

## **Análisis semanal 479: La silenciosa guerra por los chips: una introducción a la industria de los semiconductores y sus implicaciones geopolíticas (23 de enero de 2023)**

*Sebastián Corrales Aragón*

### **Introducción**

Los dispositivos electrónicos que hoy día disfrutamos y con los cuales interactuamos diariamente, desde los teléfonos inteligentes que portamos en nuestros bolsillos, hasta los ordenadores con los que trabajamos, eran hasta antes de la invención de los microchips artefactos que requerían una habitación completa para operar, y con funciones mucho más limitadas de las que tenemos al alcance de nuestras manos. Las telecomunicaciones, los automóviles, inteligencia artificial, aeronaves comerciales y militares, sistemas de defensa y toda clase de armamento son solo algunos campos en los que se han presentado agigantados avances tecnológicos vinculados y debidos gracias en gran parte al desarrollo de una de las industrias más complejas, innovadoras e importantes en la era digital: la industria de los semiconductores (IS). Esta es la responsable de diseñar y fabricar los “cerebros” que poseen las tablets, computadoras, teléfonos celulares, es gracias a estos que se nos abren las puertas al universo digital y cuya “materia prima” no es otra que los semiconductores. Su presencia es cada vez más grande en la medida que los dispositivos electrónicos “inteligentes” irrumpen en cada vez más actividades cotidianas y se vuelven inclusive esenciales.

Esta crucial industria se ha convertido no solamente en un pilar fundamental para el desarrollo tecnológico mundial, es además una multimillonaria y estratégica actividad en la que pocos actores se disputan el dominio. Recientemente la escasez, los problemas relacionados con las cadenas industriales, la fragilidad mostrada por las cadenas de suministro y la incapacidad de suplir satisfactoriamente la demanda han convertido a los chips y su producción como un asunto prioritario de seguridad nacional para las grandes potencias, que nuevamente ha enfrentado a Estados Unidos y a China en una guerra comercial que comenzó en 2018. Este nuevo frente de conflicto, que tiene como objetivo final liderar la hegemonía global, abrió un nuevo frente en agosto de 2022 cuando Estados Unidos anunció la llamada “CHIPS and Science Act”, una enorme política comercial que ofrece subsidios, inversiones y facilidades para que la industria hasta entonces radicada en Asia-Pacífico retorne a Norteamérica en la cual se incluye un ataque directo a China con la prohibición a sus compañías de compartir y vender alta tecnología a su competidor asiático.

El presente texto busca exponer a modo de introducción en qué consiste la fascinante industria de los semiconductores, analizar las implicaciones geopolíticas de esta nueva fase de la guerra comercial e identificar los principales actores involucrados. Esta fase podría también significar un cambio en las actuales reglas de la globalización entendida en el ámbito de un comercio configurado en redes globales de suministro. En un apartado final se encuentra un breve comentario sobre el lugar que podrían ocupar Costa Rica y México en esta coyuntura.



Imagen recuperada de: <https://www.elviejotopo.com/topoexpress/quien-controle-los-microchips-controlara-el-mundo/>

### **Aspectos generales de la industria**

Los semiconductores son un grupo de metales que comparten características con los conductores y los aislantes, siendo una de las tres categorías de materiales según su conductividad. Fue esta característica y su facilidad para conducir electricidad de manera eficiente y en tamaños mucho menores a las tecnologías anteriores, solo el primer paso de una serie de descubrimientos y desarrollos posteriores que llevarían hasta los chips nanométricos que se producen actualmente en empresas de alta tecnología. Los semiconductores representan algo así como la materia prima que constituye los circuitos integrados: microprocesadores, memorias, entre otros dispositivos electrónicos que permiten conmutar y regular la energía eléctrica de manera inteligente. [1]

La producción de estos componentes y el desarrollo de su industria requiere de una amplia variedad de recursos y condiciones: grandes capitales de inversión, años en I+D, alto grado de tecnificación, fuerza de trabajo capacitada, capacidad logística, acceso a materias primas (minerales provenientes de todas partes del mundo) entre otras variables necesarias para el establecimiento de esta industria. Su complejidad es tal que son pocas las empresas y naciones que buscan incursionar en esta área dado que la inversión y los esfuerzos iniciales deben ser en términos de cifras, billonarios, en un sector además, donde el éxito no está garantizado, la prueba y el error son constantes – se deben tener medios para tolerar pérdidas y esperar por las ganancias – y el conocimiento acumulado juega un papel fundamental ya que es una industria que obliga a estar permanentemente a la vanguardia de los nuevos descubrimientos y la innovación[2]. Como se expondrá más adelante, todos estos factores anteriores serán variables y recursos estratégicos que poseen un importante rol en la disputa

geopolítica que se configura en torno a la IS, factores que condicionan la posición de China y benefician en gran medida a Estados Unidos.

**Figura 1. Cadena industrial de los chips**



Elaboración propia a partir de: Reinsch, Benson, y Arasasingham, (2022).

El comienzo de la IS data desde finales de los años 40, con la invención del transistor por parte de Laboratorios Bell en Estados Unidos, país que desde entonces ha sido pionero y se mantiene como uno de los grandes líderes en la materia, sin embargo, paralelo al desarrollo estadounidense, surgieron después de los 1960 competidores, empresas dedicadas a este sector en Japón y Países Bajos, posteriormente en Corea del Sur y Taiwán, y en menor medida en China que siendo estos los principales actores estatales de la IS. Aunque Estados Unidos fue el precursor y hoy día tiene una cuota de mercado del 46% - Corea del Sur en un segundo lugar tiene apenas un 19% , Japón 9%, Europa 9%, Taiwán 8%, China 7%- [3] la producción se encuentra altamente deslocalizada y las áreas de manufactura, ensamblaje y empaquetado se concentran en Asia-Pacífico. Esto complejiza la cadena de suministro y la expone a posibles fallos, interrupciones o incluso a la influencia geopolítica en este caso de China, sobre todo posterior a la última escalada del conflicto con Taiwán, hecho que incluso significó el inicio de una nueva etapa de medidas en torno a esta estratégica actividad. Principalmente porque la compañía taiwanesa TSMC es la principal manufacturera de chips del mundo – 65% de la producción-[4] , cuenta con capacidad en la producción en masa de chips de alta tecnología y una escalada del conflicto podría interferir con la actividad de la empresa y colapsar la cadena global, afectando consigo otros sectores productivos que dependen de esta industria, como la automotriz, computadoras y teléfonos celulares.

**Tabla 1. Proporción de la demanda global de chips según uso final para el año 2021**

<b>Computadores</b>	31,5 %
<b>Comunicaciones</b>	30,7 %
<b>Automóviles</b>	12,4%
<b>Consumo</b>	12,3%

<b>Industrial</b>	12 %
<b>Gobiernos</b>	1%

Estas cifras dan cuenta de los sectores que más dependen de la IS en términos cuantitativos. El caso más ilustrativo es el de la industria automotriz. Los vehículos modernos incorporan cada vez más accesorios electrónicos, sensores y funciones digitales, esto es mucho mayor en los vehículos eléctricos, que es el futuro de esta industria, volviéndola aún más interconectada con la IS. Fuente: 2022 state of the U.S semiconductor industry, Semiconductor Industry Association, 19.

En la IS existen distintos tipos de procesos industriales que poseen un alto grado de especialización técnica, lo que genera que componentes o procesos necesarios para las fases de producción se fabriquen o se efectúen por empresas dedicadas a estos procesos y que se pueden ubicar en todas partes del mundo. Además, estas empresas tienen distintos modos de participar en la cadena industrial y difícilmente una sola pueda dedicarse a fabricar chips de punto a punto. La cadena industrial de los microcomponentes es de las más globalizadas en el sentido llano de la expresión, donde participan en una compleja logística actores de todas partes del mundo, haciendo frágil y susceptible de constantes interrupciones el suministro de esta crucial mercancía. Las empresas de la IS se pueden clasificar, como se observa en la Tabla 2, según su participación de la siguiente manera:

**Tabla 2. Modelos de empresa según participación en la IS, características y empresas claves de cada uno**

<b>Modelo de empresa</b>	<b>Características</b>	<b>Empresas clave</b>
<b>Fabricantes de dispositivos integrados (Integrated Device Manufacturers, IDMs)</b>	Empresas con infraestructura y capacidad para: desarrollar, fabricar silicio y encapsulados, ensamblaje y verificación. Estas tienen gran autonomía.	Intel, Samsung, Texas Instruments, ST, Micron, NXP.
<b>Diseñadores o <i>Fabless</i> (Sin fábrica)</b>	Compañías dedicadas al diseño de dispositivos y arquitecturas, subcontratan la fabricación del componente al carecer de infraestructura.	Nvidia, Qualcomm, AMD, Apple.

<b>Foundries (Fábrica fundición)</b>	<b>de</b> Fábricas “fundidoras” dedicadas a la producción de componentes electrónicos y chips. Las IDM recurren a estas para cubrir parte de sus necesidades en manufactura.	TSMC, Samsung, SMIC, Foxconn
<b>Subcontratistas Ensamblaje y Testeo</b>	<b>de</b> Empresas que encapsulan y realizan el testeo de los componentes, su calidad y rendimientos.	JCET, Amkor Technology, Powertech Technology

Elaboración propia a partir de: Fernández, (2014) y Reinsch, Benson, y Arasasingham, (2022).

En el cuadro anterior se excluyen la fase de extracción mineral y tratamiento químico de estos materiales (extracción de silicio la verdadera materia prima, elemento químico que constituye la mayoría de los semiconductores, al igual que otros minerales “tierras raras”). De igual forma, en el gran conglomerado que constituye la IS se suele pensar únicamente en el chip y su aplicación final, sin embargo, existe una discreta área que resulta especialmente importante: ¡las máquinas y la tecnología que fabrica los chips propiamente! Es aquí donde Países Bajos, y la empresa ASML cumplen un papel fundamental en esta industria y en la configuración geopolítica de la misma. ASML es una gigantesca empresa neerlandesa que goza de una posición única en el mercado global pues posee el monopolio de la fabricación de máquinas de Litografía UVE. Esta compañía es la única en el mundo que posee la capacidad y la tecnología para construir estas máquinas. La litografía UVE es un novedoso método, apenas lanzado en 2019, que utiliza rayos ultravioletas de alta frecuencia para grabar patrones geométricos sobre láminas de silicio, con una precisión de grado nanométrico[5]. Lo anterior permite la fabricación de chips de menor tamaño con una eficiente mayor en cuanto a producción, y ello lo vuelve una codiciada tecnología. El valor de estas máquinas ronda los USD 150 millones y los clientes de ASML incluyen empresas de todas partes del mundo, como Samsung, TSMC y Micron. [6]



Trabajador con oblea de silicio. Fuente: 2022 state of the U.S semiconductor industry, Semiconductor Industry Association

### **La guerra por los chips: implicaciones geopolíticas y estado de las partes**

Habiendo comprendido la importancia de la IS y las particularidades de su cadena industrial, así como sus vulnerabilidades, es posible dimensionar lo estratégico que deviene este sector para los Estados y sus economías e industrias. La importancia que tiene la IS para el área militar es un aspecto que no se debe quedar a un lado. Los armamentos más sofisticados: cazas de última generación, sistemas de lanzamiento y teledirección, drones, e incluso los lanzadores Javelin que Estados Unidos provee a Ucrania dependen de complejos sistemas computarizados que utilizan chips de todo tipo, incluso muchos de estos son producidos en Taiwán.<sup>[7]</sup> Además, a razón de su extensa y compleja red de suministro, en caso de presentarse una grave crisis de abastecimiento, a tal punto se podría comprometer inclusive la seguridad nacional de dos potencias como Estados Unidos o China. Alcanzar el mayor grado de autosuficiencia en una compleja industria dispersa por el mundo entero y ganar la carrera de las innovaciones tecnológicas son los grandes objetivos detrás de este conflicto desarrollado en el plano comercial pero que en realidad esconde una competencia total entre las dos potencias.

En un contexto de reavivación de las tensiones entre China y Taiwán – a propósito de la visita de la congresista Nancy Pelosi a Taipéi en agosto de 2022 –, un conflicto que eventualmente podría vulnerar la cadena de suministro global, el gobierno de Joe Biden firmó el decreto

“CHIPS and Science Act”. Esta nueva ley que contiene una serie de políticas comerciales, industriales y de seguridad tiene el objetivo de mejorar la posición de Estados Unidos en la cadena la cadena global de suministro, así como asegurar su liderazgo y predominio en la industria. Además, en su aspecto geopolítico, en el propio comunicado oficial, la Casa Blanca es clara con sus intenciones: “contrarrestar a China”[\[8\]](#). El ambicioso plan contempla una inversión total de USD 57.7 billones, de los cuales 39 billones serán destinados a incentivar el establecimiento de plantas de manufactura, 13.2 billones en I+D entre otros rubros. [\[9\]](#) Esta ley no se limita a atraer inversión, que también podría significar un golpe para la economía china si empresas radicadas en ese país trasladan sus operaciones, directamente establece una serie de restricciones a la exportación de ciertos tipos de chips y la tecnología necesaria para la fabricación de estos. Lo anterior tendría como propósito provocar una ralentización en el desarrollo de la IS en China, que comparativamente se encuentra rezagada respecto a otros actores claves de la industria como Japón, Corea del Sur o la propia Taiwán en casi todas las áreas, salvo excepciones.

En este escenario, cabe preguntarse cuál es la reacción por parte de China y cuáles son sus capacidades para responder a este conflicto. Ya en el 14° Plan Quinquenal el Partido Comunista colocó a la IS como un sector estratégico, dentro de un gran proyecto que lleva como nombre “Fortaleciendo el poder nacional de Ciencia y Tecnología.”[\[10\]](#) Sin embargo, el desarrollo de la IS en China y Estados Unidos ha tenido trayectorias distintas y es hasta hace una década que se puede afirmar que China ha presentado avances y desarrollo con capacidad de competir. La IS nació de forma mucho más temprana en Estados Unidos, en 1947 la invención del transistor inauguraría la nueva era de los semiconductores, desde entonces el crecimiento de esta industria y el descubrimiento de nuevas tecnologías se daría de manera exponencial, trayendo consigo una ventaja en años de I+D que desde entonces mantienen a Estados Unidos como líder en la materia.[\[11\]](#) Por otra parte, la trayectoria y la experiencia de la IS china ha sido menos exitosa que la estadounidense.

Dando inicio en 1960, - al mismo tiempo que Japón -, un logro nada despreciable para un país que solo 11 años antes era esencialmente agrario, la IS en China experimentó un lento crecimiento principalmente por los modelos estatales de inversión para este sector, los cuales planteaban proyectos a largo plazo que se iniciaban a partir de tecnología puntera para la época, pero que al comenzar producción se encontraban desactualizados respecto a las nuevas invenciones de otras empresas.[\[12\]](#) Cabe recordar que esta industria es compleja, requiere de una elevadísima inversión inicial, conocimiento acumulado, y es un sector cuyo éxito también depende de poder tolerar la prueba y el error. Estos aspectos se convirtieron en dificultades para los programas chinos, que en ocasiones no eran bien financiados al tener el Estado que priorizar otras necesidades, así como una discutible planificación y dirección de los proyectos que en muchos casos significó grandes esfuerzos que concluyeron en fracaso.[\[13\]](#) China apenas tiene un 7% de cuota de mercado y es a la vez el mayor comprador de chips del mundo.[\[14\]](#)

En las últimas dos décadas, China ha revertido el rumbo de su IS y ha alcanzado logros significativos. Desarrollar una IS de alta tecnología y lo más autosuficiente posible es en la actualidad una necesidad más que evidente para un país que se postula como candidato a ser la primera superpotencia mundial. China lidera en el área de chips para IA y la tecnología 5G, además tiene una importante participación en el área de encapsulado y testeo[15]. Este país además es la líder producción de los minerales llamados “tierras raras” que son esenciales para la fabricación de semiconductores.[16] Recientemente la empresa SMIC anunció la producción de chips de 7 nm [17], lo cual representa un gran avance para su IS en la parte tecnológica, aunque en comparación, es apenas un logro significativo tomando en cuenta que TSMC, por ejemplo, tiene la capacidad de producir chips de 5nm en masa [18]. Sin embargo, la lenta y tropezada trayectoria ha provocado que, al día de hoy, la IS china presente una brecha de una o dos generaciones respecto a la estadounidense. [19] La prohibición de compartir tecnología podría ensanchar esa brecha al menos en el mediano plazo y suponer por algún tiempo un duro golpe para el desarrollo doméstico de China en esta materia.

**Tabla 3. Cuadro de principales actores estatales con sus características y capacidades**

<b>Actor estatal</b>	<b>Características</b>
<b>Estados Unidos</b>	Líder en la industria: capacidad en diseño, manufactura, encapsulado y verificación.  46% de cuota de mercado  IS altamente desarrollada, con gran cantidad de IDMs, lo que otorga mayor autosuficiencia y mejor posición en la cadena de valor.  Capacidad de imponer bloqueos comerciales e involucrar a sus aliados
<b>China</b>	IS poco consolidada y con atraso generacional  Líder en 5G y chips para Inteligencia Artificial  Capacidad de alta inversión estatal  Principal comprador de chips en el mundo  Vulnerable ante el bloqueo de ciertos insumos y tecnologías
<b>Taiwán</b>	Líder en manufactura global, con empresas como TSMC y Foxconn.  Compleja situación política, histórico conflicto con la República Popular China.  Ubicación geográfica vulnerable en el contexto geopolítico actual

	Capacidad de deslocalización y aumento de producción.
<b>Países Bajos</b>	Industria integrada verticalmente y líder en investigación Actor más importante de la Unión Europea Estrecho socio de Estados Unidos
<b>Japón</b>	Líder en innovación y un importante manufacturero Agenda geopolítica paralela a la de Estados Unidos Ubicación geográfica vulnerable en el contexto geopolítico actual País con mayor cantidad de fábricas de IS en el mundo
<b>Corea del Sur</b>	IS altamente desarrollada Aliado histórico de Estados Unidos Segundo lugar en cuota de mercado (19%) Capacidad para aumentar producción Ubicación geográfica vulnerable en el contexto geopolítico actual

Elaboración propia a partir de: He (2022), Reinsch, Benson, y Arasasingham, (2022), SIA (2022).

**Tabla 4. Cuadro resumen de principales actores no estatales y sus características**

<b>Actor no estatal</b>	<b>Características</b>
<b>ASML</b>	País: Países Bajos Líderes absolutos en el área de desarrollo de máquinas y tecnología para ensamblar chips. Monopolio en el área de litografía UVE
<b>TSMC</b>	País: Taiwán Mayor productor de chips del mundo (65% de producción) Empresa que cuenta con alta tecnología y con maquinaria de última generación

	Ubicación geográfica vulnerable en el contexto geopolítico actual
<b>INTEL</b>	País: Estados Unidos Uno de los IDM's más importantes y reconocidos del mercado Líder en diseño Capacidad de autosuficiencia
<b>SMIC</b>	País: China Empresa estatal, de las más destacadas de la IS en el país De las manufactureras más importantes de China Alto potencial de mejora Ubicación geográfica vulnerable en el contexto geopolítico actual
<b>Samsung</b>	País: Corea del Sur Empresa con presencia en múltiples áreas de la cadena industrial Alta capacidad de autosuficiencia y producción Ubicación geográfica vulnerable en el contexto geopolítico actual
<b>Foxconn</b>	País: Taiwán Mayor ensamblador de componentes en el mundo Cliente de Apple y otras importantes industrias tecnológicas Ubicación geográfica vulnerable en el contexto geopolítico actual

Elaboración propia a partir de: Fernández (2014) Reinsch, Benson, y Arasasingham, (2022), He (2022), SIA (2022).

El primer movimiento fue el CHIPS and Science Act, en agosto de 2022, y más reciente, en las primeras semanas de 2023, Estados Unidos ha buscado forjar una alianza con otros gigantes de la industria como Países Bajos y Japón para prohibir de manera conjunta la venta de ciertos chips y tecnología a China con el fin de vulnerar y rezagar la IS de ese país[20]. estas prohibiciones se impondrían a empresas como ASML, Tokyo Electron y Nikon Corp. Si bien estos países poseen agendas apegadas a la estadounidense, la decisión supone un importante sacrificio a sus mercados en favor de la agenda geopolítica de EEUU, pues en el caso de Japón, China es el principal socio comercial y tanto empresas japonesas como ASML

tienen un importante volumen de compras en ese país. La medida ha despertado inconformidades y preocupación, el propio Peter Wennink, presidente de ASML ha manifestado que el bloqueo de exportaciones finalmente va obligar a China a desarrollar su propia tecnología para la fabricación de chips, “Si no pueden acceder a estas máquinas, las van a desarrollar por sí mismos, tomará tiempo, pero en última instancia llegarán ahí” [21]

Este nuevo frente de la guerra comercial que inició en 2018 supone un interesante fenómeno que podría tener mayores consecuencias a futuro, pues este cambio de una abierta dinámica comercial global a la configuración de un mercado exclusivo entre socios supone un cambio en las reglas de la globalización como las conocemos actualmente, al menos en su ámbito económico. Algunos expertos ya se preocupan de los efectos nocivos que podría traer consigo este “neoproteccionismo” en la industria y los excesivos controles sobre tecnología por motivos de seguridad nacional que podrían limitar y reducir el crecimiento de las empresas del sector[22].

### **Costa Rica y México ¿posibles beneficiarios?**

América Latina se encuentra prácticamente ausente en esta cadena global de suministro, su papel es mayoritariamente ser consumidor de productos finales que utilizan chips y proveer materias primas necesarias para la industria. A excepción de la naciente industria del litio en Bolivia y los esfuerzos de México en esa misma dirección, prácticamente no existen proyectos en esta parte del mundo con miras a participar de manera autónoma en la IS. Sin embargo, este cambio en el comercio global y en la reconfiguración de la cadena de suministro podría beneficiar a algunos países de la región al menos en términos de creación de empleos, y el establecimiento de empresas que pueden con un proyecto adecuado, transferir tecnología. La política comercial estadounidense en torno a la IS está ahora orientada a establecer una cadena de suministro bajo las lógicas de *nearshoring* y *friendshoring*, con las que pretende sacar ventaja de la cercanía del suministro y de la inversión en países con los que Estados Unidos comparte “valores” y agendas. [23]

Lo anterior conlleva incentivos para que empresas de todas partes trasladen sus operaciones de Asia-Pacífico a América, y esto podría significar, por ejemplo, que manufactureras establezcan operaciones en México, un país que tiene un largo historial relacionado a la IS y cuya cercanía con Estados Unidos y personal calificado con salarios medios relativamente bajos para el sector, podrían ser una fórmula para que las inversiones lleguen a México.

Por otra parte, bajo la estrategia de *friendshoring*, Costa Rica que ya alberga la única planta de ensamblaje y prueba de Intel en la región, podría ver un aumento en las inversiones y el incremento de las operaciones de Intel, según el propio Timothy Scott, Gerente de relaciones de Intel con el gobierno de Costa Rica, la nueva legislación estadounidense sobre chips podría generar la ampliación de las operaciones en el país centroamericano.[24] Esto podría eventualmente mejorar la posición del país en el contexto de Centroamérica y según el

desenlace y los efectos de esta modificación en las cadenas de suministro, podría terminar por atraer operaciones de otras empresas además de Intel.

## Notas

---

[1] Fernández Herrera, Luis Antonio.2014. « Co-Creación de semiconductores: desde la idea hasta la comercialización del producto» E.T.S.I.S. TELECOMUNICACIÓN, 7

[2] Ibid.

[3] Semiconductor Industry Association. «2022 State of the U.S Semiconductor Industry», SIA, 20.

[4] RTVE. (agosto, 2022). Taiwán lidera la fabricación de semiconductores en el mundo. <https://www.rtve.es/noticias/20220804/taiwan-lider-semiconductores/2394041.shtml>

[5] Martil, Ignacio. (enero, 2022). La asombrosa máquina de litografía de ultravioleta extremo. <https://blogs.publico.es/ignacio-martil/2022/01/28/la-asombrosa-maquina-de-litografia-de-ultravioleta-extremo/>

[6] Ibid

[7] Kohlmann, Thomas. (agosto,2022). Taiwán: el mayor fabricante de chips del mundo, en peligro. <https://p.dw.com/p/4F8Rz>

[8] The White House. (agosto, 2022). FACT SHEET: CHIPS and Science Act Will Lower Costs, Create Jobs, Strengthen Supply Chains, and Counter China. <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/08/09/fact-sheet-chips-and-science-act-will-lower-costs-create-jobs-strengthen-supply-chains-and-counter-china/>

[9] Ibid.

[10] Center for Security and Emerging Technology.2021. «Outline of the People's Republic of China 14th Five-Year Plan for National Economic and Social Development and Long-Range Objectives for 2035». CSET. Fuente original: [http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content\\_5592681.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm)

[11] Miller, Chris. 2022. «The History of U.S. Industrial Policy toward Semiconductors». En Rewire: Semiconductors and U.S. Industrial Policy. Center for a New American Security. <https://www.jstor.org/stable/resrep43411.5>

[12] He, Alex. 2021. «Case Study: From Paper Tiger to Real Tiger? The Development of China's Semiconductor Industry». En *Semiconductors and U.S. Industrial Policy*. Centre for International Governance Innovation. <https://www.jstor.org/stable/resrep31646.9>

[13] Ibid,

[14] Semiconductor Industry Association. «2022 State of the U.S Semiconductor Industry», SIA.

[15] He, *Case Study*... 19

[16] Kluth, Andreas. (enero,2023). China sigue a la cabeza en la carrera de las tierras raras. <https://www.bloomberglinea.com/2023/01/15/china-sigue-a-la-cabeza-en-la-carrera-de-las-tierras-raras/>

[17] Che, Pan. (julio, 2022). China's top chip maker SMIC may have achieved tech breakthrough, experts say. <https://www.scmp.com/tech/big-tech/article/3186672/chinas-top-chip-maker-smic-may-have-achieved-tech-breakthrough>

[18] He, *Case Study*... 19

[19] He, *Case Study*... 19-21.

[20] Leonard, Jenny y Koc Kagan. (enero, 2023). Biden Nears Win as Japan, Dutch Back China Chip Controls. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-01-27/japan-netherlands-to-join-us-in-chip-export-controls-on-china?sref=uFPgbcy7&leadSource=verify%20wall>

[21] Leonard y Kagan, *Biden Nears*...

[22] Reinsch, William A., Benson, Emily y Arasasingham, Aidan.2022.« Securing Semiconductor Supply Chains An Affirmative Agenda for International Cooperation» Center for Strategic and International Studies (CSIS), 7.

[23] Ibid, 2.

[24] Murillo, Álvaro. (octubre,2022). Costa Rica saca ventaja en la 'guerra de los chips' entre EE UU y China. <https://elpais.com/america-futura/2022-10-10/costa-rica-saca-ventaja-en-la-guerra-de-los-chips-entre-ee-uu-y-china.html>