

# Evaluación del potencial de la República Dominicana para competir en las cadenas de valor globales de semiconductores y PCB

STEPHEN EZELL | ENERO DE 2024

---

La República Dominicana es una de las economías de más rápido crecimiento del mundo, ofrece quizás el entorno empresarial más atractivo de América Latina y es un candidato líder para atraer inversiones de países cercanos (*nearshoring*) en la actividad de manufactura avanzada, particularmente para electrónicos como las placas de circuitos impresos (PCB) y el ensamblaje, prueba y empaque (*assembly, testing and packaging, ATP*) de semiconductores.

---

## CONCLUSIONES CLAVE

- Las tensiones geopolíticas, las interrupciones de la cadena de suministro y el aumento de los costos de producción asiáticos están impulsando una reorganización de las cadenas de valor globales en las industrias de alta tecnología, y la República Dominicana se encuentra bien posicionada para atraer esa inversión de *nearshoring*.
- La República Dominicana ha crecido a una tasa anual de casi el 5 % en el último medio siglo, lo que la ha llevado a ser la séptima economía más grande de América Latina y a posicionarse para pasar de la categoría de economía de ingresos medios a la de economía avanzada para 2060.
- Las 87 zonas francas de la República Dominicana, que eximen a los exportadores del pago del 100 % del impuesto sobre la renta (y una serie de otros impuestos), convierten al país en una potencia regional en la producción y exportación de aparatos electrónicos y dispositivos médicos.
- Los 25 principales fabricantes de electrónica que operan en las zonas francas de la República Dominicana proporcionan una base de fabricación de electrónica avanzada bien desarrollada para servir de puntapié para que el país ingrese en el ATP de semiconductores y en la fabricación de PCB.
- El programa “burocracia cero” de la República Dominicana, que busca mejorar la eficiencia de la administración pública a través de marcos regulatorios claros y adecuados, ha simplificado recientemente 315 procedimientos operados por 63 instituciones gubernamentales.
- El programa insignia de capacitación de la fuerza laboral de la República Dominicana, el Instituto Nacional de Formación Técnico Profesional (INFOTEP) equipa al país con el mecanismo necesario para capacitar a una fuerza laboral más grande para respaldar la fabricación avanzada de electrónica.

## ÍNDICE

Conclusiones clave .....	1
Resumen ejecutivo .....	3
Introducción .....	9
¿Por qué debería la República Dominicana buscar establecer una presencia en las cadenas de valor de los semiconductores? .....	10
La economía de la República Dominicana.....	13
Entorno regulatorio.....	19
Política regulatoria .....	19
Zonas francas .....	21
Otras políticas de inversión extranjera directa .....	23
Aduanas.....	23
Política comercial .....	25
Política nacional de innovación .....	27
Entorno empresarial .....	28
Formación y educación de la fuerza laboral.....	28
Infraestructura.....	31
Entorno de costos laborales.....	34
La reorganización de las cadenas de valor de la industria avanzada global.....	35
La industria global de los semiconductores .....	40
Cadenas de valor de los semiconductores .....	40
El mercado del ensamblaje, prueba y empaque de semiconductores .....	42
Creciente salida de semiconductores en América del Norte .....	46
Oportunidad para América Latina en el sector de los semiconductores .....	48
Placas de circuitos impresos .....	49
Recomendaciones en materia de políticas.....	52
Conclusión .....	55
Notas finales .....	56

## RESUMEN EJECUTIVO

La economía mundial está experimentando un dramático reordenamiento impulsado por una multitud de factores, entre ellos las interrupciones de las cadenas de suministro provocadas por la pandemia del COVID-19; la aparición de tecnologías digitales innovadoras, como la inteligencia artificial (IA); y las tensiones geopolíticas, sobre todo entre Estados Unidos y China. En un intento por mejorar la estabilidad, la resiliencia y la competitividad de los costos de sus cadenas de suministro, los fabricantes de electrónica avanzada están considerando sitios de producción alternativos en todo el mundo, lo que ofrece a las naciones una oportunidad única para presentar sus propuestas de valor distintivas para atraer inversiones móviles mundiales en una economía internacional que se está reorganizando en tiempo real.

En pocos sectores esta oportunidad es más significativa que en el de los semiconductores, industria que se prevé que crecerá un 40 % en todo el mundo hasta alcanzar un trillón de dólares para 2030. El gobierno de los Estados Unidos está estimulando su crecimiento en toda América del Norte a través de la Ley de CHIPS y Ciencia, que destinó \$52 000 millones en inversión federal y ya atrajo \$220 000 millones en inversiones anunciadas en unos 70 proyectos. La República Dominicana es una de las principales candidatas para captar la mayor inversión norteamericana en la fabricación de placas de circuitos impresos (PCB) y ofrece un atractivo considerable como destino cercano para la actividad de ensamblaje, prueba y empaque de semiconductores (ATP), en la que los semiconductores se prueban y ensamblan en paquetes sofisticados.

De hecho, la República Dominicana presenta uno de los entornos de inversión extranjera directa (IED) más atractivos que América tiene para ofrecer. La economía política del país está marcada por un entorno favorable a los negocios que cuenta con estabilidad política, un régimen comercial liberalizado y una continuidad regulatoria que ofrece un entorno operativo estable y predecible para las empresas multinacionales. Estos factores han contribuido a que la República Dominicana se haya convertido en la séptima economía más grande de América Latina y haya crecido a una tasa de crecimiento de casi el 5 % (4,9 %) entre 1972 y 2022, lo que la convierte en una de las economías de más rápido crecimiento del mundo en el último medio siglo. Como lo ha expresado la Corporación Financiera Internacional (CFI), “el notable rendimiento [de la República Dominicana] puede atribuirse a varios factores, como la aplicación de políticas sólidas, en particular por parte del banco central, la mejora del marco de las políticas, una base de exportación más diversificada y la flexibilidad estructural de la economía ante las cambiantes condiciones mundiales”. La CFI predice que la tasa de crecimiento anual de más del 5 % de la República Dominicana persistirá en el futuro previsible, y el país pasará de la condición de economía de ingresos medios a la avanzada potencialmente para 2060.

---

**La República Dominicana presenta uno de los entornos de IED más atractivos que América tiene para ofrecer.**

---

Un motor clave del crecimiento económico de la República Dominicana ha sido la IED en las 87 zonas francas del país que sustentan la producción avanzada de bienes manufacturados, en particular de productos electrónicos y dispositivos e instrumentos médicos, para su exportación a mercados regionales (aunque principalmente norteamericanos). En el decenio comprendido entre 2013 y 2022, la República Dominicana atrajo un total de \$27 700 millones en IED entrante, y

los niveles de inversión anual se duplicaron con creces, de \$1900 millones en 2013 a \$4010 millones en 2022. Poco menos del 20 % de la inversión entrante se destina a la industria o a la manufactura (el turismo y la energía son los otros sectores líderes de IED en la República Dominicana).

Las zonas francas de la República Dominicana están ubicadas en 28 de las 32 provincias del país y respaldan a 820 empresas operativas que producen más de 197 600 empleos directos, más de \$8100 millones en exportaciones anuales y han realizado inversiones acumuladas de más de \$7160 millones en el país. El florecimiento de las zonas francas de la República Dominicana ha sido posible gracias a la Ley 8-90, que exime a los beneficiarios del pago del 100 % de los impuestos a la renta; impuestos a la exportación o reexportación; impuestos a la importación y aranceles aduaneros sobre maquinaria, materias primas, equipos y materiales de construcción; impuestos a la transferencia de bienes y servicios industrializados; impuestos sobre patentes, patrimonios o activos; e impuestos municipales. Por lo tanto, las zonas francas presentan un entorno muy atractivo para la fabricación en países cercanos, particularmente de bienes destinados a la exportación a los mercados de América del Norte.

Los dispositivos o instrumentos médicos constituyen el principal sector exportador del país: las exportaciones anuales ascienden a \$2250 millones, 5 de los 10 principales fabricantes de dispositivos médicos del mundo operan en la República Dominicana y el sector tuvo una tasa de crecimiento anual del 17,7 % en 2022. No obstante, justo detrás de los dispositivos médicos se encuentra la electrónica, el segundo mayor exportador de las zonas francas del país, con exportaciones que llegaron a \$1200 millones en 2022, lo que representa el 15 % de las exportaciones totales de las zonas francas y una tasa de crecimiento del 3,8 % con respecto al año anterior.

Veinticinco compañías de electrónica líderes están activas en las zonas francas de la República Dominicana, lideradas por empresas como Eaton, Rockwell Automation, Jabil, Fenix Manufacturing Solutions y Cutler Hammer Industries; 16 de estas 25 tienen su sede en América del Norte, y 22 de las 25 son subsidiarias de una casa matriz extranjera. En conjunto, las empresas de electrónica que operan en las zonas francas de la República Dominicana generan 11 120 empleos, el 6 % de todo el empleo en las zonas francas. Las exportaciones de electrónica de la República Dominicana de las zonas francas se envían prácticamente en su totalidad a América del Norte, un 98,8 % de las cuales se destina a Estados Unidos. Según las exportaciones de productos a los Estados Unidos, los disyuntores encabezan la lista, con el 62,5 % de tales exportaciones, seguidos por los teléfonos celulares y equipos de red inalámbrica, con el 9,1 %, y otros dispositivos, como cajas de conexiones, con una participación del 5,3 %.

---

### **La República Dominicana ofrece un entorno de fabricación rentable.**

---

Dos de los fabricantes de electrónica más notables en la República Dominicana son Eaton Corporation y Rockwell Automation. Eaton opera tres plantas de fabricación en la zona franca PIISA en Haina, que en conjunto cubren 460 000 pies cuadrados y emplean a más de 5000 personas que fabrican una variedad de productos eléctricos, aunque principalmente disyuntores de caja moldeada, disyuntores inteligentes electrónicos o comerciales, además de

disyuntores en miniatura y residenciales. El equipo de Eaton en República Dominicana también ganó un concurso mundial para albergar un Centro de I+D y Diseño en Santo Domingo que atraerá alrededor de \$3000 millones en inversión en investigación y desarrollo (I+D) hasta 2030. Por su parte, Rockwell Automation, desarrollador global de automatización industrial y tecnologías de transformación digital, emplea a más de 300 personas que producen 12 millones de unidades electrónicas (en este caso también, principalmente disyuntores, conjuntos de PCB, cableado, etc.) y generan \$53 millones en el costo total de los bienes vendidos anualmente.

La República Dominicana ofrece un entorno de fabricación rentable. De hecho, el Banco Mundial señaló que el costo por hora de la mano de obra manufacturera en la República Dominicana es de \$2,50, el 6 % de la tasa en los Estados Unidos, aproximadamente la mitad de Costa Rica o México e, incluso, menos que en China.

Pero otra razón clave por la que la República Dominicana atrae a multinacionales es que su régimen comercial liberalizado permite a los exportadores el acceso libre de impuestos a más de 900 millones de consumidores en 49 países. Lo más importante es que el Tratado de Libre Comercio entre la República Dominicana, Centroamérica y los Estados Unidos (CAFTA-DR) liberaliza el comercio de bienes y servicios entre los Estados Unidos y seis países centroamericanos: Costa Rica, la República Dominicana, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua. El país firmó un Acuerdo de Asociación Económica (AAE) con la Unión Europea (UE) en 2008 y, desde ese entonces, su comercio con la UE ha aumentado un 231 %. Como ha señalado la UE, “la República Dominicana se ha destacado por su implementación diligente de los compromisos asumidos en el AAE, incluido el cronograma de reducción arancelaria”. La República Dominicana es también miembro del Acuerdo sobre Tecnología de la Información (ATI) de la Organización Mundial del Comercio (OMC), que es fundamental para los fabricantes de productos electrónicos, a través del cual 82 países han colaborado para eliminar los aranceles al comercio de cientos de productos de tecnología de la información y las comunicaciones (TIC). Por último, la República Dominicana colabora con sus socios en Costa Rica, Ecuador y Panamá como parte de la Alianza para el Desarrollo en Democracia (ADD), una iniciativa para promover el fortalecimiento democrático y el crecimiento económico a través del estrechamiento de los lazos comerciales, demográficos y culturales de los tres países.

---

**Otra razón clave por la que la República Dominicana atrae a las multinacionales es que su régimen comercial liberalizado permite a los exportadores el acceso libre de impuestos a más de 900 millones de consumidores en 49 países.**

---

Los exportadores también se sienten atraídos por la envidiable posición geográfica de la República Dominicana en el Caribe y su infraestructura logística de clase mundial. El país tiene la tercera mejor conectividad marítima de la región y el séptimo puerto marítimo multimodal más grande de América Latina, lo que significa que los productos pueden llegar a la costa este de los Estados Unidos en tres o cuatro días. La República Dominicana ocupa el segundo lugar en América Latina en cuanto a conectividad internacional por transporte aéreo, con vuelos que dan servicio a ubicaciones productoras de semiconductores estadounidenses en el noreste, medio oeste y sur. El país también posee de la conectividad a Internet más sólida del Caribe, en parte debido a que alberga a NAP del Caribe, uno de los puntos de acceso a la red (network access point, NAP) más significativos de América Latina y uno de los 220 NAP ubicados en 26 países

del mundo. Es uno de los tres NAP neutral en cuanto a operadores en toda América Latina. Si bien el país ha dependido tradicionalmente de los combustibles fósiles importados para obtener energía, la generación de energía limpia ahora representa el 18,1 % del suministro de energía del país, y se espera que la energía renovable represente el 25 % de la producción de energía del país para 2025. Además, en entrevistas, los fabricantes que operan en zonas francas enfatizaron que reciben energía de fuentes duales e indicaron que los cortes de energía son poco comunes.

Los países han pasado de ser “creadores de precios” a “tomadores de precios” en el intento de atraer inversiones mundiales en la industria de la tecnología avanzada móvil. De hecho, los principales fabricantes de semiconductores pueden considerar hasta 500 factores discretos, que van desde las políticas de talento, impuestos, comercio y tecnología de los países y estados hasta las tasas de empleo y las leyes y políticas aduaneras, al evaluar dónde ubicar las inversiones multimillonarias en fábricas o en ATP. En otras palabras, la facilidad y la certeza de hacer negocios en un país importa mucho.

En este sentido, la República Dominicana ha trabajado para avanzar, particularmente a través de su programa “Burocracia Cero”, implementado a través del Decreto n.º 640-20, que procura mejorar la eficiencia de la administración pública a través de marcos regulatorios claros y adecuados. Hasta la fecha, se han simplificado o reformado 315 procedimientos de 63 instituciones gubernamentales. Por ejemplo, la Ley n.º 167-21 procura promover la innovación mediante la aplicación de instrumentos normativos que ayuden a informar el proceso de formulación de políticas con análisis basados en pruebas, con el objetivo de elevar la calidad de las políticas y la legislación. De 2019 a 2002, el puntaje de la República Dominicana en el indicador “eficacia gubernamental” del Banco Mundial aumentó del 38,1 al 50 %.

La República Dominicana también ha trabajado de manera diligente para mejorar la calidad de su entorno aduanero. Una iniciativa emblemática ha sido el programa Despacho en 24 Horas (D24H), que procura despachar los contenedores en 24 horas o menos. Hasta la fecha, el programa ha despachado más de 50 000 contenedores en 24 horas o menos, lo que ha beneficiado a más de 6700 importadores. Otro programa clave para los exportadores de la República Dominicana es Exporta Más (o Exporta +), a través del cual las empresas participantes pueden exportar sin un proceso de inspección física y en un formato totalmente digital, sin necesidad de documentos en papel, lo que disminuye el tiempo y los costos asociados a la exportación. Más de 250 empresas están inscritas en el programa Exporta Más, en el que las empresas participantes hacen más de 177 000 declaraciones de exportación, y el programa cubre ahora el 58 % del total de las exportaciones del país.

A pesar de estas fortalezas, si la República Dominicana va a migrar hacia arriba en la cadena de valor en la fabricación de electrónica avanzada, tendrá que ser capaz de educar y forjar una fuerza de trabajo calificada con las habilidades necesarias para competir en la fabricación de electrónica avanzada. En tal sentido, un actor crucial será el Instituto Nacional de Formación Técnico Profesional (INFOTEP), cuyo objetivo consiste en organizar y gobernar el sistema nacional de capacitación profesional y técnica de la República Dominicana. El INFOTEP cuenta con 245 centros operativos en todo el país, a través de los cuales ofrece un total de 920 cursos técnicos, de los cuales 86 se dedican a electricidad y electrónica, 36 a TIC y 104 a fabricación, instalación y mantenimiento de maquinaria y equipos. Las empresas financian el INFOTEP mediante el aporte del 1 % de sus nóminas mensuales al programa. El INFOTEP está activo en

prácticamente todas las zonas francas del país y los fabricantes informaron haber trabajado extensamente con él para diseñar cursos de educación técnica adaptados, como en microelectrónica, soldadura de precisión y uso de robótica, así como otras tecnologías de automatización de la “industria 4.0”. Desde su creación, el INFOTEP ha capacitado a 770 914 trabajadores en diferentes competencias y campos a través de más de 40 000 cursos y cerca de 800 000 horas de capacitación.

Otros actores importantes en el ecosistema de educación técnica de la República Dominicana incluyen el Instituto Tecnológico de las Américas (ITLA), una institución técnica de educación superior fundada en 2000. El ITLA se especializa en la capacitación de jóvenes dominicanos en campos como el desarrollo de software, redes de información, multimedia, mecatrónica, fabricación automatizada y seguridad informática. El Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC) es considerado el instituto técnico líder en el país y ofrece cursos exhaustivos en campos como la ingeniería eléctrica y mecánica. En síntesis, la República Dominicana cuenta con una sólida infraestructura de capacitación en educación técnica.

En resumen, la República Dominicana ha demostrado la capacidad de respaldar una industria de fabricación de electrónica de alta tecnología y posee los activos ecosistémicos necesarios — infraestructura digital y física, instituciones de educación técnica para apoyar a una fuerza laboral especializada en microelectrónica, entorno regulatorio, etc.— para respaldar sus aspiraciones de competir en el ATP de semiconductores y en la fabricación de PCB. Este país debe ser considerado un candidato principal para la inversión en países cercanos y nuevos en estos sectores. También debe ser considerado un candidato líder para ser designado como receptor de fondos del Fondo Internacional de Innovación y Seguridad Tecnológica (ITSI) del Departamento de Estado de los Estados Unidos, que busca mejorar y garantizar la seguridad y diversificación de la cadena de suministro de semiconductores y promover el desarrollo y la adopción de redes de telecomunicaciones seguras y confiables.

En el informe se formulan las siguientes recomendaciones de políticas:

- La República Dominicana debe considerarse un candidato líder para recibir fondos del Fondo ITSI del Departamento de Estado de los Estados Unidos.
- El gobierno de la República Dominicana debe desarrollar una propuesta nacional explícita de valor de semiconductores y una estrategia de competitividad más amplia.
- La República Dominicana debe lanzar una campaña de sensibilización dirigida a inversores globales en industrias de electrónica avanzada, destacando las políticas fiscales y de zonas francas favorables del país.
- La República Dominicana puede cerrar esta brecha ampliando la disponibilidad de programas de grado en ingeniería eléctrica, informática y cursos relacionados.
- La República Dominicana necesita aumentar la cantidad de personas que poseen certificaciones IPC 610.
- La República Dominicana debe considerar la posibilidad de ampliar el uso de incentivos a la inversión para atraer la actividad manufacturera de la industria de semiconductores.
- La República Dominicana debe establecer una “ventanilla única” para facilitar la autorización regulatoria de todos los permisos y las aprobaciones, como los permisos de

revisión ambiental, que se necesitarían para lanzar una instalación de ATP de semiconductores o PCB en el país.

- La República Dominicana debe unirse al ATI ampliado (ATI-2) y formar parte de las discusiones para promulgar un ATI-3.
- La República Dominicana debe promover una reglamentación sólida del comercio digital, y una forma de hacerlo sería sumarse a la Iniciativa Conjunta sobre el Comercio Electrónico de la OMC.
- La República Dominicana debe estudiar la posibilidad de concertar un protocolo bilateral de ese tipo con los Estados Unidos, con el fin de fortalecer aún más el entorno comercial y de inversión entre las dos naciones.



## INTRODUCCIÓN

La economía mundial está experimentando un dramático reordenamiento impulsado por una multitud de factores, entre ellos las interrupciones de la cadena de suministro provocadas por la pandemia del COVID-19; la aparición de tecnologías digitales innovadoras, como la IA; y las tensiones geopolíticas, sobre todo entre Estados Unidos y China. En un intento por mejorar la estabilidad, la resiliencia y la rentabilidad de sus cadenas de suministro, los fabricantes de electrónica avanzada están considerando sitios de producción alternativos en todo el mundo. Esta reorganización de las cadenas de valor globales ofrece a las naciones una oportunidad única de presentar sus propuestas de valor distintivas para atraer inversiones móviles mundiales en una economía internacional que se está reorganizando en tiempo real.<sup>1</sup>

En pocos sectores esta oportunidad es más significativa que en el de los semiconductores, una industria que se prevé que crecerá un 40 % en todo el mundo hasta alcanzar un billón de dólares para 2030.<sup>2</sup> En un estudio, se señaló que la demanda global de capacidad de fabricación de semiconductores aumentará en un 56 % en la década de 2020.<sup>3</sup> Otro estudio estima que para 2030 se construirán más de 70 nuevas fábricas de semiconductores en todo el mundo para satisfacer la creciente demanda mundial de semiconductores.<sup>4</sup> El gobierno de los Estados Unidos se ha comprometido a estimular el crecimiento de la industria de los semiconductores en América del Norte a través de la Ley de CHIPS y Ciencia, que destinó \$52 000 millones en inversión federal, suma que incluye \$39 000 millones en incentivos y \$11 000 millones para actividades de I+D y capacitación laboral, y ya atrajo \$230 000 millones en inversiones anunciadas en unos 70 proyectos propuestos en Estados Unidos.<sup>5</sup>

---

**La reorganización de las cadenas de valor globales ofrece a las naciones una oportunidad única de presentar sus propuestas de valor distintivas para atraer inversiones móviles mundiales en una economía internacional que se está reorganizando en tiempo real.**

---

La República Dominicana es una de las principales candidatas para captar la mayor inversión norteamericana en la fabricación de PCB y ofrece un atractivo considerable como destino cercano para la actividad de ATP de semiconductores (paso en el que los semiconductores se prueban y ensamblan en paquetes sofisticados). Esto se debe, en gran parte, a que la República Dominicana representa uno de los destinos más atractivos de América Latina para la IED entrante, gracias a su entorno regulatorio, fiscal y comercial estable, predecible y favorable para los negocios. Esto encaja bien con la pretensión de la administración Biden de disminuir la dependencia de la producción tecnológica en Asia, al tiempo que se reubica estratégicamente la fabricación de semiconductores más cerca del país.<sup>6</sup>

Las 86 zonas francas de la República Dominicana anclan la economía manufacturera del país, las cuales respaldan a más de 800 empresas que emplean en conjunto a casi 200 000 trabajadores, producen más de \$7770 millones en exportaciones anuales y han realizado inversiones acumuladas de más de \$7160 millones en el país. Veinticinco compañías de electrónica, ancladas por líderes como Eaton y Rockwell Automation, fabrican en la República Dominicana, las cuales representaron más de 11 200 empleos y produjeron \$1200 millones en exportaciones en 2022. La base actual de fabricación de electrónica del país equipa a la República Dominicana con la experiencia comercial y la mano de obra técnica calificada necesaria para apoyar sus aspiraciones de migrar hacia arriba en la cadena de valor de la

electrónica avanzada para competir en la actividad de ATP de semiconductores y de fabricación de PCB, especialmente en un momento en que la reorganización global de las cadenas de producción en estas industrias está impulsando el traslado de la fabricación de vuelta a su país de origen o a países cercanos en América. De hecho, el país tiene un historial extenso de atraer y respaldar con éxito a empresas de alta tecnología en una gama de sectores de tecnología avanzada, desde dispositivos médicos hasta TIC o electrónica.

Además, es hora de que tanto los responsables políticos en Washington como los líderes empresariales de todo el mundo consideren más seriamente a los socios regionales en América como candidatos a mayores impulsores de la actividad de fabricación de electrónica avanzada. Como escribió el autor de *Chip Wars*, Chris Miller, con David Talbot: “El hemisferio occidental merece más atención mientras Washington busca asegurar mejor la cadena de suministro de electrónica más amplia”.<sup>7</sup> Y también sugirieron: “La creación de capacidad regional ofrece una manera de limitar los riesgos de suministro por estar centrados en Asia y, en el caso de un conflicto importante entre China y Estados Unidos, una cadena de suministro interhemisférica sería mucho menos susceptible a la interferencia”.<sup>8</sup> De hecho, eso es así. La incorporación de socios del hemisferio occidental en las cadenas de suministro de semiconductores puede resultar beneficiosa para los Estados Unidos, los socios regionales y las empresas mundiales de semiconductores por igual, y la República Dominicana está lista para unirse a otros países latinoamericanos, como Costa Rica y México, para liderar en este sentido.

En la primera mitad de este informe, se examina el entorno económico, empresarial y político de la República Dominicana. Comienza proporcionando una visión general de la economía del país y de los sectores industriales clave, antes de examinar su entorno de políticas, considerando cuestiones como las políticas regulatorias, comerciales, aduaneras, tributarias e innovadoras del país. La sección sobre el entorno empresarial examina la infraestructura del país, la educación y los programas de capacitación de la fuerza laboral. El resto del informe explora la capacidad potencial de la República Dominicana para competir específicamente en la actividad de ATP de semiconductores y de fabricación de PCB. Pero antes de pasar a estos temas, se analiza por qué la República Dominicana debería querer entrar en la competencia para atraer la inversión del sector de semiconductores en primer lugar.

## **¿POR QUÉ DEBERÍA LA REPÚBLICA DOMINICANA BUSCAR ESTABLECER UNA PRESENCIA EN LAS CADENAS DE VALOR DE LOS SEMICONDUCTORES?**

Como se señala en este informe, los semiconductores representan una de las industrias más importantes del mundo. Representan el corazón de la economía digital global moderna, una industria que se prevé que alcance un trillón de dólares en valor para 2030 y que estimula otros \$7 trillones en actividad económica mundial anualmente.<sup>9</sup> Los semiconductores alimentan (literalmente, a través de la administración de energía, y en sentido figurado, a través de la capacidad informática) prácticamente todos los dispositivos modernos, desde computadoras y teléfonos inteligentes hasta vehículos eléctricos y hornos tostadores, y respaldan una gama de aplicaciones posteriores, desde la IA hasta el análisis de macrodatos (*big data*). En pocas palabras, los semiconductores son fundamentales en la capacidad de las empresas y las naciones para competir en la economía global. Representan en verdad las “alturas dominantes” de la economía digital global moderna.

Además, la fabricación de semiconductores representa una de las actividades de ingeniería más complejas que la humanidad emprende. La construcción de las fábricas de semiconductores más vanguardistas, las que producen chips de 3 nanómetros (nm), pueden costar \$20 000 millones.<sup>10</sup> Las instalaciones de ATP de semiconductores generalmente constituyen inversiones de \$2000 millones a \$3000 millones; por ejemplo, en noviembre de 2023 Amkor anunció que lanzaría una nueva planta de ATP en Arizona a un costo de \$2000 millones, mientras que TSMC anunció que gastará \$2870 millones para construir su próxima planta de empaque avanzado en Taiwán para 2027.<sup>11</sup> De hecho, el diseño y funcionamiento de las fábricas de semiconductores es tan sutil y sofisticado que tiene en cuenta detalles tan minuciosos y granulares como los efectos gravitacionales de la luna en las líneas de fábrica.

Y así, de la misma manera, si los países (y los estados o las regiones en ellos) desean competir con éxito por la inversión en el sector de los semiconductores, los entornos políticos y empresariales que fomentan deben estar igualmente optimizados, bien elaborados, bien diseñados y ser sumamente sofisticados como la propia instalación de semiconductores, un hecho que se aplica igualmente a los Estados Unidos, a China, Alemania, Corea, Japón o India, o la República Dominicana. Pero la competencia global por la inversión en semiconductores es feroz, ya que las naciones —y los estados, las regiones y las ciudades en ellos— se han convertido en tomadores de precios, no en creadores de precios, en la intensa búsqueda de atraer inversión móvil de todo el mundo en industrias de alto valor agregado y alta tecnología, como la de los semiconductores.<sup>12</sup> De hecho, los principales fabricantes de semiconductores pueden considerar hasta 500 factores discretos, que van desde las políticas de talento, impuestos, comercio y tecnología de los países y estados hasta las tasas de empleo y las leyes y políticas aduaneras, al evaluar dónde ubicar las inversiones multimillonarias en fábricas. Para ganar la inversión en el sector de semiconductores, las empresas locales no solo necesitan tener cientos de factores “correctos”, sino que la solidez de sus “marcas de verificación” en esos cientos de variables debe ser mejor que la de los otros países que están cortejando la misma inversión.

Pero, ¿por qué, en medio de otros sectores a los que podría apuntar o las iniciativas que podría perseguir, debería la República Dominicana priorizar el tratar de competir en la industria de semiconductores? Hay varias razones convincentes.

En primer lugar, el fomento de la actividad manufacturera en sectores de alta tecnología, como los semiconductores, no solo proporciona una fuente importante de oportunidades de empleo de alto valor agregado y bien remuneradas, sino que también puede producir importantes efectos multiplicadores económicos y de empleo. Esto es real en los Estados Unidos, donde el multiplicador de empleos de la industria de semiconductores es de 6,7, lo que significa que, por cada trabajador estadounidense empleado directamente por la industria de semiconductores, se respaldan otros 5,7 empleos en toda la economía estadounidense.<sup>13</sup> (En total, la industria de semiconductores de los Estados Unidos representa 277 000 empleos directos y 1,6 millones más de empleos indirectos.) Esos trabajos son altamente productivos y, por lo tanto, remunerativos: el empleo promedio en el sector de semiconductores en los Estados Unidos paga \$177 000, en comparación con el salario promedio en los Estados Unidos de \$61 900.<sup>14</sup> Los semiconductores también producen multiplicadores económicos significativos. Según un informe, “Cada dólar añadido al PIB de los Estados Unidos por el sector manufacturero de productos electrónicos crea \$1,32 en otras partes de la economía. Además, cada dólar en

producción de manufactura electrónica genera \$1,05 de producción en otras partes de la economía”.<sup>15</sup> Al igual que los empleos de semiconductores en Estados Unidos producen y pagan más, y generan multiplicadores económicos y de empleo significativos, también lo harían esos empleos en la economía de la República Dominicana.

En segundo lugar, la fabricación de semiconductores puede producir enormes efectos indirectos y de “aprender haciendo” en el resto de la economía de alta tecnología de la República Dominicana. Como observó Konark Bhandari, de Carnegie India: “Una base de fabricación sólida asegura que el conocimiento obtenido de ‘aprender haciendo’ también se transfiera a las empresas locales”.<sup>16</sup> O, como explicó Rajat Kathuria, exdirector y CEO del Instituto Indio de Relaciones Económicas Internacionales (ICRIER): “El crecimiento económico está influenciado por los niveles de ‘sofisticación’ en la producción de un país. La naturaleza de la producción es importante para el crecimiento económico. Los países que se especializan en la producción de bienes con mayor productividad están mejor situados para lograr un mayor crecimiento”.<sup>17</sup>

Kathuria señaló cómo los economistas Ricardo Hausmann y Bailey Klinger desarrollaron la noción de “espacio de productos” para ilustrar cómo el patrón inicial de especialización de un país afecta su capacidad para expandir la competitividad en industrias adyacentes. Como expresaron Hausmann y Klinger: “La ubicación en el espacio de productos es un determinante crucial del potencial de un país para desarrollar ventajas comparativas en ciertos productos. Los países avanzan explotando la relación de productos que requieren insumos similares, incluidas las habilidades y la tecnología”.<sup>18</sup> Por lo tanto, el desarrollo económico de los países “no es simplemente el avance en atributos generales como la educación, la salud, el estado de derecho y la infraestructura, sino también el desarrollo de sistemas de apoyo y actividades complementarias que son específicas de una industria”.<sup>19</sup> Para la República Dominicana, sus capacidades existentes en la fabricación de productos electrónicos pueden servir de plataforma para ingresar a los elementos orientados a la fabricación de la producción de semiconductores o PCB. A su vez, si la República Dominicana puede entrar en el “espacio de productos” de fabricación de semiconductores, esto podría impulsar su capacidad futura para competir en otros sectores de fabricación de alta tecnología, como la robótica. En otras palabras, abrirse paso en la fabricación de PCB o de ATP de semiconductores puede crear otras oportunidades para que la República Dominicana compita en otros sectores de la cadena de valor de los semiconductores que hubieran sido hasta ahora inalcanzables.

En tercer lugar, hay importantes efectos de “aprender haciendo” en las estrategias de creación de políticas necesarias para atraer inversiones en industrias de alta tecnología, como los semiconductores. De hecho, los efectos indirectos de conocimiento para los responsables políticos de la República Dominicana sobre lo que se necesita para atraer la fabricación de semiconductores —en la medida en que informa cómo la República Dominicana compite por otros sectores de alta tecnología (como la conversión de sus fortalezas en la industria de dispositivos médicos en un nuevo sector biofarmacéutico) y cómo administra su política económica más amplia y el entorno empresarial— es probable que sean mucho más poderosos que incluso el “aprender haciendo” técnico que ocurre en la fábrica.

En cuarto lugar, la realidad es que este es el momento de la República Dominicana y de América Latina. Como se observa en un reciente artículo del *Financial Times*, el interés actual en la reorientación de las cadenas de suministro globales, la promoción de la producción cercana y la

oportunidad de aprovechar nuevas reservas de mano de obra calificada y recursos naturales “le da a América Latina su mejor oportunidad en una generación para sacar a sus economías del estancamiento, hacer que su gente sea más rica y asumir un papel global más importante” en “ayudar a enfrentar algunos de los mayores desafíos del siglo XXI”, desde generar energía limpia hasta extraer minerales clave.<sup>20</sup> Este es un momento único en el que las empresas multinacionales reevalúan sus cadenas de valor globales en tiempo real, por eso, la oportunidad es ahora si países como la República Dominicana desean entrar y atraer inversión internacional en industrias de tecnología avanzada como los semiconductores.

Por último, así como la oportunidad de entrar en la industria de semiconductores anticiparía la capacidad de la República Dominicana para ascender en la cadena de valor económica (es decir, la fabricación de electrónica avanzada), también representaría la oportunidad de ascender en la cadena de valor geopolítica. En otras palabras, podría demostrar la capacidad del país de convertirse en un socio estratégico y confiable en cadenas de suministro fundamentales para la producción de bienes de tecnología avanzada para Estados Unidos, Europa y más allá.

## **LA ECONOMÍA DE LA REPÚBLICA DOMINICANA**

La República Dominicana es una nación caribeña de habla hispana de 11,3 millones de ciudadanos cuyo territorio abarca 18 700 millas cuadradas, aproximadamente dos tercios de la isla de La Española, que comparte con Haití. La República Dominicana, cuyo producto interno bruto (PIB) alcanzó los \$89 000 millones en 2023 (a tipos de cambio oficiales), cuenta con la mayor economía del Caribe y la séptima más grande de América Latina en general, tanto en términos nominales como de paridad de poder adquisitivo. La sexta economía más grande de América Latina, Perú, tiene tres veces la población de la República Dominicana. Desde 2010, la República Dominicana ha sido la economía de más rápido crecimiento en América Latina y el Caribe. Al igual que Singapur, si bien es pequeña en tamaño, la economía de la República Dominicana y su aporte al comercio hemisférico están muy por encima de su peso. De hecho, como señaló la CFI: “A pesar de ser uno de los países más pobres de América Latina a mediados de la década de 1960, la República Dominicana ha hecho un progreso notable en términos de convergencia de ingresos [con los Estados Unidos]”.<sup>21</sup>

Además, la República Dominicana ha sido una de las economías de más rápido crecimiento en el mundo durante el último medio siglo. Entre 1972 y 2022, el crecimiento del PIB real de la República Dominicana promedió un 4,9 %, superando con creces a sus pares latinoamericanos más cercanos (Panamá con un 4,5 %, Paraguay con un 4,2 % y Costa Rica con un 4,1 %) y superando con creces la tasa de crecimiento promedio latinoamericana del 3,2 %.<sup>22</sup> Como ha explicado el Banco Mundial, el “notable crecimiento” de la República Dominicana se ha visto respaldado por la estabilidad macroeconómica y una serie de reformas económicas orientadas al mercado que comenzaron en la década de 1990, que incluyeron “incentivos fiscales, la liberalización de las transacciones de divisas y acuerdos comerciales, la eliminación de los controles de precios y de las restricciones a la inversión extranjera directa en casi todos los sectores”.<sup>23</sup>

El crecimiento económico de la República Dominicana se ha acelerado en este siglo: el país ha registrado un crecimiento promedio real del PIB del 5,8 % entre 2005 y 2019.<sup>24</sup> El PIB per cápita de la República Dominicana es ahora el sexto más alto de América Latina, justo después de Argentina en quinto lugar y México en séptimo lugar. Según el Fondo Monetario Internacional

(FMI), el PIB per cápita de la República Dominicana (a precios corrientes) alcanzó los \$27 230 en 2023.<sup>25</sup> Las continuas altas tasas de crecimiento económico de la República Dominicana han significado que su economía demuestra la convergencia de ingresos más rápida (hacia el nivel de Estados Unidos) que cualquier país latinoamericano en el último medio siglo, y esta “velocidad de convergencia” ha aumentado de un promedio de 3 puntos porcentuales por década en los últimos 50 años a casi 8 puntos porcentuales por década más recientemente.<sup>26</sup> Como observó la CFI, “este notable rendimiento puede atribuirse a varios factores, como la aplicación de políticas sólidas, en particular por parte del banco central, la mejora del marco de las políticas, una base de exportación más diversificada y la flexibilidad estructural de la economía ante las cambiantes condiciones mundiales”.<sup>27</sup> La CFI prevé que la economía de la República Dominicana crecerá a alrededor de un 5 % anual en el futuro previsible, en cuyo caso la organización espera que el país pueda pasar de la categoría de economía de ingresos medios a la de economía avanzada potencialmente para 2060.<sup>28</sup>

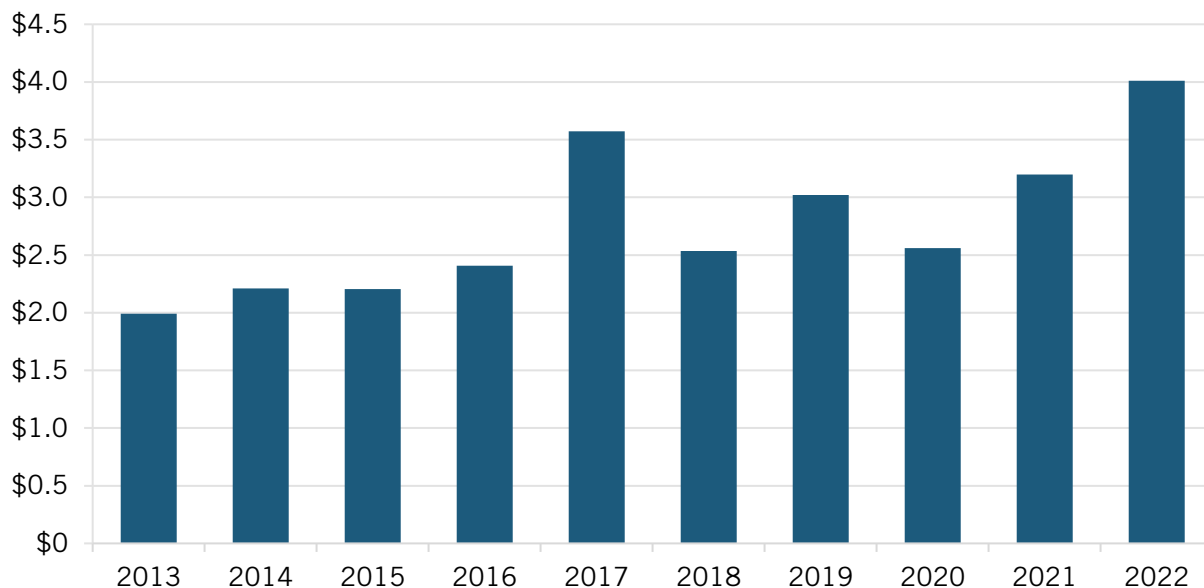
---

**Al igual que Singapur, si bien es pequeña en tamaño, la economía de la República Dominicana y su aporte al comercio hemisférico están muy por encima de su peso.**

---

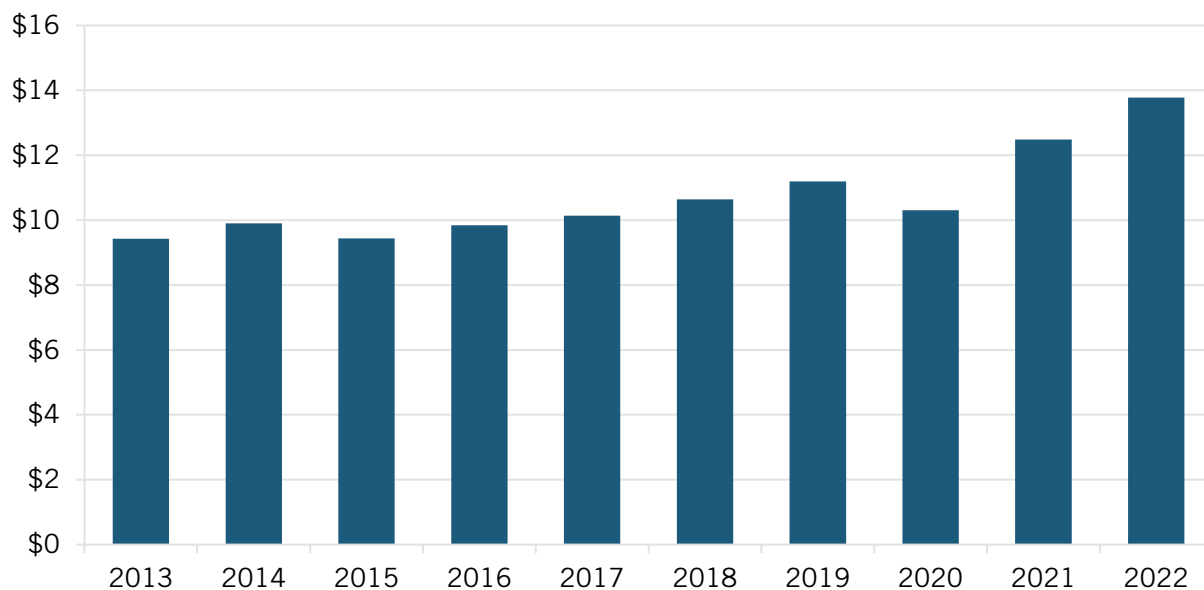
Atraer IED sólida —la mayor parte de ella hacia las zonas francas de importancia clave del país, como se explicará a continuación— ha sido un componente fundamental de la historia de crecimiento económico de la República Dominicana. En el decenio comprendido entre 2013 y 2022, la República Dominicana atrajo un total de \$27 700 millones en IED entrante, y los niveles de inversión anual se duplicaron con creces, de \$1900 millones en 2013 a \$4010 millones en 2022. (Véase el figure 1). En 2023, la IED entrante alcanzó los \$2150 millones hasta junio, lo que situó al país en el camino de superar sus niveles de 2022. Por sectores, el 26 % de esta IED se ha destinado al sector energético de la República Dominicana, el 25 % al turismo y el 18 % a la industria y al comercio.<sup>29</sup> España ha sido durante mucho tiempo la principal fuente de inversión en IED de la República Dominicana (incluidos los sectores del turismo y la manufactura); representa, en la última década, el 33,6 % de la IED entrante, seguida de Estados Unidos con el 24,5 %.<sup>30</sup> Sin embargo, Estados Unidos es, con mucha diferencia, el mayor inversor extranjero directo en las industrias manufactureras de la República Dominicana, y de 2017 a 2019, fue el principal originador de IED en la República Dominicana, representando el 23 % de la inversión total en esos años. La Estrategia Nacional de Desarrollo de la República Dominicana, así como su Estrategia Nacional de Competitividad, “se han enfocado específicamente en el acercamiento de los Estados Unidos para facilitar una mayor sofisticación y diversificación industrial”.<sup>31</sup> El “Índice de Desempeño Greenfield de 2023” de fDi Intelligence, que clasifica a los mejores resultados de IED del mundo en relación con el tamaño de sus economías, ubicó a la República Dominicana en el quinto lugar entre 10 países latinoamericanos, pero señaló que el país tuvo el quinto mayor aumento en la clasificación en comparación con su puntaje del año anterior.<sup>32</sup>

**Gráfico 1: IED entrante de la República Dominicana entre 2013 y 2022 (expresado en miles de millones)<sup>33</sup>**

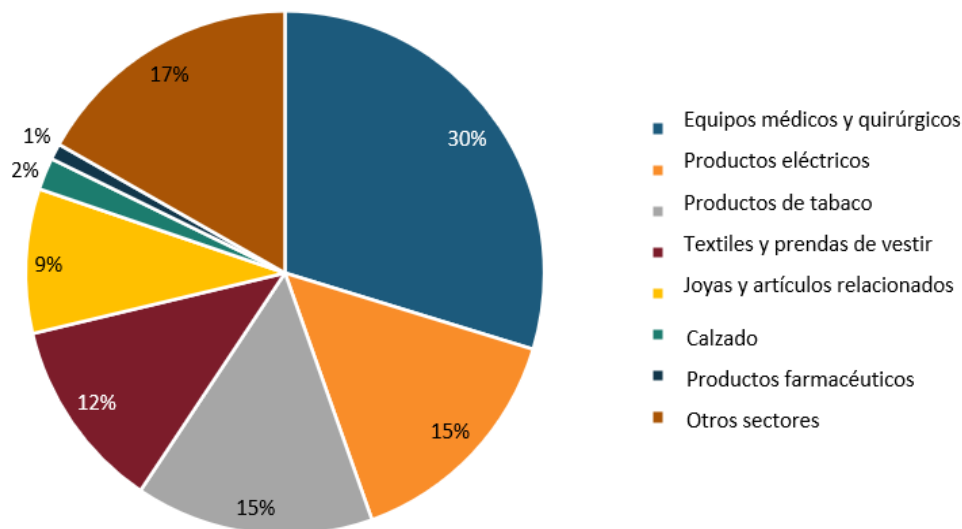


Las exportaciones de la República Dominicana han aumentado constantemente en los últimos 10 años; alcanzaron un total de \$107 000 millones en el decenio y aumentaron de \$9400 millones en 2013 a \$13 800 millones en 2022, con \$6700 millones más en los primeros seis meses de 2023. (Véase el figure 2). Cincuenta y nueve por ciento de las exportaciones de la República Dominicana provienen de zonas francas. Con respecto a los productos de tecnología avanzada, los equipos de fabricación, médicos y quirúrgicos representan el 30 % de las exportaciones de la República Dominicana, los productos eléctricos el 15 % y los productos farmacéuticos el 1 %. (Véase el figure 3). En 2023, las exportaciones de las zonas francas de la República Dominicana alcanzaron un nuevo récord de \$8060 millones. Además, de 2020 a 2023, las exportaciones de las zonas francas crecieron un 38,4 %.

**Gráfico 2: Exportaciones de la República Dominicana entre 2013 y 2022 (expresado en miles de millones)<sup>34</sup>**



**Gráfico 3: Exportaciones de las zonas francas de la República Dominicana por sectores, junio de 2023 hasta la fecha<sup>35</sup>**



Como se señaló, la electrónica y los aparatos eléctricos constituyen uno de los sectores de exportación más importantes de la República Dominicana. La industria electrónica es la tercera más grande entre las zonas francas de la República Dominicana: representa \$1200 millones en exportaciones en 2022 y un crecimiento de las exportaciones del sector a una tasa anual del 3,8 %.<sup>36</sup> Veinticinco compañías de electrónica están activas en las zonas francas de la República Dominicana, lideradas por empresas como Eaton, Rockwell Automation, Fenix Manufacturing Solutions y Cutler Hammer Industries; 16 de estas 25 tienen su sede en América del Norte.<sup>37</sup> En conjunto, las compañías de electrónica que operan en las zonas francas de la República Dominicana generan 11 120 empleos directos, el 6 % de todo el empleo en las zonas francas de la República Dominicana. Además, las industrias de la información y las comunicaciones emplean a alrededor de 45 400 personas, lo que representa aproximadamente el 1 % de la fuerza laboral no agrícola del país.<sup>38</sup>

---

**Las exportaciones de la República Dominicana, el 59 % de las cuales provienen de zonas francas, han aumentado de manera constante en los últimos 10 años y alcanzaron un total de \$107 000 millones durante la década.**

---

Dos de los fabricantes de equipos electrónicos más importantes en la República Dominicana son Eaton Corporation y Rockwell Automation.

Eaton Corporation es una empresa inteligente de gestión de energía con operaciones globales. Comenzó a operar en la República Dominicana en 1985, y su presencia central se encuentra en el Parque Industrial PIISA en Haina, un suburbio industrial al oeste de Santo Domingo. Las tres plantas de fabricación de Eaton en Haina cubren 460 000 pies cuadrados y emplean a más



de 5000 personas, quienes fabrican una variedad de productos eléctricos, principalmente disyuntores de caja moldeada, disyuntores inteligentes electrónicos o comerciales y disyuntores en miniatura y residenciales. La pandemia del COVID-19 causó interrupciones y retrasos en la fabricación en todo el mundo, incluidas las operaciones de fabricación de Eaton en Haina, pero estas fueron las más rápidas en la red global de Eaton en eliminar el retraso en la producción y volver a los cronogramas de producción normales. Eaton también opera una planta de fabricación aeroespacial en Santiago, República Dominicana. En 2019, el gobierno de la República Dominicana reconoció a Eaton como una de las empresas con mayor contribución al crecimiento de las exportaciones y a la generación de divisas en el país, así como por las innovaciones en la transformación de los procesos productivos del sector de las zonas francas.<sup>39</sup>

A principios de la década de 2020, Eaton lanzó un concurso entre sus filiales mundiales de fabricación en los países en desarrollo para crear propuestas para un nuevo centro de I+D y diseño de productos electrónicos innovadores. El equipo de Eaton en la República Dominicana ganó este concurso y, el 23 de junio de 2022, Eaton abrió el Centro de Diseño Santo Domingo, con la instalación adyacente al Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC) y cerca de las instalaciones de fabricación de la compañía, y forjó así un centro estratégico que cuenta con un laboratorio avanzado para el diseño y el desarrollo.<sup>40</sup> La instalación fortalecerá las capacidades de ingeniería de Eaton en el país al respaldar el desarrollo de nuevos productos para líneas de productos clave, incluidos disyuntores de circuito residenciales, disyuntores de caja moldeada y equipos de control industrial.<sup>41</sup> La inversión forma parte del compromiso del país de invertir \$3000 millones en I+D para acelerar el desarrollo de soluciones sostenibles para 2030.<sup>42</sup> La inversión también apoyará el compromiso de Eaton con la educación de la industria en la región a través de asociaciones y programas de prácticas continuos con la Universidad INTEC, así como con otras escuelas locales de formación profesional, como el Instituto Politécnico de Haina (IPHA) y el Instituto Politécnico Loyola.

Rockwell Automation, desarrollador global de automatización industrial y tecnologías de transformación digital, emplea a casi 400 personas en la República Dominicana, que fabrican una variedad de interruptores eléctricos, incluidos interruptores de seguridad, interruptores de fin de carrera, interruptores de proximidad y fotosensores. La operación de Rockwell en la República Dominicana produjo 12,1 millones de unidades en el ejercicio económico 2022, lo que generó \$52,8 millones en costo de bienes vendidos. La planta de Rockwell en la República Dominicana ofrece estándares de fabricación de clase mundial, logrando una entrega puntual del 96 % de los productos a los clientes. En los últimos cuatro años, Rockwell ha invertido casi \$5 millones en sus operaciones en la República Dominicana; el 47 % de esas inversiones se destinaron a aumentos de capacidad, el 38 % a continuidad del negocio, el 12 % a reemplazo de activos y el 3 % a actualizaciones y adquisiciones de productos.

Las exportaciones de electrónica de la República Dominicana de las zonas francas se envían prácticamente en su totalidad a América del Norte, un 98,8 % de las cuales se destina a Estados Unidos. Según las exportaciones de productos a los Estados Unidos, los disyuntores encabezan la lista, con el 62,5 % de tales exportaciones, seguidos por los teléfonos celulares y equipos de red inalámbrica, con el 9,1 %, y otros dispositivos, como cajas de conexiones, con una participación del 5,3 %.<sup>43</sup>

En la Table 1, se resumen algunos de los principales fabricantes de productos electrónicos que operan en la República Dominicana y el alcance de sus exportaciones durante los primeros 11 meses de 2023.

**Tabla 1: Principales fabricantes o exportadores de electrónica en la República Dominicana<sup>44</sup>**

<b>Fabricante de productos electrónicos</b>	<b>Descripción</b>
<b>Airlink Distribution DR</b>	Exportaciones de piezas para dispositivos celulares, relojes, portátiles, tablets y iPads
<b>Amlat PCS Wireless DR</b>	Fabricación y reacondicionamiento de dispositivos electrónicos inteligentes para la reventa, como cámaras de seguridad, tablets, relojes
<b>Back &amp; Forth Logistics</b>	Exportaciones de productos electrónicos como consolas de videojuegos de la marca Sony, parlantes, baterías, cargadores, etc.
<b>Cutler Hammer Industries Ltd.</b>	Fabricación y exportación de interruptores electrónicos a clientes multinacionales como Eaton Corporation
<b>E-Cycling International SRL</b>	Exportadores de impresoras, placas de circuito, discos duros, cables de alimentación y otras piezas electrónicas
<b>Fenix Manufacturing Solutions GMBH</b>	Exportadores de interruptores, piezas de computadoras y cableado para el montaje de productos eléctricos y electrónicos
<b>Johanson Dominicana SA</b>	Fabricación y exportación de capacitores eléctricos a clientes de todo el mundo
<b>K&amp;L Microwave DR</b>	Fabricación y exportación de filtros de radiofrecuencia a clientes con sede en Estados Unidos
<b>NAPCO DR SAS</b>	Exportadores de equipos de seguridad como cerraduras electrónicas, sensores y alarmas
<b>PC Precision Engineering Inc.</b>	Electrónica de ingeniería de precisión, como PCB, para contratistas de defensa de Estados Unidos, clientes industriales y fabricantes de equipos originales (OEM)
<b>Prime Technology Inc.</b>	Exportadores de medidores de panel y placas de circuito a la empresa matriz con sede en Estados Unidos
<b>RK Power Generator Corp.</b>	Fabricación de plantas de energía, sistemas de transferencia automática y piezas para el mantenimiento de generadores
<b>Rockwell Automation Technologies</b>	Fabricación de interruptores eléctricos, tarjetas de circuito, cables conductores y sensores
<b>Souriau Dominican Republic Ltd.</b>	Fabricación y exportación de conectores eléctricos para Eaton Corporation en los Estados Unidos
<b>Vishay Hirel Systems International LLC</b>	Fabricación y exportación de inductores y circuitos eléctricos para marcas comerciales en Asia, Europa y Estados Unidos

La mayoría de los fabricantes de electrónica en la República Dominicana se concentran en la costa sureste del país, alrededor de las provincias de San Cristóbal, Santo Domingo y San Pedro de Macoris, aunque hay otro grupo importante en la parte noreste del país centrado alrededor de la provincia de Santiago. (Véase el figure 4).

**Gráfico 4: Ubicación de los principales fabricantes de electrónica en la República Dominicana<sup>45</sup>**



## ENTORNO REGULATORIO

A medida que la República Dominicana busca migrar hacia arriba en la cadena de valor de fabricación de electrónica avanzada para captar potencialmente la inversión del sector de semiconductores, el país reconoce que necesita fomentar un entorno regulatorio que proporcione estabilidad, certeza, previsibilidad y transparencia a los inversores. En esta sección, se analiza el entorno regulatorio del país, las políticas para atraer inversiones internacionales, los procedimientos aduaneros y las políticas comerciales y de innovación.

### Política regulatoria

La República Dominicana ha avanzado para fortalecer sus instituciones y su entorno regulatorio. El Decreto n.º 640-20 estableció el programa “Burocracia Cero (B0)” destinado a mejorar la eficiencia de la administración pública a través de marcos regulatorios claros y apropiados que simplifiquen los procedimientos y servicios al tiempo que mejoren la calidad de la normativa. La coordinación de este programa se ha encomendado al Ministerio de Administración Pública, al Ministerio de la Presidencia, al Consejo Nacional de Competitividad y a la Oficina Gubernamental de Tecnologías de la Información. Hasta la fecha, se han reformado 315 procedimientos de 63 instituciones, priorizados para el período 2020-2024.

Los objetivos específicos del programa Burocracia Cero son los siguientes:

- mejorar la eficacia, la transparencia y la equidad de la administración pública mediante la simplificación de los procesos;
- fomentar la utilización de las TIC para automatizar y digitalizar los servicios públicos;
- implementar herramientas de las prácticas regulatorias recomendadas para mejorar la calidad de las reglamentaciones, fomentar una mayor participación ciudadana e infundir confianza en los procesos regulatorios del país;
- supervisar y evaluar la funcionalidad de los servicios públicos.

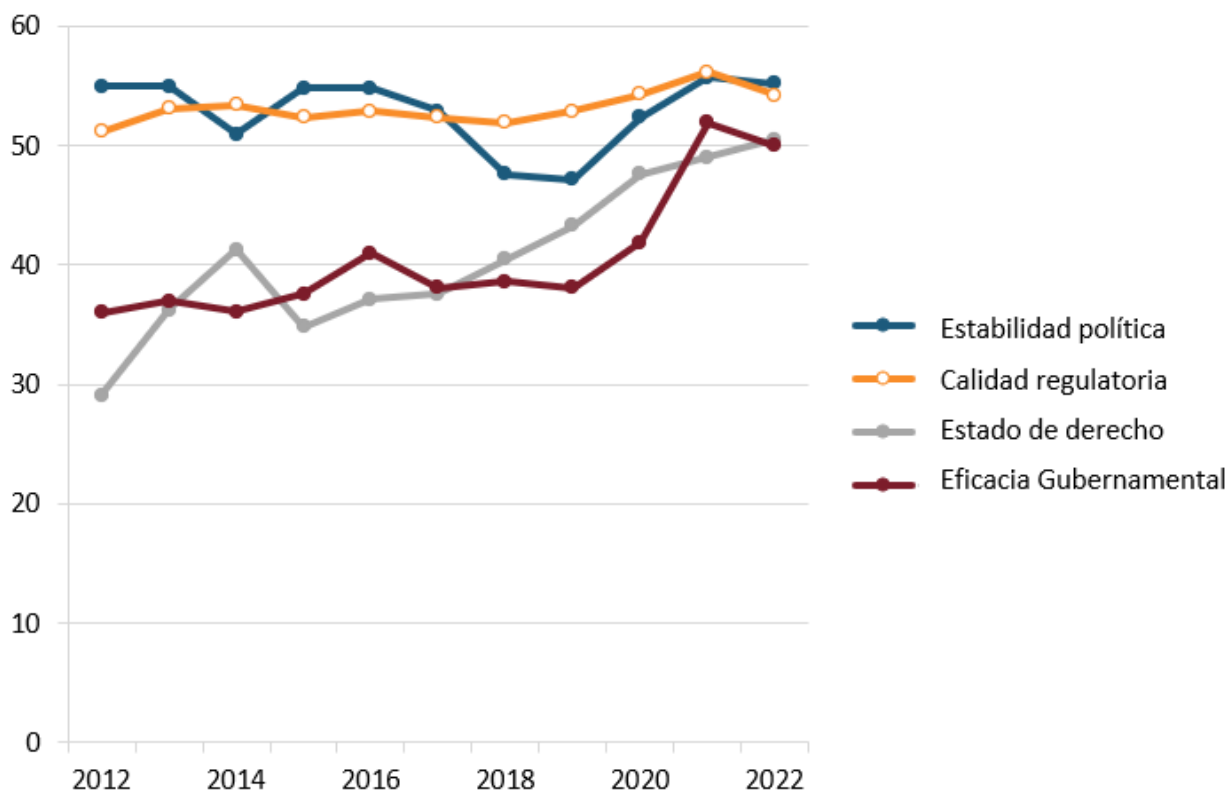
En concreto, el programa incluye los siguientes componentes:

- Mejores prácticas regulatorias e innovación. Esto implica instrumentos normativos que ayuden a informar el proceso de elaboración de políticas con análisis basados en pruebas, con el objetivo de elevar la calidad de las políticas y la legislación. Este es el propósito de la Ley n.º 167-21.
- Simplificación de los procesos de servicio público. Esto incluye cualquier acción o iniciativa de los organismos públicos centrada en la agilización de los procedimientos administrativos, a fin de hacerlos más accesibles y convenientes, tanto para el desarrollo de procedimientos como para servir al público. Esta iniciativa tiene por objeto garantizar la transparencia y la eficiencia en la prestación de servicios.
- Transformación digital. Esto implica la digitalización, la automatización de procedimientos y servicios, o ambos. Al aprovechar las TIC, los ciudadanos y las empresas pueden acceder a los servicios solicitados a través de diversas plataformas digitales.
- Omnicanalidad. Esto se refiere a la disponibilidad de servicios públicos a través de múltiples canales (por ejemplo, ventanillas virtuales, asistencia telefónica, PuntosGob y chatbots) todos integrados en un único portal (www.gob.do). Esta integración garantiza la coherencia en el diseño y la prestación de los servicios públicos, permitiendo a los ciudadanos iniciar y completar cualquier solicitud a través de su canal preferido.
- Interoperabilidad. Esto implica la integración de procedimientos y servicios públicos utilizando la plataforma de interoperabilidad del país (X-ROAD). Facilita la interconexión de datos y procesos, lo que permite el intercambio de información y conocimientos entre las instituciones públicas. Esta integración cumple los principios de protección de datos, ética y ciberseguridad.
- Supervisión y evaluación. Esto se facilita a través de un panel de control, que ofrece una representación visual de los datos, donde se consolidan diversas métricas, indicadores clave de desempeño y otra información crucial dentro de una sola interfaz o pantalla. El panel incluye cuadros, gráficos, tablas y otros elementos visuales que ayudan a los usuarios a comprender rápidamente tendencias, patrones e información de datos complejos.

Gracias a este tipo de esfuerzos, la República Dominicana ha logrado avances en mejorar la calidad de su entorno para hacer negocios fácilmente en la última década. Este progreso es claramente evidente cuando se analizan los datos del conjunto de los indicadores globales de gobernanza del Banco Mundial.<sup>46</sup> Por ejemplo, de 2019 a 2022, el puntaje de la República

Dominicana en el indicador de “eficacia gubernamental” aumentó del 38,1 al 50 %. Asimismo, el puntaje en “estado de derecho” aumentó del 48,3 al 50,5 durante este período, mientras que el de “estabilidad política” aumentó del 47,2 al 55,2. El país ha tenido un buen desempeño constante en cuanto a la calidad regulatoria en la última década, con puntuaciones que oscilan entre el 51,2 en 2012 y el 54,2 en 2022. En total, los siguientes puntajes (véase el figure 5) muestran el panorama de un país que trabaja para mejorar constantemente su entorno comercial.

**Gráfico 5: Puntajes de la República Dominicana en determinados indicadores globales de gobernanza del Banco Mundial<sup>47</sup>**



### Zonas francas

Las zonas francas constituyen un componente integral de la economía de la República Dominicana. En total, la República Dominicana alberga 87 parques industriales en zonas francas, ubicados en 28 de las 32 provincias del país, que respaldan a 820 empresas operativas. Las empresas ubicadas en las zonas francas de la República Dominicana financian más de 197 600 empleos directos, producen más de \$8100 millones en exportaciones anuales (que constituyen el principal sector exportador de la economía) y han realizado inversiones acumuladas de más de \$7160 millones en el país. Los Estados Unidos siguen siendo el socio económico principal en las zonas francas, que representan alrededor del 40 % del total de la IED. Alrededor del 77 % de las exportaciones de las zonas francas de la República Dominicana se destina a los Estados Unidos.<sup>48</sup>

Los dispositivos médicos constituyen el principal sector exportador del país: las exportaciones anuales ascienden a \$2250 millones, 5 de los 10 principales fabricantes de dispositivos

médicos del mundo operan en la República Dominicana y el sector tuvo una tasa de crecimiento anual del 17,7 % en 2022. La República Dominicana es el tercer mayor exportador mundial de dispositivos médicos, el principal exportador de aplicaciones de ostomía a los Estados Unidos, el tercer mayor exportador mundial de aplicaciones de ostomía y el tercer mayor exportador latinoamericano de instrumentos y aparatos médicos y quirúrgicos a los Estados Unidos. Como se señaló, las exportaciones de productos electrónicos representan el segundo sector más grande de las zonas francas de la República Dominicana, con \$1200 millones en exportaciones en 2022. Otros sectores significativos que operan fuera de las zonas francas de la República Dominicana incluyen la externalización de procesos de negocio, soporte de TI y centros de llamadas, los cuales representan 33 200 empleos con 97 empresas operativas. Más de 20 empresas, que sustentan cerca de 1000 puestos de trabajo, ofrecen servicios logísticos como almacenamiento, empaquetado y etiquetado, y servicios de distribución.

---

**Las empresas ubicadas en las zonas francas de la República Dominicana financian más de 197 600 empleos directos, producen más de \$8100 millones en exportaciones anuales y han realizado inversiones acumuladas de más de \$7160 millones en el país.**

---

La República Dominicana introdujo originalmente las zonas francas en la década de 1960 para fomentar la creación de empleo y el desarrollo industrial local. El florecimiento de las zonas francas de la República Dominicana ha sido posible gracias a la Ley 8-90, que exige a los beneficiarios de pagar el 100 % de:

- impuestos sobre la renta;
- impuestos de exportación o reexportación;
- impuestos al valor agregado;
- impuestos sobre la transferencia de bienes y servicios industrializados;
- impuestos de importación y derechos aduaneros sobre maquinaria, materias primas, equipos y materiales de construcción;
- impuestos sobre patentes, activos o patrimonios;
- impuestos municipales, consulares, locales y otros impuestos.

En resumen, la República Dominicana ofrece exenciones del 100 % para prácticamente todos los impuestos nacionales y locales, que van desde los impuestos sobre la renta hasta los derechos aduaneros y de los impuestos sobre la construcción a los impuestos sobre los bienes o la propiedad intelectual, como las patentes. La República Dominicana ha ofrecido estos incentivos fiscales de manera constante durante casi medio siglo.

La Ley 8-90 de la República Dominicana establece que las zonas francas son aprobadas por el Consejo Nacional de Zonas Francas de Exportación (CNZFE) de la República Dominicana, que otorga permiso para operar por un plazo de 20 años en la frontera y de 15 años en el resto del país. Este plazo podrá extenderse posteriormente mediante la aprobación del CNZFE. El gobierno de la República Dominicana establece un salario mínimo sectorizado en las zonas francas y ofrece a las empresas que operan allí procesos aduaneros simplificados, con una oficina de aduanas exclusiva dedicada a las operaciones de cada zona franca. El INFOTEP dirige una

instalación dentro de varios de los parques industriales más grandes y ofrece cursos de formación adaptados a las necesidades de los trabajadores de las empresas en las respectivas zonas francas. Los operadores de las zonas francas de la República Dominicana compiten entre sí para atraer empresas mediante la oferta de servicios y soluciones de negocios que facilitan las operaciones de las empresas, en las que muchos de ellos ofrecen servicios de valor agregado como contratación, suministro de energía, servicio de alimentos, seguridad, contabilidad y mantenimiento de registros administrativos, etc.

Dos de las zonas francas líderes en la República Dominicana son el Parque Industrial PIISA y el Parque Industrial Las Américas. El Parque Industrial PIISA cubre 170 acres en Haina (al oeste de Santo Domingo), cuyos inquilinos principales comprenden empresas de electrónica como Eaton, Johanson y Signal Transformer, y una gran cantidad de compañías de productos, componentes e instrumentos médicos, entre las que se incluyen Accumed, Arjo, Baxter, Biomerics, Convatec, Edwards Lifesciences, Fenwal, Fresenius Kabi, LG y Jabil. Por ejemplo, Fresenius Kabi cuenta con equipos de soporte de I+D por satélite en la República Dominicana para ayudar a las principales instalaciones de I+D de la empresa en Italia, Alemania y los Estados Unidos.<sup>49</sup> El Parque Industrial Las Américas cubre 2,5 millones de pies cuadrados al este de Santo Domingo, cerca del aeropuerto internacional de la ciudad y del puerto de contenedores Caucedo, y cuenta con 35 empresas multinacionales operativas que emplean a más de 21 000 trabajadores.<sup>50</sup> Entre las empresas que operan en el parque se encuentran B. Braun, Cardinal Health, Remington Medical, Rockwell Automation y Oscor. Otras grandes zonas francas cercanas también acogen empresas de renombre mundial. Por ejemplo, Medtronic ha llevado a cabo grandes expansiones de sus operaciones de fabricación en el Parque Industrial San Isidro. Mientras tanto, el Parque Cibernético de Santo Domingo alberga a DRE Global (reparador y refabricante de electrónica) y PC Precision Engineering (enfocado en la automatización de maquinaria) en las proximidades del NAP del Caribe, el punto de acceso nacional del país, y el Instituto Tecnológico de Las Américas. De cara al futuro, el creciente parque industrial en Punta Cana promete aprovechar el aeropuerto internacional de propiedad privada de la ciudad de destino, el más grande del país por tráfico aéreo, como un importante centro de carga aérea.

### **Otras políticas de inversión extranjera directa**

La Ley n.º 16-95 de la República Dominicana aborda las cuestiones legales y fiscales pertinentes a la IED en el país. La ley establece un régimen fiscal territorial y garantiza el trato de nación más favorecida para los inversores, lo que significa que a todos los inversores se les concede el mismo trato de sus inversiones en lo que respecta al establecimiento, adquisición, expansión u operaciones. Prevé que los pagos extranjeros están sujetos a una retención del 25 % y que, para los pagos de préstamos contraídos con instituciones de crédito extranjeras, la tasa de retención es del 10 %.

### **Aduanas**

La República Dominicana ha hecho grandes avances para mejorar la calidad de su régimen aduanero en los últimos años como parte de su esfuerzo por convertir al país en el principal centro logístico regional de América. En particular, el 14 de agosto de 2021 entró en vigor una nueva Ley de Aduanas (Ley n.º 168-21), que fortalece la autonomía de la Dirección General de Aduanas, establece procedimientos más eficientes y plazos más claros, y trata de promover una cultura de exportación entre las pequeñas y medianas empresas (PYMES) mediante la

simplificación y agilización de manera transparente de los procesos de exportación y despacho de mercancías.

La República Dominicana continúa realizando esfuerzos concertados para mejorar su entorno logístico, con el esfuerzo encabezado por un nuevo Gabinete Logístico, coordinado a nivel presidencial y dirigido por el Ministerio de Industria, Comercio y Mipymes (MICM) en coordinación con la Dirección General de Aduanas (DGA). El esfuerzo tiene por objeto colaborar estrechamente con el sector privado para identificar los cuellos de botella o impedimentos aduaneros y agilizar los procedimientos aduaneros para facilitar el aumento de los niveles de importaciones y exportaciones.

Una iniciativa emblemática ha sido el programa Despacho en 24 Horas (D24H), que procura despachar los contenedores en 24 horas o menos. Hasta la fecha, el programa ha despachado más de 50 000 contenedores en 24 horas o menos, lo que ha beneficiado a más de 6700 importadores. Además, se han presentado por adelantado más de 65 000 manifiestos de importación, lo que ha supuesto un ahorro de casi \$20 millones para los contribuyentes.

Los procedimientos acelerados de despacho aduanero de la República Dominicana han sido posibles gracias a mejoras técnicas, operacionales y de procedimiento. Por ejemplo, la DGA ha implementado un nuevo Sistema de Gestión de Riesgos integral que busca dirigir la atención de los agentes de aduanas a la carga de preocupación más apremiante. Mediante el uso de herramientas como la IA, la DGA ha desarrollado 158 nuevos indicadores dinámicos que han permitido una reducción de casi un 60 % en las inspecciones físicas de contenedores; esto permitió que, del 49,6 % de los contenedores que se inspeccionaron en 2020, se redujera al 20,1 % en 2023. Además, el DGA ha acelerado el uso de tecnologías no intrusivas, como las máquinas de rayos X, que pueden inspeccionar hasta 1000 contenedores diarios. El uso de estas tecnologías ha mejorado significativamente la seguridad y el control de las importaciones; el 96 % de los contenedores importados han sido sometidos a inspecciones utilizando esta tecnología. La agilización de los procedimientos aduaneros se ha visto impulsada por la implementación de más de 160 mejoras tecnológicas en los sistemas informáticos de la DGA, incluido el lanzamiento de una nueva interfaz web de la DGA que ofrece 85 servicios, 25 de los cuales están totalmente automatizados.

---

### **El programa Despacho en 24 Horas de la República Dominicana (o D24H) procura despachar los contenedores en 24 horas o menos.**

---

Un programa clave para los exportadores de la República Dominicana es Exporta Más (o Exporta +), a través del cual las empresas participantes pueden exportar sin un proceso de inspección física y en un formato totalmente digital, sin necesidad de documentos en papel, lo que disminuye el tiempo y los costos asociados con la exportación. Más de 250 empresas están inscritas en el programa Exporta Más, en el que las empresas participantes hacen más de 177 000 declaraciones de exportación y el cual abarca ahora el 58 % del total de las exportaciones del país.

La Organización Mundial de Aduanas (OMA) ha introducido el programa de Operadores Económicos Autorizados (OEA), que tiene por objeto mejorar la seguridad de la cadena de suministro internacional y facilitar el comercio legítimo.<sup>51</sup> La OEA constituye una acreditación



internacional creada en virtud de los lineamientos reglamentarios del Marco SAFE de la OMA en 2005. Cerca de 600 empresas (596) que operan en la República Dominicana han recibido la certificación OEA, y de ellas, 374 son certificaciones OEA estándar y 212 certificaciones OEA simplificadas. En total, las empresas OEA representan el 31,7 % de las importaciones que llegan a la República Dominicana.

Además, la República Dominicana es una de las 168 empresas signatarias del Acuerdo sobre Facilitación del Comercio (AFC) de la OMC, a través del cual los países miembros se comprometen a realizar esfuerzos para la simplificación de los procesos, la transparencia y la cooperación. La República Dominicana fue el octavo país entre los 33 signatarios de América Latina y el Caribe en lograr el 100 % de cumplimiento con las directrices del AFC, y se encuentra en el puesto 80 con respecto al resto del mundo.<sup>52</sup>

También cabe señalar que la República Dominicana trabaja en estrecha colaboración con los Estados Unidos en los flujos de bienes y personas. Por ejemplo, la DGA firmó un acuerdo con el Departamento de Seguridad Nacional de los Estados Unidos para optimizar la detección de riesgos, a través del cual se intercambia información para detectar carga potencialmente riesgosa y detectar y rastrear carga que podría representar riesgos para la seguridad nacional o consistir en productos falsificados. La República Dominicana también fue el país número 15 (y sexto en América Latina) en ser admitido en el programa de Entrada Global de los Estados Unidos, lo que permite la entrada acelerada para los viajeros a los Estados Unidos.

## Política comercial

El Tratado de Libre Comercio entre la República Dominicana, Centroamérica y los Estados Unidos (CAFTA-DR) liberaliza el comercio de bienes y servicios de la República Dominicana con los Estados Unidos y cinco países centroamericanos: Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua. El CAFTA-DR también contiene otras disciplinas y normas pertinentes a la administración aduanera y la facilitación del comercio, barreras técnicas al comercio, contratación pública, inversión, telecomunicaciones, comercio electrónico, derechos de propiedad intelectual (PI), transparencia y protección laboral y ambiental.<sup>53</sup>

La República Dominicana es también el principal socio comercial y el principal receptor de la inversión europea en la región del Caribe. Desde la celebración del Acuerdo de Asociación Económica (AAE) Unión Europea-Cariforum de 2008, el comercio bilateral de bienes entre estas entidades ha crecido un 231 % y alcanzó un máximo histórico de \$4650 millones en 2022.<sup>54</sup> Como ha señalado la Unión Europea, “la República Dominicana se ha destacado por su implementación diligente de los compromisos asumidos en el AAE, incluido el cronograma de reducción arancelaria”.<sup>55</sup>

En 2022, el comercio bilateral entre la República Dominicana y los Estados Unidos ascendió a \$30 500 millones, incluidas las exportaciones estadounidenses por \$17 000 millones y las importaciones por \$13 500 millones.<sup>56</sup> La suma total de la IED estadounidense en la República Dominicana alcanzó los \$2500 millones en 2022, un aumento del 3,7 % con respecto al año anterior.

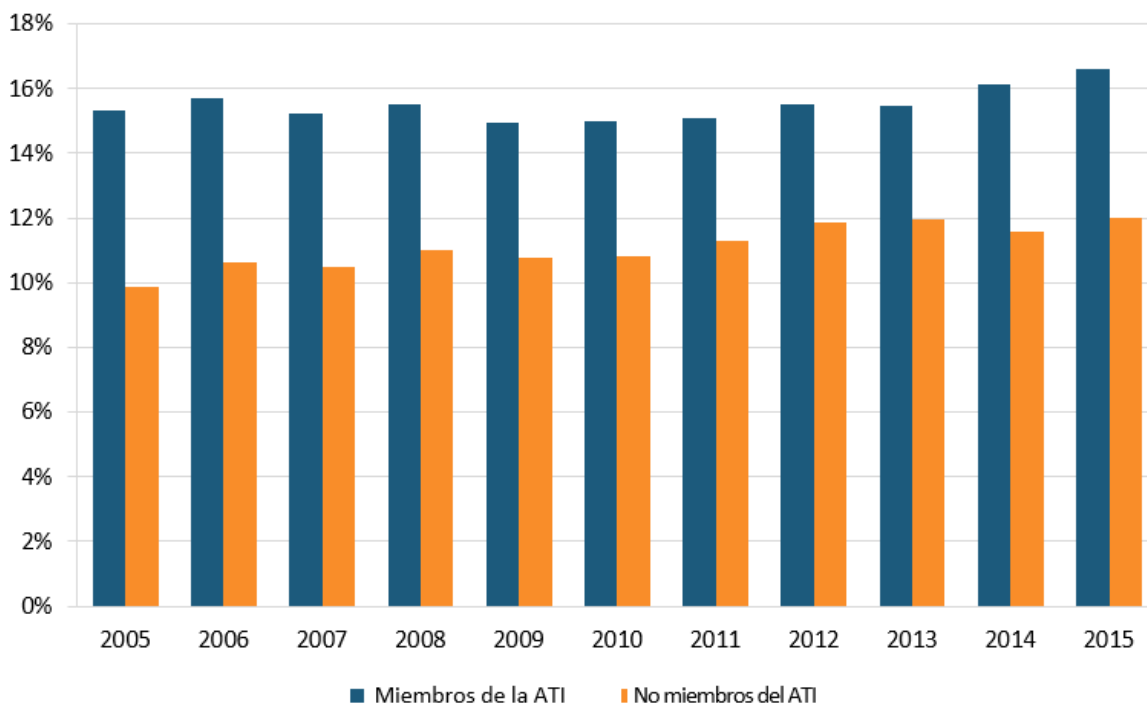
En total, la República Dominicana tiene varios acuerdos comerciales favorables con socios estratégicos, que van desde economías más pequeñas, como la Comunidad del Caribe (CARICOM), Centroamérica y Panamá, hasta economías importantes, como los Estados Unidos,

la Unión Europea y el Reino Unido. Estas asociaciones han permitido a los exportadores tener acceso libre de impuestos a más de 900 millones de consumidores en 49 países, han reducido las barreras comerciales y han aumentado el potencial de exportación, tanto para las empresas locales como extranjeras.<sup>57</sup>

La República Dominicana formó una alianza con Costa Rica, Ecuador y Panamá, conocida como Alianza para el Desarrollo de la Democracia (ADD), para promover el fortalecimiento democrático y el crecimiento económico a través del estrechamiento de los lazos comerciales, demográficos y culturales de los países. La ADD se basa en la creencia de que la democracia y el desarrollo se fortalecen mutuamente, en donde la democracia crea condiciones favorables para la inversión y el crecimiento.<sup>58</sup> El 25 de julio de 2022, la ADD firmó un memorando de entendimiento (MDE) con el Departamento de Estado de los Estados Unidos para avanzar en un diálogo consultivo sobre las cadenas de suministro y el crecimiento económico, y también está trabajando con la Cámara de Comercio de los Estados Unidos para identificar oportunidades, desafíos y áreas de colaboración para la resiliencia de la cadena de suministro. La ADD busca posicionar a sus socios como destinos principales para el acercamiento de los Estados Unidos.<sup>59</sup> A tal fin, la República Dominicana preside el Consejo Empresarial de la ADD, con sede en Washington D.C.

Los países que ofrecen entornos arancelarios de “entrada cero/salida cero” para las piezas, los insumos y los componentes que fluyen a través de las cadenas de valor de los semiconductores se posicionan bien para la competencia en la industria global de las TIC. El ATI de la OMC, implementado en 1996 y del cual la República Dominicana es signataria original, ha desempeñado un papel catalizador en este sentido, al eliminar los aranceles al comercio de cientos de productos de TIC.<sup>60</sup> Los no signatarios del ATI vieron disminuir su participación en las cadenas de valor de las TIC globales en más de un 60 % desde 1995 (dos años antes de que el ATI entrara en vigor) hasta 2009.<sup>61</sup> Y de 2005 a 2015, los países miembros del ATI disfrutaron de casi un tercio más de participación en las cadenas de valor globales de las TIC que los países no miembro.<sup>62</sup> (Véase el figure 6). Sin embargo, no es solo que la membresía del ATI hace que las naciones sean más atractivas para la fabricación de TIC al reducir los costos de los insumos y componentes utilizados en la fabricación, sino que, al reducir el costo de estos bienes de capital que mejoran la productividad y la innovación (al no imponerles aranceles), los países también pueden aumentar sus existencias de TIC utilizadas por individuos y empresas, lo que impulsa aún más el crecimiento económico de los países.<sup>63</sup>

**Gráfico 6: Índices de participación en las cadenas de valor globales de las TIC, indexados como porcentaje del resultado bruto de las TIC<sup>64</sup>**



## Política nacional de innovación

Como ha documentado ampliamente la Fundación de Tecnología de la Información e Innovación (ITIF), al menos seis docenas de naciones de todo el mundo han articulado estrategias nacionales de innovación que vinculan explícitamente la ciencia, la tecnología y la innovación con el crecimiento económico y del empleo, lo que crea efectivamente un plan de juego para competir y ganar en la actividad económica basada en la innovación.<sup>65</sup> Estas políticas importan porque, como lo señaló la Estrategia Nacional de Innovación de Finlandia, “las medidas políticas fragmentarias no bastarán para garantizar la posición pionera de una nación en la actividad de innovación y, por lo tanto, el crecimiento de la productividad nacional y la capacidad competitiva”.<sup>66</sup>

En este sentido, la República Dominicana es digna de elogio por la promulgación de la Política Nacional de Innovación 2030 (PNI 2030), que tiene como objetivo establecer un marco general para la promoción y coordinación de la innovación, la creatividad y la investigación científica y tecnológica desde una visión compartida de un ecosistema que integre el talento humano, las capacidades institucionales y los sectores involucrados con el fin de potenciar la creación de conocimiento útil, la competitividad, la transformación productiva sostenible y la inclusión, para así contribuir al desarrollo sostenible y la mejora de la calidad de vida.

La PNI 2030 se basa en cinco pilares fundamentales: el talento humano, la gobernanza efectiva, la inversión en innovación, la mentalidad y cultura de la innovación, y la sostenibilidad, la transición y la eficiencia energética. A través de la PNI 2030, la República Dominicana busca promover mentalidades y capacidades orientadas a la innovación, la gestión más sostenible de los recursos naturales y la promoción de la transición a energías limpias y eficientes. Otro

objetivo de esta ley es fortalecer la magnitud de I+D del país, lo que importa, ya que un informe señaló que la inversión en I+D de la República Dominicana fue de solo el 0,01 % del PIB en 2015, incluso por debajo del ya bajo nivel promedio de América Latina y el Caribe (0,7 %).<sup>67</sup>

Además de formular una estrategia nacional de innovación, la República Dominicana ha articulado una Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial (ENIA), que aborda la transformación de la infraestructura institucional del país y los modelos de trabajo productivos que pueden posicionar al país como líder regional en el aprovechamiento de la IA. La estrategia establece de manera integral cómo la República Dominicana puede aprovechar la IA en sectores clave de la economía, entre los que se incluyen los siguientes:

- Sector público. Uso de la IA para mejorar la eficiencia y eficacia de los servicios gubernamentales, como la atención médica, la educación y el transporte
- Sector privado. Uso de IA para impulsar la productividad y la innovación en empresas de todos los tamaños
- Educación. Uso de la IA para mejorar la calidad de la educación y hacerla más accesible
- Sociedad. Uso de la IA para abordar desafíos sociales, como la pobreza, la desigualdad y el cambio climático<sup>68</sup>

## ENTORNO EMPRESARIAL

En esta sección, se examina el entorno de formación de la fuerza laboral, la infraestructura clave que respalda a la industria y los factores que afectan el entorno de costos, todos ellos en la República Dominicana.

### Formación y educación de la fuerza laboral

Asegurar que la República Dominicana pueda suministrar una fuerza de trabajo bien calificada será vital para respaldar las aspiraciones del país en los sectores de PCB y ATP de semiconductores. En tal sentido, un actor crucial será el Instituto Nacional de Formación Técnico Profesional (INFOTEP). El objetivo del INFOTEP consiste en organizar y gobernar el sistema nacional de formación profesional y técnica de la República Dominicana, enfocándose en el desarrollo integral de los recursos humanos, el aumento de la productividad de las empresas en todos los sectores de la actividad económica y el avance de la equidad social mediante la mejora de las habilidades de la fuerza laboral.<sup>69</sup>

Las empresas financian el INFOTEP mediante el aporte del 1 % de sus nóminas mensuales al programa. Esto equivale a la contribución del 0,5 % de las bonificaciones anuales por las utilidades que reciben los trabajadores. Desde el punto de vista organizativo, el INFOTEP cuenta con tres centros nacionales: un Centro de Desarrollo Docente, un Centro de Formación Virtual y un Centro de Innovación y Desarrollo de Negocios. Estos activos nacionales cuentan con el apoyo de seis direcciones regionales, que albergan 16 centros tecnológicos comunitarios y 56 programas de talleres móviles. En total, el INFOTEP cuenta con 245 centros operativos en su sistema en todo el país. Fundamentalmente, la mayoría de las zonas francas líderes en el país tienen una oficina de INFOTEP, que trabaja con los empleados de las empresas que operan en la zona franca para construir conjuntos de habilidades a medida. El INFOTEP trabaja mano a mano con las empresas para entender las habilidades específicas que ellas necesitan y, luego, elabora programas de formación técnica. Por ejemplo, para Convatec, fabricante de productos médicos

que opera fuera de la zona franca PIISA, emplea a 1500 trabajadores y envía 185 millones de unidades al año, INFOTEP desarrolló cursos personalizados sobre soldadura ultrasónica y la aplicación de tecnologías de radiofrecuencia.<sup>70</sup>

---

**El INFOTEP trabaja mano a mano con las empresas para entender las habilidades específicas que ellas necesitan y, luego, elabora programas de formación técnica.**

---

El INFOTEP ofrece un total de 920 cursos técnicos, entre los que se incluyen 86 en electricidad y electrónica, 36 en TIC y 104 en fabricación, instalación y mantenimiento de maquinaria y equipos. Desde su creación, el INFOTEP ha capacitado a 770 914 trabajadores en diferentes competencias y campos a través de más de 40 000 cursos y cerca de 800 000 horas de capacitación.

El INFOTEP ofrece una serie de cursos directamente pertinentes para los objetivos del país de competir en PCB y ATP. Observemos, por ejemplo, las materias básicas que estudian quienes asisten al curso Ensamblador de Productos Electrónicos Básicos de 290 horas:

- Ensamblaje con dispositivos electrónicos pasivos y activos (enseña los principios de PCB) (80 horas)
- Ensamblaje con circuitos integrados lineales (85 horas)
- Ensamblaje con circuitos integrados digitales (85 horas)
- Proyecto integrador (20 horas)
- Formación humana (20 horas)

Del mismo modo, el curso Técnico en Electrónica Industrial de 685 horas consta de las siguientes materias:

- Instalación de dispositivos electrónicos pasivos y activos (80 horas)
- Instalación de amplificadores operativos (90 horas)
- Circuitos impresos y procesos de soldadura (90 horas)
- Construcción de tarjetas con lógica, circuitos secuenciales y memorias (70 horas)
- Instalación de dispositivos electrónicos de potencia (70 horas)
- Instalación de dispositivos electrónicos industriales y válvulas neumáticas (95 horas)
- Reparación de controles eléctricos y electrónicos de máquinas industriales (95 horas)
- Programación e instalación de control lógico programable (PLC) (95 horas).<sup>71</sup>

En el curso de formación en electrónica industrial, se enseñan los conocimientos básicos sobre el diseño de tarjetas electrónicas (PCB), que luego se simulan y se elaboran en un proyecto de aula. De 2021 a 2023, 7817 personas recibieron formación o cursos de electrónica del INFOTEP. En resumen, el INFOTEP ofrece un mecanismo vital y eficaz para mejorar la capacitación de la fuerza laboral de la República Dominicana para competir en la fabricación de PCB y de ATP de semiconductores.

## Instituto Tecnológico de Las Américas (ITLA)

El gobierno de la República Dominicana estableció el Instituto Tecnológico de Las Américas (ITLA) como institución técnica de educación superior en 2000.<sup>72</sup> Su misión es educar a los profesionales en alta tecnología, promoviendo una educación especializada basada en la innovación y el emprendimiento, para contribuir al desarrollo de los sectores productivos de la nación. Las principales áreas de especialización del ITLA son mecatrónica, fabricación automatizada, fabricación de dispositivos médicos, diseño industrial, desarrollo de software, redes de información, multimedia, seguridad informática y ciencia de datos, pero en total ofrece capacitaciones en 15 áreas tecnológicas. La misión del ITLA es preparar a los estudiantes para convertirse en profesionales de la tecnología en dos años, y cuenta con una matrícula de alrededor de 4500 estudiantes por trimestre. La educación adopta un enfoque práctico y activo de aprendizaje, con laboratorios y talleres en el centro del enfoque pedagógico, que son impartidos por casi 330 profesores en total. Más de 400 empresas que operan en la República Dominicana emplean a graduados del ITLA, y el 92 % de los graduados del ITLA reciben ofertas de empleo al graduarse. Desde su creación en 2002, más de 50 000 estudiantes se han formado en el ITLA. El Instituto también lanzó recientemente una Fábrica de Soluciones de Innovación centrada en la transformación digital de entidades gubernamentales y del sector privado para dar un salto cualitativo hacia las prácticas de la industria 4.0.

## INTEC

El Instituto Tecnológico de Santo Domingo (INTEC) es considerado el instituto técnico líder del país y ofrece cursos exhaustivos en campos como la ingeniería eléctrica y mecánica.<sup>73</sup> El INTEC ofrece un conjunto robusto de cursos de ingeniería, entre los que se incluyen carreras de grado en Ciencia de Datos, Ingeniería Biomédica, Ingeniería en Logística y Transporte, Ingeniería Civil, Ingeniería de Software, Ingeniería en Mecatrónica, Ingeniería Industrial, Ingeniería en Sistemas, Diseño Industrial, Ingeniería Electrónica y en Comunicaciones, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecánica e Ingeniería en Ciberseguridad.<sup>74</sup> El INTEC también colabora con la Universidad Estatal de Penn, la Universidad Estatal de Southwest Minnesota, la Universidad A&M de Texas, el City College de Nueva York y la Universidad de Western Michigan para ofrecer a los estudiantes de ingeniería oportunidades para estudiar en el extranjero.<sup>75</sup> En los últimos dos años, el INTEC fue nombrado la universidad líder de la República Dominicana en el informe de la Clasificación mundial de universidades QS.<sup>76</sup>

## MESCyT

El Ministerio de Educación Superior, Ciencia y Tecnología de la República Dominicana (MESCyT) desempeña un papel importante como la institución gubernamental que regula la educación superior en el país y que también desembolsa becas de investigación y contribuye al desarrollo y la difusión de la tecnología. El MESCyT se ha centrado en el desarrollo de la investigación para la mejora de la manufactura y la industria en las diferentes instituciones que conforman el sistema nacional de ciencia y tecnología, para permitir la generación de nuevos conocimientos que puedan transferirse y aplicarse a la industria. Además, ha estado muy involucrado en la promoción del desarrollo y la adopción de tecnologías de la “industria 4.0” en la República Dominicana, que incluye el financiamiento de la investigación y la formación en áreas como la IA, automatización, robótica, fabricación aditiva o impresión 3D, análisis y macrodatos, materiales avanzados y realidad aumentada o virtual. En su financiación de instituciones de educación superior y centros de investigación de la República Dominicana, el MESCyT respalda

1) la formación de estudiantes y trabajadores; 2) la investigación colaborativa; 3) la transferencia de tecnología; 4) el establecimiento de centros conjuntos de I+D; y 5) el desembolso de becas y programas de subvenciones a empresas.

Muchos programas de investigación son financiados por el Fondo Nacional de Innovación y Desarrollo Científico y Tecnológico de la República Dominicana (FONDOCYT), que contempla iniciativas de investigación pertinentes a la microelectrónica. Por ejemplo, el Dr. Fabrice Piazza de la Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra (PUCMM) completó trabajos pioneros en películas delgadas de diamante nanocristalino, cristales de diamante y nanotubos de carbono dirigidos a tecnologías emergentes en electrónica, nanosondas y recubrimientos innovadores. Fueron los primeros en informar con éxito sobre la síntesis a baja temperatura de los nanocristales de diamante en polímeros para aplicaciones electrónicas y de recubrimiento de película delgada.<sup>77</sup> El Sr. Luis José Quiñones Rodríguez de la Universidad APEC (UNAPEC) ha recibido varias patentes para el diseño innovador de microchips. El Dr. Melvin Arias y su equipo en INTEC recibieron una patente por la tecnología para la fabricación de baterías recargables de iones de litio que mejoraron su eficiencia en casi un 95 %, al tiempo que hicieron que su proceso de fabricación fuera más sostenible.<sup>78</sup>

En otoño de 2023, una delegación de la República Dominicana, que incluyó representantes del gobierno, la academia, la industria privada y la comunidad de inversores, participó en el Programa regional de aceleración del emprendimiento del MIT (REAP). El REAP es un programa de apoyo organizado por expertos del MIT para avanzar en el emprendimiento y la innovación en las economías emergentes a través de sesiones, metodologías y casos prácticos. En el caso de la República Dominicana, la participación en el programa se basó en la necesidad de diseñar esquemas de inversión que fortalecieran los esfuerzos público-privados en procesos de innovación que promovieran la mejora continua en las principales industrias del país, para así fortalecer la calidad de los productos y servicios, y promover un mayor acceso a las cadenas de valor globales y el posicionamiento competitivo de los productos y servicios de la República Dominicana en la región y el mundo.

## Infraestructura

A continuación, se abordan los atributos clave de la infraestructura física y digital de la República Dominicana en áreas como la logística, la energía y electricidad, y la infraestructura digital.

## Energía

La generación de energía de propiedad privada representa el 73 % (3822 megavatios (MW)) de la capacidad total instalada de electricidad del país y el resto lo suministran empresas estatales o alianzas público-privadas (APP).<sup>79</sup> Históricamente, los combustibles fósiles importados representaban la mayoría, más del 80 %, del suministro de energía principal de la República Dominicana (lo que hacía que el país fuera susceptible a las perturbaciones internacionales de los precios de los combustibles), pero una porción cada vez mayor del suministro de energía del país proviene ahora de fuentes renovables. En diciembre de 2022, la generación limpia representaba el 18,1 % del suministro de energía del país, de los cuales las energías renovables no convencionales (por ejemplo, energía solar, bioenergía, energía eólica y energía de las mareas) representaban el 10,6 %.<sup>80</sup> Los analistas califican la generación potencial de fuentes de energía renovables del país en 6 gigavatios (GW) para 2030 y el país se ha comprometido a trabajar con

otras naciones del Caribe para cumplir con la meta establecida en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático COP26 de aumentar la participación regional de las energías renovables en la generación de energía al 70 % para 2030.<sup>81</sup> La adición de 400 MW de generación de energía solar y eólica de 2015 a 2018 representa un paso significativo hacia una mayor dependencia de las energías renovables, y en 2023 una serie de proyectos agregaron 800 MW de energía renovable a la combinación eléctrica de la República Dominicana. En total, el país espera generar el 25 % de su electricidad a partir de energías renovables para 2025.<sup>82</sup>

El país ha tenido problemas por interrupciones de energía en el pasado. Un estudio indicó que las empresas dominicanas pierden el 5 % de sus ventas debido a cortes de energía al año y que “eliminar las distorsiones en el sector energético podría desbloquear potencialmente 0,09 puntos porcentuales en el PIB al reducir los apagones que interrumpen la actividad manufacturera”.<sup>83</sup> Sin embargo, los observadores han subrayado que este desafío rara vez afecta a los parques industriales, que, en general, tienen un suministro de energía redundante de doble fuente. Las empresas que operan en las zonas francas entrevistadas para este informe indicaron que no habían tenido dificultades ni desafíos significativos por las interrupciones del suministro de energía.

### Conectividad digital

La República Dominicana también disfruta de la conectividad a Internet más sólida del Caribe, en parte debido a que alberga el NAP del Caribe, uno de los NAP más importantes de América Latina y uno de los 220 NAP ubicados en 26 países en todo el mundo. Es uno de los tres NAP neutral en cuanto a operadores en toda América Latina. El NAP del Caribe representa el complejo tecnológico más avanzado de la República Dominicana: ofrece soluciones de centros de datos, recuperación de desastres y continuidad de negocios mediante el uso de infraestructura de vanguardia, y proporciona asistencia y monitoreo las 24 horas del día, los 7 días de la semana.<sup>84</sup> Integra sistemas de datos de fibra óptica y satélite de vanguardia.<sup>85</sup> Desde su lanzamiento en 2008, el NAP del Caribe ha suministrado un tiempo de actividad del 100 % y no ha tenido interrupciones del servicio.

### Infraestructura logística

La calidad de los entornos logísticos de los países es de suma importancia para captar la inversión en nuevos campos. Como explica un informe, “las empresas identifican la logística como el factor más importante a la hora de decidir de dónde obtener materiales y hacer inversiones directas, lo que refleja el impacto de los costos de envío y el tiempo de entrega”.<sup>86</sup>

Como se señaló, la República Dominicana posee una de las posiciones geográficas más envidiables de América, lo que le ha permitido convertirse en una potencia logística regional. Según el Índice de Competitividad Global 2019, la República Dominicana posee la infraestructura de transporte más importante de América Latina. De hecho, la participación del sector logístico en el comercio del país ha aumentado en más del 3000 % en los últimos siete años.<sup>87</sup>

La República Dominicana tiene el segundo mayor caudal de contenedores en el Caribe y el octavo más alto en América Latina y el Caribe en general. El país ocupa el segundo lugar en América Latina en cuanto a conectividad internacional por transporte aéreo y el tercero en cuanto a servicios marítimos y conectividad marítima. En 2019, la República Dominicana ocupó el primer lugar en América Latina en el índice de tiempo medio de entrega.

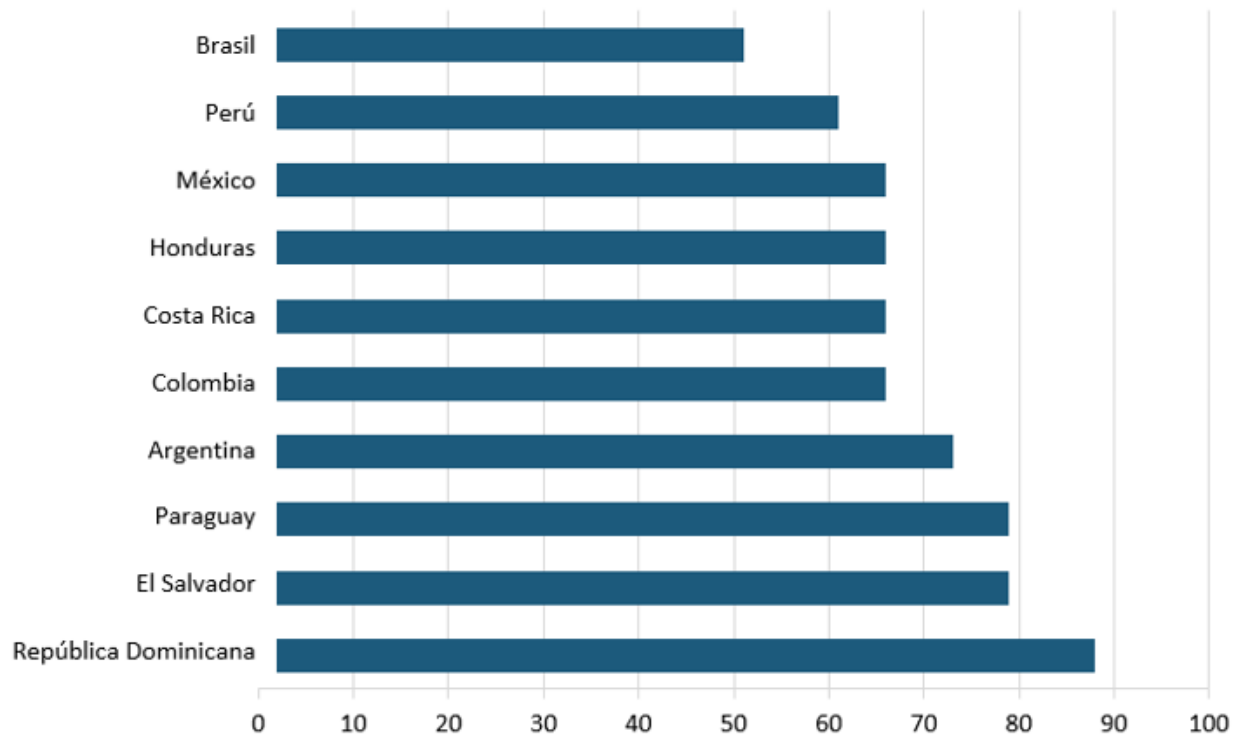


Los dos puertos principales de la República Dominicana son los puertos de Haina Occidental y Caucedo. El puerto de Haina, ubicado al oeste de Santo Domingo, es un puerto polivalente que maneja el 38 % de los contenedores y el 60 % de la carga total dentro y fuera del país. Representa el principal puerto general de carga, contenedores y productos derivados del petróleo en la República Dominicana.<sup>88</sup> El puerto de Caucedo, construido por actores del sector privado en 2003 y ubicado a 25 kilómetros de Santo Domingo, representa el puerto más nuevo y moderno de la República Dominicana. El puerto Caucedo, que actualmente es gestionado por DP World, maneja el 30 % del movimiento de carga marítima en la República Dominicana y sirve como importante centro de transbordo.<sup>89</sup> Las mercancías enviadas desde los puertos de la República Dominicana generalmente pueden llegar a los destinos portuarios de la costa este de los Estados Unidos en tres o cuatro días.

La República Dominicana tiene múltiples aeropuertos internacionales con una fuerte conectividad aérea a la costa este y al medio oeste de los Estados Unidos, y también a Europa. El Aeropuerto Internacional de Punta Cana, uno de los aeropuertos comerciales privados más grandes del mundo, es el segundo más concurrido del Caribe, opera más de 500 vuelos semanales (durante la temporada alta) y recibe el 67 % de los pasajeros y vuelos que ingresan al país.<sup>90</sup> El aeropuerto se ha fijado como objetivo “convertirse en el centro de carga aérea más importante de la región” y se ha convertido en un conducto clave para el transbordo de mercancías de Sudamérica a Europa y Norteamérica.<sup>91</sup> En Santo Domingo, el Aeropuerto Internacional de Las Américas ofrece el servicio de 27 aerolíneas a 57 destinos y también constituye el centro de carga más transitado del Caribe y Centroamérica, con 355 millones de libras de carga transportada en 2019. En 2022, se movilizaron 118,2 millones de kilogramos de carga aérea, de los cuales 38,7 millones fueron importaciones y 79,6 millones exportaciones, con un valor total de FOB (flete a bordo) de \$6500 millones.<sup>92</sup> La sólida infraestructura de transporte aéreo de la República Dominicana es de suma relevancia, ya que las obleas semiconductoras a menudo se envían en avión a los destinos donde se llevan adelante las actividades de ATP.

En general, la República Dominicana tiene un entorno logístico muy fuerte; sin embargo, el país ocupó el décimo lugar entre sus pares latinoamericanos en el informe del Índice de Desempeño Logístico 2023. (Véase el figure 7). Mejorar el desempeño del país en esta calificación representa un enfoque central de los esfuerzos mencionados por mejorar su entorno de políticas aduaneras y regulatorias.

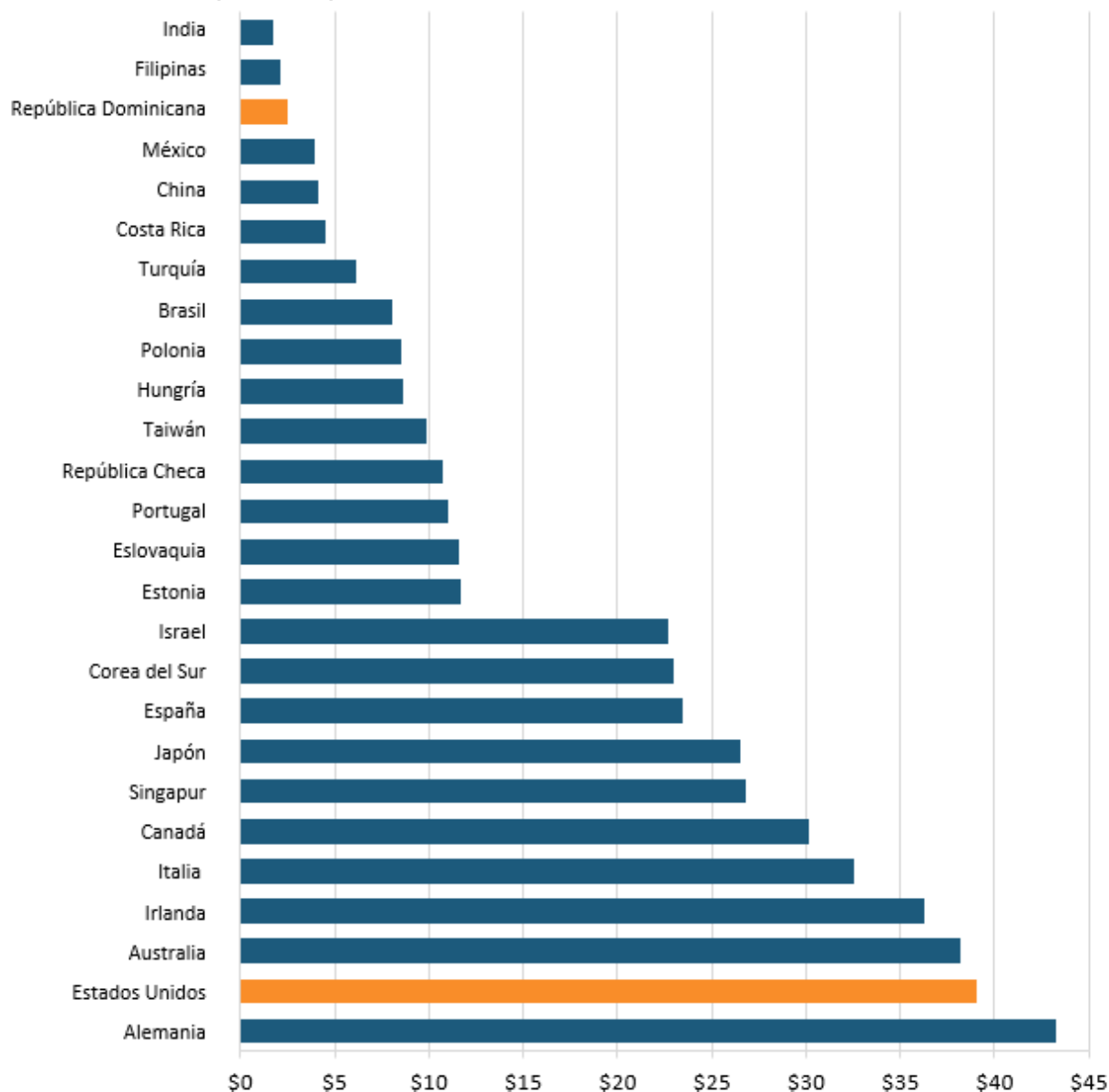
**Gráfico 7: Desempeño de los países latinoamericanos en el Índice de Desempeño Logístico 2023<sup>93</sup>**



### Entorno de costos laborales

La República Dominicana ofrece un entorno de manufactura altamente competitivo en términos de costos laborales. De hecho, el Banco Mundial señaló que el costo por hora de la mano de obra manufacturera en la República Dominicana es de \$2,50, un 6 % de la tasa en los Estados Unidos, aproximadamente la mitad de Costa Rica o México, e incluso menos que en China.<sup>94</sup> (Véase el figure 8). Esto es significativo en un entorno en el que los costos laborales aumentan rápidamente en otros lugares. De hecho, entre 2018 y 2022, los costos laborales ajustados por productividad aumentaron un 24 % en China, un 22 % en México, un 21 % en Estados Unidos y un 18 % en India.<sup>95</sup>

**Gráfico 8: Costo por hora de la mano de obra manufacturera en la República Dominicana y países seleccionados, 2018 o último año disponible (expresado en dólares estadounidenses)<sup>96</sup>**



## LA REORGANIZACIÓN DE LAS CADENAS DE VALOR DE LA INDUSTRIA AVANZADA GLOBAL

Las réplicas de la pandemia del COVID-19; el aumento de los esfuerzos en todo el mundo para reequilibrar las cadenas de suministro; el aumento de los costos de la mano de obra y de producción en China; el aumento de los aranceles estadounidenses a las exportaciones de China; las tecnologías transformadoras y emergentes como la IA; los cambios demográficos, y una serie de otros factores han llevado a las empresas multinacionales a reevaluar la estructura de sus cadenas de valor globales en busca de una mayor diversificación, resiliencia, sostenibilidad y rentabilidad. A medida que las empresas multinacionales reaccionan a estas tendencias y buscan hacer que sus cadenas de suministro sean más diversas y resilientes, los gobiernos

tienen la oportunidad de presentar la propuesta de valor de sus países sobre cómo pueden competir en industrias de alta tecnología a una economía global que se está reorganizando en tiempo real.<sup>97</sup>

De hecho, las empresas multinacionales están reevaluando sus cadenas de valor globales en tiempo real en respuesta a múltiples factores, incluida la pandemia del COVID-19; desastres o desafíos naturales como terremotos, inundaciones, heladas, sequías y el cambio climático; el riesgo geopolítico y la inestabilidad; y las amenazas emergentes como el robo cibernético y el terrorismo. Como concluyó un reciente estudio del McKinsey Global Institute (MGI), las empresas han aprendido, en los últimos años, que el riesgo, la gravedad y el gasto de las interrupciones de la cadena de suministro han aumentado.<sup>98</sup> El informe del MGI estima que las empresas deberían prever interrupciones en la cadena de suministro de 1 a 2 semanas al menos una vez cada 2 años; de 2 a 4 semanas una vez cada 2,8 años; de 1 a 2 meses cada 3,7 años; y de 2 meses o más cada 4,9 años.<sup>99</sup>

---

**Las importaciones estadounidenses procedentes de Asia consisten en un 4 % de valor agregado estadounidense, mientras que las importaciones estadounidenses procedentes de América Latina en promedio contienen un 40 % de valor agregado estadounidense.**

---

En los últimos años, las crecientes tensiones geopolíticas han dado lugar a que las empresas multinacionales recurran a una estrategia de “China más uno” (o “China más dos”) con el fin de reforzar su resiliencia en la cadena de suministro. Por ejemplo, el informe 2022 Reshoring Index (Índice de relocalización de 2022) de la consultora Kearney revela que “el 80 % de las empresas en casi todas las industrias están ahora en camino de reubicarse”.<sup>100</sup> A su vez, en una encuesta publicada por la Cámara de Comercio de Estados Unidos en Shanghái en septiembre de 2023, alrededor del 40 % de las empresas respondieron que “están trasladando sus inversiones a otros lugares [fuera de China]”.<sup>101</sup> Un estudio realizado por el UBS Evidence Lab señaló que el 71 % de las empresas estadounidenses con actividad manufacturera en China están en proceso o planeando trasladar sus operaciones a otros países.<sup>102</sup> Y otra encuesta reveló que el 87 % de las firmas estadounidenses expresan pesimismo con respecto a las perspectivas de la relación entre las dos economías más grandes del mundo.<sup>103</sup> Mientras tanto, China representó solo el 13,3 % de las importaciones de bienes estadounidenses durante los primeros seis meses de 2023, el nivel más bajo desde 2003, y muy por debajo del pico anual del 21,6 % en 2027.<sup>104</sup> Las importaciones estadounidenses de semiconductores y materiales procedentes de China cayeron un 29 % entre 2018 y 2022.<sup>105</sup>

Un informe de 2023 del equipo de Asuntos Internacionales de la Cámara de Comercio de los Estados Unidos halló que el 28 % de las empresas (en una encuesta de 105 tomadores de decisiones en empresas multinacionales de la industria manufacturera) que fabrican en Asia están planeando dejar su ubicación actual en los próximos cinco años. De los que respondieron que su negocio tiene planes de reubicar las operaciones de fabricación, el 15 % indicó que se trasladaría a otros lugares en Asia, el 14 % a México, el 11 % a América del Sur, el 8 % a Europa, el 6 % a América Central y el Caribe, el 4 % a África, y el 3 % a Oceanía.<sup>106</sup>

Es importante reconocer que es la industria manufacturera la que en verdad está impulsando el reordenamiento de la cadena de suministro global. Por ejemplo, un estudio reveló que, cuando

se trata de deslocalización, la industria manufacturera representa el 72 % de las inversiones de capital globales y que las actividades intensivas en conocimiento aumentaron al 8 % de la inversión de capital mundial para 2019.<sup>107</sup>

El acercamiento entre los Estados Unidos, Canadá y América Latina y el Caribe ha ido en aumento. Entre 2016 y 2019, la deslocalización intrarregional representó el 18 % del total de la IED y hasta el 10 % de las inversiones de capital, frente al 15 % y el 8 % de 2003 a 2006, respectivamente.

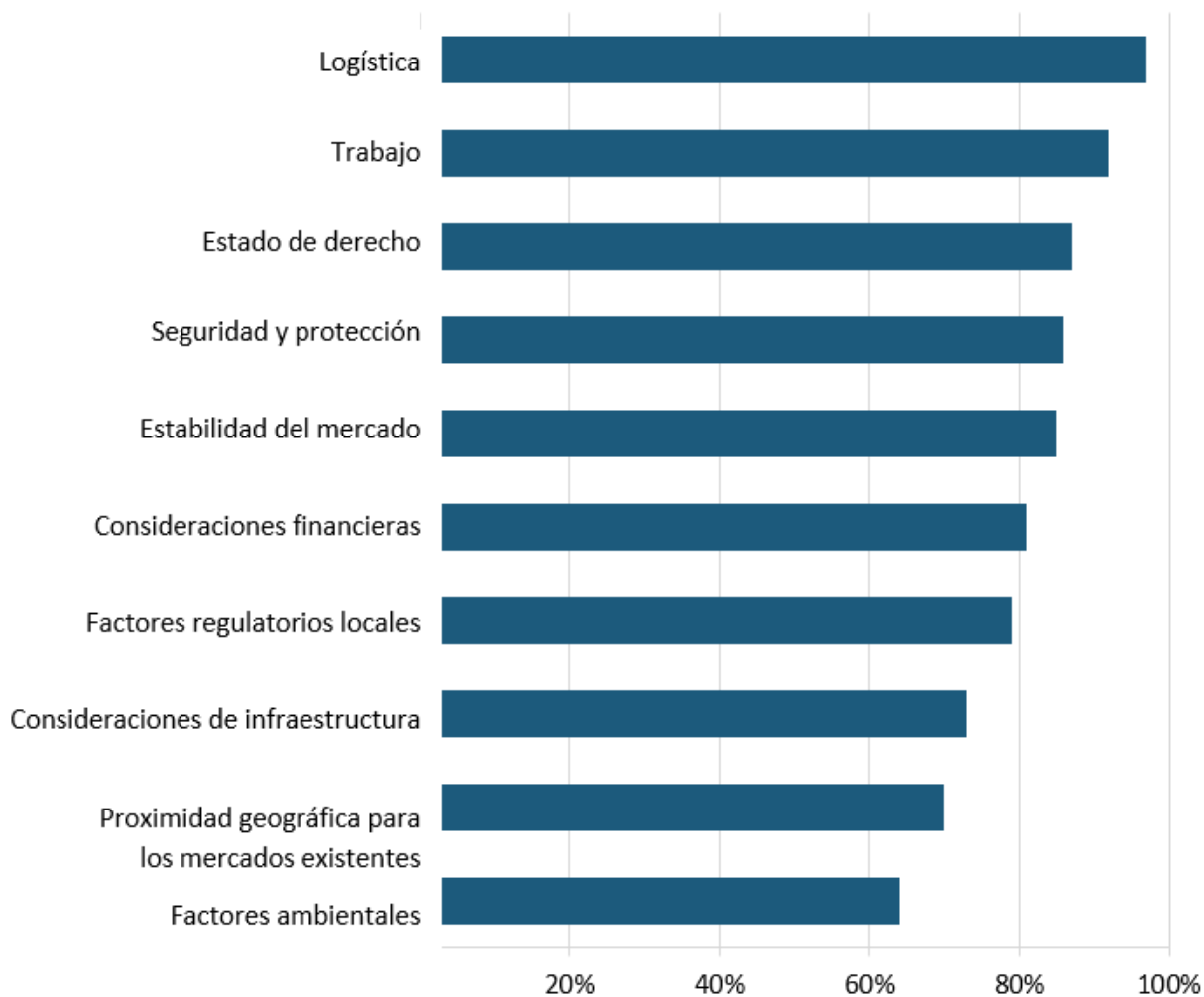
La competencia mundial por la inversión en la industria de la tecnología avanzada es feroz, ya que las naciones —y los estados, las regiones y sus ciudades— se han convertido en tomadores de precios, no en creadores de precios, en la intensa búsqueda por atraer inversión móvil mundial en industrias de alto valor agregado y alta tecnología, como la de los semiconductores.<sup>108</sup> De hecho, los principales fabricantes de semiconductores pueden considerar hasta 500 factores discretos, que van desde las políticas de talento, impuestos, comercio y tecnología de los países y estados hasta las tasas de empleo y las leyes y políticas aduaneras, al evaluar dónde ubicar las inversiones multimillonarias en fábricas o en instalaciones de ATP. Consulte el figure 9 para obtener un conjunto estilizado de algunos de los factores que un fabricante líder de semiconductores considera como parte de su proceso de selección de sitio. Por lo tanto, para ganar la inversión en el sector de los semiconductores, las empresas locales no solo necesitan tener unos 500 factores correctos, sino que la solidez de sus “marcas de verificación” en esos 500 factores debe ser mejor que la de otros países que están cortejando la misma inversión. Por eso, es tan importante que la República Dominicana (y otras partes que soliciten inversiones en la industria de los semiconductores) tengan bien todas las cuestiones en materia de políticas, regulaciones y entorno empresarial que se explicaron al comienzo de este informe.

**Gráfico 9: Factores considerados por un fabricante de semiconductores durante el proceso de selección del sitio<sup>109</sup>**



Por ejemplo, en el mencionado informe de la Cámara de Comercio de los Estados Unidos, para los fabricantes encuestados que confirmaron que reubicarían las actividades manufactureras de Asia, el 97 % informó que la logística era un aspecto clave, seguido por la mano de obra en el 92 %, el estado de derecho en el 87 %, la seguridad en el 86 % y la estabilidad del mercado en el 85 %. (Véase el figure 10).

**Gráfico 10: Factores más importantes en las decisiones de relocalización de los fabricantes de Asia<sup>110</sup>**



En la encuesta de la Cámara de Comercio, se consultó a los fabricantes sobre sus respectivas consideraciones cuando se trata de la oportunidad de trasladar las operaciones de manufactura a los países de Centroamérica o el Caribe en particular. En tales casos, los fabricantes consideraron la logística, la seguridad y la estabilidad del mercado como sus tres principales factores al invertir en la región, y citaron también la infraestructura como una preocupación clave. (Véase el figure 11).

**Gráfico 11: Factores más significativos que consideran los fabricantes al trasladarse a Centroamérica y el Caribe<sup>111</sup>**



Sin embargo, mientras que la Cámara de Comercio de Estados Unidos reveló que solo uno de cada cuatro fabricantes estaba pretendiendo reubicarse fuera de Asia, otros estudios han encontrado estimaciones mucho más sólidas. Por ejemplo, un informe de septiembre de 2023 del Boston Consulting Group (BCG), “Aprovechar los cambios tectónicos en la industria manufacturera global”, reveló que “el 90 % de los ejecutivos de manufactura de América del Norte” informan que “han trasladado parte de su producción y abastecimiento a diferentes países en los últimos cinco años y continuarán haciéndolo durante los próximos cinco años”.<sup>112</sup> De las empresas que han reubicado la producción, más de la mitad informó que habían desplazado más del 20 % de su gasto en cadena de suministro y actividad manufacturera a otros lugares.<sup>113</sup> El informe señala que, desde 2018 hasta 2022, las importaciones de bienes estadounidenses provenientes de China disminuyeron un 10 % en términos ajustados por la inflación, pero aumentaron un 18 %

las de México y un 44 % las de la India. El informe muestra claramente que la actividad manufacturera mundial está en movimiento, y finaliza: “La conclusión es que los fabricantes de una amplia gama de industrias pueden lograr reducciones sustanciales de costos y, en algunos casos, transformadoras, junto con una mayor resiliencia y sostenibilidad, al transformar de manera audaz sus presencias globales de fabricación y abastecimiento”.<sup>114</sup>

También es importante reconocer que cuando esta actividad manufacturera se traslada a algún lugar en América, aunque no siempre a los Estados Unidos, Estados Unidos igual se beneficia considerablemente. Eso se debe a que las importaciones estadounidenses procedentes de Asia consisten en solo un 4 % de valor agregado estadounidense, mientras que las importaciones estadounidenses procedentes de América Latina en promedio contienen un 40 % de valor agregado estadounidense.<sup>115</sup> En resumen, el hecho de que más actividad manufacturera global llegue a América representa una ganancia para los Estados Unidos.

## LA INDUSTRIA GLOBAL DE LOS SEMICONDUCTORES

Esta sección ofrece una síntesis de las cadenas de valor de los semiconductores y, luego, analiza el segmento ATP en específico.

### Cadenas de valor de los semiconductores

Los semiconductores representan el corazón de la economía digital global moderna, una industria que se prevé que alcance los \$588 000 millones en 2024 (y crezca a \$1 trillón en 2030), estimula otros \$7 billones en actividad económica mundial al año y respalda una gama de aplicaciones posteriores como la IA y los macrodatos.<sup>116</sup> Además, los semiconductores —el cuarto producto más comercializado del mundo— tienen quizá la cadena de valor más compleja y geográficamente dispersa que cualquier otra industria del mundo.<sup>117</sup> Cuando se consideran todas las fases de producción, todo el proceso de producción de semiconductores se extiende desde la adquisición de materiales hasta la fabricación del producto final.<sup>118</sup> (Véase el figure 12).

Sin embargo, en general, las tres facetas de más alto nivel del proceso de producción de semiconductores son la I+D y el diseño de chips de semiconductores; la fabricación de semiconductores, y el ATP de semiconductores. También es importante tener en cuenta que, en los productos electrónicos, los semiconductores se sitúan en una PCB, que es una estructura rígida que contiene circuitos eléctricos que comprenden superficies metálicas incrustadas llamadas “rutas” o “pistas” y áreas más grandes de metal llamadas “planos”.<sup>119</sup>



Gráfico 12: Facetas clave de la cadena de producción de semiconductores<sup>120</sup>



Como explicó el Banco Interamericano de Desarrollo (BID):

La intrincada red global de suministro de semiconductores ha evolucionado en las últimas tres décadas: hay más de 30 tipos de categorías de productos de semiconductores, con diferentes tamaños y niveles de complejidad; la fabricación de semiconductores suele requerir hasta 300 insumos diferentes, así como más de 50 tipos de equipos y herramientas de precisión de alta ingeniería suministrados por empresas altamente especializadas que también se encuentran en diferentes partes del mundo.<sup>121</sup>

De hecho, decenas de países de todo el mundo compiten con empresas en múltiples facetas de la producción de semiconductores. A decir verdad, cada segmento de la cadena de valor de los semiconductores tiene, en promedio, 25 países involucrados en la cadena de suministro directo y 23 en funciones de respaldo. Más de 12 países tienen empresas que participan directamente en el diseño de chips de semiconductores, 39 países tienen al menos una instalación de fabricación de semiconductores, mientras que más de 25 países tienen empresas que participan en actividades de ATP.<sup>122</sup> (Véase el figure 13). Como ha explicado el BID, “la competitividad de costos, un clima de inversión favorable a los negocios, las mejoras en la infraestructura en

términos de suministro de agua, electricidad, transporte y logística son algunos de los factores” que influyen en lo atractiva que puede ser la región latinoamericana para la inversión en el sector de los semiconductores.<sup>123</sup> Pero, en resumen, países de todos los tamaños en todo el mundo han demostrado que pueden competir eficazmente por la inversión en el sector de los semiconductores, y lo mismo vale para la República Dominicana.

**Gráfico 13: Cantidad de países que participan en diversas fases de la actividad de fabricación de semiconductores**<sup>124</sup>



## El mercado del ensamblaje, prueba y empaque de semiconductores

Como se ha señalado, después de la fabricación inicial de los chips, las obleas en general se envían a otras instalaciones para actividades finales de fabricación, como el ATP. En este paso, los chips se cortan de la oblea de silicio, se prueba su desempeño y se los empaqueta para protegerlos y permitir su integración en dispositivos electrónicos terminados mediante la fijación de interconexiones eléctricas.<sup>125</sup>

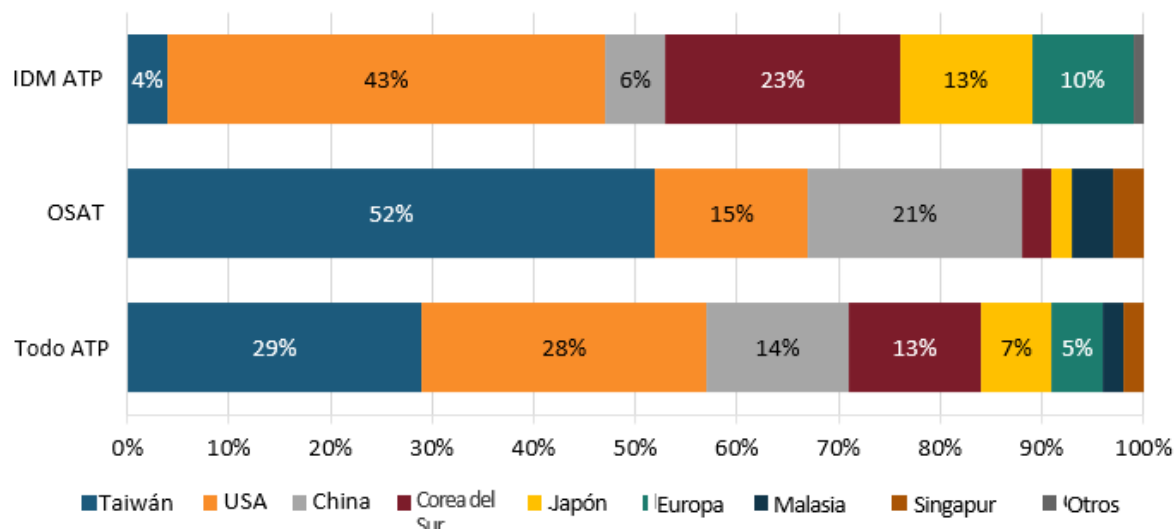
**Países de todos los tamaños en todo el mundo han demostrado que pueden competir eficazmente por la inversión en el sector de los semiconductores.**

El ATP de los semiconductores suele tener lugar a través de uno de dos modelos de negocio: 1) como servicios internos de ATP realizados por fabricantes de dispositivos integrados (IDM) y fundiciones después de la fabricación o 2) por empresas de ensamblaje y prueba tercerizadas (OSAT), que realizan actividades de ATP para clientes externos.<sup>126</sup> El ATP suele ser intensivo en mano de obra y de menor valor agregado que el diseño y la fabricación, lo que explica por qué, históricamente, las empresas han establecido las instalaciones de ATP en mayor medida en los países en desarrollo.<sup>127</sup>

Por casas matriz, Taiwán y Estados Unidos lideran en términos de las empresas que instigan la actividad de ATP más global, representando el 29 % y el 28 % del mercado, respectivamente, en 2019, seguidos por China (14 %), Corea del Sur (13 %), Japón (7 %) y Malasia (5 %). (Véase el figure 14). En términos de OSAT, Taiwán dominó, ya que sus empresas representaron más de

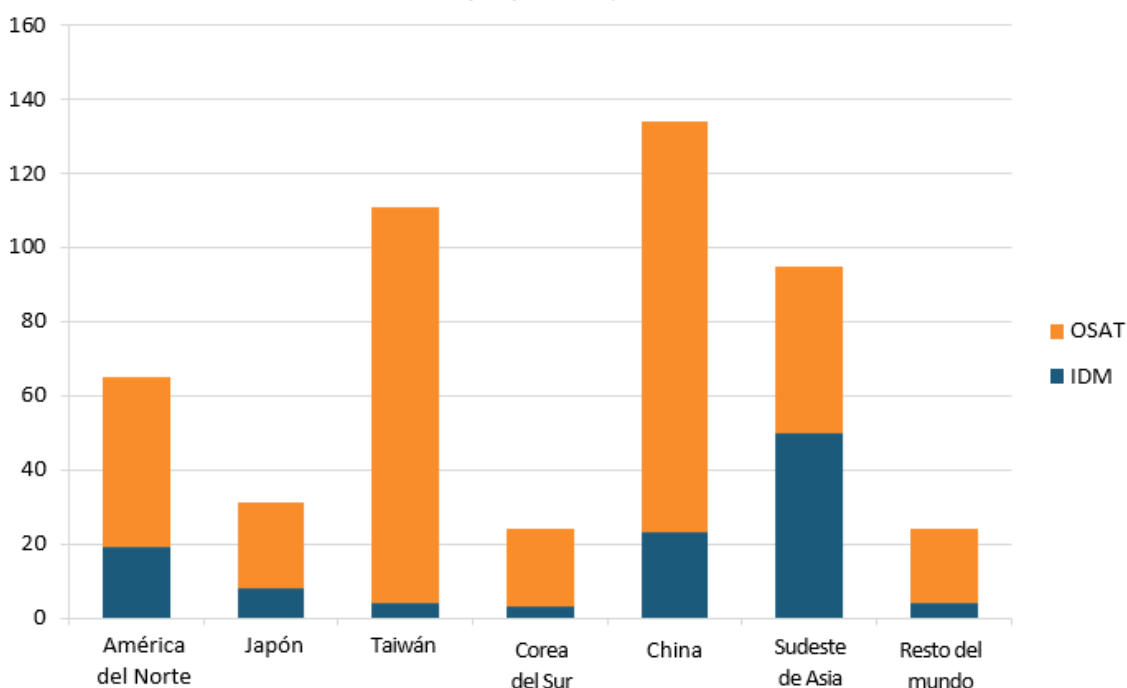
la mitad del mercado, seguido por China (21 %) y Estados Unidos (15 %). A su vez, Estados Unidos lideró la actividad de ATP de IDM (43 %), seguido por Corea del Sur (23 %) y Japón (13 %).

**Gráfico 14: Participación en el mercado de ATP de IDM, OSAT y ATP por casa matriz, 2019<sup>128</sup>**



Sin embargo, en términos de dónde se lleva a cabo la actividad de ATP, más del 95 % de las instalaciones de ATP existen en los países del Indopacífico, “con una fuerte concentración de proveedores de OSAT en Taiwán, China y el sudeste asiático (particularmente en Singapur, Malasia, Vietnam y Filipinas)”.<sup>129</sup> De hecho, de un estimado de 484 instalaciones de ATP ubicadas en todo el mundo en 2021, solo 65 se encontraron en América del Norte (19 IDM y 46 OSAT), y solo 24 en el resto del mundo combinado.<sup>130</sup> (Véase el figure 15).

**Gráfico 15: Cantidad de instalaciones de ATP por país o región (2021)<sup>131</sup>**

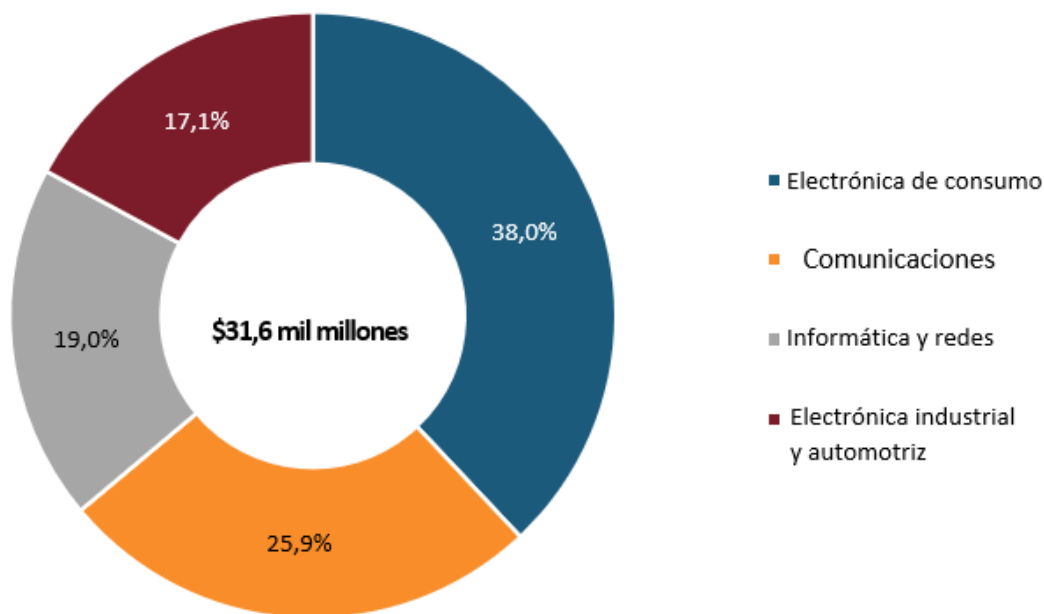


El mercado global de ATP está altamente concentrado, con aproximadamente el 80 % de la participación en el mercado de los 10 principales fabricantes y, como señala un informe, “principalmente ocupado por la parte continental de China y Taiwán de los fabricantes de China”.<sup>132</sup> A partir de enero de 2023, los 10 jugadores más grandes de OSAT en todo el mundo fueron JCET, HT-Tech, TF, LCSP, Chippacking, ASE, Powertech, Amkor Technology, UTAC Holdings y Unisem.<sup>133</sup> Los primeros cinco tienen su sede en China, mientras que ASE y Powertech provienen de Taiwán; Amkor Technology es el único de los Estados Unidos de entre los 10 (UTAC tiene su sede en Singapur y Unisem en Malasia). (En 2017, el jugador taiwanés de OSAT ASE adquirió Siliconware Precision Industries (SPIL), que en ese momento era el tercer jugador más grande de OSAT en el mundo).<sup>134</sup>

Sin embargo, el ATP de semiconductores representa ciertamente un mercado de crecimiento global significativo. Los analistas fijaron que el mercado mundial de servicios de ensamblaje y pruebas de semiconductores había acumulado ingresos por \$33 400 millones en 2023, y esperan que crezca a una tasa de crecimiento anual compuesta (TCAC) del 5,6 % durante el resto de esta década, hasta convertirse en un mercado global de \$48 800 millones para 2030.<sup>135</sup>

A partir de 2022, la electrónica de consumo representó la mayor parte de la actividad de ATP de semiconductores, con un 38 %, seguida por las comunicaciones, la informática y las redes, y la electrónica industrial y automotriz. (Véase el figure 16). Los analistas esperan que la electrónica de consumo continúe siendo el segmento de más rápido crecimiento del mercado de ATP durante el resto de la década, debido al “creciente consumo de teléfonos inteligentes, tablets y televisores inteligentes, así como la adopción de tecnologías 5G y otros factores”.<sup>136</sup>

**Gráfico 16: Participación en el mercado mundial de servicios de ensamblaje y prueba de semiconductores, por aplicación (2022)**<sup>137</sup>



Como Chris Miller, reconocido autor de *Chip Wars*, observó: “Si se mira la forma en que Corea, Taiwán y Singapur entraron en la industria de los chips, lo hicieron con el ensamblaje, prueba y empaque antes de pasar a la fabricación”.<sup>138</sup> Al comentar sobre la oportunidad de la India de entrar en el ATP de la fabricación de semiconductores, Miller continuó: “[H]ay mucho margen para que la India gane inversiones en esa esfera, particularmente porque está justo al lado del ensamblaje del dispositivo, el ensamblaje de teléfonos inteligentes, el ensamblaje de PC, en los que la India también está en las primeras etapas de ganar una importante cuota de mercado”.<sup>139</sup> Sin duda lo mismo se aplica para la República Dominicana y, como se señaló, su base existente de fabricación de electrónica extensa le da al país un poderoso puntapié para atraer la inversión en ATP.

Si bien el ATP es ciertamente más intenso en mano de obra que la fabricación de semiconductores, los ejecutivos de la industria han comentado que la mano de obra representa solo alrededor del 5 % de los costos totales de producción de ATP.<sup>140</sup> Por lo tanto, si bien es cierto que los entornos de costos laborales de los países son un determinante clave para atraer la inversión en ATP de semiconductores, esto sugiere que otros impulsores de costos, como la capacidad de importar componentes y exportar productos terminados de manera rentable, la construcción y operación de instalaciones de manera eficiente o el logro de tasas de rendimiento extremadamente altas (es decir, la eficiencia de la producción), son los impulsores de costos principales.

Sin embargo, la industria del empaquetado está evolucionando, especialmente en lo que respecta al empaquetado de chip avanzado. Como explica un informe del McKinsey Global Institute (MGI):

En comparación con el proceso inicial de diseño y fabricación de obleas, el proceso final del empaquetado se ha infravalorado por dos razones: en primer lugar, todavía es posible empaquetar obleas usando equipos de vieja generación. En segundo lugar, el empaquetado se realiza principalmente mediante empresas de ensamblaje y prueba de semiconductores tercerizadas (OSAT) que compiten en gran medida en función de los bajos costos laborales, en lugar de otras fuentes de diferenciación.<sup>141</sup>

Como se explica en el informe, la tecnología de empaquetado ha evolucionado desde las prácticas de unión de cables de los años 50, el método flip-chip a mediados de los años 90 (en el que se conectaba el chip a la PCB con golpes de soldadura), la integración de obleas en los años 2000 (en la que los chips se empaquetaban como parte de la oblea en lugar de cortarse individualmente), el método de apilamiento 2.5-D de la década de 2010, hasta llegar al método actual de apilamiento 3-D de la década de 2020, en el que se apilan múltiples capas de chips, en lugar de conectarse lateralmente, y se las pega mediante el uso de TSV (vías de silicio pasante) u otros materiales, como el cobre.<sup>142</sup> En resumen, la tecnología del empaque avanzado está evolucionando rápidamente y, como explica el informe de MGI, “la llegada del empaque avanzado ha cambiado el panorama competitivo para los fabricantes de chips”.<sup>143</sup> El informe de MGI detalla:

El empaquetado ya no es un proceso de productos básicos y las grandes empresas se han movido primero para hacer del empaque avanzado una parte estratégica de sus ofertas. Otros fabricantes corren el riesgo no poder diferenciarse si no encuentran una manera de incorporar empaque avanzado en sus estrategias y ofertas. El mercado de empaque avanzado ofrece muchas oportunidades disruptivas, así como desafíos que probablemente vayan más allá de las actividades habituales.<sup>144</sup>

De hecho, como explica otro informe, “los avances técnicos en la innovación del empaquetado pueden brindar funcionalidades mejoradas para las aplicaciones de chips, ofreciendo un mayor valor y haciendo que la reubicación a los Estados Unidos [o a otros lugares] sea más viable económicamente que las operaciones tradicionales de empaquetado de bajo valor añadido”.<sup>145</sup> El punto más amplio aquí, por lo tanto, es que la evolución de la industria puede presentar a naciones como la República Dominicana nuevas oportunidades para acercarse a los fabricantes de semiconductores y sus empaquetadores con propuestas de valor únicas en cuanto a cómo sus países pueden ofrecer un entorno de fabricación atractivo para respaldar estos nuevos enfoques de empaque avanzado.

### **Creciente salida de semiconductores en América del Norte**

La participación de Estados Unidos en la producción mundial de semiconductores ha caído sustancialmente en las últimas décadas. De hecho, de 1990 a 2021, la participación de Estados Unidos en la producción mundial de semiconductores cayó del 37 % al 12 %, una disminución de más del 70 %.<sup>146</sup> Además, BCG estimó en 2020 que, sin una intervención política efectiva, solo el 6 % del nuevo desarrollo de la capacidad mundial estaría ubicado dentro de los Estados Unidos.<sup>147</sup>

Este fue el ímpetu para el desarrollo legislativo y la aprobación final en la administración Biden de la Ley de CHIPS y Ciencia, que destinó un total de \$52 700 millones para estimular la competitividad de los Estados Unidos en la producción de semiconductores, compuesta principalmente de \$39 000 millones para incentivos y \$11 000 millones para programas de I+D y capacitación de la fuerza laboral.<sup>148</sup> Es importante destacar que la Ley de CHIPS también incluyó un crédito fiscal de inversión del 25 % para gastos de capital para la fabricación de semiconductores que los analistas valoraron en hasta \$24 000 millones. La legislación también implementó una Oficina del Programa CHIPS, ubicada dentro del Instituto Nacional de Normas y Tecnología (National Institute of Technology and Standards, NIST) dentro del Departamento de Comercio de los Estados Unidos.<sup>149</sup>

La ley incluyó, en particular, un “Fondo Internacional de Seguridad e Innovación Tecnológica” que proporcionaría \$500 millones (\$100 millones por año para el período comprendido entre el ejercicio económico 2023 y el ejercicio económico 2027) al Departamento de Estado, con el fin de coordinar con los socios gubernamentales extranjeros para brindar soporte a las actividades internacionales de seguridad de las TIC y de la cadena de suministro de semiconductores, incluido el apoyo al desarrollo y la adopción de tecnologías de telecomunicaciones seguras y fiables, semiconductores y otras tecnologías emergentes. Posteriormente, se convirtió en el Fondo ITSI, administrado por el Departamento de Estado de los Estados Unidos.<sup>150</sup>

Envalentonadas por la Ley de CHIPS, desde la primavera de 2020 hasta febrero de 2023, las empresas del ecosistema de semiconductores anunciaron más de 40 nuevos proyectos en los

Estados Unidos por un total de casi \$200 000 millones en inversiones privadas y respaldando a 40 000 nuevos empleos previstos.<sup>151</sup> En enero de 2024, las empresas anunciaron más de \$231 000 millones en compromisos de inversiones en semiconductores y electrónica en los Estados Unidos.<sup>152</sup> En total, el Departamento de Comercio de los Estados Unidos ha recibido más de 570 declaraciones de interés y más de 170 presolicitudes, solicitudes completas y planes conceptuales para programas de incentivos en virtud de la Ley de CHIPS.<sup>153</sup> Algunos de los anuncios más notables de la expansión de la producción de semiconductores en Estados Unidos incluyen los siguientes.

---

**En enero de 2024, las empresas anunciaron más de \$231 000 millones en compromisos de inversiones en semiconductores y electrónica en los Estados Unidos.**

---

Intel se ha comprometido a invertir al menos \$20 000 millones en dos nuevas fábricas de semiconductores en Ohio. La construcción de la instalación comenzó a finales de 2022, e Intel espera que la producción se ponga en marcha en 2025 y entregue chips mediante el uso de las tecnologías de transistores más avanzadas de la empresa. A plena construcción, la inversión total de Intel en el sitio podría trepar hasta los \$100 000 millones en la próxima década, lo que lo convertiría en uno de los sitios de fabricación de semiconductores más grandes del mundo.<sup>154</sup>

En mayo de 2020, la Taiwan Semiconductor Manufacturing Corporation (TSMC) anunció que invertiría \$12 000 millones para construir una fábrica de semiconductores en Arizona. Sin embargo, en diciembre de 2022, la empresa anunció que triplicaría con creces su inversión inicialmente prevista en Arizona a \$40 000 millones y que construiría una segunda fábrica de semiconductor de 3 nanómetros.<sup>155</sup> La primera fábrica en Arizona de TSMC utilizará la tecnología de proceso N4 de TSMC y se espera que comience a operar más adelante en 2024, mientras que la segunda fábrica en Arizona de TSMC está programada para comenzar a operar en 2026. Los analistas prevén que las dos fábricas de TSMC en Arizona fabricarán más de 600 000 obleas por año, con un valor estimado de producto final de más de \$40 000 millones, y crearán hasta 10 000 empleos.<sup>156</sup>

En octubre de 2022, el fabricante de chips de memoria de acceso aleatorio dinámico (DRAM) Micron anunció que construiría una megafábrica cerca de Syracuse, Nueva York, que podría suponer hasta \$100 000 millones en inversión total en los próximos 20 años.<sup>157</sup> El sitio podría eventualmente incluir cuatro salas limpias de 600 000 pies cuadrados, para un tamaño total de 2,3 millones de pies cuadrados de espacio en salas limpias (que sería equivalente al tamaño de 40 campos de fútbol americano). La megafábrica respaldará la estrategia de Micron de aumentar la producción de DRAM de vanguardia de fabricación estadounidense al 40 % de la producción global de la empresa durante la década siguiente, y se espera que respalde la creación de 9000 nuevos empleos de Micron y de 50 000 empleos en el estado de Nueva York.<sup>158</sup>

La primera inversión de la Oficina del Programa CHIPS, en diciembre de 2023, fue para BAE Systems, con sede en el Reino Unido, para ayudar a expandir una planta en New Hampshire donde fabrica chips para aviones de combate estadounidenses; esto fue seguido, el 4 de enero de 2024, por un anuncio de que Microchip Technology recibiría \$162 millones en incentivos federales para apoyar la relocalización de la cadena de suministro de semiconductores de la empresa.<sup>159</sup>

## Oportunidad para América Latina en el sector de los semiconductores

En total, estas inversiones mencionadas representarán un aumento significativo en la producción de semiconductores en Estados Unidos durante el resto de la década, lo que aumentará las oportunidades para la República Dominicana y otros actores regionales de expandir su presencia en el ATP de semiconductores.

Y eso importa, porque como observó un comentarista, “mientras Estados Unidos y China compiten por el dominio en la industria global de semiconductores, América Latina se ha convertido en un campo de batalla clave para la competencia geopolítica”.<sup>160</sup> A su vez, como se ha señalado, la disminución de la dependencia tecnológica de Asia y la reubicación estratégica de la actividad de fabricación de semiconductores más cerca de los Estados Unidos representa un objetivo clave de la administración de Biden, que está llevando a cabo a través de iniciativas como el mencionado Fondo ITSI del Departamento de Estado, así como la Conferencia sobre Semiconductores de América del Norte (NASC), un esfuerzo trilateral entre los gobiernos, los académicos, las instituciones y los sectores privados de México, Canadá y Estados Unidos.<sup>161</sup>

De hecho, la región latinoamericana tiene un enorme potencial para asumir un papel más importante en las cadenas de valor globales de los semiconductores. Por ejemplo, el CEO de Intel, Patrick Gelsinger, ha declarado que el objetivo final de Intel es que el 30 % de los semiconductores del mundo se produzcan en América a finales de esta década (sin duda, la mayor parte de eso sería en los Estados Unidos, pero Gelsinger quiso decir que la producción sería en América en general).<sup>162</sup> En noviembre de 1996, Intel estableció operaciones de ATP en Costa Rica, y para 1999, la empresa había invertido \$390 millones en las operaciones y empleó a más de 2200 trabajadores.<sup>163</sup> La relación fue altamente productiva, tanto para Intel como para la economía de Costa Rica. Un informe de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) señaló que Costa Rica fue capaz de avanzar en la cadena de valor de la electrónica y, con el tiempo, de sumar un valor agregado nacional (VAN) considerablemente mayor a las operaciones de Intel en el país, lo que hizo que la relación fuera un esfuerzo muy exitoso para ambas partes. Como se indica en el informe de la OIT:

El VAN para Intel Costa Rica fue del 18 %, mientras que, en 2016, para la nueva operación de servicios compartidos e I+D, el VAN aumentó al 44 %. En otras palabras, por cada dólar que Intel Costa Rica produjo y vendió fuera del país en 2013, 18 centavos permanecieron en el país en forma de pagos por los factores de producción e insumos producidos por las empresas costarricenses. En 2016, por cada dólar exportado, 44 centavos se quedaron en Costa Rica por estas mismas compras. En conclusión, durante los 19 años en que Intel ha operado en Costa Rica, la empresa ha tenido un impacto macroeconómico significativo y positivo en áreas como crecimiento de la producción, comercio exterior, inversión extranjera directa, empleo, salarios, contribuciones a la seguridad social y el aumento del VAN.<sup>164</sup>

Si bien Intel se retiró de Costa Rica en 2014, en agosto de 2022 reinició las actividades de ATP en sus instalaciones de San Antonio de Belén, Costa Rica y, en septiembre de 2023, el fabricante de chips anunció que tenía la intención de invertir \$1200 millones en sus operaciones en Costa Rica en los próximos dos años.<sup>165</sup>



Por su parte, México actualmente opera cuatro instalaciones de ATP de semiconductores, varias empresas multinacionales tienen importantes operaciones finales de chips en México y otras están aumentando su fuerza laboral de ingeniería y diseño de chips en el país.<sup>166</sup>

Si bien el potencial de América Latina para entrar de manera más significativa en la industria global de semiconductores es considerable, como señaló un observador, “la industria electrónica en América Latina todavía está en desarrollo y enfrenta varias barreras, como bajos niveles de innovación, acceso limitado al financiamiento y dependencia de las importaciones. El subsector de los semiconductores está particularmente subdesarrollado, ya que hay pocos fabricantes y proveedores locales, y la mayor parte de la demanda es satisfecha por empresas extranjeras”.<sup>167</sup>

Sin embargo, América Latina representa una región de rápido crecimiento para la producción y el consumo de bienes de TIC y electrónica de consumo (y los semiconductores que los alimentan). Por ejemplo, las exportaciones totales de TIC de la región de América Latina alcanzaron casi \$73 000 millones en 2021.<sup>168</sup> Y un informe reveló que la demanda total de semiconductores entre Argentina, Brasil y México alcanzó más de \$8000 millones en 2022.<sup>169</sup> Además, según la firma de investigación IDC, se prevé que el gasto en tecnologías de la información en América Latina superará el crecimiento del PIB, con un aumento del 12,6 % en 2023 y un aumento previsto de más del 15 % para 2026. Analistas esperan que el gasto en telecomunicaciones de América Latina crezca cerca de un 5 % para 2026.<sup>170</sup> La clase media de la región, que crece con rapidez, ha aumentado el consumo de productos electrónicos como teléfonos inteligentes, computadoras portátiles, tablets y televisores inteligentes, y un informe destacó que el uso de teléfonos inteligentes en América Latina ha aumentado considerablemente, y que la tasa de penetración de Internet en la región ha superado la de la India y China.<sup>171</sup> La creciente demanda de productos electrónicos en América Latina, y los semiconductores que los alimentan, agrega otra razón para que los fabricantes globales de semiconductores consideren más seriamente la región para las actividades de producción de semiconductores, ya que la demanda del mercado de los productos finales que los utilizan crece drásticamente en toda la región.

## **Placas de circuitos impresos**

La República Dominicana sin duda tiene la capacidad de competir en la fabricación de PCB. Esa realidad queda demostrada por el hecho de que la empresa Power One fabricó PCB en la República Dominicana hasta 2010, cuando desafortunadamente la empresa cerró su planta y trasladó sus operaciones a China en lo que se consideró un movimiento impulsado por los costos en ese momento.<sup>172</sup> Aparte de esa historia, varios fabricantes desarrollan operaciones de tecnología de montaje superficial (SMT) en la República Dominicana hoy en día. SMT hace referencia a una tecnología de ensamblaje de componentes relacionada con placas de circuitos impresos en la que los componentes están unidos y conectados en la superficie de la placa mediante procesos de soldadura por lotes.<sup>173</sup> Rockwell Automation y PC Precision Engineering Inc. se encuentran entre las empresas que actualmente operan líneas SMT en la República Dominicana, lo que ilustra que las capacidades, habilidades y conocimientos para apoyar las actividades de fabricación de PCB están presentes allí. Como comentó Joan Henríquez, gerente de planta de las operaciones de Rockwell Automation en la República Dominicana: “Las capacidades mecánicas, eléctricas y de programación [para apoyar la fabricación de PCB] están disponibles aquí en la República Dominicana”.<sup>174</sup>

El país tiene una incipiente, aunque pequeña, industria de fabricación y exportación de PCB (que exportó PCB por un valor de \$55 200 en 2021), que podría servir de base para la futura expansión en este sector.<sup>175</sup>

---

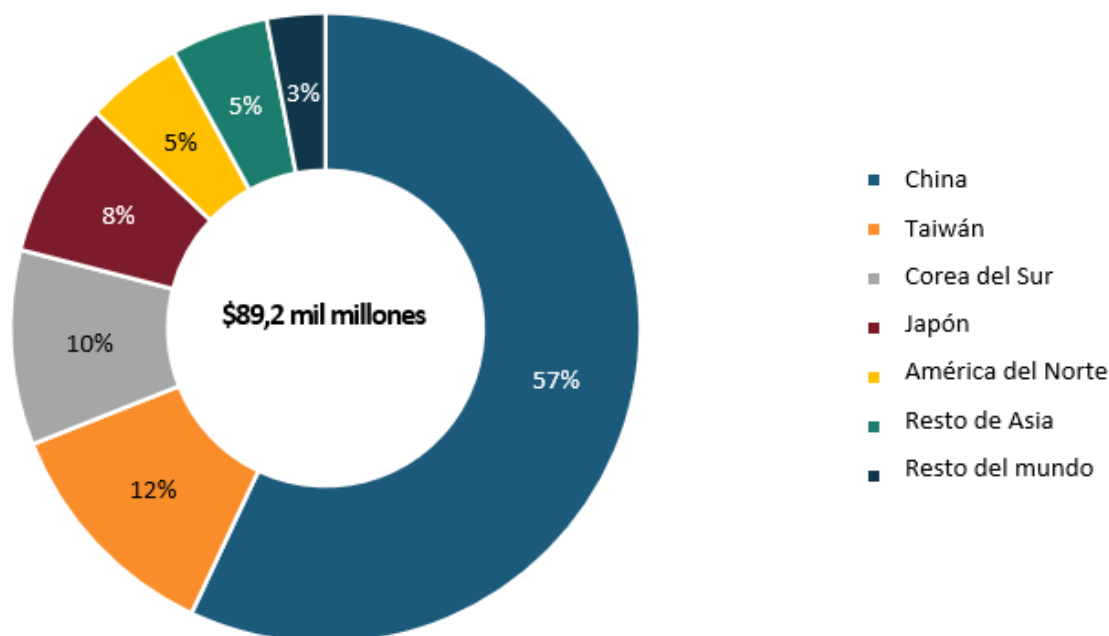
### Las capacidades, habilidades y conocimientos para apoyar las actividades de fabricación de PCB están presentes en la República Dominicana.

---

Las PCB son importantes porque representan las bases de la mayoría de los dispositivos electrónicos modernos y están compuestas por vías impresas que unen los diversos componentes de la placa, incluidos circuitos integrados, resistencias, capacitores electrolíticos, PLC, transistores y resistencias, que también ofrecen soporte mecánico.<sup>176</sup> Los analistas informan que el mercado global de PCB alcanzó los \$89 200 millones en 2021, que tiene un crecimiento previsto a una TCAC del 5,6 % en la próxima década y que la industria llegará a un mercado de \$140 000 millones para 2032.<sup>177</sup> Los analistas ven la creciente demanda de electrónica de consumo y aplicaciones automotrices e industriales como los impulsores de crecimiento más significativos para la industria de las PCB en la próxima década.

China domina la actividad mundial de fabricación de PCB, que representa poco menos del 60 % (57 %) de la fabricación mundial de PCB, seguida por Taiwán con un 12 %, Corea del Sur con un 10 % y Japón con un 8 %. (Véase el figure 17). La participación de Estados Unidos en la producción mundial de PCB ha pasado del 30 % hace 25 años a apenas un 4 % en la actualidad.<sup>178</sup> China tiene la mayor cuota de mercado debido a su tecnología de alta gama, disponibilidad de materiales y mano de obra barata y calificada.<sup>179</sup> Taiwán tiene la segunda mayor cuota de mercado, en gran parte debido a su posición como líder mundial en la fabricación de productos electrónicos y fabricación de chips. Corea del Sur ocupa el tercer lugar, en gran parte debido a su infraestructura avanzada y a su gran fuerza laboral calificada.

**Gráfico 17: Cuotas regionales de la producción mundial en la industria de fabricación de PCB, 2021**<sup>180</sup>



En general, hay dos tipos de PCB: placas de circuitos impresos rígido (RPCB) y placas de circuitos impresos flexible (FPCB). A menudo, las RPCB están hechas de una resina epoxi de vidrio (FR4), una placa de plástico duro con cableado de cobre impreso en la placa de circuito. Las FPCB están hechas de tereftalato de polietileno o poliimida con cables de cobre impresos en la placa de circuito.<sup>181</sup>

Los principales impulsores de los costos de producción de PCB provienen de los materiales y del proceso de fabricación, así como de la complejidad del diseño.

### Materiales y fabricación

El primer impulsor de costos es la elección del material: las especificaciones del material varían dependiendo de la aplicación del producto final de la PCB. En general, cinco factores influyen en las opciones de materiales: confiabilidad térmica, confiabilidad de temperatura, transferencia de calor, rendimiento de la señal y propiedades mecánicas. Los productos finales que implican frecuencias más altas requieren un grado de material más alto que el FR4 estándar y, por lo tanto, son más costosos.<sup>182</sup> La fabricación de PCB también requiere salas limpias ISO 7 u 8 para reducir la contaminación entre el ancho de línea de las placas de circuito. Además, la mayoría de las películas utilizadas en circuitos multicapa son higroscópicas, lo que requiere que se impriman a un grado de temperatura y humedad específico y constante.<sup>183</sup> Las salas limpias y el equipo necesario para la fabricación de PCB en esas salas también contribuyen al costo de fabricación. Aparte del costo de las instalaciones y de los materiales para las PCB, otro impulsor de costos es la fuerza de trabajo que se necesita para la fabricación, que debe estar calificada y contar con la experiencia y el conocimiento para operar las máquinas y los sistemas involucrados en la fabricación, así como la capacidad de manejar los productos químicos que forman parte del proceso.<sup>184</sup>

### Diseño

El número de capas, tamaño y forma de una PCB también influye en su costo. Con cada capa adicional de una PCB, se requieren más pasos de producción en el proceso de laminación, así como un mayor suministro de material. El tamaño de la PCB, así como su forma, también impacta en el precio; las PCB más grandes o con requisitos de forma personalizados cuestan más debido a los materiales adicionales necesarios o las herramientas especializadas necesarias para cumplir con los requisitos específicos de diseño y forma.

En 2021, las RPCB representaron más del 85 % de la demanda del mercado mundial debido a su capacidad para resistir la radiación UV, los productos químicos agresivos y los lubricantes corrosivos. A medida que la industria electrónica mundial continúa evolucionando, la demanda de este tipo de PCB probablemente aumentará.<sup>185</sup> Uno de los principales impulsores del mercado para las PCB es el rápido avance de la electrónica y las tecnologías digitales. El aumento de la demanda de productos y equipos digitales, dispositivos y tecnologías para el cuidado de la salud y características de alta tecnología en la industria automotriz y los vehículos electrónicos han contribuido al crecimiento del mercado.

Los analistas han observado que la integración del Internet de las Cosas (IoT) y la IA en la tecnología de PCB transformó esta industria en 2023, ya que proporcionó una mayor eficiencia y funcionalidad a través de una mayor automatización. Los investigadores también han impreso recientemente microcontroladores de sistema en chip, que ofrecen 7000 veces la memoria de otras PCB flexibles.

Varios actores en la República Dominicana, entre los que se incluyen Rockwell Automation y Precision Engineering, Inc., operan líneas de tecnología de montaje superficial en la actualidad, que se refiere a las herramientas mediante las cuales los componentes eléctricos se montan directamente en la superficie de una PCB. En resumen, la República Dominicana posee el dominio existente (es decir, el conocimiento de la materia y la ingeniería), la experiencia, la infraestructura de capacitación de la fuerza laboral, la estructura de costos laborales competitivos y un entorno de inversión más amplio y atractivo para respaldar las actividades de fabricación de PCB en el país.

## RECOMENDACIONES EN MATERIA DE POLÍTICAS

Las siguientes son recomendaciones en materia de políticas para la República Dominicana y otras partes interesadas que pueden ayudar a promover la pretensión del país de competir en las cadenas de valor de fabricación de PCB y de ATP de semiconductores.

- **La República Dominicana debe considerarse un candidato líder para recibir el financiamiento del Fondo ITSI del Departamento de Estado de los Estados Unidos**, que busca mejorar y garantizar la seguridad y diversificación de la cadena de suministro de semiconductores y promover el desarrollo y la adopción de redes de telecomunicaciones seguras y confiables. El financiamiento del ITSI proporciona a los beneficiarios fondos de creación de capacidad que pueden utilizarse para el desarrollo de ecosistemas y estrategias locales. El Departamento de Estado de los Estados Unidos ha anunciado alianzas con varios países para analizar oportunidades en la cadena de suministro de semiconductores, entre los que se incluyen Costa Rica (el 14 de julio de 2023), Panamá (el 20 de julio de 2023), Vietnam (el 11 de septiembre de 2023), Indonesia (el 13 de noviembre de 2023) y Filipinas (el 16 de noviembre de 2023).<sup>186</sup> El Departamento de Estado de los Estados Unidos sin duda debería ver a la República Dominicana como un candidato líder para una alianza similar para analizar oportunidades de colaboración en la cadena de suministro de semiconductores.
- **El gobierno de la República Dominicana debe desarrollar una propuesta de valor nacional y explícita de semiconductores y una estrategia de competitividad más amplia** que aborde temas como los planes para expandir el grupo de trabajadores industriales capacitados, científicos e ingenieros en el país capaces de respaldar la fabricación de electrónica avanzada; cómo puede el gobierno mejorar su respaldo a la actividad de I+D industrial aplicada; y cómo puede seguir mejorando los programas regulatorios, fiscales, aduaneros y de incentivos para atraer inversiones móviles globales en el sector.
- **La República Dominicana debe lanzar una campaña de sensibilización dirigida a inversores globales en industrias de electrónica avanzada, destacando las políticas fiscales y de zonas francas favorables del país.** Aunque sus principales exportaciones son dispositivos médicos y electrónicos, la República Dominicana ha sido considerada históricamente por la comunidad empresarial internacional como un destino turístico o un exportador del sector primario. El país debe mostrar su diversificación económica y mejorar su alcance global para obtener un mayor reconocimiento internacional como actor industrial y logístico líder en la región latinoamericana. Como tal, el país debe concentrarse e invertir más en la promoción, la comercialización y las comunicaciones centradas en el sector y crear una

campaña de sensibilización y una estrategia nacional para promover la IED en las zonas francas del país para las tecnologías emergentes. Además, los representantes del Ministerio de Comercio del país, las asociaciones empresariales y las zonas francas deben asistir a conferencias y exposiciones itinerantes de semiconductores y PCB, como las conferencias Semicon West o Asian Semicon (incluidas SEMICON Southeast Asia, SEMICON Korea o la Conferencia de ciencia y tecnología para circuitos integrados (CSTIC) en China).<sup>187</sup>

- Existe una escasez de talento global en la industria de los semiconductores. De hecho, Deloitte determinó que, para 2030, se necesitarán más de un millón de trabajadores calificados adicionales para satisfacer la demanda en la industria de los semiconductores.<sup>188</sup> Por su parte, los Estados Unidos se enfrentan a una escasez significativa de técnicos, científicos informáticos e ingenieros, con un déficit proyectado de 67 000 de estos trabajadores en la industria de los semiconductores para 2030.<sup>189</sup> En otras palabras, la brecha laboral de los semiconductores es un desafío regional. **La República Dominicana puede cerrar esta brecha al ampliar la disponibilidad de programas de grado en ingeniería eléctrica, informática y cursos relacionados.** Las universidades y escuelas de formación profesional del país también deben procurar ampliar las relaciones con universidades estadounidenses como la Universidad Estatal de Arizona, Purdue, Ohio State, la Universidad de Texas en Austin y otras para mejorar los programas de formación existentes y apoyar la circulación y la formación de los estudiantes que buscan títulos en estos campos.

Por ejemplo, en mayo de 2023, el ministro sindical de Electrónica e Informática, Ashwini Vaishnav, en nombre de la Misión de Semiconductores de la India, firmó un memorando de entendimiento con la Universidad Purdue para la creación de capacidad, la investigación y el desarrollo y también para la participación en la industria.<sup>190</sup> Como parte del memorando de entendimiento de cinco años, Purdue creará programas académicos híbridos y en línea de vanguardia para la capacitación especializada en áreas que incluyen el diseño y la fabricación de chips, empaque avanzado, materiales semiconductores y diseño de sistemas integrados que pueden estar disponibles para estudiantes indios como programas de capacitación respaldados por la Misión de Semiconductores de la India. La República Dominicana debe tratar de forjar relaciones similares.

- **La República Dominicana necesita aumentar la cantidad de personas que poseen certificaciones IPC 610.** La certificación IPC A-610, *Aceptabilidad de ensamblajes electrónicos*, es el estándar de inspección más utilizado en la industria electrónica y se ha ganado reputación internacional como la fuente de criterios de aceptación de productos finales para los consumidores y conjuntos de circuitos impresos de alta confiabilidad.<sup>191</sup> (IPC es la principal fuente de estándares de la industria y capacitación en la industria electrónica).<sup>192</sup> Esencialmente, la certificación IPC 610 proporciona criterios de calidad para la soldadura. Las partes interesadas entrevistadas en la República Dominicana para este informe indicaron que el país necesita más personas capacitadas en esta certificación y que el INFOTEP podría lanzar una iniciativa de “capacitar a los capacitadores” en este sentido.

- **La República Dominicana debe considerar la posibilidad de ampliar el uso de incentivos a la inversión para atraer la actividad manufacturera de la industria de semiconductores.** Un crédito fiscal de inversión específico para cada sector podría tener un impacto especial. Por ejemplo, como parte de la Ley de CHIPS, Estados Unidos ofrece un crédito fiscal de inversión del 25 % para gastos de capital para la fabricación de semiconductores y equipos relacionados.<sup>193</sup> Del mismo modo, la Ley de Chips de Taiwán, aprobada en enero de 2023, ofrece créditos fiscales de inversión del 25 % en I+D y del 5 % en equipos.<sup>194</sup> Asimismo, la estrategia de semiconductores K-Belt de Corea del Sur elevó la tasa de deducción fiscal para la I+D de semiconductores por parte de las empresas al 40 %, del 30 % actual.<sup>195</sup>

Como indicó BCG en el informe “Navegar la costosa economía de la fabricación de chips” de septiembre de 2023: “Mientras el panorama de incentivos gubernamentales sigue evolucionando en múltiples partes del mundo, nuevos programas de respaldo financiero más agresivos serán fundamentales para hacer viable la economía de estos proyectos a gran escala de capital intenso”.<sup>196</sup> Y si bien el artículo de BCG trata principalmente sobre la economía de la construcción de nuevas instalaciones de fabricación de semiconductores, la misma dinámica subyacente también se aplica a las actividades de ATP de fabricación de semiconductores. Si bien la República Dominicana ofrece un entorno atractivo libre de impuestos en las zonas francas, es posible que el país deba considerar incentivos a la inversión como parte de su paquete de atractivos para los fabricantes de semiconductores.

- **La República Dominicana debe establecer una “ventanilla única” para facilitar la autorización regulatoria de todos los permisos y las aprobaciones, como los permisos de revisión ambiental, que se necesitarían para lanzar una instalación de ATP de semiconductores o PCB en el país.** Como se señaló, el programa de Burocracia Cero de la República Dominicana ya proporciona un marco sólido para agilizar los procesos regulatorios en el país, pero la República Dominicana debe evaluar la posibilidad de establecer una oficina o equipo de gabinete que se encargue rápidamente de cualquier necesidad de permisos o autorización regulatoria intergubernamental (es decir, interinstitucional).
- **La República Dominicana debe unirse al ATI ampliado (ATI-2) y formar parte de las discusiones para promulgar un ATI-3.** Como se señaló, la República Dominicana es miembro del ATI inicial, pero este se amplió en 2015, cuando 53 países acordaron ampliar el ATI original con 201 productos adicionales de TIC. Los países están analizando ahora una segunda expansión del ATI, un “ATI-3”, que podría ubicar a más de 400 productos únicos de TIC dentro del marco de eliminación de aranceles del ATI, lo que agregaría más de \$750 000 millones a la economía mundial en 10 años.<sup>197</sup> La República Dominicana debe adherirse formalmente al ATI-2 y unirse a un grupo de países para promover la adopción de un ATI-3.
- Los Estados Unidos firmaron el CAFTA-DR en agosto de 2004 y, aunque el acuerdo tiene un capítulo sobre comercio electrónico con algunos principios básicos, a saber, no promulgar derechos sobre los productos digitales ni ejercer discriminación contra los productos digitales, el marco global que respalda los flujos comerciales digitales ha evolucionado significativamente desde entonces. Además, el movimiento de datos, desde los diseños de chips de semiconductores hasta los diseños de fábricas de

semiconductores o instalaciones de ATP, es fundamental para la industria global de los semiconductores. Como tal, **la República Dominicana debe abogar por regulaciones robustas del comercio digital, y una forma de hacerlo sería sumarse a la Iniciativa Conjunta sobre el Comercio Electrónico de la OMC**, a través de la cual más de 75 países miembro de la OMC están tratando de desarrollar “normas globales sobre el comercio digital que faciliten las transacciones electrónicas y fomenten una economía digital abierta y confiable”.<sup>198</sup>

- Los Estados Unidos han fortalecido hace poco las relaciones comerciales y de inversión con varios socios comerciales latinoamericanos. Por ejemplo, en febrero de 2022 entró en vigor el “Protocolo entre Estados Unidos y Brasil relativo a las reglas comerciales y la transparencia” (después de haberse firmado en octubre de 2020). El protocolo modernizó el Acuerdo sobre Comercio y Cooperación Económica de 2011 mediante la adición de nuevos compromisos sobre facilitación del comercio, buenas prácticas regulatorias y prácticas para la prevención de la corrupción en función de los capítulos pertinentes del Acuerdo entre Estados Unidos, México y Canadá (USMCA).<sup>199</sup> Asimismo, en agosto de 2021, los Estados Unidos y Ecuador firmaron un protocolo similar que abordaba cuestiones como la facilitación del comercio y la administración aduanera, las buenas prácticas reglamentarias, la lucha contra la corrupción y las PYMES.<sup>200</sup> **La República Dominicana debe estudiar la posibilidad de concertar un protocolo de ese tipo con los Estados Unidos, con el fin de fortalecer aún más el entorno comercial y de inversión entre las dos naciones.**

## CONCLUSIÓN

Las cadenas mundiales de producción en industrias de tecnología avanzada están experimentando un reordenamiento dramático. Las tensiones geopolíticas entre Estados Unidos y China, la búsqueda de entornos de menor costo de producción y el deseo de aprovechar nuevos grupos de talento calificado y ubicar la producción más cerca de los usuarios finales son factores que obligan a los fabricantes multinacionales de productos electrónicos avanzados a explorar nuevos entornos de producción y reubicar parte de sus operaciones en América. La República Dominicana ofrece una economía política estable y uno de los entornos más atractivos para la IED en el hemisferio occidental. Al aprovechar sus fortalezas existentes en la fabricación de electrónica avanzada, el país está bien posicionado para atraer una parte considerable de la inversión en fabricación cercana a la región. En conclusión, la República Dominicana posee las capacidades, los conocimientos y la infraestructura necesarios junto con un entorno regulatorio y normativo de respaldo necesario para atraer la inversión de PCB y ATP de semiconductores al país. Como tal, la República Dominicana está preparada para desempeñar un papel importante en ayudar a la diversificación y hacer que las cadenas de suministro mundiales sean más sostenibles y resilientes en el sector de los semiconductores.

## Agradecimientos

El autor desea agradecer a Robert Atkinson, Marielle DeVos e Ian Tufts de ITIF por su ayuda en este informe. Los errores o las omisiones son responsabilidad exclusiva de los autores.

## Acerca del autor

Stephen Ezell es vicepresidente de Política de Innovación Global en la Fundación de Tecnología de la Información e Innovación (ITIF) y director del Centro de Innovación en Ciencias de la Vida de la ITIF. También dirige la Alianza Mundial de Políticas de Comercio e Innovación. Sus áreas de especialización incluyen la ciencia y la política tecnológica, la competitividad internacional, el comercio y la fabricación.

## Acerca de ITIF

La Fundación de Tecnología de la Información e Innovación (ITIF) es un instituto independiente 501(c)(3) sin fines de lucro, no partidista de investigación y educación que ha sido reconocido en varias ocasiones como el principal centro de estudios del mundo para la ciencia y la política tecnológica. Su misión es formular, evaluar y promover soluciones de políticas que aceleren la innovación e impulsen la productividad para estimular el crecimiento, las oportunidades y el progreso. Para obtener más información, visite [itif.org/about](https://itif.org/about) (en inglés).

## NOTAS FINALES

---

1. Marko Kovacevic, “‘Geo-Politics’ and ‘Geo-Economics’ Reshaping the Supply Chain” (presentation to Global Trade and Innovation Policy Alliance (GTIPA) Annual Summit, September 14, 2023, Berlin, Germany), <https://www2.itif.org/2023-kovacevic-dsci.pdf>.
2. Ondrej Burkacky, Julia Dragon, and Nikolaus Lehmann, “The semiconductor decade: A trillion-dollar industry” (McKinsey Global Institute (MGI), April 2022), [https://www.mckinsey.com/industries/semiconductors/our-insights/the-semiconductor-decade-a-trillion-dollar-industry#](https://www.mckinsey.com/industries/semiconductors/our-insights/the-semiconductor-decade-a-trillion-dollar-industry#/).
3. Antonio Varas et al., “Government Incentives and U.S. Competitiveness in Semiconductor Manufacturing” (SIA and Boston Consulting Group), 11, <https://www.bcg.com/en-us/publications/2020/incentives-and-competitiveness-in-semiconductor-manufacturing>.
4. SEMI, “World Fab Forecast,” news release, September 7, 2023, <https://www.semi.org/en/products-services/market-data/world-fab-forecast>.
5. Congressional Research Service (CRS), “Frequently Asked Questions: CHIPS Act of 2022 Provisions and Implementation” (CRS, April 25, 2023), <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R47523>; The White House, “FACT SHEET: One Year after the CHIPS and Science Act, Biden-Harris Administration Marks Historic Progress in Bringing Semiconductor Supply Chains Home, Supporting Innovation, and Protecting National Security,” news release, August 9, 2023, <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/08/09/fact-sheet-one-year-after-the-chips-and-science-act-biden-harris-administration-marks-historic-progress-in-bringing-semiconductor-supply-chains-home-supporting-innovation-and-protecting-national-s/>.
6. Cristina Guevara, “U.S. and China race for Latin America’s semiconductors,” *Dallas Morning News*, October 28, 2023, <https://www.dallasnews.com/opinion/commentary/2023/10/28/us-china-race-for-latin-america-semiconductors/>.



7. Chris Miller and David Talbot, “Mexico’s Microchip Advantage,” *Foreign Affairs*, August 28, 2023, <https://www.foreignaffairs.com/mexico/mexicos-microchip-advantage-semiconductor-china>.
8. Ibid.
9. Semiconductor Industry Association, “Global Semiconductor Sales Increase 3.9% Month-to-Month in October; Annual Sales Projected to Increase 13.1% in 2024,” news release, December 4, 2023, <https://www.semiconductors.org/global-semiconductor-sales-increase-3-9-month-to-month-in-october-annual-sales-projected-to-increase-13-1-in-2024/>; Oxford Economics, “Enabling the Hyperconnected Age: The role of semiconductors” (Oxford Economics, 2013), 20, <http://www.semismatter.com/enabling-the-hyperconnected-age-the-role-of-semiconductors/>.
10. Takashi Mochizuki and Jane Lanhee Lee, “TSMC Weighs Third Japan Chip Plant With Cutting-Edge 3nm Tech,” *Bloomberg*, November 20, 2023, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-11-21/tsmc-weighs-third-japan-chip-plant-with-cutting-edge-3nm-tech>.
11. Anton Shilov, “Apple to become first customer for Amkor’s \$2 billion Arizona chip packaging facility,” *tom’s Hardware*, November 30, 2023, <https://www.tomshardware.com/tech-industry/semiconductors/apple-to-become-first-customer-for-amkors-dollar2-billion-arizona-chip-packaging-facility>.
12. Robert Atkinson and Stephen Ezell, *Innovation Economics: The Race for Global Advantage* (New Haven, Connecticut: Yale University Press, 2012): 123–126, [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4349-0\\_24](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4349-0_24).
13. Semiconductor Industry Association (SIA) and Oxford Economics, “Chipping In: The Positive Impact of the U.S. Semiconductor Industry on the American Workforce and How Federal Industry Incentives Will Increase Domestic Jobs” (SIA and Oxford Economics, May 2021), <https://www.semiconductors.org/chipping-in-sia-jobs-report/>.
14. U.S. Bureau of Labor Statistics, “Occupational Employment and Wage Statistics: May 2022 National Occupational Employment and Wage Estimates,” [https://www.bls.gov/oes/current/oes\\_nat.htm](https://www.bls.gov/oes/current/oes_nat.htm).
15. IPC, “Interconnecting America’s Economy: The Economic Impacts of the U.S. Electronics Manufacturing Sector” (IPC, 2020), <https://www.ipc.org/media/3457/download>.
16. Konark Bhandari, “Is India ‘Ready’ for Semiconductor Manufacturing?” (Carnegie India, May 2023), <https://carnegieindia.org/2023/05/23/is-india-ready-for-semiconductor-manufacturing-pub-89814>.
17. Rajat Kathuria, Mansi Kedia, and Uttara Balakrishnan, “Mapping the future of high value manufacturing in India” (Indian Council for Research of International Economic Relations (ICRIER), July 2014), 11, <https://www.econstor.eu/handle/10419/176303?locale=de>.
18. Ricardo Hausmann and Bailey Klinger, “The Structure of the Product Space and the Evolution of Comparative Advantage” (CID Working Paper No. 146, Harvard University, April 2007), <https://www.hks.harvard.edu/centers/cid/publications/faculty-working-papers/structure-product-space-and-evolution-comparative-advantage>.
19. Kathuria, Kedia, and Balakrishnan, “Mapping the future of high value manufacturing in India,” 11.
20. Michael Stott, “Latin America has its best chance for a generation,” *The Financial Times*, January 17, 2024, <https://www.ft.com/content/dfb43a51-009b-445c-ba47-b8caa25fc1da>.
21. International Finance Corporation (IFC), “Creating Markets in the Dominican Republic” (IFC, October 2023), 1, <https://www.ifc.org/en/insights-reports/2023/dominican-republic-country-private-sector-diagnostic>.
22. Frank Fuentes, Emilio Fernandez, and Alejandro Santos, “Dominican Republic’s Income Convergence Signals Path to Advanced Economy Status in Coming Decades,” International Monetary Fund Country Focus, August 3, 2023, <https://www.imf.org/en/News/Articles/2023/07/26/cf-dominican-republics-income-convergence-signals-path-to-advanced-economy-status-in-coming-decades>.

23. IFC, “Creating Markets in the Dominican Republic.”
24. Ibid.
25. International Monetary Fund, “Per-capita GDP, Current Prices” (accessed January 19, 2024). <https://www.imf.org/external/datamapper/PPP@WEO/PRY/PER/COL/DOM>.
26. Fuentes, Fernandez, and Santos, “Dominican Republic's Income Convergence Signals Path to Advanced Economy Status in Coming Decades.”
27. Ibid.
28. Ibid.
29. Government of the Dominican Republic, “DR's General Economic Overview” (power point presentation, Santo Domingo, Dominican Republic, November 28, 2023).
30. Ibid.
31. Organization for Economic Cooperation and Development, 2020, “Elements for a forward-looking policy agenda in the Dominican Republic,” in *Production Transformation Policy review of the Dominican Republic*, <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/f1bc1b72-en/index.html?itemId=/content/component/f1bc1b72-en>.
32. fDi Intelligence, “The fDi Report 2023,” <https://www.fdiinsights.com/fdi/report2023>.
33. The World Bank, “Dominican Republic: Assessment of logistics skills, competencies, and training” (The World Bank, May 26, 2023), <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/099062823125531766/p1785030ce87760eb08d43077ace597fbb0>.
34. Government of the Dominican Republic, “DR's General Economic Overview.”
35. Ibid.
36. Government of the Dominican Republic, Dominican Republic Free Trade Zones, “Investment Climate Free Zones Dominican Republic” (power point presentation, Santo Domingo, Dominican Republic, October 16, 2023).
37. Dominican Republic Ministry of Industry, Commerce, and MSMEs, Ministry of External Relations, and National Council of Free Trade Zones (aka Government of the Dominican Republic), “The Nearshoring Revolution: A Reality for the Dominican Republic,” 35.
38. International Labor Organization, “Employment by sex and economic activity (thousands) – Annual,” accessed August 18, 2023, [https://www.ilo.org/shinyapps/bulkexplorer39/?lang=en&segment=indicator&id=EMP\\_TEMP\\_SEX\\_EC\\_O\\_NB\\_A&ref\\_area=DOM](https://www.ilo.org/shinyapps/bulkexplorer39/?lang=en&segment=indicator&id=EMP_TEMP_SEX_EC_O_NB_A&ref_area=DOM).
39. “Dominican Republic Free Zones: 50 Years of Global Business Excellence,” *Business Insider*, August 14, 2019, <https://markets.businessinsider.com/news/stocks/dominican-republic-free-zones-50-years-of-global-business-excellence-1028446570>.
40. Eaton, “Eaton opens first industry design center in Dominican Republic, creating hub for technical innovation in the region,” news release, June 23, 2022, <https://www.eaton.com/us/en-us/company/news-insights/news-releases/2022/dominican-republic-design-center.html>.
41. Ibid.
42. Sean Wolfe, “Eaton's new innovation center to focus on DER R&D,” *Smart Energy International*, November 15, 2023, <https://www.smart-energy.com/industry-sectors/new-technology/eatons-new-innovation-center-to-focus-on-der-rd-2/>.
43. Government of the Dominican Republic, “The Nearshoring Revolution: A Reality for the Dominican Republic,” 37.

44. Dominican Republic Ministry of Industry, Commerce, and MSMEs, “Electrical and electronic product companies in the Dominican free zones and their product portfolio” (power point presentation, December 12, 2023).
45. Graphic courtesy Dominican Republic Ministry of Industry, Commerce, and MSMEs.
46. The World Bank, “Worldwide Governance Indicators,” <https://www.worldbank.org/en/publication/worldwide-governance-indicators>.
47. Ibid.
48. Banco Central de la Republica Dominicana, Estadísticas Sector externo, 2020, <https://www.bancentral.gov.do/a/d/2532-sector-externo>.
49. PIISA Industrial Park, “Our Clients,” <https://piisa.com/our-clients/>.
50. Dominican Republic Free Zones, “Las Americas Industrial Free Zone Park,” <https://movein.drfreezones.com/en/zonas-francas/parque-industrial-zona-franca-las-americas>.
51. European Commission, “What Is AEO?” [https://taxation-customs.ec.europa.eu/customs-4/aeo-authorized-economic-operator/what-aeo\\_en](https://taxation-customs.ec.europa.eu/customs-4/aeo-authorized-economic-operator/what-aeo_en).
52. Dirección General de Aduanas Ministerio de Hacienda, “Advances in Trade and Logistics by the DGA (Customs).”
53. Office of the United States Trade Representative (USTR), “Dominican Republic,” <https://ustr.gov/countries-regions/americas/dominican-republic>.
54. Delegation of the European Union to the Dominican Republic, “The European Union and the Dominican Republic,” [https://www.eeas.europa.eu/dominican-republic/european-union-and-dominican-republic\\_en?s=138](https://www.eeas.europa.eu/dominican-republic/european-union-and-dominican-republic_en?s=138).
55. Ibid.
56. USTR, “Dominican Republic.”
57. “An Ideal Nearshoring Platform in the Caribbean Region,” *Foreign Policy*, July 2021, <https://sponsored.foreignpolicy.com/wp-content/uploads/sites/3/2021/07/Dominican-Republic-print-report.pdf>. (Note: The *Foreign Policy* article represented sponsored content from the Dominican Republic.)
58. U.S. Chamber of Commerce International Affairs, “Supply Chain Strategies and Nearshoring Opportunities in the Americas” (U.S. Chamber of Commerce, 2023), 2, [https://www.uschamber.com/assets/documents/USCC-INTL-Supply-Chain-Report\\_Digital\\_Final.pdf](https://www.uschamber.com/assets/documents/USCC-INTL-Supply-Chain-Report_Digital_Final.pdf).
59. U.S. Department of State, “Signing of Supply Chain Memorandum of Understanding With “Alliance for Development in Democracy” Countries: Dominican Republic, Costa Rica, Panama,” news release, July 25, 2022, <https://www.state.gov/signing-of-supply-chain-memorandum-of-understanding-with-alliance-for-development-in-democracy-countries-dominican-republic-costa-rica-panama/>.
60. Stephen Ezell, “The Benefits of ITA Expansion for Developing Countries” (ITIF, December 2012), <https://itif.org/publications/2012/12/16/benefits-ita-expansion-developing-countries/>.
61. Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), World Trade Organization (WTO), and United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD), “Implications of Global Value Chains for Trade, Investment, Development, and Jobs” (St. Petersburg: G-20 Leaders Summit, OECD, WTO, and UNCTAD, August 6, 2013), 20, <http://www.oecd.org/sti/ind/G20-Global-Value-Chains-2013.pdf>.
62. Ibid.
63. Stephen Ezell and Trelysa Long, “How Expanding the Information Technology Agreement to an “ITA-3” Would Bolster Nations’ Economic Growth” (ITIF, September 2023),

<https://itif.org/publications/2023/09/11/how-expanding-the-information-technology-agreement-to-an-ita-3-would-bolster-nations-economic-growth/>.

64. Organization for Economic Cooperation and Development, “Trade in Value Added (TiVA) Indicators: EXGR\_FVASH: Foreign value added share of gross exports and EXGR\_DVAFXSH: Domestic value added embodied in foreign exports as share of gross exports,” accessed August 9, 2021, <https://www.oecd.org/sti/ind/measuring-trade-in-value-added.htm>.
65. Stephen Ezell, Frank Spring, and Katarzyna Bitka, “The Global Flourishing of National Innovation Foundations” (ITIF, April 2015), <https://itif.org/publications/2015/04/13/global-flourishing-national-innovation-foundations/>.
66. “Government’s Communication on Finland’s National Innovation Strategy to the Parliament,” Finnish Ministry of Employment and the Economy, March 2009, 20, [http://www.tem.fi/files/21010/National\\_Innovation\\_Strategy\\_March\\_2009.pdf](http://www.tem.fi/files/21010/National_Innovation_Strategy_March_2009.pdf).
67. OECD, “Production Transformation Policy Review of the Dominican Republic : Preserving Growth, Achieving Resilience” (OECD, 2020), <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/4e8eb10b-en/index.html?itemId=/content/component/4e8eb10b-en>.
68. Guzmán Ariza, “The Future is AI: How the Dominican Republic is Preparing for the Next Wave of Innovation,” *MarcaSur*, July 12, 2023, <https://marcasur.com/en/noticia.php?ID=4095&f=-2023>.
69. INFOTEP, “Descripción del INFOTEP” (power point presentation, Santo Domingo, Dominican Republic, October 18, 2023).
70. Interview with Jose Tesada of Convatec, December 6, 2023.
71. Information supplied by INFOTEP.
72. The Technological Institute of the Americas (ITLA), “About Us,” <https://itla.edu.do/quienes-somos/>.
73. INTEC, “About Intec,” <https://www.intec.edu.do/en/acerca-de-intec>.
74. INTEC, “National Engineering Programs,” <https://www.intec.edu.do/en/oferta-academica/grado/ingenieria/programas-nacionales>.
75. INTEC, “International Programs,” <https://www.intec.edu.do/en/oferta-academica/grado/ingenieria/programas-internacionales>.
76. “INTEC ratifies as the best positioned university in the Dominican Republic in the QS world ranking,” *Dominican Today*, June 29, 2023, <https://dominantoday.com/dr/local/2023/06/29/intec-ratifies-as-the-best-positioned-university-in-the-dominican-republic-in-the-qs-world-ranking/>.
77. PUCMM Nanoscience Research Laboratory, “Group Leader Fabrice Piazza,” <https://fabricepiazza.weebly.com/fabrice-piazza.html>.
78. INTEC, “INTEC receives patent for innovation in rechargeable batteries, a breakthrough in nanotechnology for the global energy industry,” <https://www.intec.edu.do/en/notas-de-prensa-regentes/item/intec- recibe-patente-por-innovacion-en-baterias-recargables-un-avance-en-nanotecnologia-para-la-industria-energetica-global-2>.
79. IFC, “Creating Markets in the Dominican Republic,” 41.
80. *Ibid.*, 42.
81. *Ibid.*, 43.
82. Energy and Climate Partnership of the Americas (ECPA), “Dominican Republic: ‘A Major Leap’ in Renewables,” news release, June 28, 2023, <https://ecpamericas.org/newsletters/dominican-republic-a-major-leap-in-renewables/>.
83. World Bank, “Dominican Republic - Country Economic Memorandum: Sustaining Economic Growth” (World Bank, 2023).

84. NAP del Caribe, "About Us," <https://napdelcaribe.net.do/es/>.
85. International Telecommunications Union, "CASE STUDY: NAP del Caribe- A successful IXP initiative in the Dominican Republic and The Caribbean," <https://www.itu.int/en/Lists/consultation2015/Attachments/43/CASE%20STUDY-%20NAP%20IXP.pdf>.
86. U.S. Chamber of Commerce International Affairs, "Supply Chain Strategies and Nearshoring Opportunities in the Americas," 9.
87. Dirección General de Aduanas Ministerio de Hacienda, "Advances in Trade and Logistics by the DGA (Customs)," November 2023, 2.
88. Logistics Cluster, "2.1.2 Dominican Republic Port of Haina," <https://dlca.logcluster.org/212-dominican-republic-port-haina#>.
89. Logistics Cluster, "2.1.1 Dominican Republic Port of Caucedo," <https://dlca.logcluster.org/211-dominican-republic-port-caucedo#>.
90. Punta Cana International Airport, "Fact Sheet," <https://www.puntacanainternationalairport.com/images/pdf/FACTSHEETS-BROCHURES/Punta-Cana-International-Airport.pdf>.
91. Future Airport, "Punta Cana International Airport - Dominican Republic airport growth," <https://www.futureairport.com/contractors/routes-development/punta-cana-international-airport/>.
92. The Civil Aviation Board of the Dominican Republic (JAC), "Commercial Air Transport Statistics of the Dominican Republic, 2022," 11, <https://jac.gob.do/transparencia/phocadownload/Estadisticas/2022/Air%20Transport%20Statistics%20Report%202022.pdf>.
93. World Bank, "2023 Logistics Performance Index," <https://lpi.worldbank.org/international/global>.
94. OECD, "Production Transformation Policy Review of the Dominican Republic : Preserving Growth, Achieving Resilience."
95. Jonathan Van Wyck et al., "Harnessing the Tectonic Shifts in Global Manufacturing" (BCG, September 2023), 2, <https://web-assets.bcg.com/c1/e8/abe84fe44b189226b0a69251af24/harnessing-the-tectonic-shifts-in-global-manufacturing-sep-2023.pdf>.
96. The Conference Board, <https://www.conference-board.org/ilcprogram/index.cfm?id=38269>; ILO Statistics (Costa Rica, Mean nominal hourly labour cost per employee by economic activity, Economic activity (ISIC-Rev.4): C. Manufacturing, U.S. dollars), <https://www.ilo.org/shinyapps/bulkexplorer9/?lang=en>; OECD, Transforming industries: Focus on nearshoring in the Dominican Republic, <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/5a95b3b1-en/index.html?itemId=/content/component/5a95b3b1-en>.
97. Kovacevic, "'Geo-Politics' and 'Geo-Economics' Reshaping the Supply Chain."
98. Susan Lund et al., "Risk, resilience, and rebalancing global supply chains" (McKinsey Global Institute, August 2020), iv, <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/risk-resilience-and-rebalancing-in-global-value-chains>.
99. Ibid.
100. Consumer Technology and Association (CTA) and Kearney, "Building a Resilient U.S. Consumer Technology Supply Chain" (CTA and Kearney, October 1, 2023), 19.
101. "Business in China: Exit the Dragon," *The Economist*, September 26, 2023, <https://www.economist.com/business/2023/09/26/ties-between-foreign-businesses-and-china-go-from-bad-to-worse>.

102. UBS Investment Bank, “China Economic Perspectives: CFO’s take on COVID-19 impact” (UBS, October 2020), <https://www.ubs.com/global/en/investment-bank/in-focus/covid-19/2020/cfos-take.html>.
103. Jeff Pao, “More US firms looking elsewhere: AmCham China,” *Asia Times*, April 27, 2023, <https://asiatimes.com/2023/04/more-us-firms-looking-elsewhere-amcham-china/>.
104. Stella Yifan Xie, “U.S. Companies Are Finding It Hard to Avoid China,” *The Wall Street Journal*, December 12, 2023, <https://www.wsj.com/world/china/u-s-companies-are-finding-it-hard-to-avoid-china-213997b7>.
105. Van Wyck et al., “Harnessing the Tectonic Shifts in Global Manufacturing,” 3.
106. U.S. Chamber of Commerce International Affairs, “Supply Chain Strategies and Nearshoring Opportunities in the Americas,” 6.
107. Organization for Economic Cooperation and Development. 2020. “Transforming industries: Focus on nearshoring in the Dominican Republic,” in *Production Transformation Policy review of the Dominican Republic*. [https://www.oecd-ilibrary.org/sites/1201cfea-en/1/3/5/index.html?itemId=/content/publication/1201cfea-en&\\_csp\\_=4ea2f1477e4a68ff47b67cff996161d7&itemIGO=oecd&itemContentType=book](https://www.oecd-ilibrary.org/sites/1201cfea-en/1/3/5/index.html?itemId=/content/publication/1201cfea-en&_csp_=4ea2f1477e4a68ff47b67cff996161d7&itemIGO=oecd&itemContentType=book)
108. Robert Atkinson and Stephen Ezell, *Innovation Economics: The Race for Global Advantage* (New Haven, Connecticut: Yale University Press, 2012): 123–126, [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4349-0\\_24](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4349-0_24).
109. Graphic courtesy a semiconductor chip manufacturer.
110. U.S. Chamber of Commerce International Affairs, “Supply Chain Strategies and Nearshoring Opportunities in the Americas,” 10.
111. Ibid., 18.
112. Van Wyck et al., “Harnessing the Tectonic Shifts in Global Manufacturing,” 1.
113. Ibid.
114. Ibid., 9.
115. The ADD USA Business Council, “ADD USA Business Council: Forging Shared Value Chains,” [https://amcham.org.do/images/pdf/Business\\_Council\\_Fact\\_sheet.pdf](https://amcham.org.do/images/pdf/Business_Council_Fact_sheet.pdf).
116. Semiconductor Industry Association, “Global Semiconductor Sales Increase 3.9% Month-to-Month in October; Annual Sales Projected to Increase 13.1% in 2024,” news release, December 4, 2023, <https://www.semiconductors.org/global-semiconductor-sales-increase-3-9-month-to-month-in-october-annual-sales-projected-to-increase-13-1-in-2024/>; Oxford Economics, “Enabling the Hyperconnected Age: The role of semiconductors” (Oxford Economics, 2013), 20, <http://www.semismatter.com/enabling-the-hyperconnected-age-the-role-of-semiconductors/>.
117. Stephen Ezell, “An Allied Approach to Semiconductor Leadership” (ITIF, September 2020), <https://itif.org/publications/2020/09/17/allied-approach-semiconductor-leadership/>.
118. Ondrej Burkacky, Marc de Jong, and Julia Dragon, “Strategies to Lead in the Semiconductor World” (MGI, April 2022), 3, <https://www.mckinsey.com/industries/semiconductors/our-insights/strategies-to-lead-in-the-semiconductor-world>.
119. Cadence PCB, “Printed Circuit Board Basics: From Design to Final Artwork,” <https://resources.pcb.cadence.com/blog/2023-an-introduction-to-printed-circuit-boards>.
120. Burkacky, de Jong, and Dragon, “Strategies to Lead in the Semiconductor World.”
121. Interamerican Development Bank (IADB), “America’s Partnership—IDB Responsible Investment Forum: Fact Sheet,” November 2, 2023, <https://www.iadb.org/en/news/americas-partnership-idb-responsible-investment-forum>.

122. Accenture and Global Semiconductor Alliance (GSA), “Globality and Complexity of the Semiconductor Ecosystem” (Accenture and GSA, February 2020), 6, [https://www.accenture.com/\\_acnmedia/PDF-119/Accenture-Globality-Semiconductor-Industry.pdf#zoom=50](https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-119/Accenture-Globality-Semiconductor-Industry.pdf#zoom=50).
123. Interamerican Development Bank (IADB), “America’s Partnership—IDB Responsible Investment Forum: Fact Sheet.”
124. Accenture and GSA, “Globality and Complexity of the Semiconductor Ecosystem,” 6.
125. Congressional Research Service, “Semiconductors and the Semiconductor Industry” (CRS, April 2023), 20, <https://sgp.fas.org/crs/misc/R47508.pdf>.
126. Saif M. Khan, Alexander Mann, and Dhalia Peterson, “The Semiconductor Supply Chain: Assessing National Competitiveness” (Center for Security and Emerging Technology (CSET), January 2021), 8, <https://cset.georgetown.edu/wp-content/uploads/The-Semiconductor-Supply-Chain-Issue-Brief.pdf>.
127. Saif M. Khan and Alexander Mann, “AI Chips: What They Are and Why They Matter” (CSET, April 2020), <https://cset.georgetown.edu/publication/ai-chips-what-they-are-and-why-they-matter/>.
128. Khan, Mann, and Peterson, “The Semiconductor Supply Chain,” 24.
129. Akhil Thadani and Gregory C. Allen, “Mapping the Semiconductor Supply Chain” (Center for Strategic and International Studies, May 2023), 11, <https://www.csis.org/analysis/mapping-semiconductor-supply-chain-critical-role-indo-pacific-region>.
130. Ibid.
131. Thadani and Allen, “Mapping the Semiconductor Supply Chain,” 11.
132. IBE Electronics, “Top 10 semiconductor package testing suppliers in 2023,” <https://www.pcbaaa.com/top-10-semiconductor-package-testing-suppliers/>.
133. Ibid.
134. Mark Lapedus, “ASE-SPIL Merger Wins Clearance,” *Semiconductor Engineering*, November 24, 2017, <https://semiengineering.com/ase-spil-gain-merger-clearance/>.
135. Coherent Market Insights, “Semiconductor Assembly and Testing Services Market Analysis,” August 2023, <https://www.coherentmarketinsights.com/market-insight/semiconductor-assembly-and-testing-services-market-3454>.
136. Ibid.
137. Ibid.
138. Prashant Jha, “HT Interview: Chris Miller on the world of semiconductors,” *The Hindustan Times*, August 13, 2023, <https://www.hindustantimes.com/world-news/ht-interview-chris-miller-on-the-world-of-semiconductors-101691904861754.html>.
139. Ibid.
140. Feedback provided at a roundtable of Indian semiconductor industry executives, Pune, India, October 8, 2023.
141. Ondrej Burkacky, Taeyoung Kim, and Inji Yeom, “Advanced chip packaging: How manufacturers can play to win” (McKinsey Global Institute, May 2023), 2, <https://www.mckinsey.com/industries/semiconductors/our-insights/advanced-chip-packaging-how-manufacturers-can-play-to-win>.
142. Ibid., 3.
143. Ibid., 10.
144. Ibid.

145. John VerWey, “Global Value Chains: Explaining U.S. Bilateral Trade Deficits in Semiconductors” (U.S. International Trade Commission, Executive Briefing on Trade, March 2018), 2, [https://www.usitc.gov/publications/332/executive\\_briefings/ebot-semiconductor\\_gvc\\_final.pdf](https://www.usitc.gov/publications/332/executive_briefings/ebot-semiconductor_gvc_final.pdf).
146. Antonio Varas et al., “Government Incentives and U.S. Competitiveness in Semiconductor Manufacturing” (SIA and Boston Consulting Group), 7, <https://www.bcg.com/en-us/publications/2020/incentives-and-competitiveness-in-semiconductor-manufacturing>.
147. Ibid.
148. Congressional Research Service, “Frequently Asked Questions: CHIPS Act of 2022 Provisions and Implementation” (CRS, April 25, 2023), <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R47523>.
149. NIST, “CHIPS for America,” <https://www.nist.gov/chips>.
150. U.S. Department of State, “The U.S. Department of State International Technology Security and Innovation Fund,” <https://www.state.gov/the-u-s-department-of-state-international-technology-security-and-innovation-fund/>.
151. Robert Casanova, “Despite Short-Term Cyclical Downturn, Global Semiconductor Market’s Long-Term Outlook is Strong,” February 8, 2023, <https://www.semiconductors.org/despite-short-term-cyclical-downturn-global-semiconductor-markets-long-term-outlook-is-strong/>.
152. The White House, “FACT SHEET: One Year after the CHIPS and Science Act, Biden-Harris Administration Marks Historic Progress in Bringing Semiconductor Supply Chains Home, Supporting Innovation, and Protecting National Security,” news release, August 9, 2023, <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/08/09/fact-sheet-one-year-after-the-chips-and-science-act-biden-harris-administration-marks-historic-progress-in-bringing-semiconductor-supply-chains-home-supporting-innovation-and-protecting-national-s/>.
153. U.S. Department of Commerce, “Biden-Harris Administration Announces CHIPS Preliminary Terms with Microchip Technology to Strengthen Supply Chain Resilience for America’s Automotive, Defense, and Aerospace Industries,” news release, January 4, 2024, <https://www.commerce.gov/news/press-releases/2024/01/biden-harris-administration-announces-chips-preliminary-terms-microchip>.
154. Intel, “Intel Announces Next US Site with Landmark Investment in Ohio,” news release, January 21, 2022, <https://www.intel.com/content/www/us/en/newsroom/news/intel-announces-next-us-site-landmark-investment-ohio.html#gs.2x44ot>.
155. TSMC, “TSMC Announces Updates for TSMC Arizona,” news release, December 6, 2022, <https://pr.tsmc.com/english/news/2977>.
156. Andrew Wooden, “TSMC is building a second chip fab in Arizona as part of \$40 billion commitment,” *Telecoms.com*, December 7, 2022, <https://www.telecoms.com/public-cloud/tsmc-is-building-a-second-chip-fab-in-arizona-as-part-of-40-billion-commitment>.
157. Micron, “Micron Announces Historic Investment of up to \$100 Billion to Build Megafab in Central New York,” news release, October 4, 2022, <https://investors.micron.com/news-releases/news-release-details/micron-announces-historic-investment-100-billion-build-megafab>.
158. Ibid.
159. Eva Dou, “First grant to expand chips production in U.S. goes to British company,” *The Washington Post*, December 12, 2023, <https://www.washingtonpost.com/technology/2023/12/12/commerce-chips-bae-grant/>.
160. Guevara, “U.S. and China race for Latin America’s semiconductors.”
161. Semiconductor Industry Association, “North America Semiconductor Conference Meets in Washington to Advance Ambitious Plan to Rebalance Supply Chain,” May 19, 2023,



- <https://www.semiconductors.org/north-america-semiconductor-conference-meets-in-washington-to-advance-ambitious-plan-to-rebalance-supply-chain/>.
162. Cynthia Alaniz Salazar, "Intel: Latin America on The Brink of Success," *Mexico Business News*, March 4, 2022, <https://mexicobusiness.news/tech/news/intel-latin-america-brink-success>; "What's Happening With the U.S. Semiconductor Market," *The Wall Street Journal*, October 30, 2022, <https://www.wsj.com/articles/intel-gelsing-u-s-semiconductor-market-11666989610>.
  163. The Central American Group, "Costa Rica and Panama take steps to create the first chip hub in Central America," <https://www.thecentralamericangroup.com/chip-hub-in-central-america/>.
  164. Ricardo Monge-González, "Moving Up the Global Value Chain: The case of Intel Costa Rica" (International Labor Organization, 2017), 24, [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/--ro-lima/documents/publication/wcms\\_584208.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---americas/--ro-lima/documents/publication/wcms_584208.pdf).
  165. "Intel To Invest \$1.2B In Costa Rica," *Business Facilities*, September 6, 2023, <https://businessfacilities.com/intel-to-invest-1-2b-in-costa-rica>.
  166. Miller and Talbot, "Mexico's Microchip Advantage."
  167. Luca Nacucchio, "The High-tech Industry in Latin America: A Focus on Consumer Electronics and Semiconductors in 2023," *America's Market Intelligence*, November 8, 2023, <https://americasmi.com/insights/high-tech-industry-latin-america-consumer-electronics-semiconductors/>.
  168. United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD), "UNCTAD Stat: Bilateral trade flows by ICT goods categories, annual" (accessed January 5, 2024), <https://unctadstat.unctad.org/datacentre/dataviewer/US.IctGoodsValue>.
  169. Nacucchio, "The High-tech Industry in Latin America."
  170. Ibid.
  171. Ibid.
  172. Jeff Shepard, "Power-One Announces Closing Of Dominican Republic Facility," *EE Power*, May 26, 2009, <https://eepower.com/news/power-one-announces-closing-of-dominican-republic-facility/#>.
  173. James J. Licari and Dale W. Swanson, "Surface Mount Technology," *Adhesive Technology for Electronic Operations* (2011): 1-34, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9781437778892100014?via%3DiHub>.
  174. In-person interview with Joan Henríquez, plant manager, Rockwell Automation, Dominican Republic, October 20, 2023.
  175. Observatory of Economic Complexity, "Printed Circuit Boards in Dominican Republic," <https://oec.world/en/profile/bilateral-product/printed-circuit-boards/reporter/dom>.
  176. Precedence Research, "Printed Circuit Board Market," <https://www.precedenceresearch.com/printed-circuit-board-market>.
  177. IBE Electronics, "The global output value of PCBs will rise as a whole in 2023," February 19, 2023, <https://www.pcbaaa.com/the-global-output-value-of-pcbs-will-rise-as-a-whole-in-2023/>; Precedence Research, "Printed Circuit Board Market."
  178. Alan Patterson, "U.S. Crawls Toward Rebuilding Frail PCB Industry," *EE Times*, April 27, 2023, <https://www.eetimes.com/u-s-crawls-toward-rebuilding-frail-pcb-industry/>.
  179. Venus Kohli, "PCB Manufacturing: These are the biggest players," *Power & Beyond*, August 17, 2023, <https://www.power-and-beyond.com/pcb-manufacturing-these-are-the-biggest-players-a-c38499760ae9053b34d796adf3d0746f/>.
  180. IBE Electronics, "The global output value of PCBs will rise as a whole in 2023."

181. Market Prospects, “PCB Raw Materials are Rising! What is a PCB?” <https://www.market-prospects.com/articles/pcb-raw-materials-are-rising>.
182. Millenium Circuits Limited, “How Different Technologies Affect the PCB Cost,” <https://www.mclpcb.com/blog/technologies-affect-pcb-cost/>.
183. ESC Environmental Systems Corporation, “Printed Circuit Board Cleanrooms,” <https://www.e-s-c.com/cleanrooms/cleanroom-bsl-solutions/printed-circuit-board-cleanrooms/>.
184. FX PCB, “Low Cost PCB Assembly,” <https://sfxpcb.com/low-cost-pcb-assembly/>; Alex Ryzhkov, “How Much Does It Cost to Open/Start/Launch Printed Circuit Board Manufacturing,” Finmodelslab, August 19, 2023, <https://finmodelslab.com/blogs/startup-costs/printed-circuit-board-manufacturing-startup-costs>.
185. “Global Printed Circuit Board Market Size To Grow USD 128 Billion By 2030 | CAGR of 5%,” Spherical Insights, November 30, 2022, <https://www.globenewswire.com/en/news-release/2022/11/30/2565314/0/en/Global-Printed-Circuit-Board-Market-Size-To-Grow-USD-128-Billion-By-2030-CAGR-of-5.html>.
186. U.S. Department of State, “The U.S. Department of State International Technology Security and Innovation Fund.”
187. EIDA, “Top 10 Semiconductor conferences to attend in 2023,” January 4, 2023, <https://www.eidasolutions.com/top-10-semiconductor-conferences/>.
188. Karen Weisz et al., “The global semiconductor talent shortage” (Deloitte, 2022), <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/technology/articles/global-semiconductor-talent-shortage.html>.
189. Semiconductor Industry Association, “America Faces Significant Shortage of Tech Workers in Semiconductor Industry and Throughout U.S. Economy,” July 25, 2023, <https://www.semiconductors.org/america-faces-significant-shortage-of-tech-workers-in-semiconductor-industry-and-throughout-u-s-economy/>.
190. Purdue University, “Purdue and India establish milestone semiconductor alliance; sign partnership in the presence of Minister Ashwini Vaishnaw,” news release, May 10, 2023, <https://www.purdue.edu/newsroom/releases/2023/Q2/purdue-establishes-milestone-semiconductor-alliance-with-india-agreement-provides-foundation-to-advance-workforce-development-joint-research-and-innovation-and-global-industry-collaborations.html>.
191. BEST, “IPC 610-A,” <https://www.solder.net/ipc-a-610-acceptability-of-electronics-assemblies/>.
192. IPC, “About Us,” <https://www.ipc.org/about-ipc>.
193. Congressional Research Service, “Frequently Asked Questions: CHIPS Act of 2022 Provisions and Implementation” (CRS, April 25, 2023), <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R47523>.
194. Debby Wu, “Taiwan Passes Its Chips Act, Offers Tax Credits to Chipmakers,” *Bloomberg*, January 8, 2023, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-01-09/taiwan-passes-its-chips-act-offers-tax-credits-to-chipmakers>.
195. Kim Jaewon, “South Korea plans to invest \$450 bn to become chip ‘powerhouse,’” *Nikkei Asia*, May 13, 2021, <https://asia.nikkei.com/Business/Tech/Semiconductors/South-Korea-plans-to-invest-450bn-to-become-chip-powerhouse>.
196. Gaurav Tembey et al., “Navigating the Costly Economics of Chipmaking” (BCG, September 2023), <https://www.bcg.com/publications/2023/navigating-the-semiconductor-manufacturing-costs>.
197. Ezell and Long, “How Expanding the Information Technology Agreement to an ‘ITA-3’ Would Bolster Nations’ Economic Growth.”
198. World Trade Organization, “Joint Initiative on E-commerce: E-commerce co-convenors set out roadmap for concluding negotiations in early 2024,” November 30, 2023, [https://www.wto.org/english/news\\_e/news23\\_e/jsec\\_30nov23\\_e.htm](https://www.wto.org/english/news_e/news23_e/jsec_30nov23_e.htm).

199. United States Trade Representative's Office, "U.S. – Brazil Protocol Relating to Trade Rules and Transparency Enters Into Force," news release, February 2, 2022, <https://ustr.gov/about-us/policy-offices/press-office/press-releases/2022/february/us-brazil-protocol-relating-trade-rules-and-transparency-enters-force>.
200. U.S. Embassy and Consulate in Ecuador, "U.S. and Ecuador Mark Entry into Force of Protocols Relating to Trade Rules and Transparency," August 12, 2021, <https://ec.usembassy.gov/u-s-and-ecuador-mark-entry-into-force-of-protocols-relating-to-trade-rules-and-transparency/>.