

Hacia la definición de la Hora Oficial de Costa Rica

Laboratorio Costarricense de Metrología – Lacomet / Andrés-Monge F. fandres@lacomet.go.cr

Laboratorio de Tiempo y Frecuencia - ICE-LAMETRO / Fallas Cordero O. ofallasc@ice.go.cr

Julio 2026

Resumen: Con el propósito de contar con un reconocimiento oficial de la Hora en Costa Rica, El Laboratorio Costarricense de Metrología (Lacomet), con el apoyo del Ministerio de Economía Industria y Comercio y el Laboratorio de Tiempo y Frecuencia del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE-LAMETRO) han desarrollado un proyecto para la definición de la Hora Oficial de Costa Rica. Dicho proyecto consta de 3 partes, la definición del patrón nacional de tiempo y frecuencia, la declaración de la hora oficial y la diseminación o transferencia de esta marca de tiempo. En este artículo se expone de forma general como se realizan las mediciones de tiempo a nivel global y su diseminación, haciendo un énfasis en la capacidad instalada del país para desarrollar estos servicios de medición y transferencia.

1. Introducción

La definición de la Hora Oficial en Costa Rica es un tema que se remonta a principios del Siglo XX. Luego de la Conferencia Internacional del Meridiano de 1884 donde se definieron los husos horarios a partir del Meridiano de Greenwich, Costa Rica definió su Hora Oficial al menos en un par de ocasiones [1]. Primero en 1910, el presidente Cleto González Viquez decretó que *el Instituto Físico Geográfico determinará la hora astronómica* (referencia internacional), que *la Secretaría de Fomento mantendrá un cronómetro que registrará la hora observada* (patrón de tiempo) y que *La Dirección General de Telégrafos y la Administración de Ferrocarril al Pacífico tomarán la hora oficial... y la comunicará diariamente a todos los centros de su dependencia* (diseminación del tiempo) [2]. Posteriormente, en 1921 el presidente Julio Acosta García actualiza la declaración y establece otros medios de diseminación de la hora al público [3].

A la fecha, no se conocen nuevas declaraciones de la Hora Oficial, sin embargo, se extrae de los decretos citados que la declaración de la Hora Oficial conlleva al menos 3 partes:

- La primera parte, corresponde a la definición del patrón nacional de tiempo y frecuencia. Esta es una declaración técnica oficial de cómo se da la realización del tiempo de forma precisa en el territorio nacional.
- La segunda parte, corresponde definir la Hora Oficial de Costa Rica. Este es un reconocimiento formal sobre la hora observada a nivel nacional la cual está asociada a una referencia internacional.
- La tercera parte corresponde a la diseminación de la Hora Oficial. Para esto, se establecen diferentes métodos de forma que los sectores productivos y el público en general puedan acceder a una marca de tiempo trazable al Sistema Internacional de Unidades (SI).

En las siguientes secciones se exploran estas tres etapas considerando el estado del arte en la medición del tiempo y las recomendaciones internacionales por parte del Buró Internacional de Pesas y Medidas (BIPM).

2. Definición del patrón nacional de Tiempo y Frecuencia

La unidad oficial del Sistema Internacional de Unidades para la medición de tiempo es el segundo, con símbolo s. Dicha unidad se define a partir de la frecuencia de transición hiperfina de un átomo de Cesio 133 la cual tiene un valor de 9 192 631 770 Hz, aprobado en la 13ava Conferencia General de Pesas y Medidas (CGPM). Consecuentemente, el SI acepta para su uso unidades fuera del sistema para la definición del tiempo siendo un día correspondiente a 86 400 s [4].

Existen diferentes métodos para realizar el segundo. En primer lugar, los patrones primarios de frecuencia son aquellos construidos por pocos institutos nacionales de metrología los cuales trazan directamente sus mediciones a la transición hiperfina del Cesio los cuales alcanzan incertidumbres relativas de 1×10^{-16} . Por otro lado, el CCTF ha definido diferentes frecuencias recomendadas para otras especies atómicas las cuales pueden ser intrínsecamente más precisas que el Cesio (1×10^{-18}) sin embargo, son considerados patrones secundarios ya que deben trazarse a la definición del segundo mediante su comparación contra patrones primarios alcanzando incertidumbres relativas entre 1×10^{-14} a 1×10^{-16} [5].

Adicionalmente, existen otros patrones de frecuencia como los relojes comerciales de Cesio los cuales pueden mantener una buena estabilidad y su incertidumbre relativa está en el orden de 5×10^{-13} y los patrones de frecuencia de hidrógeno (hydrogen masers) los cuales tienen mejor estabilidad a corto plazo que los relojes comerciales de cesio y por lo tanto son usados en aplicaciones donde se requiere una referencia estable en periodos menores a 1 día [5].

En Costa Rica, el ICE-LAMETRO cuenta con el reconocimiento de Laboratorio Nacional

Designado en las magnitudes de tiempo, frecuencia y fibras ópticas por lo tanto es el instituto encargado de desarrollar los patrones nacionales en dichas magnitudes [6, 7]. Esta responsabilidad, le da la competencia de diseminar la hora nacional asociada a la definición del Tiempo Atómico Internacional (TAI) y el Tiempo Universal Coordinado (UTC) siendo el laboratorio nacional con la mejor capacidad para definir el tiempo en Costa Rica, así reconocido mediante el Acuerdo de Reconocimiento Mutuo del Comité Internacional de Pesas y Medidas (CIM-MRA) [8]. Para esto, el ICE-LAMETRO cuenta con un ensamble de 3 patrones atómicos de Cesio 133 los cuales están interconectados para evaluar su estabilidad y definir la hora en el territorio nacional con una incertidumbre expandida ($k = 2$) de 20 ns. A su vez, la señal generada por los patrones nacionales de Cesio 133 es reportada periódicamente al Buró Internacional de Pesas y Medidas (BIPM), de forma que aportan a la definición del UTC y permite evaluar su diferencia con respecto a las señales de tiempo de todos los laboratorios participantes mediante los resultados mensuales obtenidos tanto en la Circular T como en la comparación semanal UTCr [9]. De esta forma, el Lacomet ha publicado en el Diario Oficial La Gaceta 176 del 22 de setiembre del 2025 la declaración del patrón nacional de la magnitud física de tiempo con las características anteriormente descritas [10]. Esta declaración separada de la definición de la Hora Oficial, facilita la actualización del patrón nacional con miras a la futura redefinición del segundo y su desarrollo a nivel nacional sin afectar la designación de la Hora Oficial.

3. Definición de la Hora Oficial de Costa Rica

La definición de la hora UTC es un esfuerzo global por mantener un marco de referencia para marcar el paso del tiempo. Esta se genera

a partir de la operación de aproximadamente 450 relojes entre relojes atómicos de Cesio 133, relojes ópticos, patrones de frecuencia de Rubidio y patrones de frecuencia de Hidrógeno distribuidos en 88 laboratorios a nivel mundial [11] [12]. El Departamento de Tiempo y Frecuencia del BIPM es el encargado de recopilar la información reportada periódicamente por todos los relojes, computar mediante un algoritmo una ponderación del tiempo. El resultado de la ponderación de los distintos relojes corresponde al Tiempo Atómico Internacional (TAI) el cual es una escala de tiempo continua. El TAI sin embargo, difiere ligeramente del tiempo de rotación de la Tierra (UTI) ya que esta se está desacelerando (o acelerando recientemente), por lo tanto, es ajustado mediante la adición de segundos intercalares (leap seconds) para que ambas escalas coincidan, resultando en la definición de la escala UTC [11]. Actualmente, se están discutiendo cambios en la definición de las diferentes escalas de tiempo con el objetivo de prescindir de los segundos de salto, objeto de discusión para la 28ava CGPM del 2026. Para más información ver [13].

Como se mencionó en la sección 2, Costa Rica cuenta con un ensamble de 3 patrones de Cesio 133 para la marca del tiempo en el territorio nacional. El tiempo registrado por los relojes del ICE-LAMETRO es reportado al BIPM periódicamente y los resultados de sus mediciones son utilizados para la ponderación de UTC. Una vez al mes, el BIPM publica los

resultados de la diferencia entre la hora realizada por cada laboratorio, el tiempo UTC mediante la Circular T [12]. En la figura 1 se muestra el resultado de la diferencia UTC - UTC(ICE) entre octubre y diciembre del 2025. De forma complementaria, ICE-LAMETRO participa en la realización rapida UTCr que se publica semanalmente y proporciona valores diarios de [UTCr – UTC(k)] para un subconjunto de laboratorios que contribuyen con datos a la Circular T mensual. La participación en UTCr es voluntaria, siempre que los laboratorios se comprometan a enviar datos diariamente al BIPM. Si bien los resultados de UTCr son consistentes con los de la Circular T en el rango de unos pocos nanosegundos, la Circular T del BIPM sigue siendo la única fuente de trazabilidad a UTC.

Por otro lado, el ICE-LAMETRO participa dentro del Grupo de Trabajo en Tiempo y Frecuencia del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) donde se desarrolla una escala de tiempo continúa generada y publicada en tiempo real (actualizada cada hora) mediante la comparación de los relojes pertenecientes a los institutos de Norte, Centro y Sur América y el Caribe [14]. La publicación de esta información permite identificar, mediante mediciones actualizadas cada 10 minutos, el desfase entre la referencia nacional de los diferentes países como se muestra en la figura 3.

Date 2025 MJD	0h UTC	OCT 31 60979	NOV 5 60984	NOV 10 60989	NOV 15 60994	NOV 20 60999	NOV 25 61004	NOV 30 61009	Uncertainty/ns Notes		
Laboratory k		[UTC-UTC(k)]/ns							uA	uB	u
DTAG (Frankfurt/M)		-16.9	-12.4	-10.0	-7.1	-6.8	-3.7	3.2	0.2	2.8	2.8
ESA (Noordwijk)		-0.8	-0.9	-1.3	-1.1	-0.9	-2.1	0.0	0.2	2.8	2.8
HKO (Hong Kong)		549.9	570.2	588.9	605.6	614.1	620.4	628.1	0.2	3.8	3.8
IBM (La Paz)		182.8	170.2	172.4	194.0	172.5	149.9	144.9	4.0	7.7	8.7
ICE (San Jose)		32.8	33.0	28.0	39.8	43.4	31.3	23.7	0.2	7.1	7.1

Figura 1. Diferencia UTC-UTC(k) reportada en la circular T 455 [12].

UTCr_2604
2026 JANUARY 28, 08h UTC

BUREAU INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES
THE INTERGOVERNMENTAL ORGANIZATION ESTABLISHED BY THE METRE CONVENTION
PAVILLON DE BRETEUIL F-92312 SEVRES CEDEX TEL. +33 1 45 07 70 70 tai@bipm.org

Computed values of [UTCr-UTC(k)]

Date 2026	0h UTC	JAN 19	JAN 20	JAN 21	JAN 22	JAN 23	JAN 24	JAN 25
MJD		61059	61060	61061	61062	61063	61064	61065
Laboratory k		[UTCr-UTC(k)]/ns						
AOS (Borowiec)		1.8	1.5	1.5	1.2	1.2	1.0	0.9
APL (Laurel)		1.1	1.1	0.9	0.8	0.8	0.7	0.4
AUS (Sydney)		-15.4	-14.8	-12.5	-13.6	-12.6	-8.1	-5.3
AZ (Baku)		556.8	561.0	563.2	566.8	569.7	570.4	575.7
BEV (Wien)		-13.6	-8.6	-9.3	-8.9	-8.6	-5.0	1.0
BIRM (Beijing)		-1.7	-1.4	-1.2	-1.1	-0.9	-0.2	-0.1
BSJ (Kingston)		18.8	13.6	21.1	6.8	9.8	18.0	18.6
CH (Bern-Wabern)		-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.2	-0.2
CNM (Queretaro)		-3.0	-4.2	-7.8	-5.2	-2.6	0.0	-1.7
CNMP (Panama)		-9.9	-4.0	-2.2	-2.2	1.8	2.1	0.7
DLR (Oberpfaffenhofen)		-1.5	-0.4	0.4	1.3	1.4	1.4	1.0
DMDM (Belgrade)		-31.6	-35.2	-36.5	-36.0	-33.3	-29.0	-30.1
DTAG (Frankfurt/M)		36.0	38.5	36.8	35.2	31.2	31.7	34.7
ESA (Noordwijk)		-1.2	-1.5	-1.4	-1.2	-1.6	-1.3	-1.3
HKO (Hong Kong)		799.2	804.3	810.4	812.3	819.0	819.0	821.5
IBM (La Paz)		74.3	75.2	76.2	79.2	77.7	69.2	71.2
ICE (San Jose)		74.1	75.1	71.8	67.9	67.1	65.3	62.3

Figura 2. Diferencia UTCr-UTC(k) reportada en la UTCr_2604 [12].

							
	United States SIMT(NIST)	Mexico SIMT(CNM)	Canada SIMT(NRC)	Panama SIMT(CNMP)	Brazil SIMT(ONRJ)	Costa Rica SIMT(ICE)	
	United States SIMT(NIST)	-36.0	0.6	5.2	51.3	-48.6	
	Mexico SIMT(CNM)	36.0		35.0	38.5	90.9	-12.8
	Canada SIMT(NRC)	-0.6	-35.0		7.4	39.5	-45.1
	Panama SIMT(CNMP)	-5.2	-38.5	-7.4		27.3	-52.5
	Brazil SIMT(ONRJ)	-51.3	-90.9	-39.5	-27.3		-59.1
	Costa Rica SIMT(ICE)	48.6	12.8	45.1	52.5	59.1	

Figura 3. Extracto de la comparación de patrones de tiempo del SIM. Los valores representan la diferencia entre relojes en ns [14].

La competencia técnica del ICE-LAMETRO en el mantenimiento del patrón nacional basta para comprender que el desarrollo de la escala de tiempo en Costa Rica y la declaración de una Hora Oficial debe corresponder a la UTC(ICE) para nuestra zona horaria en particular (UTC-6). Sin embargo, no es competencia de dicho laboratorio hacer la declaración oficial al este ser un Instituto Designado por el Lacomet para

el mantenimiento de dichas capacidades, mientras que el Lacomet es el responsable de establecer la estructura metrológica nacional y por lo tanto definir estos temas desde el punto de vista metrológico. De esta forma, el Lacomet en conjunto con el MEIC, como ministerio rector del Sistema Nacional para la Calidad han trabajado en el texto para oficializar y actualizar mediante decreto, la Hora Oficial de Costa Rica a partir del patrón nacional publicando en el

diario oficial La Gaceta el Decreto Ejecutivo 45790-MEIC estableciendo la hora oficial y derogando cualquier declaración anterior que se encuentre en desuso [15].

4. Diseminación del tiempo en Costa Rica

Una vez definida la Hora Oficial el tercer paso corresponde a definir los mecanismos mediante los cuales se disemina, se consume o se utiliza el servicio de la marca de tiempo trazable al SI. Para esto, existen diferentes mecanismos dependiendo del nivel de exactitud y seguridad requerido en cada aplicación; a continuación, se describen brevemente algunos de los mecanismos disponibles para su diseminación.

4.1. Publicación de la hora mediante sitio web

Este es el método más sencillo para ofrecer al público una referencia en tiempo real de la hora local en el territorio nacional. Consiste en un reloj web el cual mantiene actualizada la hora de un servidor conectado a la señal del Patrón Nacional de Tiempo. Este servicio público y gratuito permite a cualquier ciudadano con conexión a internet observar a la Hora Oficial y recibir información del desfase entre la hora del dispositivo de consulta (computadora, teléfono inteligente u otro). La desventaja de este tipo de servicio es que no es trazable al SI dado que no se puede hacer una evaluación y declaración completa de las fuentes de incertidumbre de medida que influyen en la exactitud de la medición del tiempo. Actualmente el ICE-LAMETRO mantiene un sitio web con este servicio en referencia [6].



Figura 4. Hora local del ICE-LAMETRO junto con la diferencia entre el ICE y la computadora desde la cual se hizo la consulta [6].

4.2. Conexión NTP

El protocolo de tiempo de red (NTP por sus siglas en inglés) es una metodología mediante la cual una computadora mantiene una referencia de tiempo en tiempo real mediante la conexión a un servidor conectado a una fuente trazable de tiempo y frecuencia [16]. Típicamente, los institutos que generan una realización de tiempo y frecuencia independiente y que participan en la ponderación de UTC pueden mantener uno o más servidores sincronizados con el patrón de tiempo y frecuencia. La topología mediante la cual el laboratorio hace disponible el servicio de consulta de la hora con marca de tiempo trazable varía de país en país [17]. De forma general, el cliente, mediante software especializado realiza una consulta periódica del tiempo del servidor y determinando la diferencia entre el tiempo de su equipo y la del servidor [18]. Los tiempos de envío y retorno de la información son también registrados y considerados en el presupuesto de

incertidumbres para la definición de la hora trazable [16]. Mediante esta metodología, el Laboratorio de referencia puede ofrecer diferentes niveles de conexión, gratuitas o de pago, e incluso puede emitir un certificado (en papel o digital) mensual de los resultados [19], equivalente a un certificado de calibración en cumplimiento con los requisitos de la norma INTE/ISO/IEC 17025:2017 [20]. Estos servicios pueden inclusive alcanzar una exactitud de 100 μ s [16]. A nivel nacional el ICE-LAMETRO cuenta con la infraestructura para ofrecer este tipo de servicios a clientes nacionales que requieran una conexión de tiempo trazable al SI y continua mediante el mantenimiento de un “pool” de servidores NTP sincronizados al Patrón Nacional de Tiempo [17].

4.3. Conexión TWSTFT

La transferencia satelital de tiempo y frecuencia de doble vía (TWSTFT por sus siglas en inglés) es un método de transferencia de la marca de tiempo mediante satélites. Este tipo de conexiones permiten mayores exactitudes sin embargo requieren un mayor grado de complejidad en su implementación. En este esquema, el cliente cuenta con un reloj o generador de frecuencia independiente y estable (un reloj atómico de Cesio por ejemplo) el cual se comunica con la señal del patrón de tiempo y frecuencia nacional vía satelital [19]. De esta forma, se realiza una comparación constante entre relojes y se puede estimar una incertidumbre de medida a partir de la señal trazable al SI del patrón nacional, tomando en consideración todos los elementos que participan en la conexión. Como beneficio, se logran las mejores exactitudes para una conexión remota entre el cliente y el laboratorio. Este tipo de conexiones pueden alcanzar incertidumbres en el orden de 50 ns [16].

Como se explica anteriormente, existen diferentes metodologías para transmitir una señal de tiempo asociada a la hora oficial del país. La lista anterior es descriptiva sin intención de ser exhaustiva, otros métodos de diseminación involucran el uso de señales de radio, telefonía o de Sistemas Globales de Navegación Satelital (GNSS por sus siglas en inglés) [19, 21]. La metodología depende del requerimiento de exactitud de la aplicación como la sincronización de la red eléctrica nacional, los sistemas de finanzas públicos y privados, los servicios de firma digital, las telecomunicaciones, la exploración espacial entre otros. A nivel nacional diferentes entes rectores en estas materias, definen los criterios de exactitud para la sincronización del tiempo con los que se deben operar estos sistemas. Es importante que en todas estas aplicaciones se considere la trazabilidad al SI como elemento esencial, garantizando la validez y la seguridad de la información y su continuidad en el tiempo.

5. Conclusiones

Costa Rica cuenta con la capacidad y la competencia técnica para el desarrollo de la hora UTC local con una exactitud menor a 100 ns. Esta marca de tiempo y frecuencia independiente y trazable al SI posicionan al país como una referencia regional en la diseminación del tiempo. El proyecto de definición de la Hora Oficial de Costa Rica busca aprovechar esta capacidad y ponerla al servicio de los sectores productivos y los consumidores a través de diferentes esquemas de diseminación. Con este proyecto se avanza hacia la modernización de los servicios metrológicos que se ofrecen a nivel nacional y se robustece la calidad de los servicios que se ofrecen a nivel nacional.

Referencias

- [1] F. J. S. Chaves, «Costa Rica en el mundo: Conferencia Internacional del Meridiano (Washington, 1884),» Repositorio Institucional Kérwá, 2009.
- [2] República de Costa Rica, Colección de Leyes y Decretos, Tipografía Naiconal, 1910.
- [3] Poder Ejecutivo, «Declaración de la Hora Oficial de la República,» Diario Oficial la Gaceta, 13 Enero 1921.
- [4] BIPM, The International System of Units (SI) 9th Edition, V3.02 ed., 2019.
- [5] CCTF, SI Brochure: Mise en pratique for the definition of the second in the SI, 9th edition ed., 2019.
- [6] ICE, «Laboratorio de Metrología - LAMETRO,» [En línea]. Available: <https://www.grupoice.com/wps/portal/ICE/telecomunicaciones/lametro>. [Último acceso: 08 01 2026].
- [7] Laboratorio Costarricense de Metrología, «Laboratorios Designados,» [En línea]. Available: <https://lcm.go.cr/acerca-de/laboratorios-designados/>. [Último acceso: 08 01 2026].
- [8] CIPM, «Key Comparison Data Base (KCDB),» [En línea]. Available: <https://www.bipm.org/kcdb/cmcc/search?domain=PHYSICS&areaId=7&keywords=&specificPart.branch=-1&specificPart.service=-1&specificPart.subService=-1&specificPart.individualService=-1&countries=1&countries=18&publicDateFrom=&publicDateTo=&unit=-1&minValue=&ma>. [Último acceso: 09 01 2026].
- [9] BIPM, «Circular T,» [En línea]. Available: <https://www.bipm.org/en/time-ftp/circular-t>. [Último acceso: julio 2026].
- [10] Laboratorio Costarricense de Metrología, «Declaración del Patrón Nacional de Medida de la Magnitud de Tiempo,» Diario Oficial La Gaceta, vol. 176, 22 09 2025.
- [11] G. Panfilo y F. Arias, «The Coordinated Universal Time (UTC),» Metrologia, vol. 56, 2019.
- [12] Time Department, BIPM, «Circular T no. 455,» 2025.
- [13] N. Dimarq y P. Tavella, «Report from the CCTF, Proposals for Resolutions at the 28th CGPM,» de 24th Meeting of NMI Directors at the BIPM, Sevres, Francia, 2025.
- [14] SIM, «SIM Time Network,» [En línea]. Available: https://sim.nist.gov/scripts/sim_rx_grid.exe. [Último acceso: 09 01 2026].
- [15] Ministerio de Economía, Industria y Comercio, «Hora Oficial de Costa Rica,» Diario Oficial La Gaceta, vol. 142, 30 07 2026.

[16] M. Wouters, How to use NMI Network Time Protocol Servers to Obtain Traceable Time and Frequency, Version 1.0.1 ed., National Measurement Institute Australia, 2015.

[17] O. Fallas, A. Novick y C. Rodriguez, «NTP dissemination services and automated monitoring,» de BIPM-SIM UTC Summer School, Queretaro, Mexico, 2025.

[18] NRC Canada, «Network Time Protocol (NTP),» [En línea]. Available: <https://nrc.canada.ca/en/certifications-evaluations-standards/canadas-official-time/network-time-protocol-ntp>. [Último acceso: 08 01 2026].

[19] Radiocommunication Bureau, ITU, Satellite Time and Frequency Transfer and Dissemination Handbook, 2010.

[20] INTECO, INTE/ISO/IEC 17025:2017 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración, 2017.

[21] Poder Ejecutivo Nacional, Decreto N° 1792 Créase el Servicio Público Nacional de la Hora Oficial, el que será prestado en todo el territorio nacional por el Servicio de Hidrografía Naval, Buenos Aires, Argentina, 1983.