

CARACTERIZACIÓN DEL SUBSECTOR DE HARDWARE EN COLOMBIA

2016



Caracterización del subsector hardware en Colombia - 2016



Contenido

Índice de Gráficas	3
Índice de Tablas	3
Introducción	4
I. EL CONTEXTO DE LA INDUSTRIA DE HARDWARE	5
1. Breve genealogía del hardware	5
2. Hardware y prospectiva tecnológica global	7
2.1. La Red Digital	7
3. Máquinas inteligentes	8
3.1. Información en todo	8
3.2. Máquinas de aprendizaje avanzado	8
3.3. Objetos-actores autónomos	9
4. La nueva realidad de las TI	9
5. Entorno de la industria de hardware	10
5.1. El ecosistema global	10
5.1.1. Actores globales	10
a. Empresas modelo	10
b. Fabricantes por contrato	11
c. Líderes de plataforma	11
5.1.2. Líneas de investigación dominantes	13
5.2. El entorno nacional	13
5.2.1. Entorno tecnológico	13
6. Tendencias tecnológicas dominantes	14
Entorno académico-científico	16
II. EL SUBSECTOR HARDWARE EN COLOMBIA	17
1. DETERMINANTES ESTRATÉGICAS DEL MERCADO	17
1.1. Oferta: campos tecnológicos relevantes	17
1.2. Demanda: segmentos prioritarios de mercado	18
2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SUBSECTOR	19
2.1. Actividades económicas	20

Caracterización del subsector hardware en Colombia - 2016



2.2.	Modalidades jurídicas empleadas para desarrollar su actividad económica.....	21
2.3.	Ventas.....	22
2.4.	Utilidades.....	23
2.5.	Activos	24
2.6.	Distribución por tamaños.....	24
2.7.	Cantidad de empleados.....	25
3.	CARACTERIZACIÓN DE LAS EMPRESAS FABRICANTES.....	26
3.1.	Modalidades jurídicas empleadas para desarrollar su actividad económica.....	27
3.2.	Ventas.....	28
3.3.	Utilidades.....	29
3.4.	Activos	29
3.5.	Cantidad de empleados.....	30
4.	Hardware y software.....	31
4.1.	Comercialización de hardware asociado a soluciones de software.....	31
4.2.	Ensamblaje de hardware asociado a soluciones de software.....	32
	CONCLUSIONES	33
	Bibliografía	35

Caracterización del subsector hardware en Colombia - 2016



Índice de Gráficas

- Gráfica 1. Tendencias tecnológicas 2016-2020
- Gráfica 2. Distribución de las empresas según actividades codificadas en el CIIU, 2015
- Gráfica 3. Distribución de las empresas según modalidad jurídica empleada para desarrollar la actividad económica, 2015
- Gráfica 4. Distribución de las ventas según Código CIIU, 2015 (% sobre 153 empresas)
- Gráfica 5. Ventas anuales empresas fabricantes y de comercio al por mayor, 2013-2015 (\$millones)
- Gráfica 6. Utilidad neta anual empresas fabricantes y de comercio al por mayor, 2013-2015 (\$millones)
- Gráfica 7. Activos totales de las empresas fabricantes y de comercio al por mayor, 2013-2015 (\$millones)
- Gráfica 8. Distribución de las empresas según tamaño por Código CIIU, 2015
- Gráfica 9. Número de empleados de las empresas según Código CIIU, 2015
- Gráfica 10. Distribución de las empresas fabricantes según Código CIIU, 2015
- Gráfica 11. Distribución de las empresas fabricantes según modalidad jurídica empleada para desarrollar la actividad económica, 2015
- Gráfica 12. Ventas anuales de las empresas fabricantes, 2013-2015 (\$millones)
- Gráfica 13. Utilidades anuales de las empresas fabricantes, 2013-2015 (\$millones)
- Gráfica 14. Activos de las empresas fabricantes, 2013-2015 (\$millones)
- Gráfica 15. Número de empleados de las empresas fabricantes según CIIU, 2015

Índice de Tablas

- Tabla 1. Empresas modelo del ecosistema global de la industria de hardware: productos según segmentos, 2015
- Tabla 2. Principales servicios ofrecidos por los fabricantes por contrato a nivel global, 2015
- Tabla 3. Principales líneas de investigación en electrónica y hardware a nivel internacional, 2015
- Tabla 4. Principales tendencias tecnológicas en electrónica y hardware a nivel nacional, 2015
- Tabla 5. Clasificación por relevancia de los campos tecnológicos de la industria electrónica, 2015
- Tabla 6. Clasificación por relevancia de los campos tecnológicos de la industria electrónica nacional, 2015

Introducción

El presente documento contiene el Informe Final del estudio Caracterización del subsector hardware en Colombia y está planteado con un alcance interpretativo; es decir que no pretende dar cuenta de manera rigurosa de la composición de oferta, demanda o cualquier otro aspecto del mercado de hardware. En gran parte, debido a la gran escasez de información sistemática y rigurosa sobre el subsector hardware en Colombia, se propone identificar tendencias y rasgos de interés de dicho mercado, con el fin de generar una línea base para su estudio detallado.

El estudio se divide en dos partes: **la primera**, presenta un resumen del contexto de la industria de hardware, tanto a nivel internacional como nacional, y **la segunda**, desarrolla el análisis del subsector hardware en Colombia.

La primera parte consta de tres capítulos cuyos contenidos generales se exponen a continuación.

- *El primer capítulo* presenta el origen del hardware como tecnología ligada a la electrónica inicialmente y luego a la informática, así como las grandes etapas de su desarrollo como tecnología;
- *El segundo capítulo* expone los aspectos más relevantes de la prospectiva tecnológica actual del hardware;
- *El tercer capítulo* describe: 1) el entorno de la industria a nivel global y los roles de las empresas en el mismo; y 2) el entorno tecnológico nacional, formado por las actividades de investigación y formación de recurso humano.

La segunda parte se divide en cuatro capítulos cuyos contenidos son los siguientes:

- *El primer capítulo* presenta los aspectos estratégicos de la oferta y la demanda de hardware a nivel nacional;
- *El segundo capítulo* expone las características generales del subsector (como parte del sector software-hardware) en lo referente a aspectos como tamaño de las empresas, naturaleza jurídica, volúmenes de ventas, utilidades, activos y empleos generados, entre otras.
- *El tercer capítulo* expone un análisis de las mismas variables, pero circunscrito a las empresas fabricantes de hardware, separadas de las comercializadoras mayoristas de equipos de computación y periféricos.
- Finalmente se resumen algunos aspectos de la relación entre las industrias de software y hardware en las empresas afiliadas a Fedesoft, y se exponen las conclusiones del estudio.



I. EL CONTEXTO DE LA INDUSTRIA DE HARDWARE

1. Breve genealogía del hardware

Originalmente el término hardware se usó para designar los dispositivos de distintos tipos que se utilizaban en la fabricación de toda clase de máquinas y aparatos electrónicos, tanto industriales como de consumo. Posteriormente, con el auge de la informática y los computadores, se generalizó el uso actual del término, asociado a los equipos y dispositivos de tecnología digital, aunque la acepción original se mantuvo como parte del lenguaje especializado de la ingeniería electrónica. La historia canónica de la industria del hardware da cuenta de cuatro etapas de desarrollo marcadas por la evolución de la electrónica. Dichas etapas se asimilan a “generaciones” de hardware informático (SANJUAN, 2006) y se pueden resumir así:

- 1.1. Primera Generación (1945-1956): desarrollo de la electrónica basada en tubos de vacío, que fue reemplazando paulatinamente todos los elementos electromecánicos de máquinas, herramientas y dispositivos.
- 1.2. Segunda Generación (1957-1963): electrónica basada en transistores. La lógica que fundamentó esta tecnología era muy similar a la de su predecesora, pero la reducción del tamaño de los componentes permitió la aparición de computadores de menor tamaño.
- 1.3. Tercera Generación (1964-1970): electrónica de circuitos integrados. Esta tecnología permitió el desarrollo de los computadores personales con base en la integración de cientos de transistores (entre otros componentes electrónicos) en un circuito único impreso en silicio.
- 1.4. Cuarta Generación (a partir de 1970): esta tecnología, derivada de la anterior, dio origen a los microprocesadores, que permitieron integrar en un chip cientos de miles de componentes, incluyendo procesadores, lo cual permitiría la aparición de dispositivos de tamaños para escritorio y portátiles.

La tecnología de hardware de cuarta generación abrió la posibilidad de desarrollar un gran número de lenguajes de programación de la más variada índole y crecientes niveles de complejidad. El auge de los computadores personales se inició en la década de los 80 con los equipos IBM PC y Apple Macintosh. El primero se fabricaba en gran parte con componentes no fabricados por IBM, lo cual agilizó el proceso de desarrollo del producto y definió una característica que hoy es común a gran parte de la oferta (es decir, la fabricación de productos

Caracterización del subsector hardware en Colombia - 2016



mediante el ensamble de componentes de diversos orígenes). Apple por su parte marcó el origen de los sistemas operativos gráficos y del concepto de “sistema amigable”.

En la década de los 80 la oferta de hardware informático se caracterizó por la competencia entre las dos empresas mencionadas y los clones de los PC de IBM. Entretanto, se fueron consolidando otros dos gigantes de la industria: Intel, líder en la innovación y fabricación de procesadores, y Microsoft, que a partir del lanzamiento de Windows 1.0 en 1985 empezó a liderar el campo de los sistemas operativos y posteriormente del software.

En 1997 el Pentium IV de Intel llegó a contener 42 millones de transistores en su interior, y era utilizado por la gran mayoría de los nuevos computadores; un año más tarde el Windows 98 dominaba la oferta de sistemas operativos y Apple continuaba desarrollando productos basados en la unión de hardware y sistemas operativos propios, hasta lanzar en 2001 el sistema Mac OS X, e innovando continuamente en el campo de las interfaces gráficas de usuario.

Entre los años 90 y el inicio del nuevo siglo apareció la que algunos autores identifican como Quinta Generación de computadores, basados en la tecnología de procesamiento paralelo y los superconductores, que llevaron al límite la capacidad de incorporar en componentes muy pequeños cantidades enormes de información y capacidad de procesamiento. El tamaño reducido y la gran capacidad de los equipos alcanzaron su máximo aprovechamiento con la aparición de la computación en red: los computadores comparten a partir de entonces espacio en memoria, software e información en cantidades que parecen virtualmente infinitas, lo cual permitió la consolidación de nuevas funciones de complejidad cada vez mayor. (Ciber Pub Group, 2000). Sin embargo, la revolución que define el hardware de quinta generación es el Internet, que permitió que la intercomunicación entre computadores fuera prácticamente ilimitada.

Los años 90 trajeron una nueva disrupción: la digitalización de las comunicaciones y, paralelamente, el nacimiento de la informática portátil (CANET F., 2011). A partir de ese momento el concepto de hardware amplió su significado inicial (circunscrito principalmente a los computadores de mesa, servidores, redes y periféricos) para abarcar computadores portátiles y una gama creciente de dispositivos móviles: PDA (Personal Digital Assistant), *palms*, tabletas, híbridos y, finalmente, *smartphones*.

Paralelamente, el auge de estos dispositivos originó la proliferación de aplicaciones de software de todo tipo y la comunicación por medio de voz, video y texto, potencializadas por las redes sociales, procesos cuyo máximo desarrollo aún no se ha alcanzado.

La genealogía esbozada hasta aquí da cuenta del origen plural de la industria de hardware y de su transversalidad intrínseca. Sin embargo, como consecuencia de una evolución mucho más rápida y de un incremento de la variedad de la oferta, actualmente hardware y computador se



consideran términos prácticamente equivalentes, aunque las tendencias tecnológicas para el futuro podrían revertir esta situación.

2. Hardware y prospectiva tecnológica global

La industria de hardware seguirá cumpliendo en el futuro un rol de primer orden en todos los ámbitos de la vida. La empresa de prospectiva Gartner identifica 3 tendencias estratégicas que dan origen a 10 tendencias tecnológicas para los próximos años (CEARLY, 2015). Estas tendencias globales se resumen a continuación.

2.1. La Red Digital

En la actualidad la tecnología está tejiendo en torno a las personas una “red digital” global, que ya no conecta sólo computadores, pues está formada por toda clase de dispositivos, información, servicios e individuos, fluida y dinámicamente interconectados hasta el punto de “borrar” muchas veces los límites entre el mundo físico y el mundo virtual. Esta tendencia da origen a tres desarrollos tecnológicos:

- a) **La red de dispositivos** (*device mesh*), formada por un conjunto en expansión de terminales mediante los cuales se podrá acceder a aplicaciones e información, o interactuar con personas, comunidades, empresas y gobierno. Ya no se trata solamente de computadores, *tablets* y *smartphones*; en el futuro se integrará una gama muy amplia de terminales por medio de los cuales se podrá interactuar, e incluso se llegará a la interacción entre dispositivos sin necesidad de intervención humana. La futura red de dispositivos estará formada por los siguientes elementos (y cabe destacar que todos ellos son hardware):
 - Computadores y dispositivos móviles “tradicionales”.
 - Dispositivos vestibles (*wearable devices*) integrados a la ropa o a los accesorios, incluyendo dispositivos de realidad virtual y aumentada tipo gafas o cascos.
 - Equipos electrónicos para el hogar y el consumo como electrodomésticos, televisión, video y sonido, así como elementos de edificios inteligentes.
 - Dispositivos integrados a automóviles y demás medios de transporte.
 - Dispositivos ambientales, especialmente cámaras y sensores de todo tipo en plataformas de Internet de las cosas.
- b) El **Ambiente digital** (*ambient digital experience*), entendido como una experiencia continua a través del espacio y el tiempo mediada por dispositivos digitales, en la cual el usuario podrá transitar entre diversos terminales y a través de diversos canales. Actualmente el ejemplo más claro son los juegos de video, aunque probablemente el que más da una idea de esta



tendencia es la *app Pokémon Go*, en la cual lo digital y lo físico se superponen creando una experiencia nueva.

Esta tecnología se extenderá según Cearly a los más variados ámbitos, permitiendo nuevas formas de conocimiento, aprendizaje y recreación; incluso habla de la posibilidad de integrar nuevas formas de input/output que involucren no solo experiencia de audio y video, sino también aromas, sabores y sensaciones hápticas.

- c) La **Impresión 3D** se extenderá a nuevos campos; a los ya existentes (aleaciones de níquel, fibra de carbono, vidrio, tinta conductora) para incorporar materiales electrónicos, farmacéuticos y biológicos. La impresión 3D se extenderá a los campos aeronáutico, automotor, médico, energético y militar. A pesar de que aún tiene ribetes de ficción, la investigación en el campo de la impresión 3D se está extendiendo de manera significativa; su realización total será un mundo poblado de objetos de todo tipo producidos por medio de esta tecnología.

3. Máquinas inteligentes

El procesamiento avanzado de información está evolucionando hacia la creación de máquinas basadas en software capaces de aprender y adaptarse, superando lo puramente programado y las secuencias limitadas de respuesta predeterminadas. Las líneas tecnológicas derivadas son las siguientes:

3.1. Información en todo

Como consecuencia de la consolidación de la red digital, los objetos y equipos producirán volúmenes inconmensurables de información de toda índole, producto de la miniaturización de los computadores, la ubicuidad de la red y la creación de nuevos algoritmos de gran complejidad para las distintas fuentes de información textual, de audio y video, contextual y sensorial. El hardware deberá ser capaz de captar información, clasificarla, procesarla y direccionarla en la red digital.

3.2. Máquinas de aprendizaje avanzado

Esta línea tecnológica se relaciona más con el software que con el hardware; las máquinas inteligentes tendrán que soportarse en poderosos sistemas operativos y en aplicaciones capaces de procesar información y generar respuestas cada vez más autónomas a los cambios del entorno y/o la información.

Caracterización del subsector hardware en Colombia - 2016



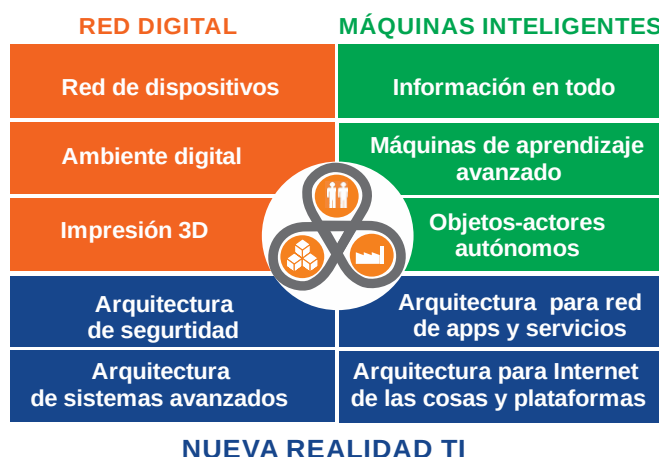
3.3. Objetos-actores autónomos

Las máquinas inteligentes llegarán en su etapa madura a ser autónomos o semiautónomos: el ejemplo más claro está en los robots, aunque también podrán aparecer vehículos autónomos. Actualmente ya se insinúan desarrollos de este tipo como Siri de Apple, Google now y Cortana de Microsoft, que permiten “dialogar” con el software de los dispositivos móviles. En el futuro esto se podrán realizar con electrodomésticos, vehículos y máquinas industriales, que a su vez podrán interactuar entre ellos. Cabe destacar que según el informe de Gartner esta es una tendencia para el largo plazo (20 años).

4. La nueva realidad de las TI

Las tendencias anteriores tendrán que soportarse en la evolución de sistemas operativos y aplicaciones que permitan los niveles de complejidad y el volumen y variedad de información a procesar al interior de la red digital. Esto incluirá nuevas arquitecturas para la seguridad, nuevas plataformas que soporten el crecimiento del *Internet de las Cosas*, así como nuevas aplicaciones y servicios derivados. Específicamente se va a requerir el desarrollo de: 1) nuevas arquitecturas de hardware y software en los campos de seguridad de la información, 2) arquitecturas para sistemas avanzados (con menor consumo de espacio y energía); 3) arquitecturas para las nuevas redes de aplicaciones y servicios y 4) arquitecturas para el Internet de las cosas y las nuevas plataformas que lo soportarán, con lo cual nuevamente el concepto de “hardware” abarcará mucho más que los computadores y sus periféricos.

Gráfica 1. Tendencias tecnológicas 2016-2020



Fuente: adaptado de Gartner, 2015



5. Entorno de la industria de hardware

El ecosistema de la industria de hardware es de escala global; esto no se debe únicamente a la extensión geográfica de sus mercados sino a una auténtica globalización de la cadena de valor de las empresas multinacionales, que abarca fabricación de componentes, sistemas operativos, software y ensamble de dispositivos en Estados Unidos, Europa y Asia para venta en todo el mundo (STURGEON, 2011). Esta cadena global de valor es una característica común al subsector del hardware de computadores y a otros segmentos macro del mercado de la electrónica: medicina, automóviles, industrial, militar y aeroespacial.

5.1. El ecosistema global

Sturgeon (2011) identifica tres tipos de actores en el ecosistema global de la industria electrónica: 1) empresas modelo o compañías de marca, 2) Fabricantes por contrato y 3) líderes de plataforma. Las características más relevantes de cada uno se resumen a continuación. Adicionalmente se consideran parte del entorno las tendencias tecnológicas dominantes.

5.1.1. Actores globales

a. Empresas modelo

Son las compañías cuyas marcas son reconocidas mundialmente en sus segmentos respectivos, cuyos productos se venden a consumidores finales y a otras empresas. Se caracterizan por tener el control del mercado de sus proveedores en virtud de su volumen de compra, su liderazgo tecnológico, su posicionamiento de marca y/o su capacidad para asumir los riesgos financieros del desarrollo de productos.

Estas empresas se localizan principalmente en Estados Unidos, Europa Occidental y Japón, con excepciones en Corea, Taiwán y China. Las principales empresas de esta categoría se presentan para cada segmento en la Tabla 1 (STURGEON, 2011). Cabe destacar que la Tabla muestra las empresas asociadas a los segmentos en los cuales son empresas modelo, aunque buena parte de ellas tienen también productos en algunos o en todos los demás segmentos.

Caracterización del subsector hardware en Colombia - 2016



Tabla 1. Empresas modelo del ecosistema global de la industria de hardware: productos según segmentos, 2015

	Segmentos mercado global	Productos segmento	Empresas modelo
HARDWARE COMPUTACIÓN	Computadores	Sistemas de computación empresarial PC (desktop, notebook, netbook) Computadores embebidos	IBM, Fujitsu, Siemens, Hewlett-Packard, Dell, Apple, Hacer, Lenovo
	Periféricos y otros equipos de oficina	Impresoras, fax, copiadoras, scanners	Hewlett-Packard, Xerox, Epson, Kodak, Cannon, Lexmark, Hacer, Fujitsu, Sharp
	Electrónicos de consumo	Consolas de videojuegos, televisión, video y audio para el hogar y portátil, teléfonos móviles, equipos musicales, juguetes	Toshiba, NEC, Vizio, Sony, Sharp, Apple, Nintendo, Microsoft, Samsung, LG, NEC, Matsushita, Hitachi, HTC, Philips
	Servidores y equipos de almacenamiento	Sistemas de backup internos, externos y portátiles, servicios de almacenamiento	Toshiba, Western Digital, EMC, NetApp, Hewlett-Packard, Hitachi, Seagate, Maxtor, LeCie, Quantum
	Redes	Telecomunicaciones públicas, redes privadas, Internet, infraestructura para telefonía móvil	Alcatel, Nortel, Cisco, Motorola, Juniper, Huawei, Ericsson, Nokia, Tellabs
HARDWARE ELECTRÓNICO	Electrónica automotriz	Entretenimiento, comunicación, control del vehículo, navegación del vehículo	TomTom, Garmin, Clarion, Toyota, GM, Renault, Bosch, Siemens
	Electrónica médica	Electrónica de consumo, diagnóstico y prueba, imágenes, telemedicina, medición y monitoreo, implantes, entrenamiento médico	General Electric, Philips, Medtronic, Varian
	Electrónica industrial	Seguridad y vigilancia, automatización de producción, edificios inteligentes, sistemas militares, transporte aéreo, banca y cajeros automáticos	Diebold, Siemens, Rockwell, Philips, Omron, Dover
	Electrónica militar y aeroespacial	Sistemas de combate en tierra, aire y mar, espionaje y vigilancia, satélites, interceptación y guía de misiles	L-3 Communications, Lockheed Martin, Boeing, BAE Systems, Northrop Grumman, General Dynamics, EADS, Finmeccanica, United Tech

Fuente: adaptado de STURGEON, 2011

b. Fabricantes por contrato

Estas empresas son proveedoras de las firmas modelo y en ocasiones prestan servicios de diseño de productos. Como actores tienen una gran importancia en el ecosistema, pues (con base en la modularidad de la cadena de valor y la clara división del trabajo) las empresas modelo ensamblan gran parte de sus productos con componentes fabricados por estas empresas, cuyo mercado también es global. En el segmento de los computadores han adquirido una gran importancia las firmas que ofrecen el paquete Diseño-producción por contrato, las cuales se concentran especialmente en Taiwán. La oferta de fabricación por contrato, con y sin servicio de diseño, es la que ha tenido un mayor crecimiento y expansión geográfica en la primera década del siglo. (STURGEON, 2011). Los principales servicios ofrecidos por las empresas de esta categoría se exponen en la Tabla 2 (ZULUAGA V., 2015).

c. Líderes de plataforma

Las empresas líderes de plataforma son las que han logrado implantar su tecnología (hardware, software o una combinación de ambas) en los productos finales de otras compañías. Las más exitosas llegan a captar el grueso de las utilidades del sector e incluso a condicionar el desarrollo

Caracterización del subsector hardware en Colombia - 2016



tecnológico de la industria. Entre los ejemplos más relevantes están Intel, cuyo liderazgo en el campo de los procesadores ha sido retado sin éxito por la alianza IBM-Apple-Motorola. En el mercado de los teléfonos móviles el liderazgo de plataforma es compartido por Nokia, Ericsson, Motorola y las menos conocidas Qualcomm y DoCoMo. (STURGEON, 2011)

Adicionalmente forman parte del ecosistema otras empresas de menor tamaño dedicadas a la fabricación de PCB (plaquetas de circuito impreso), componentes electrónicos, cables, cajas, accesorios y materiales para soldar (ZULUAGA V., 2015).

Tabla 2. Principales servicios ofrecidos por los fabricantes por contrato a nivel global, 2015

Servicio	Subservicio
Diseño, fabricación y ensamble de tarjetas de circuito impreso (PCB)	Ensamble de PCB flexibles
Inspección, verificación y pruebas	Fabricación de PCB multicapa
	Pruebas eléctricas, funcionales y puestas al límite
	Test de compatibilidad electromagnética
	Pruebas de durabilidad y estrés ambiental
	Inspección de calidad
Desarrollo de prototipos y series de producción	Fabricación de prototipos según industria
	Fabricación de series medianas y grandes
Soporte selección de proveedores y contratistas (gestión cadena de valor)	Soporte personal calificado
	Análisis de gastos
	Sistemas abastecimiento
	Contratos operativos
	Gestión proveedores
Documentación	
Diseño e implementación de software	Interfaces de usuario
Mantenimiento de productos y reingeniería	Desarrollo, industrialización y fabricación
	Mantenimiento
	Actualización de productos
	Rediseño de productos
	Extensión de ciclos de vida de productos
	Análisis de fallos
	Investigación técnica
	Restauración
Logística	Administración redes globales
	Gestión de inventarios
	Soporte adquisiciones
	Asesorías cadena de suministros
	BD e información de componentes
Cambios de ingeniería	Modificación de rutas

Fuente: ZULUAGA, 2015

Caracterización del subsector hardware en Colombia - 2016



5.1.2. Líneas de investigación dominantes

Zuluaga (2015) identifica y establece el nivel de importancia de las líneas de investigación y desarrollo dominantes en las comunidades científica, empresarial y estatal a nivel internacional en el campo de la electrónica tanto de hardware como de consumo. Según este autor dichas líneas constituyen la base para el desarrollo de las tendencias tecnológicas globales más relevantes

Tabla 3. Principales líneas de investigación en electrónica y hardware a nivel internacional, 2015

Comunidad científica	Comunidad empresarial	Estados
1 Fotónica, nano y microelectrónica	1 Procesamiento de datos	1 Nanoelectrónica
2 Optimización, integración y desarrollo de sistemas electrónicos	2 Dispositivos semiconductores	2 Microsistemas y MEMS
3 Desarrollo de productos	3 Tubos y lámparas de descarga	3 Semiconductores orgánicos
4 Sistemas de computación e informática	4 Circuitos impresos; carcasas o detalles de construcción, fabricación de conjuntos de componentes eléctricos	4 Foto-electrónica
5 Biotecnología, medicina y medio ambiente	5 Transmisión de imágenes, televisión	5 Magnetoelectrónica
6 Captación de energías		6 Electrónica aplicada a la asistencia, medicina y salud
7 Instrumentación, automatización y control industrial		7 Grafeno
		8 Redes inteligentes

Fuente: ZULUAGA, 2015

5.2. El entorno nacional

El entorno nacional de la industria de hardware se define con base en 1) el entorno tecnológico, formado por los centros de investigación y desarrollo, grupos de investigación y líneas tecnológicas predominantes en la actividad de I+D; 2) el entorno académico-científico, formado relacionadas con el sector; 3) las principales determinantes estratégicas del mercado (tanto oferta como demanda) y 4) las entidades de gobierno y organismos internacionales de fomento relacionados con la industria de electrónica.

5.2.1. Entorno tecnológico

El entorno tecnológico está formado por: 1) los centros y grupos de investigación existentes en el país, 2) las líneas de investigación más relevantes y 3) los campos tecnológicos estratégicos para el desarrollo de la industria.

Caracterización del subsector hardware en Colombia - 2016



a. Centros de investigación y desarrollo tecnológico

En Colombia existen 68 centros de investigación y desarrollo tecnológico reconocidos por COLCIENCIAS en el marco del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación; aunque sólo una parte de ellos se inscribe directamente (desde su denominación) en el subsector de hardware de computación o comunicación, la gran mayoría de ellos tienen algún tipo de articulación o complementariedad con componentes electrónicos de última generación.

b. Centros de Investigación de Excelencia

Los Centros de Investigación de Excelencia (CIE) son redes de investigadores y grupos de investigación que trabajan sobre líneas y objetivos comunes o complementarios. De los 6 CIE avalados por COLCIENCIAS, dos tienen relación con la industria de hardware. El primero se denomina ARTICA (Alianza Regional en TIC Aplicada) y tiene sede en Medellín. Entre sus líneas de investigación se encuentran la de procesamiento de señales y la de sistemas embebidos; en la primera se desarrollan aplicaciones de hardware para análisis de señales digitales en medicina, y en la segunda, la de codiseño de hardware-software. (ZULUAGA V., 2015)

El segundo centro de excelencia se denomina Centro de Excelencia en Nuevos Materiales (CENM), con sede en Cali. Está integrado por 19 centros de investigación multidisciplinaria y cuenta con apoyo de entidades internacionales. Sus líneas de investigación abarcan recubrimientos avanzados para electrónica, materiales compuestos, nano magnetismo, sensores y sistemas mesoscópicos (ZULUAGA V., 2015).

c. Grupos de investigación

La plataforma GrupLAC de COLCIENCIAS registró en 2013 un total de 515 grupos que reportan como línea de investigación principal o secundaria el de Electrónica, Telecomunicaciones e Informática. De estos grupos, en total 160 se encuentran activos en investigaciones relacionadas con el sector eléctrico/electrónico; de ellos 74 tienen como actividad principal algún programa de ciencia, tecnología e innovación en electrónica, telecomunicaciones e informática, y otros 49 realizan esta actividad como secundaria. Las líneas de investigación más frecuentes son las correspondientes a control industrial (40 grupos), seguidas de cerca por las líneas en automatización. Los grupos dedicados a investigación en control son los que tienen mejor calidad de producción científica de acuerdo a la clasificación de COLCIENCIAS. (ZULUAGA V., 2015).

6. Tendencias tecnológicas dominantes

El entorno nacional se articula con el entorno internacional a partir de las coincidencias detectadas en lo referente a las tendencias tecnológicas más relevantes de cada escala; se asume que a partir de estas coincidencias iniciales se establece un principio de articulación futura (así sea a mediano o largo plazo) de la industria nacional con los mercados globales. Por esta razón y con

Caracterización del subsector hardware en Colombia - 2016



base en la prospectiva de la industria resumida en páginas anteriores (que da cuenta de una tendencia a la integración de los dos campos en los dispositivos del futuro) el análisis de entorno nacional abarca los segmentos de hardware electrónico y hardware de computación.

Tabla 4. Principales tendencias tecnológicas en electrónica y hardware a nivel nacional, 2015

Comunidad científica		Comunidad empresarial		Estados	
1	Control	1	Instrumentación	1	Electrónica de radiofrecuencia
2	Automatización	2	Automatización	2	Sistemas mixtos análogo/digitales
3	Robótica	3	Control	3	Sistemas de energía
4	Comunicaciones	4	Potencia	4	Amplificadores de potencia
5	Procesamiento de señales	5	Computación	5	Microsistemas y sistemas micro electrónicos (MEMS)
6	Instrumentación	6	Microelectrónica	6	Diseño IP/AD
7	Computación	7	Procesamiento de señales		
8	Electrónica de potencia	8	Sistemas embebidos		
9	Modelamiento				

Fuente: ZULUAGA, 2015

Las tendencias tecnológicas dominantes en el entorno nacional son más genéricas que las internacionales, pero a pesar de ello se pueden identificar algunas coincidencias relevantes, entre las cuales se destacan las siguientes:

- La comunidad científica nacional le da una gran importancia a la investigación en control, automatización e instrumentación de sistemas industriales (puestos 1, 2 y 6 por relevancia), y la comunidad científica internacional ubica estos campos (agrupados como uno solo) en sexto lugar de relevancia. Estos campos también son relevantes para la comunidad empresarial, pero sólo a nivel nacional.
- El campo de la computación es prioritario para las comunidades científicas en ambas escalas (nacional e internacional).
- La coincidencia más relevante en las investigaciones contratadas por los Estados están en los campos de los sistemas microelectrónicos (MEMS), y bajo la forma de "Microelectrónica" también aparece como prioritario (puesto 6) para la comunidad empresarial internacional.
- El campo de la potencia es prioritario para el sector empresarial y para el Estado en nuestro país.

Caracterización del subsector hardware en Colombia - 2016



Entorno académico-científico

El entorno académico-científico de la industria incluye los 640 programas académicos de educación superior de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, de Telecomunicaciones y afines, de los cuales 48 cuentan con Acreditación de Alta Calidad (ZULUAGA V., 2015), lo cual es un claro indicador de la pertinencia de sus actividades de investigación. Se destaca también por su importancia en investigación la existencia de 47 programas de especialización, 32 maestrías y 6 doctorados, para un total de 85 programas de posgrado, de los cuales 50 son programas de Electrónica.

II. EL SUBSECTOR HARDWARE EN COLOMBIA

1. DETERMINANTES ESTRATÉGICAS DEL MERCADO

1.1. Oferta: campos tecnológicos relevantes

La oferta de hardware se evalúa en términos de los campos tecnológicos de mayor relevancia o proyección para la industria nacional; estos campos tecnológicos se identifican a partir de 5 criterios de comparación (ZULUAGA V., 2015):

- i. Capacidad de la industria nacional
- ii. Áreas de aplicación
- iii. Facilidad relativa de desarrollo
- iv. Grado de alineación con las tendencias globales
- v. Posibilidad de crecimiento de la demanda

La evaluación permitió identificar 1) los campos tecnológicos estratégicos para aprovechamiento a corto plazo, 2) los campos prioritarios para mejoramiento de la capacidad nacional, y 3) los campos potenciales o exploratorios. La clasificación de los campos y el nivel de importancia de los criterios de comparación se presentan en la Tabla 4 (el nivel de relevancia de los criterios sólo se especifica para los cinco primeros lugares de importancia) (ZULUAGA V., 2015)

Tabla 5. Clasificación por relevancia de los campos tecnológicos de la industria electrónica, 2015

Pos	Campo tecnológico	Capacidades nacionales	Áreas de aplicación	Simplicidad desarrollo	Alineación megatendencias	Posibilidad crecimiento
1	Sistemas embebidos	2	1	1	4	1
2	Tecnologías inalámbricas de corto y largo alcance	4	4	>5	3	1
3	Electrónica de potencia	1	>5	2	>5	>5
4	Captación de energía y micropotencia	>5	5	>5	2	3
5	Internet de las cosas	>5	3	3	1	4
6	Robótica	5	>5	5	>5	>5
7	Bioelectrónica	>5	>5	>5	>5	5
8	Microelectrónica	>5	2	>5	>5	>5
9	Comunicación cableada	3	>5	4	>5	>5
10	Electrónica impresa	>5	>5	>5	>5	5
11	Optoelectrónica	>5	>5	>5	>5	>5
12	Nanoelectrónica	>5	>5	>5	5	>5

Fuente: ZULUAGA, 2015



Los tres primeros campos tecnológicos (sistemas embebidos, tecnologías inalámbricas de corto y largo alcance y electrónica de potencia) se consideran campos de aprovechamiento inmediato en virtud ya sea de la capacidad de la industria nacional o de la posibilidad de crecimiento.

La captación de energía y micropotencia y el Internet de las cosas son también campos tecnológicos de gran relevancia, pero se clasifican como campos prioritarios de inversión para la generación capacidad, pues se trata de los campos más importantes a escala internacional. Por último, se destacan 7 campos más definidos como campos exploratorios, cuyo desarrollo exige que se fortalezca la investigación básica.

1.2. Demanda: segmentos prioritarios de mercado

Los segmentos de mercado de la electrónica fueron evaluados también por Zuluaga (2015). Los criterios de evaluación fueron 1) el tamaño del segmento en el mercado nacional, 2) el tamaño en el mercado internacional, 3) el nivel de dificultad para la entrada a competir, 4) la capacidad actual de la industria frente a los requerimientos del sector, 5) el nivel de apoyo gubernamental para el desarrollo de la oferta y 6) las capacidades del segmento.

Se identificaron 5 segmentos prioritarios, cuya cualidad común principal es estar priorizados en los planes y programas nacionales de desarrollo tecnológico e industrial. Cabe recordar que los segmentos de mercado corresponden a campos de aplicación para dispositivos electrónicos en general y de hardware informático en particular. Los resultados más destacados son los siguientes:

- El segmento de electrónica y hardware para la industria manufacturera ocupa el primer lugar en cuanto al tamaño del mercado a escala nacional e internacional, pero ocupa un quinto lugar en lo referente a la capacidad conjunta del sector electrónico.
- El segmento de hidrocarburos se destaca por el tamaño del mercado nacional e internacional y por el apoyo gubernamental.
- El segmento logística y transporte aparece como cuarto en importancia por su tamaño a nivel nacional. Aunque no aparece en los primeros 5 lugares en ningún otro aspecto, su valoración conjunta lo sitúa en el puesto tres en términos de prioridad.
- El segmento Energía aparece en primer lugar en cuanto a capacidad actual del sector electrónico, apoyo gubernamental y capacidad del segmento.
- La industria automotriz es el quinto en prioridad, principalmente por el tamaño del segmento internacional y por la capacidad de demanda del segmento.

Caracterización del subsector hardware en Colombia - 2016



- Adicionalmente se identifican 16 segmentos que se ordenan en orden según los resultados de la valoración, y se señalan los criterios en los cuales se ubican en las 5 primeras posiciones.

Tabla 6. Clasificación por relevancia de los campos tecnológicos de la industria electrónica nacional, 2015

Pos	Segmento de mercado	Tamaño segmento nacional	Tamaño segmento internacional	Simplicidad de entrada	Capacidades del sector	Apoyo gubernamental	Capacidades segmento
1	Manufactura	1	1	>5	5	3	3
2	Minería e hidrocarburos	5	1	>5	>5	5	>5
3	Logística y transporte	4	>5	>5	>5	>5	>5
4	Energía	>5	>5	>5	1	1	1
5	Industria automotriz	>5	1	>5	>5	>5	5
6	Recreación	>5	>5	2	>5	>5	>5
7	Equipos de cómputo y periféricos	>5	5	>5	>5	>5	>5
8	Telecomunicaciones	>5	1	>5	1	>5	>5
9	Ind. Agropecuaria y alimentos	4	>5	4	4	2	4
10	Salud y bienestar	>5	>5	>5	>5	4	2
11	Maquinaria y equipos	>5	>5	>5	>5	>5	>5
12	Electrodomésticos	>5	>5	>5	>5	>5	>5
13	Educación	5	>5	1	3	>5	>5
14	Construcción	1	>5	3	>5	>5	>5
15	Medio ambiente y agua	>5	>5	>5	>5	>5	>5
16	Publicidad y medios	>5	>5	>5	>5	>5	>5
17	Deporte	>5	>5	>5	>5	>5	>5
18	Banca	1	5	>5	>5	>5	>5
19	Electrónica de consumo	>5	>5	>5	>5	>5	>5

Fuente: ZULUAGA, 2015

2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SUBSECTOR

El análisis del subsector hardware se realizó para un total de 606 empresas registradas en las bases de datos de las entidades públicas (Cámaras de Comercio, Superintendencia de Sociedades, entre otras) recopiladas por la empresa de suministro de información Informa Colombia S.A. Cabe advertir que en el país no existe una base de datos de alta cobertura sobre la industria de hardware, pues existe una incidencia importante de informalidad y además muchas de las empresas (especialmente las de menor tamaño, que son las más numerosas) no reportan información de manera regular, o incluso no lo hacen en absoluto.

Sin embargo, la información obtenida para efectos de este estudio, permite establecer algunos rasgos generales de la estructura de la industria y algunas ideas de magnitud con base en la



información de las empresas medianas y grandes, que concentran una parte importante de la oferta. Para cada ítem analizado de aquí en adelante se especificará el número de empresas que suministraron información.

2.1. Actividades económicas

identificadas y clasificadas según su actividad económica con base en sus códigos CIIU (Clasificación Industrial Internacional Uniforme). Las empresas consideradas corresponden a los siguientes CIIU:

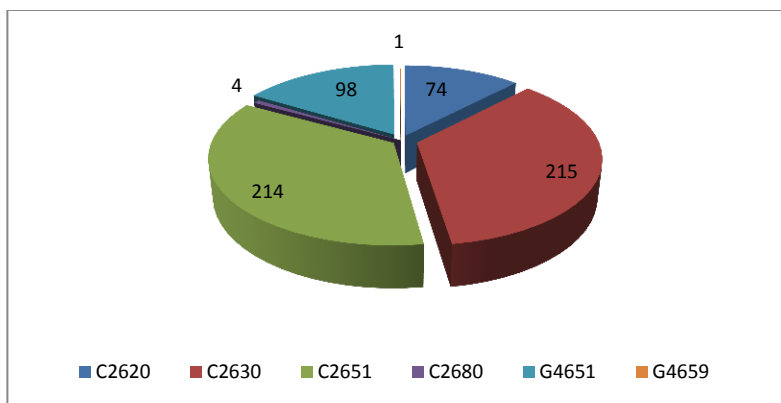
- C2620: Fabricación de computadoras y equipos periféricos
- C2630: Fabricación de equipos de comunicación
- C2651: Fabricación de equipo de medición, prueba navegación y control
- C2680: Fabricación de medios magnéticos y ópticos para almacenamiento de datos
- G4651: Comercialización al por mayor de computadores, equipos periféricos y programas de informática
- G4659: Comercio al por mayor de otros tipos de maquinaria y equipo No clasificado precedentemente (NCP)

Las empresas de fabricación de equipos de medición, prueba, navegación y control y de fabricación de medios magnéticos y ópticos para almacenamiento de datos predominan con valores muy similares, que equivalen al 35,3 y 35,4% del total; en tercer lugar, aparecen las firmas de comercialización al por mayor de computadores, equipos periféricos y programas de informática (16%), y en cuarto lugar, las empresas de fabricación de computadores y equipos periféricos (12,2%).

Caracterización del subsector hardware en Colombia - 2016



Gráfica 2. Distribución de las empresas según actividades codificadas en el CIIU, 2015

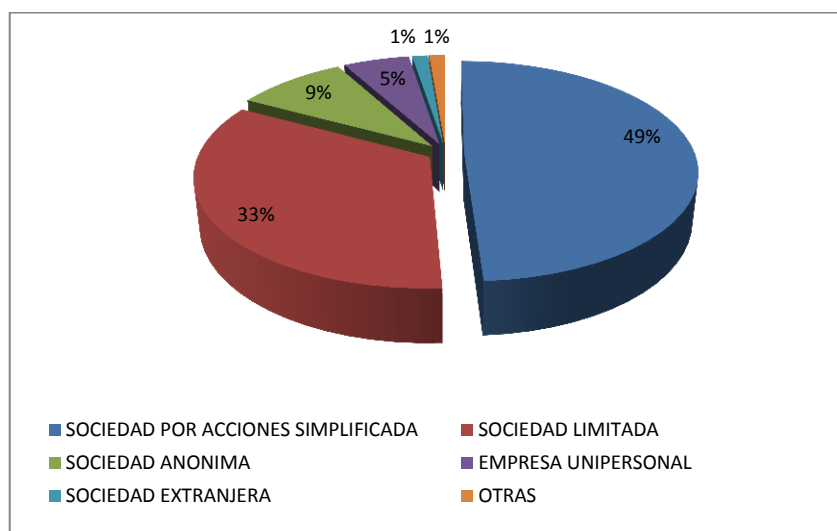


Fuente: Informa Colombia 2016

2.2. Modalidades jurídicas empleadas para desarrollar su actividad económica

Predomina la sociedad por acciones simplificada y la sociedad limitada como modalidades jurídicas más usadas para el desarrollo de las actividades económicas por parte de los empresarios, tal y como muestra el siguiente gráfico:

Gráfica 3. Distribución de las empresas según modalidad jurídica empleada para desarrollar la actividad económica, 2015



Fuente: Informa Colombia 2016

Caracterización del subsector hardware en Colombia - 2016



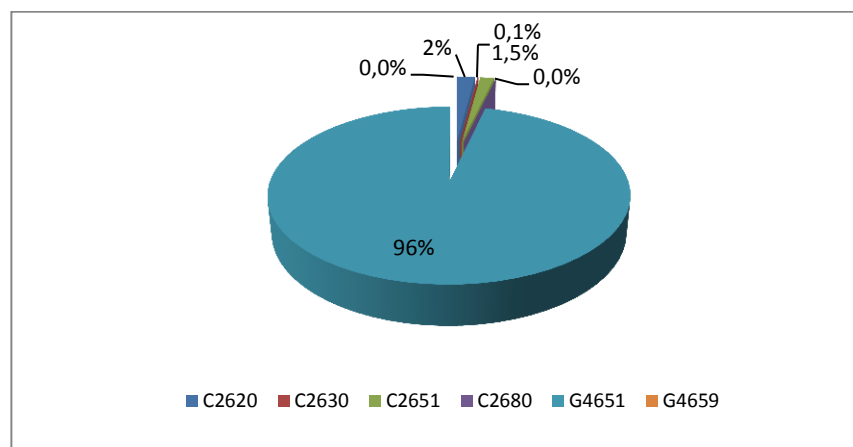
2.3. Ventas

La distribución de las ventas anuales del subsector arroja un predominio casi total de las ventas al por mayor de computadores y equipos periféricos (G4651), que genera el 96% del total. La fabricación de computadores y equipos periféricos, que en número de empresas es muy similar, apenas genera el 2% de las ventas.

Lo anterior significa que el 16% de las empresas domina el mercado del subsector; se trata de distribuidoras de las empresas modelo del sector hardware y software a nivel global, como Toshiba, Apple, Lenovo, Epson y Lexco S.A, (Canon), entre otras.

En efecto, las actividades de comercialización tienen ventas anuales que en 2015 superaron los 5,7 billones, contra sólo 218.000 millones de las empresas de fabricación sumadas. Adicionalmente, las ventas de las empresas comercializadores han presentado un crecimiento sostenido entre 2013 y 2015, mientras las ventas de fabricación han venido disminuyendo.

Gráfica 4. Distribución de las ventas según Código CIIU, 2015 (% sobre 153 empresas)

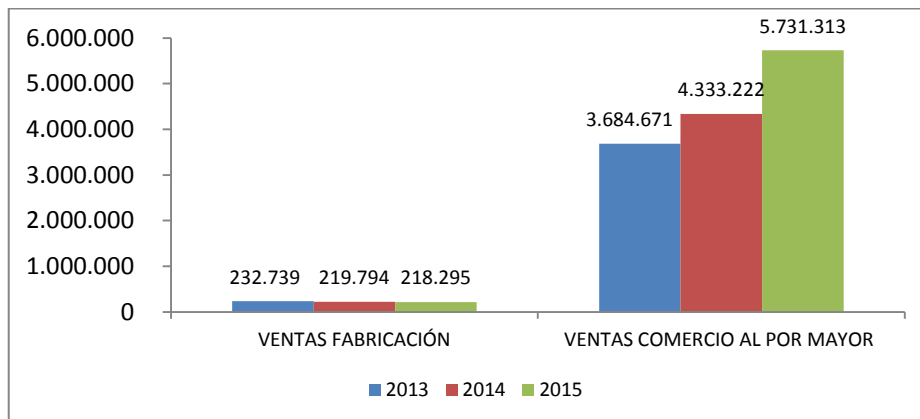


Fuente: Informa Colombia

Caracterización del subsector hardware en Colombia - 2016



Gráfica 5. Ventas anuales empresas fabricantes y de comercio al por mayor, 2013-2015 (\$millones)

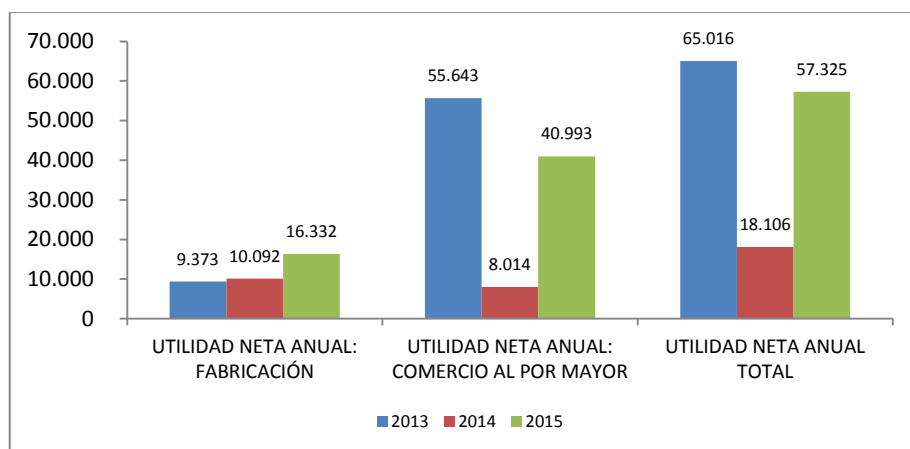


Fuente: Informa Colombia, 2016

2.4. Utilidades

El comportamiento anual de las utilidades en las empresas (145, 144 y 147 para 2013, 2014 y 2015, respectivamente) revela dos tendencias distintas: por un lado, el comercio al por mayor presenta en 2014 una caída del 86%, seguida de una recuperación importante en 2015, aunque en el período bianual se mantiene una reducción de 26%, en un escenario que como se ha visto se caracterizó por el crecimiento de las ventas. Por el otro, las empresas fabricantes presentan un crecimiento positivo constante (74% entre 2013 y 2015) en un escenario de disminución moderada de las ventas.

Gráfica 6. Utilidad neta anual empresas fabricantes y de comercio al por mayor, 2013-2015 (\$millones)



Fuente: Informa Colombia, 2016

Caracterización del subsector hardware en Colombia - 2016

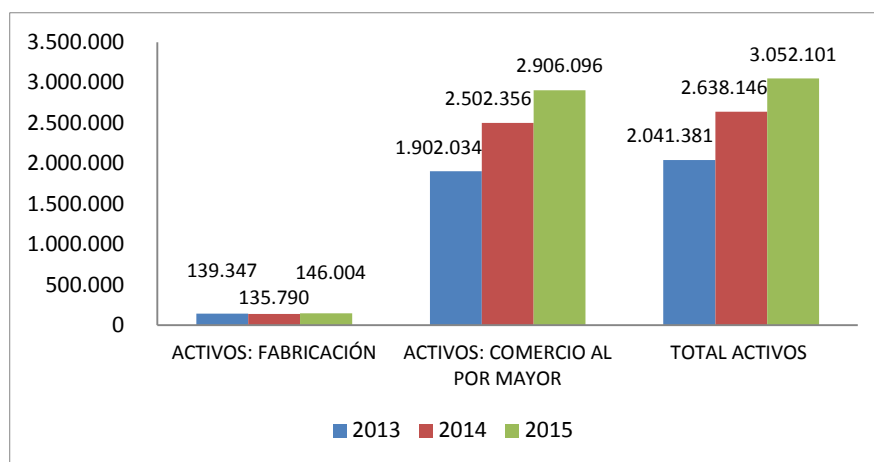


Debido al importante peso que tienen en el conjunto del subsector, las empresas comercializadoras definen las estadísticas del mismo en su conjunto: por esta razón los valores totales muestran una reducción drástica en 2014 con respecto al año anterior, seguido de una recuperación en 2015. En conjunto para los años 2013-2015 la diferencia en las ventas anuales alcanzó los 7.781 millones, que representan una caída del 12%.

2.5. Activos

Los activos totales del sector muestran el mismo comportamiento de las variables anteriores, con un valor significativamente mayor de las empresas de comercio al por mayor con respecto a las empresas fabricantes. Esta diferencia además tiende a incrementarse, pues los activos de las comercializadoras crecieron en un 53% entre 2013 y 2015, mientras los activos de las empresas fabricantes sólo se incrementaron en un 5% en el mismo período. El análisis de esta variable se basó en información suministrada por 220, 231 y 215 empresas en 2013, 2014 y 2015, respectivamente.

Gráfica 7. Activos totales de las empresas fabricantes y de comercio al por mayor, 2013-2015 (\$millones)



Fuente: Informa Colombia, 2016

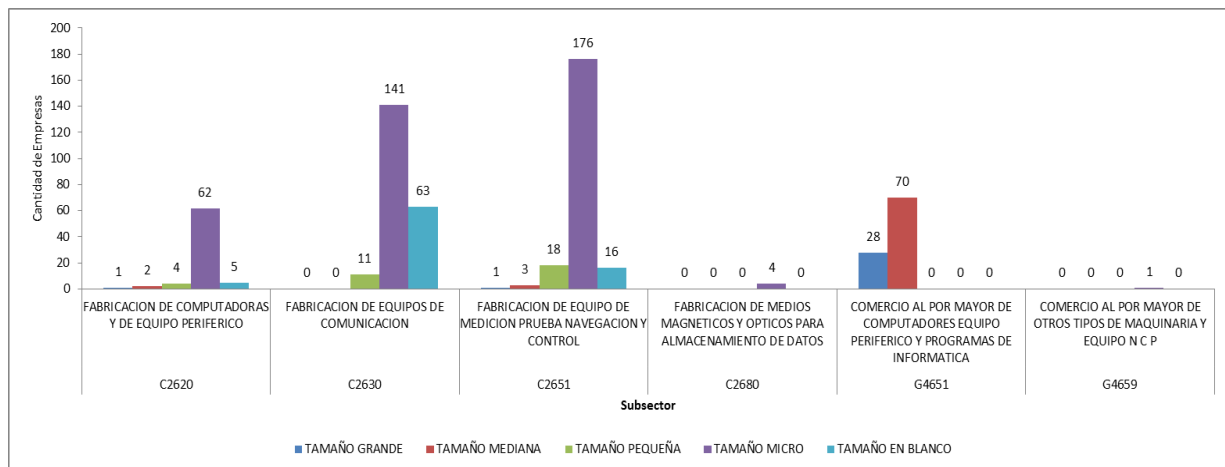
2.6. Distribución por tamaños

La gran mayoría de las empresas que suministraron información son microempresas de fabricación; en esta categoría se registra el 74% del total. Por otro lado, del total de empresas comercializadoras al por mayor que suministraron información sobre esta variables, el 28% son empresas grandes y el 70% son medianas.

Caracterización del subsector hardware en Colombia - 2016



Gráfica 8. Distribución de las empresas según tamaño por Código CIIU, 2015

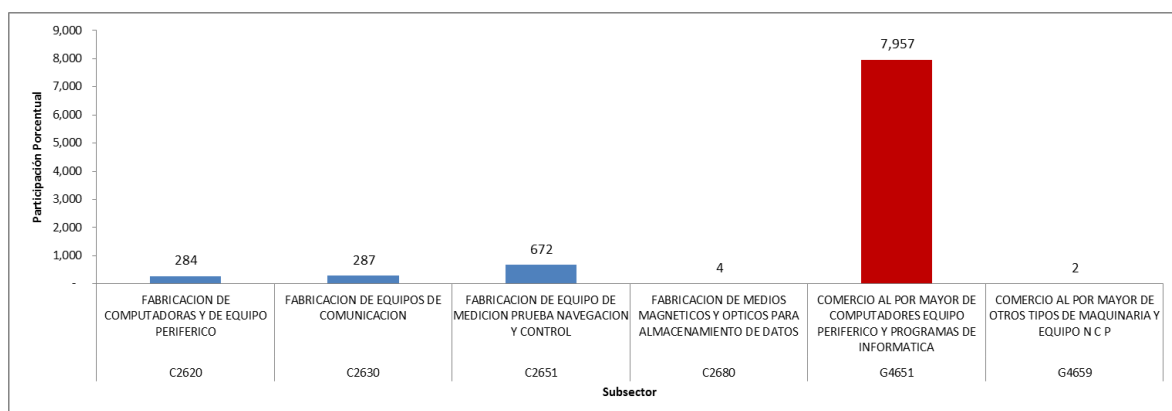


Fuente: Informa Colombia, 2016

2.7. Cantidad de empleados

Las empresas que más generan empleo están concentradas en su gran mayoría en el comercio al por mayor de computadores, equipo periférico y programas de informática. De los 9.206 empleados registrados, 7.957 pertenecen a estas empresas (86%).

Gráfica 9. Número de empleados de las empresas según Código CIIU, 2015



Fuente: Informa Colombia, 2016

Caracterización del subsector hardware en Colombia - 2016

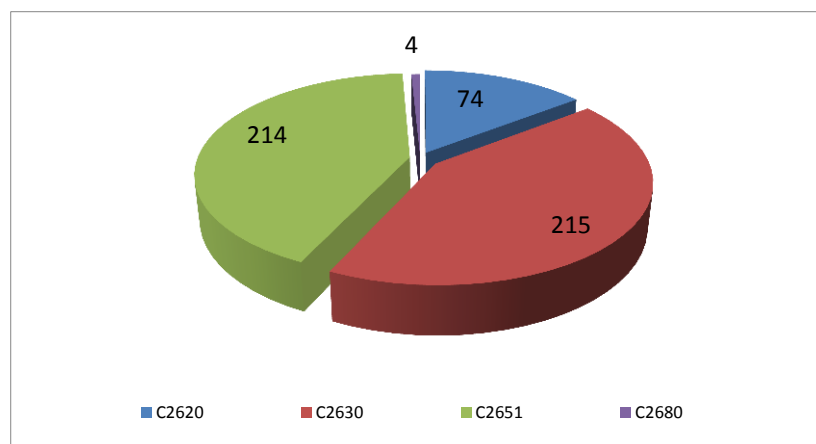


Con base en el marco de referencia expuesto en el Capítulo I de este documento, y en las cifras analizadas hasta aquí se puede deducir que el mercado de hardware en Colombia está en términos generales estructurado con base en tres segmentos principales: 1) el mercado de computadores, periféricos y software, que está dominado por representantes de las empresas modelo que dominan los mercados globales; 2) el mercado de equipos de comunicación fabricados en el país, y 3) el mercado de fabricación de dispositivos para la industria, que incluye equipos de medición y control así como medios para almacenamiento de datos entre otros. La excepción está constituida por 284 empresas que fabrican computadores y periféricos, orientadas a consolidar un nicho del mercado de estos productos, dominado por dispositivos de fabricación extranjera. A continuación se presenta una caracterización de las empresas nacionales fabricantes de componentes y dispositivos para la industria.

3. CARACTERIZACIÓN DE LAS EMPRESAS FABRICANTES

Las empresas fabricantes de 1) computadores y equipos periféricos, 2) equipos de comunicación, 3) equipos de medición, prueba, navegación y control y 4) medios magnéticos y ópticos para almacenamiento de datos son estrictamente las empresas nacionales de tecnología de hardware. Su análisis detallado y separado de las comercializadoras mayoristas da cuenta de las fortalezas y debilidades que tiene el subsector hardware frente a las necesidades del mercado nacional y de su viabilidad de proyectarse a mercados internacionales.

Gráfica 10. Distribución de las empresas fabricantes según Código CIU, 2015



Fuente: Informa Colombia, 2016

Caracterización del subsector hardware en Colombia - 2016



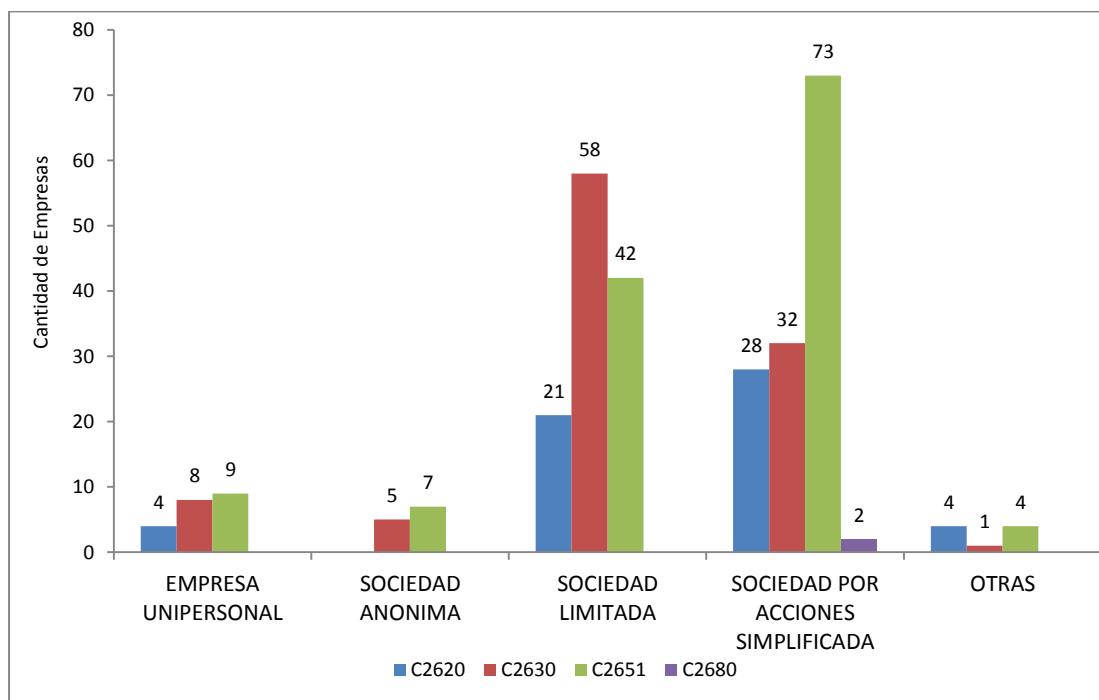
En el grupo de las empresas fabricantes predominan, con valores muy similares las clasificadas con los códigos CIU C2630 y C2651, que corresponden a fabricación de equipos de comunicación y equipos de medición, prueba, navegación y control, respectivamente, cada uno con algo más del 42% de las firmas. En tercer lugar aparecen con un 14% las empresas de fabricación de computadores y equipo periférico.

El análisis de estas empresas abarca las cifras de ventas, activos y utilidades, así como algunas características más específicas de determinados subsegmentos.

3.1. Modalidades jurídicas empleadas para desarrollar su actividad económica

Las sociedades por acciones simplificadas y las sociedades limitadas predominan, la gran mayoría de ellas son microempresas. Esto indica que la oferta de hardware de fabricación nacional se encuentra muy fragmentada y en buena parte está en poder de empresas de capacidad financiera y organizativa limitada.

Gráfica 11. Distribución de las empresas fabricantes según modalidad jurídica empleada para desarrollar la actividad económica, 2015



Fuente: Informa Colombia, 2016

Caracterización del subsector hardware en Colombia - 2016

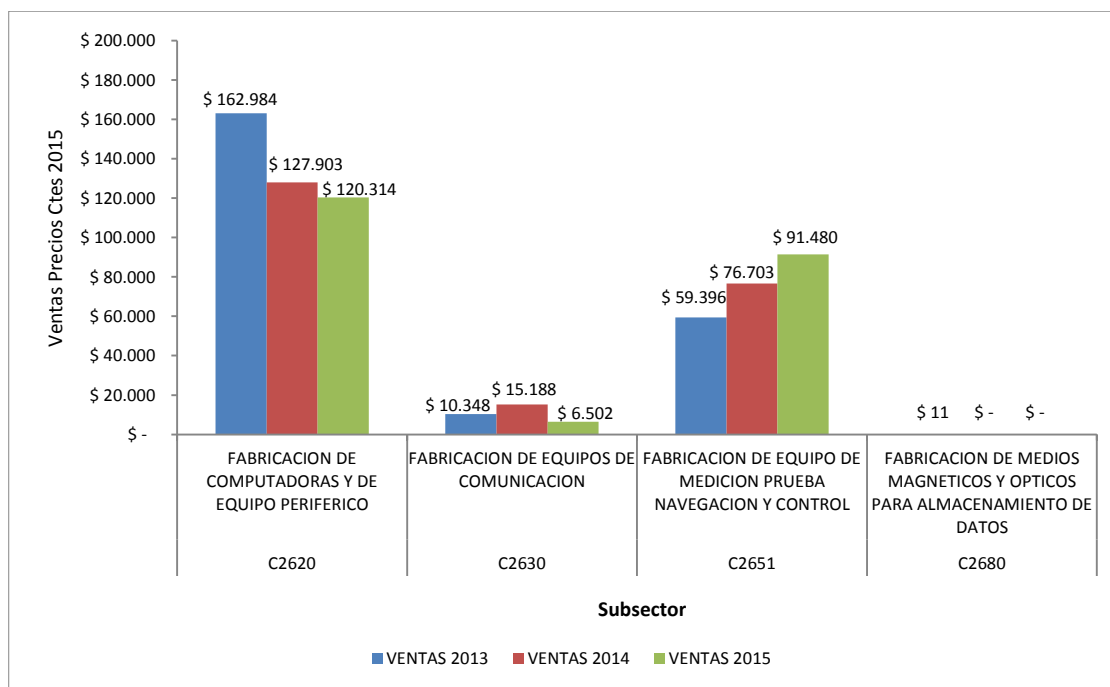


3.2. Ventas

Muy pocas empresas suministraron información sobre sus ventas (66 en 2013 y 64 en 2014 y 2015). En estas el comportamiento de los tres últimos años muestra un predominio de las firmas que fabrican de computadoras y periféricos, que aún se mantiene pese a la disminución continua de los volúmenes de ventas: en 2015 (cerca de \$163.000 millones) representaban el 70% de las ventas totales de los grupos analizados, en 2014 disminuyó al 58% y en 2015 llegó al 55% (\$91.500 millones). La reducción de sus ventas anuales entre 2013 y 2015 fue del 26%.

Paralelamente, las ventas anuales de equipos de medición, prueba, navegación y control presentan un incremento en los años analizados del 54%, lo cual le permitió en 2015 alcanzar una participación de cerca del 42% sobre las ventas totales del grupo. La fabricación de equipos de comunicación por su parte tienen una participación mucho menor, con apenas el 3% en 2015; adicionalmente los volúmenes de ventas fluctúan en los 3 años analizados. La fabricación de medios para almacenamiento de datos está prácticamente paralizada.

Gráfica 12. Ventas anuales de las empresas fabricantes, 2013-2015 (\$millones)



Fuente: Informa Colombia, 2016

Caracterización del subsector hardware en Colombia - 2016

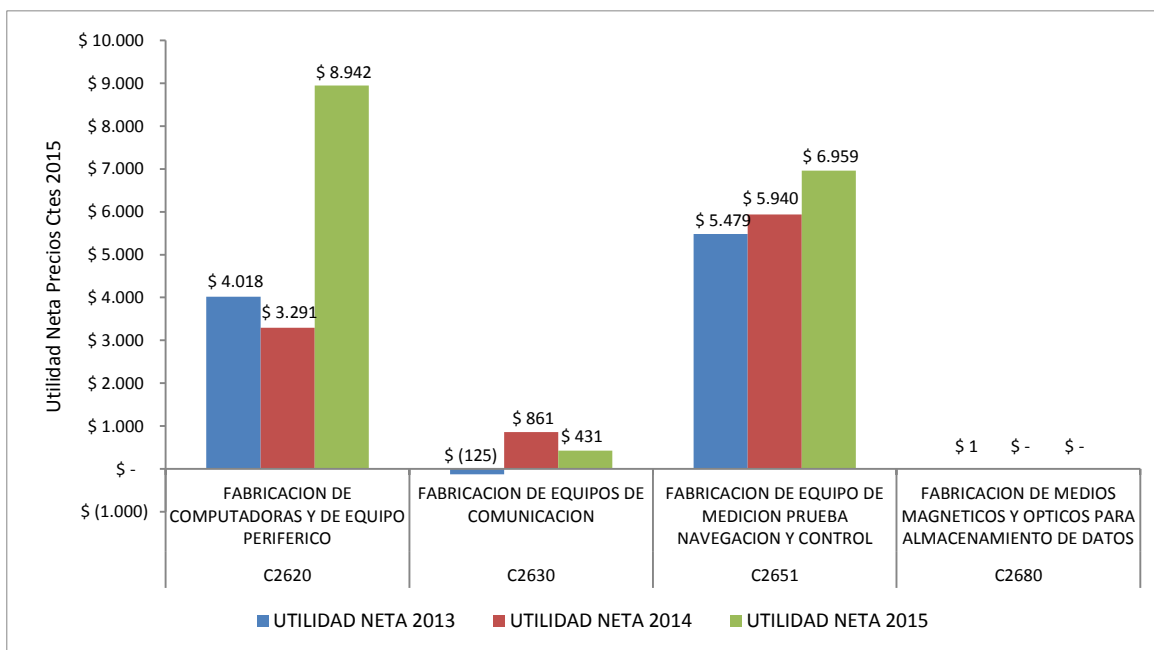


3.3. Utilidades

Muy pocas empresas suministraron información respecto a utilidades (62 en 2013 y 58 en 2014 y 2015) Las utilidades anuales del segmento Fabricación de computadores y equipos periféricos disminuyeron en 2014 con respecto al año anterior (al igual que las ventas), pero en 2015 registraron un incremento muy significativo (171%), a pesar de que en ese año las ventas siguieron disminuyendo.

Las empresas fabricantes de equipos de medición, prueba, navegación y control registran un incremento más moderado pero continuo de sus utilidades, similar a la tendencia de sus ventas: entre 2013 y 2015 el incremento fue del 27%. Las empresas de fabricación de equipos de comunicación presentan valores muy inferiores de utilidad, y las de las empresas que fabrican medios para almacenamiento de datos son prácticamente nulas.

Gráfico 13. Utilidades anuales de las empresas fabricantes, 2013-2015 (\$millones)



Fuente: Informa Colombia, 2016

3.4. Activos

La información sobre activos fue suministrada en 2013, 2014 y 2015 por 133, 141 y 123 empresas, respectivamente. En primer lugar, se destaca que a 2015 las empresas con mayores activos son las de Fabricación de equipos de medición, prueba, navegación y control (CIU 2651), con más de

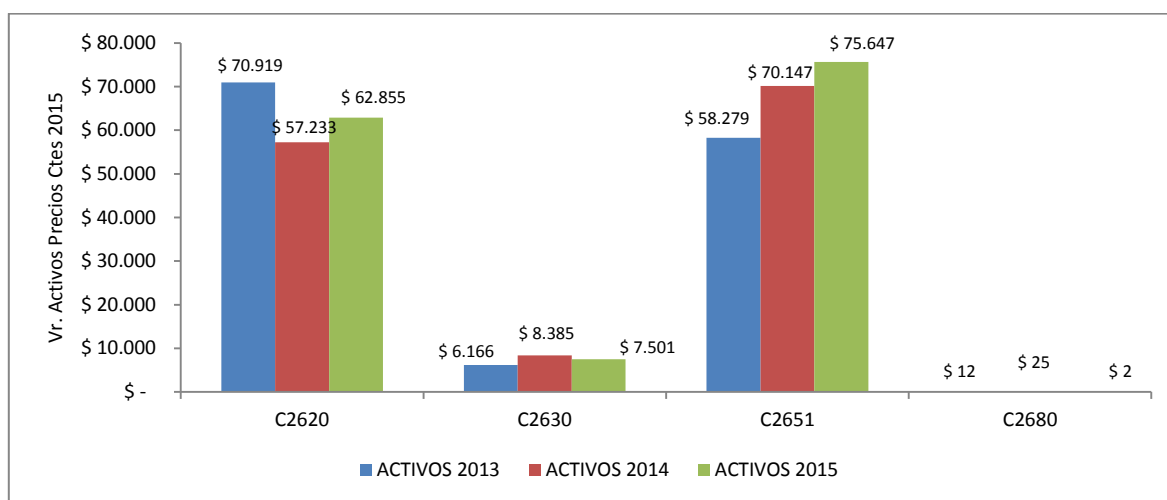
Caracterización del subsector hardware en Colombia - 2016



\$75.600 millones, seguidos por las fabricantes de computadores y equipos periféricos (CIIU 2620) con \$62.855 millones. Muy por debajo con \$7.501 millones aparecen los fabricantes de equipos de comunicación (CIIU 2630). Los activos mínimos registrados por la empresa que fabrica medios para almacenamiento de datos dan cuenta del desarrollo casi nulo de la oferta en este segmento.

Con respecto a las tendencias recientes se destaca el crecimiento de los activos de las empresas con CIIU 2651, que registraron en 2015 un incremento de \$17.368 millones con respecto a 2013 (cerca del 30%). Entretanto, las empresas con CIIU 2620 registraron entre los mismos años una disminución de los activos de \$8.064 millones, que representan el 11,4%. Cabe enfatizar que debido a la irregularidad de los datos anuales no se puede afirmar con rigor estadístico que estos comportamientos correspondan al conjunto de las empresas de cada CIIU.

Gráfico 14. Activos de las empresas fabricantes, 2013-2015 (\$millones)



Fuente: Informa Colombia, 2016

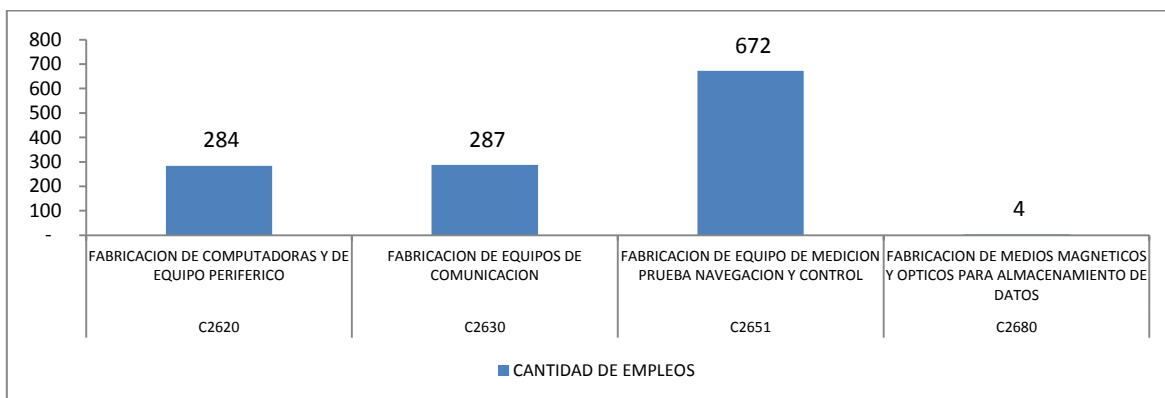
3.5. Cantidad de empleados

Las 270 empresas que aportaron información generan en total 1.243 empleos directos. De ellos 672 (54%) están en las empresas de fabricación de equipos de medición, prueba, navegación y control, y el 46% reparte entre los fabricantes de computadores y equipos periféricos (2,8%) y de equipos de comunicación (23,1%).

Caracterización del subsector hardware en Colombia - 2016



Gráfico 15. Número de empleados de las empresas fabricantes según CIU, 2015



Fuente: Informa Colombia, 2016

4. Hardware y software

Las tendencias tecnológicas expuestas en el capítulo inicial del presente estudio permiten suponer que el desarrollo de las TI tenderá en el futuro (incluso a muy corto plazo) a integrar soluciones de hardware y software con el fin de extender la gama de dispositivos TIC a todos los campos de la actividad humana. Por otro lado, el desarrollo de la industria de software en el país es mucho más significativo que el de hardware, por las razones mencionadas en el mismo capítulo.

En ese contexto, vale la pena analizar parte de los resultados de la encuesta aplicada por el Observatorio de la industria TI (MINTIC en alianza con Fedesoft) a la industria nacional del software en 2016. Dicha encuesta (aplicada a una muestra estadísticamente significativa de 359 empresas (de un total de 5.464) incluye preguntas con respecto a la oferta conjunta de hardware y software por parte de las empresas. Los resultados más relevantes al respecto se exponen a continuación.

4.1. Comercialización de hardware asociado a soluciones de software

- De las 5.464 empresas afiliadas a Fedesoft, 60 firmas comercializan hardware producido por otras empresas; entre ellas, solamente 4 son grandes empresas y 6 son medianas; es decir que 50 son pequeñas o microempresas (83%).
- El 25% de las empresas exportan sus productos; de ellas el 13% tiene porcentajes de exportación mayores al 50% sobre las ventas totales, y el 51% vende el 20% o menos de sus productos en el exterior.
- Los destinos de exportación son Panamá, Ecuador, Costa Rica, Perú, Argentina, México, Puerto Rico, República Dominicana, Honduras, Guatemala, Estados Unidos y Dubái. Ninguno de estos destinos de exportación está cubierto por más del 20% de las empresas.

Caracterización del subsector hardware en Colombia - 2016



- Cerca del 60% de las empresas factura por concepto de comercialización de hardware el 20% de sus ventas o menos. El 25% factura por exportación entre el 21% y el 50% de sus ventas, y el 15% factura a clientes del exterior entre el 51% y el 95% de sus ventas.
- Las soluciones y servicios más importantes que ofrecen las empresas son en su orden 1) Contabilidad, facturación e inventarios, 2) Administración de infraestructura, 3) Software para operación y gestión de negocios, 4) Soluciones móviles y puntos de venta. Todas estas opciones son ofrecidas por el 10% de las empresas o menos (muchas de ellas ofrecen más de un tipo de solución o servicio).

Todas las empresas dirigen sus productos y servicios en primer lugar al comercio, pues a ese sector le facturan el 51% o más de sus ventas. En segundo lugar se encuentra el sector de logística y transporte (mencionado por el 80% de las empresas). En tercer lugar, se encuentran la agroindustria y la industria manufacturera, mencionadas por el 30% de las empresas.

4.2. Ensamblaje de hardware asociado a soluciones de software

- Entre las empresas afiliadas a Fedesoft, solamente 20 tienen como actividad económica adicional el ensamblaje de hardware.
- El 25% son exportadoras, aunque en todos los casos el volumen de exportaciones es inferior al 40% de las ventas.
- Los destinos de exportación son Panamá, Honduras, Costa Rica y Ecuador.
- Los servicios que ofrecen estas empresas son muy diversos, hasta el punto de predominar solamente el software de contabilidad, facturación e inventarios, que en el 10% de las empresas representa más del 50% de la facturación.
- La oferta de soluciones y servicios abarca en condiciones de participación muy similares todos los campos considerados en la encuesta (16 sectores en total).



CONCLUSIONES

El breve análisis de los orígenes del software presentado al principio del estudio y las tendencias tecnológicas de las firmas de prospectiva parecen confirmar que, tras un período en que el software alcanzó su máximo desarrollo apoyado en tecnologías de hardware de computación y dispositivos móviles, la demanda está exigiendo que la relación hardware-software se redefina nuevamente para dar origen a nuevos dispositivos y aplicaciones asociados a toda clase de productos y servicios para el consumo intermedio y final. Es decir que, nuevamente, como en su origen, el hardware abarcará mucho más que la computación, fija o móvil, como se entiende tradicionalmente: la red digital, las máquinas inteligentes y la nueva realidad TI sin duda llegarán más pronto que tarde a nuestro país.

En ese nuevo contexto, el desarrollo conjunto de hardware-software se revela como una importante opción estratégica a considerar, y el desarrollo futuro de la industria nacional debe definir en qué punto del ecosistema global tiene mejores posibilidades de integración, así sea a mediano plazo. En ese sentido, a juzgar por las características actuales de la industria, el rol que parece más probable es el de fabricante por contrato de componentes, ya que el desarrollo de roles de modelo o liderazgo de plataforma demanda capitales de gran magnitud en lo financiero y en lo científico-tecnológico. El campo de servicios de diseño y gestión que ofrecen los fabricantes por contrato representa el campo con mayor potencial, pues en él, el capital vital es el recurso humano calificado.

De lo anterior se puede concluir que las políticas de formación de talento digital de alto nivel debe explorar y precisar las posibilidades de instrumentar a mediano plazo la formación de un talento digital altamente capacitado en los campos mencionados, orientado a la creación de empresas fabricantes y prestadoras de servicios asociados a escala global. En ese sentido se identifica un factor a favor en el hecho de que las líneas prioritarias de investigación de las comunidades científicas nacional e internacional coinciden en darle prioridad a los campos de control, automatización e instrumentación de sistemas industriales, la computación (que siempre será prioritaria) y la microelectrónica. En términos más específicos, los campos tecnológicos particulares más estratégicos (identificados en Zuluaga, 2015) también muestran coincidencias muy relevantes con las líneas de investigación mencionadas.

Los segmentos relevantes de la demanda identificados por la misma fuente coinciden en parte con los campos tecnológicos y de investigación, especialmente si se asocian a la empresa privada; sin embargo, también se identifica una demanda muy relevante del sector público en lo referente a soluciones para energía, minería e hidrocarburos y (en menor medida) educación.

Caracterización del subsector hardware en Colombia - 2016



De acuerdo con la información levantada y procesada por la consultoría, el subsector hardware presenta serias deficiencias para adaptarse a las condiciones de la demanda nacional y aún más para ocupar un lugar competitivo en el ecosistema global del sector. Entre los aspectos a analizar y evaluar detalladamente con esto en mente se exponen a continuación.

El sector está dominado por empresas con muy escasa capacidad financiera y técnica para reorientar o diversificar su oferta frente al entorno competitivo, pues en su mayoría son microempresas. A esto se suma la gran incidencia (aún no cuantificada) de la informalidad en la prestación de servicios y la ilegalidad en la comercialización de equipos de computación.

Como consecuencia de lo anterior, puede decirse que el subsector tiene prácticamente dos mercados paralelos: uno cubierto en buena parte por las empresas representantes y/o comercializadoras al por mayor de empresas internacionales, y otro –mucho más reducido en volumen de ventas pero mucho más grande en cuanto a número de empresas –formado por las pequeñas empresas nacionales y sus clientes. En ese contexto el desarrollo de servicios asociados a hardware-software tiene poco espacio para desarrollarse. Sobra decir que las utilidades también están repartidas de manera desigual, así como los empleos generados, con lo cual se cierra el círculo de las limitaciones que se podrían en pleno derecho llamarse estructurales.

Por otro lado, al indagar sobre el nivel de integración entre hardware y software –que parece una tendencia estratégica inatajable –existen algunas ventajas, como la integración entre la electrónica y hardware que se está dando en algunos productos específicos; sin embargo, esta integración aún es marginal frente al conjunto de la oferta.

Aquí se han identificado los aspectos más generales del mercado del hardware en Colombia; sin embargo, cabe destacar que los obstáculos para el desarrollo del sector hardware-software requieren sobre todo de una visión transversal, que reúna la investigación interdisciplinaria (software-hardware-electrónica de consumo) con las políticas de estado intersectoriales (educación-TIC-comercio exterior-comunicaciones) y con la cooperación internacional para el desarrollo tecnológico.

Caracterización del subsector hardware en Colombia - 2016



Bibliografía

- ASOBANCARIA. (MAYO de 2016). *Las innovaciones tecnológicas: el camino para impulsar la inclusión financiera*. Recuperado el 6 de Septiembre de 2016, de ASOBANCARIA: <http://www.asobancaria.com/wp-content/uploads/2016/06/Informe-de-Tipificaci%C3%B3n-2015-Version-Web.pdf>
- CANET F., J. (2011). *Historia de la Informática portátil*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2016, de Blog Historia de la Informática Universidad Politécnica de Valencia: <https://histinf.blogs.upv.es/2011/01/08/informaticaportatil/>
- CASTILLO, M. (. (2013). *Economía digital para el cambio estructural y la igualdad*. Recuperado el 31 de Julio de 2016, de CEPAL: <http://www.cepal.org/es/publicaciones/35408-economia-digital-para-el-cambio-estructural-y-la-igualdad>
- CEARLY, D. W. (10 de Octubre de 2015). *Top 10 Strategic Technology Trends for 2016: at a Glance*. Recuperado el 4 de Diciembre de 2016, de Gartner: <https://www.gartner.com/doc/3143618?ref=SiteSearch&sthkw=hardware%20industry&nl=search&srcId=1-3478922254>
- Ciber Pub Group. (2000). *Computers: history and development*. Recuperado el 5 de Diciembre de 2016, de Departamento de Informática aplicada EUI, UPM: http://www.dia.eui.upm.es/asignatu/sis_op1/comp_hd/comp_hd.htm
- FINNOVISTA. (18 de Marzo de 2016). *Conoce las 70 startups Fintech colombianas que están cambiando las reglas del juego en la región*. Recuperado el 6 de Septiembre de 2016, de Revista Mprende: <http://www.finnovista.com/wp-content/uploads/2016/03/Mapping-Bogota-16-9.pdf>
- GODSIFF, P. J. (2016). *ICT & the future of financial services*. Recuperado el 2016 de Agosto de 4, de Networked society - Ericsson: <https://www.ericsson.com/industry-transformation/wp-content/uploads/sites/7/2014/11/ict-and-the-future-of-financial-services.pdf>
- ONTIVEROS, E. (2014). *Microfinanzas y TIC: experiencias innovadoras en Latinoamérica*. Recuperado el 8 de Agosto de 2016, de Fundación Telefónica: http://www.fundaciontelefonica.com/artes_cultura/publicaciones-listado/pagina-item-publicaciones/itempubli/302/

Caracterización del subsector hardware en Colombia - 2016



- ONTIVEROS, E. (2016). *Las TIC y el sector financiero del futuro*. Recuperado el Agosto de 2016, de Fundación Telefónica: http://www.fundaciontelefonica.com/artes_cultura/publicaciones-listado/pagina-item-publicaciones/itempubli/127/
- PROTIVITY. (2013). *IT challenges: what is next for the financial services industry?* Recuperado el 11 de Agosto de 2016, de FS Insights: <https://www.protiviti.com/en-US/Documents/Newsletters/FS-Insights/FS%20Insights-V4-I3-IT-Challenges-Protiviti.pdf>
- SANJUAN, H. (2006). *Historia de los computadores*. Recuperado el 5 de Diciembre de 2016, de dsa-research.org: <http://dsa-research.org/teresa/Electronica/lecturas/Historia%20de%20los%20Computadores.pdf>
- STURGEON, T. J. (Agosto de 2011). *Global value chains in the electronics industry*. Recuperado el 12 de Diciembre de 2016, de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/227441000_Global_value_chains_in_the_electronics_industry_Characteristics_crisis_and_upgrading_opportunities_for_firms_from_developing_countries
- ZINO, A. (Septiembre de 2014). *Industry surveys, Computers: hardware*. Recuperado el 5 de Diciembre de 2016, de S&P Capital IQ Industry Surveys: <https://gskkr.files.wordpress.com/2015/01/computer-hardware.pdf>
- ZULUAGA V., D. (2015). *Prospectiva tecnológica de la industria electro electrónica de Bogotá y Cundinamarca*. Bogotá: Fondo de Publicaciones Universidad Sergio Arboleda.