tierra^{xvi}. Las operaciones realizadas para ello consistieron en tomar la altura de la estrella polar en un punto y de ahí caminar hacia el norte y hacia el sur hasta elevarse o disminuir un grado de dicha latitud. Los resultados de lo que anduvieron en un grado fueron registrados por Ibn Yunus, Abul-Fida, Al-Jwarizmi y Al-Fraganus, quienes reportaron valores de 56 millas, 56¼ millas y 56 2/3 millas. Pero el conocimiento árabe tampoco llegó a Europa de manera totalmente clara.

Con los viajes de Cristobal Colón el problema de cuánto medía la Tierra, o por lo menos la legua y la milla, se volvió una pregunta fundamental, no sólo por cuestiones prácticas para la navegación sino por las importantes disputas políticas por obtener el dominio de las tierras a descubrir y de los puertos clave. Los acuerdos que España y Portugal hicieron para repartirse el Nuevo Mundo, y dejar a la zaga a sus múltiples enemigos, marcaban que la línea divisoria entre lo que correspondería a una y otra nación pasaba a 370 millas al occidente de las islas de Cabo Verde y las Azores, según el tratado de Tordesillas, firmado en 1494^{xvii}. Después de las reuniones de 1524, entre diplomáticos, astrónomos, pilotos y marineros experimentados, entre ellos Sebastián Cabotto, Juan Sebastián Elcano, Hernando Cortés y Américo Vespuccio, no hubo consenso sobre la equivalencia de esas 370 millas. Y peor aún, tampoco se pudo saber si las islas Molucas, de gran importancia en la ruta al Nuevo Mundo, quedaban al este o al oeste de dicha línea, lo que determinaba su pertenencia a España o a Portugal. Esto se resolvió cuando el emperador Carlos V cedió las islas Molucas a Portugal por 350,000 ducados de oro^{xviii}.

Las Leguas y Las Millas

Otras medidas lineales con las que se solía equivaler a la legua eran la milla, la vara y hasta el paso. Y aquí también nos dispersamos pues ¿qué milla tomar: la inglesa, la italiana, la marina, la que uso Colón, la que conocía Ptolomeo o la que usaban los árabes? (tabla 6) Lo que sí conocemos son las proporciones entre la legua y la milla, según las naciones o los navegantes, como se muestra a continuación^{xix}:

1 legua inglesa o francesa	3 millas
1 legua española	3 ó 3½ millas
1 legua holandesa o flamenca	4 millas
1 legua de Colón	4 millas italianas
1 legua marina	4 millas romanas

Actualmente la milla marítima, o simplemente la milla, es teóricamente equivalente a la distancia media que separa dos puntos de la superficie terrestre situados a igual longitud y cuya latitud difiere de un minuto de arco, es decir que, la milla equivale a un minuto en arco de latitud (o de círculo máximo meridiano) de la Tierra^{xx}, pero por acuerdo internacional se le ha atribuido el valor convencional de 1,852 metros.

Si optamos por la vara también encontramos dilemas para decidírnos entre la vara de castilla, la vara antigua de Toledo (también llamada paso de Salomón), la vara mexicana, la vara de Coruña, la vara de Lugo o la vara de Valencia -que era en sí la vara Romana antigua- (tabla 8).

Entonces... ¿cuánto vale una legua?

Después de la extensa consulta a diversos autores náuticos de los siglos XVI al XVIII así como de varios autores modernos, queda claro que no es posible relacionar el valor de la legua a la medida de la Tierra, porque al no tener un valor absoluto de la legua, ni alguna otra medida absoluta con la cual establecer su equivalencia, se cayó en una redundancia digamos operativa. Cuánto más pequeña fuese la legua utilizada, más leguas tendría la Tierra. Es así que la otra unidad que nos podría auxiliar es la milla, pero tampoco existía un valor absoluto de ella. Diego García de Palacio, autor español de 1587, dice que una legua equivale a tres millas y Joseph González Cabrera, autor español de 1734, dice que la legua española y portuguesa equivalen a tres y medio millas. Alejandro de Humboldt, uno de los primeros científicos del siglo XIX, reporta tres tipos de milla.

Tipo de milla	Autor	Año	metros	Observaciones
milla	García de Palacio	1587	1,390	El autor dice que equivale a 1000 pasos (1000 pasos=5 pies, 1 pie =0.278m)

milla	Diccionario de Autoridades	1726	1,390	La obra dice que equivale a 1000 pasos.
milla marítima	González Cabrera	1734	1,390	El autor dice que equivale a 5,000 pies y un pie son 0.278 m)
milla	Humboldt	1808	1,298	Esta es la milla que Humboldt equivale a 1/3 de legua
<i>mile</i>	Humboldt	1808	1,609.3	Probablemente esta sea la milla inglesa original
milla marina	Humboldt	1808	1,851	
milla marina actual	Pequeño Larousse de Ciencias y Técnicas.	1976	1,852	

Entonces encontramos que la milla utilizada actualmente es considerablemente más extensa que la milla antigua. Con los valores presentados se establecieron las siguientes equivalencias en leguas:

Tipo de Milla	1 legua= 3 millas	1 legua 3 ½ millas
1 milla = 1,298m, Humboldt (1808)	3,894 m	4,545 m
1 milla Marina =1,851m, Humboldt (1808)	5,553	6,478
1 <i>mile</i> = 1,609m, Humboldt (1808).	4,827	5,631
1 milla = 1,390 m, González Cabrera (1734), Diccionario de Autoridades (1726) y García de Palacio (1587	4,170	4865

De donde establezco la siguiente jerarquía de equivalencias de la legua a utilizar:

Valor 1= 4,170 m.

Valor 2= 5,553 m.

Valor 3= 6,478 m

Parece que durante el siglo XVII se comenzaron a estandarizar las equivalencias entre leguas de distintas nacionalidades, así como diversos aspectos de la navegación, lo que se refleja en las obras náuticas del siglo XVIII, mucho más explícitas que las del siglo XVI y XVII. Otra observación que resulta de la anterior jerarquía es que quizás la legua marina española antiguamente fuese más pequeña que la de los siglos XVIII y XIX.

Comentarios Finales

Para utilizar un tipo de legua o milla debemos considerar varios aspectos como la nacionalidad del informante, la época y los procesos de estandarización de unidades.

Carmen Rojas Sandoval
Instituto Nacional de Antropología e Historia, México
crss76@yahoo.com

TABLA 1. LEGUA

Legua	Año	Autor	Observaciones	Valor	Resultado de 1 legua en metros
legua de Colón	1492	Comellas 1991	Cálculo con milla italiana (1,477.3 m.)	4 millas italianas	5,909.2
legua de Colón	1492	Comellas 1991	Cálculo con milla romana (1,480 m.)	4 millas italianas	5,920
legua	1587	García de Palacio 1993		3 millas ó 30,000 pasos ó 15,000 pies	5,553
legua inglesa, francesa y demás	1734	González Cabrera 1970	Cálculo con milla marina de Humboldt	3 millas	6,478
legua española y portuguesa	1734	González Cabrera 1970		3 ½ millas	6,478
legua holandesa y flamenca	1734	González Cabrera 1970		4 millas	7,404
legua	1784-1817	Florescano 1973		5,572.7 metros	5,572.7
legua de posta	1808	Humboldt 1991		3,894 metros	3,894
legua marina ó de "20 al grado"	1808	Humboldt 1991		5,555.55 metros	5,555.55
legua	1808	Humboldt 1991		5,572.7 metros	5,572.7
legua	1831	O'Scalan, Timoteo 1974l		6,650 varas castellanas (1 vara castellana =0.8359m)	5,558.735
legua		Robelo 1908		4,190 metros ó 5000 varas	4,190
legua		Stampa 1949		4,190 metros ó 5000 varas ó 2.6 millas	4,190
legua terrestre		Hamilton 1934		4, 4000 metros ó 3 millas romanas	4,400
legua marina	S. XVI-XVII	Jarmy 1980		4 millas romanas ó 3.7 millas terrestres ó 3.2 millas náuticas ó 5.9 kilómetros	5,900
legua		Martínez 1997			5,500
legua española		Herrera 1997			6,342
legua española		Apestegui 1998			6,276

legua holandesa		Apestegui 1988			7,811.95
-----------------	--	-------------------	--	--	----------

TABLA 2. “GRADO LARGO” (DE CÍRCULO MÁXIMO DE LA TIERRA)

Medida	Año	Autor	Valor
grado de Colón	1492	Falero 1989	14 leguas 2/3 milla
grado de Colón	1492	Laguarda 1988	562/3 millas
grado de Colón	1492	Gallez 1998	562/3 millas
grado de Amerigo Vespucci	1499	Vargas, Gustavo 1996	16 leguas
grado	1535	Falero 1989	162/3 leguas
grado	1535	Falero 1989	17 leguas
grado	1535	Falero 1989	17½ leguas
grado	1551	Cortés 1990	162/3 leguas
grado	1551	Cortés 1990	17½ leguas
grado	1563	Medina 1964	17½ leguas
grado	1581	Zamorano 1995	17½ leguas
grado	1587	García de Palacio 1993	17½ leguas
grado	1634	Porter y Casante 1970	17½ leguas
grado	1726	Diccionario de Autoridades 1990	17½ leguas españolas
grado	1734	González Cabrera 1970	15 leguas holandesas
grado	1734	González Cabrera 1970	17½ leguas
grado	1734	González Cabrera 1970	20 leguas de a 3 millas (60 millas)
grado	1734	González Cabrera 1970	60 millas marítimas
grado	1734	González Cabrera 1970	20 leguas inglesas/ francesas
grado	1734	González Cabrera 1970	15 leguas holandesas/ flamencas
grado	1734	González Cabrera 1970	17½ leguas españolas/ portuguesas
grado de Ptolomeo		Laguarda 1988	662/3 millas 500 estadios
grado		Laguarda 1988	17½ leguas
grado de meridiano de Alfagrano		Comellas 1991	562/3 millas
grado de Ibn Yunus	1900	Laguarda 1988	562/3 millas
1 grado	1900	Laguarda 1988	662/3 millas
grado de Eratostenes	1900	Laguarda 1988	87½ millas 700 estadios
grado	Finales s. XV	Estacio dos Reis 1998	17½ leguas
grado	s. XV	Estacio dos Reis 1998	162/3 leguas

TABLA 3. CIRCUNFERENCIA DE LA TIERRA

Autor	Año	Procedencia de la información	Circunferencia de la Tierra	Valor del grado	Circunferencia de la Tierra en metros
Eudoxo		Comellas, 1991	400,000 estadios	1111.11 estadios	
Dicearco	IV a. C.	Comellas, 1991	300,000 estadios	833.33 estadios	
Eratóstenes	III a.C.	Comellas, 1991	248,000 estadios alejandrinos	688.8 estadios alejandrinos	53,568,000
Eratóstenes	III a.C.	Torge, 1983	250,000 estadios egipcios	694.4 estadios egipcios	39,375,000
Eratóstenes	III a.C.	Laguarda Trias, 1988	252,000 estadios	700 estadios 1 estadio del sistema <i>fileterio</i> =216 m.)	54,432,000
Posidonio y Ptolomeo		Comellas, 1991	180,000 estadios atenienses (240,000 estadios alejandrinos)	500 estadios atenienses	25,920,00
Posidonio y Ptolomeo	130 d.C.	Laguarda Trias, 1988	180,000 estadios	500 estadio 1 estadio del sistema <i>fileterio</i> =216 m.)	38,880,000
Posidonio y Ptolomeo	130 d.C.	Laguarda Trias, 1988	180,000 estadios	500 estadios 1 estadio <i>fileterico</i> =210.14 m.)	37,825,200
Al-Ma'mum Alfragan		Laguarda Trias, 1988		562/3 millas (milla=2160 metros)	44,058,600
Al-Ma'mum Alfragan		Comellas, 1991		562/3 millas (milla =1,973.5 metros)	40,254,663.6
Torge	1980				40,030,2672
Pierre d'Ailly	1410	D'Ailly s. XVI	252,000 estadios	700 estadios	
Francisco Falero	1535	Falero 1989	6000 leguas	162/3 leguas	
Francisco Falero	1535	Falero 1989	6120 leguas	17 leguas	
Francisco Falero	1535	Falero 1989	6300 leguas	17½ leguas	
Pedro Porter y Casante	1634	Porter y Casante 1970	6300 leguas	17½ leguas	

TABLA 4. ESTADIO

Estadio	Año	Autor	Observaciones	Valor	Resultado de 1 estadio en metros
estadio pítico		García Franco 1959		148.59 m.	148.59
estadio egipcio	s. III a.C.	Torge 1983		157.5 m.	157.5
estadio olímpico		García Franco 1959	Principal medida itineraria de Grecia	185.2 m.	185.2
estadio fileterico		García Franco 1959	De mucho uso en Macedonia	210.14 m.	210.14
estadio de Ptolomeo	s. II d. C.	Laguarda 1988	Estadio alejandrino seguramente	216 m.	216
estadio ateniense		Comellas 1991	Los renacentistas conocían el estadio ateniense	1.33 estadios alejandrinos. Para su cálculo se tomó el estadio de Ptolomeo	144

TABLA 5. CODO

Medida	Año	Autor	Valor	Resultado de 1 codo en metros
codo	1587	García de Palacio 1993	0.5373 metro aprox. ó 2/3 vara	0.5373
codo negro de Ibn Yunus	s. IX	Laguarda 1988	0.540 metro	0.540
codo antiguo	1893	D'Albertis	0.56 metros	0.56
codo	s. XVII	Phillips 1986	0.565 metros ó 22 pulgadas	0.565
codo real	s. XVII	Phillips, 1986	0.565 metros ó 22 pulgadas inglesas	0.565

TABLA 6. MILLA

Milla	Año	Autor	Valor	Resultado de 1 milla en metros
milla	1808	Humboldt 1991	1,298 metros ó 1/3 legua	1,298
milla de Colón	1492	Comellas 1991		1477.3
milla romana		Hamilton 1934	1,480 metros ó 5,000 pies ó 1,620 yardas	1,480
milla romana		García Franco 1959		1,480
milla inglesa	1808	Humboldt 1991		1,609.3
milla de Ptolomeo		Laguarda 1988	7.5 estadios alejandrinos	1,620
milla oriental		García Franco 1959		1,668.4
milla	1726	Real Academia Española 1989	8 estadios ó 1000 pasos geométricos (1 paso= 2 pies 1 pie=.278 m	1,390
milla	1587	García de Palacio 1993	8 estadios ó 1000 pasos	1,390
milla marítima	1734	González Cabrera 1910	5000 pies	1,390
milla marina	1808	Humboldt 1991		1,851.8
milla náutica		Martínez 1983		1,853
milla marítima actual	1976	Pequeño Larousse de Ciencias y Técnicas		1,852
milla árabe		Comellas 1991		1,973
milla de Ibn Yunus		Laguarda 1988	2,160 metros ó 4,000 codos negros	2,160

TABLA 7. VARIACIÓN DE LA DISTANCIA EN LEGUAS EN UN GRADO DE POR CADA UNO DE LOS DISTINTOS RUMBOS

Cuarta	1587 García de Palacio (gráfica para un grado de 17½ leguas)	1587 García de Palacio (texto (para un grado de 17½ leguas)	1581 Zamorano (tabla para un grado de 17½ leguas)	1535 Falero (gráfica para un grado de 162/3 leguas)	1535 Falero (gráfica para un grado de 17½ leguas)	1563 Medina (tabla para un grado de 17½ leguas)
1ª	891/6	18	175/6	165/6	175/6	18
2ª	453/5	19½	193/8	181/6	191/6	191/3
3ª	31½	21½	21	201/6	211/3	21
4ª	24¾	25	24¾	231/3	24 ¼	24½
5ª	21	31½	31½	292/3	31 ¼	31½
6ª	19	46½	45¾	44	46 ½	45
7ª	175/6	88	89¾	83	871/6	89

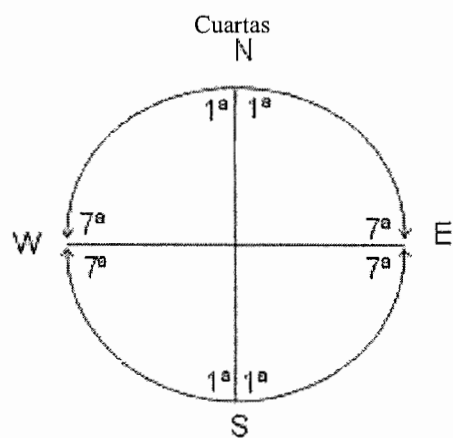


TABLA 8. VARA

Vara	Año	Autor	Observaciones	Valor	Resultado de 1 vara en metros
vara de Aragón		García Franco 1959		0.772 metros	0.772
yarda de castilla	S. XVII	Phillips, 1986		0.835 metros ó 33 pulgadas inglesas	0.835
vara antigua de Toledo ó paso de Salomón		Stampa 1949	Medida mexicana colonial	0.8358 metros ó 48 dedos de 0.0174 metros	0.8358
vara castellana	1587	Diego García de Palacio 1993			0.8359
vara castellana		García Franco 1959			0.8359
vara de castilla o vara mexicana	1808	Humboldt 1991		0.836 metros ó 36 pulgadas	0.836
vara	1784-1817	Florescano 1973		0.836 metros	0.836
vara mexicana		Stampa 1949		0.838 metros ó 32.99 pulgadas inglesas	0.838
vara	1908	Robelo 1995		0.838 metros	0.838
vara		Martínez 1997			0.84
vara de Coruña		García Franco 1959		0.843 metros	0.843
vara de Lugo		García Franco 1959		0.855 metros	0.855
vara valenciana vara romana antigua		Hamilton 1934	Vara romana sustituida 1600	0.91 metros	0.91

DIVISIONES DE LA VARA 1784-1817
(FLORESCANO 1973)

Vara	Media	Tercio pie	o Cuarta palmo	o Sesma	Pulgada	Línea	Puntos
1	2	3	4	6	36	432	5,184
	1	1 ½	2	3	18	216	2,592
		1	1 1/3	2	12	144	1,728
			1	1 ½	9	108	1,296
				1	6	72	864
					1	12	149
						1	12
							1

TABLA 9. BRAZA

Medida	año	Autor	Observaciones	Valor	Resultado de 1 braza en metros
braza	1726	Real Academia Española 1989	Este diccionario la nombra como medida de tierra	6 pies	1.67
braza	s. XVII español	Phillips, 1986		1.67 metros ó 5.5 pies	1.67
braza mexicana		Stampa 1949		1.67 metros ó 2 varas ó 1.83 yardas	1.67
braza	1808	Humboldt 1991		1.672 metros	1.672
braza	1784-1817	Florescano 1973		1.672 metros	1.672
braza española		García Franco 1959		1.672 metros ó 6 pies de Burgos	1.672

TABLA 10. PIE

Medida	Año	Autor	Valor	Resultado de 1 pie en metros
pie		Martínez 1997	12 pulgadas	0.276
pie	1808	Humboldt 1991	278 milímetros ó 1/3 vara ó 12 pulgadas	0.278
pie	s. XVII español	Phillips, 1986	0.278 metros ó 16 dedos ó 12 pulgadas ó 11 pulgadas inglesas	0.278
pie	1784-1817	Florescano 1973	0.278 metros	0.278
pie mexicano		Stampa 1949	0.279 metros ó 12 pulgadas 16 dedos ó 10.97 pulgadas inglesas	0.279
pie de castilla		Pequeño Larousse de ciencias y técnicas		0.28
pie ingles	1976	Pequeño Larousse de ciencias y técnicas		0.305
pie francés	1976	Pequeño Larousse de ciencias y técnicas		0.33

TABLA 11. PULGADA

Medida	Año	Autor	Observaciones	Valor	Resultado de 1 pulgada en metros
pulgada	s. XVII	Phillips, 1986		0.0204 metros ó 1/12 pie ó 0.8 pulgadas inglesas	0.0204
pulgada		Stampa 1949	Medida mexicana colonial	0.0233 metros ó 12 líneas ó 0.916 pulgadas inglesas	0.0233
pulgada	1808	Humboldt 1991		0.025 metros ó ½ pie ó 12 líneas	0.025
pulgada actual	1976	Pequeño Larousse de ciencias y técnicas		0.0254 metros	0.0254

TABLA 12. MEDIDAS VARIAS

Medida	año	Autor	Observaciones	Valor
acre	1808	Humboldt 1991	Inglesa	4,047 metros ²
carreau	1808	Humboldt 1991		5,368 metros
cordel	1784-1817	Florescano 1973		50 varas
dedo		Diego García de Palacio 1993		½ palmo 1/48 vara
dedo	s. XVII	Phillips, 1986		1/16 pie 0.67 pulgadas inglesas (aprox.) 0.017 metros.
dedo		Stampa 1949	Medida mexicana colonial	9 líneas 0.0175 metros 0.690 pulgadas inglesas
dedo	1587	Diego García de Palacio 1993		Cuatro granos de cebada 1.74 cm aprox ½ de palmo 1/48 de vara
línea	1808	Humboldt 1991		12 milímetros ½ pulgada 12 puntos
línea		Stampa 1949	Medida mexicana colonial	12 puntos 0.0019 metros 0.076 pulgadas inglesas
línea		Robelo 1908		1/43 vara
1 nudo		Comellas 1991	Medida de velocidad	1 milla náutica /hora
palmo		Diego García de Palacio 1993		0.2090 metros (aprox.) ¼ vara
palmo	1934	Hamilton 1934		3 pulgadas (0.7 metros, 3 pulgadas inglesas)
palmo	s. XVII	Phillips, 1986	Subdivido en 9 pulgadas	¼ vara, 8.2 pulgadas inglesas o 0.209 metros
palmo		Martínez 1997		12 dedos
palmo		Stampa 1949	Medida mexicana colonial	9 pulgadas 0.209 metros 8.23 pulgadas inglesas
palmo de goa		Barata 1981	Medida portuguesa	0.256 metros
palmo mayor o palmo romano		Stampa 1949	Medida mexicana colonial	12 dedos 0.2218 metros 8.73 pulgadas inglesas
paso geométrico	1587	García de Palacio 1993		5 pies
2 pasos simples	1587	García de Palacio 1993		5 pies
toesa	1808	Humboldt 1991		1.946 metros
Medida	año	Autor	Observaciones	Valor
toesa	1784-1817	Florescano 1973		1.946 metros
versta	1808	Humboldt 1991	Medida rusa	1,067 metros
yarda	1808	Humboldt 1991	inglesa	91.5 cm

4 granos de cebada hacen 1 dedo
4 dedos hacen 1 palmo
4 palmos hacen 1 pie
5 pies hacen 1 paso geométrico
2 pasos simples hacen 5 pies
125 pasos simples hacen 1 estadio
8 estadios hacen 1 milla
1 milla son 1000 pasos
1 legua son 3 millas ó 30000 pasos ó 150000 pies
(García de Palacio 1587)

Referencias

Apestegui, Cruz

1998 "Nota relativa al la localización del galeón Nuestra Señora del Juncal". Proyecto de Investigación de la Flota de la Nueva España de 1630-31. Subdirección de Arqueología Subacuática. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México.

Arroyo, Ruiz Zorrilla

1989 Estudio y Transcripción del *Tratado del esphera y del arte de marear 1535* de Francisco Falero. Ministerio de Defensa y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, pg. 9-11. España.

Barata, Joao de Gama Pimentel

1981 "The portuguese Galleon (1515-1625)". En *Five hundred years of nautical science 1400-1900*. Proceedings of the Third International Reunion for the History of Nautical Science and Hidrography. Greenwich, National Maritime Museum.

Comellas, José Luis

1991 *El cielo de Colón. Técnicas navales y astronómicas en el viaje del Descubrimiento*. Tabapres. Madrid, España.

Cortés Albacar, Martín

1990 *Breve compendio de la esfera y del arte de navegar 1551*. Estudio de Mariano Cuesta Domínguez. Editorial Naval. Museo Naval, Madrid. España.

D'Ailly, Pierre

1992 *Ymago Mundi y otros opúsculos 1410*. Volumen preparado por Antonio Ramírez de Verger. Biblioteca Colón II. Alianza Editorial, Sociedad Quinto Centenario y Universidad de Sevilla. Madrid, España.

D'Albertis, Enrico Alberto

1893 "Justificatory Quotations for the Reconstruction of Models of the caravels Niña and Pinta and of the ship Santa María". En *Arte Nautica al Tempi di Colombo*. Génova, Italia.

Estacio dos Reis, António

1998 *Métodos de navegação nos séculos XV-XVIII*. Parque Expo Lisboa 98. Portugal

Falero, Francisco

1989 *Tratado del esphera y del arte de marear 1535*. Estudio de Ricardo Arroyo Ruiz Zorrilla. Ministerio de Defensa y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. España

Florescano, Enrique e Isabel Gil, compiladores

1973 *Descripciones económicas generales de Nueva España 1784-1817*. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México

Gallez, Paul

1998 "El estrecho de Veraua o Sudamérica como isla". En *Amerística* año 1 núm 1. México.

García de Palacio, Diego

1939 *Instrucción náutica 1587*. Editorial Naval. Museo Naval. Madrid. España

García Franco, Salvador

1959 *Instrumentos Náuticos en el Museo Naval*. Instituto Histórico de Marina. Madrid, España.

González Cabrera Bueno, Joseph

- 1970 *Navegación especulativa y práctica 1734*. Introducción y edición por W. Michael Mathes. Universidad de San Francisco. Ediciones José Porrúa Turanzas. España.
- Hamilton, Earl J.
- 1934 *American treasure and the price revolution in Spain*. Cambridge Mass., Harvard University Press
- Herrera, Tovar Jorge M.
- 1998 "Desarrollo metodológico de la selección de áreas de búsqueda de acuerdo a la investigación archivística". Proyecto de Investigación Flota de la Nueva España de 1630-31. Subdirección de Arqueología Subacuática. Instituto Nacional de Antropología e Historia. México.
- Humboldt, Alejandro de
- 1991 *Ensayo político sobre el reino de la Nueva España 1822*. Quinta Edición. Editorial Porrúa. México.
- Jarmy Chapa, Martha de
- 1988 *La expansión española hacia América y el océano pacífico*. Fontamara 31. México
- Larousse
- 1976 *Pequeño Larousse de Ciencias y Técnicas*. Por Galian Mingot, Tomás de Editorial. México.
- Laguarda, Trias Rolando A.
- 1979 "La tabla de posiciones geográficas americanas de Pedro Apiano". Separata del *Boletín de la Real Sociedad Geográfica*. Tomo CXV año 1979. Madrid, España
- 1987 *Fundamentación histórica del descubrimiento de América (Las tablas de coordenadas geográficas compiladas en la España medieval)*. Montevideo, Uruguay
- Martínez, José Luis
- 1983 *Pasajeros de Indias. Viajes transatlánticos en el siglo XVI*. Alianza. Editorial. Madrid, España.
- Medina, Pedro de
- 1964 *Regimiento de navegación 1563*. Edición facsímil publicada por el Instituto de España. Madrid, España.
- O'Scalan, Timoteo
- 1974 *Diccionario Marítimo Español 1831*, Museo Naval Madrid. España.
- Phillips, Carla Rahn
- 1986 *Six Galleons for the king of Spain*. Imperial Defense in the early seventeenth century. Baltimore, The John Hopkins University Press.
- Prieto, Carlos
- 1971 *El océano Pacífico: Navegantes españoles del siglo XVI*. Alianza Editorial. México.
- Porter y Casante, Pedro
- 1970 *Reparo a errores de la navegación española 1634*. Introducción y edición por W. Michael Mathes. Universidad de San Francisco. Ediciones José Porrúa Turanzas. España.
- Real Academia Española
- 1989 *Diccionario de Autoridades 1726*. Edición Facsímil. Editorial Gredos. Madrid, España.
- Robelo, Cecilio A.

- 1995 *Diccionario de pesas y medidas mexicanas antiguas y modernas y de su conversión*. Para uso de los comerciantes y de las familias. Imprenta Cuauhnahuac. México.
- Stampa, Manuel Carrera
- 1949 *The evolution of weights and measures in New Spain*. En *Hispanic American Historical Review*, 29;1 febrero
- Torge, Wolfgang
- 1980 *Geodesia*. Editorial Diana. Primera edición en español de 1983. México.
- Vargas, Martínez Gustavo
- 1995 *Atlas antiguo de América. Siglos XV y XVI*. Editorial Trillas. México.
- 1996 *Vespucci en el cabo de la Vela, 1499: Primera medición astronómica del hemisferio occidental*. En *Credencial Historia* 82, Bogotá, octubre pg. 4-7. Colombia
- Zamorano, Rodrigo
- 1939 *Compendio de la arte de navegar 1581*. Copia facsímil. Servicio de reproducción de libros. Librerías París-Valencia. España.

ⁱ Real Academia Española, 1989, *Diccionario de Autoridades 1726*. Edición Facsímil. Editorial Gredos. Madrid, España. pg 380

ⁱⁱ O'Scalan, Timoteo, 1974, *Diccionario Marítimo Español, 1831*. Museo Naval, Madrid. España.

ⁱⁱⁱ Las postas eran las caballerías y las casas prevenidas o apostadas en los caminos a distancias de dos o tres leguas para que los correos o personas caminaran con toda diligencia Por ello "posta" significa también la distancia que había entre una y otra parada.

^{iv} Arroyo Ruiz Zorrilla, 1989, Estudio y Transcripción del *Tratado del esphera y del arte de marear 1535* de Francisco Falero. Ministerio de Defensa y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, pg. 9-11. España

^v, 1989, *Tratado del esphera y del arte de marear 1535*. Estudio de Ricardo Arroyo Ruiz Zorrilla. Ministerio de Defensa y Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. España. pg. 112

^{vi} Si bien el primer viaje de circunnavegación se realizó en 1519-1522 no existía la tecnología para medir con precisión la distancia recorrida.

^{vii} Considerando nuestro planeta como una esfera sin entrar en detalles de sus deformaciones.

^{viii} Medina, Pedro de, 1964, *Regimiento de navegación 1563*. Edición facsímil publicada por el Instituto de España. Madrid. folio 14

^{ix} Op. cit.

^x Zamorano, Rodrigo, 1939, *Compendio de la arte de navegar 1581*. Copia facsímil. Servicio de reproducción de libros. Librerías París-Valencia. España.

^{xi} González Cabrera Bueno, Joseph, 1970, *Navegación especulativa y práctica 1734*. Introducción y edición por W. Michael Mathes. Universidad de San Francisco. Ediciones José Porrúa Turanzas. España.

^{xii} No se debe confundir con el Estado que era una medida corta utilizada para profundidades y estaturas. Originalmente era la altura de un hombre ó 7 pies. Stampa, Manuel Carrera, 1949, "The evolution of weights and measures in New Spain". En *Hispanic American Historical Review*, 29;1 (febrero), pg 11

^{xiii} Torge, Wolfgang, 1980, *Geodesia*. Editorial Diana. Primera edición en español de 1983. México., pg. 13

^{xiv} Torge op. cit, pg 13. Comellas, José Luis, 1991, *El cielo de Colón. Técnicas navales y astronómicas en el viaje del Descubrimiento*. Tabapres., Madrid España. pg 111-115

^{xv} Comellas, José Luis, 1991, *El cielo de Colón. Técnicas navales y astronómicas en el viaje del Descubrimiento*. Tabapres., Madrid España. pg 111-115

^{xvi} Laguarda, Trias Rolando A., 1987, *Fundamentación histórica del descubrimiento de América Las tablas de coordenadas geográficas compiladas en la España medieval*. Montevideo, Uruguay. pg. 31-34

^{xvii} Prieto, Carlos, 1971, *El océano Pacífico: Navegantes españoles del siglo XVI*. Alianza Editorial. México.

^{xviii} Prieto, op. cit.

^{xix} González Cabrera op. cit., pg. 64; Comellas op. cit., y Jarmy Chapa, Martha de 1988, *La expansión española hacia América y el océano pacífico*. Tomo II *La mar del sur y el impulso hacia oriente*. Fontamara 31 . México. pg. 503

^{xx} Como una nota curiosa, si tuviésemos un sistema centesimal de grados, en el cual el círculo se dividiera en 400 grados, cada cuadrante en 100 grados, un grado en 100 minutos y un minuto en 100 segundos, el kilómetro vendría siendo la milla náutica centesimal, ya que un minuto de arco de latitud en este sistema sería igual a un kilómetro. Esto es así debido a que el metro se definió originalmente como la diezmillonésima parte de un cuadrante de la circunferencia terrestre. Ing. Joel Rojas Tamez, comunicación personal