



## MEDIDA DEL TIEMPO

=====

**CONCEPTO GENERAL.-** Desde que apareció el hombre sobre la tierra, nace la imperiosa necesidad de medir el tiempo para así poder relacionar los actos de su vida con la de sus semejantes. Por ser el Sol lo que más llama su atención, no es de extrañar que se tomase este astro como referencia.

**UNIDADES.-** Al intervalo entre dos pasos consecutivos del Sol por el mismo meridiano se le denominó día. Conforme el tiempo transcurría se hizo necesario disponer de unos múltiplos del día y así nacieron, la semana, el mes, el año, el lustro, la década y el siglo. Y de unos submúltiplos, hora, minuto y segundo. Los hechos más fundamentales marcan el principio del cómputo llamado era. La nuestra, parte del nacimiento de Cristo, pero existen otras que por prejuicios religiosos siguen los judíos, mahometanos, etc.

Así en el 2012, estamos en el año 6.725 del período Juliano, o en el año 5.773 de la Era de los Judíos, que comenzó nuestro 17 de Setiembre, o en el año 1.434 de la Hégira o época de los Mahometanos que comenzará el día 15 de Noviembre.

**CLASES DE TIEMPO.-** El hombre se da cuenta de que el Sol no tiene un movimiento uniforme, claramente advierte que la sombra meridiana, la más corta del día en su reloj de Sol, no corresponde a intervalos iguales. Se vuelve entonces a las estrellas y entre todas se escoge universalmente una ideal que es el primer punto de Aries, llamándose tiempo sidéreo al referido a ella. Por él se gobiernan los observatorios con sus péndulos de precisión.

En la vida corriente no se emplea el tiempo sidéreo, ni tampoco el referido al Sol verdadero, llamado tiempo verdadero, sino el referido a un Sol imaginario llamado Sol medio, que por tener la propiedad de ser su movimiento uniforme, todos sus días son iguales. Este tiempo se denomina tiempo medio y es fácil de conservar valiéndonos de un cronómetro.

Las relaciones entre estas tres clases de tiempo están perfectamente estudiadas. Siendo uniformes el sidéreo y el medio, hay, naturalmente, una diferencia constante entre ellos siempre conocida, en cambio, entre el verdadero y el medio es necesario calcular su diferencia, diferencia que recibe el nombre de Ecuación de Tiempo. Su valor máximo es de 16 minutos, aproximadamente y se anula cuatro veces al año al coincidir en los equinoccios y los solsticios los Soles medio y verdadero.

Al tiempo medio, cuando se le cuenta a partir del paso del Sol por el meridiano inferior, o sea de la media noche, se le llama tiempo civil, se cuenta de 0 a 24 horas y es por el que se rigen todos los actos de la vida cotidiana.

**VALOR DEL AÑO.-** Denominamos año al intervalo transcurrido entre dos pasos del Sol por el mismo punto de la eclíptica. Se divide en: trópico, sidéreo o anomalístico, según que el punto de referencia sea el equinoccio, una estrella ecuatorial o el perigeo. El año trópico es el de menor duración como consecuencia del movimiento retrógrado de la línea de los equinoccios, sigue después el sidéreo, que representa la duración de la revolución completa y aparente del Sol en su órbita y por último el

anomalístico, que es mayor que el sidéreo porque la línea de los ápsides (extremos del eje mayor de la órbita elíptica del Sol) avanza en sentido directo.

Para hallar el valor del año trópico se anota el paso del Sol por el equinoccio de primavera y al cabo de un cierto número de años se vuelve a anotar y contando en este intervalo las veces que el Sol ha pasado por el meridiano se obtendrán el número de días verdaderos transcurridos. Dividiendo este número por el de revoluciones del Sol, se tendrá el valor del año en días verdaderos. Como por definición, el día medio es el promedio de los días verdaderos del año, el valor obtenido es también el del número de días transcurridos. Efectuando este cálculo, resulta como duración para el año trópico 365.2422... días medios igual a 365 días, 5 horas, 48 minutos y 47.5 segundos.

Para hallar el número de días medios que tiene un año sidéreo bastará hacer una regla de tres, obteniéndose 365.2563... días medios. Por el mismo procedimiento obtendremos el valor del año anomalístico que será de 365.2596... días medios.

**AÑO CIVIL.-** Como ninguno de estos años contiene un número exacto de días, resultan impropios para la medida del tiempo relacionada con los usos de la vida, por lo que se ha convenido en crear el año civil que tiene 365 días justos.

Este año se empieza a contar en el momento que el Sol pasa por el perigeo, y termina cuando vuelve a pasar por el mismo punto. Se divide en doce meses cuya duración es completamente arbitraria y sin conexión alguna con el Sol.

**NOCIONES SOBRE EL CALENDARIO.-** Consiste en una distribución del tiempo en períodos adecuados para los usos de la sociedad. Si el año trópico constase de un número exacto de días sería innecesario el empleo del año civil, pero al no ocurrir así se hizo necesario compensar el atraso que éste experimenta respecto del año trópico.

Los primeros pueblos usaron calendarios lunares, en que la sucesión de los tiempos estaba relacionada con los movimientos de nuestro satélite, existieron también otros luni-solares y finalmente predominó el calendario Solar, usado por todas las naciones civilizadas.

La consecuencia de no tener en cuenta en su aplicación el efectuar las correcciones necesarias, dio como resultado el desacuerdo entre ciertas fiestas que debiendo tener lugar en verano, caían en invierno y las de otoño en primavera. Esto fue causa de que Julio Cesar, en el año 45 antes de Jesucristo, de acuerdo con los astrónomos más notables de su época, ordenara a Sosígenes, astrónomo de Alejandría, su arreglo, dando al año una duración de 365.25 días. Los 0.25 días se compensaban haciendo que en cada período de cuatro años, uno, se incrementase en el mes de Febrero en un día, con lo cual, uno de cada cuatro años, tenía 366 días.

Este día de aumento se intercalaba entre el 23 y 24 y como los romanos llamaban al día 24 sexto de las calendas, al día aumentado se le llamó *bis sextus dies* y a ese año de 366 días se le denomina bisiesto, los tres años restantes siguen con sus 365 días y se llaman años comunes.

La diferencia acumulada de unos tres meses, 85 días, a que se había llegado, se compensó ordenando que aquel año tuviera 15 meses, por lo que fue conocido como año de la confusión.

El Concilio de Nicea, en el año 325, adoptó la llamada reforma Juliana. Esta reforma, a pesar de haber mejorado considerablemente la concordancia entre el año civil y el año trópico, no fue suficiente, toda vez que el valor asignado al año trópico fue algo mayor del que en realidad tiene, resultando que al transcurrir cierto tiempo, volvió a manifestarse diferencias entre las festividades y sus épocas correspondientes, por lo cual en el año 1.563 el Concilio de Trento recomendó al Papa Gregorio XIII, la conveniencia de efectuar una nueva reforma, que el citado Papa ordenó en 1.582.

El calendario así constituido recibe el nombre de Calendario Gregoriano y por él se rigen las naciones cristianas, que han adoptado para el origen, el nacimiento de Nuestro Señor Jesucristo, por lo que el cómputo del tiempo, a partir de ese origen se denomina Era Cristiana.

**CALENDARIO GREGORIANO.-** La Iglesia Católica, adoptó el Calendario Juliano, en el año 325 y como en esa época, el equinoccio de primavera caía el 21 de Marzo, se estimó que siempre sucedería así, por lo que se fijó respecto de esa fecha la fiesta de Pascua. En el año 1.582 el error del calendario era de 10 días y el equinoccio de primavera se había adelantado al 11 de Marzo.

La cuenta del tiempo se refiere al año trópico por la relación que guarda con el principio y fin de las estaciones, pero como este año consta de 365.2422 días medios y se emplea el año civil de 365 días justos, se comete un error anual por defecto de 0.2422 días medios que se compensaba haciendo bisiesto 1 de cada 4 años, pero entonces se cometía un error por exceso, ya que lo atrasado en 4 años era  $(0.2422 \times 4) = 0.9688$  días y lo compensado 1 día, lo que motivó la corrección ordenada por el Papa Gregorio XIII en 1.582.

Por este concepto se hicieron bisiesto todos los años múltiplos de 4, pero como al aumentar 1 día cada 4 años se comete un error por exceso de  $1 - (0.2422 \times 4) = 0.0312$ , que en 400 años llega a  $(0.0312 \times 400) = 12.48$  días, es necesaria otra corrección.

Observemos que un período de 400 años empieza, por ejemplo, el año 1300 y acaba el 1699, ambos inclusive y los terminados en dos ceros, son los años 1300, 1400, 1500 y 1600, que si se les suprime los dos ceros quedan en 13, 14, 15 y 16, por tanto, sólo el 16 cumple la condición de ser múltiplo de 4. Aprovechando esta circunstancia se hace comunes a los años 1300, 1400 y 1500, que por ser en su totalidad múltiplo de 4 deberían ser bisiestos, resultando entonces que son bisiestos todos los años múltiplos de 4, menos aquellos que terminados en dos ceros no sea divisible por 4 sus dos primeras cifras.

De este modo cada 400 años se comete un error por exceso de  $12.48 - 3 = 9.48$ . Como el primer año bisiesto fue el 1600, este exceso acumulado no producirá un día de error hasta el año  $1600 + (9.48 / 0.12) = 1679$ , es decir hasta el año 1679.

La segunda parte de la reforma Gregoriana, consistió en ordenar que del 4 de octubre de aquel año se pasará al 15 del mismo mes, y así hacer coincidir la entrada del equinoccio de primavera del año trópico, con la fecha del 21 de marzo.

**CALENDARIO RUSO.-** Por negarse a admitir los cismáticos griegos la supresión de los 10 días, quedó subsistente este error, que aumentó 1 día en cada uno de los años 1700, 1800 y 1900 que siguieron considerándolos bisiestos, originándose con ello un atraso actual de 13 días

**CALENDARIO REPUBLICANO.-** Durante la Revolución Francesa se adoptó en Francia este calendario que estuvo en vigor desde 1793 a 1806. Para comienzo del año Republicano se eligió el equinoccio de otoño, 22 de setiembre, fecha que coincidió con la instauración de la República. El año se dividía en 12 meses y el mes en treinta días o tres décadas. Los meses se denominaban: Vendimiaire, Brumaire, Frimaire, Nivose, Pluviose, Ventose, Germinal, Floreal, Prairial, Messidor, Thermidor y Fructidor.

Los cinco o seis días sobrantes del año se conservaban para fiestas nacionales. Es de notar la correlación de los nombres con la meteorología y las labores del campo, así Vendimiaire es el mes de la vendimia, Brumaire el de la bruma, Frimaire el del frío, Nivose el de las nieves, Pluviose la lluvia, Ventose el viento; Germinal el mes en que las plantas germinan, Floreal el de las flores, etc. etc.

**CÓMPUTO ECLESIAÍSTICO.-** Es el conjunto de reglas que sirven para fijar las fechas de las fiestas movibles y en particular, la del día de Pascua, que debe celebrarse el domingo siguiente al plenilunio inmediatamente posterior al 20 de marzo. En él desempeña papel importante el Áureo Número, la Epacta y la letra Dominical.

Se llama edad de la Luna, el número de días transcurridos desde el último novilunio, comenzando a contar en éste el número 1. Epacta civil de un año es la edad de la Luna a mediodía del 31 de Diciembre inmediatamente anterior.

Se conoce con el nombre de ciclo lunar o de Meton, un período de 19 años en el que se repiten las fases de la Luna en igual día del año y Áureo Número es el número de orden de cierto año dentro de ese período, que se obtiene determinando el resto de la división por 19 del número de orden del año en la cronología cristiana, aumentado en una unidad.

Designando los 7 primeros días del año con las letras A, B, C, D, E, F y G, se llama letra Dominical del año la que corresponde al primer domingo y conocida la de un año, se obtiene la del siguiente verificando la permutación circular en orden inverso, de modo que si F es la letra Dominical de un año será E la del siguiente. Hay que advertir que cada año bisiesto tiene dos letras Dominicales: una hasta el 25 de Febrero y otra, que es la precedente en orden alfabético, para el resto del año.

Así por ejemplo, a 2008 que fue bisiesto y empezó en Martes, al primer Domingo le correspondió la letra F y esta fue la letra Dominical en la primera parte del año, tomando la E en la segunda, de modo que a 2009 le corresponde como letra Dominical la D, luego empezó en Jueves. 2010 empezó en Viernes y le corresponde como letra Dominical la C. 2011 empezó en Sábado y ostentó como letra Dominical la B. Para llegar al año 2012 cuyo primer día es Domingo y por ser año bisiesto ostentará como letra Dominical la A, hasta el 25 de Febrero y la G para el resto del año. Vemos que efectivamente la permutación circular inversa se cumple.

Se llama ciclo Solar al período de 28 años en que vuelven a coincidir todos los días del año con igual día de la semana y por lo tanto, ser la misma o las dos mismas, la letra o letras Dominicales.

La regla completa para hallar la fecha de la Pascua de Resurrección es la siguiente:

1ª - Se aumenta en 1 el número de orden del año, la suma se divide por 19 y el resto de la división es el Áureo Número.

2ª - Se resta 1 del Áureo Número, el resultado se multiplica por 11, se divide el producto por 30 y el resto es la Epacta civil.

3ª - Si la Epacta civil es  $\begin{cases} <24 \\ \geq 24 \end{cases}$  se resta de  $\begin{cases} 44 \\ 43 \end{cases}$  y se obtiene el plenilunio con

fecha de  $\begin{cases} \text{Marzo} \\ \text{Abril} \end{cases}$  y el Domingo siguiente es el día de Pascua de Resurrección,

cuya fecha puede deducirse hallando el primer día inmediatamente posterior a que corresponde la letra A, según la letra Dominical del año y la letra que corresponde al día del plenilunio.

Ejemplo: Hallar la fecha de la Pascua de Resurrección para el año 2012.

$$\text{Áureo número} = \frac{2012 + 1}{19} = \frac{2013}{19} = 105,94737 - 105 = 0,94737 \cdot 19 = 18$$

$$\text{Epacta civil} = \frac{18 - 1 \cdot 11}{30} = \frac{187}{30} = 6,2333333 - 6 = 0,2333333 \cdot 30 = 7$$

$$\text{Fecha Plenilunio 2012} = 44 - 7 = 37 \text{ de Marzo}$$

Nos indica que el plenilunio tendrá lugar el día 37 de Marzo de 2012. Restaremos los días de Marzo (31) y el Plenilunio tendrá lugar el día 6 de Abril que es Jueves y el domingo siguiente, 8 de Abril será la Pascua de Resurrección.

Por ser A la letra Dominical del año, tendrán la misma letra los que en su orden en el año sean múltiplos de 7 aumentados en una unidad y como el 8 de Abril es el día 99 del año (Enero 31 + Febrero 29 + Marzo 31 + Abril 8 = 99), al 8 de Abril, le corresponderá la letra A, porque 99 aumentado en una unidad =  $(14 \times 7) + 1 + 1$ .  $1 + 1 = 2$  y será lunes y el domingo siguiente 8 de Abril será el día de la Pascua de Resurrección.

Existe una regla de Gauss para obtener directamente la fecha de la Pascua de Resurrección sin necesidad de hacer intervenir ninguno de los elementos anteriores, aunque en realidad a Gauss le sirvieron de base para calcular su regla empírica.

**CÁLCULO DEL DÍA DE LA SEMANA.-** La fórmula que se da a continuación calcula el número de días que hay entre dos fechas dadas. También determina el día de la semana que corresponde a cualquier fecha posterior al 15 de Octubre del año 1.582, ya que los cálculos están basados en el calendario Gregoriano y como sabemos esa fue la fecha de la reforma.

Los días de la semana se identifican por un código que va de 0 a 6 respectivamente de Sábado a Viernes.

Para calcular el número de días entre dos fechas dadas, se calcula primero el factor de cada una de ellas, hallando después la diferencia entre factores.

Fórmula aplicable a los meses de Enero y Febrero:

$$\text{FACTOR} = 365(\text{AAAA}) + \text{DD} + 31(\text{MM} - 1) + \text{ENT}[(\text{AAAA} - 1)/4] - \text{ENT}(3/4[\text{ENT}((\text{AAAA} - 1)/100) + 1])$$

Fórmula aplicable a los meses de Marzo a Diciembre:

$$\text{FACTOR} = 365(\text{AAAA}) + \text{DD} + 31(\text{MM} - 1) - \text{ENT}(0.4\text{MM} + 2.3) + \text{ENT}(\text{AAAA}/4) - \text{ENT}(3/4[\text{ENT}(\text{AAAA}/100) + 1])$$

AAAA = Número del año  
MM = Número del mes

DD = Día del mes  
ENT = Parte entera

El día de la semana que corresponde a una fecha se determina a partir del factor de esa fecha.

$$\text{DÍA DE LA SEMANA} = \text{FACTOR} - [\text{ENT}(\text{FACTOR}/7) \times 7]$$

0 = SÁBADO	4 = MIÉRCOLES
1 = DOMINGO	5 = JUEVES
2 = LUNES	6 = VIERNES
3 = MARTES	

¿Ejemplo: ¿Qué día de la semana fue el 8 de Abril del 2012?

$$\text{Factor} = 365(2012) + 8 + 31(4 - 1) - \text{ent}(0.4 \times 4 + 2.3) + \text{ent}(2012/4) - \text{ent}(3/4[\text{ent}(2012/100) + 1])$$

$$\text{Factor} = 734.996$$

$$\text{Factor día} = [\text{ent}(730.585/7) \times 7] = 734.995$$

$$\text{Día de la semana} = 734.996 - 734.995 = 1$$

1 = DOMINGO

Y como curiosidad final, si nos preguntan ¿Qué es un segundo?, seguramente la mayoría responderíamos: Es la ochenta y seis mil cuatringentésima parte del día. ¿Por qué? Pues porque el día tiene 24 horas, la hora 60 minutos y el minuto 60 segundos y  $24 \times 60 \times 60$  es igual a 86.400. ¿Elemental, verdad?

Pues no, el segundo es:

*“La duración de 9.192.631.770 períodos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de Cesio 133”*

Tiempo ha se contaba que mi buen amigo Argimiro Palacios (Argi para los amigos), antiguo compañero de estudios en la Escuela Oficial de Náutica y Máquinas de Barcelona (ahora Facultad de Ciencias de la Mar, o algo parecido) detuvo su vehículo

en la plaza Palacios, frente a la Escuela, y un agente que estaba de servicio en aquella zona, se le acercó y le dijo con buenos modales y exquisita educación:

- ***“Caballero, por favor, retire su vehículo, aquí no se puede detener”***

Pues ni corto ni perezoso, el insensato de Argi le contestó, con no menos buenos modales ni menos exquisita educación:

- ***“Sr. Agente, tan sólo van a ser cuarenta y cinco mil novecientos sesenta y tres millones ciento cincuenta y ocho mil ochocientos cincuenta períodos de la radiación correspondiente a la transición entre los dos niveles hiperfinos del estado fundamental del átomo de Cesio 133”***

Lo que ya no se llegó a contar fue la respuesta del Sr. Agente.

Como de costumbre a vuestra entera disposición.