

INTERNET DE LAS COSAS

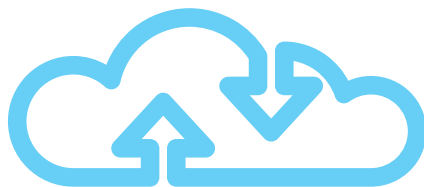
Moisés Barrio Andrés



INTERNET DE LAS COSAS

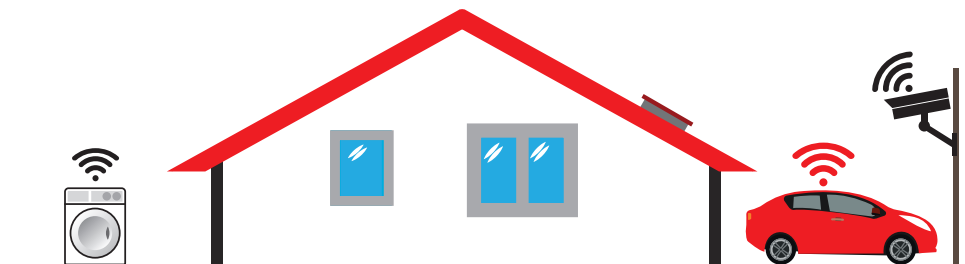
Moisés Barrio Andrés

Letrado del Consejo de Estado
Doctor en Derecho
Profesor de Derecho de Internet
en la Universidad Carlos III de Madrid
Abogado



REUS
EDITORIAL

Madrid, 2018



© Moisés Barrio Andrés
© Editorial Reus, S. A. para la presente edición
C/ Rafael Calvo, 18, 2º C – 28010 Madrid
Tfno: (34) 91 521 36 19 – (34) 91 522 30 54
Fax: (34) 91 445 11 26
E-mail: reus@editorialreus.es
<https://www.editorialreus.es>

1.ª edición REUS, S.A. (2018)
ISBN: 978-84-290-2038-0
Depósito Legal: M 4480-2018
Diseño de portada: Amanda Guglieri
Impreso en España
Printed in Spain

Imprime: Ulzama Digital

Editorial Reus no responde del contenido de los textos impresos, cuya originalidad garantizan los autores de los mismos. Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización expresa de Editorial Reus, salvo excepción prevista por la ley. Fotocopiar o reproducir ilegalmente la presente obra es un delito castigado con cárcel en el vigente Código penal español.

*A Álvaro y Roberto, visionarios
y emprendedores de éxito*

*A Amanda Olivia Guglieri Lillo, del equipo editorial,
por su esmerado diseño de portada
y las atinadas sugerencias formuladas*

ABREVIATURAS

ADPIC	Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio, de 15 de abril de 1994.
AIOTI	Alliance for Internet of Things Innovation.
APIs	Application Programming Interfaces.
CBPOLA	Convenio de Berna para la Protección de las Obras Literarias y Artísticas, de 9 de septiembre de 1886.
CC	Código Civil español.
CDM	Collaborative Decision Making.
CERT	Computer Emergency Response Team.
CNPIC	Centro Nacional para la Protección de las Infraestructuras Críticas.
CSIRT	Computer Security Incident Response Team.
DC-IoT	Dynamic Coalition on the Internet of Things.
Directiva marco de telecomunicaciones	Directiva 2002/21/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 7 de marzo de 2002, relativa a un marco regulador común de las redes y los servicios de comunicaciones electrónicas.
Directiva NIS	Directiva (UE) 2016/1148 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de julio de 2016, relativa a las medidas destinadas a garantizar un elevado nivel común de seguridad de las redes y sistemas de información en la Unión.
DNS	Domain Name System.
DSM	Vid. MUD.
ENISA	Agencia Europea de Seguridad de las Redes y de la Información.
EPC	Electronic Product Code.

EPCIS	Electronic Product Code Information Services.
FTC	Federal Trade Commission.
ICT	Vid. TIC.
IERC	European Research Cluster on the Internet of Things.
IoT	Internet of Things.
ITU	Vid. UIT.
LMPIC	Ley 8/2011, de 28 de abril, por la que se establecen medidas para la protección de las infraestructuras críticas.
LOPD	Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal.
LSN	Ley 36/2015, de 28 de septiembre, de Seguridad Nacional.
M2M	Machine-to-Machine.
MUD	Mercado Único Digital de Europa.
NFC	Near Field Communication.
OMC	Organización Mundial del Comercio.
ONS	Object Naming Service.
ONU	Organización de las Naciones Unidas.
Reglamento e-privacy	Propuesta de Reglamento sobre el respeto de la vida privada y la protección de los datos personales en el sector de las comunicaciones electrónicas y por el que se deroga la Directiva 2002/58/CE (Reglamento sobre la privacidad y las comunicaciones electrónicas).
RFID	Radio Frequency Identification.
RGPDE	Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos y por el que se deroga la Directiva 95/46/CE (Reglamento general de protección de datos).
RLOPD	Reglamento de desarrollo de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal, aprobado por el Real Decreto 1720/2007, de 21 de diciembre.

SCADA	Supervisory Control and Data Adquisition.
SOA	Service Oriented Architecture.
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación.
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones.
WSNs	Wireless sensor networks.

PRÓLOGO

El «Internet de las Cosas» (*Internet of Things*, habitualmente referido por sus siglas inglesas IoT), también denominado por algunos «Internet de los Objetos» (IO) es un supraconcepto que caracteriza la próxima gran transformación en la evolución de Internet¹: su expansión más allá de la comunicación entre las personas, o entre las personas y el contenido digital, que ahora se extiende a miles de millones de objetos cotidianos. Los sistemas IoT implican la adquisición de datos de sensores y la entrega de órdenes a dispositivos que interactúan o forman parte del mundo real. También reconocen eventos y cambios, y pueden reaccionar de forma autónoma y apropiada. El Internet de las Cosas se equipara a menudo con electrodomésticos y bienes de consumo, como las ropas tecnológicas (*wearables*) o los coches inteligentes. Por lo tanto, muchas de las preocupaciones iniciales se han centrado en los productos de consumo.

La atención a este fenómeno es urgente por muchas razones. La mayor parte del tráfico actual de Internet ya es originado por la interconexión de los objetos, no de las personas, y las proyecciones globales del impacto económico del IoT son potencialmente de once billones de euros para 2025². También es apremiante porque la expansión de Internet en objetos cotidianos utilizados por las personas crea retos de interés público sin precedentes sobre cómo también transformará la intimidad-privacidad y la seguridad humana (incluyendo la ciberseguridad).

¹ Nos hemos ocupado ampliamente de ello en BARRIO ANDRÉS, Moisés: *Fundamentos del Derecho de Internet*. Editorial Centro de Estudios Políticos y Constitucionales, Madrid, 2017.

² MANYIKA, James (dir): «Unlocking the potential of the Internet of Things». Informe del *McKinsey Global Institute*, de junio de 2015. Disponible en <https://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/the-internet-of-things-the-value-of-digitizing-the-physical-world>

Ahora bien, la exclusiva atención a los productos de consumo desconoce que la mayor parte de aplicaciones del Internet de las Cosas se ha producido fuera del ámbito doméstico. En efecto, la gran mayoría de usos del IoT se encuentran en casi todos los sectores industriales. Las suministradoras de gas y petróleo por ejemplo dependen de sensores de energía interconectados digitalmente. Las empresas de transporte y navegación utilizan tecnologías de IoT para el seguimiento de vehículos y paquetes. Los sistemas médicos se basan cada vez más en dispositivos de monitorización, diagnóstico y tratamiento conectados a Internet. Las empresas manufactureras emplean sistemas IoT para gestionar el manejo de materiales, la optimización de inventarios y la conexión de sistemas robóticos. Las administraciones locales son cada vez más un ámbito relevante del IoT en el sentido de que los servicios públicos municipales, el alumbrado, los sistemas de control del tráfico y otras aplicaciones inteligentes de las *smart cities*³ forman ahora parte del ecosistema del Internet de las Cosas. Todos los sectores económicos, desde la agricultura hasta la venta al por menor, hoy son entornos en los que el ciberespacio “toca” el mundo físico. Y estos sistemas de IoT, aunque a menudo utilizan algunas tecnologías patentadas, también dependen de los protocolos subyacentes y de las infraestructuras abiertas de red de Internet o se conectan a Internet para funciones de administración y control.

Por todo ello, este libro examina las claves tecnológicas del Internet de las Cosas, sus riesgos y elementos disruptivos, así como también las aplicaciones prácticas ya en uso más frecuentes. Hay que tener en cuenta cómo el IoT tiene el potencial para generar nuevos y mejores modelos de negocio y procesos de gestión en prácticamente todos los sectores de la economía, desde la agricultura hasta la investigación científica de vanguardia, y ofrece asimismo ventajas y oportunidades sin precedentes a los ciudadanos individuales, a las empresas y a las administraciones públicas.

Pero, en verdad, el Internet de las Cosas carece de una regulación jurídica propia y autónoma. Sin embargo, plantea un buen ramillete de nuevos desafíos legales, fundamentalmente en la protección de la intimidad-privacidad en relación con el tratamiento de datos y la ciberse-

³ BARRIO ANDRES, Moisés: «La smart city: versión 2.0 del municipio», en *Documentación Administrativa: Nueva Época*, Nº 3, 2016.

guridad de los sistemas. Ante la falta de un grupo normativo particular, este libro ofrece también un marco jurídico general, examinando asimismo su problemática jurídica y proponiendo, igualmente, soluciones prácticas en aspectos claves como son los relativos a la titularidad de los datos recopilados y generados en entornos IoT, la circulación y el acceso a los datos, o incluso la evaluación de impacto para asegurar el *compliance* de los sistemas del Internet de las Cosas por parte de los fabricantes, integradores y demás actores involucrados.

Madrid-Cambridge (Massachusetts, Estados Unidos), febrero de 2018.

Moisés BARRIO ANDRÉS
Letrado del Consejo de Estado
Doctor en Derecho
Profesor de Derecho
Abogado

www.moisesbarrio.es



[@moisesbarrioa](https://twitter.com/moisesbarrioa)



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN AL

INTERNET DE LAS COSAS

1. INTRODUCCIÓN

Las recientes innovaciones de la electrónica, la informática y las tecnologías de la información y la comunicación (TIC)⁴ han propiciado, de una parte, un crecimiento exponencial de la capacidad material de procesamiento de los sistemas de tratamiento de información y, de otra parte, han permitido la miniaturización de microprocesadores que son empleados como sensores para la captación de datos. Todo acompañado, en paralelo, de una gradual reducción sustancial de los costes de fabricación y comercialización de dicho hardware. Estas invenciones, además, se construyen y amplifican mutuamente en una convergencia de tecnologías a través de los mundos físico y digital.

Por otro lado, el proceso continuo de expansión de Internet y gestación de nuevas tecnologías, servicios y plataformas ha permitido la

⁴ En inglés el acrónimo utilizado es ICT, correspondiente a las siglas de «*Information and Communications Technology*». No existe una lista cerrada de elementos que configuran las TIC, sino que se incluyen en ella no sólo los que conforman los modos actuales de tratamiento y transmisión de la información, sino también los futuros. En todo caso, se engloban dentro de las TIC tanto las redes (entre las cuales destaca Internet pero también comprende las de telefonía móvil y otras redes telemáticas), como los equipos terminales (entre los que predominan los ordenadores personales, pero también ya son gran vehículo de comunicación los *smartphones*, las tabletas o las consolas) y los servicios, entre los que sobresalen la descarga de archivos –directa, mediante redes P2P o su visualización directa en *streaming*–, el comercio electrónico, la banca electrónica, la realización electrónica de actividades relacionadas con la Administración Pública y, cada vez más, las redes sociales.

emergencia del fenómeno conocido como «Internet de las Cosas» (*Internet of Things*, habitualmente denominado por sus siglas inglesas IoT y que también emplearemos aquí), que supone la *evolución de Internet desde una red de ordenadores interconectados hasta una red de objetos interconexionados*. El IoT ha sido llamado por voces calificadas⁵ a ser uno de los agentes de la «cuarta revolución industrial», la *Industria 4.0*, junto con la inteligencia artificial, la robótica, la impresión 3D y 4D, la nanotecnología, la biotecnología o la ciencia de los materiales, por nombrar algunos de sus motores fundamentales.

No obstante, el Internet de las Cosas es, desde hace unos años, una realidad ya presente en las sociedades tecnológicamente más avanzadas, puesto que hoy en día Internet intercomunica ahora mismo no sólo ordenadores, incluyendo en los primeros dispositivos como los teléfonos inteligentes (*smartphones*) o las tabletas (*tablets*), sino también otros muchos tipos de «objetos» (o cosas): desde ropas tecnológicas o *wearables* (como relojes, pulseras inteligentes o gafas de realidad aumentada), electrodomésticos (tales como frigoríficos, aspiradoras,...), televisores, videoconsolas, automóviles, elementos de edificios (p. ej., cámaras de seguridad, controles de acceso, sensores de temperatura,...), hasta grandes infraestructuras públicas como puentes, autopistas o ciudades, etc., abriendo así la puerta a la interacción «máquina-máquina» (*Machine-to-Machine*, M2M). También conexiona a personas con esos objetos; puede incluso conectar animales, como sucede ya en algunas explotaciones ganaderas o en ciertos programas protectores de la biodiversidad.

El método técnico es la *incorporación de capacidades inteligentes* a todos estos objetos tradicionalmente pasivos (o “tontos”), a través de dispositivos hardware específicos (o simplemente de sensores inalámbricos), a fin de que puedan recopilar datos para su envío a centros de procesamiento por medio de una estructura de red interconectada, que permite que objetos de toda índole a los que acabamos de hacer referencia se comuniquen entre sí con la capacidad para transmitir, compilar y analizar datos. Debido a la *naturaleza ubicua* de los objetos comunicados en el IoT, se espera que un número sin precedentes

⁵ SCHWAB, Klaus: *La cuarta revolución industrial*. Editorial Debate, Barcelona, 2016. Entre nosotros, vid. por ejemplo TORTELLA, Gabriel: *Capitalismo y revolución*. Editorial Gadir, Madrid, 2017.

de dispositivos vayan a disponer de esta tecnología, estimándose unos veinte billones para el año 2020⁶.

La consecuencia de lo anterior es que el IoT es una *f fuente de recolección de datos* que crece exponencialmente y, en consecuencia, todo objeto pasa a ser un origen de datos. Además, las posibilidades de análisis estadístico y predictivo de los datos que propician tecnologías que lo apoyan, como el *big data* y el *cloud computing*, son todavía difíciles de imaginar, ya que, como advierten MAYER-SCHÖNBERGER y CUKIER⁷, “*al cambiar la cantidad, cambiamos la esencia*”, dado que al emplear todos los datos disponibles es posible apreciar “*detalles que nunca pudimos ver cuando estábamos limitados a las cantidades más pequeñas*”.

De este modo, el punto de partida de este libro es el propio concepto de IoT, al cual dedicaremos el próximo epígrafe.

2. CONCEPTO

El «Internet de las Cosas» (IoT) hace referencia, como se ha adelantado, a una tecnología basada en la *conexión de objetos cotidianos a Internet* que intercambian, agregan y procesan información sobre su entorno físico para proporcionar servicios de valor añadido a los usuarios finales. También reconoce eventos o cambios, y tales sistemas pueden reaccionar de forma autónoma y adecuada. Su finalidad es, por tanto, brindar una infraestructura que supere la barrera entre los objetos en el mundo físico y su representación en los sistemas de información.

Esta integración de sensores y dispositivos en objetos cotidianos que quedan conectados a Internet a través de redes alámbricas e ina-

⁶ EVANS, Dave: «Internet de las Cosas. Cómo la próxima evolución de Internet lo cambia todo», en *Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG)*, abril de 2011, pág. 3. Asimismo, Cisco proyecta que para 2020 habrá 26.300 millones de dispositivos conectados al IoT (así, su *Cisco Visual Networking Index* predice que el tráfico IoT se triplicará en 2020. Disponible en <https://newsroom.cisco.com/press-release-content?type=press-release&articleId=1771211>). Por su parte, la consultora Gartner Group hace una proyección similar de 20.000 millones de dispositivos para 2020 (disponible en <https://www.gartner.com/newsroom/id/3165317>).

⁷ MAYER-SCHÖNBERGER, Viktor y CUKIER, Kenneth: *Big data. La revolución de los datos masivos*. Editorial Turner, Madrid, 2013, pág. 22 y ss.

lámbricas ha alumbrado, como apunta entre nosotros PUYOL MONTERO⁸, un nuevo modo de interacción en el mundo físico, inspirado en la idea de ubicuidad y facilitado por el desarrollo de las TIC y la industria electrónica. Se crea así una *mall de conexiones en el planeta* que establecería una suerte de «sistema nervioso mundial», donde la aldea global alcanzará a los objetos cotidianos.

El término Internet de las Cosas (IoT) fue acuñado por primera vez por el pionero de la tecnología británica Kevin Ashton⁹ en una presentación que realizó en 1999 para la multinacional Procter & Gamble, donde describía un sistema en el cual los objetos en el mundo físico podrían conectarse a Internet a través de sensores para automatizar la recogida de datos, propugnando su aplicación en la cadena de suministro añadiéndoles etiquetas RFID (o identificación por radiofrecuencia, *Radio Frequency Identification*), que más adelante examinaremos con detalle.

Concretamente, el padre del término destacaba cómo, hasta esa fecha, la información en la cadena de suministro era introducida de forma manual por las personas, con los consiguientes retrasos y posibles errores. Sin embargo, si la información provenía directamente de los objetos, entonces se podría hacer un *seguimiento en tiempo real* de su utilización, sus características, su vida útil, la necesidad de nuevos aprovisionamientos, su estado de funcionamiento, etc., lo cual se traduciría en aumentos de productividad y consiguiente reducción de costes.

En la actualidad, además de los sistemas de etiquetas, tarjetas y transpondedores RFID, los datos también se recaban mediante los sensores *wireless*, las *cookies* así como otras tecnologías de seguimiento y captación de datos a las que haremos próxima referencia en el capítulo siguiente. Así, en su origen, el IoT nace como una forma de facilitar información, en la cadena de suministro, de bienes a las empresas. Pero, con posterioridad, se extiende a todo tipo de objetos –físicos y digitales–, a los animales, a las personas y a los entornos o ambientes.

A diferencia de otras tecnologías emergentes, como es el caso de la

⁸ PUYOL MONTERO, Javier: «Una aproximación a algunos elementos de Internet de las Cosas», en *Diario La Ley*, N° 8603, 2015, pág. 1, y PUYOL MONTERO, Javier: *Una aproximación a los aspectos legales de las nuevas tecnologías*. Editorial SEPIN, Madrid, 2017.

⁹ ASTON, Kevin: «That "Internet of the Things" thing», en *RFID Journal*, 1999. Disponible en <https://www.rfidjournal.com/article/print/4986>

robótica, sí existe un cierto consenso a la hora de definir su concepto. Como tal, la noción¹⁰ se ha convertido en “*un término popular para describir escenarios en los que Internet, la conectividad y la capacidad de procesamiento de información se extienden a una variedad de objetos, dispositivos, sensores y elementos cotidianos*”, incluyendo –como quedó apuntado– automóviles, edificios, termostatos, monitores de salud y rendimiento deportivo o carreteras. De este modo, el IoT incorpora la dimensión de *cualquier cosa* a las TIC, que ya ofrece capacidades de operación en todo momento y en cualquier lugar, y transforma así objetos tradicionales (pasivos) en inteligentes (y activos).

Existen varias definiciones del IoT en atención a la perspectiva empleada para conceptualizar el fenómeno, si bien no se dispone por el momento de una definición universalmente aceptada.

Así, desde el punto de vista técnico, HALLER, KARNOUSKOS y SCHIROTH¹¹ conceptualizan el IoT como “*un mundo donde los objetos físicos se integran perfectamente en la red de información y donde los objetos físicos pueden convertirse en participantes activos en los procesos empresariales. Los servicios están disponibles para interactuar con estos «objetos inteligentes» a través de Internet, consultar su estado y cualquier información asociada con ellos, teniendo en cuenta las cuestiones de seguridad y privacidad*”.

Otra de las definiciones más extendidas es la propuesta por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)¹², organismo especializado en telecomunicaciones de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), según la cual el IoT es “*una infraestructura global para la Sociedad de la Información que permite servicios avanzados interconectando cosas (físicas y virtuales) basadas en tecnologías de información y comunicación interoperables existentes y en evolución*”. Nótese que la definición de la UIT se centra principalmente en el atributo de interconexión, sin ninguna referencia a Internet.

¹⁰ GREENGARD, Samuel: *The Internet of Things*. Editorial MIT Press, Cambridge, 2015.

¹¹ HALLER, Stephan; KARNOUSKOS, Stamatias y SCHROTH, Christoph: «The Internet of Things in an enterprise context», en DOMINGUE John (coord.): *Future Internet*. Editorial Springer, Berlín, 2009, pág. 15.

¹² «Overview of the Internet of Things», *ITU-T Recommendation Y.4000/Y.2060*, de 15 de junio de 2012, pág. 2. Disponible en <https://www.itu.int/ITU-T/recommendations/rec.aspx?rec=11559>

ÍNDICE

ABREVIATURAS	9
PRÓLOGO	13
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN AL INTERNET DE LAS COSAS.	17
1. INTRODUCCIÓN	17
2. CONCEPTO	19
3. CARACTERÍSTICAS	24
4. RIESGOS.....	27
CAPÍTULO II: FUNDAMENTOS TÉCNICOS Y ALGUNAS APLICACIONES ACTUALES DEL INTERNET DE LAS COSAS	33
1. INTRODUCCIÓN	33
2. ELEMENTOS TÉCNICOS	35
2.1 Sensores, actuadores y hardware específico	35
2.2 Radio Frequency Identification (RFID)	36
2.3 Electronic Product Code (EPC)	37
2.4 Object Naming Service (ONS)	39
2.5 EPC Discovery Service	40
3. OTRAS TECNOLOGÍAS EMPLEADAS EN EL INTERNET DE LAS COSAS	40
3.1 Service Oriented Architecture (SOA)	41
3.2 Collaborative Decision Making (CDM).....	41
3.3 Cloud Computing	42
3.4 Big Data.....	42
4. ALGUNAS APLICACIONES ACTUALES DEL INTERNET DE LAS COSAS	43
4.1 Juguetes	44
4.2 Ropas tecnológicas (<i>wearables</i>).....	45
4.3 Transporte	46
4.4 Contadores inteligentes	46

CAPÍTULO III: REGULACIÓN JURÍDICA DEL INTERNET DE LAS COSAS	51
1. INTRODUCCIÓN	51
2. ELEMENTOS JURÍDICAMENTE RELEVANTES	52
3. SUJETOS INVOLUCRADOS	57
3.1 Fabricantes de dispositivos.....	57
3.2 Proveedores de plataformas.....	58
3.3 Desarrolladores de aplicaciones	58
3.4 Integradores	58
4. ANTECEDENTES	59
4.1 Comisión Europea	59
4.2 Alliance for Internet of Things Innovation	61
4.3 European Research Cluster on the Internet of Things.....	62
4.4 Federal Trade Commission.....	62
4.5 Unión Internacional de Telecomunicaciones	64
4.6 Dynamic Coalition on the Internet of Things	64
5. MARCO JURÍDICO GENERAL	65
CAPÍTULO IV: LA PRIVACIDAD Y LA PROTECCIÓN DE DATOS EN EL INTERNET DE LAS COSAS	71
1. INTRODUCCIÓN	71
2. RÉGIMEN JURÍDICO.....	76
3. PROPIEDAD DE LOS DATOS	80
3.1 Propiedad colectiva.....	81
3.2 Portabilidad de los datos	82
3.3 Acceso a los datos	83
3.4 Intercambio y explotación de datos	85
4. RETOS SUSCITADOS	87
CAPÍTULO V: LA SEGURIDAD EN EL INTERNET DE LAS COSAS	97
1. INTRODUCCIÓN	97
2. RÉGIMEN JURÍDICO.....	99
3. RETOS SUSCITADOS	111
EPÍLOGO	117
BIBLIOGRAFÍA GENERAL	123