



Departamento de Física  
Universidad de Sonora

# El Factor Gnomónico y las Unidades de Longitud del Sistema Inglés

Raúl Pérez-Enríquez  
rpereze@correo.fisica.uson.mx

**Resumen.** A partir del estudio del monumento conocido como Stonehenge, ubicado en Inglaterra, se definió el factor gnomónico. Este factor toma en cuenta las sombras producidas por un gnomon cuando el sol pasa por el meridiano del lugar (mediodía) en fechas específicas. Para el caso de Stonehenge, se consideran las fechas del Solsticio de Verano y del Solsticio de Invierno; las cuales determinan una longitud de gnomon de 2.44 metros (igual a 8 pies). En este trabajo, se propone una relación entre ese gnomon y otras unidades de longitud del sistema inglés; específicamente, la pulgada y el pie. La propuesta se basa en el principio del "pin hole" (orificio puntual): la imagen del Sol producida por un orificio colocado en el extremo del gnomon en Stonehenge, tiene el tamaño de una pulgada si se observa en el Solsticio de Verano y de un pie si se mide durante el Solsticio de Invierno.

Heráclito (535 AC, 484 AC)  
(de AETIUS, II, 21, 4)  
[Acercar del tamaño del Sol]: el largo de un pie humano.

## El Factor Gnomónico en Stonehenge

• En Stonehenge, las fechas y alturas de los trilitos parecen estar relacionadas a través de una cantidad que hemos denominado *factor gnomónico*;

• Este factor se obtiene al medir la diferencia entre las sombras de un gnomon, observadas al paso del Sol por el meridiano local, para dos fechas dadas y su relación con la longitud del gnomon que, en este caso, es la roca 11 o S11 (ver Ec. (1));

• El factor gnomónico correspondiente al Gran Trilito queda definido, por ejemplo, por la diferencia de sombras entre el solsticio de invierno y un día cercano al solsticio de verano; el factor gnomónico es 3.0 [7].

1. Stuchlik, J. C. (2009) A History of Measurement.
2. https://www.oxfordjournals.org/abstract/doi/10.1093/acprof:oso/9780199549824.003.0002
3. Wikipedia, Enciclopedia Libre (2009).
4. https://www.oxfordjournals.org/abstract/doi/10.1093/acprof:oso/9780199549824.003.0002
5. Ponce León, F. (2009) El Pie de Gudea, Neotoma de la Metrología Científica (II), pp. 40-51.
6. Scurson, N. (2007) British History de la Geometría, Carta Dedic. p. 1-5.
7. Stuchlik, J. C. (1994) Variables Trigon y Problemas de la Meteorología, Siglo XXI Ed. p. 37.
8. Stonehenge, R. (2005) Interpretación del Fenómeno Científico Teórico de Stonehenge por medio de un método geométrico. Geometría Italiana 2, p. 36-49.
9. Colvins, R. (2005) Introducción al Factor Gnomónico.
10. Stone, M. (2005) Ciencia, Astronomía, Arte - Una serie de artículos sobre Stonehenge.
11. Stonehenge, R. (2005) Una historia del gnomon para una posible reinterpretación del año del 2000 d.C. V Congreso Internacional de Matemática.
12. https://www.oxfordjournals.org/abstract/doi/10.1093/acprof:oso/9780199549824.003.0002
13. Díaz Gómez, J. E. (2002) Física de Medios, Apuntes De Historia De Las Matemáticas, 1. ed., p. 15-18.
14. NOAA, Global Stonehenge Division (2010) NOAA Solar Calculator: https://www.solar-calculator.com/
15. Wallis, J. (2005) Solar System Law. http://www.stanford.edu/~jwallis/
16. Moore, J. (1995) Astronomical Algorithms, Willmann-Bell, Inc.

**Table II. Stonehenge Structures Heights Related to S11<sup>1</sup>**

S11	H <sub>2</sub> D Shadow <sup>2</sup>	S11 Shadow <sup>2</sup>	Δ
2.44	8.60	1.28	7.32

Structure <sup>3</sup>	Height	Ratio w/S11
Great Trilithon	7.32	3.00
Altar Stone	3.00	2.03
Sarsen Circle	4.88	2.00
Heel Stone	4.90	2.01

Notes: 1. Stone 11 in Sarsen Circle.  
2. Shadows at 15° in Year and Summer.  
3. Solstice Structure of Stone element.

$$f = \frac{\text{(diferencia de sombras)}}{\text{(longitud del gnomon)}} \quad (1)$$

$$= \Delta / S11$$

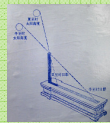


Figura. Diagrama del gnomon de la Dinastía Yuan (1279-1368) ilustra el principio del factor gnomónico.

## Stonehenge y su Ubicación

- Stonehenge es un sitio arqueoastronómico localizado en Inglaterra y está conformado por grandes rocas en arreglo de un Círculo Sarsen y una Herradura de Trilitos;
- Está ubicado en:
  - 51.2° Latitud Norte;
  - 1.02° Longitud Oeste;
- En el Círculo Sarsen hay una roca que se distingue por su tamaño (2.44 m) y está orientada en dirección Sur;
- En la Herradura de Trilitos, el trilito mayor se conoce como Gran Trilito y tendría una altura de 7.32 m;
- Este conjunto de estructuras se habrían edificado entre 2000 BC y 1500 BC.



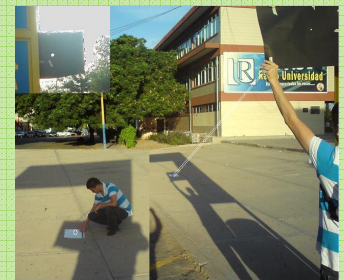
## Imagen de Sol - Proyección de la Imagen sobre el plano

El eje mayor de la elipse imagen del Sol se puede calcular a partir de conocer las longitudes  $i_1$  e  $i_2$ ; mismas que se obtiene conociendo el ángulo  $\theta_1$  (altura del Sol sobre el horizonte) y  $\theta_2$  (ángulo subtendido por el Sol). El primero se conoce por el paso del Sol por el meridiano del lugar en la fecha especificada; el segundo por la distancia Tierra-Sol y el diámetro solar. (ver Tabla 4).



## Formación de la Imagen del Sol en el Solsticio de Invierno en Stonehenge (Simulación)

Recientemente, hicimos una simulación de la observación del tamaño de la imagen del Sol en la ciudad de Hermosillo. En esta composición se puede observar el *pinhole* practicado en una cartulina negra; el uso de una estructura para alcanzar la altura de 2.44 m; y, la formación de la imagen sobre una cartulina blanca cuando el Sol estaba a una altura de 15.83° sobre el horizonte.



$$i = i_1 + i_2 \quad (2)$$

$$i_1 = \frac{\sin\left(\frac{\theta_2}{2}\right)}{\sin\left(180 - \theta_1 - \frac{\theta_2}{2}\right)} h \quad (3)$$

$$i_2 = \frac{\sin\left(\frac{\theta_2}{2}\right)}{\sin\left(\theta_1 - \frac{\theta_2}{2}\right)} h \quad (4)$$

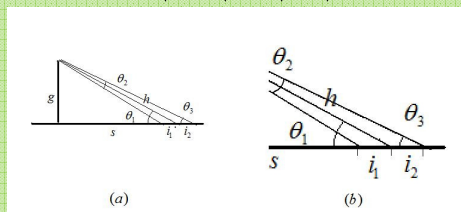


Figura. Formación de la imagen del Sol al pasar por un orificio en el extremo superior de un gnomon de altura g. (a) diagrama en donde se muestran la longitud de la sombra del gnomon (s) y la distancia h; además de los tres ángulos de interés; (b) detalle de la formación de la imagen del Sol, la suma de  $i_1$  e  $i_2$  da el eje mayor de la elipse.

Las dimensiones de las imágenes producidas por un *pinhole* son: 2.52 cm con error de 0.86% y 30.67 cm con error de 0.62%. Ambos resultados nos permiten considerar como viable la proposición que establece como posible origen de las unidades de longitud del sistema inglés las imágenes del Sol observadas en Stonehenge durante dos fechas relevantes del año.

Tabla 4. Imágenes del Sol para el año 1800 AC<sup>1,2</sup>

	Gnomon <sup>3</sup> = 2.44			pie = 0.3048		pulgada = 0.0254		
Día	L <sup>4</sup>	θ <sub>1</sub>	θ <sub>2</sub> /2	Im <sup>5</sup>	i <sub>1</sub>	i <sub>2</sub>	i	%Err <sup>6</sup>
Dg <sup>7</sup>	1.490	15.82	0.268	0.0836	0.1508	0.1559	0.3067	0.62
SV <sup>8</sup>	1.517	62.72	0.263	0.0252	0.0141	0.0142	0.0283	0.86

1 Sitio: Lat. 51°10'43" N Lon. 1°49'33" W (Stonehenge, Inglaterra)  
2 Unidades: ángulos en grados; longitudes en metros.  
3 Gnomon solo 7 veces el pie.  
4 Multiplicar por 10<sup>11</sup>  
5 Imagen directa del sol.  
6 Error de imagen óptima (i o Im) respecto 0.3048 y 0.0254, respectivamente.  
7 Dg - Día gnomónico (ver texto)  
8 SV - Solsticio de verano

## Conclusiones

- Stonehenge, aparentemente, fue seleccionado especialmente porque proporciona una división del año en tres estaciones;
- Además, en ese sitio se observan lo siguiente:
  - En el Solsticio de Verano, la imagen es de 2.52 cm;
  - En un día cercano al Solsticio de Invierno (cuando  $f=3.0$ ), la imagen proyectada es de 30.67 cm;
  - Ambas observadas cuando la luz del Sol pasa por un orificio en el extremo de un gnomon de 2.44m.
- Las imágenes del Sol permiten proponer que la pulgada y el pie, ingleses, pudieron haberse definido astronómicamente;
- A la luz de este hallazgo, la frase del epígrafe de este cartel, atribuida a Heráclito, no puede sino ser interpretada como referida a la longitud de la imagen del Sol proyectada sobre una superficie; ésta tiene la longitud de un pie humano, entenderíamos;
- La idea del uso de un gnomon instrumentado para la definición de las unidades de longitud y su posterior antropometrización, da pie a establecer el origen de la Metrología en este tipo de observaciones y hace necesario revisar las unidades de longitud de otros sitios arqueoastronómicos (en particular del Pie de Gudea) para verificar su posible uso generalizado.
- Asimismo, esta propuesta implicaría ciertos conocimiento de física por nuestros antepasados; particularmente, del principio del pinhole y del triángulo rectángulo.