

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

Y.4214

(02/2022)

SERIE Y: INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA
INFORMACIÓN, ASPECTOS DEL PROTOCOLO
INTERNET, REDES DE PRÓXIMA GENERACIÓN,
INTERNET DE LAS COSAS Y CIUDADES
INTELIGENTES

Internet de las cosas y ciudades y comunidades
inteligentes – Requisitos y casos de utilización

**Requisitos aplicables a los sistemas de
supervisión del estado de las infraestructuras
de ingeniería civil basados en la IoT**

Recomendación UIT-T Y.4214

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE Y

INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN, ASPECTOS DEL PROTOCOLO INTERNET, REDES DE PRÓXIMA GENERACIÓN, INTERNET DE LAS COSAS Y CIUDADES INTELIGENTES

INFRAESTRUCTURA MUNDIAL DE LA INFORMACIÓN	
Generalidades	Y.100–Y.199
Servicios, aplicaciones y programas intermedios	Y.200–Y.299
Aspectos de red	Y.300–Y.399
Interfaces y protocolos	Y.400–Y.499
Numeración, direccionamiento y denominación	Y.500–Y.599
Operaciones, administración y mantenimiento	Y.600–Y.699
Seguridad	Y.700–Y.799
Características	Y.800–Y.899
ASPECTOS DEL PROTOCOLO INTERNET	
Generalidades	Y.1000–Y.1099
Servicios y aplicaciones	Y.1100–Y.1199
Arquitectura, acceso, capacidades de red y gestión de recursos	Y.1200–Y.1299
Transporte	Y.1300–Y.1399
Interfuncionamiento	Y.1400–Y.1499
Calidad de servicio y características de red	Y.1500–Y.1599
Señalización	Y.1600–Y.1699
Operaciones, administración y mantenimiento	Y.1700–Y.1799
Tasación	Y.1800–Y.1899
Televisión IP sobre redes de próxima generación	Y.1900–Y.1999
REDES DE LA PRÓXIMA GENERACIÓN	
Marcos y modelos arquitecturales funcionales	Y.2000–Y.2099
Calidad de servicio y calidad de funcionamiento	Y.2100–Y.2199
Aspectos relativos a los servicios: capacidades y arquitectura de servicios	Y.2200–Y.2249
Aspectos relativos a los servicios: interoperabilidad de servicios y redes en las redes de la próxima generación	Y.2250–Y.2299
Mejoras de las NGN	Y.2300–Y.2399
Gestión de red	Y.2400–Y.2499
Redes de potencia de cálculo	Y.2500–Y.2599
Redes basadas en paquetes	Y.2600–Y.2699
Seguridad	Y.2700–Y.2799
Movilidad generalizada	Y.2800–Y.2899
Entorno abierto con calidad de operador	Y.2900–Y.2999
REDES FUTURAS	Y.3000–Y.3499
COMPUTACIÓN EN LA NUBE	Y.3500–Y.3599
MACRODATOS	Y.3600–Y.3799
REDES DE DISTRIBUCIÓN DE CLAVES CUÁNTICAS	Y.3800–Y.3999
INTERNET DE LAS COSAS Y CIUDADES Y COMUNIDADES INTELIGENTES	
General	Y.4000–Y.4049
Definiciones y terminologías	Y.4050–Y.4099
Requisitos y casos de utilización	Y.4100–Y.4249
Infraestructura, conectividad y redes	Y.4250–Y.4399
Marcos, arquitecturas y protocolos	Y.4400–Y.4549
Servicios, aplicaciones, computación y proceso de datos	Y.4550–Y.4699
Gestión, control y calidad de funcionamiento	Y.4700–Y.4799
Identificación y seguridad	Y.4800–Y.4899
Evaluación y valoración	Y.4900–Y.4999

Para más información, véase la Lista de Recomendaciones del UIT-T.

Recomendación UIT-T Y.4214

Requisitos aplicables a los sistemas de supervisión del estado de las infraestructuras de ingeniería civil basados en la IoT

Resumen

La supervisión de la seguridad e integridad de las infraestructuras de ingeniería civil mediante datos objetivos recogidos a partir de las propias infraestructuras con capacidades de Internet de las cosas (IoT) constituye un medio eficaz para complementar las labores de inspección y diagnóstico de los trabajos de mantenimiento avanzados y eficientes de infraestructuras de ingeniería civil. En la presente Recomendación se describe un sistema basado en la IoT a tal efecto, denominado "sistema de supervisión del estado de las infraestructuras de ingeniería civil".

En la Recomendación UIT-T Y.4214 se especifican los requisitos aplicables a los sistemas de supervisión del estado de las infraestructuras de ingeniería civil basados en la IoT, a efectos del mantenimiento de este tipo de infraestructuras.

Historia

Edición	Recomendación	Aprobación	Comisión de Estudio	ID único*
1.0	UIT-T Y.4214	03-02-2022	20	11.1002/1000/14824

Palabras clave

Infraestructura de ingeniería civil, supervisión del estado de las infraestructuras, Internet de las cosas, IoT.

* Para acceder a la Recomendación, sírvase digitar el URL <http://handle.itu.int/> en el campo de dirección del navegador, seguido por el identificador único de la Recomendación. Por ejemplo, <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>.

PREFACIO

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones y de las tecnologías de la información y la comunicación. El Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T) es un órgano permanente de la UIT. Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica Recomendaciones sobre los mismos, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial.

La Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (AMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución 1 de la AMNT.

En ciertos sectores de la tecnología de la información que corresponden a la esfera de competencia del UIT-T, se preparan las normas necesarias en colaboración con la ISO y la CEI.

NOTA

En esta Recomendación, la expresión "Administración" se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una administración de telecomunicaciones como una empresa de explotación reconocida de telecomunicaciones.

La observancia de esta Recomendación es voluntaria. Ahora bien, la Recomendación puede contener ciertas disposiciones obligatorias (para asegurar, por ejemplo, la aplicabilidad o la interoperabilidad), por lo que la observancia se consigue con el cumplimiento exacto y puntual de todas las disposiciones obligatorias. La obligatoriedad de un elemento preceptivo o requisito se expresa mediante las frases "tener que, haber de, hay que + infinitivo" o el verbo principal en tiempo futuro simple de mandato, en modo afirmativo o negativo. El hecho de que se utilice esta formulación no entraña que la observancia se imponga a ninguna de las partes.

DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente Recomendación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de Recomendaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente/derechos de autor de software, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar las bases de datos apropiadas del UIT-T a través del sitio web del UIT-T en la dirección <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2022

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

ÍNDICE

	Página
1 Alcance	1
2 Referencias	1
3 Definiciones	2
3.1 Términos definidos en otros documentos	2
3.2 Términos definidos en la presente Recomendación	2
4 Abreviaturas y acrónimos	2
5 Convenios	2
6 Visión general de los sistemas de supervisión del estado de las infraestructuras de ingeniería civil basados en la IoT	3
6.1 Necesidad de supervisar el estado de las infraestructuras de ingeniería civil con ayuda de la IoT	3
6.2 Modelo de referencia para los sistemas de supervisión del estado de las infraestructuras de ingeniería civil basados en la IoT y emplazamientos conexos	3
7 Requisitos aplicables a los sistemas de supervisión del estado de las infraestructuras de ingeniería civil basados en la IoT	7
7.1 Requisitos genéricos	7
7.2 Requisitos del dispositivo sensor	8
7.3 Requisitos del dispositivo pasarela	8
7.4 Requisitos de la plataforma de supervisión	9
7.5 Requisitos de la red	9
Apéndice I – Casos de uso de la supervisión del estado de las infraestructuras de ingeniería civil basada en la IoT	10
Bibliografía	15

Recomendación UIT-T Y.4214

Requisitos aplicables a los sistemas de supervisión del estado de las infraestructuras de ingeniería civil basados en la IoT

1 Alcance

El término "infraestructuras de ingeniería civil" se utiliza para referirse a estructuras construidas artificialmente para facilitar las actividades humanas en ciudades y comunidades. En la presente Recomendación, por "infraestructura de ingeniería civil" se entienden las estructuras a gran escala que conforman las carreteras, los puentes y los túneles.

El mantenimiento de las infraestructuras de ingeniería civil se lleva a cabo principalmente a través de inspecciones visuales y diagnósticos realizados periódicamente por especialistas, a fin de mantener la seguridad e integridad de dichas infraestructuras. Estos especialistas han de gozar de un alto grado de experiencia y conocimientos técnicos, ya que las tareas de mantenimiento requieren tanto de la asignación de los recursos humanos pertinentes, como de una formación y una cualificación específicas. La utilización de datos objetivos recogidos a partir de las infraestructuras de ingeniería civil utilizando capacidades de Internet de las cosas (IoT) permite un mantenimiento avanzado y más eficiente de las mismas, al tiempo que mejora y racionaliza los trabajos de inspección y diagnóstico humanos. En la presente Recomendación se describe un sistema basado en la IoT a tal efecto, denominado "sistema de supervisión del estado de las infraestructuras de ingeniería civil".

En esta Recomendación se abordan los sistemas de supervisión del estado de las infraestructuras de ingeniería civil basados en la IoT y se especifica lo siguiente:

- un modelo de referencia para los sistemas de supervisión del estado de las infraestructuras de ingeniería civil basados en la IoT; y
- los requisitos específicos de los sistemas de supervisión del estado de las infraestructuras de ingeniería civil basados en la IoT.

2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en el presente texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. A la fecha de esta publicación, las ediciones citadas están en vigor. Todas las Recomendaciones y demás referencias son objeto de revisión, por lo que se alienta a los usuarios de la presente Recomendación a utilizar la edición más reciente de las Recomendaciones y demás referencias que se indican a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T vigentes. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes. En esta Recomendación, la referencia a un documento, en tanto que autónomo, no le otorga el rango de una Recomendación.

- [UIT-T Y.4000] Recomendación UIT-T Y.4000/Y.2060 (2012), *Visión general de la Internet de las cosas*.
- [UIT-T Y.4100] Recomendación UIT-T Y.4100/Y.2066 (2014), *Requisitos comunes de la Internet de las cosas*.
- [UIT-T Y.4113] Recomendación UIT-T Y.4113 (2016), *Requisitos de red para la Internet de las cosas*.

3 Definiciones

3.1 Términos definidos en otros documentos

En la presente Recomendación se utilizan los siguientes términos definidos en otros documentos:

3.1.1 Internet de las cosas (IoT) [UIT-T Y.4000]: Infraestructura mundial para la sociedad de la información, que propicia la prestación de servicios avanzados mediante la interconexión de objetos (físicos y virtuales) gracias a la interoperabilidad de tecnologías de la información y la comunicación presentes y futuras.

NOTA 1 – Gracias a la identificación, la adquisición y el procesamiento de datos y a las capacidades de comunicación, IoT hace pleno uso de los objetos para ofrecer servicios a todo tipo de aplicaciones, garantizando a su vez el cumplimiento íntegro de los requisitos de seguridad y privacidad.

NOTA 2 – Desde una perspectiva más amplia, IoT puede considerarse una noción con repercusiones tecnológicas y sociales.

3.1.2 red de área IoT [UIT-T Y.4113]: Red de dispositivos para la IoT y pasarelas interconectadas a través de conexiones locales.

NOTA – Esta definición se basa en la "Descripción general de Internet de los objetos" [UIT-T Y.4000], cuya la cláusula 6.2 reza lo siguiente: "los dispositivos pueden comunicarse con otros utilizando una red local (es decir, una red que ofrece conectividad local entre dispositivos y entre dispositivos y pasarelas, como una red ad hoc)".

3.2 Términos definidos en la presente Recomendación

Ninguno.

4 Abreviaturas y acrónimos

En la presente Recomendación se utilizan las abreviaturas y acrónimos siguientes:

3D	Tres dimensiones (<i>three dimensions</i>)
C+CI	Ciudades y comunidades inteligentes (<i>smart cities and communities</i>)
IAN	Red de área IoT (<i>IoT area network</i>)
IoT	Internet de las cosas (<i>Internet of things</i>)
WAN	Red de área extensa (<i>wide area network</i>)

5 Convenios

En la presente Recomendación:

La expresión "es necesario que" indica que el requisito es absolutamente obligatorio y debe aplicarse sin excepción si se pretende declarar la conformidad con este documento.

La expresión "se recomienda que" indica que se trata de un requisito recomendado y que, por ende, no es absolutamente obligatorio. Su cumplimiento no es indispensable para poder declarar la conformidad.

Las expresiones "se tiene la opción de" y "podría" indican que el requisito se permite, sin que ello signifique que se recomienda. Estos términos no pretenden implicar que el fabricante deba ofrecer la opción, ni que el operador de red tenga la posibilidad de activarla. Significan, más bien, que el fabricante tiene la opción de proporcionar la función sin que ello afecte a la conformidad con la presente especificación.

6 Visión general de los sistemas de supervisión del estado de las infraestructuras de ingeniería civil basados en la IoT

6.1 Necesidad de supervisar el estado de las infraestructuras de ingeniería civil con ayuda de la IoT

El mantenimiento de las infraestructuras de ingeniería civil se lleva a cabo principalmente a través de inspecciones visuales y diagnósticos realizados periódicamente por especialistas. Si se detecta algún deterioro o daño durante las inspecciones, se procede a realizar un diagnóstico adecuado y se toman las medidas correspondientes para mantener la infraestructura en buen estado y minimizar los costes de mantenimiento. A tal efecto se requiere un alto grado de experiencia y conocimientos técnicos, así como la asignación y formación de recursos humanos.

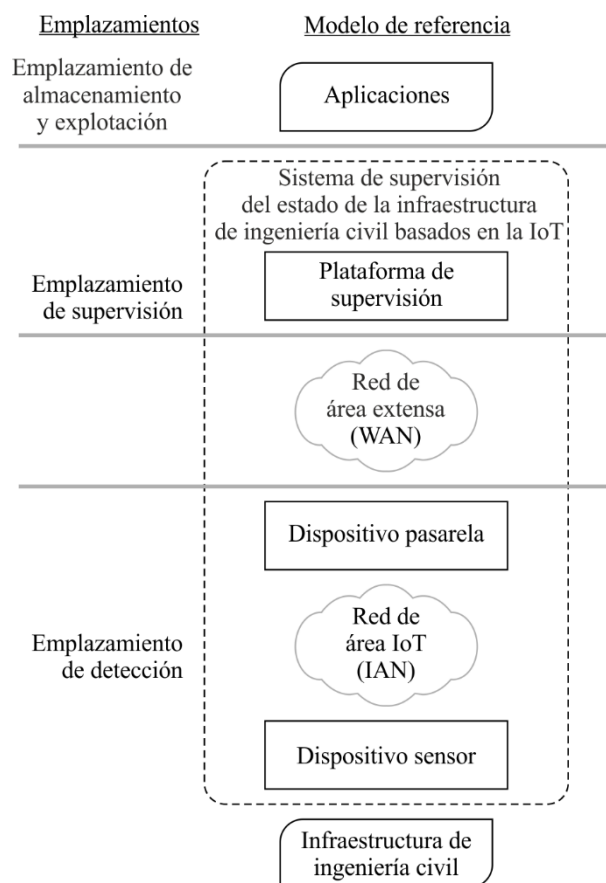
A fin de supervisar el estado de las infraestructuras de ingeniería civil, se evalúa el estado de las infraestructuras en cuestión y se obtienen datos, que a continuación se comparan para interpretar los daños y la evolución del deterioro a lo largo del tiempo. La supervisión del estado de las infraestructuras de ingeniería civil con ayuda de la IoT constituye un método eficaz para obtener la información necesaria a efectos de la inspección y el diagnóstico de las infraestructuras, y se espera que la racionalización de las tareas de mantenimiento y gestión de las infraestructuras permita complementar el trabajo de inspección e investigación.

6.2 Modelo de referencia para los sistemas de supervisión del estado de las infraestructuras de ingeniería civil basados en la IoT y emplazamientos conexos

Los sistemas de supervisión del estado de las infraestructuras de ingeniería civil basados en la IoT (en adelante, "los sistemas") recaban, acumulan y procesan datos objetivos de las infraestructuras de ingeniería civil objeto de supervisión, y proporcionan los datos correspondientes a las aplicaciones que facilitan el mantenimiento y el funcionamiento de dichas infraestructuras. En comparación con otros sistemas de IoT, estos sistemas poseen dos características propias.

La primera consiste en que los datos medidos por los sensores carecen de sentido, a menos que la información de la estructura objeto de supervisión se asocie a los datos medidos. La segunda es que las infraestructuras de ingeniería civil se explotan a muy largo plazo, normalmente durante varias décadas. Durante ese largo periodo de funcionamiento, el sistema ha de acumular datos de manera constante.

La Figura 1 ilustra un modelo de referencia para los sistemas de supervisión del estado de las infraestructuras de ingeniería civil basados en la IoT y los emplazamientos conexos.



Y.4214(22)

Figura 1 – Modelo de referencia para los sistemas de supervisión del estado de las infraestructuras de ingeniería civil basados en la IoT y emplazamientos conexos

6.2.1 Modelo de referencia

El modelo de referencia para los sistemas de supervisión del estado de las infraestructuras de ingeniería civil basados en la IoT se articula en torno a cinco componentes, a saber: el dispositivo sensor, el dispositivo pasarela, la plataforma de supervisión y las redes que conectan esos componentes, es decir, la red de área IoT (IAN) y la red de área extensa (WAN). La línea discontinua que se muestra en la Figura 1 delimita el modelo de referencia para los sistemas de supervisión del estado de las infraestructuras de ingeniería civil basados en la IoT. Ni las infraestructuras de ingeniería civil ni las aplicaciones forman parte de estos sistemas.

- Infraestructura de ingeniería civil: Este concepto abarca las estructuras a gran escala, tales como carreteras, puentes y túneles, que son objeto de supervisión.
- Dispositivo sensor: Este concepto abarca los dispositivos que miden los indicadores de supervisión del estado (incluidos los datos originales que pueden convertirse en indicadores). El concepto de dispositivo sensor no se limita a los sensores, sino que incluye también dispositivos auxiliares de comunicación, almacenamiento temporal de datos, procesamiento de datos y medición de la posición (por ejemplo, un marcador físico o un equipo de irradiación láser para calcular una posición absoluta a partir de una posición relativa en datos de imagen).
- Dispositivo pasarela: Este concepto abarca los dispositivos de comunicación que combinan los datos medidos por uno o varios dispositivos sensor y los transmiten a la plataforma de supervisión. No todos los emplazamientos de detección disponen permanentemente de un dispositivo pasarela. En algunos casos, se adquiere un vehículo dotado de un dispositivo pasarela que patrulla los emplazamientos de detección; en otros, el inspector competente lleva a mano los datos almacenados temporalmente en el dispositivo sensor fuera de línea.

- **Plataforma de supervisión:** Este concepto abarca los servidores que acumulan los datos medidos en los emplazamientos de detección, buscan y muestran los datos acumulados, emiten alertas sencillas, por ejemplo, cuando se sobrepasa un umbral, y las convierten en datos que pueden ser analizados por las aplicaciones.
- **Aplicaciones:** Este concepto abarca los servidores que comparan/analizan los datos recabados en orden cronológico en los emplazamientos de detección partiendo de los datos de referencia disponibles (por ejemplo, datos recopilados en otros emplazamientos de detección en condiciones similares), para predecir el deterioro y/o para evaluar el método de reparación.
NOTA – A fin de lograr estos objetivos, podría utilizarse la tecnología de los gemelos digitales.
- **IAN:** Este concepto abarca las redes compuestas por un dispositivo pasarela y múltiples dispositivos sensores. La tecnología que se use para la transmisión dentro de la IAN queda fuera del alcance de esta Recomendación.
- **WAN:** Este concepto abarca las redes que permiten transmitir los datos medidos en los emplazamientos de detección a los emplazamientos de supervisión. La elección de la tecnología utilizada a efectos de la transmisión en las WAN queda fuera del alcance de esta Recomendación.

Este modelo de referencia se ajusta al modelo básico de IoT especificado en [UIT-T Y.4113]. El dispositivo sensor, el dispositivo pasarela, la plataforma de supervisión, las aplicaciones y la WAN previstos en esta Recomendación se corresponden con el dispositivo, la pasarela, la plataforma IoT, el servidor de aplicaciones IoT y la combinación de red central y de acceso de [UIT-T Y.4113].

6.2.2 Emplazamientos asociados al modelo de referencia

Los lugares en que se ejerce la responsabilidad operativa de una parte de los sistemas en cuestión se denominan "emplazamiento" y pueden dividirse en tres categorías: emplazamientos de detección, emplazamientos de supervisión y emplazamientos de almacenamiento y explotación.

- **Emplazamientos de detección:** Desde ellos se gestionan una o varias partes de la infraestructura o infraestructuras de ingeniería civil y se miden los datos objetivos para la supervisión del estado de dichas infraestructuras mediante dispositivos sensor. También se transmiten los datos medidos, según proceda, al emplazamiento de supervisión correspondiente. Un emplazamiento de detección puede vigilar una o varias infraestructuras de ingeniería civil. La Figura 2 ilustra la relación entre el emplazamiento de detección y las infraestructuras de ingeniería civil.

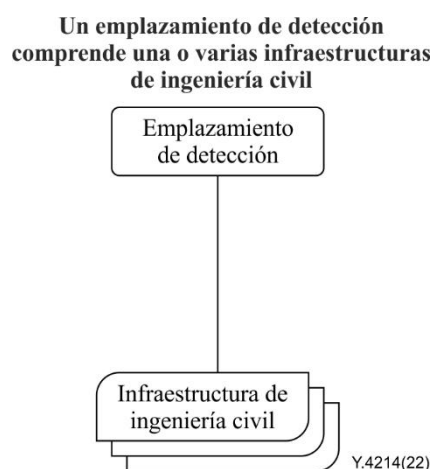


Figura 2 – Relación entre el emplazamiento de detección y las infraestructuras de ingeniería civil

- Emplazamientos de supervisión: Desde ellos se administran uno o varios emplazamientos de detección y se mantienen bajo supervisión las distintas partes de las infraestructuras. Un emplazamiento de supervisión puede abarcar uno o varios emplazamientos de detección. La Figura 3 ilustra la relación de agregación entre el emplazamiento de supervisión y el emplazamiento de detección.

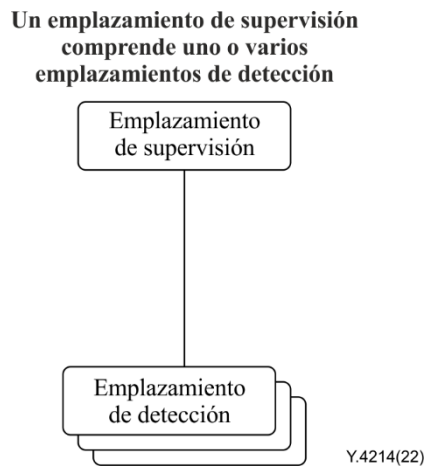


Figura 3 – Relación entre el emplazamiento de supervisión y los emplazamientos de detección

- Emplazamientos de almacenamiento y explotación: Desde ellos se envían los datos a las aplicaciones y se garantiza el almacenamiento a largo plazo de los datos, según proceda. En estos emplazamientos se recaban los datos procedentes de uno o varios emplazamientos de supervisión bajo su control. Cabe la posibilidad de que un emplazamiento de supervisión no necesite estar conectado a un emplazamiento de almacenamiento y explotación (por ejemplo, cuando las funcionalidades del emplazamiento de supervisión sean suficientes para los usuarios) o constituye un punto de referencia para uno o varios emplazamientos de almacenamiento y explotación. La Figura 4 muestra la relación entre un emplazamiento de almacenamiento y explotación y varios emplazamientos de supervisión.

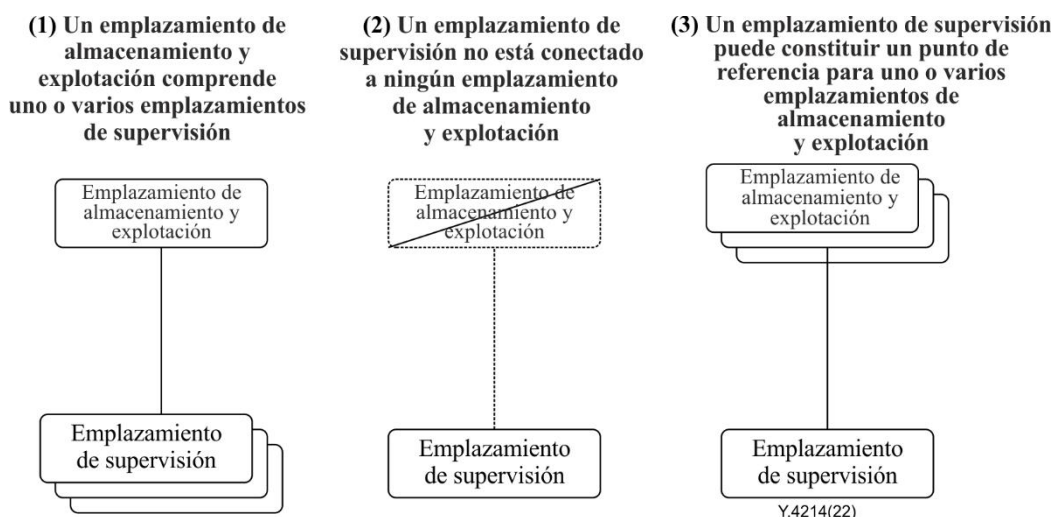


Figura 4 – Relación entre un emplazamiento de almacenamiento y explotación y varios emplazamientos de supervisión

7 Requisitos aplicables a los sistemas de supervisión del estado de las infraestructuras de ingeniería civil basados en la IoT

Los requisitos de alto nivel de la IoT se especifican en [UIT-T Y.4000]. Los requisitos comunes de la IoT se detallan en [UIT-T Y.4100]. Los requisitos de la red para la IoT figuran en [UIT-T Y.4113].

En la presente Recomendación se describen los requisitos aplicables a los sistemas de supervisión del estado de las infraestructuras de ingeniería civil basados en la IoT.

7.1 Requisitos genéricos

7.1.1 Funcionamiento a largo plazo

- Se recomienda que el sistema esté diseñado para su explotación a largo plazo.
NOTA – Ciertas infraestructuras de ingeniería civil, entre ellas carreteras, puentes y túneles, llevan utilizándose más de 50 años, y se recomienda que la vida útil de estos sistemas de supervisión también sea significativamente superior a la de los sistemas generales de IoT.
- Se recomienda que la semántica de los datos no dependa de un factor concreto, como la tecnología, la arquitectura de la plataforma o el fabricante.
- En caso de sustitución o cambio de modelo de los dispositivos sensor durante el periodo de explotación, es necesario que la continuidad de los datos se garantice.

7.1.2 Medición de datos

- Es necesario que el sistema disponga de funciones de recopilación y almacenamiento de datos para la supervisión del estado de las infraestructuras, entre ellos datos de longitud, frecuencia, ángulo de inclinación, brillo, infrarrojos, radiación, imagen, voz, situación meteorológica, etc.
- Es necesario que el sistema recopile y almacene no sólo los datos brutos recogidos por el dispositivo sensor, sino también los datos procesados calculados o convertidos a partir de los datos brutos por el dispositivo sensor, el dispositivo pasarela o la plataforma de supervisión.
- Es necesario que los datos medidos con el mismo fin se gestionen de la misma manera, incluso aunque el método de medición utilizado sea diferente. Si bien existen varios métodos de medición para los datos utilizados en la supervisión del estado de las infraestructuras, todos los datos medidos deben gestionarse como si fueran los mismos (o convertirse al mismo formato). Por ejemplo, el desplazamiento puede medirse utilizando un sensor de desplazamiento o a partir de un láser, una imagen, un acelerómetro, etc. Estos equipos deberían generar el mismo tipo de datos usando las mismas unidades de medida y el mismo grado de precisión.
- Es necesario que los datos medidos se gestionen de la misma manera, aunque la tecnología de transmisión o la tecnología de la plataforma sean distintas. Los datos deberían gestionarse de la misma manera tanto si el dispositivo sensor instalado en el emplazamiento de detección envía los datos a la plataforma de supervisión a través de una red como si estos se transportan a mano con ayuda de un dispositivo de almacenamiento.
- Es necesario que el sistema asocie los conjuntos de datos como relacionados con el mismo evento si los datos objetivos se componen de elementos de datos medidos a partir de múltiples dispositivos. Por ejemplo, si se utiliza un dispositivo auxiliar para especificar la posición relativa en el momento de instalar un nuevo dispositivo sensor, la información atinente a la relación entre el dispositivo y la posición debería almacenarse.

7.1.3 Modelo de información

- Se recomienda seguir las especificaciones del modelo de información utilizado para el procesamiento y el almacenamiento de los datos, a fin de permitir la continuidad de los datos en cuestión y su intercambio con las aplicaciones u otros sistemas distintos.

NOTA – El modelo de información utilizado no viene especificado en la presente Recomendación y los formatos de datos y los protocolos de comunicación correspondientes dependerán del sistema en cuestión.

7.1.4 Ubicación e instalación

- Es necesario que el sistema registre información sobre la instalación, como la posición, la dirección y el método de instalación del dispositivo sensor.
- Es necesario que el sistema registre la asociación entre un dispositivo sensor y un elemento de la infraestructura de ingeniería civil.
- Se recomienda que el sistema registre la asociación entre un dispositivo sensor y un elemento de la infraestructura de ingeniería civil utilizando la representación del modelo 3D creada durante el proceso de construcción de la infraestructura de ingeniería civil.

7.2 Requisitos del dispositivo sensor

- Es necesario que el dispositivo sensor mida los datos utilizados para la supervisión del estado. Por ejemplo, los datos utilizados para la supervisión del estado de las infraestructuras suelen dividirse en las siguientes categorías:
 - Cantidad física: longitud, frecuencia, ángulo de inclinación, etc.
 - Cantidad electromagnética: brillo, imagen, infrarrojos, radiación, etc.
 - Cantidad eléctrica: corriente, tensión, etc.
 - Datos del medio: voz, imagen, vídeo, etc.
- El dispositivo sensor podría disponer de funciones de comunicación, almacenamiento temporal de datos, procesamiento de datos y análisis primario, incluidas funciones de conversión de datos de sensores.

NOTA – El dispositivo sensor podría implementar todas las funciones anteriores en uno o varios dispositivos físicos.

7.3 Requisitos del dispositivo pasarela

- Es necesario que el dispositivo pasarela combine los datos medidos por el dispositivo sensor instalado en el emplazamiento de detección a través de una IAN y transmita los datos en cuestión a la plataforma de supervisión a través de una WAN.

NOTA 1 – Puede que no sea necesario utilizar un dispositivo pasarela, si el dispositivo sensor se comunica directamente con la WAN o si los datos almacenados temporalmente en el dispositivo sensor se recopilan manualmente.

- Es necesario que el dispositivo pasarela reciba instrucciones de la plataforma de supervisión y asuma la gestión de la IAN y de los dispositivos sensor.
- El dispositivo pasarela podría disponer de funciones de movilidad.

NOTA 2 – El dispositivo pasarela suele instalarse en un punto fijo del emplazamiento de detección. Sin embargo, también puede trasladarse a otras ubicaciones en algunos casos, por ejemplo, cuando se desplaza por los emplazamientos de detección en un vehículo encargado de patrullar dichos emplazamientos.

- El dispositivo pasarela podría disponer de funciones de almacenamiento temporal de datos, procesamiento de datos y análisis primario, incluidas funciones de conversión de datos de sensores.

7.4 Requisitos de la plataforma de supervisión

- Es necesario que la plataforma de supervisión disponga de una función de almacenamiento de datos en un formato determinado.
- Es necesario que la plataforma de supervisión disponga de una función de búsqueda de datos por cualquier clave.
- La plataforma de supervisión podría disponer de una función de visualización de datos en una pantalla, o en papel, en un formato legible para el ser humano, por ejemplo, en forma de gráficos o tablas.
- Es necesario que la plataforma de supervisión gestione el dispositivo sensor, el dispositivo pasarela y la IAN en el emplazamiento de detección, y envíe instrucciones al dispositivo pasarela y/o notificaciones al administrador, según proceda.
- La plataforma de supervisión podría disponer de funciones que le permitan emitir alertas sencillas, por ejemplo, cuando se sobrepasen ciertos umbrales, y enviar notificaciones al administrador.
- La plataforma de supervisión podría disponer de funciones que le permitan convertir los datos recopilados en el emplazamiento de detección a un formato específico que la aplicación correspondiente pueda analizar.

7.5 Requisitos de la red

- Es necesario que la IAN y la WAN faciliten las funciones que el sistema necesita y funcionen de forma fiable.

NOTA – La IAN y la WAN podrían ser redes privadas, públicas o una combinación de ambas.

Apéndice I

Casos de uso de la supervisión del estado de las infraestructuras de ingeniería civil basada en la IoT

(Este apéndice no forma parte integrante de la presente Recomendación.)

En la cláusula 8.9 de [b-UIT-T Y-Sup.56] se evocan los siguientes cuatro ejemplos de supervisión del estado de las infraestructuras de ingeniería civil como casos de uso en ciudades y comunidades inteligentes (C+CI):

- 1) supervisión de grietas con imágenes de cámaras;
- 2) supervisión de grietas con un medidor de desplazamiento;
- 3) supervisión de grietas o deformaciones con fibras ópticas; y
- 4) supervisión de deformaciones con acelerómetros.

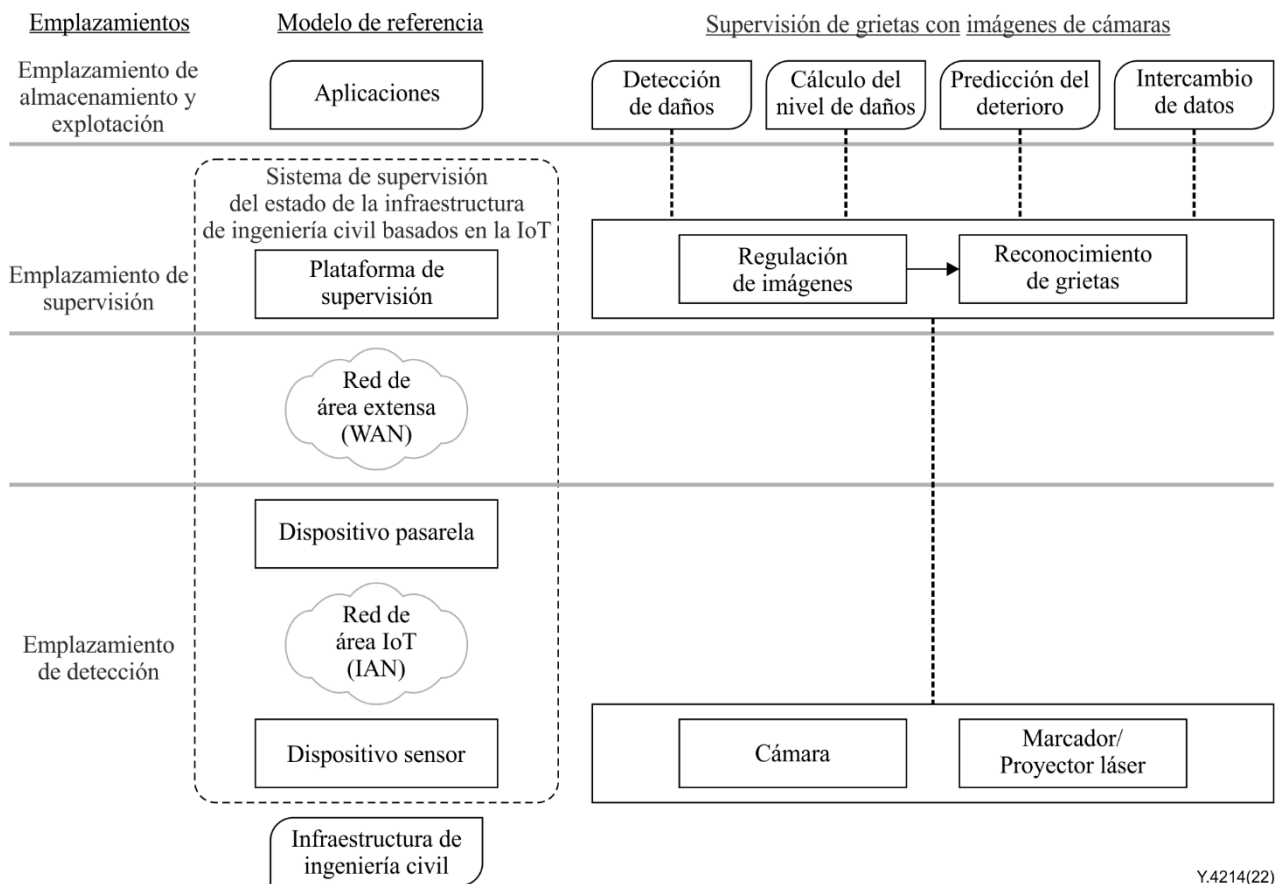
Este apéndice muestra ejemplos de configuración del sistema si, en los casos de uso *supra*, se aplica el modelo de referencia previsto en la presente Recomendación.

- 1) Supervisión de grietas con imágenes de cámaras

A efectos de la supervisión de grietas con imágenes de cámaras, se capta imágenes de la cara inferior de la base de hormigón de la carretera desde el suelo bajo el puente con una cámara y se registra el estado de la grieta o grietas existentes en dicha cara inferior. El sistema puede supervisar la evolución de las grietas y evaluar el nivel de daños comparando múltiples tomas realizadas a intervalos.

- En este caso, se utiliza una cámara digital como dispositivo sensor para captar imágenes de la cara inferior de la base de hormigón de la carretera desde el suelo bajo el puente.
- Habida cuenta de que el tamaño de las grietas es muy pequeño en comparación con la envergadura de la infraestructura de ingeniería civil, se toman de docenas o cientos de imágenes por elemento de infraestructura.
- Todas las imágenes tomadas contienen distorsiones y deben convertirse en imágenes de proyección ortográfica para su seguimiento cuantitativo. Para llevar a cabo esta conversión, se utilizan dispositivos auxiliares, tales como marcadores físicos, puntos de características estructurales e irradiadores láser como puntos de referencia. Estos dispositivos auxiliares se manejan como los dispositivos sensor.
- La plataforma de supervisión procede a efectuar la conversión de la proyección ortográfica de cada imagen tomada, como se ha descrito anteriormente, y fusiona esas imágenes superpuestas en una sola imagen.
- La plataforma de supervisión lee y almacena la forma y el ancho de las grietas a partir de la imagen fusionada de la cara inferior de la base de hormigón.
- La aplicación puede utilizar y analizar la información de la grieta almacenada en la plataforma de supervisión para detectar daños, calcular el grado de los mismos, predecir su evolución y compartir los datos con otros sistemas.

La Figura I.1 ilustra la supervisión de grietas con imágenes de cámaras.



Y.4214(22)

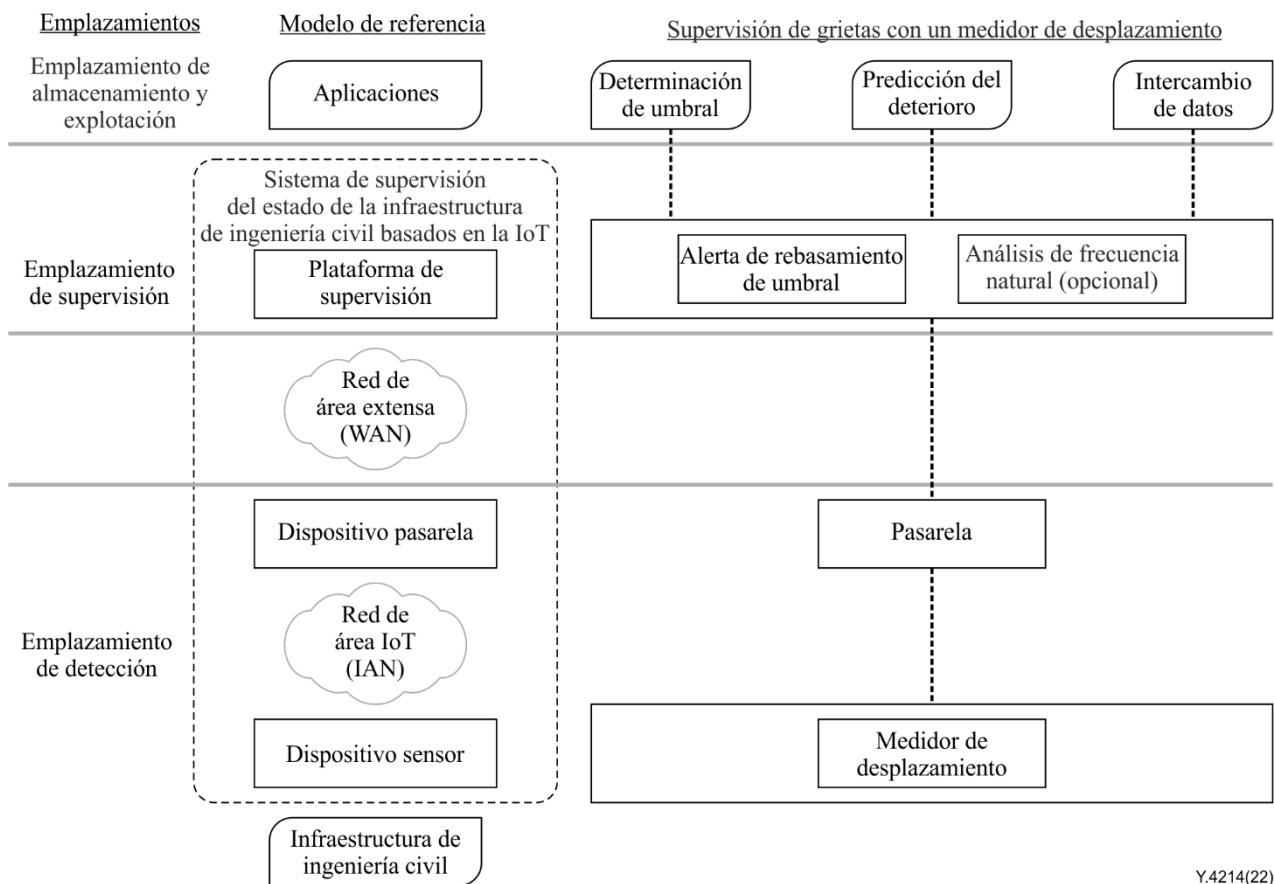
Figura I.1 – Supervisión de grietas con imágenes de cámaras

2) Supervisión de grietas con un medidor de desplazamiento

A efectos de la supervisión de grietas con un medidor de desplazamiento, se mide el desplazamiento entre la base de hormigón donde se encuentran los daños y la viga inamovible que sujeta el puente. Este ejercicio permite conocer el nivel de daños de la base de hormigón a partir de un umbral para prevenir accidentes.

- En este caso, se utiliza un medidor de desplazamiento como dispositivo sensor para medir el desplazamiento entre la base de hormigón y la viga inamovible.
- La plataforma de supervisión puede almacenar datos de desplazamiento en series temporales y emitir alertas cuando el desplazamiento supere un determinado umbral. A fin de detectar cambios en la eficacia estructural, la plataforma de supervisión puede realizar un análisis de la frecuencia natural a partir de los datos de desplazamiento.
- La aplicación puede utilizar y analizar los datos de desplazamiento almacenados en la plataforma de supervisión para predecir la evolución de los daños, determinar umbrales de alerta y compartir los datos con otros sistemas.

La Figura I.2 ilustra la supervisión de grietas con un medidor de desplazamiento.



Y.4214(22)

Figura I.2 – Supervisión de grietas con un medidor de desplazamiento

3) Supervisión de grietas o deformaciones con fibras ópticas

La supervisión de grietas o deformaciones con fibras ópticas permite detectar deterioros y distorsiones a partir de los cambios en la cantidad de luz transmitida que miden las fibras ópticas exhaustivamente instaladas en la cara inferior de la base de hormigón.

- El dispositivo sensor es un dispositivo de medición óptica que transmite pulsos de luz a través de una fibra óptica a intervalos regulares, para medir el tiempo de retorno de la reflexión difusa.
- La plataforma de supervisión convierte los resultados de la medición en magnitudes físicas (desplazamiento, deformación, etc.) y almacena los datos.
- La aplicación puede utilizar y analizar los datos almacenados en la plataforma de supervisión para predecir la evolución de los daños, determinar umbrales de alerta y compartir los datos con otros sistemas.

La Figura I.3 ilustra la supervisión de grietas o deformaciones con fibras ópticas.

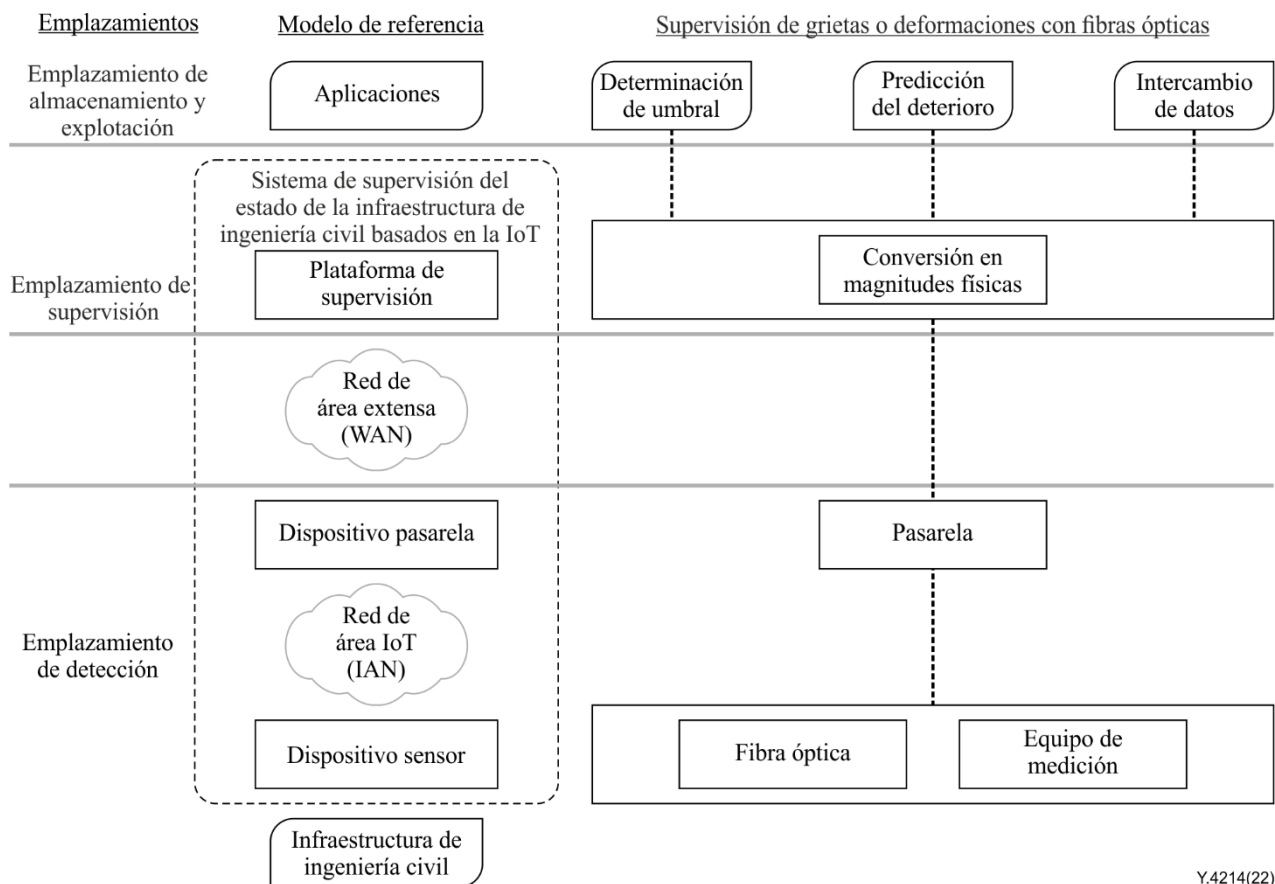


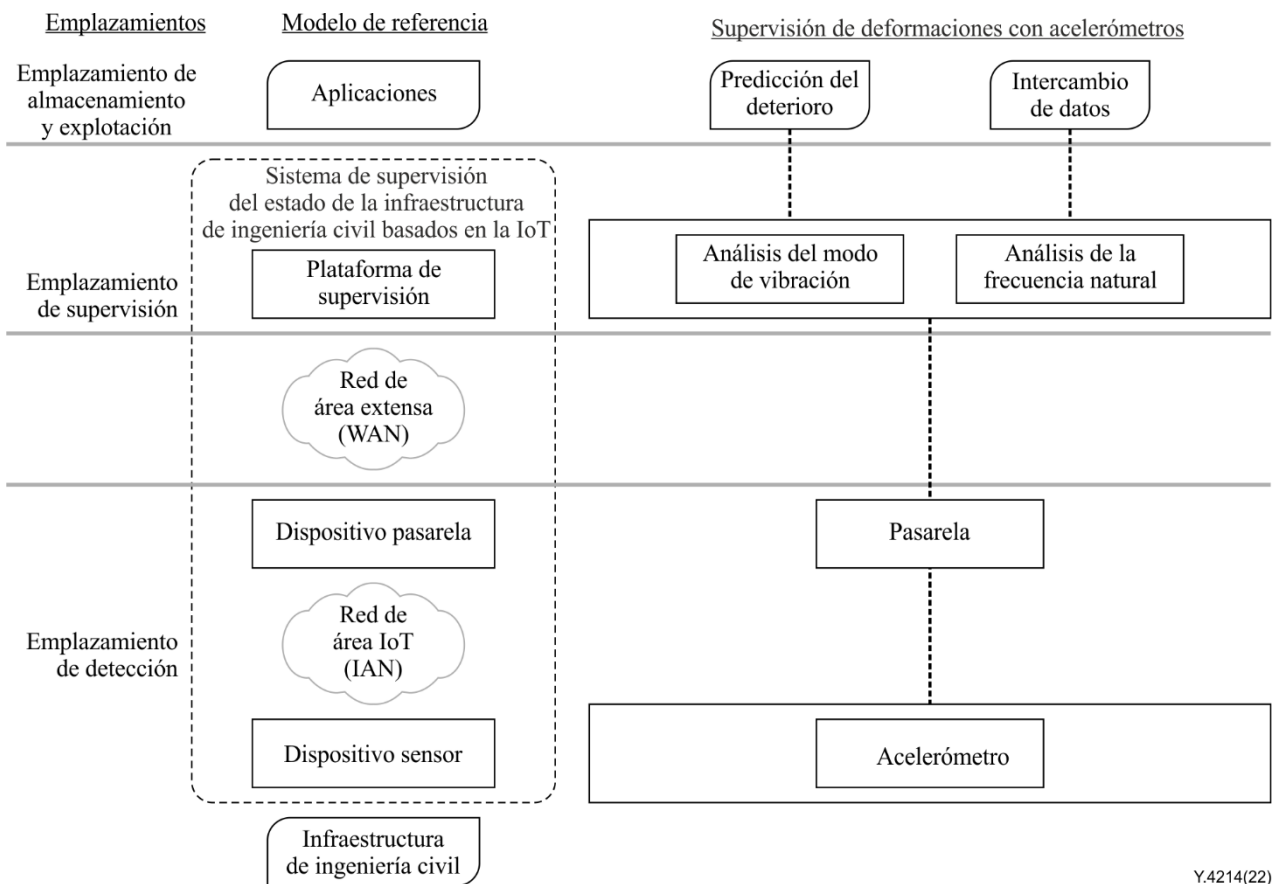
Figura I.3 – Supervisión de grietas o deformaciones con fibras ópticas

4) Supervisión de deformaciones con acelerómetros

La supervisión de deformaciones con acelerómetros permite detectar cambios en la eficacia de la estructura mediante la frecuencia natural o el modo de vibración de la estructura medidos por una serie de acelerómetros instalados en dicha estructura.

- En este caso, se utilizan uno o varios acelerómetros como dispositivo sensor.
- La plataforma de supervisión analiza los datos de aceleración medidos por el acelerómetro y lleva a cabo un análisis de la frecuencia natural o del modo de vibración.
- La aplicación puede utilizar y analizar los datos almacenados en la plataforma de supervisión, predecir la evolución de los daños y compartir los datos con otros sistemas.

La Figura I.4 ilustra la supervisión de deformaciones con acelerómetros.



Y.4214(22)

Figura I.4 – Supervisión de deformaciones con acelerómetros

Bibliografía

- [b-UIT-T Y.4213] Recomendación UIT-T Y.4213 (2021), *IoT requirements and capability framework for monitoring physical city assets*.
- [b-UIT-T Y-Sup.56] Suplemento 56 (2019) de la serie Y de Recomendaciones UIT-T, *Casos de utilización de ciudades y comunidades inteligentes*.

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie D	Principios de tarificación y contabilidad y cuestiones económicas y políticas de las telecomunicaciones/TIC internacionales
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedia
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedia
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Medio ambiente y TIC, cambio climático, ciberdesechos, eficiencia energética, construcción, instalación y protección de los cables y demás elementos de planta exterior
Serie M	Gestión de las telecomunicaciones, incluida la RGT y el mantenimiento de redes
Serie N	Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
Serie O	Especificaciones de los aparatos de medida
Serie P	Calidad de la transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes de líneas locales
Serie Q	Conmutación y señalización, y mediciones y pruebas asociadas
Serie R	Transmisión telegráfica
Serie S	Equipos terminales para servicios de telegrafía
Serie T	Terminales para servicios de telemática
Serie U	Conmutación telegráfica
Serie V	Comunicación de datos por la red telefónica
Serie X	Redes de datos, comunicaciones de sistemas abiertos y seguridad
Serie Y	Infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo Internet, redes de próxima generación, Internet de las cosas y ciudades inteligentes
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación