

**LIBRO: EIP. CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS Y SISTEMAS DE INSTALACIÓN PERMANENTE**

**PARTE: 1. CALIDAD DE LOS EQUIPOS Y SISTEMAS**

**TÍTULO: 01. Sistemas Inteligentes de Transporte**

**CAPÍTULO: 001. Tableros de Señalamiento Variable con LED's**

**A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene los requisitos de calidad de los tableros de señalamiento variable con LED's, que se utilicen como parte del señalamiento vertical elevado de mensaje cambiante (OD-13) de las carreteras y se integren a sistemas inteligentes de transporte.

**B. DEFINICIÓN**

El tablero de señalamiento variable (VMS por sus siglas en inglés, *Variable Message Signs*), es un tablero electrónico formado con una matriz completa de diodos emisores de luz (LED's por sus siglas en inglés, *Light Emitting Diode*), que tiene por objeto mostrar información mediante mensajes luminosos, información variable en forma de texto, símbolos, señales verticales o sus combinaciones. Los componentes principales del tablero son: la carcasa, la pantalla electrónica y la unidad central de procesamiento donde se instalan el programa de cómputo de control (software de control), y los protocolos de control y de comunicación.

**C. REFERENCIAS**

Son referencia de esta Norma, la Ley Federal de Protección al Consumidor, las normas oficiales mexicanas:

- NOM-001-SEDE-2012, *Instalaciones Eléctricas (utilización)*,

- NOM-008-SCFI-2002, *Sistema General de Unidades de Medida*, y
- NOM-034-SCT2-2011, *Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas*;

las normas mexicanas:

- NMX-B-326-1968, *Composición química de los aceros inoxidables y resistentes al calor, forjados o laminados*,
- NMX-H-004-SCFI-2008, *Industria Siderúrgica - Productos de Hierro y Acero Recubiertos con Zinc (Galvanizados por Inmersión en Caliente) - Especificaciones y Métodos de Prueba*,
- NMX-J-529-ANCE-2012, *Grados de protección proporcionados por los envolvertes (Código IP)*,
- NMX-W-039-SCFI-2013, *Aluminio y sus aleaciones - Aluminio de primera fusión puro y aleado para procesamiento mecánico - Límites de Composición Química*, y
- NMX-W-081-SCFI-2004, *Aluminio y sus aleaciones - Productos extruidos y/o trefilados - Propiedades mecánicas de tensión - Límites de valores*;

la norma internacional:

- IEC 60664-1, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems - Part 1: principles, requirements and tests*; publicada por la International Electrotechnical Commission, en Suiza, en el año 2002;

las normas:

- NEMA TS 4-2005, *Hardware Standards for Dynamic Message Signs (DMS) with NTCIP Requirements*, publicada por la National Electrical Manufacturers Association, en EUA, en el año 2005 y
- EN 12966-1-1:2006+A1, *Road vertical signs - Variable message traffic signs - Part 1: Product standard*; publicada por la Comisión Europea de Normalización, en el año 2010, y

el *Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras* de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Quinta Edición, 1986.

Además, esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS	DESIGNACIÓN
Láminas y Estructuras para Señalamiento Vertical...	N-CMT-5-02-002
Protocolos de Comunicación para Tableros de Señalamiento Variable con LED's .....	N-EIP-2-01-001

**D. REQUISITOS DE CALIDAD**

Los tableros de señalamiento variable con LED's serán del tipo, forma, dimensiones y con las funciones de desempeño, que indique el proyecto o apruebe la Secretaría, y cumplirán con los requisitos de calidad siguientes:

**D.1. CARCASA**

Los tableros de señalamiento variable con LED's tendrán una carcasa metálica (acero o aluminio) o no metálica que protegerá sus componentes internos contra agentes externos y medio ambientales como lluvia, hielo y polvo, que puedan afectar el funcionamiento del tablero o provocar corrosión en sus componentes, y cumplirá con lo siguiente:

- D.1.1.** El acceso a los componentes del tablero de señalamiento variable con LED's alojados en la carcasa se hará a través de puertas, con una (1) cerradura central y al menos tres (3) puntos de cierre que impidan su apertura y una junta conductora entre las puertas y su marco, a fin de asegurar la conducción eléctrica a tierra de toda la carcasa.
- D.1.2.** El acabado superficial de la carcasa y de sus elementos de sujeción no producirá reflejos tipo espejo que puedan distraer a los usuarios de la carretera; en caso de recubrirse la carcasa y sus elementos de sujeción con pintura, ésta será de color gris mate.
- D.1.3.** La parte inferior de la carcasa tendrá orificios cuyas dimensiones permitan el drenaje del agua.
- D.1.4.** La carcasa será fabricada de tal manera que proteja los componentes internos del tablero contra daños causados por

el ingreso de objetos sólidos, insectos y agua, cumpliendo al menos con el grado de protección IP55, conforme a lo establecido en la Norma Mexicana NMX-J-529-ANCE-2012, *Grados de protección proporcionados por los envoltentes (Código IP)*.

- D.1.5.** Los componentes de unión externos como tuercas, pernos, tornillos y remaches, entre otros, serán fabricados en acero galvanizado o en otros materiales duraderos y resistentes a la corrosión si así se indica en el proyecto o lo aprueba la Secretaría.
- D.1.6.** La carcasa contará con los elementos de sujeción que permitan la instalación del tablero de señalamiento variable con LED's en la estructura de soporte que indique el proyecto o apruebe la Secretaría. Los elementos de sujeción serán fabricados en acero galvanizado o en otros materiales duraderos y resistentes a la corrosión si así se indica en el proyecto o lo aprueba la Secretaría.
- D.1.7.** La carcasa contará con rejillas de ventilación que permitan la circulación de aire al interior del tablero de señalamiento variable con LED's, dispuestas de tal manera que impidan la entrada de agua.
- D.1.8.** Las láminas y perfiles que formen la carcasa se unirán formando una sola estructura. Para tal caso podrán:
- Soldarse, previamente al proceso de galvanizado.
  - Pegarse mediante adhesivos químicos; dichos adhesivos se aplicarán de forma continua sobre todas las superficies en contacto.
  - Unirse mediante cejas perimetrales; los elementos de sujeción serán engargolados a las cejas mediante autorremachado o punición mecánica, de manera que no se dañe el galvanizado de ambos elementos y que se garantice la permanencia de la unión.

En cualquier caso se garantizará un sellado impermeable en dichas uniones.

- D.1.9.** En el caso de que los elementos de fabricación de la carcasa del tablero sean de acero o aluminio, cumplirán además con lo siguiente:
- D.1.9.1.** Cuando los elementos empleados en la fabricación de la carcasa sean de acero, éste cumplirá con los requisitos químicos y mecánicos indicados en las Tablas 1 y 2 de la Norma N-CMT-5-02-002, *Láminas y Estructuras para Señalamiento Vertical*, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría.
  - D.1.9.2.** Los elementos de acero empleados en la fabricación de las carcasas serán galvanizados por medio del proceso de galvanizado por inmersión en caliente, cumpliendo lo indicado en la Norma Mexicana NMX-H-004-SCFI-2008, *Industria Siderúrgica - Productos de Hierro y Acero Recubiertos con Cinc (Galvanizados por Inmersión en Caliente) - Especificaciones y Métodos de Prueba*, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría.
  - D.1.9.3.** Cuando los elementos empleados en la fabricación de la carcasa sean de aluminio, éste será tipo 5052 y cumplirá con lo establecido en las Normas Mexicanas NMX-W-039- SCFI-2013, *Aluminio y sus aleaciones - Aluminio de primera fusión puro y aleado para procesamiento mecánico - Límites de Composición Química*, y NMX-W-081-SCFI-2004, *Aluminio y sus aleaciones – Productos extruidos y/o trefilados – Propiedades mecánicas de tensión - Límites de valores*, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría.
  - D.1.9.4.** Las láminas perimetrales de la carcasa serán de un espesor mínimo de tres (3) milímetros, la lámina posterior será de un espesor mínimo de dos (2) milímetros y la lámina empleada en la fabricación de la o las puertas será de un espesor mínimo de dos (2) milímetros.
- D.1.10.** El material empleado en la fabricación de las carcasas será de un material irrompible, resistente a la intemperie y al ataque de los rayos ultravioleta.

## D.2. PANTALLA FRONTAL

Cuando así lo indique el proyecto o apruebe la Secretaría, en el interior de la carcasa y previo a la pantalla electrónica, el tablero de señalamiento variable con LED's contará con una pantalla frontal que será de un material transparente, antirreflejante, irrompible, resistente a la intemperie y al ataque de los rayos ultravioleta, como por ejemplo una placa de policarbonato, con un espesor mínimo de dos (2) milímetros y máximo de cinco (5) milímetros, que permita la visualización y legibilidad de los mensajes bajo distintas condiciones medio ambientales presentes en la carretera.

## D.3. PANTALLA ELECTRÓNICA

Estará integrada por una matriz de LED's soldada a una placa (circuito impreso), que formará el área de visualización de la pantalla electrónica y cumplirá con lo siguiente:

### D.3.1. Matriz de LED's

- D.3.1.1. La matriz de LED's estará compuesta de píxeles que funcionarán de manera independiente, formados por varios LED's soldados a un circuito impreso.
- D.3.1.2. La distancia desde el centro de un píxel al centro de los píxeles adyacentes, tanto horizontal como vertical será la misma, de tal manera que causen el efecto de líneas y superficies continuas en la presentación de los textos, símbolos, señales verticales o sus combinaciones.
- D.3.1.3. Toda el área de visualización de la pantalla electrónica será cubierta con píxeles de LED's, de manera tal que muestre los textos, símbolos y señales verticales de acuerdo con lo indicado en el Párrafo D.3.8.1. de esta Norma.
- D.3.1.4. **Vida útil**  
Los LED's tendrán una vida útil de cincuenta mil (50 000) horas como mínimo.

### **D.3.1.5. Colores mostrados por la matriz de LED's**

Todos los colores que se utilicen en la presentación de señales, estarán comprendidos dentro del área correspondiente definida por las coordenadas cromáticas que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, *Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas*.

### **D.3.1.6. Ángulo de iluminación horizontal**

La matriz de LED's de la pantalla electrónica del tablero de señalamiento variable tendrá un ángulo de iluminación horizontal mínimo de treinta (30) grados, es decir más y menos quince ( $\pm 15$ ) grados a los lados de un eje perpendicular a la pantalla en cada LED, o mayor, de acuerdo con lo que indique el proyecto o apruebe la Secretaría. La luminancia en todos los puntos dentro de un ángulo de visión horizontal de treinta (30) grados de un observador, será igual que el cincuenta (50) por ciento o mayor de la luminancia mínima emitida en el punto central de la pantalla.

## **D.3.2. Área de visualización**

**D.3.2.1.** El área de visualización de la pantalla electrónica de los tableros de señalamiento variable con LED's instalados en estructuras tipo puente será no menor de cinco coma nueve (5,9) metros de largo y uno coma ochenta y tres (1,83) metros de alto, empleando una (1) matriz completa para presentar señales verticales y textos.

**D.3.2.2.** El área de visualización de la pantalla electrónica de los tableros de señalamiento variable con LED's instalados en estructuras tipo bandera será no menor de cuatro coma tres (4,3) metros de largo y uno coma tres (1,3) metros de alto, empleando una (1) matriz completa para presentar señales verticales y textos.

### D.3.3. Luminancia

Los valores de luminancia mínimos y máximos requeridos para los LED's por cada color, en función de la iluminación ambiental, serán los indicados en la Tabla 1 de esta Norma, y serán medidos conforme con lo establecido en la norma NEMA TS 4-2005, *Hardware Standards for Dynamic Message Signs (DMS) with NTCIP Requirements*.

**TABLA 1.- Valores de luminancia mínimos y máximos por color**

Iluminación ambiental lx	40 000		4 000		400		4	
	Mín.	Máy.	Mín.	Máy.	Mín.	Máy.	Mín.	Máy.
Límites de luminancia <sup>[1]</sup> cd/m <sup>2</sup>								
Blanco	3 100	62 000	500	11 000	200	3 000	100	1 300
Amarillo	1 900	37 200	300	6 600	100	1 800	100	800
Verde	900	18 600	150	3 300	50	900	25	400
Rojo	800	15 500	150	2 800	50	800	25	300
Azul	300	6 200	50	1 100	15	300	10	125

[1] Medidos conforme a lo establecido en la norma NEMA TS 4-2005, *Hardware Standards for Dynamic Message Signs (DMS) with NTCIP Requirements*

### D.3.4. Relación de contraste

**D.3.4.1.** La pantalla electrónica cumplirá con los valores de relación de contraste por color emitido indicados en la Tabla 2 de esta Norma.

**D.3.4.2.** La relación de contraste por color emitido será determinada mediante la siguiente expresión:

$$C_r = \frac{L_a - L_i}{L_i}$$

Donde:



- $Cr$  = Relación de contraste por color, (adimensional)
- $La$  = Luminancia media de la pantalla electrónica con los pixeles activos, (cd/m<sup>2</sup>)
- $Li$  = Luminancia media de la pantalla electrónica con los pixeles inactivos, (cd/m<sup>2</sup>)

**TABLA 2.- Relaciones de contraste por color**

Color	Relación de contraste mínima
Blanco	16,7
Amarillo	10
Verde	5
Rojo	4,2
Azul	1,7

**D.3.4.3.** La luminancia media de la pantalla electrónica será medida en el eje perpendicular a la pantalla en el punto central de la matriz de LED's, bajo una iluminación externa de cuarenta mil (40 000) luxes conforme a lo establecido en la norma NEMA TS 4-2005, *Hardware Standards for Dynamic Message Signs (DMS) with NTCIP Requirements*.

**D.3.5. Uniformidad de intensidad luminosa**

La pantalla electrónica cumplirá con las siguientes condiciones de uniformidad de intensidad luminosa:

**D.3.5.1.** La emisión media de intensidad luminosa  $Emil$  será inferior a tres (3) para el doce (12) por ciento de los pixeles de la pantalla electrónica, y será inferior a cinco (5) para el cuatro (4) por ciento de los pixeles, determinada mediante la siguiente expresión:

$$Emil = \frac{Ilema}{Ileme}$$

Donde:

- Emil* = Emisión media de intensidad luminosa, (adimensional)
- Ilema* = Promedio de intensidad luminosa del doce (12) o cuatro (4) por ciento de los pixeles de la pantalla electrónica con la mayor intensidad luminosa, según sea el caso, (cd)
- Ileme* = Promedio de intensidad luminosa del doce (12) o cuatro (4) por ciento de los pixeles de la pantalla electrónica con la menor intensidad luminosa, según sea el caso, (cd)

**D.3.5.2.** Los valores indicados en el Párrafo anterior aplicarán para cada color por separado y para los siguientes escenarios de iluminación mínima externa:

- Cuarenta mil (40 000) luxes para exteriores
- Cuatrocientos (400) luxes para túneles
- Cuatro (4) luxes a oscuridad total

### **D.3.6. Frecuencia de encendido y apagado de los LED's**

La frecuencia de encendido y apagado de los LED's será mayor de noventa (90) hertz, de manera tal que durante la presentación de los mensajes no se perciba a simple vista ningún parpadeo en la pantalla electrónica.

### **D.3.7. Visibilidad y legibilidad**

**D.3.7.1.** El tablero de señalamiento variable con LED's contará con un selector de intensidad de iluminación configurable para optimizar automáticamente la visibilidad y legibilidad del tablero en todos los niveles de iluminación ambiental.

**D.3.7.2.** El tablero de señalamiento variable con LED's mostrará en la pantalla electrónica los textos, símbolos y señales verticales indicados en el Párrafo D.3.8.1. de esta Norma.

### D.3.8. Presentación de mensajes

En la presentación de los mensajes en la pantalla electrónica, el tablero de señalamiento variable con LED's cumplirá con lo siguiente:

#### D.3.8.1. Textos, símbolos y señales verticales

El tablero de señalamiento variable con LED's mostrará en la pantalla electrónica los textos, los símbolos y las señales verticales de acuerdo con los principios, diseños y aplicaciones contenidos en el *Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras* de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y en la norma oficial mexicana NOM-034-SCT2-2011, *Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas*.

#### D.3.8.2. Mensajes de texto

El tablero de señalamiento variable con LED's mostrará los mensajes de texto considerando lo siguiente:

- a) La altura mínima de carácter de los tableros de señalamiento variable con LED's, será de treinta y cinco (35) centímetros;
- b) mostrará caracteres alfanuméricos incluyendo números, letras y los signos de puntuación coma y punto;
- c) permitirá la alineación horizontal del texto incluyendo la justificación a la izquierda, derecha y centrada;
- d) permitirá la alineación vertical del texto incluyendo la justificación superior, inferior o centrada, y
- e) la capacidad de presentación de textos será de hasta doscientos cincuenta y cinco (255) caracteres incluyendo los espacios, y permitirá el almacenamiento y uso de los tipos de letras y números indicados en el *Manual de Dispositivos para*

el Control del Tránsito en Calles y Carreteras de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, para:

- Las letras de la “A” a la “Z”, incluyendo la “Ñ”, en mayúsculas y minúsculas;
- los dígitos del cero (0) al nueve (9), y
- el espacio entre palabras.

#### **D.3.8.3. Activación de mensajes**

El tablero de señalamiento variable con LED's permitirá configurar la activación de los mensajes mediante el dispositivo de control local, un dispositivo portátil y desde el centro de control.

#### **D.3.8.4. Tiempo de visualización de mensajes**

El tablero de señalamiento variable con LED's permitirá configurar las fechas y horarios (dd/mm/aa y hh:mm:ss) en que los mensajes se muestren y se retiren.

### **D.4. SISTEMA ELÉCTRICO**

El tablero de señalamiento variable con LED's contará con un sistema eléctrico que además de cumplir con lo indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, *Instalaciones Eléctricas (utilización)*, cumplirá con las siguientes características:

**D.4.1.** Admitirá tensiones de alimentación eléctrica alterna monofásica de ciento veinte (120) a ciento veintisiete (127) volts y trifásica de doscientos siete (207) a doscientos veinte (220) volts y funcionará con una frecuencia de la tensión eléctrica de sesenta (60) hertz; además soportará las siguientes variaciones de la tensión:

**D.4.1.1.** Variaciones de más menos trece ( $\pm 13$ ) por ciento en la tensión eléctrica.

**D.4.1.2.** Variaciones de más menos un ( $\pm 1$ ) hertz en la frecuencia de la tensión eléctrica.

- D.4.2.** Contará con un sistema de electrodos de puesta a tierra constituido por uno (1) o más electrodos conectados entre sí. La resistencia eléctrica del sistema de conexión a tierra será menor de diez (10) ohms.
- D.4.3.** Estará protegido por un interruptor diferencial. Los conductores eléctricos entre éste y la o las fuentes de alimentación eléctrica tendrán un valor de aislamiento fase-neutro, fase-tierra y neutro-tierra mayor de un (1) megohm.
- D.4.4.** Tendrá fuentes de alimentación eléctricas que conviertan la tensión alterna de la red de suministro, en una o varias tensiones, prácticamente continuas, que alimenten los distintos circuitos del tablero electrónico al que se conecta, con un rendimiento mayor de setenta y cinco (75) por ciento.
- D.4.5.** Tendrá filtros de emisión de armónicos para la protección de la red eléctrica y elementos de protección del sistema eléctrico del tablero de señalamiento variable con LED's contra sobretensiones en la red eléctrica.

#### **D.4.6. Compatibilidad electromagnética**

**D.4.6.1.** El tablero de señalamiento variable con LED's funcionará en ambientes con perturbaciones electromagnéticas y no irradiará señales electromagnéticas que afecten el funcionamiento de otros tableros, equipos o dispositivos, incluidos los situados en el interior de los vehículos que circulen cercanos al tablero.

**D.4.6.2.** El tablero de señalamiento variable con LED's cumplirá con los requisitos de emisión e inmunidad electromagnética indicados en la norma NEMA TS 4-2005, *Hardware Standards for Dynamic Message Signs (DMS) with NTCIP Requirements* o en la norma EN 12966-1-1:2006+A1, *Road vertical signs - Variable message traffic signs - Part 1: Product standard*.

#### **D.4.7. Sistema de alimentación eléctrica ininterrumpida**

**D.4.7.1.** El tablero de señalamiento variable con LED's contará con un sistema de alimentación eléctrica ininterrumpida

que suministre energía eléctrica al tablero durante un tiempo de cuatro (4) horas como mínimo, en caso de que se presente una interrupción en el suministro de energía eléctrica de la red.

**D.4.7.2.** El sistema de alimentación ininterrumpida estará constituido por un sistema de baterías que suministre la tensión eléctrica requerida para el funcionamiento del tablero de señalamiento variable con LED's, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría. Además, las baterías se recargarán de manera constante mediante el suministro de la energía eléctrica de la red.

**D.4.8.** El equipo eléctrico del tablero de señalamiento variable con LED's expuesto a intemperie, será fabricado de tal manera que sus componentes internos sean protegidos contra daños causados por el ingreso de objetos sólidos, insectos y agua, cumpliendo al menos con el grado de protección IP66, conforme a lo establecido en la Norma Mexicana NMX-J-529-ANCE-2012, *Grados de protección proporcionados por los envoltentes (Código IP)*.

## **D.5. SENSORES**

El tablero de señalamiento variable con LED's contará con al menos un (1) sensor de iluminación ambiental, un (1) sensor de temperatura interna y un (1) sensor de humedad interna, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría, y cumplirán con lo siguiente:

**D.5.1.** El sensor de iluminación ambiental detectará la iluminación ambiental del lugar donde esté ubicado el tablero dentro del rango de cero (0) a cuarenta mil (40 000) luxes.

**D.5.2.** El sensor de temperatura interna detectará la temperatura en el interior de la carcasa del tablero dentro del rango de menos veinte (-20) a ochenta (80) grados Celsius.

**D.5.3.** El sensor de humedad interna detectará la humedad relativa en el interior de la carcasa del tablero dentro del rango de cero (0) a noventa y cinco (95) por ciento.

## D.6. SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA

El tablero de señalamiento variable con LED's funcionará dentro del rango de temperatura que indique el proyecto o apruebe la Secretaría y, en su caso, contará con un sistema de enfriamiento y un sistema de calefacción.

### D.6.1. Sistema de enfriamiento

El tablero de señalamiento variable con LED's contará con un sistema de enfriamiento, cuando así lo indique el proyecto o apruebe la Secretaría, que mantendrá la temperatura de funcionamiento del tablero dentro del rango de operación establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

En caso de que el sistema de enfriamiento contenga ventiladores, estos dispondrán de un filtro que impida la entrada de partículas nocivas al interior del tablero, que pueda ser retirado y reemplazado con facilidad.

### D.6.2. Sistema de calefacción

El tablero de señalamiento variable con LED's contará con un sistema de calefacción cuando así lo indique el proyecto o apruebe la Secretaría, que evite la acumulación de nieve, hielo o la formación de gotas de agua por condensación en la pantalla frontal, que limiten la visibilidad del mensaje.

## D.7. UNIDAD CENTRAL DE PROCESAMIENTO

### D.7.1. Características generales

La unidad central de procesamiento (UCP) del tablero de señalamiento variable con LED's cumplirá con lo siguiente:

- D.7.1.1. Contará con un procesador electrónico de datos con la capacidad para ejecutar, controlar y supervisar todas las funciones del tablero de acuerdo con los protocolos de control y de comunicación indicados en la Norma N-EIP-2-01-001, *Protocolos de Comunicación para Tableros de Señalamiento Variable con LED's*.

- D.7.1.2.** El software de control y los protocolos de control y de comunicación indicados en el Párrafo anterior estarán instalados en la UCP.
- D.7.1.3.** Contará con memoria no volátil intercambiable, con batería de seguridad que conserve durante un mínimo de treinta (30) días los datos que indique el proyecto o apruebe la Secretaría y tendrá la capacidad de almacenamiento necesaria para conservarlos.
- D.7.1.4.** Contará con una batería que conservará la configuración y mantendrá en funcionamiento el reloj interno durante al menos tres (3) años sin fuente de alimentación externa.
- D.7.1.5.** Incluirá como mínimo los puertos de comunicación siguientes:
- Puerto serie RS-232, RS-422 ó RS-485.
  - Puerto Ethernet mediante conector RJ45.
  - Puerto USB.
- D.7.1.6.** Contará con un bloque integrado de instrucciones de programa básico actualizable (*firmware*) que supervisará todos los sensores externos e internos y permitirá el control del tablero desde el centro de control o desde un dispositivo local.
- D.7.1.7.** Contará con los elementos necesarios como sensores, actuadores, conectores, entre otros, que le permitan cumplir con las necesidades de operación del programa de cómputo que se instale en la UCP, y en su caso por el software empleado por el centro de control.
- D.7.1.8.** Permitirá realizar las operaciones siguientes:
- Configurar los valores de control de temperatura,
  - configurar los valores para la activación de carga de baterías del sistema de alimentación eléctrica ininterrumpida,
  - controlar el encendido y apagado de cada uno de los LED's del tablero de señalamiento variable.



- activar, previsualizar y borrar mensajes almacenados en la memoria,
  - configurar el calendario, fecha y hora,
  - configurar el tamaño de los caracteres y el color,
  - configurar los puertos de comunicaciones,
  - configurar los protocolos de control y de comunicaciones habilitados, y
  - reiniciar la UCP a la configuración de operación aprobada por la Secretaría, vía remota desde el centro de control.
- D.7.1.9.** Supervisará de manera automática el funcionamiento de los sensores de iluminación ambiental y de temperatura.
- D.7.1.10.** Activará de manera automática el sistema de enfriamiento o calefacción de acuerdo con los valores establecidos en la configuración de operación para los sensores de temperatura.
- D.7.1.11.** Supervisará de manera automática el sistema de alimentación ininterrumpida.
- D.7.1.12.** Controlará y supervisará de manera automática el funcionamiento de los componentes y sistemas del tablero de señalamiento variable con LED's. Toda esta información estará disponible a través del dispositivo de control local y remotamente en el centro de control.
- D.7.1.13.** Supervisará los sensores de luz ambiental y seleccionará automáticamente uno de los cuatro (4) niveles de luminancia, conforme con los niveles de iluminación ambiental indicados en la Tabla 1 de esta Norma, según lo indique el proyecto o lo apruebe la Secretaría.
- D.7.1.14.** La UCP realizará el diagnóstico del funcionamiento de todos los píxeles de la pantalla electrónica de manera automática y en tiempo real, sin interferir con la presentación de los mensajes. Los resultados del diagnóstico estarán disponibles a través del dispositivo

de control local y vía remota bajo petición del centro de control.

- D.7.1.15.** En su caso, la UCP supervisará e informará del funcionamiento de la fuente redundante de alimentación de corriente eléctrica y regulará la tensión de salida de cada fuente de alimentación.
- D.7.1.16.** La UCP apagará el tablero de señalamiento variable con LED's automáticamente cuando la temperatura interna exceda el valor de seguridad establecido en la configuración de operación.
- D.7.1.17.** La UCP generará, registrará y almacenará mensajes de alerta para cada uno de los eventos indicados en la Tabla 3 de esta Norma, además de enviarlos al centro de control.

## **D.7.2. Ubicación**

La UCP y el equipamiento asociado para las comunicaciones se instalarán en el interior de la carcasa del tablero de señalamiento variable con LED's o dentro de un gabinete.

En caso de que la UCP y el equipamiento asociado se instalen dentro de un gabinete, éste cumplirá con lo siguiente:

### **D.7.2.1. Gabinete**

- a)** Cuando el gabinete sea fabricado en acero cumplirá con lo siguiente:
- En caso de que se emplee acero galvanizado en su fabricación, cumplirá con lo indicado en los Párrafos D.1.9.1. y D.1.9.2. de esta Norma.
  - En caso de que se emplee acero inoxidable en su fabricación, éste será tipo 304 y cumplirá con lo establecido en la Norma Mexicana NMX-B-326-1968, *Composición química de los aceros inoxidables y resistentes al calor, forjados o laminados*, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría.

- Las láminas de acero que forman el gabinete, incluyendo sus puertas, serán de un espesor de uno coma nueve (1,9) milímetros, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría.

**TABLA 3.- Alertas por eventos**

Alerta	Evento
Temperatura alta	La temperatura en el interior del tablero excedió el valor establecido en la configuración de operación
Cambio de configuración de la UCP	La configuración del tablero fue modificada
Interrupción del suministro de energía eléctrica	Sin energía eléctrica desde la red de suministro
Puerta abierta	La puerta del tablero fue abierta
Sin comunicación	Sin comunicación con el centro de control, expirado el tiempo establecido de espera para envío o recepción de información
Conexión local	Se conectó una computadora portátil a la UCP
Sin ventilación <sup>[*]</sup>	Los ventiladores no se activaron habiéndose superado el valor de la temperatura establecido en la configuración de operación
Sin calefacción <sup>[*]</sup>	La calefacción no se activó habiéndose superado el valor de la temperatura establecido en la configuración de operación
Mal funcionamiento en la pantalla electrónica	Una o varias matrices de LED's dejaron de funcionar
Baterías sin alimentación de energía eléctrica	Las baterías no están siendo alimentadas con energía eléctrica
Baterías con bajo nivel de energía	El nivel de energía de las baterías alcanzó el valor establecido en la configuración de operación
[*] Estos mensajes de alerta se enviarán en caso de que el tablero disponga de sistemas de ventilación o de calefacción.	

- b) Cuando el gabinete sea fabricado en aluminio, cumplirá con lo indicado en el Párrafo D.1.9.3. de esta Norma y las láminas de aluminio que forman el gabinete, incluyendo sus puertas, serán de un espesor de dos (2) milímetros, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría.
- c) El gabinete expuesto a la intemperie será fabricado de tal manera que la unidad central de procesamiento sea protegida contra daños causados por el ingreso de objetos sólidos, insectos y agua, cumpliendo al menos con el grado de protección IP66, conforme a lo establecido en la Norma Mexicana NMX-J-529-ANCE-2012, *Grados de protección proporcionados por los envoltentes (Código IP)*.
- d) El gabinete ubicado en el interior de un sitio destinado exclusivamente para la protección de los equipos de comunicación y control, será fabricado de tal manera que la unidad central de procesamiento sea protegida contra daños causados por el ingreso de objetos sólidos, insectos y agua, cumpliendo al menos con el grado de protección IP55, conforme a lo establecido en la Norma Mexicana NMX-J-529-ANCE-2012, *Grados de protección proporcionados por los envoltentes (Código IP)*.
- e) El gabinete contará con una (1) cerradura central y al menos tres (3) puntos de cierre.
- f) El gabinete contará con una junta conductora entre las puertas y su marco, a fin de asegurar la conducción eléctrica a tierra de todo el gabinete.
- g) El gabinete será fabricado de tal manera que proteja los componentes de la unidad central de procesamiento contra agentes medio ambientales como lluvia, hielo y polvo, que puedan provocar corrosión.

- h) El acabado superficial del gabinete y de sus elementos de sujeción no producirá reflejos tipo espejo que puedan distraer a los usuarios de la carretera; en caso de recubrirse el gabinete y sus elementos de sujeción con pintura, ésta será de color gris mate.
- i) Los componentes de unión externos como tuercas, pernos, tornillos y remaches, entre otros, serán fabricados en acero galvanizado o en otros materiales duraderos y resistentes a la corrosión, de acuerdo con lo indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- j) Las láminas y perfiles de aluminio o acero que formen el gabinete se unirán formando una sola estructura y garantizando un sellado impermeable en dichas uniones.

**D.7.3. Programa de cómputo para creación de mensajes y control del tablero (software de control)**

**D.7.3.1.** El tablero de señalamiento variable con LED's contará con un programa de cómputo que permita generar y cambiar los textos, símbolos, señales verticales o sus combinaciones cumpliendo con los principios, diseños y aplicaciones contenidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011, *Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas*, y en el *Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras* de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

**D.7.3.2.** El programa de cómputo además permitirá la operación, control y configuración del tablero de señalamiento variable con LED's desde el centro de control o desde una computadora portátil. El programa de cómputo empleado utilizará los protocolos de control y de comunicación indicados en la Norma N-EIP-2-01-001, *Protocolos de Comunicación para Tableros de Señalamiento Variable con LED's*.

**D.7.3.3.** El programa de cómputo permitirá ser operado desde el centro de control, por lo que será compatible con el sistema operativo indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría para ese centro.

## **D.8. DISPOSITIVO DE CONTROL LOCAL**

Cuando así lo indique el proyecto, el tablero de señalamiento variable con LED's contará con un dispositivo formado por un teclado alfanumérico y una pantalla integrados a la unidad central de procesamiento o con un dispositivo externo, como una computadora portátil, que pueda ser conectado a cualquiera de sus puertos de comunicación y que permitan realizar las operaciones indicadas en el Párrafo D.7.1.8. de esta Norma.

## **D.9. INTEGRIDAD ESTRUCTURAL**

El tablero de señalamiento variable con LED's, incluyendo sus elementos de sujeción y partes complementarias, cumplirá con lo siguiente:

**D.9.1.** Resistirá el impacto producido por una fuerza equivalente a diez (10) veces el valor de la aceleración de la gravedad, para cada uno de sus tres planos, sin que presente daños físicos y de funcionamiento, de acuerdo con lo establecido en la prueba de impacto descrita en la norma NEMA TS 4-2005, *Hardware Standards for Dynamic Message Signs (DMS) with NTCIP Requirements*.

**D.9.2.** Resistirá vibraciones en la frecuencia de resonancia sinusoidal de cada uno de sus tres (3) planos por un periodo de una (1) hora a una aceleración de cuatro coma nueve (4,9) metros por segundo cuadrado, sin que presente daños físicos y de funcionamiento, de acuerdo con lo establecido en la prueba de vibración descrita en la norma NEMA TS 4-2005, *Hardware Standards for Dynamic Message Signs (DMS) with NTCIP Requirements*. La frecuencia de resonancia estará dentro del rango de frecuencias de cinco (5) a treinta (30) hertz; en caso de no existir frecuencia de resonancia en el rango anterior, la frecuencia de resonancia a la cual se someterá el tablero de señalamiento variable con LED's será de treinta (30) hertz.

- D.9.3.** Resistirá corrientes de viento frontales de una velocidad mínima de ciento ochenta (180) kilómetros por hora sin que presente daños o deformaciones permanentes, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría.

## **D.10. RESISTENCIA A LA CONTAMINACIÓN**

Los componentes electrónicos del tablero de señalamiento variable con LED's cumplirán con lo indicado en la norma internacional IEC 60664-1, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems - Part 1: principles, requirements and tests*, para el grado de contaminación en el microambiente que indique el proyecto o apruebe la Secretaría.

## **E. ETIQUETADO Y EMBALAJE**

- E.1.** Los tableros de señalamiento variable con LED's, incluyendo sus unidades centrales de procesamiento, se suministrarán individualmente protegidos mediante envolturas y embalajes que eviten daños ocasionados por la humedad, la luz solar o cualquier otro tipo de contaminante durante su transporte y almacenamiento. Los embalajes y envolturas no serán removidos hasta el momento de la instalación o pruebas, y siempre siguiendo las instrucciones del fabricante.
- E.2.** La identificación del tablero de señalamiento variable con LED's, del gabinete de la unidad central de procesamiento en su caso y de sus respectivos embalajes, se realizará en idioma español y mediante la colocación de etiquetas adheridas de forma permanente, con caracteres legibles a simple vista e indelebles, indicando lo siguiente:

- Nombre del producto;
- nombre, denominación, razón social, símbolo o marca del fabricante y domicilio fiscal, incluyendo código postal, ciudad o estado del fabricante, o responsable de la fabricación para productos nacionales o bien del importador;
- tipo y dimensiones del tablero o, en su caso, del gabinete de la unidad central de procesamiento;
- número de serie o código;
- texto "Hecho en México" o el país de origen, y
- fecha de fabricación.

**E.3.** La identificación de la unidad central de procesamiento y, en su caso, de su embalaje, se realizará en idioma español y mediante la colocación de etiquetas adheridas de forma permanente, con caracteres legibles a simple vista e indelebles indicando lo siguiente:

- Nombre del producto;
- nombre, denominación, razón social, símbolo o marca del fabricante y domicilio fiscal, incluyendo código postal, ciudad o estado del fabricante, o responsable de la fabricación para productos nacionales o bien del importador;
- tipo de tablero en el que se usará la unidad central de procesamiento;
- número de serie o código;
- texto “Hecho en México” o del país de origen, y
- fecha de fabricación.

## **F. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

El transporte y almacenamiento del tablero de señalamiento variable con LED's y todos sus componentes son responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra y los realizará de forma tal que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad del tablero, tomando en cuenta lo especificado por el fabricante para su correcto transporte y almacenamiento, atendiendo a los siguientes aspectos:

- F.1.** Los tableros de señalamiento variable con LED's y todos sus componentes se almacenarán bajo las condiciones necesarias para evitar filtraciones de agua, en un ambiente limpio y protegido contra los efectos del calor, humedad, polvo y otros efectos perjudiciales.
- F.2.** Si se detectan anomalías en el suministro de los tableros de señalamiento variable con LED's y todos sus componentes, se almacenarán por separado hasta confirmar su aceptación.
- F.3.** Los tableros de señalamiento variable con LED's y todos sus componentes se estibarán y almacenarán siguiendo las instrucciones del fabricante.



## G. CRITERIOS PARA ACEPTACIÓN O RECHAZO

Los tableros de señalamiento variable con LED's, una vez instalados en el sitio y en la forma indicados en el proyecto o aprobados por la Secretaría, para que sean aceptados por la misma, es necesario que cumplan con todos y cada uno de los requisitos de calidad indicados en esta Norma. Además, con objeto de controlar la calidad de los tableros de señalamiento variable con LED's, el Contratista de Obra realizará las pruebas necesarias siguiendo los métodos de prueba contenidos en la norma NEMA TS 4-2005, *Hardware Standards for Dynamic Message Signs (DMS) with NTCIP Requirements*, para comprobar que las características indicadas en el Párrafo D.3.1.6. así como en los Incisos D.3.3. y D.3.4. cumplan con los valores establecidos en esta Norma, entregando a la Secretaría los resultados de dichas pruebas.

En cualquier momento la Secretaría puede verificar que los tableros de señalamiento variable con LED's cumplan con cualquiera de los requisitos de calidad establecidos en esta Norma, siendo motivo de rechazo el incumplimiento de cualquiera de ellos.

Los elementos, piezas o materiales que hayan sufrido averías durante el transporte, o que presenten defectos de fabricación, serán rechazados.

Además, para que un tablero de señalamiento variable con LED's sea aceptado, es requisito indispensable entregar a la Secretaría lo siguiente:

### G.1. GARANTÍA DEL PROVEEDOR

Garantía de calidad emitida por el proveedor que avale lo siguiente:

- G.1.1.** Que como mínimo a los cinco (5) años de recibido el tablero de señalamiento variable con LED's, incluyendo todas sus partes y todos sus componentes, como fuentes de alimentación, la unidad central de procesamiento, así como los elementos de protección de las líneas de comunicaciones y alimentación, no presenten deficiencias en su funcionamiento ni en los materiales que los componen, en condiciones normales de servicio. Además, el proveedor garantizará que los LED's del tablero tendrán una vida útil de

cincuenta mil (50 000) horas como mínimo y que la batería del reloj interno de la unidad central de procesamiento tendrá una vida útil de tres (3) años como mínimo.

**G.1.2.** La garantía incluirá la reparación, reposición, o cambio del tablero de señalamiento variable con LED's y todos sus componentes, en caso de presentarse algún defecto en los materiales y mano de obra empleados en la fabricación del tablero, sin cargo alguno para la Secretaría, incluyendo mano de obra, así como los gastos de transportación, carga y descarga derivados del cumplimiento de dicha garantía. El proveedor se comprometerá a entregar el tablero en un lapso no mayor de treinta (30) días calendario contados a partir de la fecha de notificación del desperfecto.

**G.1.3.** La garantía se expedirá en los términos y forma establecidos en la *Ley Federal de Protección al Consumidor* y se expresará por escrito en idioma español y de acuerdo con el Sistema General de Unidades de Medida indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002, *Sistema General de Unidades de Medida*, sin perjuicio de que además se expresen en otros idiomas y sistemas de unidades. Cuando la información se exprese en otros idiomas, aparecerá también en idioma español, cuidando que por lo menos sea con el mismo tamaño de letra, indicando por lo menos lo siguiente:

- Nombre, denominación o razón social y domicilio fiscal del productor nacional o importador del producto y teléfonos de servicio en territorio nacional,
- identificación del producto y modelo al que aplica,
- nombre y domicilio del establecimiento en la República Mexicana donde puede hacerse efectiva la garantía en los términos de la misma, así como aquéllos donde la Secretaría pueda adquirir partes y refacciones,
- duración de la garantía,
- conceptos que cubre la garantía y limitaciones o excepciones,

- procedimiento para hacer efectiva la garantía,
- fecha en que la Secretaría recibe el producto o indicar los documentos de referencia donde ésta se señale.

## **G.2. CERTIFICADO DEL FABRICANTE Y DOCUMENTACIÓN**

Además, para que un tablero de señalamiento variable con LED's sea aceptado, es requisito indispensable entregar a la Secretaría lo siguiente:

### **G.2.1. Certificado del fabricante**

Certificado de calidad emitido por el fabricante, anexo a la garantía del proveedor, que avale el cumplimiento de todos y cada uno de los requisitos de calidad establecidos en esta Norma y que incluya los valores y resultados de las pruebas que les hayan sido efectuados a los tableros de señalamiento variable con LED's. Esta información estará avalada y certificada por algún organismo local o internacional, o por un laboratorio, que estén reconocidos por la Secretaría.

### **G.2.2. Documentación**

El Contratista de Obra entregará en original y como mínimo dos (2) copias la documentación siguiente:

- Comprobante de la adquisición del equipo, incluyendo una relación detallada de los productos adquiridos, nombre y domicilios tanto del fabricante, del proveedor, así como del comprador, la fecha, las condiciones y las cantidades adquiridas.
- Documentación técnica de cada uno de los elementos que forman parte del tablero de señalamiento variable con LED's.
- Certificado de calidad del fabricante al que se refiere el Inciso G.2.1. de esta Norma.
- Garantía del proveedor a la que se refiere la Fracción G.1. de esta Norma.

- Diagrama esquemático o plano mostrando los circuitos eléctricos del tablero de señalamiento variable con LED's y todos sus componentes.
- Una lista de componentes de repuesto recomendados para propósito de servicio y mantenimiento.
- Manuales de usuario y hojas de datos de todos los elementos que forman parte del tablero de señalamiento variable con LED's con indicaciones claras y precisas para el uso del tablero, en idioma español y de acuerdo con el Sistema General de Unidades de Medidas, sin perjuicio de que además se expresen en otros idiomas y sistemas de unidades.
- Manuales de mantenimiento del tablero de señalamiento variable con LED's con indicaciones claras y precisas para la conservación y mantenimiento del tablero, y con recomendaciones para los elementos de reemplazo y detalles sobre el tiempo de vida estimado de los componentes, en idioma español y de acuerdo con el Sistema General de Unidades de Medidas, sin perjuicio de que además se expresen en otros idiomas y sistemas de unidades.
- Los programas de cómputo requeridos para el funcionamiento del tablero de señalamiento variable con LED's, incluyendo los protocolos de control y comunicación indicados en esta Norma, y toda la documentación relacionada con dichos programas; la información se entregará en medios electrónicos de almacenamiento.

---

SECRETARÍA DE  
COMUNICACIONES  
Y TRANSPORTES