



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Facultad de Economía, Licenciatura en Economía

Método de titulación por medio de Tesis

Mercado y competencia en equipo de limpieza de obleas y equipo de fabricación de obleas para semiconductores. El caso de Tokio Electron 2016-2025.

Marzo, 2026

Tesis presentada para obtener el grado de: Licenciatura en Economía

Presenta: Isidro Rito Díaz

Director de Tesis: Dr. Juan Reyes Álvarez

Asesores de Tesis: Dr. Jorge Romero Amado Dra, Miriam Luzán Cervantes

Contenido

<i>Agradecimientos</i>	<i>4</i>
<i>Introducción.....</i>	<i>4</i>
<i>1.2 Barreras de Entrada</i>	<i>11</i>
<i>1.3 Poder del mercado y decisiones.....</i>	<i>15</i>
<i>1.4 Cadena global de valor</i>	<i>18</i>
<i>1.5 Innovación y organización.....</i>	<i>24</i>
<i>1.5.1 El estado y la innovación.....</i>	<i>28</i>
<i>Capítulo 2. La industria del semiconductor y Japón.....</i>	<i>30</i>
<i>2.1 Los semiconductores.....</i>	<i>30</i>
<i>2.2 Cadena de valor de los semiconductores</i>	<i>35</i>
<i>2.3 Comercio en la industria del semiconductor</i>	<i>37</i>
<i>2.4 Gastos en I+D</i>	<i>40</i>
<i>2.5 Japón y los semiconductores</i>	<i>44</i>
<i>2.5.1 Patentes de semiconductores en Japón.....</i>	<i>48</i>
<i>Capítulo 3. Estudio de caso Tokyo Electron Limited TEL.....</i>	<i>54</i>
<i>3.1. Tokio electrón y la historia del semiconductor en Japón</i>	<i>54</i>
<i>3.2 Control de patentes</i>	<i>58</i>

3.2.1 Principales negocios de TEL y su rol en la manufactura del semiconductor	61
3.4 Principales competidores.....	66
3.5 Retornos para los accionistas y Estrategia de mercado	79
4.-Conclusiones.....	83
Bibliografías.....	85

Agradecimientos

Este trabajo es el resultado del acompañamiento de mi profesor y guía, quien me orientó a lo largo de este proceso para culminar no solo un logro académico, sino también un crecimiento personal. Asimismo, agradezco profundamente a mis padres por su constante apoyo, quienes, a pesar de las dificultades vividas desde la culminación de la licenciatura, con su tolerancia, comprensión y respaldo hicieron posible que pudiera concluir este trabajo. Este resultado no es solo mío; la constancia y la perseverancia, valores aprendidos en el seno de mi familia, son los que espero me sigan permitiendo alcanzar los objetivos que me proponga. A mi madre, gracias por ser como eres, por tu fortaleza y dureza. A mi padre, gracias por no rendirte conmigo y por acompañarme hasta el final en el resultado de nuestros esfuerzos.

Introducción

La industria de los semiconductores desempeña un papel estratégico en la economía global y en el desarrollo de múltiples sectores, al ser motor de innovación tecnológica y crecimiento digital.

Su esquema de valor abarca investigación y desarrollo (I+D), producción, suministro y distribución, lo que la convierte en un eje central de las cadenas globales de valor. La alta demanda mundial ha generado fluctuaciones en costos de producción y ha intensificado la competencia tecnológica, llevando a las empresas a proteger celosamente sus avances, especialmente en el ámbito de la I+D.

Este entorno competitivo ha configurado mercados de nicho caracterizados por elevados costos de investigación y producción, lo que limita la creación de servicios de I+D colaborativos entre los actores del sector. En este contexto, el papel de la investigación es crucial, pues constituye la base de la competitividad. En el proyecto Red Comercial y Tecnológica en el Sector de Semiconductores (BUAP, 2023) se identificaron empresas con ingresos derivados de actividades de investigación, reflejados en el número significativo de patentes registradas en bases como Lens.org. Entre ellas destaca Tokyo Electron Limited (TEL), cuyos informes financieros muestran inversiones considerables en I+D durante el periodo 2004–2022.

TEL ocupa un lugar central en el proceso de fotolitografía, especialmente en la tecnología ultravioleta, donde concentra cerca del 90% de participación en la fabricación de maquinaria y equipo, así como en el mantenimiento y soporte de software y hardware. Este proceso es esencial para la producción de obleas (wafers), base de los semiconductores que alimentan industrias de alto valor tecnológico. El mercado se ha expandido y continuará creciendo impulsado por tecnologías emergentes como inteligencia artificial, vehículos autónomos, 5G, smartphones, centros de datos y almacenamiento en la nube. Evaluaciones como la de Nicolás Vallejos (2021) sobre Micron Technology Inc. anticipan un crecimiento superior en memorias DRAM y NAND respecto al promedio de la industria.

La formación de un semiconductor es resultado de un proceso complejo y secuencial que combina física, química e ingeniería de materiales. Inicia con silicio ultra puro cristalizado y cortado en obleas, sobre las cuales se realizan etapas como deposición de capas delgadas, fotolitografía para definir patrones microscópicos, grabado (etching), dopado para modificar propiedades eléctricas y limpieza precisa de superficies. Cada ciclo construye capa por capa los transistores e interconexiones que conforman los circuitos integrados.

Desde la teoría de la organización industrial, la estructura de mercado determina el desempeño de las empresas: en competencia perfecta las firmas son tomadoras de precios, mientras que en monopolios u oligopolios pueden fijarlos y crear barreras de entrada. Sin embargo, enfoques modernos señalan que la estrategia también puede transformar la estructura, especialmente mediante la innovación, como lo plantea la visión schumpeteriana. Aunque la perspectiva tradicional sostiene que la concentración desincentiva la innovación, la industria del semiconductor muestra lo contrario: mercados altamente concentrados que, sin embargo, impulsan dinámicas intensivas de innovación y barreras estratégicas.

El segmento de maquinaria y equipo para limpieza y producción de obleas es un mercado focalizado geográficamente y económicamente, dominado por pocas empresas en países específicos. TEL, con más de 60 años de trayectoria, es un actor clave en este nicho, consolidando su posición como proveedor de equipos esenciales para la fabricación de chips. Desde los años ochenta, la industria de semiconductores se ha convertido en un terreno de disputa económica y política global, donde la intervención de países desarrollados resulta central para definir su dinámica.

Los semiconductores son indispensables para el desarrollo tecnológico y económico contemporáneo, pues todo proceso informático o digital depende de ellos. La industria se proyecta como un pilar de las principales economías, con un crecimiento interanual estimado de 11% y un mercado que alcanzará los 697 mil millones de dólares según World Semiconductor Trade Statistics (WSTS, 2024). Además, presenta un promedio de expansión del 7.61% en los últimos años (Gartner, 2020), superior al crecimiento de la economía mundial. En particular, el segmento de equipos y maquinaria, altamente especializado y concentrado en pocas regiones, muestra un crecimiento de ventas cercano al 10% entre 2023 y 2024 (WWSEMS, 2025), confirmando su dinamismo económico y tecnológico.

Por lo anterior esta tesis se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué caracteriza a la estructura de mercado y la competencia del equipo de limpieza y fabricación de obleas para semiconductores?

Para contestar a esta pregunta se plantea el siguiente objetivo

Analizar las características del mercado y de la competencia en el segmento de equipos de limpieza y fabricación de obleas para semiconductores, con el fin de comprender su dinámica en relación con la innovación, la estructura de mercado y algunas estrategias competitivas.

Por otro lado, se parte de las siguientes preguntas específicas de investigación

¿Qué relaciones específicas establece la literatura entre estructura de mercado-estrategia -desempeño y sus resultados en cuanto a la innovación?

¿Qué caracteriza a la industria de semiconductores en cuanto a competitividad e innovación? y

¿Qué papel juega el gobierno nacional de Japón específicamente en esta industria?

¿Qué caracteriza a la industria de semiconductores en Japón, especialmente a la empresa japonesa Tokyo Electron (TEL) en cuanto a competencia e innovación?

Para contestar a estas preguntas planteamos los siguientes objetivos por capítulo que contiene esta tesis:

Analizar las relaciones que plantea la literatura de la organización industrial en cuanto a estructura de mercado-estrategia -desempeño y sus resultados como su vínculo con la innovación (capítulo 1)

Caracterizar a la industria de semiconductores en cuanto a competitividad e innovación específicamente en el caso japonés (Capítulo II).

Caracterizar a la industria de semiconductores y el papel que juega la empresa japonesa Tokyo Electron (TEL) en lo que respecta a sus competidores y al desarrollo de innovación.

La tesis se centra en realizar un análisis de escritorio, o sea documental a partir de:

- I. Revisión de literatura de organización industrial donde se discuta el concepto de estructura-estrategia-desempeño y su relación con la innovación.
- II. Revisión de cifras e informes de la industria de semiconductores, y específicamente equipo de semiconductores, que den muestra de la innovación en ella y su desempeño.

III. Revisión de cifras e informes de la empresa TEL y posibles competidores que realizan diferentes métodos de limpieza y fabricación de obleas para los semiconductores.

La estructura de mercado se entiende a partir de los modelos clásicos de competencia perfecta, monopolio, oligopolio y competencia monopolística, donde las condiciones de entrada, la diferenciación de productos y el número de oferentes determinan el comportamiento de las empresas. Las barreras de entrada, tanto naturales como estratégicas, muestran cómo las firmas consolidadas pueden limitar la participación de nuevos competidores mediante economías de escala, patentes, publicidad o precios predatorios. Este marco teórico permite observar la relación entre estructura, estrategia y desempeño, y cómo la innovación se convierte en un elemento central dentro de estas dinámicas.

La industria de semiconductores ejemplifica estas condiciones, pues se caracteriza por altos costos de investigación y desarrollo, dependencia de la propiedad intelectual y una fuerte concentración en pocas empresas líderes. El análisis de la cadena global de valor, retomando la propuesta de Porter, permite comprender cómo las actividades primarias y de apoyo se distribuyen internacionalmente, generando ventajas comparativas y reforzando la competitividad de ciertos países. En el caso japonés, la política pública y la protección de patentes han sido factores determinantes para sostener la posición de sus empresas en el mercado global, lo que conecta directamente con la pregunta sobre el papel del Estado en la innovación y la competitividad.

Tokyo Electron Limited (TEL) representa la aplicación concreta de estas dinámicas. Su historia empresarial, el control de patentes, la diversificación de negocios y las estrategias frente a competidores como Lam Research y Applied Materials muestran cómo una firma japonesa articula la relación entre estructura de mercado, innovación y estrategia competitiva. TEL se convierte en un ejemplo de cómo las empresas utilizan la innovación como instrumento de diferenciación y consolidación de poder de mercado dentro de un entorno oligopólico.

Capítulo 1. Estructura de mercado

1.1 Características de mercado.

Para hablar de los conceptos fundamentales del mercado retomaré las características que han influido en la determinación de precios, innovación, investigación y desarrollo (I+D) en las estrategias de las empresas.

El mercado es la instancia donde ocurre la interacción entre las firmas y el consumidor, el intercambio de los bienes o servicios, este es una forma de definir el mercado, partiré de mencionar que existe una interacción de las dos partes con características estratégicas, en un conjunto que permite el análisis del comportamiento de las empresas.

Los tipos básicos de estructura de mercado son: competencia perfecta, monopolio y oligopolio, en el modelo clásico de la competencia perfecta, la competencia perfecta significa la existencia de muchos vendedores y compradores de productos homogéneos. Incluye la libre entrada y salida del mercado, con información simétrica y perfecta (todas las empresas cuentan con la misma información del mercado, como precios y cantidades).

Por otro lado, se tiene la competencia imperfecta, en la cual entran algunos modelos:

En el modelo clásico del monopolio existe un solo productor, lo que es lo mismo que produce como único oferente sin sustitutos cercanos, puede presentar barreras de entrada tales como legales, tecnológicas o naturales; además esta estructura puede permitir la fijación de precios y la empresa decide el precio al que ofrece el producto.

En el modelo clásico del oligopolio existen pocas empresas que dominan el mercado, producen un producto homogéneo o diferenciado, las barreras de entrada son altas, las decisiones de una empresa afectan a otras, puede haber cierta competencia.

En el modelo clásico de la competencia monopolística existen muchos oferentes con productos diferenciados, ya sea en marcas, diseño o calidad. Se presenta relativa libertad de entrada y salida del mercado, las empresas cuentan con cierto control de precios.

Cabe destacar que, desde el análisis económico caracterizar una firma se hace desde el comportamiento de esta en un sector, ya sea en la fijación de precios, el nivel de competencia existiera conforme al número de oferentes que participan, el tipo de producto, las barreras de entrada y la capacidad de la empresa para influir en los precios.

La representación clásica de la Organización Industrial muestra que la estructura de mercado influye en el comportamiento de la empresa, (Bain) (1956). En tal caso en la fijación de precios, las empresas de semiconductores como Taiwán Semiconductor Manufacturing Company Limited TSMC o Samsung tienen poder significativo en la fijación de precios debido a su liderazgo tecnológico, lo que corresponde a una estructura oligopólica.

La toma de decisiones empresariales en función de la estructura de mercado, por ejemplo, desde un mercado competitivo, se enfocará en bajar costos y ganar participación. En cambio, en una estructura monopólica se centrará en la fijación de precios y en una poca innovación.

Las estructuras de mercado deben delimitarse; por ejemplo, mercados donde se incentiva la innovación tecnológica, si las empresas compiten por liderazgo, tienden a tener comportamiento oligopólico. Para identificar el mercado se debe determinar el tamaño del sector; esto es esencial para comprender su estructura y analizar las posiciones dominantes dentro de él. Esta delimitación no solo facilita la comprensión del entorno competitivo, sino que también permite analizar como tomar las decisiones de las empresas con poder de mercado pueden afectar a los consumidores, a los competidores más pequeños y a la eficiencia económica general.

Conocer el estado de la demanda y la oferta de un bien en un mercado nos ayuda a establecer y entender lo que sucede cuando los oferentes producen los bienes que se consumen en dicho mercado, estableciendo así un precio.

Si bien la teoría de equilibrio de mercado nos ayuda a modelar matemáticamente el mercado a través de la oferta y la demanda, en contextos más complejos nos ayudará a analizar precios o las respuestas de los agentes económicos ante cambios en las condiciones del mercado.

Para analizar la economía desde la actualidad, es preciso hablar sobre la obra de Smith —La riqueza de las naciones— y la idea desarrollada de la división del trabajo que está limitada por el mercado como se menciona:

"La división del trabajo ocasiona un aumento proporcional en las facultades productivas del trabajo. Esta separación se produce generalmente con más amplitud en países que han alcanzado un nivel más alto de laboriosidad y progreso" (Smith, 1987, p. 9)

Al igual que Smith, Vassilakis (1987) consideró que la división del trabajo es la principal razón por la que la tecnología presenta rendimientos crecientes a escala p. 762)."

1.2 Barreras de Entrada

Como lo refiere el autor Bain, J (1956), una barrera de entrada se puede definir como cualquier condición que permite a las empresas establecidas elevar los precios por encima del nivel competitivo sin atraer la entrada de nuevas firmas. Es decir, las barreras pueden explicar por qué ciertas industrias presentan una estructura de mercado más concentrada o menos competitiva.

Las barreras pueden ser tecnológicas, legales, económicas o institucionales y estar ligadas a la naturaleza del bien o servicio, al capital necesario para iniciar operaciones y a las escalas de eficiencia mínima para la producción.

Las barreras naturales se originan en las características básicas de la industria, tales como la tecnología, los costos y la demanda, es decir variables que están determinadas por la naturaleza misma de la empresa y que, por consiguiente, no pueden ser alteradas, dado que corresponden a la misma estructura del mercado y limitan o impiden la libre movilidad.

Los requerimientos de capital inicial. La necesidad de invertir recursos financieros elevados para competir también supone una barrera de entrada importante. Las necesidades en infraestructura deben calcularse junto con la necesidad de capital circulante, así como la posibilidad de soportar pérdidas iniciales. Si bien como señalan “Bain (1956)” y “Mintzberg, & Voyer (1995)”, el capital necesario no solo es para instalaciones fijas sino también para crédito

a clientes, inventarios y absorber pérdidas por el inicio de operaciones. Aunque las principales empresas tienen recursos financieros suficientes para incursionar casi en cualquier industria, las necesidades significativas de capital en ciertos campos, como la fabricación de computadoras y la extracción de minerales limitan el grupo de muy probables competidores.

Por otro lado, las barreras estratégicas son aquellas creadas por el propio comportamiento de las empresas para evitar que entre un competidor. Esta distinción nos ayuda a mostrar qué barreras pueden ser más influidas por la estrategia que siga una empresa y cuáles obedecen a condiciones externas a ella.

La intensidad de la investigación y desarrollo hace referencia a los requerimientos de capital (inversión en capital fijo y humano) necesarios para el inicio y sostenimiento de una actividad. En países de gran avance tecnológico este requerimiento no constituye una barrera de entrada, porque la difusión del conocimiento tecnológico es muy grande.

Dado que algunas de estas barreras pueden ser modificadas por las acciones de una empresa, y que estas determinan en parte importante su nivel de beneficios futuros, los administradores deben conocer sus determinantes y cómo modificarlas.

Un enfoque moderno de la Organización Industrial aborde las barreras estratégicas; posteriormente, autores como Michael Porter (1985) y las corrientes de la teoría de juegos ampliaron el concepto, incorporando aquellas acciones deliberadas que las empresas líderes implementan para disuadir la entrada de nuevos competidores.

Estas pueden incluir:

- Precios predatorios.
- Publicidad intensiva y fidelización del cliente.
- Patentes y control de propiedad intelectual.
- Control de canales de distribución o proveedores clave.
- Exceso de capacidad instalada para amenazar una guerra de precios.

Dixit y Porter destacan cómo las empresas pueden crear o fortalecer barreras sin que estas estén dadas por la estructura original del mercado. afirmando que “Las barreras estratégicas no son

solo condiciones estructurales, sino decisiones racionales diseñadas para modificar la conducta futura del mercado” (Dixit yPorter, 1985, p. 18).

Las empresas activamente toman decisiones estratégicas que modifican el entorno competitivo a su favor frente de las firmas rivales, un ejemplo se observa en el mercado de teléfonos inteligentes, Apple y Samsung son empresas independientes que deciden a quien va dirigido su producto, una nueva marca que intente ingresar deberá enfrentarse a sus ventajas tecnológicas, de distribución y a la fidelidad del sector.

El comportamiento estratégico implica un accionar no pasivo por parte de las empresas, orientado a limitar el ingreso de nuevos competidores o a condicionar sus decisiones futuras. A través de inversiones en publicidad, economías de escala, acuerdos exclusivos o innovación, las empresas pueden generar condiciones que eleven los costos de entrada o reduzcan la expectativa de rentabilidad de posibles entrantes. Este tipo de conducta también puede alterar la estructura del mercado, reforzando el poder de mercado de las firmas establecidas y restringiendo la libertad de acción de sus rivales.

En este contexto, la estructura del mercado, la conducta de las empresas y el desempeño final del sector se encuentran profundamente interrelacionados. Las estrategias empresariales actuales no solo afectan el presente, sino que pueden convertirse en estructuras futuras, al consolidar ventajas competitivas difíciles de replicar. Así, el análisis del comportamiento estratégico resulta fundamental para comprender la evolución de los mercados, especialmente en sectores intensivos en tecnología o capital, donde las barreras a la entrada son dinámicas y altamente influenciadas por decisiones empresariales.

La construcción estratégica de barreras a la entrada requiere dos condiciones según Jacquemin (1987). La empresa que emprende tal política debe asegurar su credibilidad a los ojos de sus rivales y debe demostrar que seguirá su estrategia, independientemente de los actos de estos últimos. Para modificar las expectativas de sus rivales de forma creíble se requiere un compromiso irrevocable si la información es completa; pero si es incompleta, basta con que el compromiso sea percibido como irrevocable. Esto puede implicar que la empresa limite sus propias opciones: nadie puede atar a otros si no se ata a sí mismo o, al menos, parece estar atado.

La empresa debe estar segura de la rentabilidad de su estrategia en el sentido de que el gasto causado por esta política se compensará con el ingreso adicional obtenido de ella. Como se menciona las barreras determinan que los agentes deben contar con información simétrica para que puedan ser establecidas.

Dentro de este orden de ideas se encuentran los precios depredadores: Las empresas fijan su precio de produce a un costo tan bajo que no es posible competir impidiendo que las empresas rivales puedan permanecer en el mercado, así como aplicando estrategias que impiden la expansión de las rivales.

Una empresa aplica los precios depredadores cuando primero baja su precio para sacar a los rivales del mercado y luego los sube cuando han salido. Esta táctica también ahuyenta a los entrantes. La depredación de precios es una inversión en poder de mercado y como toda inversión es inherentemente dinámica. En el corto plazo implica pérdidas, pero al deshacerse de los rivales e incrementar su poder para controlar el precio, obtiene ganancias superiores a sus pérdidas iniciales. Se suele suponer que el depredador siempre puede colocar mercancía en el mercado a costo marginal, medio constante y que esta empresa baja el precio de sus productos de manera estratégica.

Entre otras barreras, las economías de escala destacan por su impacto estructural ya que permiten a las empresas reducir el costo promedio de producción conforme aumentan su volumen, lo cual les otorga ventajas competitivas difíciles de replicar. Estas condiciones favorecen la concentración del mercado, especialmente en industrias donde las inversiones iniciales son altas y los procesos requieren eficiencia operativa de gran escala, como ocurre en el sector de semiconductores.

Un ejemplo claro es el caso de Taiwán Semiconductor Manufacturing Company (TSMC), líder mundial en fabricación de chips. Esta firma ha logrado consolidar una posición dominante gracias a su capacidad de producción masiva, lo que le permite distribuir costos fijos en grandes volúmenes, acceder a tecnologías de punta y atraer a clientes globales como Apple, AMD y NVIDIA. Su estructura de bajos costos y altos estándares técnicos representa una barrera de entrada casi infranqueable para nuevos competidores, consolidando así un mercado oligopólico

basado en economías de escala, diferenciación tecnológica y estrategias de inversión en innovación (OECD, 2019).

La comprensión de estas dinámicas, esto es estructura del mercado, conducta empresarial y desempeño, se vuelve fundamental no solo para explicar la concentración en sectores de alta tecnología, sino también para diseñar políticas públicas orientadas a la competencia, la innovación y el desarrollo industrial.

Ante la teoría de la competitividad las diferencias entre los países se explican por la asimetría tecnológica que provocan las ventajas en el comercio mundial y dinámicas divergentes entre países. Por ejemplo, el mercado mundial tiene una diversidad tecnológica amplia, este panorama nos da una perspectiva amplia de las fortalezas estructurales, así como el beneficio de aquellas firmas que tienen un desarrollo más efectivo por un apoyo económico nacional que promueve las estrategias innovadoras.

Tal como el caso del principal referente de los semiconductores la industria china, cuyo entorno es propicio para el desarrollo tecnológico, difiriendo del resto del mundo. En este entorno diferenciado, Estados Unidos con la empresa Micrón, Japón con la empresa Tokyo Electron Ing. Como resultado han desarrollado tecnología propia en función de sus propios entornos y niveles de competitividad.

1.3 Poder del mercado y decisiones

El concepto de competencia se refiere a la condición que prevalece en un mercado, la búsqueda de beneficios ocasionalmente produce beneficios para los demás participantes. Con respecto a los elementos centrales de la estrategia competitiva empresarial, toda empresa busca aumentar sus beneficios, este aumento se realiza a costa de algún otro competidor actual o potencial.

El grado de interacción entre las empresas dentro de un mercado, está en gran medida, determinado por su estructura. A medida que aumenta el nivel de concentración, es decir, cuando un pequeño número de empresas domina una proporción significativa del mercado, también se incrementa la conciencia estratégica de dichas empresas sobre sus acciones y

reacciones recíprocas. En este tipo de entornos, las decisiones de una firma no solo afectan su propio desempeño, sino que también influyen directamente en el comportamiento de sus competidores, lo que genera una interacción más intensa y deliberada.

La competencia, en este contexto, puede entenderse tanto como una fuerza dinámica, que impulsa la eficiencia, la innovación y la reducción de precios, como un resultado observable derivado del grado de concentración y de las barreras estructurales presentes en la industria.

Por ende, al haber pocas empresas, cada empresa tiene más poder y no siente presión para competir con precios bajos o mejorar la producción, aunque en otro sentido estas pocas empresas son tiende a tener un poder igual que a sus rivales, habiendo una competencia más directa mediante estrategias de innovación o cuotas de mercado.

Por lo tanto, los elementos que definen la estructura de mercado de una industria son el número de oferentes, el grado de diferenciación del producto, la existencia de barreras de entrada y la distribución de la cuota de mercado, estos elementos son fundamentales para comprender cómo se configura y manifiesta la competencia en un sector determinado.

Lo anterior como señalan Carlton y Perloff (2015) “la estructura de mercado influye en la intensidad competitiva al afectar las estrategias empresariales y la forma en que las firmas responden ante los cambios en el entorno económico” (p. 92).

Por ejemplo, altos niveles de concentración conducen estrategias de coalición lo que lleva a mayores precios y menores beneficios sociales.

Esquema 1. Enfoque de Eficiencia o la Nueva Relación ECD

Estructura → Conducta → Desempeño

A diferencia del tradicional paradigma ECD que postula una relación lineal, donde la estructura del mercado determina la conducta de la empresa y, en consecuencia, su desempeño, la nueva infraestructura de la relación ECD sostiene que esta relación es dinámica y direccional. En esta nueva organización entra la retroalimentación de la información. Además, señala que la conducta empresarial es un factor que también modifica la estructura del mercado, la cual, a su vez, influye en los resultados obtenidos por las empresas.

Por una parte, la empresa tiene la capacidad de alterar la estructura del mercado mediante decisiones estratégicas en variables como investigación y desarrollo (I+D), publicidad, capacidad técnica, innovación tecnológica y la diferenciación de productos.

Como menciona Schmalensee y Willig (1989), "el desempeño superior de una firma no necesariamente indica fallos de mercado; puede reflejar una mejor administración, mayor eficiencia o ventajas legítimas derivadas de la innovación" (p. 1434). Por ejemplo, la creación de un monopolio a través de un mejor desempeño llevaría a un monopolio, una falla del mercado.

Por ejemplo, IBM obtuvo su liderazgo en el mercado, por medio de diferenciación basándose en la innovación tecnológica. No solo se limitó a la competencia por poder de mercado, lo hizo invirtiendo en I+D para crear productos que se diferenciaron en el mercado, agregando valor, destacando en el sector y obteniendo preferencia del consumidor. El nuevo enfoque de ECD plantea que, la concentración industrial y las altas rentabilidades pueden generar comportamientos o estrategias anticompetitivas, pero también pueden resultar de una mayor eficiencia empresarial en el uso de los recursos, en la gestión de la innovación y en la capacidad para enfrentar la demanda. De este modo, se tendría un esquema como:

Esquema 2 se describe el proceso conductual de la capacidad enfoque nuevo.

Desempeño ↔ Conducta ↔ Estructura se retroalimentan.

Elaboración propia con base en Bain (1956), Porter (1985), Dixit y Porter (1985).

- La conducta empresarial de inversión en I+D, innovación, publicidad puede modificar la estructura del mercado creando barreras, aumentando concentración.
- Un alto desempeño (por ejemplo, rentabilidad o eficiencia) puede permitir nuevas conductas estratégicas y consolidar la estructura.

Así pues, para el nuevo modelo ECD se da una retroalimentación estructural en los elementos que permiten un análisis más real, hay que hacer notar que la creación de barreras desde una perspectiva empresarial parte de la dificultad de entrada de una empresa a un mercado y estas forman parte inherente a la estructura de dicho mercado.

1.4 Cadena global de valor

La importancia de la industria de semiconductores a nivel mundial ha destacado en los últimos años, como una industria de fabricación de alta tecnología debido al alto nivel tecnológico, a las estrategias de protección tecnológica de la investigación, a la alta competencia en el mercado de la innovación. Esto ha aumentado el costo de la investigación y desarrollo lo que provoca que solo las firmas con mayor estabilidad y poder en el mercado puedan sobrepasar estos costos.

Por ello es importante hablar de la cadena de valor, las causas del valor de la cadena de un producto y la importancia del mercado en la relación causal a nivel local y nivel global. La teoría introducida por Michael E. Porter (1985) menciona el concepto de la cadena de valor como una herramienta estratégica para analizar la ventaja competitiva de las empresas. Según Porter (1985), “toda organización puede ser entendida como una serie de actividades interrelacionadas que agregan valor al producto o servicio final. Estas actividades van desde la adquisición de materias primas hasta la entrega del producto terminado y el servicio postventa”. p 8.

Además, menciona que “El análisis de la cadena de valor permite identificar los puntos donde una empresa puede reducir costos o diferenciarse para obtener una ventaja competitiva sostenible” (Porter, 1985, p. 11).

La diversificación de actividades responde al comportamiento del mercado y a las condiciones propias de cada región, las cuales se clasifican en actividades:

Actividades primarias: aquellas directamente involucradas en la creación física del producto y su venta (logística interna, operaciones, logística externa, marketing y ventas, y servicios).

Actividades de apoyo: aquellas que respaldan a las actividades primarias (infraestructura de la empresa, gestión de recursos humanos, desarrollo tecnológico y compras).

La teoría de Porter ha sido ampliada en el ámbito económico, para analizar cadenas de valor sectoriales y globales (CGV), estas se refieren a la descomposición internacional del proceso de producción, donde cada país o región se especializa en una etapa específica del proceso, de

acuerdo con su ventaja comparativa, capacidad tecnológica o nivel de capital humano (OECD, 2019).

El análisis de la cadena de valor permite no solo comprender cómo se crea y se distribuye el valor económico en una industria, sino también identificar puntos estratégicos, barreras de entrada, dependencias tecnológicas y áreas de política industrial. Este enfoque es clave en industrias complejas como la farmacéutica, automotriz y, especialmente, la de semiconductores, donde ninguna empresa ni país controla todas las fases del ciclo de producción.

La cadena de valor describe el rango de actividades que desarrollan las firmas y trabajadores para llevar a cabo un producto desde su concepción hasta su uso final, tales como la investigación y desarrollo, diseño, producción, comercialización, distribución y soporte al consumidor.

Es decir, las cadenas pueden ser desempeñadas por una sola compañía; estas también pueden configurarse a partir de varias, con una configuración interna conforme al contexto de globalización y escala global. Asimismo, cada actividad desempeñada agrega valor, tal como en la etapa de concepción y producción hasta el uso final. Es decir, las redes nos ayudan a ver la situación histórica de las empresas o firmas. Para ejemplificar el análisis de las firmas líderes que gobiernan a escala global sus redes de afiliados y proveedores, se examinan desde abajo hacia arriba, preguntando cómo esas decisiones de negocios afectan la trayectoria económica y social, hacia la mejora (upgrading) o hacia el deterioro (downgrading) en países y regiones específicas.

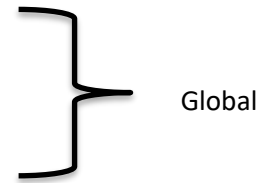
Es decir, dentro de este orden se establece el primer conjunto de dimensiones para las redes, como se puede ver en el Esquema 2; en este primer conjunto se expresa los elementos internacionales, el segundo conjunto explica las relaciones de países individuales que participan en las cadenas globales de valor.

Esquema 2.-Estructura de cadena de valor global y cadena de valor global

Estructura de entrada-salida de una cadena de valor global de valor

Alcance geográfico

Estructura de gobernanza: Firmas líderes y organización industrial

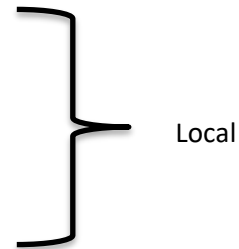


Esquema 3. Estructura de cadena de valor global y cadena de valor local

Mejora (Upgrading)

Contexto local

Partes interesadas de la industrial



Fuente: Fernandez – Stark, Bamber and Gereffi, 2003

Por lo dicho, para entender la cadena de valor es preciso evaluar cada elemento. Entre primero lugar la cadena de valor se refiere a los flujos de bienes y servicios tangibles o intangibles que permiten evaluar, ejemplo trabajos, salarios, género y las diferentes firmas que interactúan en la cadena de valor. Si bien cada cadena tiene en cuenta actividades propias de cada industria los diferentes procesos contribuyen al valor del producto o servicio y, a su vez genera un retorno para los demás elementos de la cadena que estén por debajo.

Con respecto al alcance geográfico, este elemento permite el análisis de oferta y demanda globales, es decir el flujo de cada etapa de la cadena de valor usando las estadísticas de comercio internacional con base datos tales como, comercio internacional de las Naciones Unidas, compilaciones de la industria y utilizado por la industria y las firmas.

Como resultado, Fernandez y Gereffi trazan un mapeo de los cambios en el alcance geográfico de las industrias globales, sin embargo, no todas las cadenas operan en las mismas escalas es decir dentro de estas existen, cadenas locales, nacionales, regionales y globales. Esto sugiere que hay una tendencia a la reorganización Fernandez-Stark, K., & Gereffi, G. (2019).

El uso del mapeo permite relaciona geográficamente la gobernanza en cadena de valor el autor Gereffi señala que “el análisis de gobernanza permite a comprender cómo una cadena controlada y coordinada cuando ciertos actores en la cadena tienen más poder que otros”. Gereffi (1994, p. 97).

En un análisis de estructura global el autor señala cinco tipologías más elaboradas de gobernanza en el mercado de valor: mercado, modular, relacional, cuantitativa y jerárquica, cuantificando la información y haciendo posible la medición a partir de tres variables, la complejidad de la información compartida entre los actores de la cadena; cómo puede ser codificada la información para la producción; y el nivel de competencia del proveedor (Frederik & Gereffi, 2009; Gereffi et al., 2005).

Mercado: Se refiere a la integración de transacciones entre los agentes con baja implicación de productos; esto quiere decir los proveedores pueden hacer el mínimo de input de los compradores, estos intercambios cercanos requieren poco o ninguna cooperación formal entre sus actores y el costo de cambiar a nuevos socios es bajo tanto para los productores.

Modular. La gobernanza modular habla sobre la modular cuando se puede describir las especificaciones y puede estandarizarse la relación, esta cadena muestra un proceso específico de insumos y permite la gestión de maquinaria específica para el proceso, la optimización del producto da la posibilidad de redistribuir el uso general y permite expandir la variedad de clientes con características de insumos generales. La relación se transforma en una estructura de trámites en embarques de volumen e intercambio de información.

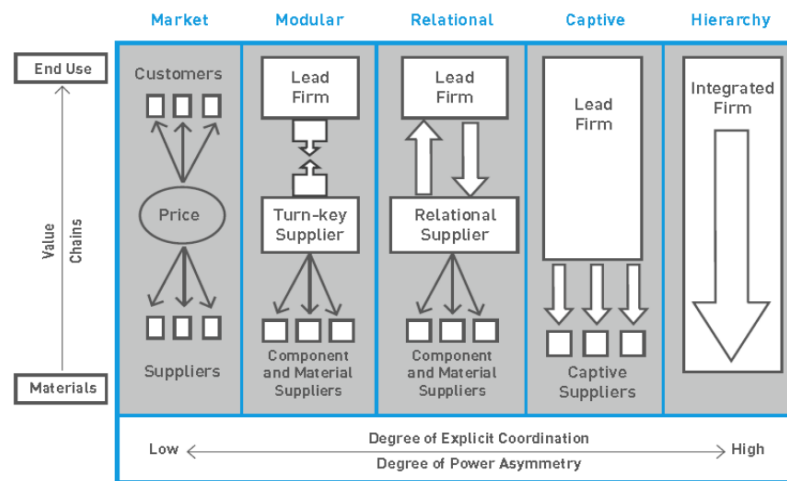
Relacional. La gobernanza relaciona se presenta en la tasación basada en información específica o diferenciada codificada entre los participantes, lo que requiere una mayor interrelación. En este tipo de relación de las empresas desarrolla y crean vínculos sociales y geográficos, una interdependencia creada por la colaboración mutua. Las decisiones suelen concentrarse en la empresa líder, la cual es capaz de negociar y guiar los procesos de obtención de insumos, el tiempo invertido y gastos de colaboración causan dificultades para establecer socios comerciales.

Cautiva. Este tipo de cadenas, suele estar determinado por un número pequeño de proveedores que depende de pocos compradores. Estos últimos determinan mayormente la toma de decisiones; por ende, la empresa con mayor control determina el rumbo de la industria creando reglamentos que regularmente lo beneficia, si bien esta industria líder mayor mente tiene un

área diferente de producción que no afecta la producción de insumos haciendo que el crecimiento de la empresa líder beneficie la cadena de insumos.

Jerárquica. El tipo de relación jerárquica es una cadena de valor, donde el proveedor de menor tamaño depende de pocos compradores, esto resulta en que la empresa dominante ejerce control constante. La operación de compra es marcada por reglamentos del comprador dominante, lo que obliga a los demás compradores a crear vínculos con el mayor participante aumentando sus costos y asegurando la posición por su rol de liderazgo.

Imagen 1.-Ejemplificación de los cinco tipos de gobernanza en la globalización.



Fuente: Tomado de Gereffi et al. (2005, p. 25).

Con respecto a la mejora (Upgrading), se refiere al proceso mediante el cual firmas, países o regiones se mueven a actividades de mayor valor en las CGVs, En este sentido el autor identifica cuatro tipos de mejoras Humprey y Schmitz (2002)

- mejora en los procesos, que transforma entradas en salidas de manera más eficiente mediante reorganización del sistema productivo o introduciendo tecnología superior;
- mejora de producto, o moverse en líneas de producto más sofisticados;
- mejora funcional, que implica asumir nuevas funciones (o abandonar funciones existentes) para aumentar el contenido de habilidades global de las actividades;

- mejora en la cadena o intersectorial, en que las firmas se mueven hacia nuevas industrias, pero a menudo relacionadas.

Posteriormente el autor Fernandez Stark et al. (2014) identificaron varios tipos adicionales de mejora:

- ingreso en la cadena de valor, donde las firmas participan por primera vez en cadenas de valor nacionales, regionales o globales. Esta es la primera y una de las más desafiantes trayectorias de mejora;
- mejora de vínculos hacia atrás, donde firmas locales (domésticas o extranjeras) en una industria comienzan a suministrar entradas comercializables y o servicios a compañías- usualmente Corporaciones Multinacionales (MNCs)- que están ubicadas en el país y que ya están insertadas en una CGV separada;

Contexto Institucional Local

Lo menciona Gereffi (2010) señala que el marco de referencia local identifica cómo las condiciones políticas locales, nacionales e internacionales transforma a la participación de un país en cada etapa de la cadena de valor. Están relacionadas a las dinámicas sociales locales y la economía tales como; costos de mano de obra, infraestructura, contexto social gobierno y niveles de habilidades. Permitiendo un análisis propio del lugar conforme a su sistema para la identificación de contextos económicos relevantes y sociales.

Análisis de Partes Interesadas (Stakeholders)

Las partes participantes dentro de la cadena de valor y el papel que este desempeñe, así como el interés común en la cadena los cuales puede ser: compañías, asociaciones de industrias, trabajadores, instituciones educativas, agencias gubernamentales y la atracción de inversiones.

Recalcando que esta relación, donde el ámbito local, puede conducir a cambios significativos y se convierten en un punto clave a la interacción entre actores. Esta interacción permite la identificación de los jugadores clave en la cadena de valor, lo cual es fundamental para la mejora

de la industria o desarrollo estratégico de crecimiento. En este proceso, cada parte interesada aporta desde su rol, contribuyendo activamente al desarrollo del sector.

Gereffi profundiza en la importancia de la CGV y que no se limita a investigar la competitividad en la industria manufacturera, sino que posteriormente se ha desarrollado a industrias emergentes tales como servicios (2018).

Asimismo, se destaca la importancia de la cadena de valores desempeña un grado de importancia en economías emergentes y cómo estas las economías fueron estimuladas por mercados de alto ingreso como Norte América, Europa, Japón. Sin embargo, el posterior estancamiento de las economías norte americanas resaltó el crecimiento de la Economía emergente China e India, destacando el comercio y crecimiento en su estructura de producción e innovación, destaca que estos cambios obligan a las economías desarrolladas a vender productos finales a precios más baratos más bajo nivel de procesamiento que en el pasado, que se contabilizan al empeoramiento en términos de su participación en la economía global (Kaplinsky & Farooki, 2011).

1.5 Innovación y organización

Este apartado tiene como objetivo destacar las características de innovación desde la perspectiva de la organización y estructura, para contextualizar un papel central en la generación de utilidades. Por lo tanto, se analizan los vínculos de la innovación con las transformaciones estructurales del mercado, su fluidez y competencia.

Para las características de la innovación por medio de la organización como lo habla Gereffi, la industria de los semiconductores que combina alta tecnología, barreras de entrada una gran concentración, presentando puntos principales en este sector, donde las características oligopólicas nos permiten hablar de teoría que nos permita debatir las practicas que permitan la innovación por medio un control de los nuevos emprendedores, o estrategias propias de mejoras internas para lograr alcanzar producciones esperadas.

La teoría neoschumpeteriano es un enfoque económico heterodoxo en el que la innovación y el cambio tecnológico son factores claves para explicar el crecimiento y la transformación

económica. Se conforma de factores clave que explican el crecimiento y la formación económica sistemática según la cual la generación selectiva y difusión de innovación depende de características microeconómicas de las organizaciones, del proceso de competencia del entorno institucional y cambio que se relación sistemáticamente en desequilibrio entre firmas e instituciones que provocan la evolución de las dimensiones macro y micro.

Entre los tópicos de pensamiento de la teoría están: el desenvolvimiento económico como un proceso creativo, el concepto de destrucción creativa, el carácter endógeno de la innovación, la forma que toma el proceso de competencia y la estructura de mercado predominado.

Entre la construcción de la teoría, está la conducta de los agentes mientras se mueven en la realidad económica, sin embargo, se crea una segunda construcción del flujo circular de la necesidad de la nuevas combinaciones del mercado, con ello se crea las primeras condiciones de flujo circular que se produce en la rupturas de la innovación, esta rupturas son constantes en la teoría con ello se vuelve predecible solo una cosa, la innovación cambiaría el proceso de auto transformación endógena al sistema de destrucción creativa, el capitalismo mismo se encuentra en un proceso evolutivo que es determinado por variables de destrucción creativa y no por características endógenas. Estableciendo un proceso evolutivo al capitalismo y no equilibrado,

El proceso de destrucción creativa, descrito por Schumpeter, tiene una naturaleza acumulativa y es impulsado principalmente por las empresas. “Estas introducen progresivamente nuevas combinaciones en el mercado, lo que se expresa en la innovación de productos—muchas veces similares a los anteriores—, en la adopción de métodos de producción más eficientes y la reorganización de las estructuras empresariales. Esta dinámica crea un ciclo donde lo nuevo reemplaza gradualmente a lo obsoleto, promoviendo el progreso económico”. (Schumpeter, 1942/1950,).

Este comportamiento crea heterogeneidad en el mercado con productividad y beneficios anteriores al que el mercado este saturado por las nuevas firmas. Una selección de las nuevas firmas por parte a los nuevos procesos surgidos de las nuevas combinaciones desplaza a las firmas que no llevaron a cabo una combinación, de tal manera la creación de nuevas

combinaciones antecede al proceso de destrucción. Según Schumpeter (1942:121) de “un proceso de mutación que revolucione la estructura desde adentro”.

Las formas estructuradas de mercado que plantea el estudio de Schumpeter son dos TDE “The economy as a whole” y el CSD “Dynamic Systemic Change”. Las principales diferencias entre ambos sistemas es la relación que se adopta en el comportamiento y función de la empresa en las actividades de combinación que esta realiza.

Es decir, en el TDE se menciona que los participantes que tienden a estar en una competencia son los emprendedores, que impulsan a nuevas combinaciones en condiciones de equilibrio, y los incúmbete.

Por el contrario, en el CSD el capitalismo se centra en un proceso de evolución se encuentra bajo la dinámica de desequilibrio donde las cuasi rentas no se eliminan y no se centran en los incúmbantes y no en los nuevos participantes, no se eliminan las barreras de entradas, planteando un modelo oligopólico donde los incúmbanles producen en mayor medida con menores costos y con la posibilidad de mejores combinaciones.

Como lo antes hablado es bueno diferenciar que el proceso de destrucción creativa y el carácter creativo de los agentes señalado por schumpeteriana donde los agentes se vuelven a la tarea de ser emprendedores para entrar a un mercado es la condición necesaria para amenazar las posiciones superiores o dominantes de un mercado, por ende, la idea de creatividad de los agentes está implícita desde las capacidades de organización

En este marco, el concepto de dependencia de la trayectoria (path dependence) describe cómo las decisiones pasadas condicionan las opciones futuras. Las inversiones en investigación y desarrollo (I+D), acumuladas a lo largo del tiempo, generan un carácter parcialmente irreversible, ya que requieren capacidades previas específicas. Este comportamiento suele responder a una lógica defensiva, orientada a preservar las utilidades existentes mediante la consolidación de estructuras organizativas y tecnológicas ya establecidas.

El comportamiento de destrucción creativa es endógeno del proceso de innovación y exógeno del mercado, sugiriendo que la dinámica de desarrollo no está determinada por la comercialización de las inversiones si no de la aplicación de los conocimientos técnicos de los

demás emprendedores requiriendo que no solo aumente el conocimiento técnico si no el aprovechamiento técnico.

Schumpeter indica que este proceso crea una barrera natural tecnológica que impide el ingreso de nuevas firmas, si bien determina un alto grado de competitividad con las firmas ya establecidas, establece dos correlaciones que pueden tener las firmas dentro de este tipo de mercado, donde se establece una relación mutua sin compartir información de desarrollo de alto valor y la segunda un alto grado de secretismo tecnológico. Si bien, esto refuerza las barreras naturales para la entrada de nuevas firmas entorpece el proceso de desarrollo, destacando procesos internos en la organización de las mismas empresas para superar este estancamiento, tales como la destrucción creativa donde se crean y se destruyen puestos internos que desarrollan nuevas entradas al mercado.

Pero también pueden reducirla si las empresas acuerdan mantener su posición sin necesidad de mejoras en la cual los niveles de la innovación es decir como menciona Schmalensee. “Los niveles de innovación en industrias oligopólicas dependen de la intensidad de la competencia y la amenaza de nuevos entrantes” (Schmalensee, 2000 pag.519).

Nelson (1991) define estrategia como el conjunto de decisiones que, analizadas ex post, dan cuenta de los objetivos que persiguen una firma en la búsqueda en rentabilidad. Las innovaciones resultan de la consecuencia exitosa de esos objetivos u otros que hayan emergido del proceso de innovación al interior de la firma y de su interacción con el proceso de competencia.

El proceso de I+D destaca el diseño y exploración en los esfuerzos para nuevos canales de comercialización en nuevas prácticas, es decir el proceso de innovación permite la fabricación de maquinaria capaz de producir nuevos bienes y no solo afectan en un mercado interno si no en la necesidad de exportar, donde la interacción con otras entidades y la capacitación en un proceso evolutivo para gestionar calidad, es decir la mejora del producto o bien es el que mejora la relación de exportación no la gestión del desarrollo interno y productividad.

1.5.1 El estado y la innovación

Desde la perspectiva Schumpeteriana, la innovación constituye el principal motor del crecimiento económico y del cambio estructural, resultado de procesos dinámicos de aprendizaje, acumulación de capacidades y competencia tecnológica. En este enfoque, el Estado desempeña un papel activo tanto en su dimensión interior como exterior, articulando políticas que influyen directamente en la trayectoria tecnológica de la economía. El Estado actúa como configurador del sistema de innovación mediante la provisión de infraestructura científica, el financiamiento de la investigación y desarrollo (I+D), la formación de capital humano y el establecimiento de marcos regulatorios que reducen la incertidumbre inherente a los procesos innovadores. La teoría neoschumpeteriana reconoce que los mercados por sí solos no garantizan una asignación eficiente de recursos hacia la innovación, debido a la naturaleza acumulativa, incierta y no lineal del cambio tecnológico. En este sentido, la intervención estatal no se limita a corregir fallas de mercado, sino que también orienta y coordina la dirección del cambio tecnológico.

Por su parte, las intervenciones del estado en el ámbito extranjero desempeñan un papel estratégico en la inserción de la economía nacional en el sistema tecnológico internacional. A través de políticas comerciales, acuerdos internacionales, diplomacia tecnológica y mecanismos de atracción de inversión extranjera directa, el Estado facilita el acceso a conocimientos, tecnologías y mercados globales. Desde la óptica neoschumpeteriana, esta dimensión externa es fundamental para ampliar las oportunidades de aprendizaje, acelerar la difusión tecnológica y posicionar a las empresas nacionales dentro de cadenas globales de valor intensivas en conocimiento.

La interacción entre el estado extranjero y un estado nacional se manifiesta en procesos de coevolución entre capacidades internas y condiciones externas. Las políticas internas de innovación fortalecen las competencias tecnológicas nacionales, lo que permite una participación más activa y estratégica en el entorno internacional. A su vez, la exposición a la competencia global y a flujos internacionales de conocimiento retroalimenta el aprendizaje interno y redefine las prioridades de política pública. Esta dinámica refuerza trayectorias tecnológicas específicas y contribuye al desarrollo de ventajas competitivas dinámicas.

Desde esta perspectiva, el Estado no es un actor pasivo frente a la globalización tecnológica, sino un agente que moldea activamente las trayectorias de desarrollo mediante la articulación de políticas internas y externas coherentes. La innovación, por tanto, emerge como un proceso sistémico en el que el Estado interno y externo actúan de manera complementaria para impulsar el cambio tecnológico, el crecimiento económico y la transformación estructural de largo plazo.

Conclusiones

La visión clásica de la organización industrial se ha centrado en que la estructura determina el desempeño y las estrategias. Una estructura de “competencia perfecta” lleva a las empresas a ser tomadoras de precio, una estructura monopólica las convierte en fijadoras de precio. Sin embargo, esta visión puede ser restrictiva porque con regularidad contempla que la competencia es pasiva. Por otro lado, se asume que el monopolio tiende a socavar la innovación, al no tener incentivos para desarrollarla. Sin embargo, la innovación, según Schumpeter puede provocar transformaciones del mercado, ya sea para hacerse de él o para crear uno nuevo. Aunado a esto, el Estado es observado como un agente externo al proceso económico y en este caso específico al de la innovación. Por otro lado, la visión neoschumpeteriana subraya que el Estado juega un papel activo para el desempeño de la industria, como su propia creación.

También cabe exponer que un referente importante dentro de la literatura de la organización industrial es el de barreras a las entradas. Las barreras a la entrada son aquellos elementos que limitan el ingreso de nuevos competidores, una barrera económica tradicional es la bajada de precios, que muchas veces no soporta el entrante, pero existen otras, como las inversiones necesarias para entrar a una industria, que muchas de ellas son prohibitivas en la industria global hoy. Otra barrera importante es el desarrollo tecnológico, visible en las innovaciones que se gestan.

Además, la revisión de la literatura plantea expone, mediante el concepto de cadena global de valor, las industrias se han fragmentado. Una empresa no realiza un producto en su totalidad, dados los beneficios que pudiera recoger de esa parte que le toca producir, un producto tiende a ser producido por diversas empresas (especializarse). Además, que son empresas de diferentes

regiones geográficas, esto podría llevar a modificar la estructura de los mercados: nuevos productos, nuevos componentes, nuevas formas de producir el producto, etc.

A partir de estos conceptos, en los siguientes capítulos se recuperan estos conceptos y ver cómo funcionan específicamente en la industria de maquinaria y equipo de limpieza y fabricación de obleas de semiconductores.

Capítulo 2. La industria del semiconductor y Japón

La industria del semiconductor es una de las más dinámicas a nivel mundial por la presencia de estos dispositivos en gran parte de las mercancías que se producen hoy en día. El siguiente capítulo está dividido en tres apartados; en el primero se aborda qué es un semiconductor, presentando los fundamentos necesarios para comprender la importancia de los semiconductores. En el segundo la participación de Japón en la industria del semiconductor, considerando su evolución y su posición dentro de la cadena de valor. Por último, el capítulo tiene como objetivo analizar la industria y el papel que tienen sus principales industria principal mente Tokyo Electrón (TEL), que es nuestro estudio de caso.

2.1 Los semiconductores

Un semiconductor es un material que permite el control del flujo de electrones a través de él en determinadas condiciones, contrastando con otros materiales, llamados conductores, que permiten el flujo libre de electrones, y materiales, llamados aislantes, que impiden el flujo de electrones. En la actualidad, un semiconductor se define ampliamente como un material con conductividad eléctrica que puede controlarse libremente por un medio u otro. En otras palabras, cualquier material que pueda usarse como transistor es un semiconductor.

Los tipos de semiconductores respecto a materiales se pueden dividir en tres categorías: conductores que permiten que los electrones fluyan a través de ellos, aislantes que impiden el flujo de electrones y semiconductores que solo permiten que los electrones fluyan bajo ciertas condiciones. La diferencia entre ellos puede explicarse mejor por la diferencia en sus brechas de banda¹

Dada su condición de uso se pueden observar también dos tipos de semiconductores: semiconductores intrínsecos, son aquellos que pueden ser empleados directamente en dispositivos; semiconductores extrínsecos, estos deben pasar por un proceso de dopado, consistiendo en añadir una pequeña cantidad de otros elementos, transformando los semiconductores intrínsecos a extrínsecos.

Ambos procesos son empleados en el área de semiconductores, los semiconductores desarrollados mayormente por las empresas de semiconductores, en el caso del mercado mundial son las de obleas las que se ocupan en estos procesos. Son las obleas, las que juegan el papel central en la industria. La producción de obleas es un proceso lento y que deben ser planificado. En ese proceso se involucra no una sola empresa, sino un amplio número a pesar de su dimensión, por ejemplo, una oblea podría medir 8 nanómetros². En ese sentido para producir ese diminuto dispositivo participan un sinnúmero de empresas

En la industria de semiconductores participan empresas que podrían identificarse como de alto y bajo valor con respecto a la actividad que realizan en la industria, las de alto valor podría ser las empresas dedicadas a las obleas y las de bajo aquellas dedicadas a la distribución de insumos mediante el transporte (esto podría depender de la fuerza de trabajo y su preparación).

¹ Una brecha de banda es un rango de energía en un material donde no puede existir ningún electrón. Los conductores no tienen brecha de banda, por lo que los electrones pueden moverse libremente a través de ellos para generar una corriente eléctrica. Los metales, incluidos el hierro, el cobre, la plata, el oro y el aluminio, son conductores representativos. Los aislantes como el aceite, el vidrio, el caucho y la cerámica tienen una gran brecha de banda que impide el flujo de electrones. Los semiconductores, por el contrario, tienen una brecha de banda pequeña, y el flujo de electrones y huecos de electrones **se puede controlar agregando impurezas al material**.

² Pensar que un cabello mide 75 mil nanómetros.

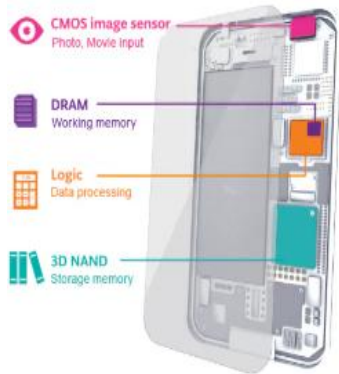
Por otro lado, ahora hablaré de la producción de semiconductores, esta historia inicia desde mediados del siglo pasado, cuando John Bardeen, Walter Brattain y William Shockley desarrollaron el transistor en los Laboratorios Bell, “Donde la industria de los semiconductores nació a partir de la invención del transistor en 1947 y experimentó un crecimiento acelerado a partir de los años 1950, con la producción industrial de componentes electrónicos en silicio” (Sze y Ng (2007). p. 1)

En cuanto a materiales específicos durante los primeros años de la fabricación de los semiconductores el germanio y el silicio se usaban exclusivamente para esto y, solo los elementos del grupo 14 de la tabla periódica se consideraban semiconductores. Sin embargo, a medida que avanzaban los estudios sobre semiconductores compuestos y semiconductores orgánicos, la definición de semiconductor también cambió para incluir todo tipo de materiales, en lugar de solo un grupo específico de elementos.

Las adiciones bastante recientes a la categoría de semiconductores incluyen los nanotubos de carbono descubiertos por el Dr. Sumio Iijima y los polímeros conductores descubiertos por el Dr. Hideki Shiarakawa y otros que ganaron el Premio Nobel de Química. Las aplicaciones de estos materiales semiconductores están siendo estudiadas por investigadores de todo el mundo.

Caja 1.

Imagen 2. Ejemplo de telefono inteligente y tipos de semiconductores que lo integran.



La imagen ilustra la disposición interna de los principales componentes semiconductores de un smartphone. El sensor CMOS se encarga de la captura de imágenes y video, representando una aplicación directa de semiconductores avanzados en productos finales. La memoria DRAM permite el funcionamiento operativo del sistema al soportar los procesos en tiempo real, mientras que el procesador lógico constituye el núcleo de cálculo y control del dispositivo, concentrando el mayor valor agregado tecnológico. Finalmente, la memoria NAND almacena de manera permanente datos y aplicaciones, evidenciando la integración de distintos tipos de chips dentro de un solo producto. En conjunto, la imagen resalta la convergencia de múltiples tecnologías de semiconductores en la cadena global de valor

Nota. Elaboración propia con base en información de Tokyo Electron Ltd. (2025).

En la industria de los semiconductores dentro de los costos del conjunto de producción, puede incluirse los gastos de investigación y desarrollo, que incluyen la innovación y desarrollo de procesos, es decir, la creación de nuevos productos para la demanda o la mejora de procesos en la producción y servicios. Entre otros costos sería el montaje de plantas conocidas como *fabs* con costos de diez mil millones de dólares como señala el estudio de Bown (2020).

Respecto a esto, la industria del semiconductor en cuanto a inversiones requeridas para su funcionamiento se encuentra en el número dos, después de la industria farmacéutica, para el caso estadounidense, por ejemplo.

El desarrollo de la industria de los semiconductores fue impulsado por la era espacial y militar de 1980 donde empresas como IBM, Hawlett-Packard y AT&T fabricaban semiconductores, con equipos personales de comunicación o hardware y se empezó con la fabricación de circuitos integrados por parte de Intel, Micron y AMD, que abastecían suministros a la industria informática por igual.

La producción de semiconductor se empezó a complejizar en los años ochenta, cuando se empieza a subcontratar cierta parte de la producción. El ejemplo de esto es lo que sucedió con

Farichild Semiconductor (quién fuera la primera empresa que le fue concedida una patente en 1961 por la invención de un circuito), quien subcontrató a una empresa de Hong Kong. El proceso quedaba de la siguiente manera: tomando una barra de silicio y luego ensamblarla y empaquetarla en los chips de los semiconductores que se enviarían a las empresas que lo requerían. Este proceso al fraccionarse y subcontratarse ahora en el continente asiático permitía la reducción de costo a la vez que su globalización. Así, Asia empezó a convertirse en un actor central en la producción del semiconductor.

En 2019, según las Estadísticas Mundiales del Comercio de Semiconductores (tomado de Bown, 2020), las ventas de semiconductores estuvieron dominadas por los circuitos integrados (81%), seguidos de las funciones optoelectrónica y de los sensores (13%) y al final los semiconductores directos discretos (6%).

Un ejemplo de la forma en que las empresas se organizan en la producción y moldean su modelo de negocios podría ser el de Taiwán Semiconductor Manufacturing Company (TSMC), líder mundial en fabricación de chips. Esta firma ha logrado consolidar una posición dominante gracias a su capacidad de producción masiva, lo que le permite distribuir costos fijos en grandes volúmenes, acceder a tecnologías de punta y atraer a clientes globales como Apple, AMD y NVIDIA, quienes no tienen *fabs*, pero diseñan semiconductores dejando la producción a empresas como TSMC.

En cada una de las etapas de estos procesos entonces participan muy diferentes empresas, algunas dedicadas al diseño, otras a la producción y proveeduría de insumos o materia primas, otras más al ensamblaje y empaquetado, otras a la producción de maquinaria etc. Pero todas ellas en esa industria tienen elementos en común, entre lo que destacamos son al menos dos aspectos, todas estas empresas tienen departamentos de investigación y desarrollo y todas requieren altas inversiones, pensar en la maquinaria y personal requerido para la producción de un dispositivo de 2 nanómetros.

Estos elementos, alta especialización en conocimiento tecnológico, logística e inversiones representan una barrera de entrada casi infranqueable para nuevos competidores, consolidando

así un mercado oligopólico basado en economías de escala, diferenciación tecnológica y estrategias de inversión en innovación (OECD, 2019).

2.2 Cadena de valor de los semiconductores

Como ya apuntamos líneas arriba, la industria del semiconductor está muy fragmentada (característica de la industria electrónica en general), por lo que la cadena global de valor se hace extensa. También como ya apuntamos los semiconductores tienen principalmente estas aplicaciones: circuitos integrados (mejor conocidos como chips), aplicaciones opto-eléctricas, y sensores y semiconductores discretos (OSD), a partir de esta división se puede establecer una cadena industrial de semiconductores que puede comprender estas partes: diseño del semiconductor, materiales, equipos de fabricación, equipos de mantenimiento, empaque y pruebas. La construcción de los semiconductores en ese sentido se puede pensar en diferentes procesos y se dividen que se puede dividir en tres segmentos según su valor agregado: superior, intermedio e inferior.

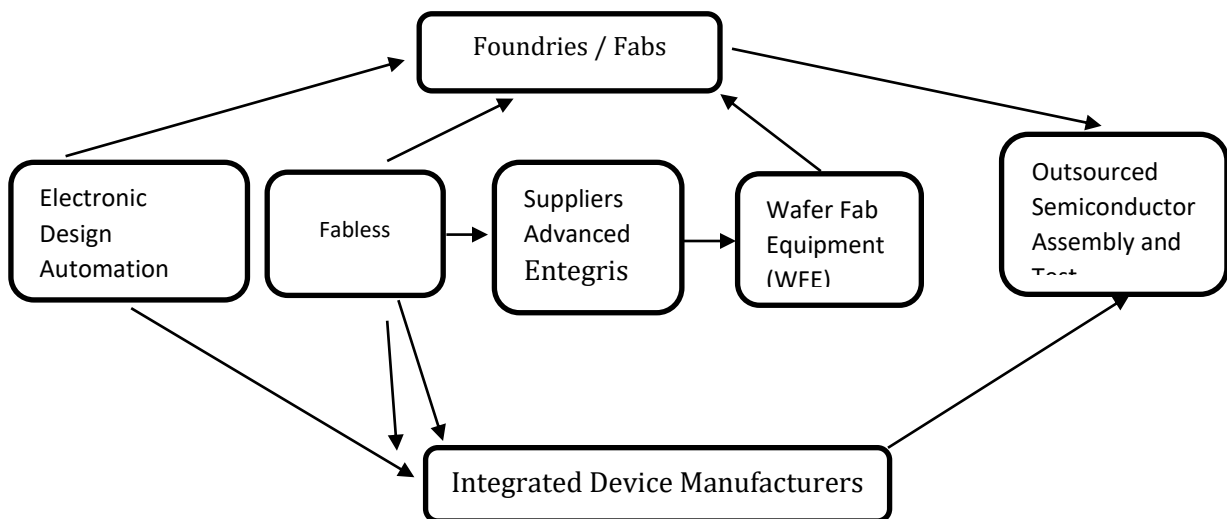
En términos generales la industria podría quedar ordenada como a continuación describimos. Para la producción de chips se requiere materia prima como el silicio, que sirve para la producción de barras que serán después cortadas en capas superfina para convertirse en obleas. Estas obleas deben ser limpiadas después de este proceso, por lo que se requieren equipo sólo para esta limpieza. El proceso se rige por este factor de pureza en los materiales y los productos, donde la pureza debe de alcanzar la perfección.

El siguiente proceso una vez que la oblea queda limpia y pura es dibujar el patrón de circuitos en la superficie a través de procesos como el llamado litografía, cuya maquinaria pasa luz a través de una foto-máscara (Placa donde se implanta el patrón de los circuitos), la formación de circuitos forma pequeñas imperfecciones después del grabado donde máquinas especializadas

limpiarán la superficie de la oblea basado en un proceso de aplicación ultra violeta (UV). A continuación, el proceso que termina sería el de *testing*, que son las pruebas de conductividad.

Un parte final, podría considerarse el ensamblado de dispositivos electrónicos.

Esquema 3. Cadena de producción de chips, vinculado a insumos y maquinaria en cada proceso.



Fuente: Elaboración propia a partir de SMH: Extreme Concentration Makes It Unattractive (Wang, 2025).

En este proceso, la literatura existente plantea que cada una de estas partes aportan diferente valor agregado, como lo plantean Kleinhands y Baisaka (2020), siendo estos segmentos divididos en tres, según su aportación de valor:

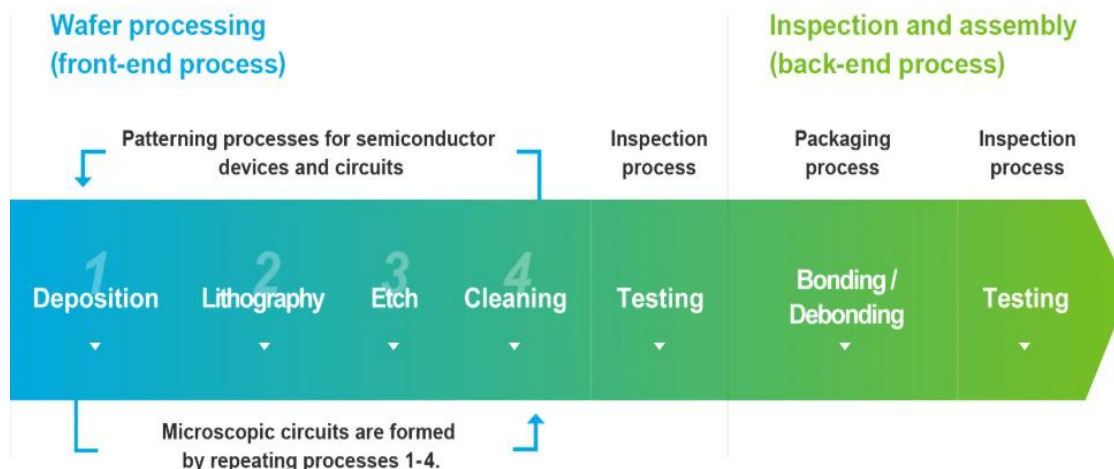
Segmento superior: actividades de investigación y desarrollo. Son actividades que todas las empresas de la industria llevan a cabo, en las cuales determinan un nuevo proceso o producto dentro y fuera de la empresa.

Segmento intermedio: 1. Diseño de Software (EDA) Propiedad intelectual; 2. Fabricación de equipo, químicos y obleas de semiconductores.

Segmento inferior: Ensamblaje de semiconductores y montaje de pruebas

A partir de esta clasificación podemos apreciar que, uno de los segmentos más importantes por el valor agregado que añaden a los chips son la parte de fabricación de maquinaria y equipo.

Imagen 3 Proceso del wafer en la fabricaicon en la industria de los semiconductores.



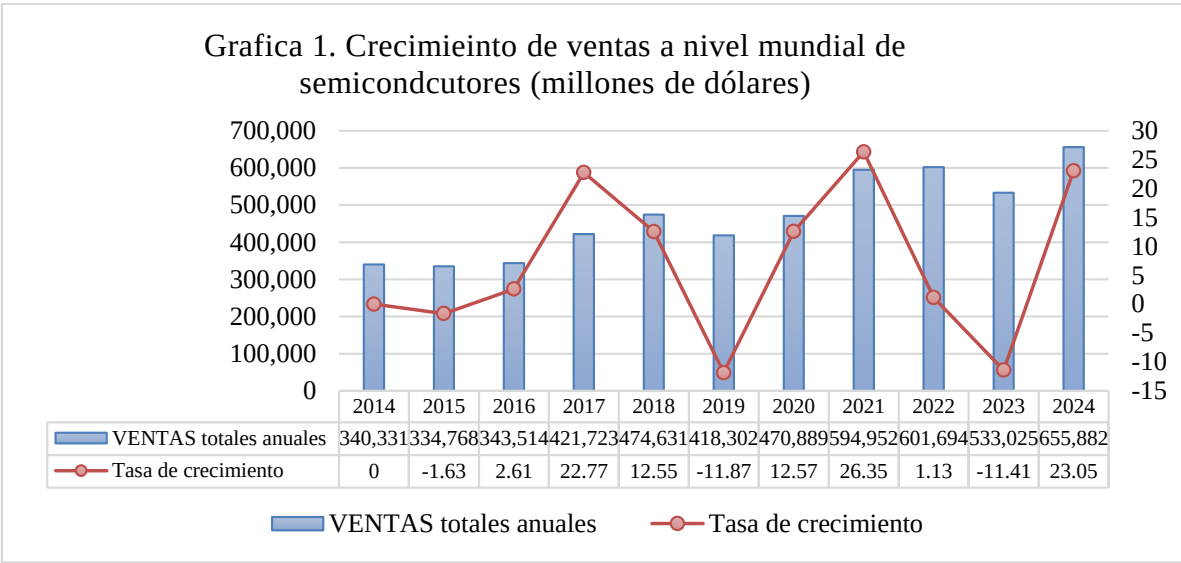
Fuente: <https://www.tel.com/corporatesummary/index.html> ©2011-2024 Tokyo Electron Limited 2025

2.3 Comercio en la industria del semiconductor

La fabricación de Dispositivos Integrados (IDM, por las siglas en inglés) y el modelo de fabricación de Taiwán Semiconductor Manufacturing (TSMC) ganaron protagonismo a nivel mundial, cuando el mercado de semiconductores tuvo un rápido crecimiento pasando de 2,900 millones de dólares en 1976 hasta 583,200 millones de dólares en 2022. Esto fue impulsado por la división de trabajo global requerida en la industria.

El monitoreo de entidades como Garther o SIA nos proporciona datos del comportamiento de las ventas de semiconductores entre las diversas regiones, tal es el caso del mercado en los años 2019 con caídas del 11% con un promedio de crecimiento en total de 7.61% (2020).

Grafica 1 muestra el crecimiento global de semiconductores durante los años 2014 a 2024 en millones de doraes.



Fuente: Elaboración propia datos extraídos de Gardner del periodo 2014 a 2024.

En esa línea, la distribución del comercio de semiconductores entre materiales, equipos y componentes terminados es de 3.49%, 11.02% y 85.48%, respectivamente (LI, L 2025). Esta distribución resalta la importancia de comercio de componentes terminados dentro de la industria. Debido a la naturaleza de la cadena de valor, es posible que se produzca un cierto doble conteo en los segmentos descendentes al utilizar estadísticas comerciales para el análisis.

El comercio de materiales básicos se concentra en obleas de silicio, componentes ópticos y varillas de silicio, que en conjunto representan más del 93% del segmento. La composición del comercio de equipos es relativamente dispersa, con equipos clave como maquinaria de precisión para fabricación de semiconductores (máquina de fotolitografía, máquina de grabado, implantadora de iones), junto con partes y accesorios no especificados de maquinaria o aparatos mecánicos, que poseen participaciones respectivas del 51.14% y 21.46% (Li,L 2025). Los equipos de inspección de obleas y los equipos especializados para el ensamblaje y procesamiento de semiconductores también muestran participaciones significativas.

El comercio de componentes terminados de semiconductores es altamente concentrado, siendo los circuitos integrados electrónicos los que representan una asombrosa participación del 84.26%, superando ampliamente a otras categorías

Con ello se determina que el comercio de los semiconductores que se encuentra una red vulnerable argumentando por la dependencia global de estos y aumentando la producción específicamente en la manufacturera y materiales formando un sistema circular entre los dos niveles como lo antes mencionado en Asia Oriental determinado una clara frontera entre el consumo y producción.

Ren et al (2023) analizan las relaciones de la red comercial con enfoque a la innovación para la construcción de redes al alza y dirigidas. Con ello establece la intensidad de la influencia de la red, es necesario comprender las estructuras características, dinámicas de la red. (Pg. 1149). Los autores identifican que, comparada a otras industrias manufactureras, las barreras técnicas de la industria del semiconductor presentan una aglomeración espacial (en regiones específicas) y desequilibrios comerciales. El centro de gravedad de la parte final de la cadena de producción (semiconductores terminados) se mantiene estable en el este y sudeste asiático. Por otro lado, la ventaja de proveeduría de equipos (parte inicial de la cadena) se encuentra relativamente monopolizada por Estados Unidos y algunos países de Europa.

Por otro lado, Estados Unidos, la Unión Europea (EU)), y Japón forman parte de los eslabones ascendentes que determinan el diseño, los materiales clave y el equipamiento dentro de la industria. En cambio, regiones como Asia Pacífico, incluyendo Taiwán, Corea y China continental se constituyen en los eslabones intermedios y descendentes, como la fabricación por encargo y el empacamiento y prueba.

En ese sentido, Japón mantiene una leve ventaja en el diseño y producción de maquinaria y equipo relacionada en la fabricación de semiconductores.

En el siguiente cuadro 1, se muestra las ventas de nuevas tecnologías en semiconductores en el mercado Mundial y del mercado en específico del estudio en específico durante los años siguientes.

Caja 2

Ingresos del mercado de equipo de semiconductores por región

Región	2024	2025	YaA%
China	\$ 49.55	\$ 36.60	35%
Corea	\$ 20.47	\$ 19.94	3%
Taiwán	\$ 16.56	\$ 19.62	-16%
Norte América	\$ 13.69	\$ 12.05	-1%
Japón	\$ 7.83	\$ 7.93	-1%
Europa	\$ 4.85	\$ 6.46	-25%
Resto del Mundo	\$ 4.19	\$ 3.65	15%
Total	\$ 117.14	\$ 106.25	10%
(En miles de millones de dólares)			

Fuente: Elaboración propia.
 Datos SEMI y SEAJ abril 2025

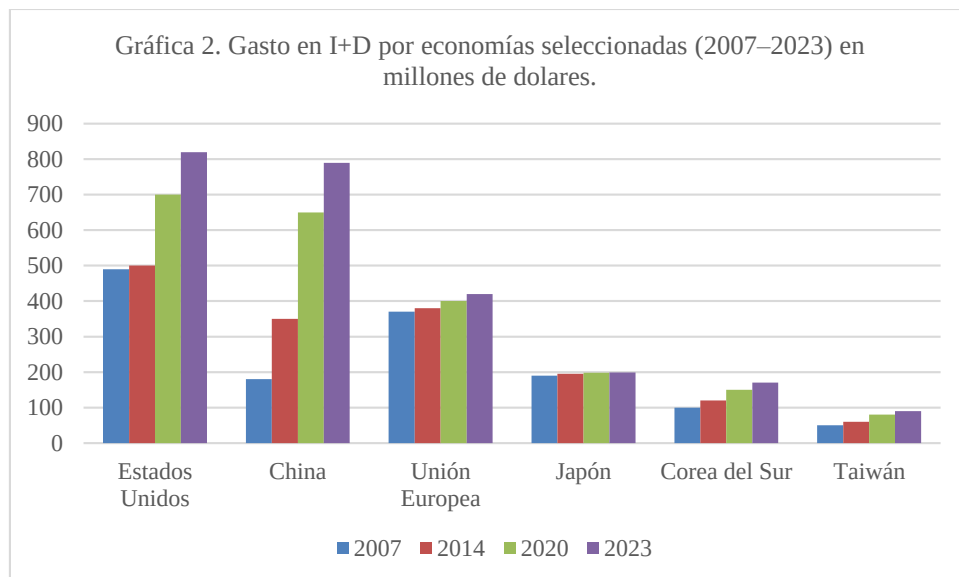
El índice de crecimiento de venta de los semiconductores por parte de Japón expresado desde los años 2014 a 2024 fue en promedio de 5.1% en contraste contracción en 2019 con una tasa de 11.87% con este dinamismo el mercado de semiconductores en Japón se encuentra en transición con respecto a las nuevas tecnologías como la AI.

2.4 Gastos en I+D

Las actividades de investigación y desarrollo (i+d) son fundamentales para aquellas industrias que tratan de ubicarse en la frontera tecnológica global para permanecer competitivas, son tal vez, el centro de la innovación o al menos el lugar donde nacen las innovaciones de productos y procesos en la industria. En ese sentido, dichas actividades son con regularidad el primer eslabón de la cadena de valor y también se definen como una de las actividades que mayor aportan valor en dicha cadena.

En la gráfica 2, se el gasto en investigación y desarrollo de empresas con locaciones en seis economías en el periodo 2007-2023: Estados Unidos, China, Unión Europea, Japón, Corea del Sur y Taiwán. En ella se aprecia cómo en 2007 la economía estadounidense lideraba en montos absolutos el gasto en i+d (490 mil millones de dólares) seguido de Unión Europea (370 mil

millones), Japón (190 mil millones de dólares), China (180 millones) y por último Taiwán (50 mil millones). Para 2014, no hubo grandes cambios en gastos para el caso de las empresas estadounidenses, donde empieza existir un crecimiento para los siguientes años, cuando se empieza a ver amenazada por el creciente gasto de las empresas con locación en China, carrera que se ve muy pareja al año 2023, donde China se acerca con 790 mil millones y Estados Unidos con 820 mil millones. Por otro lado, las empresas con locación en Japón durante el periodo se mantuvieron por debajo de los 200 mil millones, al menos hasta el 2022. El rebase de China en estas actividades fue orillando a las empresas con locación en Japón a empezar a tener desventajas en cuanto al diseño y desarrollo de nuevos productos y procesos en la industria general.



Fuente: Elaboración propia con datos de OECD, WSTS y Gartner (2007–2023).

En el caso de la industria de semiconductor, las actividades de i+d son las encargadas para diseñar nuevos chips, probar nuevos materiales, diseñar nueva maquinaria litográfica etc. La producción de semiconductores se inicia entonces en el diseño, desarrollo que incluye especificaciones directas requeridas, por ejemplo, para las obleas.

Por otro lado, la industria del semiconductor es una de las industrias con mayor gasto en investigación y desarrollo en relación con las ventas a nivel mundial, a veces sólo por debajo de la industria farmacéutica. En el caso de la industria del semiconductor en 2024 las empresas en

Estados Unidos invierten el 17.7 % respecto a las ventas, en Corea del Sur 11.8 %, Taiwán con 11.5%, Unión Europea 10.8%, China 9.2% y al final Japón 5.7%. En ese sentido, Estados Unidos sigue liderando las inversiones en investigación y desarrollo en relación con las ventas. En el caso de Japón, parece tener fuertes problemas para la inversión en este rubro en términos generales, pareciera cada vez más debilitada.

La importancia de las actividades de i+d en la industria del semiconductor podría quedar ejemplificada en los gastos relacionados a los aspectos laborales. Los costos laborales se podrían dividir en tres: sueldos, prestaciones sociales y costos laborales de investigación y desarrollo. Los costos laborales en la fabricación de semiconductores son de 31,100 millones de dólares y el 66% de estos son referentes a los costos laborales de i+d. Mientras que, los costos laborales en la fabricación de equipo son de 5,300 millones de dólares y el 58% de éstos son referentes a los costos laborales de i+d.

Como se puede apreciar las actividades y el recurso humanos dedicados a la i+d son un factor preponderante para mantenerse en competencia en esta industria.

A nivel de empresa podríamos observar algunas de los gastos correspondientes a i+d en la industria del semiconductor. Por ejemplo, en la tabla 1 se muestra el gasto en i+d respecto a las ventas en porcentaje de 10 empresas de la industria. Lo que queremos destacar es que gran parte de ellas tienen un porcentaje relativamente alto, por ejemplo, SMIC (empresas China) en el periodo 2018-2021 el 14.8% de sus ventas las toma para estos gastos en i+d. En la tabla también aparecen empresas como Micron Technology (empresa estadounidense dedicada a la producción de equipo para esta industria) que tiene un 35.9%. Por otro lado, la empresa TEL que es nuestro estudio de caso tiene 9.5%. Estos datos muestran la importancia de estas actividades para la industria.

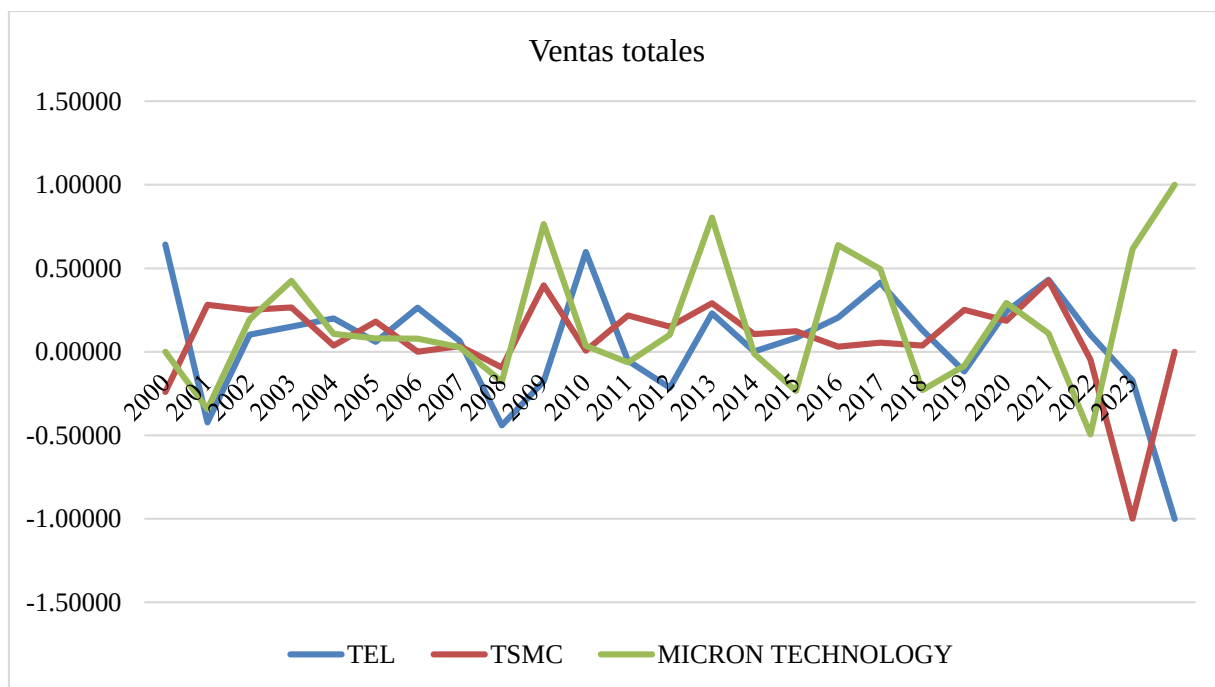
Tabla 1 Gastos en i+d respecto a sus ventas 2018-2021 en % por año en el periodo 2018 a 2021					
	2018	2019	2020	2021	Promedio del periodo
Smic	15.7%	13.8%	17.6%	12.2%	14.8%
Tsmc	8.3%	8.5%	8.2%	7.9%	8.2%
Sk hynix	7.2%	11.8%	nd	nd	9.5%
Lam research	10.7%	12.3%	12.5%	10.2%	11.4%

Infineon	11.8%	13.0%	13.1%	12.6%	12.6%
Boe	5.2%	5.8%	7.0%	4.9%	5.7%
Micron technology	26.3%	41.8%	38.3%	37.2%	35.9%
Applied materials	13.8%	12.3%	13.0%	10.8%	12.5%
Tel	8.6%	8.9%	10.7%	9.8%	9.5%

Fuente: Elaboración propia con datos de OECD (2023),

Otros datos que nos dan un contexto de la i+d, es el crecimiento anual del gasto como porcentaje de las ventas de al menos tres empresas (TEL, Micron y TSMC), como se aprecia en la gráfica 1, En ella se observa cómo al menos hay tres momentos importantes, el primero es la caída de ese porcentaje posterior a la crisis de 2001, después habrá una recuperación y volverá a caer posterior a la crisis de 2008. Un tercer momento es el de la caída posterior a la pandemia de 2020, que tiene una caída en picada, resultado tal vez de la guerra comercial de Estados Unidos con sus competidores, que incluye el caso de Japón.

Grafica 3. Crecimiento anual de las ventas de semiconductores (2000-2024).



Fuente: Elaboración propia de datos extraídos por informes internos de las empresas durante periodos de tiempo 2000 a 2024

Como se observa una característica de las empresas en la industria es a la alta competitividad basado en las inversiones en investigación y desarrollo siendo un factor fundamental.

2.5 Japón y los semiconductores

La industria de los semiconductores en Japón tiene una historia larga y cuenta con una gran participación en este mercado, especialmente en: 1. NAND memorias de alto densidad de bajo costo por bit, es decir, estas memorias funcionan para almacenamiento masivo como puente lógico de entrada para las funciones de salida de 0 y entradas de 1; 2. obleas discretas; 3. Analógicas, y; 4. DAO obleas puras para la funcionalidad de producción de chips donde el tamaño varía entre 150,200, 300 mm por medio de procesos de litografía en práctica es la base en la que los semiconductores modernos están hechos. Esto obedece a la parte de la cadena de productos semiconductores terminados.

Además, Japón destaca en la producción e maquinaria especializada en segmentos como la fotorresistencia, donde hace posible la formación de circuitos por medio de plantillas en obleas de silicio, esta fotorresistencia guía para la formación de cada capa en la oblea.

La industria de los semiconductores empezó en la década de 1970, dando pie para que en los años ochenta se desarrolle una cadena de suministros propia, lo que le permitió tener un papel preponderante en la industria de los semiconductores a nivel mundial. Donde su papel fue como ya mencionamos de productor y distribuidor de NAND y DAO que representó el 30% y el 25% del mercado en esa década. (The Renaissance of the Japanese Semiconductor Industry, 2024).

Japón comienza un intercambio comercial con el estadounidense en la década de 1970, las bases militares estadounidenses en Japón requerían tecnología que venía de Estados Unidos, sin embargo, esas importaciones empezaron a ser sustituidas conforme la industria japonesa tuvo cierta madurez (Bown, 2020), perdiendo poco a poco relevancia las exportaciones estadounidenses para estas aplicaciones en las bases militares en Japón. De esta manera, el mercado interno de Japón ya en la década de los años 1980 creció en demanda de semiconductores con empresas como NEC, Toshiba, Sony, y Shanyo. En esa línea, la industria japonesa cubrió más del 50% del consumo total de semiconductores en ese país, es decir, la industria japonesa de semiconductores contó con 10 empresas nacionales clave que representaron el 80% de la producción de semiconductores en Japón.

La industria de los semiconductores sufrió una ruptura en la cadena de valor durante los años ochenta, donde empresa de diferente origen geográfico como LG (Corea del Sur), Samsung (Corea del Sur), Micron (EUA), Toshiba (Japón), Fujitsu (Japón), Hitachi (Japón), Hynix (Corea del Sur), Infineon (alemana), Motorola (EUA), Ti (EUA), OKI (Japón), NEC (Japón), TEL(Japón), competían en el mercado japonés. Sin embargo, el número de empresas creciente en la industria (atraídas por el crecimiento del mercado) tuvo un límite cuando no encontraron empresas que pudieran proveer los insumos necesarios para la producción, esto llevó a que las empresas en Japón de este sector buscarán proveedores fuera de Japón, esto a finales de los años ochenta, lo que expandió la cadena de valor fuera de Japón y ahora situada en el sudeste asiático.

También en los años ochenta empiezan las disputas legales incentivadas por el desarrollo de la industria japonesa, la debilidad de la estadounidense y la estrategia de Japón en cuanto a la copia o competencias desleal (antidumping). Por ejemplo, Micron presentó la primera denuncia contra un tipo de DRAM producida en Japón. Intel, AMD y la Nacional Semiconductor Corporación presentaron la segunda denuncia contra otro tipo de chip de memoria japones. Luego, en una maniobra poco común bajo esta ley, la administración Reagan inició una tercera investigación antidumping sobre importaciones de variedades más avanzadas de DRAM. En esa línea, el presidente Regan (EUA) impone 100% de aranceles sobre productos que alcanzaba cifras de 300 millones de dólares para productos japoneses (DRAM). Ante esto, Samsung empieza a producir DRAM en Japón (en instalaciones que antes fueron de empresas japonesas), esto permitiría seguir teniendo presencia de la industria en Japón. Esto llevó a que Estados Unidos empezará a favorecer mediante políticas y acuerdos comerciales a Corea del Sur en detrimento de la industria japonesa.

En 1983, Micron otorga licencias de tecnología para la producción de DRAM a empresas del sudeste asiático (excepto japonesas, principalmente coreanas). En esa línea, cuando los precios de DRAM aumentaron tras el acuerdo (Japón tendría una producción muy limitada de DRAM) EE. UU–Japón, entonces, las importaciones estadounidenses desde Japón cayeron. Por otra parte, Corea del Sur expandió en un solo año su participación en el mercado estadounidense de importaciones de aproximadamente 8 % en 1988 a 15 % en 1989. Su crecimiento exportador

continuaría, alcanzando un pico del 16–18 % del mercado estadounidense entre 1995 y 2000. (Bown 2020, pag. 361).

En ese sentido, la presencia de Japón empieza a desvanecerse, en esos años las 10 empresas más importantes en la industria (antes mencionadas) desaparecen por banca rota y en su caso son adquiridas por Micron Technology.

Por otro lado, en la década de los ochenta específicamente en 1987 el gobierno taiwanés toma la decisión de proporcionar 100 millones de dólares para ayudar a desarrollar la Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC), hoy la líder mundial en la fabricación de semiconductores. La idea, impulsada por Morris Chang, quien se trasladó a Taiwán tras una larga carrera ejecutiva en Texas Instruments. El modelo de negocios de TSMC se basó básicamente en la producción a pedido de aquellas empresas que habían decidido (porque les era rentable) especializarse en el diseño de semiconductores, siendo su principal negocio (*fabless*). Esta tendencia de fragmentación de la industria llevó a la alta especialización del sector.

Caja 3 Empresas del semiconductor sin fábrica

Las empresas de diseño sin fábrica (*fabless*) acapararon el 67,8 % de la cuota de mercado de semiconductores en 2024 y se prevé que registren una tasa de crecimiento anual compuesta (TCAC) del 8,1 % hasta 2030. Este modelo ofrece mayor agilidad en el enfoque de las aplicaciones objetivo, lo que permite a empresas como NVIDIA y Qualcomm iterar en arquitecturas de IA y conectividad, al tiempo que subcontratan la producción a fundiciones con nodos de proceso de última generación. La adopción de chiplets amplificó aún más las ventajas de las empresas *fabless* al reducir el tamaño de los chips monolíticos, disminuyendo así el riesgo de errores en la fabricación y permitiendo rediseños rápidos para cargas de trabajo emergentes mencionado en semiconductor Industry Association 2025 informe.

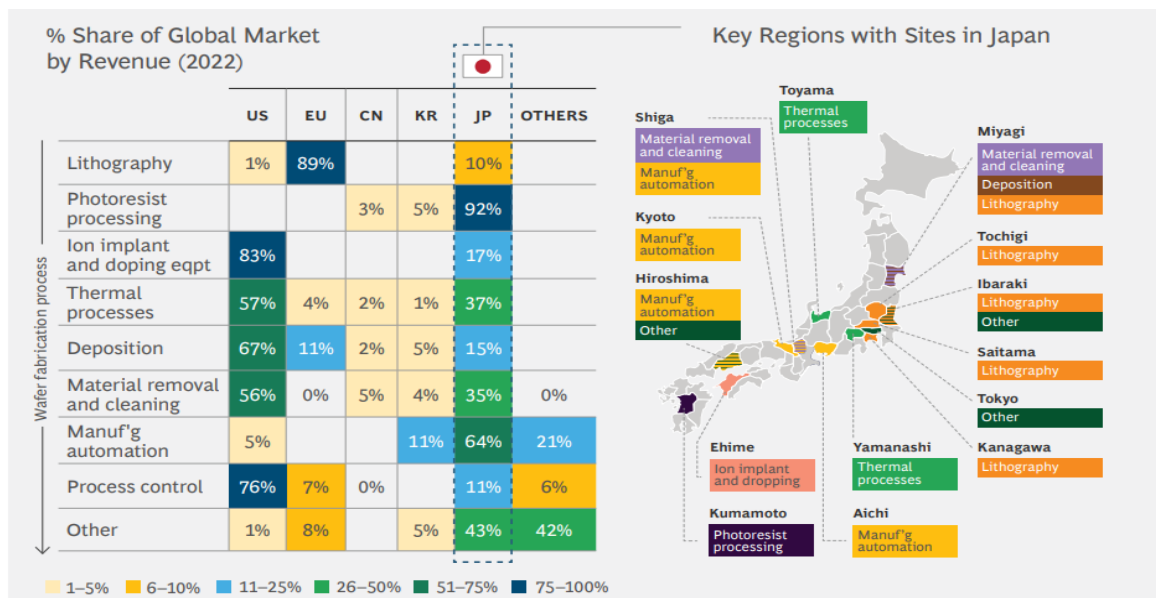
Elaboración propia con base en datos de *Industry Association* (2025).

A partir de la guerra comercial de la industria de los semiconductores entre Estados Unidos y Japón (en los años ochenta y noventa), la crisis de suministros (insumos en Japón) marcó la

trayectoria del declive de la producción de la industria del semiconductor en Japón, siendo un actor irrelevante para el mercado estadounidense que era el principal en esos años (Japón redujo su participación de 50% al 10% según Chow (2024 pag 136)). Esto puso en tensión a dicha industria, al llevarla casi a su desaparición. En esos momentos, la presencia de política estatal se hizo patente con la reestructuración de la industria, siendo clave para empresas como TEL, como veremos en el siguiente capítulo.

El último gran logro de la industria del semiconductor en Japón fue que alrededor de 2008 llegó a la producción de circuitos integrados de 40 nm, pero con una dura competencia de TSMC (que ya lideraba el mercado). Por otro lado, en ese mismo año, TSMC logró un prototipo de 3nm (aunque en ese momento no se producía), pero que, en términos de desarrollo, Japón no ha llegado a ese diseño de tamaño, donde Japón se encuentra en con un panorama de atraso de más de 6 generaciones de rezago (rezago que se mantiene hoy en día).

En la imagen 4 se muestra el porcentaje del mercado global (según ingresos) por país en cada uno de los segmentos (nueve) más importantes dentro del proceso de producción de wafers. Por ejemplo, en el segmento de litografía, la Unión Europea cubre el 89% de la maquinaria requerida, mientras que Japón el 10%. En segundo lugar, el proceso de fotorresistencia (es la técnica y proceso de limpieza de las obleas con luz ultravioleta) es cubierto en 92 % por Japón, siendo el segmento donde este país tiene una mayor ventaja. En tercer nivel aparece la automatización de la manufactura (control de extrema pureza), en la que Japón tiene un 64%, siendo donde tiene ventaja a nivel global. Siendo estos dos segmentos los más importantes para Japón. Subrayamos el segmento de fotorresistencia, porque a partir de esto, seleccionamos a la empresa que el estudio de caso de la tesis, siendo TEL la empresa que mantendría principalmente ese 92% de la cual hablaremos en el próximo capítulo.



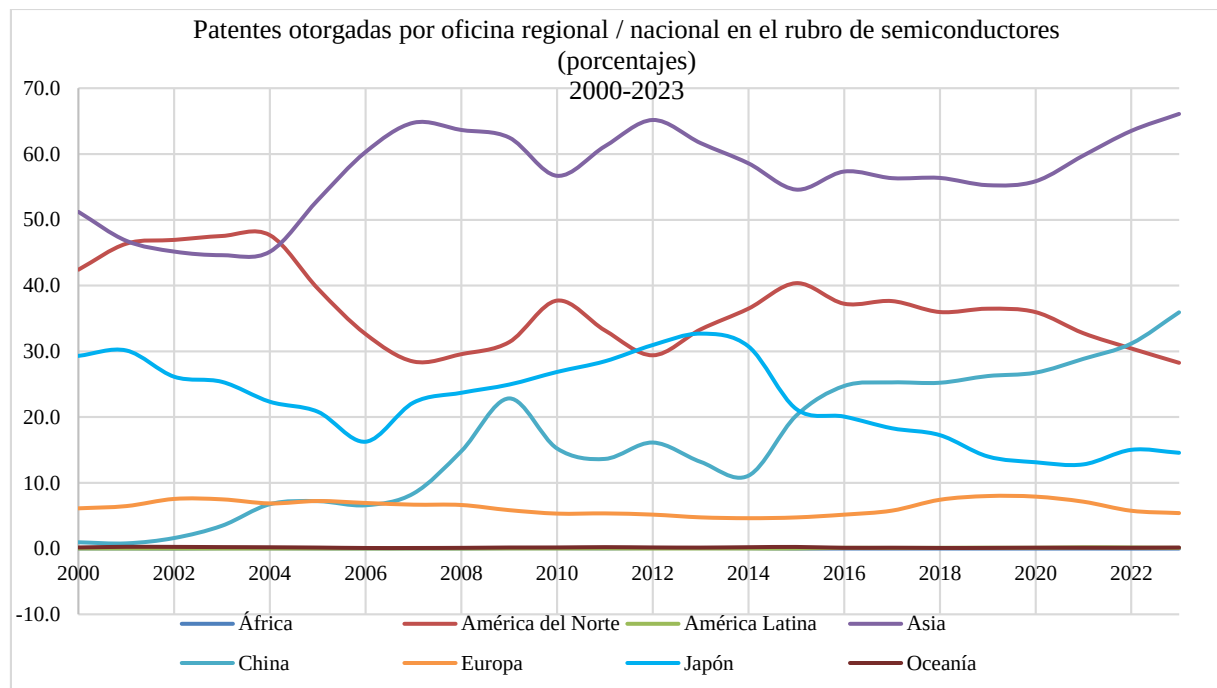
Fuente de datos Emerging Resilience in the Semiconductor Supply Chain (BCG & SIA, mayo de 2024)

Además, actualmente, la industria del semiconductor sigue fuertemente presente en Japón, como se ve en la imagen citada arriba pero principalmente con empresas extranjeras, principalmente en el segmento del mercado de NAND y DAO. Esto se muestra en la imagen ##, que representa la presencia de la industria del semiconductor en territorio japonés, donde en 25 de las 47 prefecturas japonesas se cuenta con presencia industrial en el sector, estando presente en todos los segmentos.

2.5.1 Patentes de semiconductores en Japón

El número de patentes otorgadas en el total de oficinas mundiales fue de 20,405 patentes en el año 2000, mientras que, en el año 2023 se otorgaron 52,180 patentes según la OMPI. Al respecto, la gráfica 4 muestra la participación porcentual de patentes otorgadas por oficinas según región y país (China y Japón), para el caso de patentes sobre semiconductores, en el periodo 2000-2022 (La suma de los porcentajes puede dar más del 100% dado que incluye China y Japón por separado de las regiones). En ella se observa cómo Japón paso de tener una participación relevante a ir en declive al menos en su participación de presentación de

invenciones en su oficina. En el año 2000, en Japón se presentaban alrededor del 30% de las patentes en el mundo relacionadas a semiconductores, para luego tener un declive en el año 2006 con 16%, teniendo en el año 2013 su mayor participación con 32% a partir de ese año tiene una tendencia a la baja nuevamente hasta representar sólo 15%. Esto es importante una vez que se analiza el papel de China en el mismo periodo, teniendo nula participación en el año 2000 hasta un 36%. Por otro lado, el papel de América del Norte (básicamente Estados Unidos) deja de ser el jugador central, al pasar en el mismo periodo de 43% al 28%. Lo anterior, muestra la condición del papel de las empresas japonesas en la cadena de valor, comercio y desarrollo tecnológico de las empresas japonesas, así como el nivel de competencia e inventiva tecnológica que caracteriza a este sector.



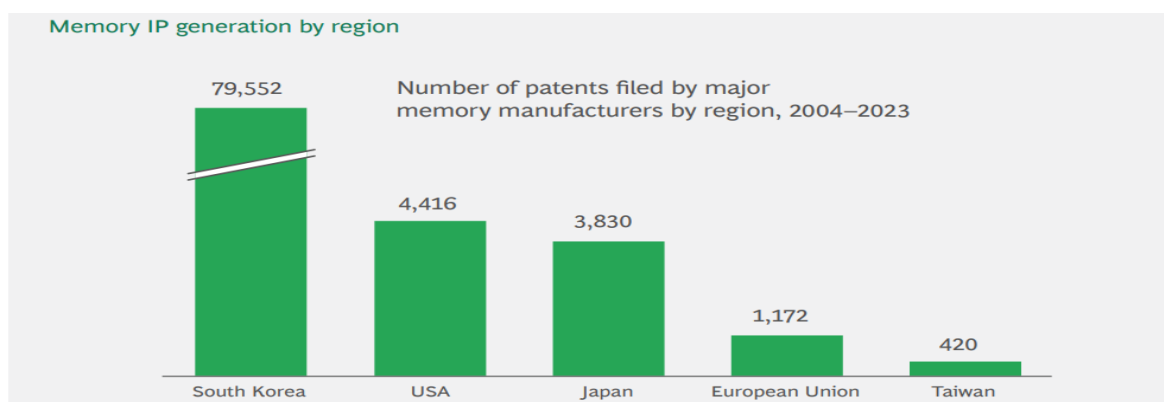
Fuente: Elaboracion propia de la base de datos de (WIPO, 2025).

2.5.2 Expectativas de Japón en la industria

En 2020, Estados Unidos presionó a diversas empresas para bloquear la proveeduría a empresas chinas o vinculadas a ella como el caso de SMIC y especialmente TSMC (a pesar de los acuerdos comerciales de la empresa con sus clientes estadounidenses), principalmente aquellas que proveen equipo.

También como ya se observó en el apartado anterior, la industria japonesa tiene ventaja en la parte de limpieza a partir de las técnicas y equipo de fotorresistencia. Sin embargo, el bloqueo para vender a TSMC incluye el bloqueo a empresas como TEL que proveen de equipo de fotorresistencia. En ese sentido, el gobierno japonés tiene como una posibilidad a futuro continuar en el mercado de DRAM. Al tener una cierta capacidad tecnológica que podría aprovechar, como se aprecia en la imagen 5, donde Japón ocupa el tercer lugar en patentes concedidas. Lo anterior, teniendo como expectativa a futuro la impresión 3D con procesos que utilizan litografía ultravioleta extrema (EUV).

Imagen 5 Propiedad intelectual en memorias por región (2004-2023).



Fuente Koshiba, Y., Konomi, T., Palma, R., Varadarajan, R., & Koch-Weser, I. (2024, October 30). Japanese Semiconductor Renaissance: Accelerating the “new direction” with technology leadership. Boston Consulting Group.

La distribución e generación de propiedad intelectual en el segmento de memorias a nivel regional durante el periodo 2004–2023. Destaca de manera contundente corea del sur, que concentra un volumen de patentes, en segundo lugar, estados unidos y japon, cuyas cifras, aunque relevantes, son considerablemente menores en comparación con Corea del Sur. Ambos países mantienen una presencia activa en el desarrollo de tecnologías de memoria,

2.5.3 Bloqueo y restricciones de EUA

La trayectoria de la industria de semiconductores en Japón y Estados Unidos durante la segunda mitad del siglo XX constituye un caso paradigmático de cómo las políticas industriales y la estructura organizacional condicionan la competitividad tecnológica. En Japón, el Ministerio de Comercio Internacional e Industria (MITI), desempeñó un papel central al coordinar la importación de tecnología extranjera en condiciones favorables, proteger a las industrias nacientes frente a la entrada de competidores estadounidenses y fomentar una agresiva orientación exportadora. Estas medidas, aunque discutidas en la literatura por sus posibles efectos distorsionadores, permitieron que empresas japonesas como Sony, NEC y Toshiba se consolidaran en mercados globales de radios transistorizados, calculadoras electrónicas y memorias DRAM. La política industrial japonesa, más orientada a mercados comerciales que militares, generó un ecosistema de cooperación interempresarial y consorcios de investigación que facilitaron la adaptación a discontinuidades tecnológicas. (IEEE TRANSACTIONS ON ENGINEERING MANAGEMENT, VOL. 47, NO. 2, MAY 2000 pag.203)

Por contraste, en Estados Unidos el impulso inicial provino de la demanda militar y de subsidios masivos a la investigación en transistores y circuitos integrados. El gobierno estadounidense actuó como cliente dominante en los años 1950–60, incentivando el desarrollo de tecnologías de silicio y procesos avanzados como el planear. Sin embargo, esta orientación hacia aplicaciones militares desvió a las empresas de mercados de consumo, lo que abrió espacio a Japón en radios y calculadoras, por ejemplo. Al mismo tiempo, la estructura industrial estadounidense, más flexible y abierta a la entrada de nuevas firmas (Texas Instruments, Fairchild), permitió que el país recuperara liderazgo en innovaciones de frontera, como los microprocesadores y los chips de alta complejidad.

En conjunto, el análisis de las principales discontinuidades tecnológicas en la industria de semiconductores indica que estas transiciones no funcionaron simplemente como mecanismos que redistribuyen el liderazgo industrial de manera automática. Si bien crearon oportunidades para nuevos entrantes, también permitieron a las empresas establecidas reforzar o redefinir sus ventajas competitivas.

El caso de Japón muestra que el éxito durante períodos de cambio tecnológico dependió menos de la mera existencia de una discontinuidad y más de la capacidad de las empresas para aprender rápidamente, invertir de manera sostenida y mejorar continuamente sus procesos y productos. De manera similar, el caso estadounidense ilustra cómo el acceso a mercados exigentes y a fuentes tempranas de demanda avanzada puede ser un factor crítico para el liderazgo tecnológico.

La producción cautiva facilitó la retroalimentación rápida entre usuarios y productores, permitiendo ajustes continuos en el diseño y la fabricación. También proporcionó una base de demanda relativamente estable, lo que redujo la incertidumbre y facilitó inversiones a largo plazo en capacidades productivas avanzadas.

En Estados Unidos, en contraste, una mayor proporción de la producción de semiconductores se vendía en mercados abiertos a una amplia variedad de clientes externos. Esta orientación fomentó la especialización y la competencia intensa entre productores, impulsando la innovación en diseño y en aplicaciones de vanguardia. Sin embargo, también expuso a las empresas a fluctuaciones más pronunciadas en la demanda y a mayores riesgos comerciales.

El contraste entre ambos modelos revela que, no existe una política universalmente superior: Japón logró ventajas temporales mediante protección y coordinación, mientras que Estados Unidos capitalizó su capacidad de generar nuevas empresas y aprovechar discontinuidades tecnológicas. La competencia fue cíclica: liderazgo estadounidense con el transistor, dominio japonés en memorias y productos de consumo en los años 1980, y recuperación estadounidense en los 1990 frente al declive japonés y el ascenso de Corea y Taiwán.

“Ninguno de estos modelos estructurales garantiza por sí solo el éxito competitivo. La integración vertical puede facilitar la coordinación y la inversión sostenida, pero también puede limitar la flexibilidad y la capacidad de responder a cambios rápidos en el mercado.” (

En realidad, lo que se observa, es que el Estado mediante políticas públicas, en este caso de innovación e industrial permiten o incentivan la creación de estructuras de mercado que tienden a la concentración.

Consideraciones

La industria del semiconductor puede analizarse en tres niveles (esquema tres): productores de semiconductores, productores de materiales, equipo y de prueba para la producción de semiconductores y manufactureros de circuitos integrados. La tesis se centra en el segundo nivel, y en el segmento de mercado de limpieza y producción de obleas.

También se observó en el capítulo que, la industria está segmentada en una amplia diversidad de materiales, maquinaria y herramientas avanzadas para la producción de semiconductores, jugando un rol central, ya que permiten la producción de estos dispositivos. Además, como se verá más adelante, existe una participación de diferentes empresas en cada nivel y en cada segmento.

Japón en los años setenta del siglo pasado dio un fuerte impulso a la industria electrónica mediante políticas nacionales, que favorecieron la copia y mejora de diseños en esa naciente industria, convirtiéndose en un jugador importante, vía sus empresas como TEL.

TEL se posicionaría como un fabricante de equipo muy relevante en la industria y que amenazaría a las empresas del sector, aunque en un inicio con su propia complacencia, o al menos de aquellas que eran sus clientes. Sin embargo, dicha historia culmina en los años ochenta ante demandas y restricciones impulsadas por el gobierno de Estados Unidos, que dejarían en una posición menos dominante a partir de los años noventa, lugar que ocuparán otras empresas.

Se observa que el papel del Estado ya sea japonés o estadounidense jugaron un rol central en el desarrollo de la creación y evolución del mercado de la industria en general del semiconductor y en específico la de equipo y maquinaria para su producción. Además, que dichas políticas favorecen la participación de empresas específicas (no sólo sectores). Esto muestra cómo se impulsa o modifica posiblemente la estructura de mercado, crea barreras, permite nuevos productos etc.

Como se aprecia, Japón ha sido un jugador crucial en la industria global del semiconductor, ya sea como productor de DRAM y DAO o en la producción equipo especializado de limpieza con técnicas de fotorresistencia, siendo como veremos en el siguiente capítulo TEL una empresa monopólica en el segmento.

A pesar de las problemáticas, TEL dada sus capacidades pudo mantenerse en el mercado, primordialmente en el de equipo de limpieza y en una posición importante pero no dominante en la de equipo de fabricación, elementos que se revisarán a detalle en el siguiente capítulo.

Capítulo 3. Estudio de caso Tokyo Electron Limited TEL.

En este capítulo se caracterizará a la empresa Tokio Electro, en el sentido de tres aspectos: su historia en la industria del semiconductor, el papel que tiene en la industria en Japón, su perfil de negocio. Todo esto una vez que TEL se presenta como una empresa monopólica dentro de un nicho muy específico, de alta especialización, con barreras a la entrada clave pero que como veremos al final tiende a tener tensión en el mercado.

A partir de esto el capítulo está organizado de la siguiente manera:

3.1. Tokio electrón y la historia del semiconductor en Japón

Tokyo Electron Limited (TEL), se dedica a la fabricación y venta de equipos de producción de semiconductores y equipos de producción de pantallas planas (FPD). La empresa opera a través de tres segmentos comerciales: equipo de producción, memorias DRAM y software de soporte para mantenimiento de equipos. La empresa proporciona equipos para la fabricación de dispositivos semiconductores utilizados en dispositivos móviles, como teléfonos inteligentes y tabletas. La cartera de productos de la empresa incluye recubridores/reveladores, sistemas de grabado, sistemas de deposición, sistemas de procesamiento térmico, sistemas de deposición de obleas individuales y sistemas de limpieza utilizados en el procesamiento de obleas. Además,

la empresa proporciona sondas de obleas utilizadas en el proceso de prueba de obleas, sistemas de deposición electroquímica y adhesivos/des adhesivos de obleas utilizados en procesos de empaquetado avanzados.

La empresa fue fundada con el nombre de Tokyo Electron Laboratories, Inc y se instaló en Akasaka, Minato-ku. La empresa surge con un capital de cinco millones de yenes como filial de Tokyo Broadcasting System, Inc. esto en el periodo 1960-1963. Uno de sus primeros negocios estaba vinculado a la importación y en segundo momento producción de radios y videograbadoras en Japón. En 1964 se adquieren los derechos de importación comprados a Thermoco Products Corp. (empresa estadounidense) para vender hornos (en la región) necesarios en la fabricación de semiconductores. Los hornos juegan el rol central en la limpieza de las hoy llamadas obleas. Lo cual TEL se presentaría como una filial estadounidense.

Asimismo, TEL empieza a trabajar en la parte del proceso de ionización, el producto lo vendía a la empresa Fairchild Semiconductor (estadounidense), en Japón 1965. Con los primeras fabricas para la producción y venta de semiconductores se inicia la importación y venta de los primeros probadores de circuitos integrados en Japón con TEL, con ello, la empresa funda Pan Electron Inc (primera empresa con 100% productos japoneses) y se convierte en el primer distribuidor de componentes electrónicos importados de Japón, se abre la oficina de Pan en San Francisco (1967).

Primer horno de acero inoxidable

En ese mismo año TEL crea la filial Thermco Engineering Co, para inicia la producción nacional de hornos de difusión (y evadir la importación) con diseños ya japoneses, abriendo la sucursal de Osaka en 1968. En el periodo de 1970-1976 se fortalecen las importaciones y tratos comerciales a nivel internacional, así como la fundación de empresas en Tokyo. En estos años la industria japonesa cobra madurez, esto se observa por ejemplo cuando TEL recibe un premio de Fairchild Semiconductor Corp, por el diseño y construcción del primer horno de alta precisión de oxidación en el mundo (1976). Además, se crea el primer centro de pruebas de circuitos integrados de Japón (1978), se cotiza en la segunda sección de la bolsa de valores de Tokio, se celebra acuerdo de colaboración con la empresa AMD (1980).

Caja 4. Primer centro de armado de circuitos de TEL (1965)

Imagen 6



Fuente: Nota. Elaboración propia con base en información de Tokyo Electron Ltd. (2025).

Ensamblador representó un hito en la industrialización avanzada de equipos semiconductores, ya que consolidó procesos internos de fabricación que anteriormente se subcontrataban. La línea integró estándares estrictos de calidad, pruebas automatizadas y ensamblaje de precisión, elementos críticos para asegurar la confiabilidad de los equipos TEL, los cuales operan en condiciones exigentes dentro de las plantas de producción de chips.

En esos años, se establecen plantas en Estados Unidos y se abre la primera oficina europea. En Estados Unidos Tokyo Electron Laboratories pasa a llamarse Tokyo Electron Limited (quién en realidad sería una filial) y en Japón sigue llamándose igual. En síntesis, para estos años existen tanto Tokyo Electron Ltd (quién produciría los circuitos integrados) y Tokyo Electron Laboratories (sería la encargada de los hornos, siendo la 100% japonesa), en ese sentido también se generan disputas por quien coordina el corporativo.

En 1984 se crea el primer centro de investigación denominado Polígono Industrial Hosaka en la ciudad de Nirasaki, prefectura de Yamanashi. Este centro sería con la participación estadounidense y japonesa de la empresa. (TEL (Tokyo Electron Ltd) -Lam (Tokyo Electron Lab) Ltd.). A partir de este momento Tokyo Electron Ltd se presentará como TEL, siendo ahora la casa matriz y la empresa japonesa la subsidiaria. Además, se crean un centenar de filiales, como resultado de la estrategia del corporativo, pero que a la par como lo plantea la propia empresa causó su propia crisis.

Durante los años ochenta y noventa, recordemos, emergen empresas importantes en Japón, pero se crean nuevos espacios de competencia alrededor de, por ejemplo, el lugar que ocupará Samsung (empresa coreana que aprovechará las disputas legales que Japón tiene que enfrentar

con Estados Unidos y empresas de origen estadounidense). Esto debilita la posición de los capitales japoneses en la industria, no sólo del semiconductor, sino en general de la electrónica. Esto crea un largo periodo de cierto estancamiento para la propia empresa TEL, dadas sus condiciones en el entorno japonés. Esta crisis se vio reflejada en la posibilidad de ser absorbida por Applied Materials en 2012, sin embargo, el proceso de innovación y experiencia al interior de la empresa dio algunos frutos, al crear nuevos métodos de limpieza, como el de uso limpieza con luz ultravioleta. En ese sentido, esto le permitió a TEL mantenerse en la competencia dentro de la industria.

Caja 5 Imagen 7  Dispositivos de implantación de iones Fuente: Imagen tomada de Tokyo Electron Limited (2022)	Equipo clave en la fabricación de semiconductores, utilizado para introducir de manera precisa iones dopantes (como boro, fósforo o arsénico) en las obleas de silicio. Este proceso permite modificar las propiedades eléctricas del material, condición indispensable para la formación de transistores y circuitos integrados. El sistema funciona acelerando los iones a altas energías y dirigiéndolos de forma controlada hacia la superficie de la oblea, asegurando uniformidad, profundidad y dosis exacta del implante.
---	---

Nota. Elaboración propia con base en información de Tokyo Electron Ltd. (2025).

A partir de esto, podemos plantear:

1. El aprendizaje y capacidad que la empresa TEL se da a partir de centrarse en dos negocios: memorias DRAM y maquinaria y equipo especializado (hornos). Primero

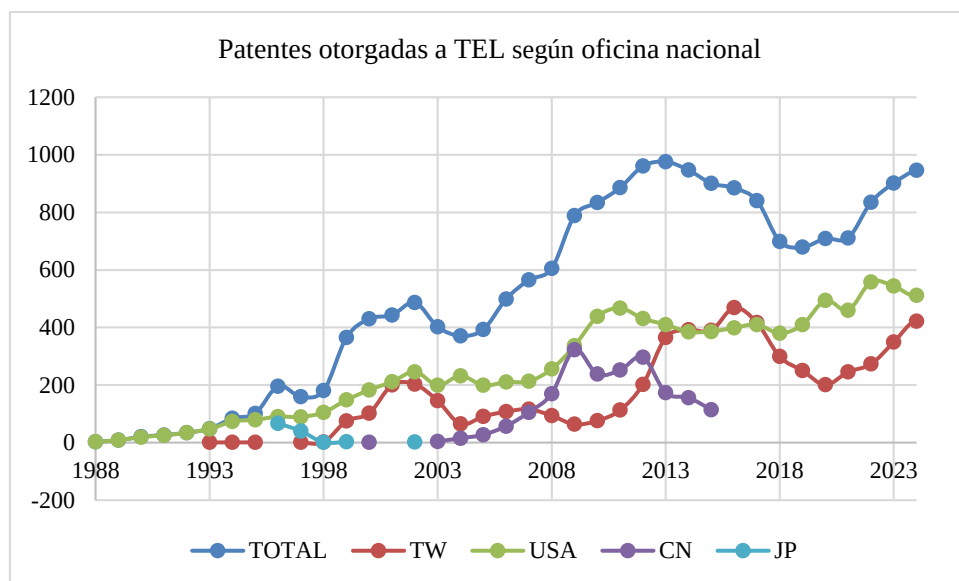
buscando la importación y sustitución y luego realizando sus propios diseños y construyéndolos. Lo que va a situarla en un nivel monopolístico al menos hasta el momento en el caso de la limpieza.

2. Su relación comercial que está ligada a Estados Unidos, marca elementos más allá de lo tecnológico y de innovación, sino también marca sus relaciones comerciales que son clave para hacerla una empresa rentable.
3. La permanencia de la empresa TEL pudiera estar situada por las relaciones comerciales fuera de Japón, la estructura de mercado con nuevos actores como el caso coreano en su momento, pero también con nuevos procesos inventivos, que le pudieran permitir mantenerse.

3.2 Control de patentes

La empresa TEL en su informe Q10 (2024) señala la participación de 1,186 inventos en Japón y 303 en el extranjero, entre los porcentajes de solicitudes de patentes por medio de inversiones extranjeras (75%), con una tasa de concesión del 81% en el periodo 2019-2023. En temáticas de comportamiento existe presencia con consorcios académicos, lo que ha llevado a 61 solicitudes de patentes en conjunto.

Por otro lado, en la gráfica 5 se pueden apreciar los datos de las patentes otorgadas a la empresa TEL durante el periodo 1986-2024. En ese periodo se le otorgaron más de 18,000 patentes en el mundo. Sólo en 2024, se otorgaron 904 patentes a TEL. En ella se aprecia al menos cinco momentos, el crecimiento de planteamiento de: 1986-1998, 1998-2002, 2003-2013, 2013-2018, 2018-2024. Se aprecia además que el mercado tecnológico más importante durante el periodo para TEL ha sido Estados Unidos (590 patentes sólo en 2024), sin embargo, ha emergido de manera constante, las patentes concedidas en Taiwán (344 patentes en 2024), siendo parte del auge de planteamiento del último momento enunciado. Muy por debajo de lo que se otorga en el propio Japón. Esto ofrece un panorama de la relevancia de los mercados tanto estadounidense como taiwanés



Nota. Elaboración propia con base en información de Tokyo Electron Ltd. (2025).

Por otro lado, la experiencia tecnológica de TEL se ve reflejada en el sector en el que está patentando, entre los que destaca los sectores de equipo y procesos de fabricación que se pueden observar en la Tabla 1. Si bien sus patentes no solamente son propias de semiconductores.

Tabla 2 Patentes otorgadas a nivel mundial a TEL en el periodo 2009-2024.

CPC Clasificación	Numero de patentes otorgadas	Descripción
H01L21/67	2,643	Aparato especialmente adaptado para manipular dispositivos semiconductores o de estado sólido eléctricos durante su fabricación o tratamiento.
H01J37/32	2,112	Los tubos de descarga con dispositivos para introducir objetos o materiales que se expondrán a la descarga, por ejemplo, con fines de examen o procesamiento de los mismos.
H01L21/306	1,842	Tratamiento químico o eléctrico, por ejemplo, grabado electrolítico para formar capas aislantes o tratamiento posterior de las capas aislantes.

H01L21/02	1,492	Procesos o aparatos especialmente adaptados para la fabricación o tratamiento de dispositivos semiconductores o de estado sólido, o de partes de estos.
C23C16/455	1,119	Método utilizado para introducir gases en la cámara de reacción o para modificar los flujos de gas en la cámara de reacción
H01L21/00	1,119	Procesos o aparatos especialmente adaptados para la fabricación o tratamiento de dispositivos semiconductores o de estado sólido, o de partes de los mismos
H01L21/311	1,089	Proceso para formar capas aislantes sobre las mismas, por ejemplo para enmascarar o encapsular capas mediante técnicas fotolitográficas Tratamiento posterior de estas capas Selección de materiales para estas capas

Fuente: Elaboración propia con base de datos de Lens 2024.

En la industria de los semiconductores es fundamental adaptarse a la vanguardia tecnológica y el proceso de productividad de semiconductores se puede dividir de alto y bajo valor que reflejan el estado tecnológico. Estos procesos están determinados generalmente por la mano de obra empleada para la producción de dichos procesos, el primero es sin especialización y el segundo de alto valor. Como también se destaca el supuesto de la alta mejora en el proceso de investigación y desarrollo (I+D) que se encargar del desarrollo de *waffles*, donde es crítico el empleo de mano súper especializada, así como el alto índice de inversión para el desarrollo de esta.

Las empresas líderes desarrollan mecanismos internos para la generación de propiedad intelectual (PI), para proteger avances clave, como se menciona en las tácticas internas de la empresa, TEL cuenta con proyectos tales como: inventor master de TEL que se le otorga al máximo contribuidor es decir el desarrollador con la mayor cartera de patentes aprobadas y activas haciendo propio el programa de propiedad intelectual. Existen otras categorías menores relacionadas a los inventores, como: inventor principal que es el inventor del año el desarrollador con mayor participación en la cartera de presentaciones de patentes en un año establecido. El inventor principal cumple con la primera petición del primer registro de una patente después de unirse a TEL.

El nivel más elevado de inventores de TEL es el de TEL MASTER INVENTOR que es el que contribuye con las carpetas de patentes relevantes e invenciones propias, con ello sería el reconocimiento y la certificación máxima otorgada por TEL. Este reconocimiento solo se ha otorgado a 8 personas tales como Chishio Koshimizu, Kazuhide Hasebe, Kosube Yoshihara, Takayuki Toshima, inventores que siguen en actividades para promover la PI estratégica en los semiconductores.

3.2.1 Principales negocios de TEL y su rol en la manufactura del semiconductor

Principal negocio de TEL

El proceso de fabricación (2023) de obleas inicia con el sustrato de silicona, los lingotes de silicona monocristalina se cortan en trozo en forma de obleas para su procesamiento en los pasos posteriores de fabricación del chip. En este proceso, TEL destaca en tareas críticas en la fabricación de semiconductores, destaca en procesos complementarios para la litografía y la deposición (métodos de producción de semiconductores). En procesos de inicio y final (front-start y front-end) del proceso de producción de los semiconductores. TEL entonces diseña, construye y fabrica con tecnología de fotorresistencias maquinaria-equipos, herramientas, software que permiten la limpieza de la oblea necesaria para la impresión en la misma (proceso y equipo complementario en la litografía, por ejemplo, litografía UV y extrema UV).

Caja 6 Equipos donde TEL tiene a obtener un liderazgo de limpieza.

Oxidation Furnace, Nitridee. Se utiliza en procesos de limpieza y acondicionamiento químico de la oblea, normalmente en formato single-wafer o batch en húmedo. Este equipo en su totalidad es de propiedad de TEL. Hotoresist Coater / Developer (Track). El equipo aplica fotoresistencia sobre la oblea y lo revela después de la exposición. Controla espesor, uniformidad, temperatura y química del resist en seco. Este equipo en su totalidad es de propiedad de TEL. Exposure System (Scanner). La máquina transfiere el patrón de la fotomáscara al photoresist usando luz DUV o EUV. Este equipo TEL no lo produce, si no diseña los tracks necesarios para la optimización, esto apegado a la demanda de ASML, por lo que es desarrollado en conjunto ASML-TEL. Plasma Etch System. Su función es grabar (etching) selectivamente capas delgadas usando plasma. Crítico para definir transistores, FinFET, GAA, NAND 3D. Principalmente este quipo cuenta con competencia con Applied Mateiales.	Imagen 8  Fuente: Imagen tomada de Tokyo Electron Limited (2022) Imagen 9  Fuente: Imagen tomada de Tokyo Electron Limited (2022) Imagen 10  Fuente: Imagen tomada de Tokyo Electron Limited (2022) Imagen 11  Fuente: Imagen tomada de Tokyo Electron Limited (2022)
--	--

Nota. Elaboración propia con base en información de Tokyo Electron Ltd. (2025).

En la caja 5 se pueden observar los cuatro equipos más importantes que están dentro del modelo de negocios de TEL, y por los cuales es líder en parte de la industria del semiconductor. Los cuatro primeros son equipos de limpieza en la industria, elemento central porque los componentes deben tener alta pureza para su manipulación y continuidad en los procesos. En los dos primeros TEL tiene el monopolio de la técnica y del equipo (cuenta con alrededor del 90% del mercado), en el tercero tiene una relación proveedor – usuario relevante, ya que el

equipo fue hecho con base en las necesidades de la empresa ASML y, por último, el cuarto equipo es ocupado para supervisar la calidad del producto y en el cual tiene competencia con Applied Materials. Los tres primeros son parte del proceso inicial de fabricación del semiconductor y el cuarto funciona en la parte final.

TEL cuenta con varios procesos de limpieza en húmedo y seco destacando en interfaces de limpieza y grabado especialmente en los sistemas de photoresist coater/developer, limpieza húmeda, eliminación de resist y grabado por plasma. Técnicas que resultan indispensables en procesos avanzados y en la implementación de litografía EUV. Al respecto, es necesario destacar que TEL no fabrica los equipos de EUV, diseña los *tracks*, como ya se mencionó en el párrafo anterior, ya que esa maquinaria la diseña y construye ASML.

En esa línea, la estrecha integración tecnológica entre TEL y fabricantes de escáneres, particularmente ASML, refuerza barreras de entrada significativas y a su vez consolida una estructura de dependencia dentro de la cadena de valor. En consecuencia, TEL no solo mantiene una elevada participación de mercado, sino que ejerce un poder estructural que incide directamente en el rendimiento, la calidad y la viabilidad productiva de los semiconductores de última generación.

La demanda global de dispositivos electrónicos con mejores características y eficiencia impulsa el desarrollo e innovación del sector, mejorando el rendimiento de los semiconductores, la complejidad de la relación de los componentes más avanzados que operan a escalas de 1nm es decir, equivaliendo a una millonésima parte de un metro.

Otros mercados de TEL

En los mercados que a continuación se exponen, TEL mantiene un mercado relativamente limitado o cuenta con rezago tecnológico en sus productos respecto a lo que ofrece o requiere la industria en general.

Mercado DRAM. También en memorias donde el mercado de TEL era amplio (DRAM), las memorias han evolucionado en celdas de memorias que aumentan la capacidad de almacenamiento por unidad, existiendo unidades que superan las 200 capas de almacenamiento.

Posición en la que TEL es líder, pero en la que dicha capacidad ha sido rebasada según las

demandas actuales, en este segmento del mercado, actualmente TEL tiene rezagos tecnológicos importantes. En 200 capas TEL es el líder, pero en más de 200 otras empresas se han posicionado como Micron y Applied Materials.

Mercado de cristales subatómicos. Este proceso TEL dispone de productos de alta gama, básicamente software para la producción de cristales a nivel de átomos. En este caso, TEL diseña el software necesario para el mantenimiento de equipo dentro de la industria.

Mercado de Deposición. El proceso de deposición es uno de los procesos más importantes de los fabricantes de semiconductores. Este proceso, consta de depositar películas delgadas dieléctricas o metálicas sobre la superficie de la oblea en el proceso de fabricación de semiconductores, donde TEL ofrece diversos equipos para procesos como CVD (disposición química en fase de vapor), ASFD (deposición de flujo secuencial avanzado), ALD (disposición de capas atómicas), PVD (pulverización catódica), siendo parte de productos como TENLINDY PLUS, NT333, TRIAS E+ TI/TIN. Al mismo tiempo, cuenta con rezago tecnológico.

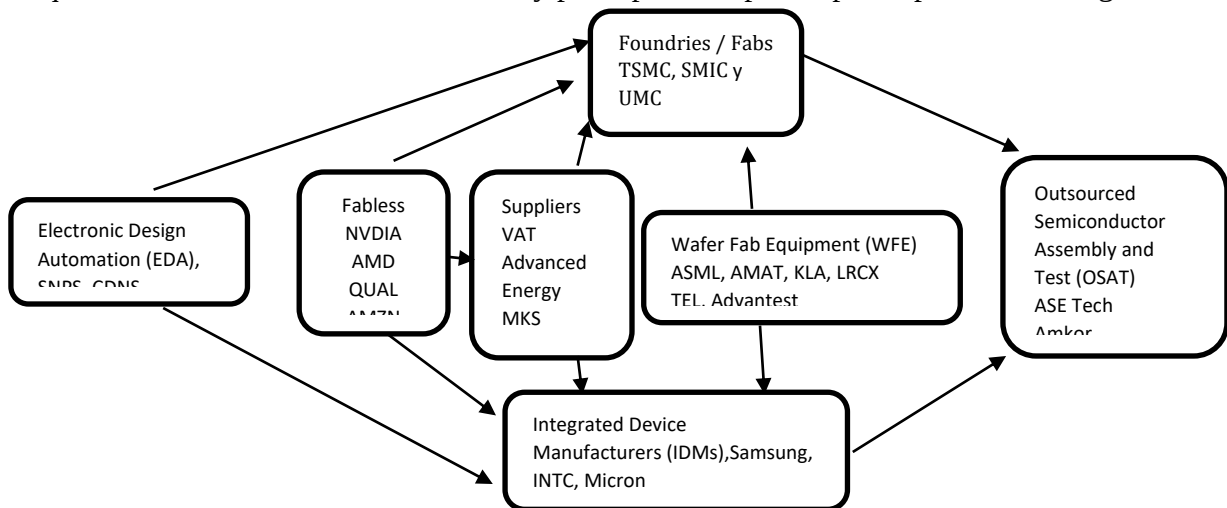
Mercado del servicio de asistencia personalizada de ingeniería en DDRAM y procesos de mantenimiento de equipos usados, donde los equipos de más de 10 años reciben un proceso de mantenimiento hardware y software para funcionalidad de 200/300 nm. Este sería su último sector de mantenimiento, donde como se señaló en el primer apartado de este capítulo TEL fue el líder.

Estructura del sector de semiconductores y competencia

En el esquema 4 se muestra los nodos de la cadena de valor de la industria del semiconductor, en la parte superior están los fabricantes, entre los que destacan TSMC (Taiwán), UMC (Francia) y SMIC (China), estas empresas al fin del día son las que terminan el producto antes de pasar a formar parte de otro producto/dispositivo electrónico. Debajo de ella se encuentran cuatro etapas: la primera es la que está integrada por la automatización del diseño electrónico en la que destacan empresas como SNPS (EUA) y CDNS (EUA), entre sus actividades principales está el diseño de software, siendo empresas líderes en Silicon Valley. A continuación, se encuentra la etapa de diseño de semiconductores y circuitos integrados, en dicha etapa destacan empresas como NVIDIA (EUA), AMD (EUA), comúnmente denominadas

empresas sin fábricas, sus principales tareas son el diseño de los semiconductores que a su vez solicitan a empresas como TSMC la materialización de sus diseños en semiconductores. Otro segmento importante es el de fabricación de equipo y maquinaria de semiconductores, entre los que destacan ASLM (Países Bajos), AMAT (EUA) y TEL (Japón), estas empresas diseñan y producen equipo para los fabricantes de semiconductores y manufactureros de circuitos integrados. Este último segmento tiene proveedores como VAT (Suiza) que produce válvulas de vacío para equipo de producción de *wafers*, otras empresas serían Advance Energy y MKS. En esa misma línea, está el segmento de ensamble y prueba de semiconductores y circuitos integrados con empresas como ASE (Taiwán). Por último, está el segmento de manufactura de circuito integrado, entre las empresas que destacan están Samsung (Corea del Sur) e INTC (EUA), etc. El esquema deja ver cómo esta industria tiene una alta participación global. Destaca que Estados Unidos es preponderante en diseño y no en fabricación, aunque tiene participación en la producción de equipo.

Esquema 4. Industria del semiconductor y principales empresas participantes a nivel global.



Fuente: Elaboración propia a partir de SMH: Extreme Concentration Makes It Unattractive (Wang, 2025).

3.4 Principales competidores

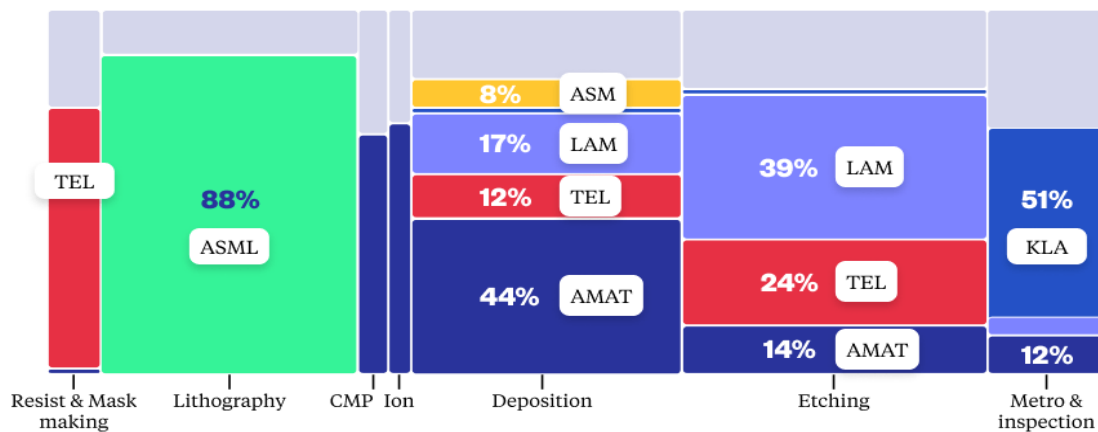
Este análisis es relevante para el estudio de empresas como Tokyo Electron (TEL), Lam Research y Applied Materials, pues muestra cómo las políticas nacionales y las estructuras industriales condicionan la posición de los fabricantes de equipos y semiconductores en las cadenas globales de valor.

El resurgimiento de la política industrial moderna en torno a los semiconductores refleja tanto la importancia estratégica de este sector como la persistencia de tensiones geopolíticas y comerciales.

Bown y Wang (2024) subrayan que los semiconductores no solo son insumos críticos para la economía digital, sino también para la seguridad nacional y la competitividad tecnológica. La magnitud de las inversiones necesarias —con plantas de fabricación que superan los 20 mil millones de dólares— justifica la intervención estatal mediante subsidios, controles de exportación y políticas de protección con esto en mente se debe de comparar por medio relativo su participación de tales empresas en su segmento.

La industria del semiconductor es compleja, dadas cada una de las etapas en las que está constituida y los actores que participan. En la imagen 12, se muestra el lugar que ocupa TEL en la industria y el lugar de otros actores, muchas veces más importantes. Si bien el semiconductor tiene diferentes áreas y las diferentes tareas complejas de que se realizan en red para realizar los componentes de diferentes tipos de productos.

Imagen 12 Mercado global por tipo de herramienta (*front-end*) - 2024



Fuente: SEMI sobre el mercado de materiales semiconductores 2023: <https://www.semi.org/en/news-media-press-releases/semi-press-releases/2023-global-semiconductor-materials-market-revenue-declines-from-2022-record-high-semi-reports>

En proceso deposición de materiales la participación es AMAT cuenta con el 44%, a continuación, LAM con 17%, seguida de TEL que tiene el 12% y ASM con 8% entre las que destacan.

Dado los precios de la maquinaria de semiconductores y sus altos costos con la centralización de la producción el alto índice para la estrategia comercial que aumentaría la demanda de industria de fabricación de maquinaria para la construcción de los mismo.

TEL compite aquí porque su tecnología de deposición química por vapor (CVD) y ALD permite crear capas delgadas de materiales semiconductores con alta precisión. Este segmento es estratégico porque la deposición es crítica para formar los transistores y otras estructuras del chip. Por otro lado, Applied Materials (AMAT) es uno de los principales competidores globales de Tokyo Electron (TEL) en el mercado de Wafer Fab Equipment (WFE). A diferencia de TEL, que concentra su fortaleza en procesos críticos como limpieza, recubrimiento y litografía auxiliar, Applied Materials posee un portafolio más diversificado, con liderazgo en el segmento de deposición (CVD, PVD, ALD), grabado, metrología y soluciones integradas para la fabricación de dispositivos lógicos y de memoria.

En el sexto segmento, grabado de patrones la participación es la siguiente LAM cuenta con 39%, TEL tiene 24% y AMAT el 14%. Este es uno de los segmentos más fuertes de TEL. Los equipos

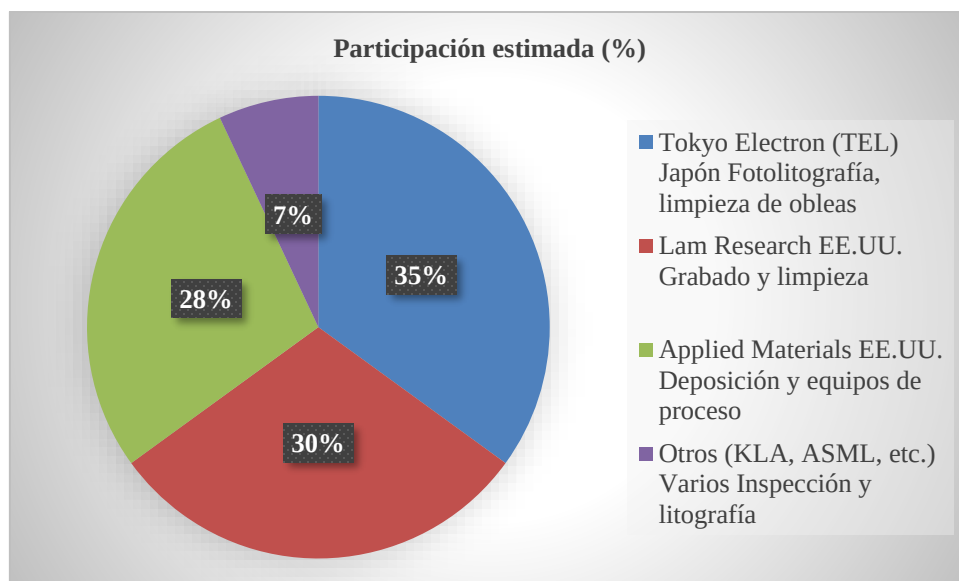
de etching de TEL son esenciales para remover selectivamente materiales de la oblea, creando los patrones del chip. TEL compite aquí debido a su tecnología de grabado preciso y control de perfil de alta resolución, que es vital para nodos avanzados (<5 nm).

Así como se mencionó anteriormente Lam Research es uno de los principales competidores directos de Tokyo Electron (TEL) dentro del mercado de Wafer Fab Equipment (WFE), con una especialización marcada en procesos de grabado (etching) y deposición para memorias avanzadas, particularmente en DRAM y NAND 3D. Su fortaleza tecnológica radica en el desarrollo de equipos capaces de operar con estructuras de alta complejidad y múltiples capas, esenciales para la fabricación de dispositivos de última generación. En el segmento de memorias avanzadas, particularmente DRAM y NAND 3D, Applied Materials compite directamente con TEL mediante equipos de deposición y grabado de alta precisión, necesarios para estructuras con más de 200 capas.

En el último segmento, que es el de metrología y prueba las empresas como TEL, LAM y AMAT son menos importantes.

En síntesis, TEL es líder y presenta monopolio en el primer segmento, fotolitografía, que es el de limpieza y muestra una participación importante en deposición y grabado. Sin embargo, este mercado es en cierto sentido un mercado que contiene a otros. Por ejemplo, TEL produce equipo de deposición y grabado de memoria DRAM de 200 capas, pero no más allá. Por otro lado, AMAT produce equipo para DRAM de más de 200 capas. Entonces, como se muestra TEL en los segmentos que participa con regularidad no tiene competidores directos, porque produce herramientas / equipo para productos específicos o especializados que pudiera no necesariamente ser líder o el producto no es el de última generación.

La siguiente grafica 6, tiene como muestra la red de competidores directos de TEL en el mercado de semiconductores y la representación de TEL en el mapa de valor de semiconductores con respecto a las demás industrias de semiconductores:



Fuente: Elaboración propia con base en SEMI (2023) y WSTS (2024).

En primer lugar, Tokyo Electron (TEL), empresa de origen japonés, lidera el mercado con una participación del 35 %. Su fortaleza se concentra principalmente en los segmentos de fotolitografía y limpieza de obleas, lo que la posiciona como el actor dominante dentro de la industria.

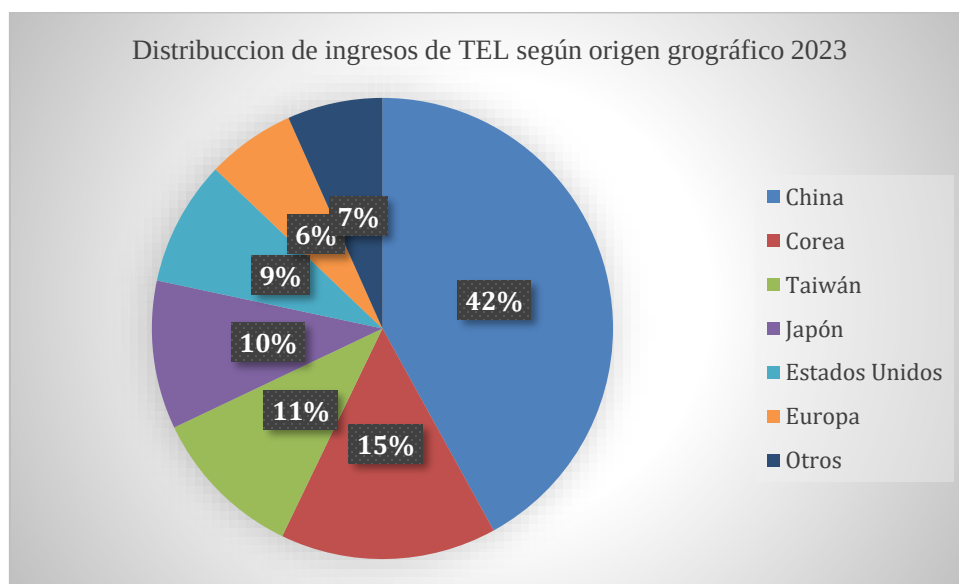
En segundo lugar, se encuentra Lam Research, con sede en Estados Unidos, que alcanza una participación del 30 %. Su especialización se centra en grabado y limpieza, actividades clave en los procesos de fabricación de semiconductores, lo que explica su peso significativo en el mercado.

Muy cerca aparece Applied Materials, también de Estados Unidos, con una participación del 28 %. Esta empresa destaca en deposición y equipos de proceso, consolidándose como uno de los principales proveedores tecnológicos en etapas críticas de la producción.

Finalmente, el grupo denominado “Otros”, que incluye empresas como KLA y ASML, provenientes de diversos países, concentra únicamente el 7 % de la participación. Este grupo se especializa principalmente en inspección y litografía, segmentos relevantes, pero con menor peso relativo frente a los líderes del mercado.

Es importante destacar que, aunque los competidores directos no operan necesariamente en las mismas áreas, cada uno sobresale dentro de su segmento. Los altos niveles de rendimiento tecnológico y la complejidad de los procesos obligan a todas estas empresas a mantenerse altamente competitivas, incrementando su inversión de capital para garantizar innovación y la capacidad de establecer precios. El número de competidores varía según el tipo de mercado; por ejemplo, en el segmento WFE (Wafer Fab Equipment), la empresa que domina es ASML, considerada la más relevante y popular en su categoría.

Como se aprecia en la gráfica 7, TEL juega un rol importante al destacar en la producción de equipo que provee directamente a los fabricantes. En la gráfica 2, se muestra el mercado según país para el caso de TEL, sus principales mercados son China (45%), Corea del Sur (14%), Taiwán (11%) y Japón (10%). Siendo algunas empresas representativas las citadas arriba como la taiwanesa TSMS, la china SMIC, la coreana Samsung o las japonesas Nikon y Canon. Esto al menos hasta 2023. Una vez que los conflictos comerciales y de producción en los que ha intervenido Estados Unidos, el mercado de TEL para 2024 desaparece China, siendo posiblemente los socios estadounidenses.



Fuente: Elaboración propia con datos extraído Law informe Q3 2023.

A continuación, presentamos a dos de las empresas que consideramos las competidoras más cercanas a TEL en los segmentos de deposición y grabado o en los que en su caso ha perdido ventaja competitiva.

Applied Materials Inc (AMAT)

Applied Materials (AMAT) nació en 1967 en Silicon Valley y se convirtió en el líder mundial de equipos para fabricar semiconductores, expandiéndose desde un pequeño proveedor de tecnología de deposición hasta una corporación con más del 20% del mercado global en 2025 de esa maquinaria.

A diferencia de Tokyo Electron, cuya fortaleza se concentra en nichos específicos como la limpieza de obleas y procesos de recubrimiento, AMAT ha construido una posición de ventaja en los segmentos de deposición de materiales, empaquetado avanzado y tecnologías de interconexión. Esto le permite influir directamente en la evolución de los nodos tecnológicos más avanzados (3 nm y menores), donde la demanda de chips para inteligencia artificial y centros de datos ha sido el motor de crecimiento en los últimos cinco años.

La estrategia de AMAT se caracteriza por tres elementos centrales:

Escala global (creación de subsidiarias). Expansión geográfica y alianzas estratégicas la apertura de centros en Singapur y otros polos tecnológicos refuerza su presencia en Asia, región que concentra la mayor parte de la producción mundial de semiconductores. Esta estrategia le permite estar cerca de sus principales clientes y participar activamente en la configuración de las cadenas globales de valor.

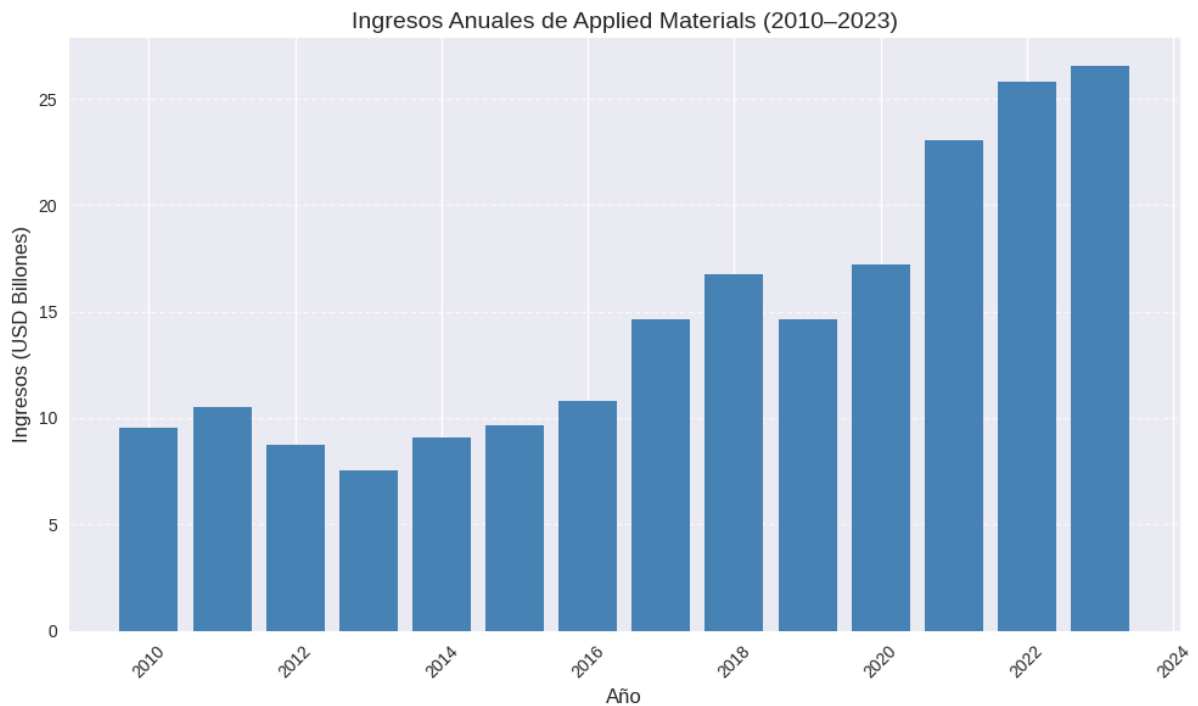
Resiliencia cíclica. No importa los cambios, trata de mantenerse siempre en el mercado.

Absorber los ciclos de inversión de la industria gracias a su tamaño y diversificación. Innovación orientada a la frontera tecnológica la empresa ha invertido entre 2.5 y 3 mil millones de dólares anuales en I+D, enfocándose en empaquetado 3D, hybrid bonding y silicon interposer. Estas tecnologías son críticas para la nueva generación de chips de IA, donde la densidad y eficiencia energética determinan la competitividad. En este sentido, AMAT no solo responde a la demanda, sino que define los estándares de la industria.

La empresa es proveedora de equipos de semiconductores y visualizaciones, desarrolla gama de equipos de fabricación de chips semiconductores, sus productos y tecnologías incluyen semiconductores, pantallas, recubrimientos de bobinas, productos solares y software de automatización. Entre otros servicios tienen actualizaciones, reposición de servicios y equipos re-manufacturados de generaciones anteriores para productos de vi solución semiconductores y solares. También incluye servicios a empresas fabricantes de chips y obleas semiconductores, pantallas de cristal liquido plano, diodos orgánicos emisores de luz y otros dispositivos electrónicos.

Mientras TEL depende en mayor medida de la estabilidad de sus segmentos especializados, AMAT distribuye riesgos entre múltiples áreas de proceso, lo que le asegura márgenes más estables y capacidad de inversión continua. El contraste con Tokyo Electron es evidente: mientras TEL se posiciona como un competidor especializado, con ventajas en confiabilidad y procesos de limpieza, AMAT ejerce un poder estructural sobre el mercado, capaz de condicionar la evolución tecnológica y las decisiones de inversión de los fabricantes de chips. En este sentido, AMAT representa para TEL no solo un rival directo, sino un referente de escala y diversificación que obliga a la firma japonesa a mantener su apuesta por la innovación en nichos estratégicos para no perder relevancia.

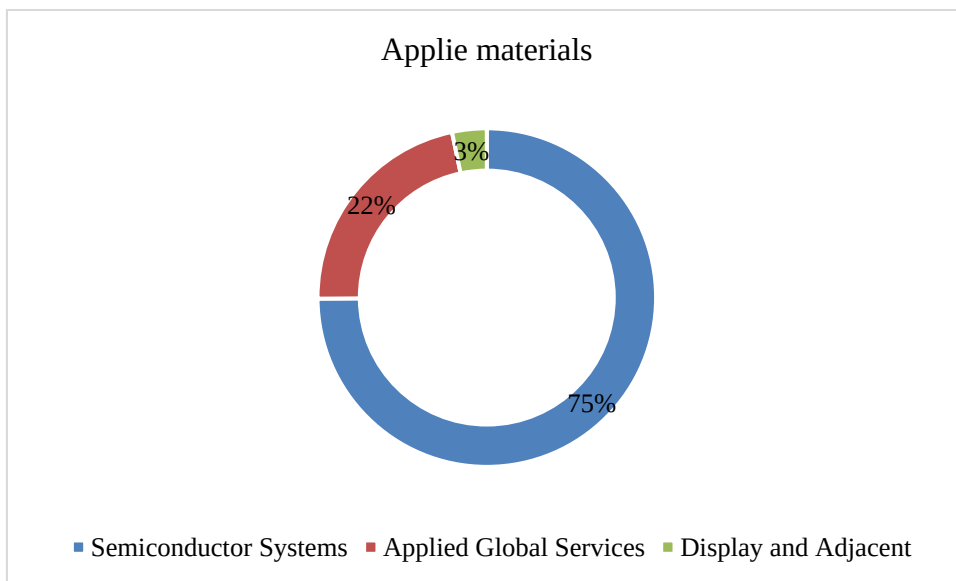
La imagen 13 que contiene una gráfica de barras muestra la evolución de los ingresos anuales de Applied Materials (AMAT) entre 2010 y 2023. Se observa el comportamiento cíclico característico de la industria de semiconductores, con caídas en los años 2012–2013 y un repunte significativo a partir de 2016, impulsado por la demanda de memorias y smartphones. El crecimiento más acelerado se da en 2020–2021, vinculado al auge de la inteligencia artificial y los centros de datos, alcanzando ingresos superiores a los 23 mil millones de dólares. Finalmente, en 2022–2023 la empresa consolida su liderazgo con ingresos estables por encima de los 25 mil millones, reflejando su posición dominante en el mercado global de equipos de semiconductores.



Fuente: Elaboración propia por medio de macro trends en informe de ingresos por materiales aplicados en AMAT 2010 a 2023

La grafica 7 podemos observar la distribución porcentual de los ingresos de Applied Materials por segmento de negocio. El segmento de Semiconductor Systems concentra la mayor participación, con aproximadamente 75 %, lo que evidencia que la actividad principal de la empresa se orienta al suministro de equipos y tecnologías para la fabricación de semiconductores. En segundo lugar, Applied Global Services representa alrededor del 22 %, destacando la importancia de los servicios de mantenimiento y soporte como complemento estratégico al negocio principal. Finalmente, Display and Adjacent Markets aporta solo el 3 %, lo que indica una participación marginal de los mercados adyacentes dentro de la estructura de ingresos de la empresa. En conjunto, la gráfica refleja una alta especialización y dependencia del sector de semiconductores

Grafica 7 segmento del mercado de Applied materials que controla y comparte con posibles competidores en características.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de Applied Materials, Inc. (2024).

Lam Research Corporation

Lam Research fue fundada en 1980 en Fremont, California, con el objetivo de desarrollar equipos de grabado de plasma para la industria de semiconductores. Desde sus inicios se especializó en procesos críticos de fabricación, particularmente en el grabado y la deposición de materiales, lo que le permitió diferenciarse de otros competidores.

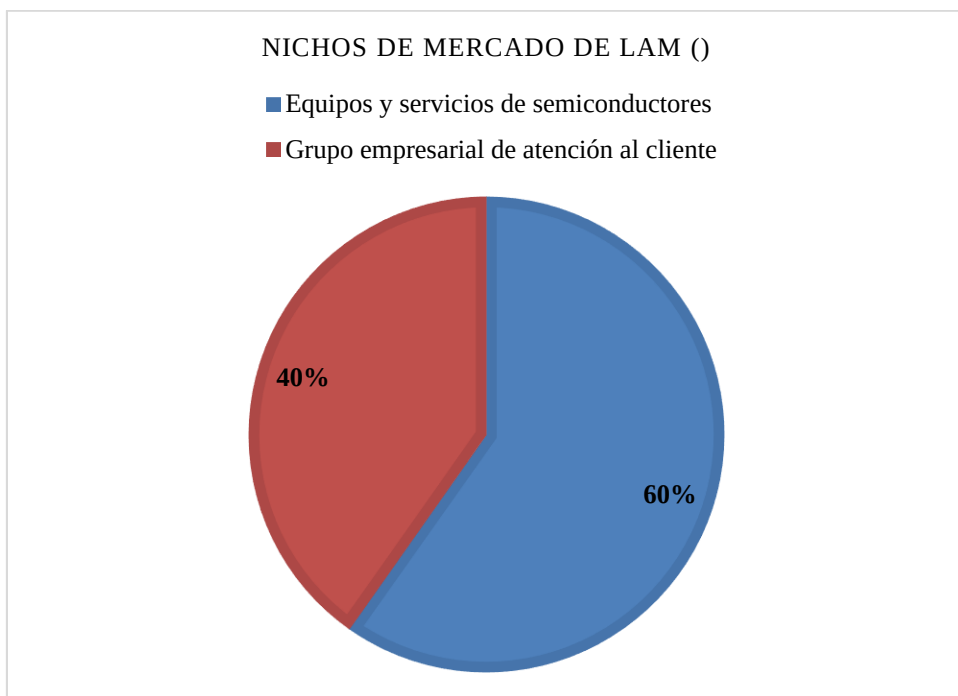
Durante la década de 1990 la empresa se expandió internacionalmente, estableciendo presencia en Asia para atender directamente a fabricantes como TSMC y Samsung, que se convirtieron en sus principales clientes. En 2012, Lam adquirió Novellus Systems, ampliando su portafolio hacia tecnologías de deposición química de vapor (CVD), lo que consolidó su posición como uno de los líderes globales en equipos de proceso.

Entre 2016 y 2023, Lam Research experimentó un crecimiento acelerado impulsado por la demanda de memorias NAND y DRAM, así como por la transición hacia nodos más avanzados para inteligencia artificial y centros de datos. En este periodo sus ingresos se multiplicaron, alcanzando más de USD 14.9 mil millones en 2023, lo que la coloca como uno de los tres

grandes competidores directos de Tokyo Electron y Applied Materials en la cadena global de valor de semiconductores. Actualmente, Lam Research es una de las empresas más influyentes del sector, con presencia global y una estrecha colaboración con los principales fabricantes de semiconductores. Su modelo de negocio se basa en la innovación continua, el soporte técnico especializado y la adaptación a los ciclos del mercado tecnológico, consolidándose como un competidor estratégico de compañías como TEL y Applied Materials.

La estructura de los nichos de mercado de LAM, destacando una clara concentración en el segmento de equipos y servicios de semiconductores, el cual representa el 60 % del total. Este resultado indica que la actividad principal de la empresa se encuentra fuertemente orientada al desarrollo, fabricación y soporte de tecnologías clave para la industria de semiconductores, consolidando su posición como proveedor estratégico dentro de esta cadena de valor.

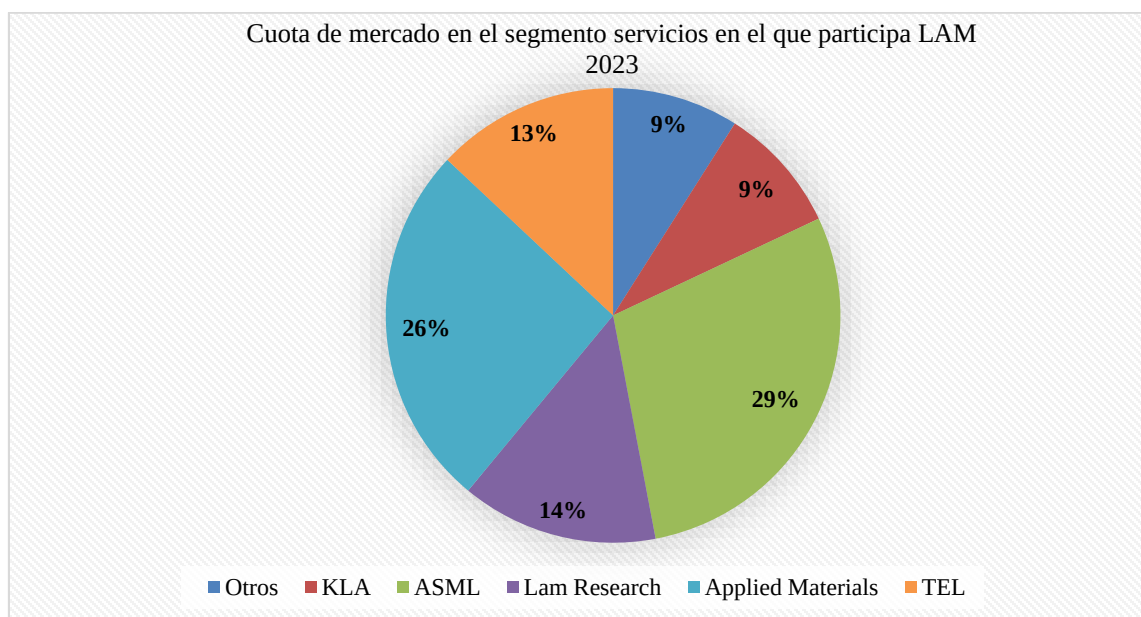
En conjunto, la distribución evidencia un modelo de negocio equilibrado, donde la especialización tecnológica constituye el eje principal, mientras que la orientación al cliente funciona como un soporte estratégico que refuerza la competitividad y sostenibilidad de la empresa en el mercado de semiconductores.



Fuente: Elaboración propia con datos extraído del Informe Law Q3 del 2023

La gráfica 8 muestra la cuota de mercado en el segmento de servicios, evidenciando una estructura competitiva relativamente concentrada, dominada por un pequeño grupo de empresas líderes. El mayor porcentaje corresponde a ASML, con una participación del 29 %, lo que refleja su posición dominante en el segmento, asociada a su liderazgo tecnológico y a la alta especialización de sus equipos. En segundo lugar, se encuentra Applied Materials, con un 26 %, consolidándose como un competidor clave gracias a su amplia cartera de soluciones y su presencia global en distintos procesos de fabricación de semiconductores.

En la gráfica 9 se observa la cuota de mercado de Lam Research ocupa la tercera posición con un 14 % de participación, lo que indica una presencia relevante, pero por debajo de los dos líderes del mercado. Por su parte, TEL concentra el 13 %, mostrando una competencia cercana con Lam Research y una posición sólida en nichos específicos del proceso productivo. Finalmente, KLA y el grupo clasificado como otros representan cada uno el 9 %, reflejando la existencia de actores especializados o de menor escala que complementan la oferta del mercado.



Fuente: Elaboración propia con datos extraído del Informe Law Q3 del 2023

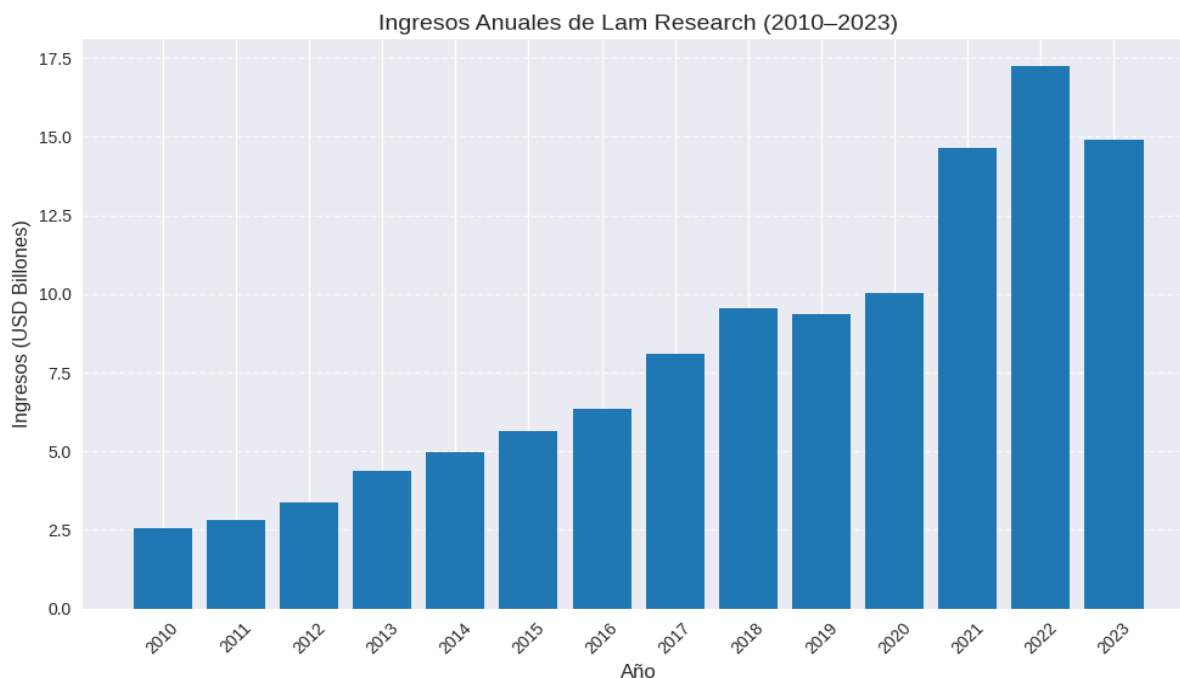
Lam Research se ha consolidado como uno de los principales competidores de Tokyo Electron en el mercado de equipos para semiconductores. La diferencia fundamental entre ambas compañías radica en su especialización tecnológica. Lam ha construido su liderazgo en los segmentos de grabado y deposición de materiales, procesos esenciales para definir patrones en las obleas y construir las capas que permiten la fabricación de chips en nodos cada vez más avanzados. Desde la adquisición de Novellus Systems en 2012, Lam amplió su portafolio hacia tecnologías de deposición química de vapor y procesos de recubrimiento, lo que reforzó su posición en áreas críticas de la producción de memorias NAND y DRAM, así como en chips destinados a inteligencia artificial y centros de datos.

Por su parte, Tokyo Electron ha mantenido su fortaleza en limpieza de obleas, recubrimiento y confiabilidad de procesos, un nicho igualmente indispensable pero menos visible en términos de hegemonía global. TEL se distingue por la calidad y estabilidad de sus herramientas, que garantizan la confiabilidad en etapas preparatorias de la fabricación, mientras Lam ha logrado crecer aceleradamente gracias a su dominio en tecnologías de grabado profundo y deposición, que son las que marcan la frontera tecnológica en la industria.

En cuanto a escala y cuota de mercado, Lam Research alcanzó ingresos de más de 14.9 mil millones de dólares en 2023, con un crecimiento explosivo entre 2010 y 2022, y clientes clave como TSMC, Samsung y Micron. Tokyo Electron, en cambio, mostró un crecimiento más estable, con ingresos cercanos a los 16–17 mil millones de dólares en 2023, y una participación de mercado en torno al 15%. Mientras Lam se posiciona como el segundo competidor global detrás de Applied Materials en equipos de proceso, TEL se sostiene en su especialización y reputación de confiabilidad.

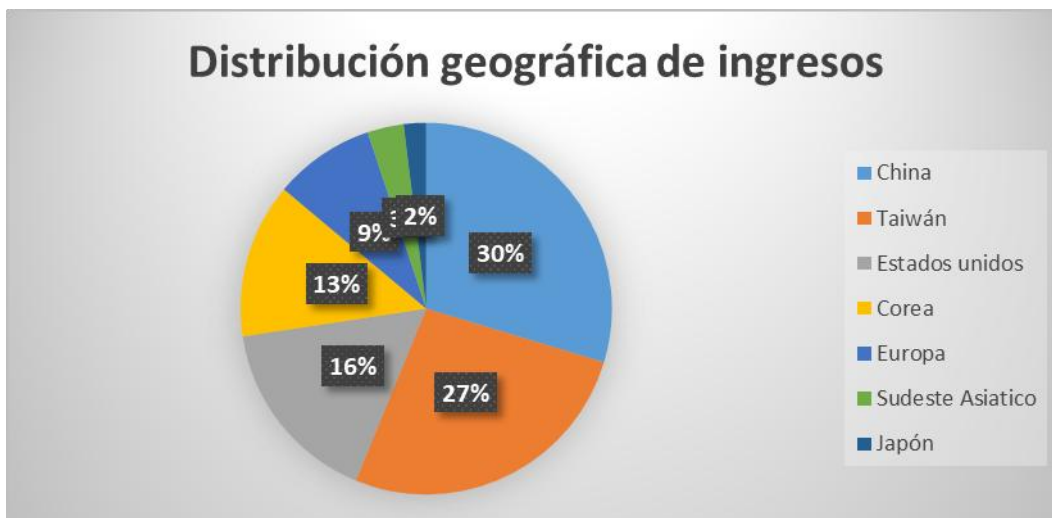
La gráfica 14 muestra los ingresos anuales de Lam Research y evidencia un crecimiento en la última década. Desde ingresos de apenas USD 2.5 mil millones en 2010, la empresa alcanza más de USD 17 mil millones en 2022, multiplicando por seis su tamaño. El auge está claramente vinculado a la demanda de memorias NAND y DRAM, así como a la transición hacia nodos más avanzados. Sin embargo, la caída en 2019 y nuevamente en 2023 muestra la naturaleza cíclica del sector, donde los periodos de expansión son seguidos por ajustes de mercado. Aun

así, Lam se consolida como líder en equipos de grabado y deposición, segmentos críticos para la miniaturización de chips.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de Applied Materials, Inc. (2024).

La gráfica 10 muestra que Applied Materials concentra la mayor parte de sus ingresos en Semiconductor Systems, con aproximadamente 75 % del total, lo que confirma que esta es su actividad principal. Applied Global Services aporta cerca del 22 %, reflejando la importancia creciente de los servicios de soporte y mantenimiento. Finalmente, Display and Adjacent Markets representa solo el 3 %, indicando una participación marginal dentro de la estructura de ingresos de la empresa.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de Applied Materials, Inc. (2024).

3.5 Retornos para los accionistas y Estrategia de mercado

En este punto se abordará, con datos extraídos de TEL, sobre el comercio e ingreso brutos que este ha llegado a tener durante los años 2016 a 2025 estos datos nos permitirán comprender el estado de TEL con el control de exportación de altas tecnologías bloqueadas por Estados Unidos.

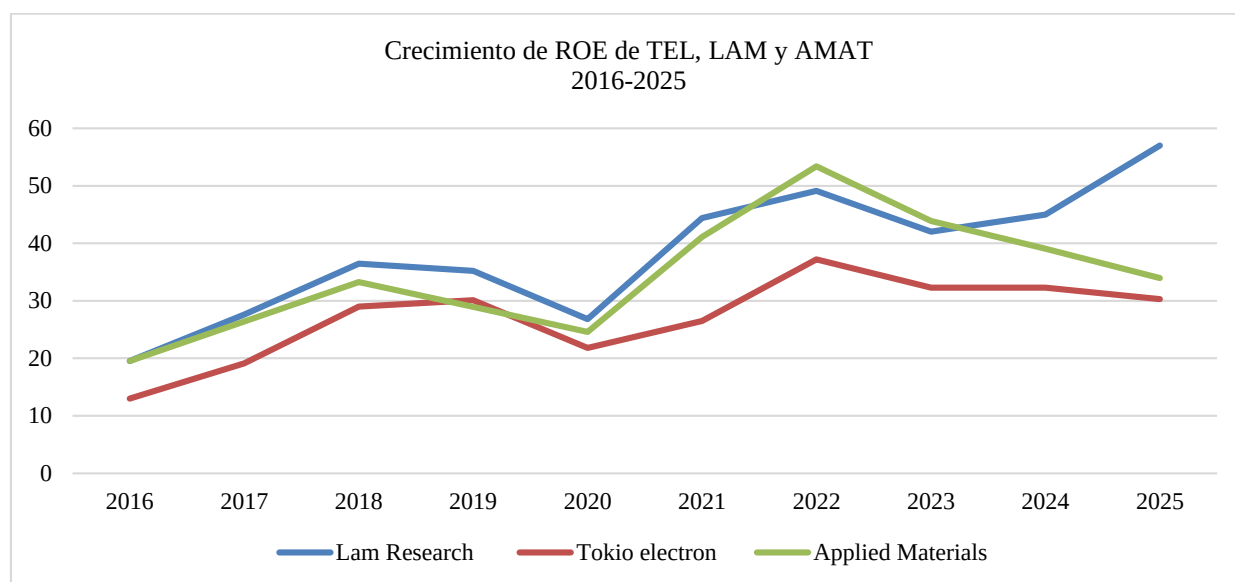
La gráfica 10 muestra la evolución del ROE (Return on Equity) por año de Lam Research, Tokyo Electron y Applied Materials durante el periodo 2016–2025, permitiendo comparar su rentabilidad sobre el capital propio a lo largo del tiempo.

Lam Research mantiene el desempeño más sólido y consistente a lo largo del periodo. Tras aumentar su ROE de alrededor de 20 % en 2016 a niveles cercanos al 35 % en 2018, experimenta una caída en 2020, pero se recupera con fuerza hasta aproximadamente 49 % en 2022. Aunque muestra un ligero ajuste en 2023, retoma una trayectoria ascendente y alcanza su nivel más alto en 2025, cercano al 57 %, consolidándose como la empresa de las tres con mayor rentabilidad sobre el capital al final del periodo.

Applied Materials presenta un comportamiento similar, aunque con mayor volatilidad. Su ROE crece de forma sostenida hasta 2018, cae en 2020 y alcanza su máximo en 2022, con valores superiores al 50 %. A partir de ese punto, se observa una tendencia descendente moderada hasta 2025, lo que sugiere una reducción de la rentabilidad tras el ciclo expansivo de la industria.

Por su parte, Tokyo Electron muestra niveles de ROE sistemáticamente más bajos en comparación con sus competidores. Si bien también registra un acercamiento a sus competidores importante en 2020 pero con caída, después llegaría a su pico en 2022 que se sitúa alrededor del 37 %, seguido de una leve reducción y estabilización en los años posteriores.

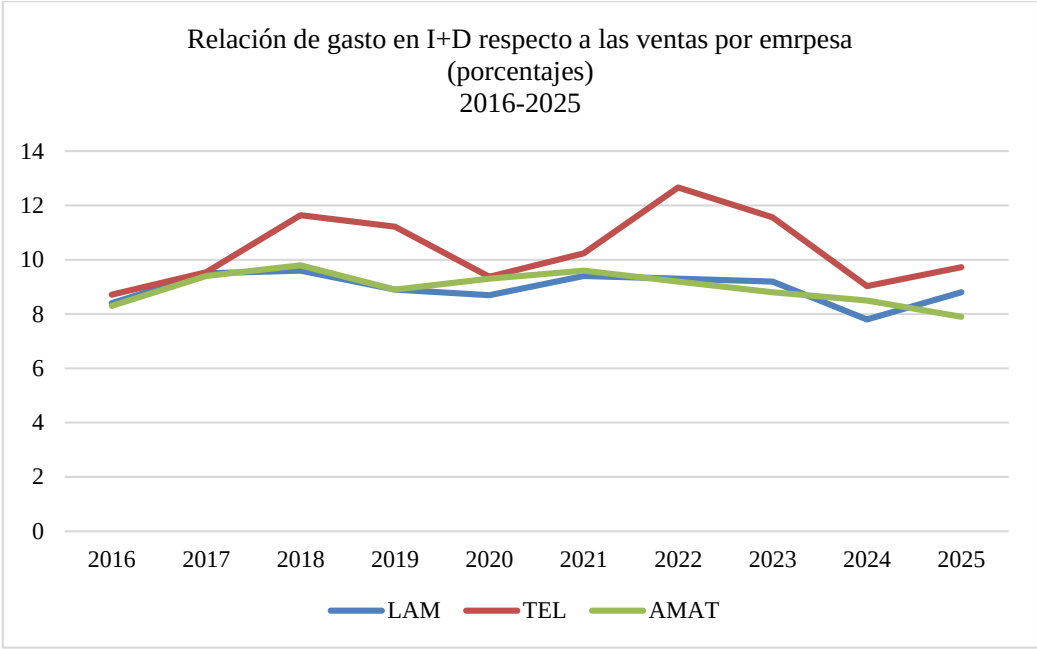
En síntesis, LAM presenta una ventaja en términos de rendimiento en los últimos años respecto a TEL y AMAT.



Fuente: Elaboración propia con datos de Q10 internos de cada empresa periodo 2016 a 2025

La gráfica de gasto en investigación y desarrollo entre 2016 y 2025 muestra tres trayectorias diferenciadas. Se destaca la de Tokyo Electron, cuya inversión presenta una marcada volatilidad: alcanza un pico pronunciado en 2022, seguido de una caída significativa hacia 2025. Este patrón refleja una estrategia más reactiva a los ciclos del mercado, ajustando el gasto de innovación de manera agresiva según la demanda global de semiconductores.

En contraste, Applied Materials (AMAT) exhibe una tendencia descendente constante, con reducciones graduales año tras año. Por su parte, Lam Research (LAM) también mantiene un gasto con tendencia descendente, con incrementos suaves hasta 2023 y una contracción posterior. Aunque esta disciplina presupuestaria refleja control financiero, también podría implicar un riesgo de rezago tecnológico frente a competidores que apuestan por mayor intensidad en I+D como se observa en la gráfica 12



Fuente elaboración propia con datos de Q10 internos de cada empresa periodo 2016 a 2025

Competencia financiera

En el Cuadro 3 TEL ofrece el mayor rendimiento de dividendos (2,25%) y el crecimiento más alto en cinco años (20% CAGR), reflejando una política agresiva hacia los accionistas. En contraste, AMAT (0,87%) y LRCX (1,2%) muestran dividendos más modestos, pero destacan en recompras de acciones con tasas cercanas al 3,8%, frente al 1,2% de TEL, lo que evidencia dos enfoques distintos: TEL privilegia dividendos, mientras AMAT y LRCX fortalecen el valor de mercado mediante recompras.

Compañía	AMAT	LRCX	TEL
----------	------	------	-----

Rendimiento de dividendos	0.87%	1.2%	2.25%
Crecimiento de dividendos de 5 años	11.9%	13.5%	20%
Recompra de acciones a 5 años	3.8%	3.7%	1.2%

Fuente: Elaboración propia con datos de *Seeking Alpha* (2024).

Consideraciones

El estudio del mercado de equipos de limpieza y fabricación de obleas para semiconductores, con énfasis en Tokyo Electron entre 2016 y 2025, confirma que la industria se encuentra:

Estructuralmente concentrada. Pocas empresas dominan cada uno de los siete segmentos de herramientas para el proceso de producción de semiconductores. Tokyo Electro por ejemplo es la amplia dominante en la limpieza, mientras que “compite” (existen nichos de mercado en cada segmento) en segmentos de deposición y grabado.

Rasgos oligopólicos. Como ya vimos una a dos empresas dominan cada segmento.

Barreras de entrada de gran magnitud. Las barreras son de carácter: económico, altas inversiones como ya se ha apuntado; conocimiento especializado en el que cada empresa tiene una historia larga lo que marca aprendizajes y conocimientos propios de cada una que hace difícil acceder a dichos mercados; restricciones de política nacional, cada país ha incentivado segmentos y empresas específicas, además, de limitar con restricciones a empresas para ingresar a dichos mercados.

Desde la perspectiva de la Organización Industrial, la relación estructura–conducta–desempeño se manifiesta de manera dinámica: la concentración del mercado condiciona y es condicionada por la conducta de las empresas, que recurren a estrategias de innovación, diferenciación tecnológica y control de patentes para sostener su posición competitiva. Además, la política industrial y tecnológica ha influido directamente en la posición y prevalencia de estas empresas en la industria. Cuestión que determina en cierta medida la competitividad y estructura de mercado.

TEL ejemplifica este proceso al mantener una inversión creciente en I+D y al reforzar su papel en la cadena global de valor frente a rivales como Lam Research y Applied Materials, además de ser una empresa favorecida por la política nacional de Japón.

4.-Conclusiones

La incorporación de la innovación en el modelo clásico permite interpretar este comportamiento como parte de una lógica para desarrollar competencias internas que hagan posible el desarrollo de una industria en tal caso un nicho monopólico, es decir no causa una subordinación en las cadenas globales de valor. Bajo este enfoque, incluso empresas líderes como TEL enfrentan presiones externas que limitan su autonomía estratégica: la necesidad de integrarse en redes dominadas por actores estadounidenses, europeos o taiwaneses refleja cómo la innovación nacional se encuentra condicionada por dinámicas globales obligando a desarrollar una estrategia técnica desde el Estado.

Se debe subraya que, aunque Japón mantiene capacidades avanzadas, su papel se inserta en una jerarquía tecnológica donde las decisiones de diseño, manufactura y distribución están fragmentadas y concentradas en nodos específicos de poder que han tenido intraversiones por parte de Estado Unidos.

La historia del sector muestra que acuerdos bilaterales, controles de exportación y subsidios externos han modificado las condiciones de competencia, generando tanto oportunidades como restricciones. En el caso de TEL, la presión de políticas estadounidenses, en su producción de RAM DDR y la fabricación de fotomáscaras utilizando un material llamado resina, las restricciones a la transferencia tecnológica las alianzas estratégicas con TSMC en Japón reflejan cómo la intervención de Estados externos condiciona la evolución de la industria nacional. La competitividad de TEL no depende únicamente de su conducta empresarial, sino también de un entorno internacional donde las decisiones de política industrial de otros países tienen efectos directos sobre su desempeño.

La conclusión de esta investigación es que la industria de semiconductores, y en particular el recorrido desde el marco teórico hasta el análisis del caso TEL confirma que la industria de semiconductores debe abordarse desde una perspectiva integral. La Organización Industrial permite explicar la concentración y las barreras de entrada; desde el punto de la innovación se demuestra que no se establece desde lo clásico y revela que la innovación y la destrucción creativa son el núcleo de la competencia tecnológica, así como se demuestra cómo las políticas internacionales condicionan las trayectorias nacionales. El caso de TEL ejemplifica cómo una empresa japonesa ha enfrentado estas dinámicas mediante innovación, estrategia de mercado y control de activos tecnológicos.

La competencia en la industria de semiconductores no se da principalmente a través de precios, sino mediante la capacidad de generar, absorber y explotar innovaciones en ciclos acelerados de destrucción creativa. Cada avance tecnológico —ya sea en procesos de litografía, limpieza de obleas o integración de nodos más avanzados— reconfigura la estructura del mercado y obliga a las empresas a reinvertir constantemente en investigación y desarrollo. En este sentido, la innovación no solo actúa como un mecanismo de competencia, sino también como una fuente de autonomía relativa frente a presiones externas, al permitir a las firmas negociar en mejores condiciones frente a restricciones regulatorias, controles de exportación o acuerdos internacionales.

Sugiere que el crecimiento y la competitividad en industrias de alta tecnología dependen de procesos acumulativos de aprendizaje, construcción de capacidades y cambio estructural. La innovación no es un evento aislado, sino un proceso evolutivo y sistémico que refuerza trayectorias tecnológicas específicas y genera rendimientos crecientes para aquellos actores capaces de sostener inversiones continuas en conocimiento. Sin embargo, este mismo proceso tiende a profundizar las asimetrías entre países, al concentrar las capacidades tecnológicas en un número reducido de economías y empresas líderes.

Bibliografías

- Bain, J. S. (1956). *Barriers to new competition: Their character and consequences in manufacturing industries*. Harvard University Press.
- Barletta, F., Yoguel, G., & Robert, V. (Comps.). (2014). *Tópicos de la teoría evolucionista neoschumpeteriana de la innovación y el cambio tecnológico* (Vol. 1, 1.^a ed.). Universidad Nacional de General Sarmiento.
- Bown, C. P., & Wang, D. (2024). *Semiconductors and modern industrial policy* (Working Paper No. WP24-3). Peterson Institute for International Economics.
<https://www.piie.com/sites/default/files/2024-08/wp24-3.pdf>
- Carlton, D. W., & Perloff, J. M. (2015). *Modern industrial organization* (4th ed.). Pearson.
- Castillo Malagón, R., & Álvarez Medina, M. de L. (2023, mayo). *Industria aeronáutica: Cambios en la cadena global de valor y oportunidades para las PYME mexicanas en 2023* [Ponencia]. Facultad de Contaduría y Administración, Universidad Nacional Autónoma de México.
<https://repositorios.fca.unam.mx/investigacion/memorias/2023/18.05.pdf>
- Chang, J. C.-C., & Chiang, M.-Y. (2024). Japan's grand geopolitical strategy since 2018. En P. C. Y. Chow (Ed.), *Technology rivalry between the USA and China* (pp. 133–154). Springer.

Chow, P. C. Y. (Ed.). (2024). *Technology rivalry between the USA and China*. Springer Nature Switzerland.

Déom, E. (2007). Modelos de producción en la maquila de exportación. En E. de la Garza Toledo (Ed.), *La crisis del toyotismo precario* (p. 180). Plaza y Valdés.
<https://doi.org/10.7202/015805ar>

Dixit, A. K. (1980). The role of investment in entry deterrence. *The Economic Journal*, 90(357), 95–106.
<https://doi.org/10.2307/2231799>

Dixit, A. K., & Porter, M. E. (1985). Strategic behavior in competitive markets. En R. Schmalensee & R. D. Willig (Eds.), *Handbook of industrial organization* (Vol. 1, pp. 415–472). Elsevier.

Frank, R. H., & Bernanke, B. S. (2013). *Principios de economía* (5.ª ed.). McGraw-Hill.

Gabriel, Y., Barletta, F., & Peres, M. (2013). De Schumpeter a los postschumpeterianos: Viejas y nuevas dimensiones analíticas. *Problemas del Desarrollo*, 44(174), 35–59.
[https://doi.org/10.1016/S0301-7036\(13\)71887-X](https://doi.org/10.1016/S0301-7036(13)71887-X)

Gartner. (2020). *Semiconductor industry growth statistics*.
<https://www.gartner.com>

Japanese semiconductor renaissance: Accelerating the “new direction” with technology leadership. (2024, octubre). Boston Consulting Group.

Jacquemin, A. (1987). *The new industrial organization*. MIT Press.

Kasahara, S. (2004). *The flying geese paradigm: A critical study of its application to East Asian regional development* (No. 169). UNCTAD.
https://unctad.org/system/files/official-document/iteiia20046_en.pdf

Lens.org. (s. f.). *Lens patent database*.
<https://www.lens.org>

Li, L., Wang, H., Li, Z., & Hu, S. (2025). Analysis of the structure and robustness of the global semiconductor trade network. *PLOS ONE*, 20(1), e0313162.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0313162>

López Fosado, P. I. (2021). *La competencia entre Estados Unidos y China: El caso de los semiconductores (2000–2021)* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México].

Łukasiak, L., & Jakubowski, A. (2010). History of semiconductors. *Journal of Telecommunications and Information Technology*, 3–9.

Lynn, L. H. (2000). Technology competition policies and the semiconductor industries of Japan and the United States: A fifty-year retrospective. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 47(2), 137–151.
<https://doi.org/10.1109/17.846787>

Mercado, A. M., Facio, M. M., Flores, F. F., & Moya, A. (2016). Historia y evolución de la industria de semiconductores y la integración de México en el sector. *European Scientific Journal*,

12(18), 65–78.

<https://doi.org/10.19044/esj.2016.v12n18p65>

Mintzberg, H., & Voyer, J. (1995). *The strategy process*. Prentice Hall.

Nicolas Vallejo, N. (2021). *Valuación de Micron Technology Inc.* [Tesis de maestría, Universidad de San Andrés].

<https://repositorio.udesa.edu.ar/jspui/bitstream/10908/18594/1/%5BP%5D%5BW%5D%20M.%20Fin.%20Vallejos,%20Nicolas.pdf>

OECD. (2019). *Measuring distortions in international markets: The semiconductor value chain* (Trade Policy Paper No. 234). OECD Publishing.

<https://doi.org/10.1787/8fe4491d-en>

Ozawa, T. (2001). El lado “hidden” del modelo de captura “flying-geese”. *Journal of Asian Economics*, 12(4), 471–491.

[https://doi.org/10.1016/S1049-0078\(01\)00098-7](https://doi.org/10.1016/S1049-0078(01)00098-7)

Pindyck, R. S., & Rubinfeld, D. L. (2018). *Microeconomía* (9.^a ed.). Pearson Educación.

Porter, M. E. (1985). *Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance*. Free Press.

Ren, Y., Yang, Y., Wang, Y., & Liu, Y. (2023). Dynamics of the global semiconductor trade and its dependencies. *Journal of Geographical Sciences*, 33(6), 1141–1160.

<https://doi.org/10.1007/s11442-023-2123-9>

- Reyes Solís, J. R. (2023). El mercado internacional de semiconductores y sus consecuencias en la economía global: El caso de Taiwán. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas*, 18(4).
<https://www.remef.org.mx/index.php/remef/article/view/869>
- Schmalensee, R. (2000). What do we know about oligopoly? En R. Schmalensee & R. D. Willig (Eds.), *Handbook of industrial organization* (Vol. 1, pp. 519–619). Elsevier.
- Schmalensee, R., & Willig, R. D. (Eds.). (1989). *Handbook of industrial organization* (Vol. 1). Elsevier.
- Seeking Alpha. (2023). *SMH: Extreme concentration makes it unattractive*.
<https://seekingalpha.com>
- SEMI. (2023). *Semiconductor equipment market data*.
<https://www.semi.org>
- Smith, A. (1987). *La riqueza de las naciones*. Fondo de Cultura Económica. (Obra original publicada en 1776)
- Statista. (s. f.). *La industria mundial de semiconductores*.
<https://es.statista.com/temas/8605/la-industria-mundial-de-semiconductores/>
- Sze, S. M., & Ng, K. K. (2007). *Physics of semiconductor devices* (3rd ed.). Wiley-Interscience.
- Tipler, P. A., & Mosca, G. (2008). *Física para la ciencia y la tecnología* (Vol. 2, 6.^a ed.). Reverté.

Tokyo Electron Limited. (2004–2022). *Annual financial reports*.

<https://www.tel.com>

Vance, A. (2015, febrero 13). *The semiconductor revolutionary*. Bloomberg.

<http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-02-13/siliconsemiconductors-obsolete-alex-lidow-plans-to-make-it-so>

World Semiconductor Trade Statistics. (2025, 4 de agosto). *Global semiconductor market shows continued growth in Q2 2025*.

<https://www.wsts.org/esraCMS/extension/media/f/WST/7175/WSTS-Q2-Release-2025-08-04.pdf>