

## Aplicación de los códigos Bidimensionales QR (Quick Response) en la prestación de los Servicios de Mantenimiento y Asistencia Técnica.

Juan E. Pardo Froján<sup>1</sup>, Antonio García Lorenzo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dpto. de Organización de Empresas y Marketing. Escuela de Ingeniería Industrial. Universidad de Vigo. C/ Maxwell nº 9, 36303 Vigo. [jpardo@uvigo.es](mailto:jpardo@uvigo.es), [glorenzo@uvigo.es](mailto:glorenzo@uvigo.es)

**Palabras clave:** Códigos Bidimensionales, QR (*Quick Response Barcode*), SAT.

### 1. Introducción

Una de las características de las sociedades modernas es que en éstas el papel que desempeñan los servicios resulta, cuando menos, de gran importancia en la consecución de dos términos que recogen y caracterizan nuestro modo de vida y nuestro desarrollo. Por una parte está el término **bienestar**, entendida ésta como un conjunto de prestaciones a través de las cuales los individuos y las organizaciones pueden satisfacer ciertas necesidades de forma directa o indirecta. Por otra, la **competitividad** que, gracias a unos buenos servicios, las organizaciones pueden alcanzar a través de la formulación de una estrategia que aproveche las ventajas que éstos ofrecen. Es evidente que tanto los individuos como las organizaciones demandan cada vez más servicios y de mejor calidad. En este escenario todos esperamos, en primer lugar, que los servicios no fallen y cuando se produce un cese de los mismos o el nivel de calidad no se corresponde con el esperado y/o contratado, todos queremos que se restablezcan los mismos de una forma inmediata. Por ello, la importancia de los servicios desarrollados el área de SAT constituye, hoy en día, un factor clave en el logro de los dos términos anteriormente señalados de bienestar y competitividad.

También es evidente que la tecnología constituye un instrumento que, bien utilizado, puede ayudarnos a ofrecer respuestas de gran valor ante las enormes exigencias que día a día plantean los usuarios finales. Es importante destacar que con una correcta selección y una formulación estratégica adecuada es posible ofrecer más valor añadido de lo que se espera por parte de los clientes sin que se tenga necesariamente que incurrir en un mayor coste. Sin duda, esta cuestión representa una ventaja competitiva para las empresas y también un elemento a través del cual se pueden estrechar lazos en las relaciones con los clientes aumentando la fidelización de los mismos.

En este trabajo se pretende aprovechar el potencial que ofrecen los códigos bidimensionales, en particular los códigos QR, en los servicios y las actuaciones que tienen que llevar a cabo las empresas que desarrollan su actividad en el área de SAT y mantenimiento a través de una experiencia práctica, a modo de prueba piloto, en una empresa del sector del frío y de la climatización de ámbito nacional con la que los autores vienen trabajando en los últimos años en diferentes proyectos relacionados con la gestión del mantenimiento.

## 2. Códigos Bidimensionales: los códigos QR

### 2.1. Antecedentes

Aunque en la actualidad existen diferentes tipos o formatos de códigos bidimensionales (Aztec Code MaxiCode, BIDs, DataMatrix,...), sin pretender ser exhaustivos, puede decirse que los códigos más extendidos y de uso más estándar son los denominados DataMatrix, creados en el año 1989, y los códigos QR (*Quick Response Barcode*) inventados en 1994 por Toyota. Inicialmente los códigos QR se usaron para identificar las piezas de los coches en fase de producción, aunque hoy en día su uso más extendido está en el ámbito de los servicios.

Centrándonos en estos últimos, los QR Code, existen dos estándares, el japonés JIS X 0510 creado por la JIS y distribuido en enero de 1999; y el correspondiente estándar de la ISO, ISO/IEC 18004 aprobado en junio de 2000 y revisado en 2006 (ISO/IEC 18004:2006). En 1999 Denso Wave, la empresa que los había patentado, permitió que se pudieran utilizar libremente sin hacer usos de los derechos.

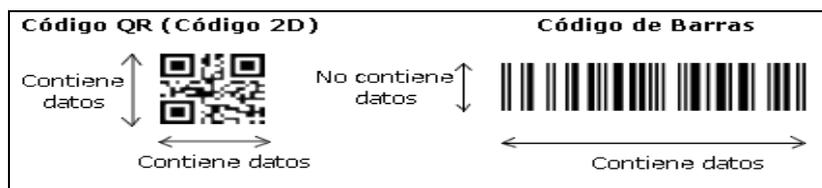
El éxito probado del QR Code se debe precisamente por ser éstos un estándar abierto y que su decodificación puede realizarse con cualquier teléfono móvil con cámara sin ser importante la calidad de ésta. Además, como indica su nombre, presentan una gran velocidad de respuesta.

A partir del 2003, en Japón comenzaron a emplearse como etiquetas en las que la gente podía leer con sus dispositivos móviles información relacionada con productos, servicios y eventos. Actualmente el crecimiento se ha quedado algo estancado, sobre todo en Europa, pero en 2010 se han notado algunos tímidos repuntes en el uso de estos códigos. Este crecimiento está estrechamente relacionado con los desarrollos de aplicaciones que están haciendo importantes empresas de las telecomunicaciones y también por parte de los operadores de telefonía móvil para intentar salvar algunos de los obstáculos que éstos dispositivos presentan. Uno de los problemas de los móviles es que resulta engorroso e incómodo introducir datos o cadenas de texto. Por ejemplo, teclear una URL es un proceso lento y muy dado al error. Por esa razón, los códigos bidimensionales resultan tan interesantes como puente para unir el mundo físico y el mundo virtual. A través de la lectura de un código bidimensional se puede configurar de forma automática una conexión a una página web.

### 2.2. Principales características

De una manera sencilla puede decirse que un código QR es una matriz o conjunto de códigos en 2D con una elevada capacidad para almacenar información de diferente naturaleza. El código QR, en comparación con el código de barras convencional, tiene las siguientes características:

- Mayor memoria y con más tipos de datos
  - Códigos numéricos: 7089 caracteres
  - Códigos alfanuméricos: 4296 caracteres
  - Binarios (8 bits): 2953 bytes
  - Kanji/Kana Max: 1817 caracteres
- Menor espacio de impresión
- Es resistente a daños y manchas.
- puede ser leído a alta velocidad desde todas las direcciones (en 360°)



**Figura 1.** Código QR frente a un código de barras. Imagen tomada de la página de Denso Wave

En cuanto a su aplicación, entre los múltiples usos que tienen estos códigos, a continuación se recogen aquellos que están más extendidas.

- Acceder a una URL (página web)
- Obtener un contenido si se sabe la pregunta y respuesta cifrada.
- Enviar un SMS o registrarse en una web
- Realizar una llamada
- Enviar un E-mail
- Acceder a un texto o documento
- Acceder a un mapa o coordenadas
- Conocer una promoción activa

### 2.3. Aplicaciones

Existen numerosas aplicaciones de esta tecnología en nuestros días. Para que nos hagamos una idea de sus posibilidades se van a mostrar algunas de las experiencias más difundidas en diferentes ámbitos. Por ejemplo, investigadores del Centre d'estudis del patrimoni arqueològic de la prehistòria (CEPAP), de la Universidad Autónoma de Barcelona, han desarrollado un sistema que utiliza los códigos QR para clasificar piezas arqueológicas. De esta manera se acorta el proceso para asociar al objeto la información correspondiente, haciéndola disponible online instantáneamente. En el sector turístico también podemos encontrar algunas experiencias que se están realizando con estos códigos a través de su uso en hoteles. Mediante estos códigos los usuarios pueden acceder a los servicios que ofrecen los mismos de una manera sencilla y rápida a través de su teléfono móvil. En esta línea tenemos el caso de la Junta de Andalucía a través de del servicio AndalucíaQR, servicio on-line gratuito ofrecido por el Centro de Innovación Turística de Andalucía y la Consejería de Turismo, Comercio y Deporte de la Junta de Andalucía para mejorar el nivel de competitividad e innovación del sector turístico andaluz.

### 3. Objetivos del trabajo

El objetivo de este trabajo es aprovechar las ventajas y el desarrollo que en los últimos años están teniendo los códigos bidimensionales en general (no solamente los QR) para aplicarlos a la gestión del mantenimiento en aquellas empresas que ofrecen este servicio a terceras. El objetivo es doble, por un lado se pretende aprovechar las características de estos códigos para que los clientes dispongan de la información técnica completa de sus instalaciones de una manera sencilla y, también, desencadenar acciones de una forma ágil cuando se produzca alguna incidencia en las mismas. A través de estos códigos es posible definir y desencadenar acciones tales como el envío de un SMS de forma automatizada. A modo de ejemplo,

imaginemos que en el código QR se detalla la información de la instalación (si identificación) y un número de asistencia. El usuario de ésta, utilizando un teléfono móvil con cámara en el que se tenga instalado el software adecuado (disponible hoy en día en casi todos los teléfonos móviles) podría leer el código y generar un mensaje que le llegaría a la empresa de SAT encargada del mantenimiento de sus instalaciones. Sin duda, este tipo de aplicaciones podría incrementar el valor percibido de los servicios prestados sin que suponga un coste adicional para cualquiera de las partes implicadas. Por otro lado, también podría suponer una enorme ventaja para la empresa que realiza estos servicios. Primero porque recibiría un mensaje en el que se le está identificando de una manera precisa el equipo que presenta el problema (en los avisos telefónicos se suelen producir muchas confusiones), lo que permitiría a la empresa de SAT gestionar la incidencia de forma más eficaz (selección del técnico más idóneo según el tipo de incidencia, gestión de materiales,...). En segundo lugar, un técnico, a la llegada a la instalación con una PDA o un terminal, procedería a la lectura de estos códigos y se le mostraría la información que pudiera ser relevante para la intervención que debe realizar en la misma (o un enlace que le permita acceder a toda la información de la instalación).

Otro objetivo que también se plantea en este proyecto es utilizar los códigos bidimensionales para dar soporte a las operaciones de mantenimiento preventivo. En cada instalación/equipo se podría poner una etiqueta en la que se indicase la gama de operaciones a realizar con el detalle de las mismas. Un técnico iría con su PDA y, tras la lectura del código, le sería mostrada la relación con las operaciones de preventivo que debe ejecutar.

En este proyecto la utilización de los códigos pasa por su futura integración con los sistemas de tele-gestión y movilidad que utiliza la empresa para el despliegue de las actividades de gestión del mantenimiento. En la actualidad, cada vez más, existe un número importante de clientes que desean disponer de un servicio de mantenimiento mediante el cual sus instalaciones/equipos estén permanente monitorizados y que, ante cualquier incidencia, se desencadenen las acciones necesarias para evitar que se produzca un fallo o una parada de los equipos con las consiguientes pérdidas de producción, de producto, etc. Sin entrar en detalle, dentro de la tele-gestión existen diferentes formas o protocolos de actuación. Los equipos sometidos al mantenimiento, mediante elementos de control, se pueden configurar como una red que actúe de vehículo y se integre con los sistemas de la empresa de SAT a la que se envía la información de ciertos parámetros que le permiten conocer cuál es el estado de los equipos y diagnosticar qué es lo que puede provocar algún tipo de fallo. A través de los sistemas de tele-gestión también pueden generarse eventos, como por ejemplo mensajes, que se envían a la empresa de SAT cuando se produce una incidencia, etc. En este proyecto, la empresa dispone de un sistema de tele-gestión propio que, a través de los dispositivos de control instalados en las instalaciones de los clientes y configurados adecuadamente, puede generar el envío de alarmas a través de un SMS. Este mensaje se registra en el sistema y, según determinados protocolos de actuación, propicia que se desencadenen ciertas operaciones.

De lo dicho anteriormente, es necesario adoptar una estructura y un protocolo en los SMS generados a partir del código QR para que éstos puedan ser interpretados por el sistema de tele-gestión de la empresa y desencadenar acciones de una forma automática como se haría en el caso de los mensajes generados por los propios dispositivos de control. Por otra parte, las herramientas de lectura tienen que ser compatibles con los terminales que utilizan los técnicos en movilidad.

Además de lo anteriormente señalado, para el éxito del trabajo se pretende que la solución adoptada sea independiente de los operadores de telefonía y de las TIC. Ello permitiría

obtener un mayor alcance en su uso por parte de las empresas de SAT y de los usuarios. Por dicha motivo, se considera que los códigos QR encajan perfectamente en este planteamiento y permiten que se puedan alcanzar los objetivos señalados.

Por último, en cualquiera de los escenarios típicos de la gestión del mantenimiento (tanto en actuaciones de correctivo como para revisiones periódicas o preventivas), disponiendo de una conexión de datos que permita acceder a los servidores de la empresa, a través de los códigos QR es posible vincular la lectura de un código con la carga de una URL. De esta manera se podría acceder a toda la información de la instalación: esquemas, planos, información técnica, lista de materiales/repuestos, intervenciones, etc. No obstante, por las implicaciones que tiene este uso (por una parte el coste y, por otra, por razones de seguridad), en esta primera fase no está prevista la utilización de los códigos para la carga de URL, aunque sí se llevarán a cabo ciertas pruebas piloto.

#### **4. Planteamiento metodológico. Fases del Proyecto**

Para la realización del trabajo que se presenta en este artículo se ha establecido un planteamiento metodológico que está apoyado en las etapas que se recogen en los siguientes puntos.

- ✓ En primer lugar se ha llevado a cabo una revisión del estado actual de esta tecnología y las perspectivas de futuro en base a aquellos proyectos más relevantes que están sustentados en el uso de los códigos bidimensionales en general y, en particular, de los códigos QR. Se han analizado proyectos tanto en el campo de la industria como en el de los servicios y de la investigación.
- ✓ Ligado con el punto anterior, se han analizado una serie de experiencias o casos de éxito que ya se están aplicando en determinados sectores y también qué grupos de otras universidades están trabajando en este campo. Como se ha mencionado anteriormente, cabe destacar los trabajos del grupo de investigadores del CEPAP de la Universidad Autónoma de Barcelona.
- ✓ Dado que uno de los objetivos del trabajo es obtener una solución que no vincule a las compañías con los operadores de telefonía móvil o proveedores de las TIC, se intentará encaminar el desarrollo del mismo hacia el empleo de un estándar abierto, por ello se ha prestado una atención especial a los códigos QR.
- ✓ En una siguiente fase se han examinado y evaluado las principales herramientas disponibles para la generación, lectura, etc. de estos códigos. La premisa que se ha planteado en este trabajo es utilizar herramientas sencillas, genéricas y cuyo uso sea 'libre'. Debe pensarse que la utilización de estos códigos tienen que ser accesible para los clientes y realizarse de tal manera que no suponga ningún coste para los mismos. Por ello, se deben utilizar herramientas que sirvan para terminales móviles básicos que no requieran de grandes recursos ni capacidades.
- ✓ Por último, se han definido y realizado un conjunto de pruebas piloto en una empresa del sector del frío y de la climatización que despliega servicios de mantenimiento y de asistencia técnica a terceras con la que los autores de este trabajo vienen colaborando en diversos proyectos dentro del área de la gestión del mantenimiento. Para las pruebas piloto se han seleccionado un conjunto de

instalaciones en las que se han utilizado estos códigos y sobre las que se ha realizado la validación técnica de la solución que se plantea en este trabajo.

## 5. Evaluación y selección de la herramienta

Aunque existe un gran número de herramientas relacionadas con la generación y/o lectura de códigos bidimensionales como las recogidas en la siguiente lista:

- BeeTagg Reader
- i-nigma Reader
- Kaywa Reader
- NeoReader
- UpCode Reader
- QuickMark Reader

En este trabajo se han analizado y evaluado tres de ellas, las consideradas como de uso más extendido. Éstas han sido: **Kaywa**, **Quickmark** e **i-nigma**.

Uno de los principales requisitos de la herramienta en el desarrollo de este proyecto para la lectura de los códigos QR es que pueda ser utilizado por cualquier terminal con unas exigencias mínimas y que los clientes puedan realizar la lectura de los mismos de una manera sencilla. Otro de los requisitos de la herramienta es que también opere bajo sistemas Windows Mobile dado que los terminales utilizados por la empresa para la gestión del mantenimiento en movilidad se basan en este sistema. Por ello, tras una revisión de las tres anteriores, se consideró que la herramienta que mejor encajaría en el trabajo es la ofrecida por la empresa 3GVisión con su producto **i-nigma**. Se trata de una empresa pionera y líder en el tratamiento de códigos y ofrece un software que está disponible para un gran número de terminales móviles, opera bajo Windows Mobile y además ofrece unas buenas prestaciones adicionales. Señalar que con esta herramienta se pueden manejar códigos QR, códigos DataMatrix y también códigos de barras convencionales.

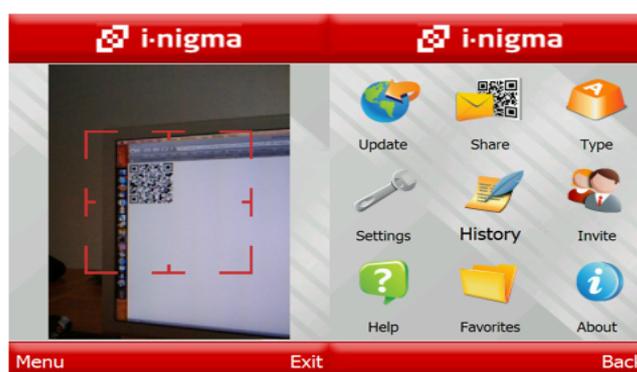
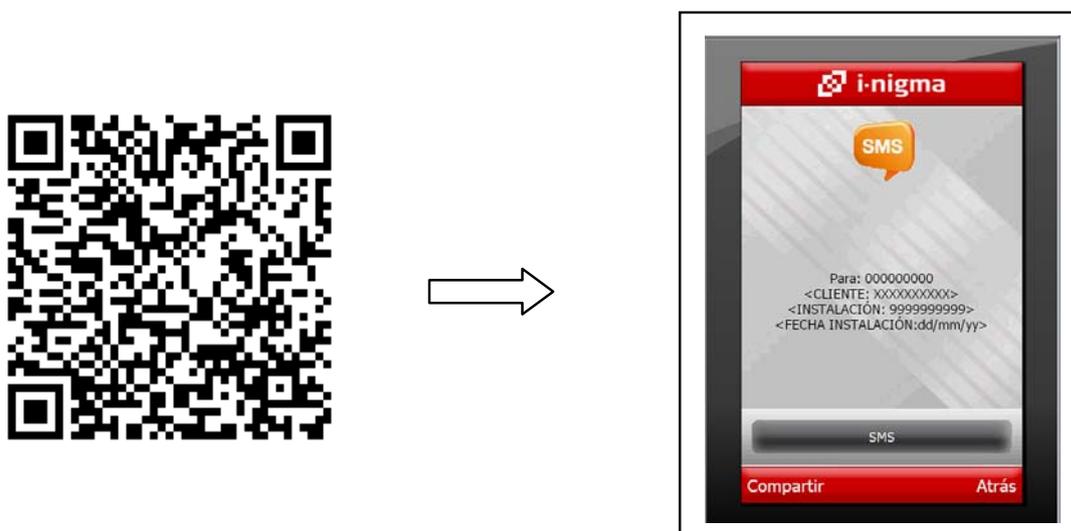


Figura 1. Entorno del software utilizado para la lectura de los códigos QR.

## 6. Pruebas piloto

Para analizar las posibilidades de aplicación de estos códigos se ha establecido un escenario compuesto por un conjunto de pruebas relativamente sencillas, tanto en el ámbito del mantenimiento correctivo como en el preventivo.

Sin perjuicio de que se pueden plantear más funcionalidades a lo largo del trabajo y en un futuro, las pruebas que se van a realizar girarán en torno a la creación de un código con los datos técnicos de una instalación/equipo para su identificación. Aunque los códigos QR presentan la ventaja de que pueden ser leídos aun en el caso de que presenten una cierta degradación, se han utilizado unas etiquetas de polipropileno de gran resistencia y durabilidad. Señalar que estas etiquetas ya se venían utilizando por la empresa para la identificación actual de las instalaciones/equipos al estar sometidos éstos a unas condiciones que podrían provocar una degradación de las etiquetas que las hiciera no operativas (ambientes corrosivos, aceites, etc.), lo que acarrearía unos enormes problemas para su lectura. Por otro lado, en las instalaciones seleccionadas para las pruebas del proyecto, se ha hablado con los clientes para que éstos dispongan de terminales que tengan instalado el software que les permita la lectura de dichos códigos. Aunque sería posible la utilización de cualquier herramienta compatible con estos códigos, se acordó la utilización del software **i-nigma**. Se consideró muy importante, en esta primera fase, tener muy controladas las herramientas y los escenarios y manejar el menor número posible de lectores. En las etiquetas generadas, además del código de identificación de los equipos, se incorpora el número de asistencia para que cuando se produzca una incidencia se pueda automatizar el envío de un SMS con los datos de la instalación (recogidos en la etiqueta) a la empresa de SAT. En la siguiente figura se muestra, a modo de ejemplo, un código en el que se recoge la información con la identificación básica de una instalación en la que se incluye un número de asistencia.

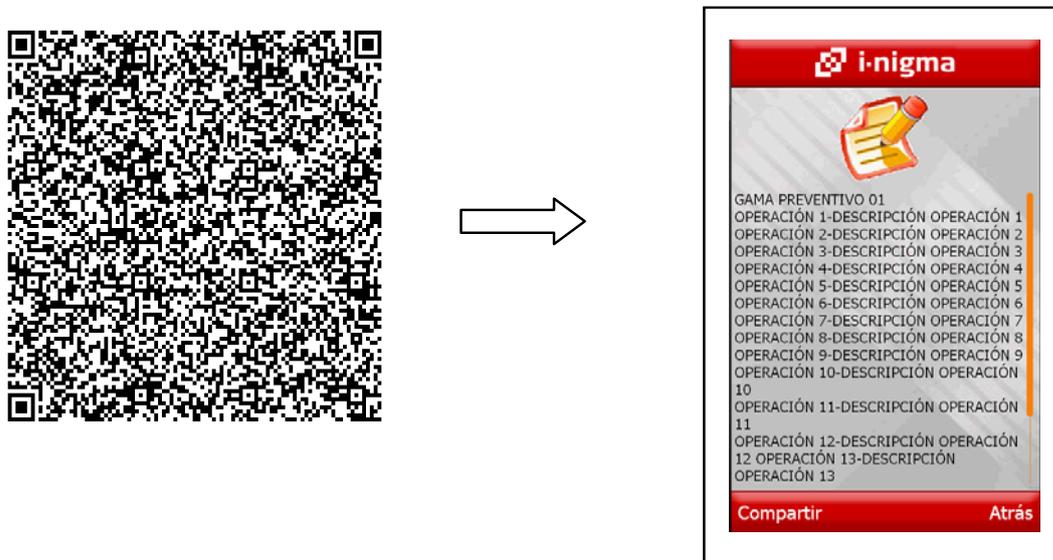


**Figura 2.** Código QR para generar un SMS con los datos de la instalación.

Al producirse la lectura de este código con un terminal que disponga de cámara y que tenga instalado un software adecuado se mostraría la información mostrada de la captura de la pantalla (parte derecha de la figura 2).

Dado que la empresa despliega también servicios de tele-mantenimiento y dispone de una plataforma que puede procesar mensajes de entrada enviados por diferentes dispositivos de control dispuestos en las instalaciones, se integrarán estos mensajes dentro de dicha plataforma. A través de los mensajes recibidos el sistema canaliza las acciones (registro de la incidencia, emisión de una orden de trabajo, etc.) para que los técnicos de la empresa realicen las operaciones de mantenimiento y reparación oportunas.

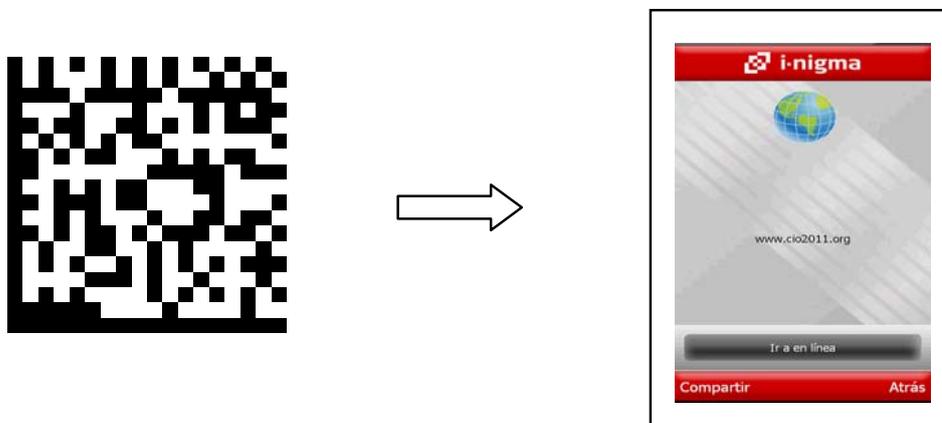
Como se refleja en los objetivos del trabajo también está prevista la utilización de estos códigos para escenarios de mantenimiento preventivo, por lo que se ha llevado a cabo la realización de un conjunto de pruebas en las que, a través de los códigos QR, se representa una gama de mantenimiento de la instalación/equipo con la lista de operaciones que se debe realizar. En la figura 3 se muestra un código que contiene un ejemplo de gama de mantenimiento preventivo compuesto por un conjunto de operaciones. La lectura de dicho código por un terminal proporcionaría una información como la que se recoge en la captura de la pantalla mostrada a la derecha de la figura 3.



**Figura 3.** Código QR con las operaciones de una gama de preventivo.

Lógicamente esta aplicación está orientada cuando la estructura de las gamas no presenta una complejidad excesiva o el número de operaciones no es muy elevado. En casos de mayor complejidad lo ideal sería utilizar un código que generase la cadena de conexión a una URL donde se enlace con toda la información relativa la gama de mantenimiento.

En la figura 4 se muestra un código que genera una cadena de conexión a la URL del cio2011 ([www.cio2011.org](http://www.cio2011.org)). La lectura de dicho código con un terminal que posea un lector de códigos QR y tenga habilitada una conexión de datos daría acceso a la web del congreso



**Figura 4.** Código QR con una cadena de conexión a una URL.

## **7. Resultados y conclusiones**

Tras estas etapas se han llevado a cabo una serie de reuniones con la empresa con el objeto de evaluar si los resultados obtenidos se consideraban de interés para su aplicación práctica en las actividades de gestión de mantenimiento de la empresa y, en caso afirmativo, como se debiera realizar su integración con los sistemas de información que se utiliza en dichas actividades de tal manera que encaje con el planteamiento estratégico de la compañía en materia de SI. A raíz de las pruebas piloto éstas han servido a la empresa para dos cuestiones. La primera, comprobar de una manera fehaciente y real el potencial que le ofrecen los códigos QR para intentar incrementar el valor de los servicios que despliega sin coste para el cliente. Muchas veces el problema está en que las empresas que utilizan los servicios de mantenimiento no perciben el valor de los mismos. Existe la sensación de que se está pagando un coste a las empresas de SAT y que el trabajo de éstas es ‘escaso’ o de poco valor. Por ello, es muy importante para las empresas de SAT ir más allá del aspecto técnico del mantenimiento y que hagan ver al cliente todos los servicios que se le están prestando de una manera clara y sencilla. Esto, sin duda, constituye un elemento diferenciador de gran importancia donde las decisiones de un cliente ante elección de su SAT se decantan a veces en pequeños detalles y también en la confianza que éstos nos inspiran. La otra cuestión es que este proyecto le ha servido a la empresa para darse cuenta de otras oportunidades derivadas del uso de los códigos bidimensionales. A modo de ejemplo, la empresa se está planteando, cada vez que se hace una intervención, generar un código QR que se pondría en la instalación para que el cliente, de una manera sencilla, acceda al detalle de los trabajos realizados en sus instalaciones/equipos (sin tener que consultar ningún albarán, etc.).

Aun cuando los resultados obtenidos han sido muy satisfactorios y la empresa ha percibido que podría obtener importantes ventajas con su utilización, se observa que todavía existe una cierta reticencia al uso de estos códigos. A nuestro juicio, aunque los códigos QR tienen su origen en entornos de producción para la identificación de las piezas y su logística, lo cierto es que la percepción de una gran mayoría de la gente es que estos códigos son válidos para su aplicación en acciones de marketing, etc. y que son un producto orientado al beneficio de las operadoras de telefonía por el uso de un mercado de gente joven. Es cierto que el uso más frecuente de estos códigos está asociado a importantes acciones de tipo comercial y/o publicitario, pero ello no quita que se puedan usar en otros contextos y de una manera alienada con los objetivos empresariales. Resulta algo paradójico que en la situación actual, donde las comunicaciones y la información resultan clave en las estrategias empresariales, donde además existe un uso generalizado de estas tecnologías, no se aprovechen las enormes ventajas derivadas de su utilización. Lo que es evidente es que es necesaria una visión clara y que las empresas no deben dejarse arrastrar por los planteamientos de las empresas de telecomunicaciones en el uso indiscriminado de estos códigos.

En definitiva, existe un gran desconocimiento del alcance real de estos códigos y se vinculan los mismos a un uso de corte más doméstico (el usuario final es la persona de la calle) enmarcado dentro del sector servicios. Cuando se habla del sector servicios, pero donde los clientes de estos servicios son empresas, existe una cierta desconfianza en el uso de los mismos.

Creemos que la aplicación de estos códigos con la generación de servicios que proporcionen un valor añadido tangible, constituirán una enorme ventaja competitiva para aquellas empresas que se adelanten en su uso. Cada organización tiene que pensar en las **utilidades que puede darle a este tipo de códigos y no dejarse arrastrar por los intereses de las empresas de las TIC** (Las TIC deberían preocuparse más porque los servicios derivados de estos códigos sean de calidad potenciando unas buenas comunicaciones en los datos a un coste razonable). En otros países esto parecer que los tienen más claro y ya llevan algún tiempo aplicando el uso de estos códigos en muchos ámbitos con una buena acogida.

### **Referencias**

Barnes, D.; Bradshaw, J.; Day, L.; Schott, T.; Wilson, R. (1999). Two dimensional bar coding, Tech 621, Purdue University.

Blahut, R.E. (1983). Theory and practice of error control codes, Addison-Wesley Publishing Company, Reading.

Clark, G.C.; Cain, J.B. (1981). Error-correction coding for digital communications, Plenum Press, New York.

Wicker, S.B.; Bhargava, V.K. (1994). Reed-Solomon codes and their applications, IEEE Press, Piscataway.

Wicker, S. B.; Kim, S. (2002). Fundamentals of Codes Graphs and Iterative Decoding, Boston: Kluwer Academic Press.

Denso Wave Incorporated; <http://www.denso-wave.com>