

inicio  
sobre nosotros  
normas editoriales  
números anteriores



revista digital

30

may – ago 2017

índice

Cruce de caminos

## Conocimiento y valoración del Patrimonio Ferroviario Mexicano

**Kevin Gustavo Hernández Flores**

Anotaciones: Lizbeth Celaya Vargas. Revisión: Bruno Sebastián Wilson Ebergenyi, Subdirección de Conservación y Restauración del CNPPCF

### Resumen

El servicio social, como una de las prácticas necesarias dentro de la formación universitaria, permite consolidar la formación profesional, además de vincular a las universidades con las instituciones y a los estudiantes con las diferentes prácticas de la sociedad. En el caso del Centro Nacional para la Preservación del Patrimonio Cultural Ferrocarrilero/ Museo Nacional de los Ferrocarriles Mexicanos, estos programas encierran actividades que vinculan conocimiento con la conservación y la difusión de este particular patrimonio que resguardamos. En la Subdirección de Conservación y Restauración existen programas de investigación, conservación y restauración en bienes ferroviarios de índole tecnológica, que se realizan desde estrictos protocolos de intervención y que permiten a los estudiantes de ingeniería mecatrónica conocer, investigar, diagnosticar e intervenir bienes específicos. Este proyecto en particular, que es el que presentamos a continuación, tuvo como objetivo lograr la restauración de los multímetros, amperímetros, voltímetros y miliamperímetros que pertenecieron a las áreas de electricidad y telégrafos de los Ferrocarriles Nacionales de México y que hoy se resguardan en el Almacén de Colecciones de Bienes Muebles Históricos.

**Palabras clave:** conservación, restauración, protocolos de intervención, aparatos de medición, voltímetros, amperímetros, miliamperímetros.

### Abstract

Social Service, as one of the necessary practices that are part of an academic training, allows the student to consolidate vocational training. It also allows for connections between universities and institutions and between students and different opportunities that society sometimes offers them. At the National Center for the Preservation of Railway Cultural Heritage / National Mexican Railway Museum, these programs include activities that link technical knowledge with conservation and dissemination of this particular kind of heritage that we keep. At the Conservation and Restoration Department there are research, conservation, and restoration programs with railroad technological heritage that allow Mechatronics students to learn, research, diagnose and intervene specific objects. This particular project which we show to you now, was aimed at the restoration of multimeters, ammeters, voltmeters and milliammeters that belonged to the Electricity and Telegraph Departments of the National Railways of Mexico. Today they are stored at the Storehouse of Movable Historic Goods.

**Keywords:** Conservation, Restoration, History of technology, Historic measurement apparatus, Voltmeters, Ammeter, Milliammeters.

### Introducción

El programa de Servicio Social estuvo a cargo de Bruno Wilson Ebergenyi, Subdirector de Conservación y Restauración del CNPPCF, la supervisión la realizó Lizbeth Celaya Vargas en su calidad de profesional en análisis especializados y la realización corrió a cargo del ahora ingeniero en mecatrónica Kevin Gustavo Hernández Flores, estudiante de la Facultad de Ciencias de la Electrónica de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Este documento muestra el procedimiento que se realiza durante las intervenciones de aparatos y herramientas históricas en la Subdirección de Conservación y Restauración del CNPPCF, enfocado en dos casos. Cada uno incluye una introducción, su historia clínica en la que se describe su estado de conservación, imágenes del proceso, características y funcionamiento de la pieza.

Al final se presentan tres anexos; la documentación realizada a cada pieza a intervenir, en el caso del ejemplo uno un manual de uso y en el ejemplo dos un tríptico, ambos con el objetivo de dar a conocer el mecanismo, la forma de uso y datos importantes sobre este acervo. Presentaremos también, a manera de conclusión, la lista descriptiva de todas las piezas intervenidas en este proyecto.

### Conservación y restauración de aparatos de mediciones de rangos eléctricos. Miliamperímetros, milivoltímetro, voltímetros y voltímetros del CNPPCF/MNFM.

Dentro del universo de bienes que el CNPPCF/MNFM resguarda, conserva y difunde, se encuentran una serie de aparatos destinados al uso de mediciones eléctricas que, sobre todo, provenían de la Bodega de electricidad y telégrafos de Buenavista, en la Ciudad de México. Este programa específico de Práctica Profesional la Subdirección y Restauración, planteó la evaluación de este acervo y su diagnóstico y restauración operativa.

La razón principal de la elección de este programa para estudiantes de ingeniería mecatrónica, se da principalmente por el trabajo de restauración de bienes muebles históricos de corte tecnológico, el cual se encuentra dentro de las áreas de electricidad y electrónica.

En cuanto a las expectativas, consideramos que es de gran valor recuperar esta clase de objetos históricos, pues además de ser una contribución histórica, lograr su estado de funcionamiento original representa retomar conocimientos básicos de ingeniería.

### **Identificación del área de estudio del plan de estudios, en la cual se ubica el desarrollo de las actividades que realizará en la práctica profesional**

Electricidad y magnetismo, instrumentación.

### **Descripción general del funcionamiento y operación de la institución en la que se realiza la práctica, con base en las observaciones registradas por el estudiante**

Las actividades realizadas por la institución se encuentran orientadas a la conservación y restauración material, y en algunos casos, operativa de los equipos, es necesario realizar investigación sobre cada bien a intervenir para contar con conocimientos sobre su manufactura e intervenir con estricto apego a su originalidad y respeto histórico.

### **Actores que intervienen en los procesos**

La práctica se realiza dentro de la Subdirección de Conservación y Restauración, en el laboratorio de Conservación y Restauración del mismo Centro, trabajo conjunto en el que el Almacén de Bienes Muebles Históricas vincula su labor cotidiana por el resguardo, estabilización y restauración de los bienes en cuestión.

Propone el trabajo el Subdirector de Conservación y Restauración Bruno Sebastián Wilson y la restauradora Lizbeth Celaya Vargas organiza las actividades, como la estabilización de materiales y la investigación de las piezas a intervenir, así como la realización de los reportes.

### **Descripción de la situación o situaciones en las que interviene el estudiante, por medio del desarrollo de actividades asignadas durante la práctica**

Manejo de equipo eléctrico para lograr su completo funcionamiento. Entre las actividades realizadas se encuentran la evaluación del equipo y confirmar aquel de mejores condiciones. Evaluar el rango de voltaje óptimo y descartar fuentes de voltaje que resulten insatisfactorias.

## **CASO 1. MILIAMPERÍMETRO WESTON DE CORRIENTE DIRECTA MODELO 264. MUSEO NACIONAL DE LOS FERROCARRILES MEXICANOS**

### **Laboratorio de conservación**

### **Restauración operativa**

LCMNFM\_\_16-035-07

### **Historia Clínica**

#### **1. Identificación de la obra**

- 1.1. Título: Miliamperímetro Weston de corriente directa modelo 264
- 1.2. Autor: Weston Electrical Instrument Corp.
- 1.3. Colección: ABMH/CNPPCF/MNFM
- 1.4. No. de inventario: H0030328IM000000075
- 1.5. No. de localización: MNFM-2-PA-00039-AQ/BQ0000
- 1.6. Descripción: Miliamperímetro analógico marca Weston
- 1.7. Medidas: 6.3×15.9×11.4cm.
- 1.8. Fecha:
- 1.9. Procedencia: Buenavista Ciudad de México (Bodega de Electricidad y Telégrafos)

#### **2. Estado de conservación**

Este ya había tenido una restauración estética, así que presentaba buen estado de conservación.

#### **3. Análisis de laboratorio**

Se verificó la conservación de sus cables y partes, y después se hicieron pruebas de medición.

#### **4. Croquis (al reverso)**

Todos los tipos de galvanómetros contienen básicamente todos estos tipos de elementos

### 5. Propuesta de intervención

- Realizar una medición y compararla con un multímetro digital.
- Revisar la continuidad de todo y verificar su conexión.
- Calibrar la aguja de medición.

### 6. Tratamiento efectuado

Inicio de tratamiento: 11/07/2016 Conclusión: 15/07/2016

El primer día se trató de abrir la caja, pero no se pudo, así que solo se limpió la superficie de este instrumento, busqué en el CEDIF información, no hay informes. El segundo día se calibró la aguja de medición.

Después se hizo la medición de un circuito compuesto por una batería, en este caso un cargador de un disco duro de 12V y una lámpara de leds ultra brillantes, tanto en un multímetro digital como en el miliamperímetro.

### 7. Registro fotográfico



### 8. Descripción de resultados

Como la escala del multímetro digital es muy grande, solo marco un número el multímetro 0.06A

Como el miliamperímetro tiene un mejor rango de medición este nos dio un número más exacto 61mA

Para hacer la medición con un amperímetro (en este caso miliamperímetro), este se debe conectar en serie al circuito que se medirá.

Entonces usamos un cargador de un disco duro externo (12V), y unas lámparas de leds ultra brillantes y medimos la corriente que pasa por ese circuito.

Después de medir con un multímetro digital la corriente de este circuito se midió con el miliamperímetro.

### 9. Conclusión

- El Miliamperímetro se pudo restaurar para su funcionamiento y como ya tenía restauración estética, se guardará en el almacén para su próxima exhibición.
- Al tener un mejor rango de medición para el circuito hecho, dio un resultado más exacto que el multímetro digital.
- Presentaba un buen estado de conservación, hubo intervención mínima.
- Se realizó un manual de uso que se anexa en el presente documento.

Fig. Medición con miliamperímetro

## CASO 2. VOLTÍMETRO MARCA WESTON MODELO 341. AÑO 1932. MUSEO NACIONAL DE LOS FERROCARRILES MEXICANOS

### Laboratorio de conservación

### Restauración operativa

LCMNFM\_16-016-08

LCMNFM\_16-016-08

#### Historia Clínica

#### 1. Identificación de la obra

1.1. Título: Voltímetro de corriente alterna y directa

1.2. Autor: Weston Electrical Instrument

1.3. Colección: Almacén de Bienes Muebles Históricas

1.4. No. de inventario: H0030328IN160002268

1.5. No. de localización: MNFM-2-PA-00025-AQ BQ 0000

1.6 Descripción: Voltímetro de corriente alterna y corriente directa con un máximo de escala de 300V en AC/DC. El medidor se pone en circuito por medio de un pulsador (parte inferior izquierda) y se realiza la medición a través de sus terminales (parte superior). Cuenta con dos rejillas de ventilación para evitar sobrecalentamiento en el medidor; ya que el paso de corriente a través del circuito eleva la temperatura y esto puede influir en la medición y en el estado de conservación de las piezas.

1.7. Voltímetro analógico (cuenta con una manecilla que se mueve a través de una escala graduada de 0 – 300 dependiendo de la medición).

1.8. Medidas: 21×26.5×14.5cm

1.9. Fecha: jun-11-1932

1.10. Procedencia: Buenavista Ciudad de México (Bodega de Electricidad y Telégrafos)

## 2. Estado de conservación

Presentaba pérdidas de pequeñas piezas de sujeción (tuercas, tornillos), presentaba polvo, pequeños daños por uso (en su tiempo), pérdida de manija para maleta y muy leve oxidación en las láminas de resistencias.

## 3. Análisis de laboratorio

Se le hizo medición de resistencia en sus láminas, su resultado fue de 6.85 kilo ohmios, lo cual estaba bien. La medición analógica estaba bien conservada, no fue necesario intervenirla. Y se le realizaron varias mediciones, tanto en corriente directa como en corriente alterna.

## 4. Croquis

En este caso se presentó imagen fotográfica con las diferentes piezas que componen el bien histórico.

## 5. Propuesta de intervención

Se pretende verificar el estado funcional de las piezas que componen el voltímetro y verificar el estado funcional de estas.

Se pretende realizar mediciones ya conocidas y compararlas con las realizadas por un multímetro digital actual:

- Medición de voltaje de un foco (110 – 127V)
- Un cargador de computadora (19.2 – 21.5V)

## 6. Tratamiento efectuado

1. Selección del aparato a restaurar.
2. Revisión de su estado de conservación y limpieza a fondo el voltímetro.
3. Realización de distintas mediciones.
4. Medición de la resistencia eléctrica de las láminas de resistencia del voltímetro.
5. Realización de mediciones de voltaje en corriente directa.
6. Realización de mediciones de voltaje en corriente alterna.
7. Conexión en serie el circuito, incluyendo a ambas magnetas.
8. Comprobación del funcionamiento óptimo del voltímetro.

Inicio de tratamiento: 17 de mayo de 2016

Conclusión: 19 de mayo de 2016

**7. Registro fotográfico** En el primer día se seleccionó el voltímetro a restaurar y se abrió para verificar su estado de conservación. Posteriormente, se procedió a limpiar las piezas que lo componen y se volvió a guardar en su caja.

Fig. 5 Voltímetros Weston modelo 341

Fig. 6 Parte trasera del voltímetro

El segundo día se probó continuidad de sus cables soldados y se midió la resistencia interna del voltímetro. Se realizaron mediciones, tanto de corriente alterna como de corriente directa, y se verificó la medición con un multímetro digital actual.

Fig. 8 Prueba con voltímetro Weston (CA)

Fig. 7 Prueba con multímetro digital (CC)

Fig. 9 Limpieza del voltímetro



Fig. 10 Voltímetro vuelto a ensamblar

## 8. Descripción de resultados

La medición de resistencia en las láminas del voltímetro fue de 6.85 kilo ohmios, estaba en rango.

La medición del cargador de computadora: 19.5V (corriente continua) no sirvió. Se cree que el voltímetro solo mide corriente alterna.

La medición de la instalación de la subdirección de Conservación y Restauración del Museo Nacional de Ferrocarriles de 129V (corriente alterna) dio en medida exacta con un multímetro digital y con el voltímetro analógico Weston modelo 341.

#### 9. Conclusión

El voltímetro Weston modelo 341 aún está en funcionamiento y solo mide corriente alterna, ya que en las pruebas realizadas no marco ningún resultado al medir corriente directa.

Históricamente, este voltímetro se colocaba en la cabina de mando de la locomotora para medir los voltajes en los cambios de velocidades.

El proyecto se realizó exitosamente y el voltímetro Weston ahora presenta un estado funcional listo para su operación, así como para una restauración estética y próxima a presentarse al museo.

Buscando información en internet se comprobó que el voltímetro solo realiza medición en corriente alterna.

Se realizó un tríptico para realizar difusión sobre la pieza.

#### 10. Recomendaciones de mantenimiento

- Realizar limpieza cada seis meses para evitar acumulación de polvo.
- No ponerlo en lugares con alta temperatura.
- Evitar que se caliente demasiado el medidor.

#### 11. Bibliografía de referencia

Para conocer acerca de la empresa y el medidor (libros):

- *Westinghouse Catalogue Of Electrical Supplies*, 1928-1930, International Edition.
- *General Electric Catalogue 6001B*, International General Electric Company Inc. Schenectady; N.Y.

Puede encontrar los libros en la Biblioteca especializada del CEDIF, anexo imágenes de los libros.

Para conocer más sobre las pruebas a realizar puede consultar las siguientes ligas:

[http://ijl.mbnet.fi/weston\\_341.html](http://ijl.mbnet.fi/weston_341.html)

<http://www.richardsradios.co.uk/weston%20type%20341meter.html>

[http://www.radiomuseum.org/r/weston\\_acdc\\_voltmeter\\_341.html](http://www.radiomuseum.org/r/weston_acdc_voltmeter_341.html)

[http://www.radiomuseum.org/r/weston\\_precision\\_ac\\_dc\\_voltmete.html](http://www.radiomuseum.org/r/weston_precision_ac_dc_voltmete.html)

Tratamiento realizado por: Kevin Gustavo Hernández Flores, práctica profesional 2016.

### Resultados finales del proyecto de práctica profesional asignada

Siguiendo el protocolo que hemos mencionado, se realizó la intervención de once piezas utilizadas para mediciones de rangos eléctricos. El resultado se muestra en la siguiente tabla.

## ANEXOS

### ANEXO 1.

#### INVESTIGACIÓN REALIZADA PARA LA INTERVENCIÓN DE LAS PIEZAS.

Como se mencionó al inicio del texto, es necesario conocer, de manera general, conceptos relacionados con la teoría de la restauración y con elementos básicos de ingeniería y electricidad.

En este caso se revisó la Ley federal sobre monumentos y zonas arqueológicas, artísticas e históricas,<sup>1</sup> generalidades sobre galvanómetro y además estudiamos conceptos dentro del Laboratorio como una mínima intervención e instancia histórica de los objetos. Presentamos a continuación algunos textos realizados para la intervención a estos bienes.

#### **Galvanómetro**

Una de las aplicaciones del momento mecánico de una bobina dentro de un campo magnético es el galvanómetro. Un galvanómetro es un dispositivo mecánico- electromagnético capaz de medir corrientes tan pequeñas como un micro ampere, se dice que es el caso del galvanómetro D'Arsonval usado en laboratorios de Física bien equipados. En cuanto a su construcción, los galvanómetros son muy variados, aunque usan el mismo principio de funcionamiento, que es la interacción de campos magnéticos, generados por un imán y una corriente o por dos corrientes.

El más empleado es el de cuadro móvil, que consiste de una bobina suspendida libremente dentro de un campo magnético uniforme. Unida a la bobina se encuentra una aguja ligera, que se desplaza sobre una escala graduada proporcionalmente, conforme a la corriente que circula por la bobina.

Todos los tipos de galvanómetros contienen básicamente todos estos tipos de elementos

Fig 3. Diagrama de un galvanómetro

#### **Amperímetro:**

Un amperímetro es un medidor de corriente eléctrica. Con base en un galvanómetro, un amperímetro se forma conectando a éste un resistor,  $R_d$ , en paralelo, comúnmente con resistencia pequeña respecto a  $R_g$ . Ver ilustración.

Fig 4. Diagrama eléctrico de un amperímetro.

$R_d$ , también conocida como resistencia derivadora o “shunt” evita que la corriente en la bobina del galvanómetro exceda de  $I_g$ , es proporcional a  $R_g$  y se puede calcular con expresión:

$$R_d = \frac{R_g I_g}{I_m - I_g}$$

Donde  $I_m$  es la corriente a medir a plena escala. La ecuación anterior se deduce del circuito de la figura del voltímetro como sigue:

$$R_d = \frac{V_d}{I_d} \quad (1)$$

Por estar  $R_g$  y  $R_d$  en paralelo

$$V_d = V_g = R_g I_g \quad (2)$$

Y para el nodo “a” del circuito

$$I_d = I_m - I_g \quad (3)$$

Sustituyendo 2 y 3 en 1, nos queda:

Nota:  $R_d$  es una resistencia que depende de las características del galvanómetro y la corriente a medir.

**Nota: Al medir, los amperímetros se conectan en serie con el elemento del que se quiere conocer la corriente que lo atraviesa.**

#### Sobre voltímetro WESTON modelo 341.

Este tipo de voltímetros se usaban en la cabina de mando de la locomotora del ferrocarril.

La caja de la locomotora se apoya sobre dos inmensos carretones, cada uno de los cuales aloja tres ejes motores independientes con su correspondiente transmisión elástica Buchli y dos ejes libres reunidos en un bogie guiador bajo el extremo exterior de cada carretón, para facilitar la inscripción en curva y mejorar la estabilidad para la velocidad que podía alcanzar 110 km/h. Las cabinas contienen todos los aparatos de mando, regulación e indicadores; entre ellos el regulador principal y las manetas de combinadores; la de la válvula del freno de vacío y las correspondientes a los pantógrafos y areneros neumáticos; vacuómetros, manómetros, amperímetros, **VOLTÍMETROS** y los conmutadores para el funcionamiento de los servicios auxiliares; el freno de mano, el tirador del silbato y un indicador de velocidad.

Un **voltímetro** es un instrumento que sirve para medir la diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito eléctrico mediante una aguja que se ubica en el número o fracción del valor presentado en el panel de indicación.

Para efectuar la medida de la diferencia de potencial el voltímetro ha de colocarse *en paralelo*; esto es, en derivación sobre los puntos entre los que tratamos de efectuar la medida. Esto nos lleva a que el voltímetro debe poseer una resistencia interna lo más alta posible, a fin de que no produzca un consumo apreciable, lo que daría lugar a una medida errónea de la tensión.



Para ello, en el caso de instrumentos basados en los efectos electromagnéticos de la corriente eléctrica, estarán dotados de bobinas de hilo muy fino y con muchas espiras, con lo que con poca intensidad de corriente a través del aparato se consigue el momento necesario para el desplazamiento de la aguja indicadora.

## ANEXO 2

### MANUAL DE USO DEL AMPERÍMETRO.

#### *Como usar un amperímetro*

1. Este aparato de medición examina la estructura de un circuito simple, que puede ser, por ejemplo, una batería y una bombilla (lámpara de ledes). El terminal negativo de la batería está conectado al terminal negativo de la bombilla con un cable. De manera similar, el terminal positivo de la batería está conectado al terminal positivo de la bombilla con el otro cable.

Fig.1 Circuito básico de una batería y una lámpara de ledes.

2. Hay que tener en cuenta las entradas para un amperímetro. Un amperímetro muy básico podría tener una entrada y una salida. Sin embargo, un multímetro comercial debe tener una entrada específica para medir la corriente (normalmente marcado «A» para el amperaje). La salida está normalmente marcada como «COM» por el término «tierra común». Los amperímetros antiguos no presentan esa nomenclatura.

Fig.2 Conexión de las puntas de medición.

3. Un amperímetro simple solo puede ser capaz de detectar un amperaje, pero un multímetro puede detectar diferentes magnitudes eléctricas y tendrá que ser «indicado», sobre la cantidad que va a medir. Si el amperímetro tiene un selector para el rango de corriente para visualizar, hay que seleccionar la configuración más alta disponible.

Fig.3 Único rango de medición del miliamperímetro.

**Nota:** Algunos instrumentos de medición solo miden una magnitud eléctrica, como lo es el miliamperímetro de este ejemplo, y al no tener diferentes rangos de medición no hay necesidad de seleccionar alguno, solo se debe fijar el rango único de medición.

4. Para desconectar el cable positivo de la bombilla se debe tocar la sonda de entrada del amperímetro (A) con el cable positivo de la batería y tocar la sonda desde el terminal negativo del amperímetro (COM) al terminal positivo de la bombilla.

Fig. 4 circuito abierto antes de poner el miliamperímetro.

Fig. 5 Conexión de un amperímetro en un circuito.

**Nota:** La corriente se mide en serie al circuito, por tal motivo hay que tener mucho cuidado al realizar una medición.

5. Hay que seleccionar rangos cada vez más bajos de corriente, hasta obtener un resultado medible. Si el amperímetro tiene esta opción, se querrá «**escalar hacia abajo**» en lugar de «ampliar». Esto evitará dañar el amperímetro sometiéndolo a un nivel de corriente que no está preparado para medir.

**Nota:** En el amperímetro de un solo rango solo se debe tener cuidado de no sobrepasar el máximo valor de su escala de medición. En este caso, se debe omitir este paso.

Fig.6 Realizando la medición (al conectar el amperímetro se cierra el circuito, por eso prenden los ledes).

6. Leer la medición dada en la escala.

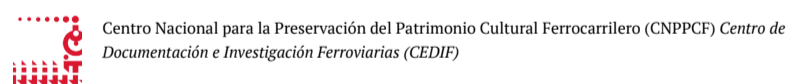
Fig. 7 Lectura de la medición.

## ANEXO 3

Tríptico voltímetros.

MIRADA FERROVIARIA, es una publicación electrónica cuatrimestral editada por el Centro de Documentación e Investigación Ferroviarias del Centro Nacional para la Preservación del Patrimonio Cultural Ferrocarrilero, Segunda sección del Museo Nacional de los Ferrocarriles Mexicanos, 11 Norte 1005, Centro Histórico, Puebla, Pue., CP. 72000. Teléfonos: 01 (222) 774 01 15 / 16 / 17, página web: <http://museoferrocarrilesmexicanos.gob.mx/publicaciones>, correo electrónico: [cedif@cultura.gob.mx](mailto:cedif@cultura.gob.mx), Editor responsable: Román Moreno. Reserva de Uso Exclusivo: En trámite, ISSN: En trámite, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, Luis Rodríguez, unidad editorial del Centro de Documentación e Investigación Ferroviarias del Centro Nacional para la Preservación del Patrimonio Cultural Ferrocarrilero, fecha de la última modificación: 28 de abril de 2017.

Se prohíbe el uso de textos e imágenes que aparecen en esta publicación, sea de manera total o parcial, por cualquier medio impreso o electrónico, sin el previo permiso escrito emitido por el CNPPCF de la Secretaría de Cultura. Los contenidos de los artículos son responsabilidad exclusiva de los autores y no necesariamente reflejan la opinión de la Institución.



**inicio**  
**sobre nosotros**  
**normas editoriales**  
**números anteriores**