



CONSULTORÍA MANUFACTURA EN GUATEMALA, ELECTRÓNICOS Y REFRIGERACIÓN

ANEXO I (ENTREGABLE 3): CADENA DE VALOR SECTOR DE MANUFACTURA (EMS,
REFRIGERACIÓN Y SUBSECTORES VINCULADOS).

PARA EL PROYECTO CREANDO OPORTUNIDADES ECONÓMICAS

PERÍODO: Noviembre, 2021

NOVIEMBRE // 2021

Este documento fue producido por el Proyecto Creando Oportunidades Económicas
72052018C000001 para revisión de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.

Preparado por: Leonora Mencos

ENTREGABLE III:
CADENA DE VALOR SECTOR DE MANUFACTURA
EMS, REFRIGERACIÓN Y SUBSECTORES VINCULADOS

CONSULTORÍA:
CONSULTORÍA MANUFACTURA EN GUATEMALA,
ELECTRÓNICOS Y REFRIGERACIÓN

CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE GRÁFICAS.....	vii
ACRÓNIMOS	viii
RESUMEN EJECUTIVO.....	I
I. MARCO CONCEPTUAL.....	3
I.1. La Cadena Global de Valor.....	3
I.2. La Cadena Productiva de la industria electrónica.....	4
I.3. La Cadena de Valor Empresarial.....	5
I.4. El Triángulo de la Gestión de Proyectos	6
2. CADENA DE VALOR DE LA MANUFACTURA DE ELECTRÓNICOS Y REFRIGERACIÓN	8
2.1. Manufactura de electrónicos en Guatemala.....	8
Contexto Actual del Desarrollo de Nuevas Tecnologías en Guatemala.....	8
La Cadena de Valor.....	20
2.2. Manufactura de refrigeración en Guatemala.....	29
Fortalezas y Retos	34
3. PERFILES DE TALENTO HUMANO.....	36
3.1. Ámbito de operaciones de manufactura.....	37
3.2. Demanda de talento humano.....	38
3.3. Oferta académica	41
3.3.1. Centros de Formación Escolar de Nivel Diversificado.....	43
3.3.2. Aspectos relevantes de los centros educativos mencionados	46
3.3.3. Datos de estudiantes egresados del nivel escolar diversificado en el período 2016 – 2020.	47
3.3.4. Centros de Formación Técnica Ocupacional y Laboral.....	58
3.3.5. Centros de Formación Superior Universitaria	63
3.3.6. Carreras de apoyo y cobertura nacional.....	79
3.4. Vinculación Academia – Industria.....	84

3.4.1.	Relación entre demanda de talento humano y oferta académica	85
3.4.2.	Cobertura de la demanda académica	86
3.4.3.	Experiencias en los procesos de vinculación academia-industria en Guatemala....	88
3.4.4.	Otros actores de formación de talento humano para la vida laboral.....	94
4.	POTENCIAL DE GUATEMALA PARA CONVERTIRSE EN PROVEEDOR DE PRODUCTOS Y/O SERVICIOS EN LA CADENA GLOBAL DE VALOR DE LA INDUSTRIA EMS Y REFRIGERACIÓN	97
4.1.	Sector de Electrónicos.....	97
4.2.	El Sector de Refrigeración: Subsector de Ventilación y Aire Acondicionado	103
4.3.	Puntos críticos para lograr la competitividad	106
4.3.1.	Zonas Francas y Zonas de Desarrollo Económico Especial Públicas, ZDEEP	108
4.3.2.	Fortalecimiento de la Infraestructura Productiva.....	116
4.3.3.	Agilización en aduanas	117
4.3.4.	Talento Humano	117
4.3.5.	Atracción de Inversión Extranjera Directa	117
4.3.6.	Banca de Riesgo	120
4.3.7.	La propuesta de política industrial.....	120
5.	PRINCIPALES PROVEEDORES EN LATINOAMÉRICA.....	122
5.1.	SECTOR DE ELECTRÓNICOS.....	122
5.2.	PROVEEDORES DEL SUB-SECTOR DE VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO	124
6.	RUTA CRÍTICA PARA INICIAR UNA INVERSIÓN PARA EL SECTOR DE ELECTRÓNICOS Y REFRIGERACIÓN EN GUATEMALA	126
6.1.	SECTOR DE ELECTRÓNICOS.....	126
6.1.1	La Visión Empresarial del Desarrollo del Sector de Electrónicos en Guatemala	126
6.1.2	La Visión del Estudio Internacional del Sector de Electrónicos en Guatemala	129
6.2.	SECTOR DE REFRIGERACIÓN – AIRE ACONDICIONADO	131
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	132
7.1.	CADENA DE VALOR DE MANUFACTURA DE ELECTRÓNICOS Y REFRIGERACIÓN.....	132

7.2.	DEMANDA DE TALENTO HUMANO Y OFERTA ACADÉMICA EN LA INDUSTRIA TECNOLÓGICA	134
7.3.	POTENCIAL DE GUATEMALA COMO PROVEEDOR DE ALTA TECNOLOGÍA .	137
7.4.	PRINCIPALES PROVEEDORES EN LATINOAMÉRICA	140
7.5.	RUTA CRÍTICA	141
8.	LECCIONES APRENDIDAS	142
9.	BIBLIOGRAFÍA	144
10.	ANEXOS.....	148

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Empresas Guatemaltecas que Desarrollan Soluciones con Base a Nuevas Tecnologías..9	
Tabla 2. Muestra de la Demanda de Talento Humano en los Sectores de Manufactura de Electrónicos y de Refrigeración y Aire Acondicionado	40
Tabla 3: Listado de Instituciones Educativas en Diversos Niveles de Formación.....	42
Tabla 4: Centros de Nivel Diversificado y Carreras	44
Tabla 5: Listado de carreras y niveles de formación que ofrece el INTECAP.....	59
Tabla 6: Listado de carreras y niveles de formación que ofrece la Escuela Técnica Superior Kinal	63
Tabla 7: Carreras de la Universidad Del Valle de Guatemala.....	65
Tabla 8: Laboratorios y Centros de Estudio e Investigación de la Universidad Del Valle de Guatemala.....	66
Tabla 9: Carreras de la Universidad Galileo	67
Tabla 10: Laboratorios de la Universidad Galileo	69
Tabla 11: Carreras de la Universidad Rafael Landívar	70
Tabla 12: Laboratorios de la Universidad Rafael Landívar.....	71
Tabla 13: Carreras de la Universidad de San Carlos de Guatemala	74
Tabla 14: Carreras que ofrecen otras Universidades del País.....	78
Tabla 15: Departamentos con mayor número de egresados entre 2016 y 2020.....	82
Tabla 16: Resumen de la demanda de talento humano.....	86
Tabla 17: Resumen de Desarrollos de Empresas Guatemaltecas	99
Tabla 18: Algunos de los principales proyectos de inversión en Latinoamérica, anunciados por empresas del sector electrónico, 2016-2021	102
Tabla 19: Listado de productos de Nivel Básico del Sector Electrónico en los que puede Incursionar Guatemala:.....	103
Tabla 20: Productos para realizar “saltos de capacidades” en el sector de manufactura ligera según Dalberg Global Development Advisors utilizando la metodología de product space.....	113
Tabla 21: Servicios de promoción de Zonas Francas de AZFA.....	116
Tabla 22: Empresas del Sector de IoT en México.....	123
Tabla 23: Ruta de Desarrollo del Sector de Electrónicos en Guatemala	126
Tabla 24: Propuesta para el Desarrollo de la Industria Electrónica en Guatemala	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cadena de Valor Mundial.....	3
Figura 2: El Triángulo de los Proyectos	7
Figura 3: Subsectores Electrónicos en los que participa la Manufactura de Guatemala	8
Figura 4: Tecnologías Convergentes	18
Figura 5: Participación de Empresas Guatemaltecas en la Cadena Global de Valor de Electrónicos	19
Figura 6: Modelo de Negocio para la Exportación de Soluciones.....	20
Figura 7: Eslabones de la Cadena de Valor Empresarial para la Manufactura de Electrónicos.....	21
Figura 8: Eslabones de la Fase 1 de Pre-Producción.....	22
Figura 9: Eslabones de la Fase 2 de Transformación	23
Figura 10: Eslabones de la Fase 3 Logística Externa, Comercialización y Posventa.....	24
Figura 11: Eslabones de la Cadena de Valor Empresarial para la Manufactura de Refrigeración.	30
Figura 12: Eslabones de la Fase 1 de Producción	31
Figura 13: Eslabones de la Fase 2 de Comercialización y Posventa.....	32
Figura 14: Ámbito de Operaciones de Manufactura de Electrónicos y Refrigeración	38
Figura 15: Presencia del INTECAP en el País.....	83
Figura 16: Universidades con presencia en Quetzaltenango.....	83
Figura 17: Propuesta de Estratos para el Desarrollo del Sector de Electrónicos en Guatemala	97
Figura 18: Relación de Competitividad de País y del Sector Empresarial	106
Figura 19: Áreas de Mejora – Puntos Críticos de Competitividad.....	107
Figura 20: Puntos Críticos de Competitividad	108
Figura 21: Componentes de la Plataforma Coyuntural para el Desarrollo de Zonas Francas y ZDEEPs	110
Figura 22: Marco Legal de Zonas Francas y de ZDEEPs.....	111
Figura 23: Instrumentos Normativos y de Gestión para la Atracción de Inversión Extranjera Directa	119
Figura 24: Propuesta de Mesa Técnica para la Primera Planta de Prototipado en Campus TEC	128

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1: Áreas de carreras con orientación tecnológica en institutos de nivel diversificado en Ciudad de Guatemala 2021	44
Gráfica 2: Relación entre egresados de carreras con orientación tecnológica relacionadas con las industrias de electrónicos y refrigeración	48
Gráfica 3: Relación del total de egresados de carreras de diversificado y egresados de carreras de orientación tecnológica de interés entre 2016 y 2020.....	49
Gráfica 4: Egresados de diversificado en áreas de informática entre 2016 y 2020.....	50
Gráfica 5: Egresados de Diversificado en Áreas Técnico-Industriales entre 2016 y 2020.....	51
Gráfica 6: Egresados de diversificado en áreas de electrónica entre 2016 y 2020.....	53
Gráfica 7: Egresados de diversificado en carreras del área mecánica industrial entre 2016 y 2020.	54
Gráfica 8: Egresados de Diversificado en Áreas de Telecomunicaciones.....	55
Gráfica 9: Egresados de Diversificado en Área de Mecatrónica	56
Gráfica 10: Egresados de Diversificado en Área Técnica de Refrigeración y Aire Acondicionado	57
Gráfica 11: Egresados de carreras con orientación tecnológica, por área.	58
Gráfica 12: Distribución de estudiantes egresados por departamento, en carreras tecnológicas de nivel diversificado entre 2016 y 2020.....	80
Gráfica 13: Departamentos con mayor número de estudiantes egresados del nivel diversificado entre 2016 y 2020 de carreras con orientación tecnológica.....	81
Gráfica 14: Egresados de diversificado del departamento de Guatemala entre 2016 y 2020.....	82
Gráfica 15: Importaciones de Equipos de Aire Acondicionado Independiente 2016-2020	105

ACRÓNIMOS

AA	Aire Acondicionado
ADA	Acuerdo de Asociación entre Centroamérica y la Unión Europea
AGEXPORT	Asociación Guatemalteca de Exportadores
AM/FM	Amplitud Modulada/ Frecuencia Modulada
AMCA	<i>Air Movement and Control Association International, Inc.</i>
ARI	<i>American Refrigeration Institute</i>
ASAZGUA	Asociación de Azucareros de Guatemala
ASFRIGUA	Asociación de Frigoristas de Guatemala
AZOFRAGUA	Asociación de Zonas Francas de Guatemala
AZFA	Asociación de Zonas Francas de las Américas
B2B	<i>Business-to-Business</i>
BPO	<i>Business Processing Outsourcing</i>
CEIA	Centro de Estudios en Informática Aplicada
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CETECAP	Centro de Capacitación Federico Taylor
CGV	Cadena Global de Valor
CIU	Clasificación Industrial Internacional Uniforme
CIM	Manufactura integrada por computadora
CINDE	Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo
CKD	<i>Completely Knocked Down</i>
CNC	Control Numérico por Computadora
CSIA	<i>Compliance Specialty International Associates, LLC</i>
CTI	Ciencia Tecnología e Innovación
CTO	<i>Chief Technology Officer</i>
DFC	<i>US International Development Finance Corporation</i>
DR-CAFTA	Tratado de Libre Comercio entre Centroamérica, República Dominicana y Estados Unidos
EEUU	Estados Unidos de América
EMPAGUA	Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala
EMS	Electronic Manufacturing Services
FCC	<i>The Federal Communications Commission</i>
FDA	Food and Drug Administration
GGBC	Consejo de Construcción Sostenible de Guatemala
GIZ	Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional
GPS	<i>Global Positioning System</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IED	Inversión Extranjera Directa
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronics Engineers</i>
IKD	<i>Incompletely Knocked Down</i>
INCYT	Instituto de Investigación y Proyección sobre Ciencia y Tecnología
INTECAP	Instituto Técnico de Capacitación y Productividad

IoT	Internet de las Cosas
IPC	Instituto Profesional de Computación
IPC	Norma de la <i>Association Connecting Electronics</i>
ISO	International Organization for Standard for Standardization
ITC	Instituto Tecnológico de Computación
ITO	<i>Information Technology Outsourcing</i>
KPIs	<i>Key Performance Indicators</i>
KPO	<i>Knowledge Process Outsourcing</i>
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
MICOOPE	Federación de Cooperativas de Ahorro y Crédito de Guatemala
MINECO	Ministerio de Economía
MINEDUC	Ministerio de Educación
MINEX	Ministerio de Relaciones Exteriores
MIPYME	Micro, Pequeña y Mediana Empresa
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
MOOC	<i>Massive Online Open Courses</i>
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OEM	<i>Original Equipment Manufacturer</i>
OES	Observatorio Económico Sostenible
OMC	Organización Mundial del Comercio
PACIT	Programa de Agregados Comerciales, Inversión y Turismo
PCA	<i>Printed Circuit Assemblies</i>
PCB	<i>Printed Circuit Board</i>
PROMÉXICO	Organismo del gobierno federal encargado de coordinar las estrategias dirigidas al fortalecimiento de la participación de México en la economía internacional
POS	<i>Point of Sale</i>
RCC	Red de Consejeros Comerciales
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
RLICT	<i>Research Laboratory in Information and Communication Technologies</i>
SAT	Superintendencia de Administración Tributaria
SCIAN	Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte
SENACYT	Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología
SGS	<i>Société Générale de Surveillance</i>
SMCs	<i>Soil Moisture Control</i>
T1	<i>Tier 1</i>
T2	<i>Tier 2</i>
T3	<i>Tier 3</i>
TEC	Campus Tecnológico
TETTSA	Tecnología TyT Electrónicos, S. A.
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
TLC	Tratado de Libre Comercio
UIE	Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección
UIT	<i>International Telecommunication Union</i>
UL	<i>Underwriters Laboratories</i>

UMG	Universidad Mariano Gálvez de Guatemala
UNCTAD	<i>The United Nations Conference on Trade and Development</i>
UNIS	Universidad del Istmo
UPANA	Universidad Panamericana de Guatemala
URL	Universidad Rafael Landívar
US	<i>United States</i>
USAC	Universidad de San Carlos de Guatemala
USAID	Agencia de Cooperación para el Desarrollo de los Estados Unidos de América
USB	<i>Universal Series Bus</i>
UVG	Universidad del Valle de Guatemala
ZDEEP	Zonas de Desarrollo Económico Especial Públicas
ZOLIC	Zona Libre de Industria y Comercio

RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento comprende el Informe Entregable 3 “Análisis de la Cadena de Valor Manufactura de electrónicos y refrigeración en Guatemala”, elaborado en el marco de la Consultoría Manufactura en Guatemala, Electrónicos y Refrigeración para El Proyecto Creando Oportunidades Económicas.

Incluyó la descripción de la cadena de valor para los sectores de manufactura de electrónicos y refrigeración en Guatemala, la identificación de la demanda de talento humano de estas industrias y su relación con la oferta formativa del sector académico nacional. Plantea el potencial de Guatemala para convertirse en proveedor de productos y/o servicios en la cadena global de valor de las industrias de estudio, e incluye un análisis de puntos críticos para lograr la competitividad requerida. Presenta los principales proveedores de esos productos y/o servicios en Latinoamérica y una ruta crítica para iniciar una inversión desde cero para este sector en Guatemala.

La cadena de valor en el área de electrónicos y refrigeración contempla el diseño tecnológico, comercialización y servicios posventa, que conllevan el desarrollo, testeo y fabricación de prototipos electrónicos, así como la gestión de insumos, materias primas y logística; incluye la integración de software en dispositivos electrónicos, la fabricación de partes y componentes y el ensamblaje de equipo.

Entre las principales fortalezas del sector electrónico se cuenta con un ecosistema compuesto por talento humano en innovación tecnológica, el surgimiento de comunidades tecnológicas y colaborativas que están dando un fuerte impulso al desarrollo del sector. La industria de refrigeración y aire acondicionado muestra una mayor oportunidad hacia el ensamblaje y comercialización de sistemas de climatización y aire acondicionado, contando con una empresa en manufactura de refrigeración comercial consolidada y posicionada en el mercado internacional. Ambos sectores se desarrollan en el marco de la Transformación Digital y las industrias 4.0 y 5.0.

Guatemala cuenta con una oferta académica con orientación al diseño tecnológico y manufactura de alta tecnología, con amplia capacidad para cubrir en el corto plazo y de manera satisfactoria la demanda de talento humano del sector industrial, principalmente en el área de electrónicos y en cierta medida para el sector de refrigeración y aire acondicionado. Los procesos de vinculación academia-industria se han desarrollado por iniciativa de coordinación entre las propias empresas y las instituciones educativas, mas no existen mecanismos estratégicamente articulados y sistemáticamente instrumentalizados incluidos en los planes de desarrollo económico y social de país.

Las condiciones anteriores permiten a Guatemala contar con potencial para convertirse en proveedor de productos y/o servicios en la cadena global de valor de la industria EMS y sistemas de aire acondicionado.

Se presentan dos propuestas de ruta que incluyen plazos estimados y viables que permitan iniciar una inversión en el sector de manufactura de electrónicos y refrigeración en Guatemala. La

primera propuesta consiste en una visión empresarial con un horizonte a 15 años, mientras que la segunda proviene del estudio de la Consultoría de Manufactura Internacional de Equipos Electrónicos y se fundamenta, entre otras en la experiencia de empresas internacionales que se han instalado en México. La misma contempla un horizonte a treinta años. Para el acercamiento al plazo de la visión empresarial se requerirá del cumplimiento de las condiciones relacionadas con los puntos críticos para la competitividad descritos en el presente informe.

Para el sector de refrigeración y debido a la oportunidad de la industria actual en Guatemala orientada al ensamblaje de sistemas de aire acondicionado, el enfoque de la ruta se orienta a la instalación de una planta, con el reto de atraer una marca internacionalmente reconocida.

El estudio generó valiosa y muy relevante información sustentada por actores clave y por una investigación documental y de campo. Esta información tiene un gran potencial para profundizar en temas específicos que pueden ser ampliados con futuros estudios que permitan identificar otros actores y elementos importantes, así como dar continuidad a proyectos de fomento de los sectores de manufactura de electrónicos y refrigeración, habiendo sido identificados en la iniciativa “Guatemala no se Detiene” como sectores en los que Guatemala “puede apostar a convertirse en hub regional”, de acuerdo con las condiciones identificadas en el presente análisis.

I. MARCO CONCEPTUAL

I.1. LA CADENA GLOBAL DE VALOR

Se refiere a la organización de la producción bajo una secuencia de actividades específicas, de valor agregado, desde la concepción hasta el uso o consumo de una mercancía o servicio. Incluye actividades tales como diseño, producción, comercialización, distribución y soporte para el consumidor final. Este enfoque va más allá del análisis de las redes de producción, que únicamente hace referencia a las relaciones que vinculan a las empresas de manera conjunta ya que incorpora en el análisis el ambiente o ecosistema en el que las actividades productivas son desarrolladas (OCDE et al., 2013).

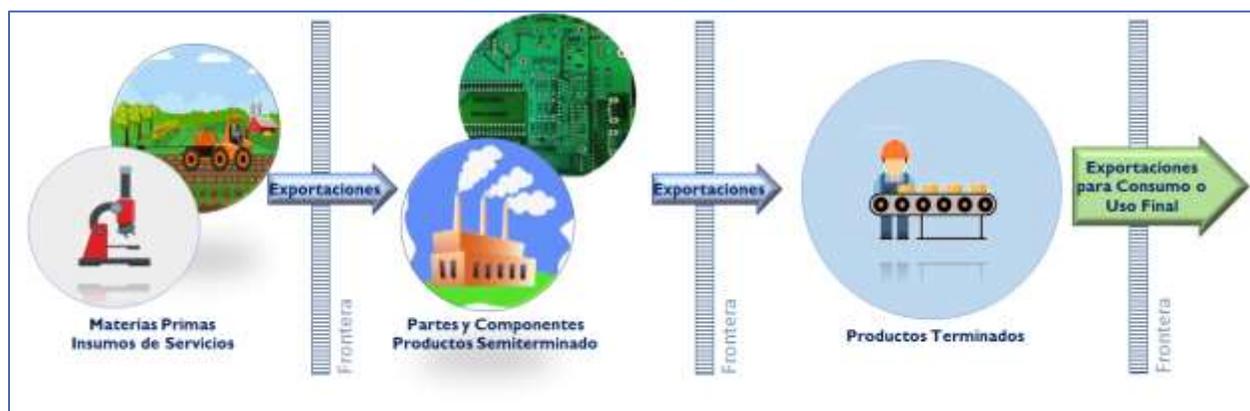
Cada una de las etapas, concepción y diseño, producción del bien o servicio, tránsito de la mercancía, consumo y manejo y disposición final después de su uso o reciclaje son comúnmente conocidas como eslabones (Kaplinsky, 2000).

Las actividades en una cadena de valor pueden ser realizadas por una sola empresa o dividida entre varias empresas proveedoras. Abarca tanto el suministro de insumos como de servicios y se pueden concentrar en una sola localidad o en varias.

Uno de los elementos más innovadores de este enfoque es que posibilita abordar las actividades de concepción, producción, comercialización y consumo de manera integrada.

De forma similar se identifica la definición de Cadena de Valor Mundial, en la que el proceso de fabricación se divide entre distintos países. Las empresas se especializan en una tarea específica y no elaboran todo el producto (Banco Mundial, 2020).

Figura 1: Cadena de Valor Mundial



Fuente: Informe sobre el Desarrollo Mundial 2020: El Comercio al Servicio del Desarrollo en la Era de las Cadenas de Valor Mundiales.

1.2. LA CADENA PRODUCTIVA DE LA INDUSTRIA ELECTRÓNICA

En general, los productos electrónicos tales como televisores, equipos de cómputo o teléfonos celulares están formados por Ensamblados de Circuitos Impresos, también conocidos como PCAs (*Printed Circuit Assemblies*), componentes mecánicos (pueden ser metálicos y/o plásticos, como tapas, soportes, teclados, marcos de pantalla, bases, chasis, entre otros), material impreso (como etiquetas y manuales de servicio) y material de empaque.

El ensamblado PCA se encuentra en el interior de los productos electrónicos, por lo que no es visible para el usuario final y en general está compuesto por los siguientes componentes (Secretaría de Economía-PROMÉXICO, 2014):

- Componentes Electrónicos: Los componentes electrónicos son dispositivos que se conectan entre ellos para formar un circuito electrónico.

Los componentes electrónicos se pueden dividir en componentes activos (tales como diodos, *displays*, transistores, microprocesadores, circuitos integrados) y componentes pasivos (tales como circuitos impresos, también conocidos como PCBs por sus siglas en inglés, conectores, capacitores, inductores).

Los componentes activos se diseñan y fabrican a partir de materiales semiconductores (obleas de silicio) y procesos micro-mecánicos (micro- inyección, micro-cerámicas, micro-troquelado, micro-maquinado) y tienen la propiedad de excitar, almacenar, controlar, procesar señales eléctricas, entre otras. Mientras que los componentes pasivos se fabrican a partir de sustratos químicos y procesos micro-mecánicos y tienen como finalidad complementar las funciones de los componentes activos.

- Software embebido» (*embedded software*). Consta de algoritmos e instrucciones para el control de un sistema, de modo que cumpla diversas funciones y tareas. Se llama «embebido» porque se encuentra instalado en los circuitos integrados de tipo microcontroladores.
- Componentes pasivos, como tableros con circuitos impresos o, por sus siglas en inglés, PCBs (*Printed Circuit Boards*); conectores; capacitores; e inductores. Se fabrican a partir de sustratos químicos y procesos micro-mecánicos, y tienen como finalidad complementar las funciones de los componentes activos.

Un PCB es una tablilla, generalmente verde, que se caracteriza por tener pistas o caminos grabados en los cuales se conectan los componentes electrónicos. Existen diferentes tipos de PCB: monocapa, de doble capa, multicapa, multicapa de alta definición, flexible, entre otros. En general la fabricación de un PCB parte de una tablilla fenólica, la cual está compuesta por láminas de cobre y resinas. Por si sola, la tablilla fenólica no es un PCB; para que se considere como tal, se requiere aplicar químicos fotosensibles y corrosivos en un diagrama de «pistas», previamente diseñado en la tablilla fenólica.

- Componentes eléctricos. Cables, arneses, conectores, fusibles y relevadores, entre otros, fabricados a partir de componentes conductores, sustratos químicos y procesos micro-mecánicos.

Para complementar el marco teórico anterior y mantener el mismo hilo conductor, se explican los diferentes eslabones de la cadena productiva de electrónicos, de acuerdo con información facilitada en la Consultoría “Manufactura Internacional de Equipos Electrónicos, Análisis de subsectores EMS y su Cadena Global de Valor” para el Proyecto Creando Oportunidades Económicas de USAID (Romero, 2021):

La cadena global de valor del sector electrónico “está constituida en el nivel principal por los fabricantes de equipo original (OEMs por sus siglas en inglés) quienes manufacturan sus productos para el consumidor final, en el primer nivel se encuentran las empresas de servicios de manufactura de productos electrónicos (EMS por sus siglas en inglés) a veces también referidos como *Tier 1* (T1), los cuales son proveedores de equipos terminados, de subensambles electrónicos, eléctricos y/o metalmecánicos y demás servicios que demanden las OEMs.

En el segundo nivel o *Tier 2* (T2) de la CGV, se encuentran los proveedores de circuitos impresos, componentes pasivos, componentes activos, software embebido, componentes eléctricos y arneses, mismos que suministran insumos directos al nivel inmediato superior, los T1.

En el tercer nivel, *Tier 3* (T3), se encuentran generalmente los fabricantes de tabllas fenólicas, químicos fotosensibles, sustratos químicos, obleas de silicio, micromecánica, microinyección, microestampados, cables, conectores, diseño de algoritmos y pruebas de software, etc. estos a su vez son proveedores del nivel inmediato superior T2 y así sucesivamente existirán proveedores de diferentes niveles dependiendo del tipo de producto o componente del que se trate”.

1.3. LA CADENA DE VALOR EMPRESARIAL

En el ámbito empresarial, la cadena de valor es un modelo desarrollado desde 1985 que es ampliamente utilizado aún, el cual permite describir el desarrollo de las actividades de una organización empresarial generando valor al producto final (Porter, 1985; CERTUS, 2020). En el mismo, las actividades se clasifican en primarias o claves y secundarias o de soporte.

A continuación de describen las actividades primarias:

- Logística interna (de entrada). Son aquellas actividades que tienen que ver con recepción, almacenaje y control de los insumos requeridos para la fabricación del producto, control de inventarios, almacenamiento y manejo de materiales, programa de los vehículos y devoluciones a los proveedores.
- Operaciones. Son las actividades que se refieren a la transformación de insumos en producto final, como mecanización, embalaje, montaje, verificación, impresión y operaciones en general.

- Logística externa (de salida). Son las actividades relacionadas a la reunión, almacenamiento y distribución física del producto a los compradores, como almacenaje de los productos terminados, manejo de materiales, organización de los vehículos de repartos, procesamiento de pedidos y horarios.
- Comercialización. Son las actividades que tienen que ver con el desarrollo de un motivo que justifica la compra del producto y con la motivación de los compradores para comprarlo, como la publicidad, promoción, venta, selección del canal de distribución relaciones con el canal de distribución y precios.
- Servicio. Son las actividades que tienen que ver con el proveer un servicio para realzar o conservar el valor de dicho producto, como la instalación, preparación, formación, suministro de recambios y reajustes del producto (servicios de postventa), soporte del cliente, resolución de quejas.

A continuación se describen las actividades de soporte:

- Infraestructura de la empresa. Son actividades que tienen que ver con la dirección de la empresa, planificación, finanzas, contabilidad, cuestiones legales, gestión de calidad, etc.
- Abastecimiento. Son las actividades que tienen que ver con compra de materias primas, suministros y otros artículos consumibles, junto con la maquinaria, equipamiento de laboratorio, equipamiento de oficinas y edificios.
- Desarrollo de tecnología. Son todas las actividades relacionadas con mejorar el producto y/o los procesos, incluyendo investigación y desarrollo, diseño de producto, diseño o procesos, diseño de procedimientos de servicios, etc.
- Gestión de recursos humanos. Son todas las actividades que están relacionadas a la búsqueda, contratación, formación, desarrollo y compensación del personal.

1.4. EL TRIÁNGULO DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS

Conocido también como el Triángulo de Hierro, es un modelo de las restricciones inherentes a la gestión de un proyecto (Adrisa Consulting, s.f.), reflejadas en tres aristas:

1. Alcance: Las tareas requeridas para cumplir los objetivos del proyecto.
2. Tiempo: El calendario para que el proyecto llegue a su fin.
3. Costo: Las restricciones financieras de un proyecto, también conocido como presupuesto del proyecto.

El Triángulo del proyecto establece que el éxito del proyecto se ve afectado por sus características, plazos y presupuesto. El líder del proyecto puede intercambiar entre estas tres

restricciones; sin embargo, cambiar las restricciones de uno significa que los otros dos sufrirán en cierta medida.

Hay que tomar en cuenta que el Triángulo del proyecto es una parte importante de cualquier proyecto, pero no determina el éxito. Los proyectos se realizan a partir de muchas partes, más de las tres, aunque las más importantes, son las que conforman esta restricción triple. La restricción triple proporciona un marco en el que todos los participantes del proyecto pueden ponerse de acuerdo.

Figura 2: El Triángulo de los Proyectos



2. CADENA DE VALOR DE LA MANUFACTURA DE ELECTRÓNICOS Y REFRIGERACIÓN

2.1. MANUFACTURA DE ELECTRÓNICOS EN GUATEMALA

Contexto Actual del Desarrollo de Nuevas Tecnologías en Guatemala

Como resultado de la investigación realizada, pudo establecerse que aunque no existen plantas de producción a gran escala de equipos o componentes electrónicos, sí existe el desarrollo en el país de soluciones afines con la Clasificación Industrial Uniforme (CIIU) y la Clasificación Industrial de América del Norte 2017 (SCIAN 2018), en las siguientes categorías y en la mayoría de los casos realizando soluciones integrales en las que se encuentra presente por ejemplo, el Internet de las Cosas:

Figura 3: Subsectores Electrónicos en los que participa la Manufactura de Guatemala

Subsectores Electrónicos en los que participa la Manufactura de Guatemala



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la investigación.

En ese sentido, en el Entregable 2 se hizo referencia a los avances que se están dando en la tecnología que abren las puertas a que fabricantes relativamente pequeños puedan ocupar un espacio y prosperar en una industria donde la dimensión alguna vez fue virtualmente

imprescindible. Gracias a las tecnologías, que están reduciendo la complejidad de las barreras a la entrada en este sector, permite que ingresen al mercado nuevos participantes de tamaño moderado (Deloitte Development LLC., 2015). El ser empresas más pequeñas comparadas con empresas grandes en el extranjero ofrece ventajas, que se hicieron evidentes durante la pandemia, en cuanto a la flexibilidad para poder diseñar prototipos de forma rápida y hacer adaptaciones frente a la escasez de componentes que se dio a nivel mundial, pudiendo atender las necesidades de los clientes de forma inmediata.

Otro factor clave es el servicio y el tiempo de respuesta ante urgencias que tengan los clientes comparados con empresas grandes ubicadas en otros países como Estados Unidos que por su dimensión y ubicación geográfica, no les sería posible atender tan rápidamente necesidades específicas de los clientes.¹ Asimismo, los nuevos participantes no son necesariamente empresas manufactureras en el sentido tradicional. La creciente popularidad de productos “inteligentes”, por ejemplo, ha provocado que algunas empresas de tecnología incursionen en el espacio de fabricación, ya sea al desarrollar software para ejecutar los productos, o a producir los productos mismos.

Dentro de este contexto ha podido identificarse a empresas guatemaltecas que han incursionado en robótica, Internet de las Cosas (IoT), Internet Industrial de las Cosas (IIoT), desarrollo de gemelos digitales, instrumentos biomédicos y la impresión tridimensional, que se listan a continuación.

Tabla 1: Empresas Guatemaltecas que Desarrollan Soluciones con Base a Nuevas Tecnologías

Empresas Entrevistadas	Empresas Identificadas en Encuestas que Realizan Integración de Software	Empresas Mencionadas en Entrevistas y Conversatorio sobre Dispositivos Electrónicos
BDG, S. A.	Ergocom-NET	Bitmec
Flatbox	Optagonal	Digital Twins
GTBilt	ASTEAG	Molvu
Global Electrónica	ABBACYBERDATA	Aerobot
Tecnología TyT Electrónicos, S. A. - TETTSA	dX Latam, S.A.	Kingo
Cofundador Bitmec-DigitalTwins-Kingo-Hybrico		

Fuente: Elaboración propia a partir de Anexos I.I y la investigación realizada.

¹ Entrevista GTBilt, 16 de octubre, 2021.

Seguidamente, se presenta una muestra de productos y servicios que están siendo desarrollados actualmente por varias empresas de las empresas listadas anteriormente y que han trascendido fronteras.

- **El Internet de las Cosas**

Dentro de las múltiples aplicaciones se encuentran varias relacionadas con el sector manufacturero, de salud, la agroindustria y servicios, por ejemplo. En Guatemala se están fabricando ya equipos como el *Teletank* de la empresa **GTbilt**, que desarrolla productos electrónicos, el cual monitorea y mide el nivel de los tanques de oxígeno en hospitales, enviando reportes en tiempo real y con la capacidad de dar pronósticos de necesidad de reabastecimiento, el cual durante la pandemia ha sido un tema clave.



Asimismo, el sistema *TeleEntry* para el ingreso seguro a condominios o edificios y el *SMCs (Soil Moisture Control)* con el que también se pueden obtener pronósticos y cuyas aplicaciones tienen un impacto fuerte respecto al uso eficiente del agua, en el cuidado del cultivo, en la reducción de costos, en la toma de decisiones.

GTbilt también ha sido la encargada de modernizar la telefonía pública al desarrollar sistemas y el cambio de tarjetas que pudieran capturar información, para el control del uso de los teléfonos públicos.²

Otras soluciones se ubican en categorías tales como: localización y medición de activos críticos, como en el sector de *retail*; localización y medición de flotas en exterior, sector de la industria manufacturera como la alimentaria; localización y medición de flota en interior, como ejemplo en la industria de siderurgia; y, localización y medición de personas, con aplicación por ejemplo en trabajadores subcontratados (*outsourcing*)³.

Respecto a la medición de personas puede mencionarse también el desarrollo de soluciones para la medición de la afluencia de personas en restaurantes, de la empresa **Flatbox**. Encontraron que en las cámaras se podía utilizar video a través de fluido artificial para extraer datos. Asimismo, el desarrollo que realizaron durante la pandemia “*Safebox*”, un sistema automático de conteo de personas y semáforo de aforo en tiempo real.



Flatbox ha desarrollado también cámaras inteligentes para medir el tráfico vehicular; botones inteligentes en hospitales para la alerta de código azul y lectores para poder llevar control de las

² Entrevista GTBilt del 16 de octubre, 2021.

³ Entrevista BDG, del 4 de octubre, 2021.

rondas, asignación de personal y qué doctor ha atendido a los pacientes. Tiene desarrollos para huertos urbanos autónomos con sistema de huertos verticales; sistema autónomo de aplicación de rodenticida para agricultura de precisión⁴. Flatbox ganó un premio en la World Innovation World Cup 2016-2017, que premia las mejores tecnologías de la información y comunicación alrededor del mundo, compitiendo con un medidor que administra el flujo de agua por sí solo “Waterbox”, en la categoría *Smart City*.

Flatbox opera bajo la sombrilla de la empresa Tech4Mobile⁵ que reporta asimismo el desarrollo del tablero electrónico del Congreso de la República de Guatemala, el Sistema de Lectoristas y Facturación de EMPAGUA, DocClick y GoTurnCIAM, entre otros.

En cuanto a la tecnología de gemelos digitales se cuenta ya con un desarrollo guatemalteco de la empresa **DigitalTwin** que ayuda a los agricultores a tomar decisiones a través de información predictiva generada por su plataforma prototipo IoT, la cual usa dispositivos en forma de fruta para viajar junto a las frutas reales en la cadena de suministro para capturar información; en su interior tiene un tablero electrónico con distintos sensores que miden por ejemplo, golpes, gases ambientales y otros factores.^{6a} Actualmente, se está trabajando en tres proyectos piloto, uno con el líder en producción de aguacate a nivel mundial, *Mission Produce* en California; el segundo con la Asociación de Azucareros de Guatemala (ASAZGUA), denominado e-Bag, que se está trabajando con seis ingenios, para monitorear el color del azúcar con la idea de llegar a desarrollar los algoritmos con los que se pueda predecir cuáles son los factores que degradan la calidad del azúcar en función de las condiciones ambientales, el dispositivo se coloca en las *big bags* donde se almacena el azúcar de forma similar a los *tags* que se colocan en las tiendas de ropa que cuentan con un sensor; y, el tercero empezando un piloto en Costa Rica, con un productor de piña, para monitorear todo el proceso de producción hasta el transporte.



Se está iniciando pláticas para otro proyecto con Heifer International que trabaja con la cadena de valor de cardamomo en Alta Verapaz, cuyo interés es monitorear la producción y establecer, entre otros, cuáles pueden ser las causas de degradación de color del cardamomo. Lo anterior muestra que hay un sinfín de aplicaciones, que es muy escalable.

El avance tecnológico llega también a ubicaciones remotas del país, para llevar luz a los hogares de muchas comunidades que no cuentan con servicio de electricidad, principalmente en áreas rurales. Este es el caso de la empresa **Kingo** que creó un sistema de energía solar prepago, el

⁴ Entrevista Flatbox, del 4 de octubre, 2021.

⁵ Aceleradora y Comercializadora de Empresas y Soluciones Tecnológicas

^{6a} Fuente: Conversatorio ¿Cómo mejoramos la oferta de desarrollo de dispositivos electrónicos desde Guatemala?, 27 de octubre de 2021; Entrevista Campus TEC, S. A., 28 de octubre, 2021; Entrevista Cofundador Bitmec-DigitalTwins-Kingo-Hybrico, 8 de noviembre de 2021.

cual permite generar energía eléctrica a bajo costo. Gracias a este desarrollo la empresa fue reconocida con el premio *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) en 2014 por ser empresarios menores de 35 años que logran hacer un cambio en la sociedad.

Desde hace algunos años han hecho que las comunidades cambien las candelas y linternas hechas por un sistema de energía solar prepago, algo similar a los celulares.

Las personas pueden adquirir saldo para hacer que el sistema pueda funcionar, van a la tienda donde se vende el saldo y pueden comprar por hora, día, semana o mes y así ahorrar dinero. Los beneficios van desde el mejor rendimiento en las notas de los niños hasta en la salud y productividad (Soy502, 2015).



Con este producto ganaron el Premio Nacional de Innovación 2021 de SENACYT en la categoría “Innovación para el desarrollo”.

La empresa comercializa este producto en Guatemala y en Colombia en donde han tenido bastante éxito. Actualmente el valor de las ventas asciende a \$ 2 millones de dólares.

Respecto a la aplicación de la tecnología en temas de salud, destaca la plataforma y dispositivo biomédico elaborado por la empresa **Bitmec Health Technologies** con la colaboración de estudiantes de la Universidad Del Valle de Guatemala, que funciona con tres actores clave: pacientes, promotores de salud en las comunidades y una red remota de médicos por medio de call center, para realizar una “consulta médica remota”.

De esta forma, se va creando historial médico digital que es algo que no existe en Guatemala, se puede reportar el historial médico, síntomas, signos vitales. El médico al final tiene la posibilidad de emitir una receta digital que se imprime en el punto de atención para que se facilite la compra de la medicina^{6b}.

Para ello se cuenta con cabinas en la que se mide signos como la temperatura, el oxígeno y la frecuencia cardiaca y en el interior hay una cámara de video. Además, su diseño reduce la necesidad de usar o transportar varios equipos diferentes y permite a las personas un uso más sencillo y rápido. El modelo de negocio tiene tres verticales, una es directo a consumidor, se instalan las cabinas en tiendas de barrio, centros comerciales y tiendas de barrio y el pago es por consulta, como ejemplo los acuerdos que ya tienen con Tiendas MAS y El Gran Gallo en Coatepeque; el segundo es un modelo B2B (*Business-to-Business*) para empresas, en la que tienen muchos colaboradores, se instala la cabina en la empresa y acá funcionará por medio de una suscripción mensual por colaborador; y el tercero, es la prestación de un servicio que se está negociando con MICOOPE que ofrece un seguro médico para sus afiliados, para lo cual están



en proceso de fabricación de las primeras 40 unidades. Este último se está realizando con el apoyo del Proyecto Creando Oportunidades Económicas de USAID.

Con este producto ganaron el Premio Nacional de Innovación 2021 de SENACYT en la categoría “Innovación por la niñez y adolescencia”. Con este premio tuvieron la oportunidad de visitar empresas en Dubai y Abu Dabi, las cuales mostraron interés en este producto.

La empresa Bitmec recibió recientemente un *grant* de \$150 mil dólares del Proyecto Creando Oportunidades Económicas de USAID que será destinado para completar el desarrollo de su plataforma de diagnóstico IoT, que acercará la prestación de servicios de salud en comunidades remotas⁷.

Otro caso de éxito lo constituye la empresa **Molvu**, una marca guatemalteca de productos electrónicos y accesorios, que inició con la fabricación y ensamble de *tablets* y ahora cuenta con una variada gama de artículos diseñados en Guatemala, dentro de los que se encuentran mochilas, bocinas, audífonos, linternas, cámaras y relojes inteligentes diseñados en Guatemala.



Se concentran en dar la solución más precisa en el Centro de Servicio de Molvu en Guatemala, la mejor soldadura y pruebas de materiales en su línea de producción en Shenzhen-China, el mejor software codificado con su equipo de programación, la respuesta más rápida en el departamento de ventas en Guatemala y servicio a los clientes. Han aprendido a ser una marca que ofrece soluciones y no solo una empresa de productos.

Al 2021 han vendido productos bajo la marca Molvu o marcas de sus clientes en países como Guatemala, El Salvador, Honduras, Costa Rica, Estados Unidos, Jamaica, Paraguay, Ecuador, Colombia, México, India y el mismo China⁸.

Dentro del ecosistema de empresas dedicadas a IoT se encuentra también la empresa **Hybrico**⁹ que se creó con la misión de atender los tres principales desafíos de la industria de las telecomunicaciones en los mercados emergentes de todo el mundo: costo de la energía, disponibilidad del sitio y huella de carbono.

⁷ Fuente: Información facilitada por Pablo José Chavac, representante de Bitmec en Conversatorio ¿Cómo mejoramos la oferta de desarrollo de dispositivos electrónicos desde Guatemala?, 27 de octubre de 2021 y en Grupo Focal de Universidad Galileo del 28 de octubre, 2021.

⁸ Fuente: Entrevistas Universidad Galileo y Campus Tecnológico, S. A. del 28 de octubre de 2021 y página Web de la empresa <https://molvu.com/marcamolvu>.

⁹ Fuente: Entrevista Cofundador Bitmec-DigitalTwins-Kingo-Hybrico, del 8 de noviembre, 2021.

La empresa ofrece una solución de energía de tecnología limpia como servicio de extremo a extremo para sitios de telecomunicaciones fuera de la red y con mala señal. A través de su tecnología híbrida de vanguardia y su software patentado de monitoreo y control basado en la nube, contribuye a contar con datos predictivos y a maximizar el tiempo de actividad de energía (99.95% garantizado) de las empresas, así como reducir sus emisiones de carbono, todo con una inversión inicial cero. El modelo de negocio contempla contratos a largo plazo de 10 años y Hybrico conserva la propiedad del equipo. La solución de Hybrico, que ya se exporta a Colombia y Honduras, resuelve necesidades tales como infraestructura, combustible, factura de servicios públicos mensual y mantenimiento en un contrato de precio fijo a largo plazo que permite a las empresas administrar mejor sus costos operativos. Sus clientes principales son Tigo, Claro y Telefónica, con un total de 203 instalaciones a la fecha y otras 366 unidades que recién han sido adjudicadas por Tigo para instalación progresiva durante 2022. La empresa tiene una proyección de facturación para el año 2022 de \$8-9 millones de dólares.



Robótica y la Automatización de Procesos

En Guatemala, ya existen empresas que están trabajando en ese sector y atendiendo mercado centroamericano, con robots diseñados para empresas de banca, telecomunicaciones, industria y comercio con clientes de marcas líderes o globales como es el caso de la empresa **BDG, S. A**¹⁰.

Otras aplicaciones se encuentran en el sector agrícola, en el que se está implementando el uso de robots para que realicen tareas en el campo, que contribuye a hacer más efectivo el cultivo y a afrontar los retos del cambio climático¹¹.

Otro ejemplo en la línea agrícola lo constituye la empresa **AEROBOT** que desarrolla tecnología de recolección de datos que van desde fotografías aéreas de drones de largo alcance, hasta imágenes satelitales de las nuevas constelaciones de satélites.



Adicionalmente, desarrollan algoritmos utilizando diferentes técnicas de inteligencia artificial para procesar la data recolectada y generar información de alta calidad que permita a nuestros clientes una rápida toma de decisiones en el campo; implementación de sistemas de automatización de riego; y, fumigación con drones (AEROBOT, 2021).

¹⁰ Entrevista BDG, 4 de octubre de 2021.

¹¹ Fuente: Entrevista Flatbox, 4 de octubre de 2021.

En este contexto, se encuentra también la posibilidad de combinar las capacidades tecnológicas de robots colaborativos o “cobots” con las habilidades humanas, cuya modalidad puede tener un costo más económico (Naciones Unidas, 2019).

En el caso de la empresa **Global Electrónica**¹², pueden mencionarse los siguientes desarrollos:

- Contadores de días sin accidente automático y el registro de accidentes que se hace a través de una aplicación para teléfono celular elaborada también por la empresa.
- Turnadores para mostrar el número de orden que está lista con una aplicación a celular va indicando la orden que está lista, se ha implementado en *Domino's Pizza*.
- Tableros de indicadores (KPIs) orientados a la productividad, que alimenta y presenta información en tiempo real, comparando los resultados con metas de producción, para medir el avance.
- Marcadores deportivos y reloj para cualquier tipo de deporte como *football, basketball y volleyball*.
- En automatización industrial, el Contador de granos. Por ejemplo, el contador de granos de maíz, debido a que se necesita un contador preciso de granos que llevará la bolsa en que se empaca el producto.
- Sensores de temperatura, dentro de los camiones de transporte, que se conectan a la nube para el monitoreo de temperatura adecuada de cada unidad, si está fuera de los parámetros permitidos, se activa una alarma.
- Relojes digitales con GPS para asegurar que siempre dé la hora exacta y se fabrican de cualquier tamaño, el uso ha sido destinado para oficinas, comercio e industria.
- Contador automático de personas para el control de aforo, por temas de pandemia.
- Innovaciones publicitarias en cuanto al led, manguera que tiene la forma del elemento y se instala en las vallas publicitarias. El control electrónico hace que se activen diferentes elementos del anuncio.
- Otras innovaciones relacionadas con proyectos especiales de temporada como la temporada navideña.



▪ Impresión Tridimensional

También conocida como Manufactura Aditiva por englobar tecnologías de fabricación que crean objetos mediante la superposición de capas sucesivas de material. Entre sus ventajas puede mencionarse que la inversión inicial es más baja que la manufactura convencional y que facilita la producción de lotes pequeños. Esto puede beneficiar a empresas pequeñas o que por su giro de negocio producen lotes pequeños a diferencia de productos de consumo masivo (Naciones Unidas, 2019; Deloitte Development LLC., 2015).

¹² Entrevista Global Electrónica, 14 de septiembre de 2021.

En el caso de Guatemala, existen empresas que ya están trabajando impresión 3D, como es el caso de la empresa GTbilt que fabrican piezas para sus equipos, lo que les permite tener un mejor control del proceso de fabricación y de acuerdo con las necesidades específicas.

Otro ejemplo de talento y capacidad en Guatemala lo constituye un emprendimiento que empezó en el Campus TEC, que se denominaba BlueKite, que fue adquirido en 2014 por la empresa Xoom y las operaciones de Xoom fueron adquiridas a su vez, por PayPal.

El proyecto inicial de PayPal era tomar toda la infraestructura que había montado la empresa y mover todas las operaciones en EEUU. Cuando PayPal vio lo que se estaba trabajando acá en Guatemala no solo decidió mantener las operaciones en el país sino expandirlas¹³. BlueKite fue fundada en 2012 y creció a una plantilla de 36 empleados en Miami, Guatemala, Filipinas y Kuala Lumpur; asimismo logró tener fuerte presencia en Latinoamérica (Soy502, 2014).



En el caso de la empresa TETTSA, la misma es proveedora de dispositivos electrónicos y su enfoque es más educativo, colabora en iniciativas relacionadas con la academia como *LED'sDoElectronics*, especialmente con la Universidad Galileo, pues cuando desean realizar ensamblajes, los hacen allí.

Finalmente, sobre las empresas que completaron la encuesta realizada, cuyos resultados se entregan en Anexo No. I.I y que respondieron que sí realizan integración de software con componentes electrónicos, facilitaron la siguiente información:



Optagonal: Gestión de inventarios mediante “TAG's RFID” (identificación por radio frecuencia), que funciona por medio de antenas conectadas al lector RFID (que es el *driver*), el cual envía la información a la plataforma en la nube. Periódicamente por medio del software se programa la activación de las alarmas para que hagan la lectura y envíen la información al servidor.

ASTEG: Integración de hardware y productos en la nube, para el sector de comercio digital tales como POS digitales y tablets comerciales en las que puede imprimirse tickets, utilizando principalmente equipo de la marca Sunmi.



Asimismo, cuentan con la plataforma MercadoRepública que es un controlador de órdenes de compra y puede ir evolucionando con otros módulos según las necesidades del cliente. Para la

¹³ Fuente: Entrevista Campus Tecnológico, S. A., 28 de octubre de 2021.

integración con la nube, tienen miniservidores (relays) conectados a tablets y cuando hay señal de internet, sube la información a la nube. Para el 2022 tienen planeado completar un módulo de tracking de entregas, que será por medio de dispositivos en carros y motos.

DXLatam: Realiza integraciones de software con plantas telefónicas para marcación predictiva, generando las llamadas del software y avisa a la persona a sobre la siguiente llamada logrando una alta productividad en los segmentos de empresas de cobranza y mercadeo de producto. En cuanto a IoT cuentan con aplicaciones para control de equipos en industria agrícola, para temas de riego y fertilización, por ejemplo.



ABBACYBERDATA: Elabora relojes biométricos y **Ergocom-NET:** Desarrollo de aplicaciones e integraciones según lo solicite el cliente.

Por otro lado, desde la Academia, también se está trabajando en desarrollo, como es el caso de la Universidad San Carlos, con un *rover* para monitoreo de extensiones grandes de tierra completamente equipado con cámaras y sensores¹⁴ y los laboratorios Tesla y Turing de Universidad Galileo en las áreas de robótica y electrónicos.

Conforme más y más tecnologías alcanzan una etapa de crecimiento agresivo, estas cada vez son más convergentes y es más probable que se dé una intersección, generando similar a la definición de sinergia, un crecimiento mayor que la suma de sus partes (Naciones Unidas, 2019; Deloitte Development LLC., 2015).

Las empresas que se encuentran trabajando estas nuevas tecnologías, como las comentadas anteriormente, presentan un modelo de trabajo que se ve reflejado en la figura siguiente, en el que desarrolla un dispositivo electrónico que tiene sensores para diferentes aplicaciones, mecanismos de comunicación y en los que pueden entregar datos en la nube o en los sistemas de sus clientes.

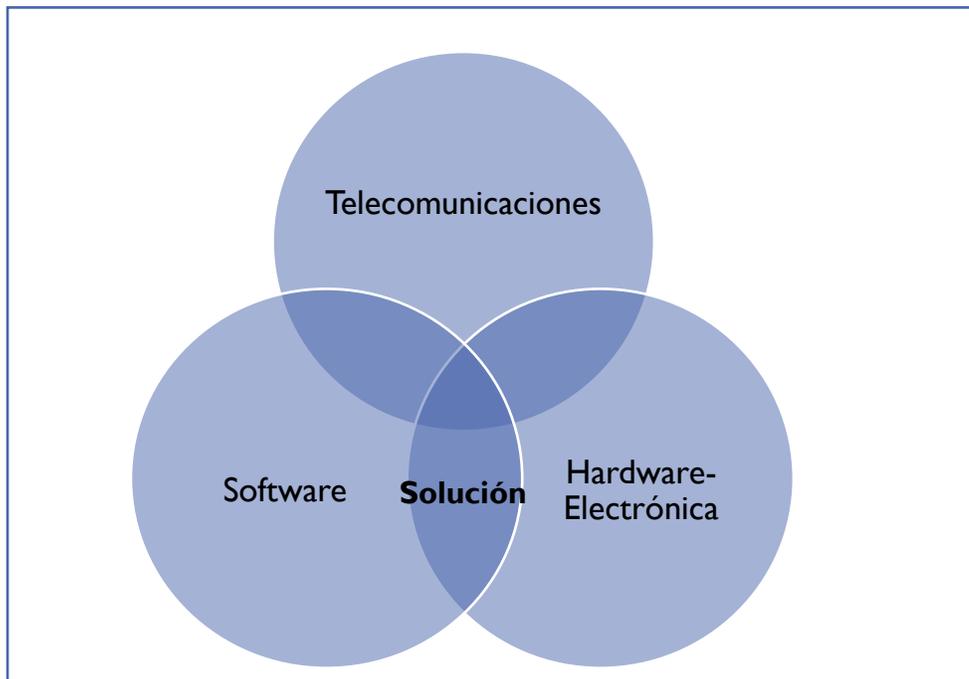
Se encuentran en la convergencia o la intersección entre las tres áreas: electrónica, telecomunicaciones y software¹⁵.

¹⁴ Entrevista SENACYT, del 12 de octubre de 2021.

¹⁵ Fuente: Entrevistas Flatbox, del 4 de octubre de 2021, GTBilt del 16 de octubre de 2021 y Entrevista Cofundador Bitmec-DigitalTwins-Kingo-Hybrico, del 8 de noviembre, 2021.

Figura 4: Tecnologías Convergentes

Tecnologías Convergentes

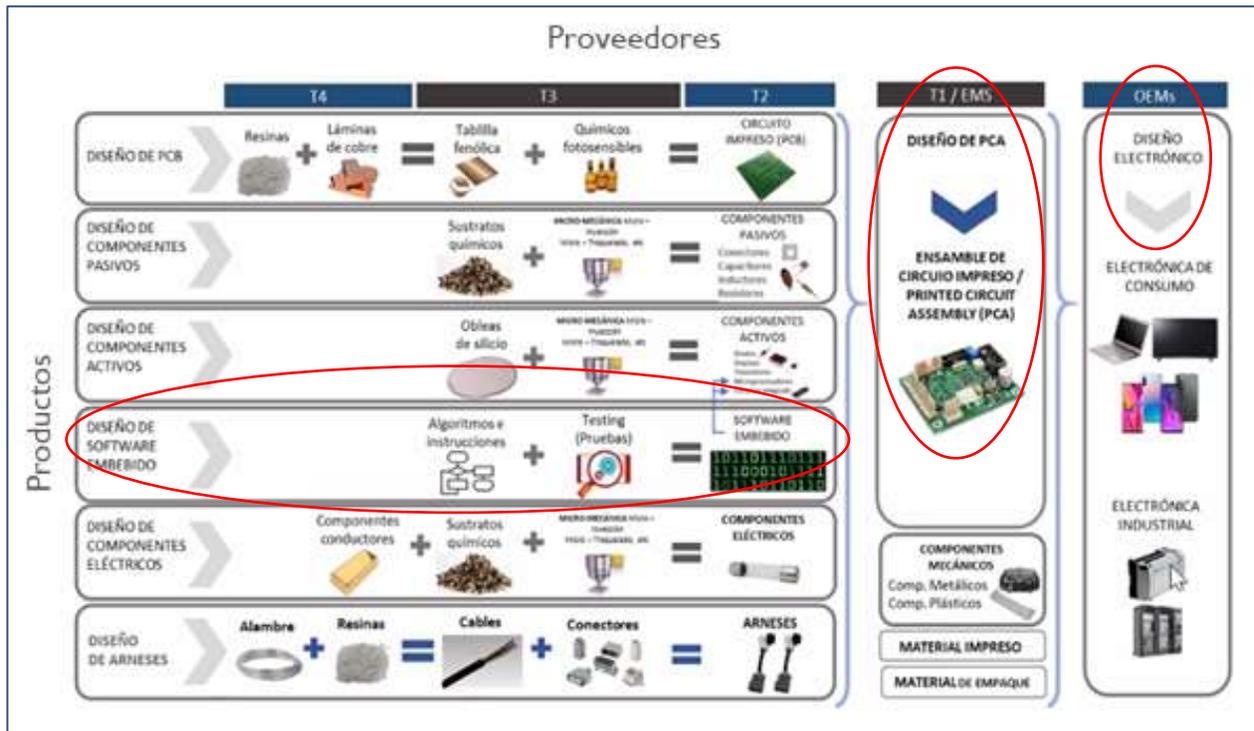


Fuente: Elaboración propia a partir de entrevistas realizadas con empresas del sector.

En términos de la Cadena Global de Valor y de acuerdo con el esquema anterior, el grupo de empresas presentado anteriormente, se encuentran con actividades en las áreas marcadas con el círculo, que involucra diferentes tipos de actividades.

Estas áreas son el diseño electrónico y fabricación de productos (OEMs); el diseño de los PCAs (Tier 1/EMS) que se refiere al ensamble de circuito impreso; y, la elaboración del software embebido (Tier 2), que a su vez involucra actividades de *testing* y la elaboración de los algoritmos e instrucciones (Tier 3).

Figura 5: Participación de Empresas Guatemaltecas en la Cadena Global de Valor de Electrónicos



Fuente del Esquema: Consultoría de Manufactura Internacional de Equipos Electrónicos.

▪ **Modelo de Negocio para la Exportación de Soluciones**

Como resultado de la experiencia acumulada, las empresas del sector han ido desarrollando un modelo de transversalidad y de regionalización o internacionalización.

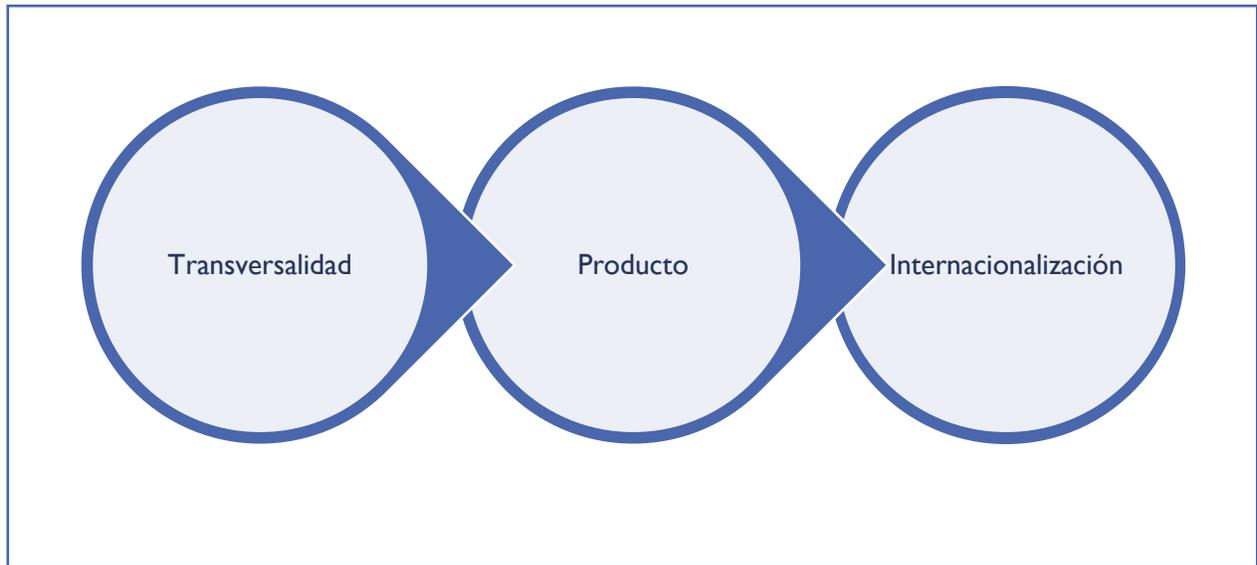
La primera consiste en que crean una solución que genera valor a otra industria que no es de tecnología, como por ejemplo bancos, aseguradoras, supermercados y otras; luego lo convierten en un producto que permite la regionalización.

Los problemas o necesidades que tiene una industria o sector en Guatemala son muy similares a los que tienen los países del resto de Centroamérica, Latinoamérica e incluso en otros continentes como África Subsahariana, el norte de África y el sur de Asia como Pakistán¹⁶.

¹⁶ Fuente: Entrevista BDG, S. A., Flatbox del 4 de octubre de 2021, GTBilt, 15 de octubre de 2021, Entrevista Cofundador Bitmec-DigitalTwins-Kingo-Hybrico del 8 de noviembre de 2021.

Figura 6: Modelo de Negocio para la Exportación de Soluciones

Modelo de Negocio para la Exportación de Soluciones



Fuente: Elaboración propia a partir de entrevistas realizadas con empresas del sector.

Asimismo, la reconfiguración en los modelos de negocio de las empresas trabajando en tecnologías, se complementa y permite tomar ventaja del concepto de producto como un servicio (*Product-as-a-Service – PaaS*).

En el panorama futuro, el valor vendrá con mayor fuerza de la conectividad, los datos, la colaboración, los circuitos de retroalimentación, y el aprendizaje, los cuales pueden establecer los cimientos para modelos de negocios nuevos y más poderosos.

La Cadena de Valor

Tomando como punto de partida el contexto del sector de electrónicos y las nuevas tecnologías que se están desarrollando en Guatemala, se muestra en primera instancia, las grandes etapas de la cadena, que luego se desarrollan con más detalle.

Figura 7: Eslabones de la Cadena de Valor Empresarial para la Manufactura de Electrónicos



Fuente: Elaboración propia con base a información recabada en entrevistas con empresas del sector. I+D: Investigación y Desarrollo; RRHH: Gestión de Recursos Humanos.

▪ Fase I: Eslabones de la Fase de Pre-Producción

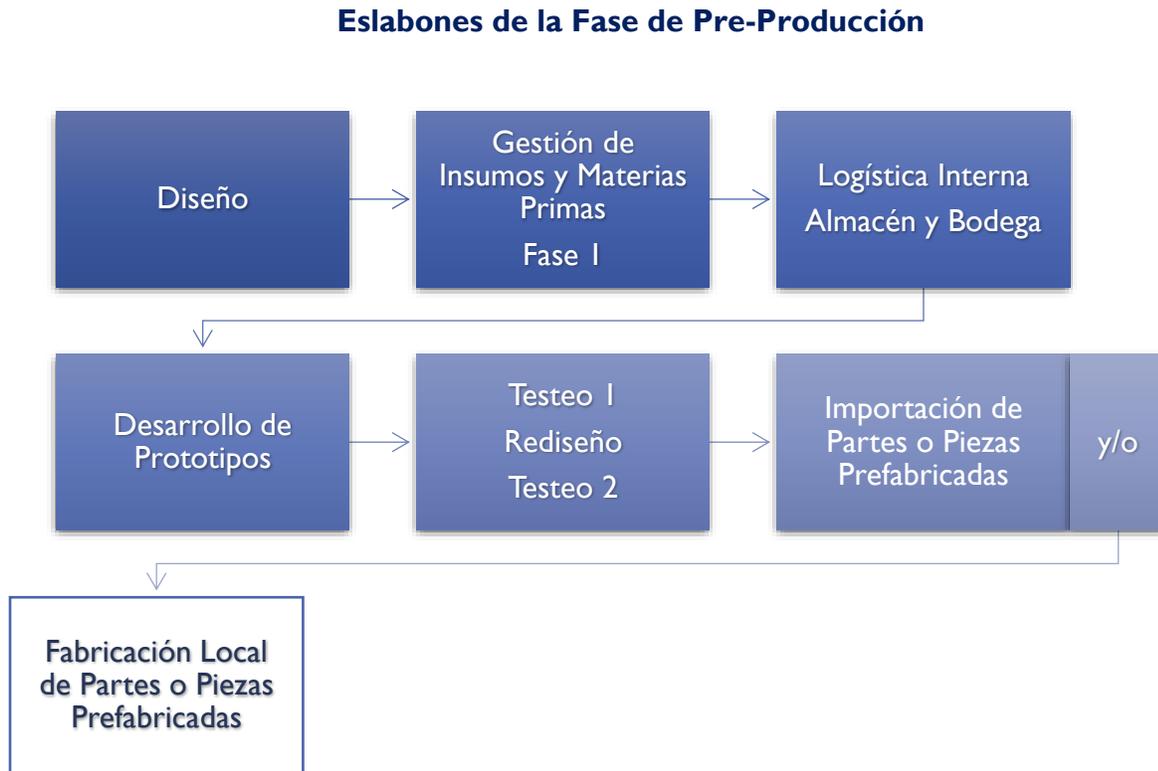
Todos los desarrollos realizados por las empresas involucradas en nuevas tecnologías parten de un proceso de investigación y diseño acorde con las necesidades de los clientes.

Seguidamente, se procede a la gestión de la logística interna que abarca la identificación y aprovisionamiento de insumos necesarios para el desarrollo de prototipos.

El siguiente paso, constituye el desarrollo del prototipo y las pruebas de validación o testeo. Una vez el prototipo está validado se envía a una empresa, usualmente en China, para la elaboración de PCBs. Asimismo, los demás insumos y componentes necesarios para la fabricación del equipo, como dispositivos, carcasas, tornillos especiales, son importados desde China que es el principal proveedor.

En el caso de electrónicos, la etapa de transformación se ha subdividido en dos fases, en la que se ha llamado a la primera fase de pre-producción para identificar las actividades previas que se requiere realizar para poder contar con todos los componentes necesarios para fabricar la pieza final.

Figura 8: Eslabones de la Fase I de Pre-Producción



Fuente: Elaboración propia con base a información recabada en entrevistas con empresas del sector.

Actualmente, solo se conoce de una empresa en Guatemala que realiza el diseño de prototipo que es GTBilt y en los laboratorios de la Universidad Galileo y Universidad Del Valle de Guatemala. En el caso de las otras empresas, el diseño del prototipo se realiza en el extranjero, lo que implica un período más largo que impacta en los tiempos de fabricación, ensamblaje y entrega a los clientes, el cual se alarga si hay que realizar correcciones y volver a enviar a China.

En cuanto a fabricación de PCBs se identificó solamente una experiencia de la empresa Flatbox, que trabajó todas las piezas para un producto desarrollado cuya función era el ahorro del agua.

▪ Fase 2: Producción

Una vez se reciben los PCBs y otros componentes mencionados, se procede al ensamblaje de los dispositivos en los PCBs, el horneado para el sellado y la integración de software y componentes, para llegar a la fase final de empaque.

Figura 9: Eslabones de la Fase 2 de Transformación



Fuente: Elaboración propia con base a información recabada en entrevistas con empresas del sector.

En el caso de carcasas o las cabinas de Bitmec, la empresa que las fabrica es Integración de Soluciones, S. A. (INTEGRA) en Guatemala, dedicada al diseño inteligente y fabricación eficiente de productos en metalmecánica a la medida y estándar, con cumplimiento de normas y estándares de calidad internacional.

En cuanto al empaque, este también se obtiene localmente, como lo es el caso de la empresa Cartones de Guatemala, que fabrica las cajas para empaque de los equipos de GTBilt, a la medida. Y la empresa *Seven Print* que ha elaborado las etiquetas adhesivas para las cajas de productos elaborados por la Universidad Galileo.

En el caso de las piezas plásticas que se requieren para la fabricación de los equipos, varias empresas están trabajando impresión 3D. De requerirse el apoyo de una empresa para la fabricación en plástico, las empresas mencionaron como potenciales proveedores a Guateplast y Macroplast; sin embargo, como podrá verse más adelante, es la intención que cuando se instale el centro de producción en el Campus TEC, se compre la máquina inyectora para reducir de esta forma los altos costos que puede implicar la fabricación de moldes especiales.

▪ **Fase 3: Logística de Salida, Comercialización y Servicio Postventa**

En esta etapa se realizan las actividades de preparación y despacho de los productos a los clientes, la facturación de las ventas y el servicio posventa que implica la instalación de los equipos cuando

aplica, el mantenimiento y soporte y servicios en la nube para la captura, procesamiento y consulta de información en línea, para la toma de decisiones.

Figura 10: Eslabones de la Fase 3 Logística Externa, Comercialización y Posventa

Eslabones de la Fase de Logística Externa y Comercialización



Fuente: Elaboración propia con base a información recabada en entrevistas con empresas del sector.

De acuerdo con los productos y servicios que ofrecen las empresas mencionadas anteriormente, puede observarse que el soporte y servicio postventa es clave para mantener los equipos funcionales y para facilitar la información en tiempo real del comportamiento de las unidades, así como la información que se registra en la nube para la toma de decisiones.

Mercado que se Atiende y Partidas Arancelarias

Varias de las empresas listadas anteriormente han iniciado abasteciendo empresas guatemaltecas en las que se ha identificado un área de oportunidad grande en sectores como la agroindustria, manufactura, energía eléctrica, salud y otros; sin embargo, como expuesto anteriormente esto también ofrece la puesta en prueba de los productos localmente para luego llegar al extranjero. Como ejemplo de empresas que ya han exportado puede mencionarse a GTBilt de quien pudo obtenerse la partida arancelaria.

GTBilt exporta su producto Teletank, bajo la partida arancelaria número 8526920000 (Máquinas, aparatos y material eléctrico y sus partes; aparatos de grabación o reproducción de sonido, aparatos de grabación o reproducción de imágenes y sonido en televisión, y las partes y accesorios de estos aparatos. Aparatos de radar, radionavegación o radiotelemando).

▪ Certificaciones

Algunos de los componentes electrónicos de los equipos que se fabrican, como los mencionados en la sección anterior, pueden requerir certificaciones. Estas pueden variar debido a que hay para todos los campos, la ventaja es que se puede usar equipo que ya viene certificado y al implementarlo se mantiene la certificación, por lo que hay formas de desarrollar dentro de certificación sin tener que pasar por el proceso en sí de certificar el dispositivo que puede ser muy caro.

En el caso de servicios médicos, la empresa puede utilizar sensores que son de grado médico, como es el caso de Bitmec.

En cuanto a certificaciones puede mencionarse como referencia a la Asociación de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) que ve todo el tema de estándares como USB, Bluetooth, Wifi.

En el caso de equipo electrónico que sea exportado para venta en Estados Unidos, este tiene que cumplir con la Certificación de *The Federal Communications Commission (FCC)*¹⁷. Ello con el objetivo de que cualquier dispositivo electrónico o pieza de equipo que se venda en los Estados Unidos no comprometa la seguridad del público estadounidense ni interferir con otros productos electrónicos (CSIA, s.f.).

En el caso de dispositivos médicos, estos también tienen que cumplir con la normativa del *U.S. Food and Drug Administration (FDA)* y el marcaje *C€ (Conformité Européenne)* si el producto se exporta a la Unión Europea, que significa que el equipo comercializado cumple con la legislación obligatoria en materia de requisitos esenciales¹⁸.

Ejemplo de sensores certificados para demostrar que el sistema es seguro, *explosion proof*, puede mencionarse a Hollykel en China y en Estados Unidos *NXT Semiconductor*¹⁹.

Para diseño hay certificaciones, para el uso de la herramienta *Altium Designer*; para el ensamblaje de equipo electrónico están las normas *IPC*²⁰ y para ensamblaje de dispositivos que tiene distintas variantes. Si va a ser para un equipo médico, o para un producto electrónico normal, equipo de tipo electrónico de potencia. A continuación una descripción de normas para el sector de electrónicos (Adelta Technologies, s.f.).

- IPC - *Association Connecting Electronics Industries*: que brinda una guía de las mejores prácticas de diseño, fabricación, ensamble, inspección de circuitos impresos o PCB, cables, conectores, insumos de soldadura, pruebas y muchos elementos más. Al aplicarlas ayudan a alcanzar altos niveles de calidad.

¹⁷ Fuente: Entrevista Campus Tecnológico, S. A. del 28 de octubre, 2021.

¹⁸ Entrevista Cofundador Bitmec-DigitalTwins-Kingo-Hybrico del 8 de noviembre de 2021.

¹⁹ Fuente: Entrevista GTBilt, 15 de octubre, 2021.

²⁰ Fuente: Grupo Focal Universidad Galileo, del 28 de octubre, 2021.

- ISO - *International Organization for Standard for Standardization*: que es más para procesos, en electrónica en el diseño y desarrollo de productos.
- UIT - *International Telecommunication Union*: para regular las telecomunicaciones.
- IEC- *International Electrotechnical Commission*: para ensayos y certificación de productos para la industria eléctrica, electrónica y afines.

Para obtener las certificaciones la empresa puede apoyarse en un ente certificador como lo es la empresa SGS, con la que ya han trabajado algunas empresas en Guatemala. Sus precios pueden ser un poco más altos que otras similares, pero tienen la capacidad de atender varios mercados, tienen presencia en Europa, en Estados Unidos, Canadá, en China, en América Latina.²¹

▪ **Fortalezas y Retos del Sector de Electrónicos**

A continuación se presentan las principales fortalezas y retos identificados durante el proceso de investigación y entrevistas con las empresas activas en el sector.

Fortalezas

Talento:

Los productos y servicios que se están generando en Guatemala son la evidencia de que existe talento humano, con muy buena capacidad, tanto a nivel técnico como profesionales en ingeniería electrónica y mecatrónica. Como ejemplo, el CTO (*Chief Technology Officer*) de DigitalTwin fue líder en el proyecto de la Universidad Del Valle de Guatemala, del Satélite Quetzal I para la parte de electrónica y comunicaciones.

Esta fortaleza se ha identificado en las diferentes entrevistas, manifestando que para ciertos temas es necesaria capacitación.

Por su parte, estas empresas representan un atractivo para que profesionales escojan ir a trabajar a las mismas, por la oportunidad que se brinda de participar en el desarrollo de nuevos productos.

²¹ Fuente: Conversatorio ¿Cómo mejoramos la oferta de desarrollo de dispositivos electrónicos desde Guatemala?, 27 de octubre de 2021.

Curva de Aprendizaje:

Otra ventaja es que la curva de aprendizaje en este tipo de negocio es relativamente corta, por lo que es factible asumir proyectos como los realizados por las empresas identificadas anteriormente.

Flexibilidad:

Como expuesto anteriormente, el ser empresas más pequeñas comparadas con empresas grandes en el extranjero ofrece ventajas, que se hicieron evidentes durante la pandemia, en cuanto a la flexibilidad para poder diseñar prototipos de forma rápida y hacer adaptaciones frente a la escasez de componentes que se dio a nivel mundial, pudiendo atender las necesidades de los clientes de forma inmediata.

Ecosistema Colaborativo:

Las empresas que están llevando a cabo desarrollos en las nuevas tecnologías, trabajan de una forma colaborativa. Como ejemplo, el Campus Tecnológico – TEC, que no solo es tener la tecnología junta sino lograr alianzas, brindar herramientas, un ambiente, condiciones y mecanismos para que esta tecnología maximice la posibilidad de ser exitosos, pero además con miras a tener un impacto fuera del país. En adición, tienen acceso a laboratorios, a las herramientas para que una empresa que inicialmente no puede adquirir todo el equipo pueda hacer uso del mismo.

El TEC promueve la generación de un semillero de *startups* y que también se pueda trabajar en la obtención de fondos de inversión para que una empresa que tiene ya cierta viabilidad, pero necesita inyección de dinero y asesoría para el siguiente nivel, puedan tener acceso al mismo.²²

Laboratorios de la Academia:

La Universidad Galileo trabaja también fuertemente en esta área con sus laboratorios Tesla y Turing así como el laboratorio de la Universidad Del Valle de Guatemala, en los que se realiza investigación y diseño de nuevos productos, lo que fomenta la creatividad, el aprendizaje, el trabajo colaborativo y el desarrollo de nuevas habilidades.

Retos

Organización Sectorial:

Aunque se ha identificado un ecosistema empresarial en Campus TEC, no existe una organización que aglutine a las empresas que están fabricando productos electrónicos dentro del marco de las

²² Fuente: Entrevista Campus Tecnológico, S. A., 28 de octubre de 2021.

nuevas tecnologías. Uno de los retos de la presente investigación fue precisamente el poder ubicar a empresas que estuvieran activas. Se conoció que hubo un intento de formar una gremial a nivel del TEC pero no continuó²³. Seguramente, al cierre del estudio, habrá empresas que estén trabajando también en este sector pero que por dicha situación no fue posible ubicar.

Recursos Limitados:

Para poder desarrollar soluciones como las descritas anteriormente, se requiere de equipo especializado que, por escasez de recursos, las empresas no cuentan con el mismo. Esto conlleva que actividades que pudieran ser automatizadas aún deban realizarse manualmente como el prototipaje, que componentes como los PCBs tengan que fabricarse en el extranjero y que el soldado de los dispositivos en los PCBs también tenga que hacerse manualmente.

Certificaciones:

En la experiencia de algunas empresas que han tenido que obtener certificaciones para poder incursionar en mercados extranjeros, dieron como ejemplo los siguientes datos: certificar la batería \$40 mil dólares, alrededor de \$10 mil dólares en certificar las tarjetas electrónicas (caso Kingo).

▪ **Problemas de Abastecimiento y el Triángulo de los Proyectos:**

El problema de abastecimiento de dispositivos a nivel mundial está impactando fuertemente en los costos, debido a que los precios han subido mucho, por ejemplo los componentes que usualmente costaban un dólar, los han visto hasta en \$10 dólares y otro componente cuyo precio era de \$ 2 dólares, han subido gradualmente en los últimos días hasta haber alcanzado en la última cotización un precio de \$140 dólares por la escasez. A esto se suma el tema del tiempo y que el proyecto debe continuar por lo que se ven obligados a buscar alternativas. Aquí es donde el Triángulo de los Proyectos se ve afectado en el sentido que el alcance no debiera variar, entonces siempre se va a afectar el costo y el tiempo; sin embargo, ha habido casos en que se han visto obligados a modificar el diseño originalmente trabajado.

Está también el tema del prototipado que se hace fuera y que se vincula con la situación de recursos limitados, que antes de la pandemia, era relativamente rápido y económico realizarlo, pero ahora ha aumentado el tiempo de espera y el precio. Ese proceso en el que se envía a China el diseño para el prototipo hasta que regresa a Guatemala tarda 3 semanas, si hay que hacer correcciones que usualmente sucede cuando se está prototipando, hay que enviarlo de nuevo y esperar otras 3 semanas²⁴.

²³ Entrevista Cofundador Bitmec-DigitalTwins-Kingo-Hybrico del 8 de noviembre de 2021.

²⁴ Fuente: Conversatorio ¿Cómo mejoramos la oferta de desarrollo de dispositivos electrónicos desde Guatemala?, 27 de octubre de 2021.

2.2. MANUFACTURA DE REFRIGERACIÓN EN GUATEMALA

Contexto Actual del Sector de Refrigeración en Guatemala

En el sector de refrigeración también se han dado cambios impulsados tanto por las nuevas tecnologías como por temas medioambientales.

Respecto a los primeros, puede verse fabricación más automatizada como es el caso de Grupo FOGEL que está en el subsector de refrigeración comercial, que ha ido haciendo una transición hacia los *cobots*, en su planta de producción, los cuales funcionan con la asistencia de un operario en cada estación²⁵.

Esta es la única empresa en Guatemala fabricando refrigeradores comerciales para venta local y exportación, mencionada anteriormente en el Entregable I como un caso de éxito.

Como resultado de la experiencia compartida por la empresa fue posible identificar los eslabones de su cadena de valor.

En cuanto al subsector de aire acondicionado, pueden mencionarse cuatro tendencias emergentes que están impulsando el mercado, de acuerdo con el informe sobre el sector global de aire acondicionado realizado por la firma americana de investigación industrial, Technavio (ASHRAE, 2016).

Una primera tendencia se refiere al aumento de la popularidad de los termostatos “inteligentes” que permiten el control de las temperaturas desde dispositivos móviles y ordenadores; la segunda se refiere al aumento del uso de los equipos de aire acondicionado *inverter* que pueden reducir el consumo de energía y no son tan caros de instalar como las unidades centralizadas de aire acondicionado; la tercera se refiere a los sistemas integrados, que pueden incorporar iluminación y controles de acceso, que contribuye a una mayor eficiencia energética en la gestión de sistemas de edificios, ya que permite el control desde una única interfaz; y la cuarta, que se refiere a la introducción de la tecnología de purificación de aire.

Muchos proveedores han integrado sistemas de purificación de aire en sus aparatos de aire acondicionado, lo que elimina la necesidad de comprar uno por separado. Contienen filtración de múltiples capas y tecnologías activas que libran el aire de impurezas.

En cuanto a los temas ambientales, progresivamente hay más preocupación por el cambio climático y la protección del medio ambiente a nivel mundial, lo que ha redundado en la transición hacia refrigerantes naturales.

Asimismo, en Guatemala se ha constituido el *Guatemala Green Building Council - GGBC* (Consejo de Construcción Sostenible de Guatemala), una organización no lucrativa que promueve estrategias sostenibles que provocan una transformación del mercado del sector construcción hacia prácticas ambientalmente amigables, socialmente responsables y económicamente factibles

²⁵ Fuente: Entrevista Fogel, del 2 de septiembre de 2021.

para no comprometer las necesidades de las futuras generaciones. El GGBC es miembro del *World Green Building Council* (GGBC, 2021).

Actualmente ya son miembros de la organización las empresas REFRIPRO, CISA, Construental, PMT Ingenieros y Servicios Electrónicos y anuncian en el catálogo los siguientes productos, respectivamente: aire acondicionado, filtros, inyectores y extractores de aire y aire acondicionado.

Cadena de Valor Empresarial para la Manufactura de Refrigeración

En primera instancia se presenta la cadena de valor para la manufactura de refrigeración comercial y seguidamente se describe la cadena de valor para la instalación de equipos de climatización y ventilación, como las unidades de aire acondicionado.

Refrigeración Comercial

Figura 11: Eslabones de la Cadena de Valor Empresarial para la Manufactura de Refrigeración



Fuente: Elaboración propia con base a información recabada en entrevistas con empresas del sector. I+D: Investigación y Desarrollo; RRHH: Gestión de Recursos Humanos.

Fase I: Eslabones de la Fase de Transformación

Partiendo del diseño, se procede a las actividades de logística interna que abarcan la identificación y aprovisionamiento de insumos necesarios para la fabricación de los refrigeradores.

En el caso de Grupo FOGEL, la empresa se ha integrado verticalmente ante las limitantes de contar localmente con un *pool* de proveedores de partes y componentes a nivel local o regional, lo cual ha redundado positivamente en su competitividad. FOGEL ha buscado mercados fuera de

la región en más de 50 países para buscar los mejores componentes a los precios más competitivos para lograr a su vez ser competitivos a nivel mundial. FOGEL se adaptó y buscó proveedores en Asia y Europa en donde compra la mayoría de los insumos. FOGEL ha invertido en el establecimiento de una oficina en China para compras y bodega, en la que se realizan también procesos de desarrollo e ingeniería. Desde ahí tiene acceso a proveedores de calidad mundial y precios competitivos, lo que le ha permitido importar desde más de 20 países.

FOGEL cuenta con talleres y maquinaria para producción metal mecánica y a la vez cuentan con proveedores en este tipo de productos. Compran plástico, las bolsas de empaque de los refrigeradores. Las piezas de plástica que forman la parte interna de los equipos las fabrican dentro de la planta ya que cuentan con una inyectora de plástico. En China FOGEL contrata proveedores de plástico para la fabricación de algunas piezas para las cuales FOGEL provee los moldes. Se trata de piezas pequeñas que no pueden ser fabricadas con su propia inyectora.

Figura 12: Eslabones de la Fase I de Producción



Fuente: Elaboración propia con base a información recabada en entrevistas con empresas del sector.

Una vez que se cuentan con los insumos y componentes necesarios, se procede al proceso de fabricación y ensamblado de los refrigeradores.

En cuanto a sus proveedores de insumos y materia prima, la mayor parte del material de empaque lo compran localmente y algunos materiales especializados que no se consiguen localmente los importan, como un cartón que les ha permitido dejar de usar “duroport” en observancia a temas ambientales y por costos. La madera es otro material que están importando ya que el costo es

menor que al comprarla en aserraderos locales. La madera se usa en el departamento de carpintería de la empresa para la elaboración de tarimas, las cuales también anteriormente las compraban.

Fase 2: Logística de Salida, Comercialización y Servicio Postventa

En esta etapa se realizan las actividades de preparación y despacho de los productos a los clientes, la facturación de las ventas y el servicio posventa que implica la instalación de los equipos cuando aplica, el mantenimiento y soporte y servicios en la nube para la captura, procesamiento y consulta de información en línea, para la toma de decisiones.

Figura 13: Eslabones de la Fase 2 de Comercialización y Posventa

Eslabones de la Fase de Comercialización



Fuente: Elaboración propia con base a información recabada en entrevistas con empresas del sector.

El 90% de la producción de FOGEL se exporta a diferentes países, por lo cual es una actividad constante en la empresa. En cuanto a Servicios Posventa y soporte, FOGEL cuenta con un portafolio de servicios muy amplio para atender a su clientela, que se describe más adelante.

Cadena de Valor de Ventilación y Aire Acondicionado

En el caso de ventilación y aire acondicionado, se logró captar información de las empresas REFRIPRO y HERRACENTRO que se enfocan en el mercado de ventilación e instalación de aire acondicionado. Asimismo, la entrevista a la Gremial de Climatización y Ventilación y la Asociación de Frigoristas de Guatemala (ASFRIGUA) también aportaron insumos importantes.

En el caso de la instalación de estos equipos, la cadena es más corta, debido a que no hay fabricación local. Se mantienen las actividades de aprovisionamiento para la compra de las unidades y refrigerantes en el exterior y la logística interna.

En este tipo de industria cobra relevancia las actividades de instalación de las unidades en diferentes tipos de infraestructura como oficinas, edificios, viviendas, etc. ya que requieren algún tipo de conexión con el sistema eléctrico. En algunos casos, debido al tamaño, la empresa que brinda el servicio debe desensamblar las unidades para poder ingresarlas y luego volver a ensamblarlas para su instalación final.

Aunque no hay producción, como se menciona anteriormente, cuando es factible, se realizan actividades de diseño previo a la instalación, lo cual asegura que cuando se llegue a instalar, esta se realice exitosamente²⁶.

Finalmente, para el buen funcionamiento de las unidades, las empresas brindan servicios de mantenimiento periódico.

Mercado que se Atiende y Partidas Arancelarias

En el caso de refrigeración comercial, la empresa exporta producto bajo las partidas arancelarias Capítulo de refrigeración comercial, 84185000 refrigeradores, 84183000 para congeladores horizontales (helados), 84184000 congeladores verticales. Los principales destinos son EUA (25% de las ventas), Suramérica: Perú, Ecuador y El Caribe. Antes tenía ventas en Sudáfrica y en Europa; sin embargo, se han concentrado más en estos mercados en los cuales son más competitivos.

En el caso de aire acondicionado, se atiende el mercado local con producto importado. Las partidas arancelarias que aplican son las 841430 y 841510.

Certificaciones

En el caso de refrigeración comercial, como requisito estándar para la exportación FOGEL debe contar con diversas certificaciones:

En el caso de la seguridad de producto, para exportación a Estados Unidos, se realiza con la organización *Underwriters Laboratories* - UL que se ocupan de las certificaciones de seguridad del producto, certificaciones de producto por cliente con protocolos de prueba, los cuales incluyen certificaciones de consumo de energía, performance.

Asimismo, está la certificación de procesos de la empresa con la Norma ISO 9001:2015, ISO 14001 de Medio Ambiente y tienen la certificación ISO 18025 para pruebas de consumo de energía.

En sus procesos productivos son una empresa “carbono neutral”, lo cual tomó a la empresa cinco años para lograrlo, aunque es un logro poco reconocido. Muchas de estas certificaciones, como la de consumo de energía, son de carácter gubernamental, cada país tiene su certificación lo que lo hace complejo; hay certificaciones técnicas que son exigidas por algunos países y que tienen ciertas características para que las empresas puedan importar sus productos, que son como mecanismos de protección de los países de destino y FOGEL las ha cumplido.

Para efectos de fabricación de unidades de aire acondicionado aplica también la norma UL, así como las normas AMCA (*Air Movement and Control Association International, Inc.*) y ARI de los Estados Unidos enfocada en estandarizar las especificaciones de calidad para refrigerantes.

²⁶ Entrevista REFRIPRO del 3 de noviembre, 2021.

En el caso de Guatemala, las empresas que trabajan en este sector así como los técnicos frigoristas y entidades de capacitación deben estar registradas en el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), para lo cual la institución emitió el Acuerdo Ministerial No. 340-2018 para el Registro de Técnicos Frigoristas, Empresas Frigoristas y Entidades Capacitadoras (MARN, 2018).

El mismo especifica también el contenido que deben tener los módulos didácticos para la formación de los técnicos frigoristas, entre los que puede mencionarse el problema del agotamiento de la Capa de Ozono, el Protocolo de Montreal y sus Enmiendas, tipos de refrigerantes; implementación de buenas prácticas ambientales y buenas prácticas en refrigeración; y, la práctica de recuperación de refrigerante a un equipo de refrigeración o aire acondicionado.

Fortalezas y Retos

▪ Fortalezas

Organización sectorial:

En el caso de refrigeración comercial, aunque no existe una gremial que aglutine a empresas de este subsector, debido también a que solo existe una empresa fabricante en Guatemala, pudo identificarse que la empresa FOGEL es miembro de la Comisión de Manufacturas Diversas de AGEXPORT que brinda diversos tipos de apoyo a sus agremiados, lo cual también es positivo por ser el giro del negocio en su mayoría exportación.

En el caso del subsector de aire acondicionado, existe la Gremial de Climatización y Ventilación de la Cámara de Comercio de Guatemala. La misma es de reciente formación, en 2019, pero que ya cuenta con ocho empresas socias.

Por otro lado, está la Asociación de Frigoristas de Guatemala (ASFRIGUA) que aglutina y capacita a técnicos frigoristas en temas relacionados con el sector de refrigeración.

Integración vertical:

Respecto al subsector de refrigeración comercial FOGEL cuenta con una industria que incluye prácticamente todos los eslabones de la cadena productiva que abarcan desde actividades en investigación, desarrollo tecnológico, diseño y desarrollo de producto (I+D+i), todos los procesos productivos desde logística interna para la adquisición y manejo de insumos y materias primas, los procesos de transformación y empaque, comercialización, logística externa y servicios posventa, instalación, soporte y mantenimiento, gestión de la calidad y buenas prácticas, procesos administrativos y financieros, gestión de talento humano. Todo ello incluyendo el mantenimiento de su maquinaria, tienen un departamento de mantenimiento muy capacitado.

En este contexto, FOGEL adquirió su propia inyectora de plástico para la fabricación ante la escasez de proveedores locales.

Nuevas tecnologías:

FOGEL es una empresa a la vanguardia, y para mantener su posición en el mercado como un fabricante de calidad mundial, ha empezado a implementar dentro un sistema robotizado colaborativo, a *cobots*, en los cuales se requiere menos participación humana contando con un operario en cada estación.

Servicio y capacitación:

FOGEL tiene presencia en 22 países en el mundo en los que brinda servicios por medio de su empresa SERVIFOGEL. La empresa se encarga de la venta de repuestos y de efectuar reparaciones, mantenimiento preventivo y reconstrucción (*refurbishment*) de equipo de refrigeración. SERVIFOGEL también efectúa seminarios para entrenar a los técnicos de las empresas afiliadas y autorizadas para efectuar servicios a equipos FOGEL, enfocándose no solo en aspectos técnicos sino también en prácticas amigables con el medio ambiente como el manejo responsable del refrigerante, reciclaje de refrigerante, entre otras.

Certificaciones:

En el subsector de refrigeración comercial, el tema de las certificaciones se ha vuelto algo muy importante y los países lo ven como una barrera no arancelaria para protegerse de los competidores chinos. FOGEL se percibe como una de las empresas en América Latina con mejores capacidades en el tema de refrigeración comercial y la mejor en el tema de certificaciones lo cual es una importante ventaja competitiva para la empresa.

- **Retos**

Abastecimiento:

En el caso de la refrigeración comercial, uno de los retos ha sido el poder tener abastecimiento de insumos y componentes localmente, aspecto que conllevó a la integración vertical de la empresa como se mencionó anteriormente. En el caso del subsector de aire acondicionado, los principales retos identificados son los siguientes.

Recurso Humano:

Uno de los principales retos para el sector de refrigeración es encontrar recurso humano con las competencias necesarias para trabajar en este sector, en el nivel técnico. Esto se evidencia

por un lado en el poco número de egresados de bachillerato o perito en carreras de refrigeración y aire acondicionado, que se describe en el siguiente capítulo; y por el otro, la existencia de técnicos frigoristas empíricos, categoría que está inclusive reconocida dentro del Acuerdo Ministerial No. 340-2018 descrito anteriormente.

Otro ejemplo que puede mencionarse es la empresa REFRIPRO que actualmente tiene 35 plazas abiertas que no ha logrado llenar por no haber suficientes candidatos²⁷.

Asimismo, las nuevas tecnologías que llegan al país hacen necesario que los técnicos se actualicen para poder dar el servicio adecuado a las unidades, por ejemplo, equipo electrónico, *inverters*, compresores con velocidades variables.²⁸

Barrera Cultural:

El subsector de aire acondicionado tiene un área de oportunidad enorme, en cuanto a la transición hacia unidades más eficientes y con menor impacto en el medio ambiente; sin embargo, se requiere trabajar en cuanto a la comprensión de que las nuevas tecnologías tienen un precio más elevado, pero que el ahorro de energía tiene retornos muy positivos en el mediano-largo plazo.²⁹

3. PERFILES DE TALENTO HUMANO

El sector de manufacturas en las industrias de electrónicos y de refrigeración y aire acondicionado en Guatemala se encuentra en una fase de desarrollo y potencial crecimiento, según se ha podido establecer en los diferentes análisis realizados en el marco de la presente Consultoría. Este proceso ha mostrado fases tanto de fortalecimiento como de debilitamiento según lo demuestra la experiencia de empresas que han incursionado en estos sectores de manufactura. Uno de los factores clave en esta dinámica ha sido el elemento humano.

La información proporcionada en las entrevistas a representantes de empresas, del sector empresarial organizado, instituciones del sector académico e instituciones sectoriales, ha permitido identificar elementos para establecer de manera preliminar la demanda puntual de talento humano en estas industrias. El estudio se enfocó en los sectores de manufactura de electrónicos y refrigeración, haciendo énfasis en carreras técnicas. Se menciona en forma general las del área comercial y administrativa.

En ese contexto, se presenta a continuación una descripción general de los ámbitos de operación de ambas industrias en la Cadena de Valor, su alcance actual en términos de actividades de manufactura, así como estimaciones de su desempeño a futuro. Seguidamente, para cada sector

²⁷ Fuente: Entrevista REFRIPRO, del 3 de noviembre de 2021.

²⁸ Fuente: Entrevista ASFRIGUA, del 21 de septiembre, 2021 y Entrevista REFRIPRO, del 3 de noviembre, 2021.

²⁹ Fuente: Entrevista REFRIPRO, del 3 de noviembre de 2021.

se presentará la demanda de talento humano identificada para completar el análisis con una descripción de la oferta académica actual en el país y los niveles de vinculación entre academia y sector empresarial.

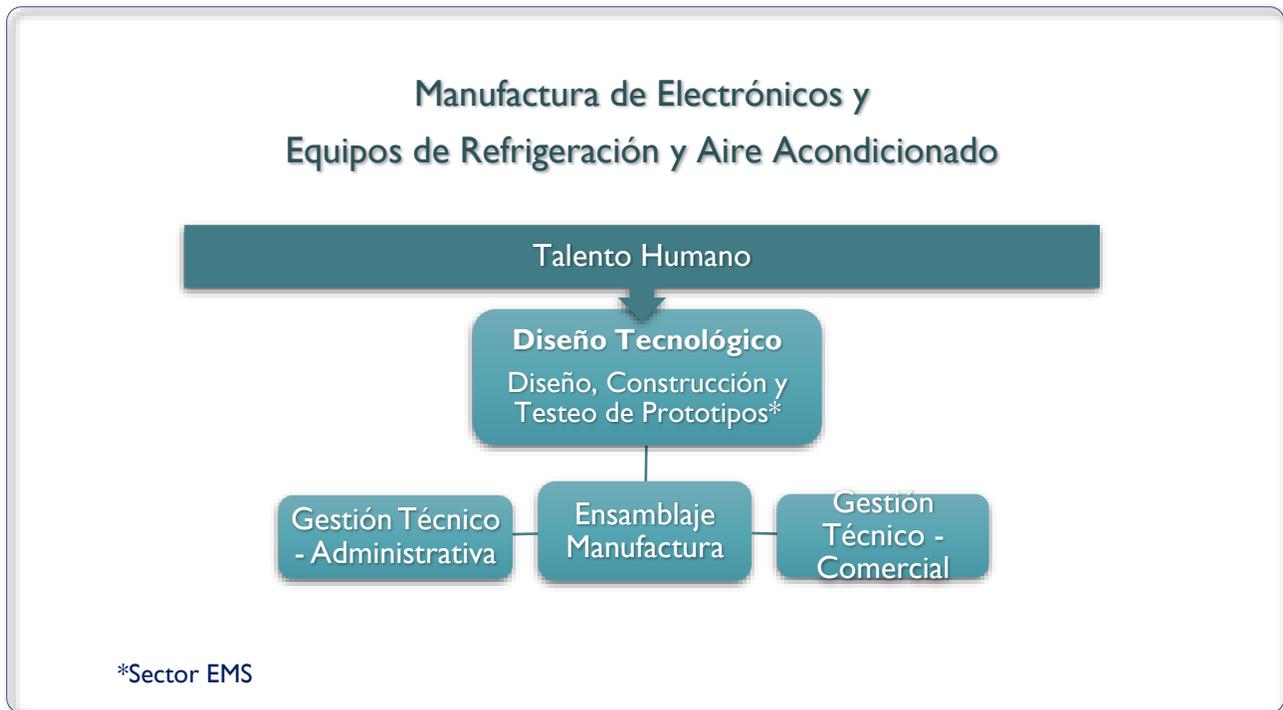
3.1. ÁMBITO DE OPERACIONES DE MANUFACTURA

Las actividades identificadas en la industria de electrónicos y refrigeración en Guatemala abarcan todos los eslabones de la cadena de valor, partiendo desde las actividades en investigación, desarrollo tecnológico, diseño y desarrollo de producto (I+D+i), logística interna, procesos de transformación y empaque, comercialización, logística externa y servicios posventa teniendo como ejes transversales procesos de gestión de la calidad y buenas prácticas, procesos administrativos, financieros y gestión de talento humano. Todo ello incluyendo talleres para mantenimiento de equipo interno y de los clientes.

Para la identificación de los perfiles de talento humano, estas fases se han agrupado en las siguientes categorías:

- **Diseño tecnológico**
 - Investigación
 - Ingeniería de diseño industrial
 - Construcción y pruebas de prototipos
- **Manufactura local**
 - Fabricación local de piezas, partes y componentes de ensamble
 - Fabricación local parcial: construcción de prototipo que es enviado a una fábrica en el extranjero para su producción en los volúmenes requeridos y su posterior importación como partes o componentes para ser ensamblados
 - Ensamble de equipos completos de refrigeración y dispositivos electrónicos
- **Gestión técnico-administrativa**
 - La adquisición de insumos y materias primas, por compra local y por importación
 - La importación de piezas, partes y componentes prefabricados para ensamble
 - Precisión en las especificaciones técnicas, trámites y cumplimiento de normativa
- **Gestión técnico-comercial:**
 - Importación, venta, instalación y servicios posventa de equipo de refrigeración y equipo electrónico
 - Gestión de certificaciones, gestión fiscal y aduanera
 - Precisión en las especificaciones técnicas, trámites y cumplimiento de normativa

Figura 14: Ámbito de Operaciones de Manufactura de Electrónicos y Refrigeración



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la investigación.

3.2. DEMANDA DE TALENTO HUMANO

Las necesidades en talento humano en la industria de electrónicos son requeridas para funciones que se pueden dividir en las siguientes categorías, de acuerdo con la naturaleza de las actividades dentro de la cadena de valor, según la clasificación expresada en la sección anterior.

- **Diseño tecnológico y manufactura**

Los procesos investigación, diseño de ingeniería, desarrollo y pruebas de prototipos para el desarrollo del producto y dispositivos electrónicos y de refrigeración se enmarcan en una serie de pasos estandarizados denominado **“diseño tecnológico”**.

Las tendencias actuales en el desarrollo de la tecnología así como en el campo de la manufactura de alta tecnología se llevan a cabo en el marco de la Transformación Digital y la Revolución Industrial 4.0 y 5.0. Esto conlleva la incorporación de área especializadas en robótica, domótica, cobótica, mecatrónica, la Internet de la Cosas (IoT) y la automatización de procesos industriales, entre otros, todo lo cual implica la imperante necesidad de contar con recurso humano con competencias en estas áreas.

En Guatemala, diversas empresas dedicadas a la manufactura o ensamblaje de electrónicos y equipos de refrigeración incluyen dentro de su cadena de operaciones los procesos de diseño tecnológico, el cual conlleva la participación de talento humano en las disciplinas de alta tecnología en las áreas electrónica e informática, tanto a nivel de ingeniería, como en los niveles técnicos y operativos.

Estos procesos específicos de manufactura que están teniendo lugar en empresas guatemaltecas se dan asimismo, en varios niveles entre los que se encuentra la fabricación de partes y componentes que integran un equipo completo, el ensamblaje de partes para la construcción de un equipo completo, o una combinación de ambas, dependiendo de la disponibilidad y localización de proveedores que ofrezcan la calidad requerida por los estándares de la empresa, siendo los proveedores de alta tecnología localizados en Asia los de mayor demanda a nivel mundial.

Otro proceso que se cataloga como actividad de manufactura es la integración de software para el funcionamiento de ciertos dispositivos electrónicos, considerando que muchos de ellos operan en el ámbito del Internet de las Cosas, lo que requiere el desarrollo de aplicaciones digitales que permitan su interconexión desde la nube para su operación.

- **Gestión técnico - comercial**

Empresas guatemaltecas de los sectores de electrónicos y de refrigeración y aire acondicionado operan a nivel de importación, venta, instalación y servicios posventa de equipo de refrigeración y equipo electrónico. En este sentido, sus necesidades de recurso humano se orientan en gran medida a la integración de equipos multidisciplinarios para la gestión comercial, que incluyen competencias en comercio, mercadeo y ventas con orientación a medios convencionales y digitales, administración y finanzas, logística, y conocimientos de las áreas técnicas que aseguren las especificaciones y estándares de calidad de los productos. En las actividades de soporte y servicio técnico se requiere de colaboradores capacitados en las áreas de tecnología específicas del negocio.

- **Gestión técnico-administrativa**

La adquisición de insumos y materias primas, tanto por compra local como por importación que incluyen para algunas empresas la importación de piezas, partes y componentes prefabricados para ensamble, conlleva competencias de recursos humano a cargo de estas funciones en cuanto a la precisión de las especificaciones técnicas de los productos a ser requeridos. Por ello, se debe contar con un equipo de colaboradores que integren tanto los aspectos administrativos y financieros de los procesos de compra e importación, como los aspectos técnicos para la adquisición del tipo de materiales y productos con las características y estándares requeridos para el proceso de producción. Estas gestiones incluyen el conocimiento en temas aduaneros, de certificaciones y otros aspectos legales, técnicos y administrativos.

▪ **Demanda de talento humano en las empresas guatemaltecas**

El siguiente cuadro muestra algunos de los requerimientos de recurso humano que fueron obtenidos durante la realización de entrevista a empresas de los sectores de electrónicos y refrigeración. En dichos espacios, los entrevistados respondieron a la pregunta abierta “¿Cuáles son los requerimientos de formación académica del personal para esta empresa?”. Las respuestas en el desarrollo de la entrevista se centraron en las áreas técnico-sustantivas de las operaciones, por lo que este listado brinda elementos de base respecto a la orientación del talento que demandan estos sectores, principalmente en el aspecto técnico.

De acuerdo con la exploración realizada se presenta a continuación un resumen de la demanda de talento de acuerdo con lo registrado en las entrevistas:

Tabla 2. Muestra de la Demanda de Talento Humano en los Sectores de Manufactura de Electrónicos y de Refrigeración y Aire Acondicionado

Nivel	Carrera - Especialización	Electrónicos	Refrigeración y AA
Operativo	Carpintero		✓
Operativo	Electricista Instalador Industrial		✓
Operativo	Soldador Industrial		✓
Operativo	Técnicos en Refrigeración Doméstica		✓
Técnico	Técnicos en Refrigeración Industrial y Aire Acondicionado		✓
Técnico	Bachillerato en computación	✓	
Técnico	Bachillerato en electrónica	✓	
Técnico	Técnico en electrónica	✓	
Técnico	Técnico en informática, software y hardware	✓	
Técnico	Técnico en Mecatrónica		✓
Técnico/Profesional Universitario	Sistemas de Gestión de la Calidad	✓	✓
Profesional Universitario	Ingeniería en electrónica	✓	
Profesional Universitario	Ingeniería en mecatrónica	✓	
Profesional Universitario	Ingeniería en sistemas	✓	
Profesional Universitario	Profesional en Administración de Ensamblaje		✓
Profesional Universitario	Profesionales Gerentes en Ensamblaje		✓
Profesional Universitario	Ingeniería en Refrigeración		✓
Profesional Universitario	Ingeniería en Sistemas		✓

Nivel	Carrera - Especialización	Electrónicos	Refrigeración y AA
Profesional Universitario	Ingeniería Industrial		✓
Profesional Universitario	Ingeniería Mecánica		✓
Profesional Universitario	Ingeniería Mecánica Industrial		✓
Profesional Universitario	Licenciatura en Diseño Industrial		✓

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la investigación.

Las empresas que formaron parte del presente estudio expresaron en su mayoría contar con sus propios mecanismos para satisfacer su demanda de talento humano, como se describe en forma más amplia la sección 3.4. Vinculación Academia Industria.

3.3. OFERTA ACADÉMICA

El análisis de oferta académica relacionada con el mercado laboral en la industria de productos electrónicos y productos de refrigeración y aire acondicionado incluyó de manera particular la revisión de carreras en tres niveles:

- Centros educativos de formación en el nivel escolar diversificado
- Centros educativos de formación técnica ocupacional y laboral
- Centros educativos en el nivel superior o universitario

Las instituciones educativas y de formación que se muestran son en su mayoría del sector privado, incluyendo algunas del sector público. Este análisis permitió identificar que la temática del pensum a nivel de enseñanza escolar y superior así como los programas de formación técnica ocupacional y laboral ha evolucionado en cuanto los contenidos y enfoque. La formación técnica, hasta hace dos a tres décadas se orientaba mayormente a la capacitación en oficios como carpintería, la electricidad, herrería y mecánica automotriz, áreas que si bien, continúan teniendo demanda en el mercado laboral, con el movimiento de la Transformación Digital han cobrado nuevas dimensiones.

Es a partir de la década de los 90 cuando varias instituciones educativas en Guatemala empezaron a incorporar en su pensum de estudios aspectos de tecnología avanzada con contenido u orientación a la informática aplicados a diversos sectores de la industria y los procesos productivos.

En tal sentido, el presente análisis ha logrado identificar una interesante diversidad en la oferta formativa desde los niveles académicos escolar (diversificado) y superior (universitario), así como en cuanto a programas de capacitación técnica para el trabajo en la población joven y adulta, ofreciendo una variada gama de carreras en temas de vanguardia en los campos tecnológico, industrial, comercial y de gestión empresarial.

Diversas instituciones educativas cuentan asimismo con laboratorios y centros de estudios e investigación dedicados entre otros temas, a promover la innovación, el desarrollo tecnológico e industrial, la investigación científica y la gestión de la calidad.

Ante esta riqueza de recursos, corresponde poner en marcha los programas e iniciativas propuestas por los instrumentos de política pública y la normativa en términos del fortalecimiento de las acciones de vinculación entre la academia y el sector productivo del país que contribuyan al fortalecimiento de la economía y la competitividad en el comercio internacional. Mejoras que deben reflejarse asimismo en el mejoramiento de las condiciones sociales y bienestar de las familias y las comunidades guatemaltecas.

El listado de instituciones que formaron parte del análisis se presenta a continuación:

Tabla 3: Listado de Instituciones Educativas en Diversos Niveles de Formación

Centros Escolares de Nivel Diversificado	Sector
1. Centro Educativo Técnico Laboral KINAL	Privado
2. Instituto Técnico Emiliani	Privado
3. Instituto Técnico Vocacional Imrich Fischmann	Público
4. Instituto Tecnológico Experimental Federico Taylor	Privado
5. Instituto Profesional de Computación IPC	Privado
6. Instituto Tecnológico de Computación ITC	Privado
Centros de Formación Técnica Ocupacional y Laboral	Sector
1. Instituto Técnico de Capacitación y Productividad INTECAP	Público
2. Centro Educativo Técnico Laboral KINAL	Privado
Universidades	Sector
A. Universidad del Valle de Guatemala	Privado
B. Universidad Galileo	Privado
C. Universidad Rafael Landívar	Privado
D. Universidad de San Carlos de Guatemala	Público
1. Universidad de Occidente	Privado
2. Universidad Mariano Gálvez	Privado
3. Universidad Francisco Marroquín	Privado

Centros Escolares de Nivel Diversificado	Sector
4. Universidad del Istmo	Privado
5. Universidad San Pablo	Privado
6. Universidad Panamericana	Privado
7. Universidad Internaciones	Privado
8. Universidad Mesoamericana	Privado
9. Universidad Regional	Privado

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la investigación.

A continuación se presenta las principales áreas de formación de las instituciones exploradas así como programas adicionales como laboratorios y centros de investigación con los que algunas universidades cuentan para el desarrollo y fortalecimiento de competencias en las áreas de desarrollo tecnológico.

3.3.1. Centros de Formación Escolar de Nivel Diversificado

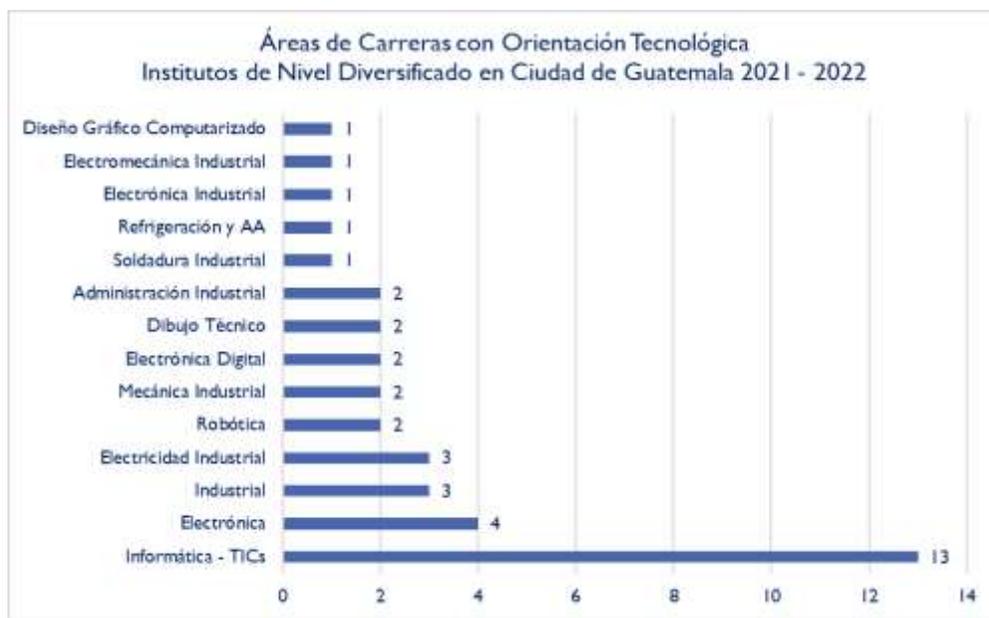
En la exploración de los centros de formación de nivel diversificado se identificaron seis instituciones educativas que, por su trayectoria y prestigio, así como por la frecuencia con la cual son mencionadas en las entrevistas a empresas, han sido consideradas como referentes. Estas instituciones ofrecen carreras técnicas vocacionales, de carácter ocupacional y laboral varias de las cuales tienen orientación técnica y tecnológica. Asimismo, ofrecen cursos a nivel de diplomados y carreras técnicas certificables.

Se identificó un total de 31 carreras en las principales áreas de formación técnica y operativa, de acuerdo con las demandas de talento humano indicadas por las empresas entrevistadas, y que se relacionan con las industrias de electrónicos y refrigeración en las siguientes áreas:

- Administración Industrial
- Dibujo Técnico
- Diseño Gráfico Computarizado
- Electricidad Industrial
- Electromecánica Industrial
- Electrónica
- Electrónica Digital
- Electrónica Industrial
- Industrial
- Informática - TICs
- Mecánica Industrial
- Refrigeración y AA
- Robótica
- Soldadura Industrial

Como se observa en el siguiente gráfico, el área para la que más carreras se ofrece es informática, seguida con una considerable ventaja de electrónica. El gráfico muestra 37 áreas ya que varias carreras mostraron más de un área.

Gráfica 1: Áreas de carreras con orientación tecnológica en institutos de nivel diversificado en Ciudad de Guatemala 2021



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la investigación

La siguiente tabla muestra las carreras que cada centro educativo ofreció para los ciclos escolares 2021 y 2022.

Tabla 4: Centros de Nivel Diversificado y Carreras

Institución	Nombre de la Carrera	Área
Centro Educativo Técnico Laboral KINAL	1) Perito en electricidad industrial y dispositivos digitales	Electricidad Industrial TICs
	2) Perito técnico en dibujo técnico de ingeniería y arquitectura	Dibujo Técnico
	3) Perito técnico en electrónica computación	TICs
	4) Perito técnico en electrónica industrial	Electrónica Industrial
	5) Perito técnico en informática	TICs
Instituto Técnico Emiliani	6) Bachillerato industrial y perito en dibujo de arquitectura e ingeniería	Industrial Dibujo técnico
	7) Bachillerato industrial y perito con especialidad en computación	Industrial TICs
	8) Perito en electricidad industrial	Electricidad Industrial

Institución	Nombre de la Carrera	Área
	9) Perito en electrónica y dispositivos digitales	Electrónica Digital
	10) Técnico en soldadura industrial	Soldadura Industrial
	11) Técnico en electricidad industrial	Electricidad Industrial
	12) Técnico en electrónica básica	Electrónica
	13) Técnico en electrónica industrial	Electrónica
	14) Técnico en computación y ofimática	TICs
	15) Técnico en robótica	Robótica
	16) Técnico en soporte técnico en informática	TICs
Instituto Profesional de Computación IPC	17) Bachillerato en computación	TICs
	18) Diplomado en diseño y configuración de redes	TICs
	19) Diplomado en electrónica digital y robótica elemental	TICs – Robótica
	20) Diplomado en fundamentos de bases de datos	TICs
	21) Perito contador en computación	TICs
Instituto Tecnológico de Computación ITC	22) Bachillerato en computación con orientación científica	TICs
	23) Bachillerato industrial y perito en diseño gráfico computarizado	Industrial Diseño Gráfico
	24) Bachillerato industrial y perito en electrónica	Electrónica
Instituto Tecnológico Federico Taylor	25) Bachillerato en administración industrial con perito en electrónica digital y reparación de computadoras	Electrónica Digital
	26) Bachillerato en administración industrial y perito en electricidad y mecánica de mantenimiento industrial	Administración Industrial Electromecánica Industrial
	27) Bachillerato en administración industrial y perito en computación, programación y mantenimiento de computadoras	Administración Industrial TICs
Instituto Técnico Vocacional Imrich Fischmann	28) Perito electrónica	Electrónica
	29) Bachillerato en mecánica de mantenimiento industrial	Mecánica Industrial
	30) Bachillerato procesos de manufactura máquinas y herramientas (mecánica de tornos)	Mecánica Industrial
	31) Perito refrigeración y aire acondicionado	Refrigeración y AA

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la investigación.

3.3.2. Aspectos relevantes de los centros educativos mencionados

A continuación se incluye algunos aspectos de los centros educativos descritos anteriormente que dan una idea del enfoque de estas instituciones y el aporte que buscan dar a los procesos de desarrollo económico mediante la actualización de sus contenidos y sus procesos de formación.

▪ Centro Educativo Técnico Laboral de la Fundación Kinal

Es un centro educativo privado, no lucrativo, cuya misión es “Formar a jóvenes y adultos a través de una educación integral, con énfasis en las áreas técnicas y su trabajo, su familia y la sociedad”. Su propuesta formativa ofrece un camino educativo desde los 12 años hasta el Técnico Superior Universitario. Está ubicado en la zona 7 de la Ciudad de Guatemala.

Su proyecto está dividido en cuatro Programas o Escuelas a las que se accede en función de la edad y el grado académico que posee. El valor fundamental es enseñar a realizar el trabajo bien hecho, que sea la base de la superación de los alumnos y el medio para servir a los demás. La formación doctrinal y espiritual está a cargo de la prelatura del Opus Dei, institución de la Iglesia Católica.

Cuenta con opciones de formación en dos niveles escolares: básico, diversificado: así como con niveles de capacitación para jóvenes y adultos en las área técnica y tecnológica. Cuenta con un Campus Virtual o Academia Virtual desde la cual se ofrecen diversas carreras y cursos de capacitación así como recursos académicos.

Kinal ofrece opciones de formación a nivel de Peritos Técnicos, que consiste en programas técnicos y académicos de tres años de duración dirigidos a jóvenes entre 16 y 20 años, cuyo objetivo es prepararlos para realizar tareas calificadas en alguna especialidad técnica. Al cabo de los tres años el joven es apto para trabajar en una rama técnico de especialidad y el título obtenido le permite ingresar a la universidad.

▪ Instituto Técnico Emiliani

Es una Institución educativa privada, de orientación católica administrado por la congregación Somasca. Cuenta con un programa de enseñanza escolar en el nivel básico y diversificado, con orientación técnica vocacional. Fundada en 1962 como institución educativa, lanzó su primera carrera con orientación técnica en 1978 con la apertura del primer Bachillerato Industrial el cual fue reformado en 1990.

Con el inicio del nuevo siglo incorpora Diplomados Técnicos para jóvenes y adultos en diversas áreas ocupacionales (electricidad, electrónica básica e industrial, enderezado y pintura, computación). Actualmente ofrece seis carreras de diversificado con orientación técnica y tecnológica, así como carreras certificables en plan fin de semana.

Su enfoque se basa en fortalecer las habilidades para el trabajo en el marco de la formación ética, la visión de superación personal y colectiva, y el desarrollo de valores como la responsabilidad y la solidaridad en el marco de su orientación cristiana.

- **Instituto Técnico Federico Taylor**

Institución Educativa dedicada a la formación escolar, la instrucción técnica industrial y la capacitación empresarial, que emplea la ciencia y la mejor tecnología buscando mantenerse a la vanguardia de la educación tecnológica, instrucción técnica industrial y capacitación empresarial.

Se ubica en la zona 2 de la Ciudad de Guatemala en donde cuenta con talleres en las diferentes especialidades y desde donde opera el Centro de Capacitación Federico Taylor (CETECAP), una empresa dedicada a la capacitación, instrucción, educación, formación y entrenamiento empresarial. Con una oferta de diplomados, programas, seminarios, congresos y cursos técnicos industriales y empresariales los sábados para público general.

- **Instituto Técnico Vocacional Doctor Imrich Fischmann**

Instituto público guatemalteco, fundado en 1959 por iniciativa del doctor Fischmann con el apoyo de representantes del sector industrial de Guatemala, se creó con la visión de contar con una institución para el desarrollo de habilidades manuales por medio de métodos de enseñanza modernos para la época, enfocados en la investigación práctica y las necesidades para el desempeño en el sector industrial.

Actualmente este instituto imparte 13 especialidades industriales en 2 jornadas, atiende a estudiantes de la capital y de los departamentos del país. Como en muchos centros educativos públicos, tanto su pensum, como sus recursos para la enseñanza se han adecuados a las tendencias actuales del mercado laboral en el sector industrial.

Ha sido pionero en la formación de técnicos para la industria. Con más de cinco décadas impartir enseñanza, fue uno de los modelos educativos que sentó bases para la enseñanza técnica en el país. Fue diseñado para albergar a 500 estudiantes, inicialmente solo para varones, abriendo la admisión a estudiantes del género femenino a partir de 1986. Cuenta con programas de capacitación orientados a diversas áreas de la industria, equipado con talleres, maquinaria y equipo y ha sido objeto de propuestas de actualización.

3.3.3. Datos de estudiantes egresados del nivel escolar diversificado en el período 2016 – 2020.

Las estadísticas proporcionadas por el Ministerio de Educación (MINEDUC), Anexo No. 1.2, indican que entre los años 2016 y 2020 egresaron un total de 713,230 estudiantes a nivel nacional

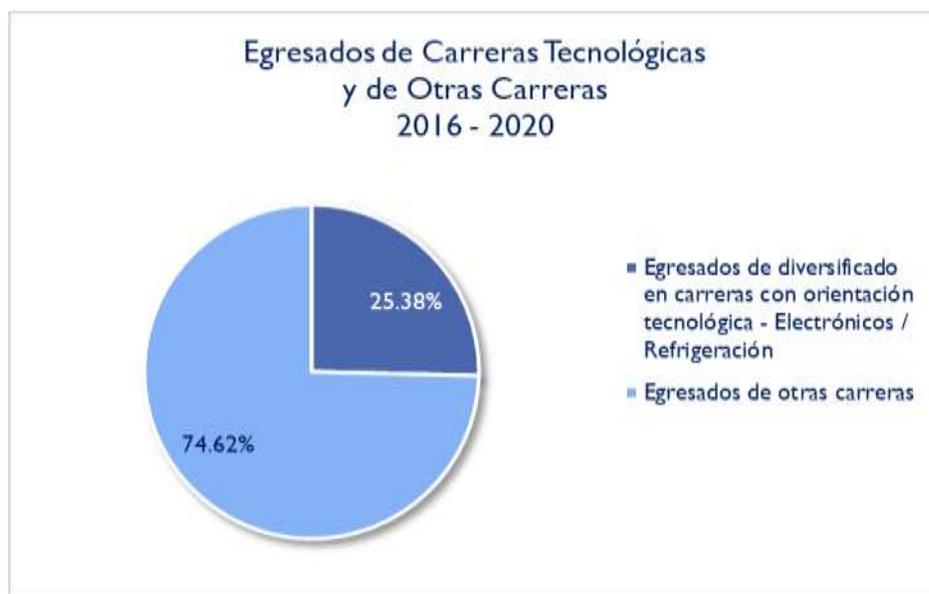
en alguna carrera de diversificado. En el presente análisis se identificaron las carreras con orientación tecnológica las cuales fueron agrupadas en 12 áreas:

- Electricidad
- Electromecánica
- Electrónica
- Industrial
- Informática
- Mecánica automotriz
- Mecánica general
- Mecánica Industrial
- Mecatrónica
- Refrigeración y aire acondicionado
- Técnico-Industrial
- Telecomunicaciones

De estas áreas, se exploró aquellas que pueden tener una mayor relación con los sectores de electrónica y refrigeración, habiendo identificado siete áreas:

- Electrónica
- Informática
- Mecánica Industrial
- Mecatrónica
- Refrigeración y aire acondicionado
- Técnico-Industrial
- Telecomunicaciones

Gráfica 2: Relación entre egresados de carreras con orientación tecnológica relacionadas con las industrias de electrónicos y refrigeración



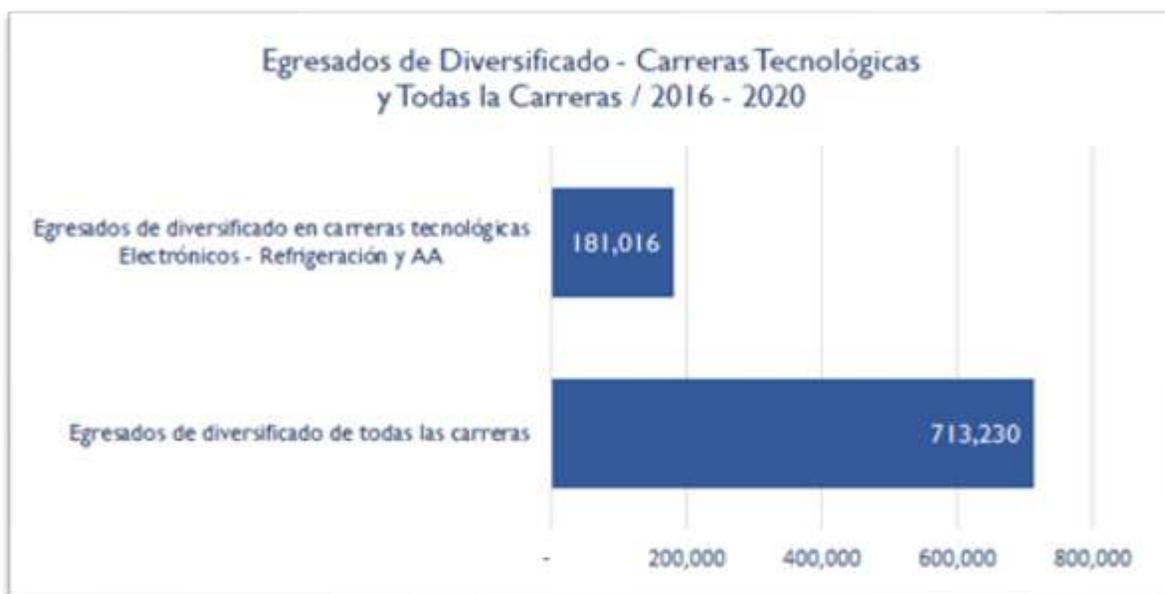
Fuente: Elaboración propia a partir de las estadísticas del MINEDUC 2016-2020.

En dichas categorías se contabilizaron un total de 50 diferentes nombres carreras con orientación tecnológica, impartidas por instituciones educativas del sector público y privado a nivel nacional. Las estadísticas muestran que un total de 181,016 estudiantes egresaron en estas carreras en el

período antes indicado, lo que representa un 25.38% del total de la población estudiantil de nivel diversificado, como lo muestra en el Gráfico 1.

El Gráfico 2 muestra la relación entre el número total de estudiantes egresados en los últimos cinco años, en todas las carreras de diversificado y los que egresaron en carreras con orientación tecnológica en las siete áreas identificadas para el presente estudio, relacionadas con los sectores de manufactura de electrónicos y refrigeración.

Gráfica 3: Relación del total de egresados de carreras de diversificado y egresados de carreras de orientación tecnológica de interés entre 2016 y 2020



Fuente: Elaboración propia a partir de las estadísticas del MINEDUC 2016-2020.

En los siguientes párrafos se muestra la población de alumnos egresados en alguna de las siete áreas listadas anteriormente, lo que permitirá apreciar las tendencias en la gama de carreras con orientación tecnológica.

Se muestran datos del desglose de egresados por año en cada área tecnológica en lo particular, el total de egresados sumando los cinco años entre 2016 y 2020, y el porcentaje de egresados en cada área en relación los 181,016 de egresados de las siete áreas en general.

- **Área de Informática / Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, TICs**

El Gráfico 3 muestra el número de egresados de nivel diversificado en áreas de informática que incluyen las siguientes carreras:

- Bachillerato en computación
- Bachillerato en computación con orientación científica
- Bachillerato en computación con orientación comercial
- Bachillerato en ciencias y letras con orientación en computación
- Bachillerato industrial y perito con especialidad en computación
- Bachillerato industrial y perito en informática y computación
- Bachillerato en administración industrial y perito en computación, programación y mantenimiento de computadoras
- Bachillerato en ciencias y letras por madurez con orientación en computación
- Perito en computación
- Perito en electrónica de computación
- Perito en electrónica de computación y bachillerato en ciencias y letras
- Perito en electrónica y dispositivos digitales
- Perito en informática
- Perito en computación y bachillerato en ciencias y letras

Gráfica 4: Egresados de diversificado en áreas de informática entre 2016 y 2020



Fuente: Elaboración propia a partir de las estadísticas del MINEDUC 2016-2020.

De acuerdo con estos datos, de 181,016 de estudiantes egresados de carreras de orientación tecnológica relacionadas con las industrias de electrónicos y refrigeración, 166,529 estudiantes egresaron de carreras del área de Informática. Este dato representa un 92% del total de egresados.

Orientación de las carreras en el área de informática:

- Computación general con orientación científica, comercial e industrial
- Programación y desarrollo digital
- Mantenimiento de equipo
- Electrónica de computación

▪ **Área Industrial**

En el Gráfico 4 se presenta la población de egresados de áreas técnico-industriales con un total de 16,950 estudiantes, siendo un 9.4% del total de los graduados de diversificados en las carreras de orientación tecnológica en el período 2016-2020.

Gráfica 5: Egresados de Diversificado en Áreas Técnico-Industriales entre 2016 y 2020



Fuente: Elaboración propia a partir de las estadísticas del MINEDUC 2016-2020..

Las carreras que forman parte de esta categoría son:

- Bachiller en ciencias y letras con especialidad de electricidad industrial

- Bachiller en ciencias y letras con especialidad de electromecánica industrial
- Bachiller en ciencias y letras con especialidad de mecánica industrial
- Bachiller en ciencias y letras con especialidad en mantenimiento industrial
- Bachillerato en administración industrial y perito en computación, programación y mantenimiento de computadoras
- Bachillerato en administración industrial y perito en electricidad y mecánica de mantenimiento industrial
- Bachillerato en administración industrial y perito en electrónica digital y reparación de computadoras
- Bachillerato en administración industrial y perito en mecánica y electrónica automotriz
- Bachillerato industrial y perito en radio y televisión
- Bachillerato industrial y perito en electrónica digital y microprocesadores
- Bachillerato industrial con una especialidad
- Bachillerato industrial y perito con especialidad en computación
- Bachillerato industrial y perito en diseño gráfico
- Bachillerato industrial y perito en electricidad
- Bachillerato industrial y perito en electrónica
- Bachillerato industrial y perito en electrónica digital y microprocesadores
- Bachillerato industrial y perito en electrónica industrial
- Bachillerato industrial y perito en informática y computación
- Bachillerato industrial y perito en mantenimiento industrial
- Bachillerato industrial y perito en mecánica de mantenimiento industrial
- Bachillerato industrial y perito en mecánica general
- Perito en electricidad industrial
- Perito en electrónica industrial
- Perito en electrónica industrial y bachillerato en ciencias y letras
- Perito en mantenimiento industrial
- Perito industrial
- Perito industrial con especialidad en dibujo técnico y de construcción
- Perito industrial con especialidad en electricidad
- Perito industrial con especialidad en electrónica digital y microprocesadores

Orientación de las carreras en áreas técnico-industrial:

- | | |
|------------------------------|----------------------------|
| - Administración industrial | - Electrónica industrial |
| - Electricidad industrial | - Mantenimiento industrial |
| - Electromecánica industrial | - Mecánica industrial |

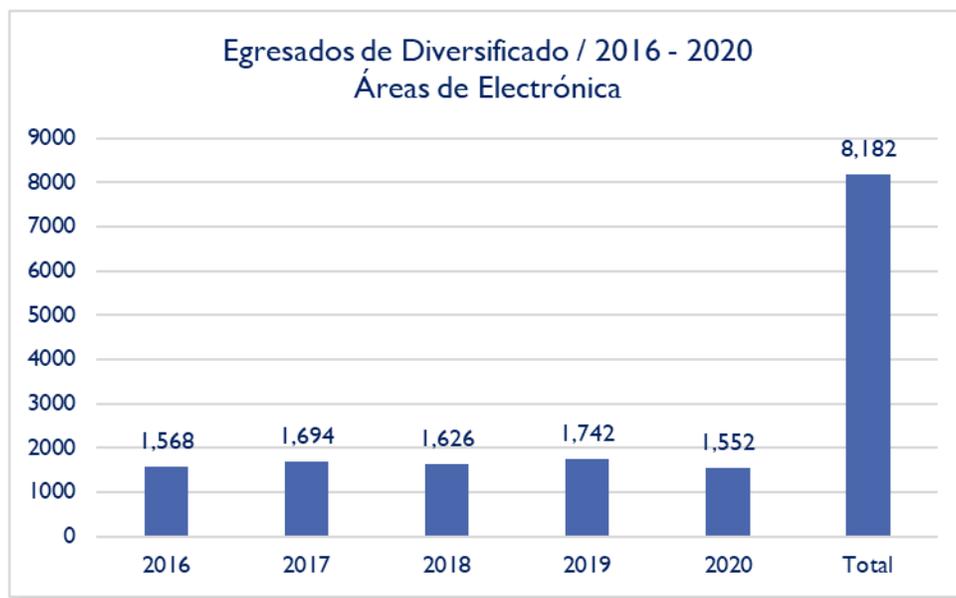
▪ Área Electrónica

En cuanto a carreras de diversificado orientadas hacia áreas relacionadas con la electrónica, el Gráfico 5 muestra datos del Mineduc que indican que un total de 8,182 estudiantes egresaron de carreras de:

- Bachiller en ciencias y letras con especialidad de electrónica industrial
- Bachillerato en administración industrial y perito en electrónica digital y reparación de computadoras
- Bachillerato en administración industrial y perito en mecánica y electrónica automotriz
- Bachillerato en electrónica
- Bachillerato industrial y perito en electrónica digital y microprocesadores
- Bachillerato industrial y perito en electrónica
- Bachillerato industrial y perito en electrónica industrial
- Perito con especialidad en electrónica industrial
- Perito en electrónica de computación
- Perito en electrónica de computación y bachillerato en ciencias y letras
- Perito en electrónica industrial
- Perito en electrónica industrial y bachillerato en ciencias y letras
- Perito en electrónica y dispositivos digitales
- Perito industrial con especialidad en electrónica digital y microprocesadores

Este dato representa un 4.5% del total de la población de egresados de las áreas tecnológicas.

Gráfica 6: Egresados de diversificado en áreas de electrónica entre 2016 y 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de las estadísticas del MINEDUC 2016-2020.

Orientación de las carreras en el área electrónica:

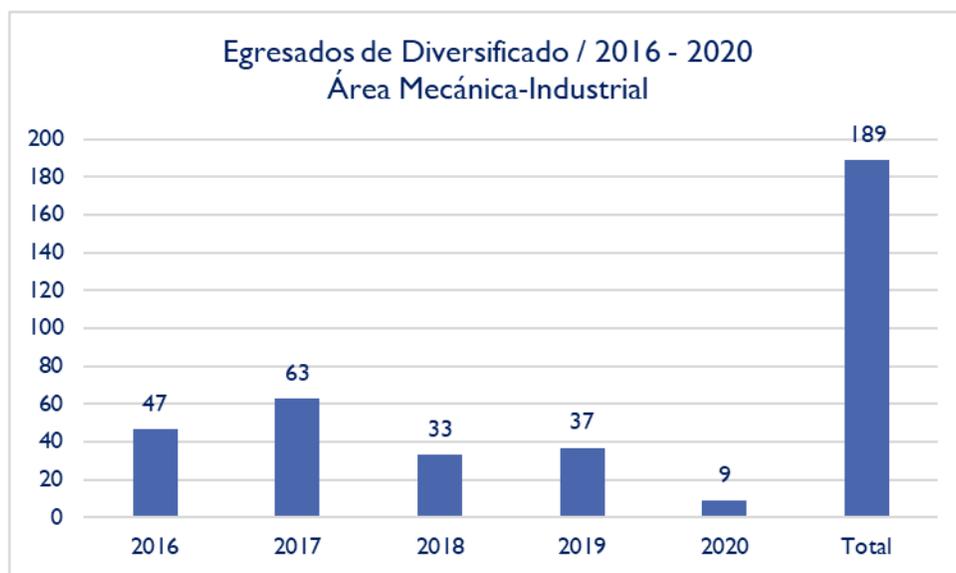
- Electrónica general
- Electrónica industrial
- Electrónica de computación, digital y microprocesadores
- Electrónica automotriz

▪ **Área Mecánica – Industrial**

En el área mecánica-industrial egresaron un total de 189 estudiantes (0.1% con relación al total) en las siguientes carreras:

- Bachillerato industrial y perito en mecánica general
- Bachiller en ciencias y letras con especialidad de mecánica industrial

Gráfica 7: Egresados de diversificado en carreras del área mecánica industrial entre 2016 y 2020.



Fuente: Elaboración propia a partir de las estadísticas del MINEDUC 2016-2020.

▪ **Telecomunicaciones**

El Gráfico 7 muestra el total de egresados entre 2016 y 2020 en carreras de diversificado relacionadas con el área de las telecomunicaciones, mostrando un total de 170 que representan menos del 0.1% del total de egresados de carreras tecnológicas seleccionadas para este estudio, en dicho período.

Las carreras registradas por el MINEDUC en esta área son:

- Bachillerato en telecomunicaciones
- Bachillerato industrial y perito en radio y televisión

Gráfica 8: Egresados de Diversificado en Áreas de Telecomunicaciones

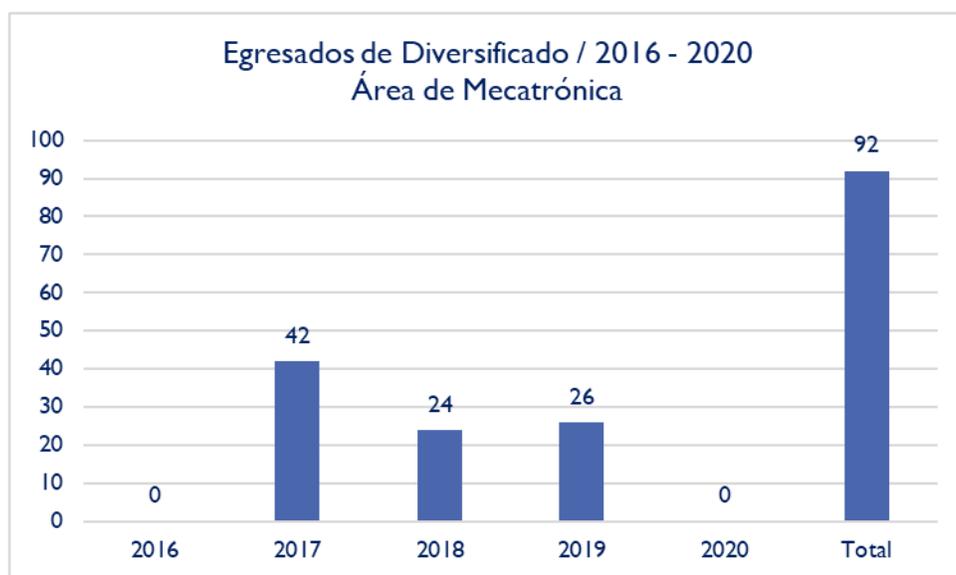


Fuente: Elaboración propia a partir de las estadísticas del MINEDUC 2016-2020.

▪ **Mecatrónica**

En el Gráfico No. 8 se observa un total de 92 egresados de diversificado en el área de mecatrónica para un 0.05% del total de egresados entre 2016-2020. Todos se ubicaron en Escuintla.

Gráfica 9: Egresados de Diversificado en Área de Mecatrónica



Fuente: Elaboración propia a partir de las estadísticas del MINEDUC 2016-2020.

▪ Refrigeración y Aire Acondicionado

En cuanto a la población de egresados de carreras en el área técnica de refrigeración y aire acondicionado, los resultados muestran tan solo 98 egresados, representando un 0.05% del total entre 2016-2020, habiendo mostrado una leve tendencia a crecer y luego a bajar en el último año, como lo muestra el Gráfico 9.

Dos carreras fueron registradas en esta área.

- Bachillerato en ciencias y letras con la especialidad de técnico en refrigeración y aire acondicionado
- Bachillerato industrial y perito en refrigeración y aire acondicionado

Gráfica 10: Egresados de Diversificado en Área Técnica de Refrigeración y Aire Acondicionado



Fuente: Elaboración propia a partir de las estadísticas del MINEDUC 2016-2020.

- **Carreras tecnológicas con más egresados por área**

El Gráfico 10 muestra el total de estudiante egresados de carreras de diversificado con orientación tecnológica por cada una de las siete áreas relacionadas con los sectores electrónicos y refrigeración.

Algunas carreras incluyeron en más de un área tecnológica debido a la combinación de la temática expresada en los nombres las carreras. Un ejemplo es la carrera de Bachillerato industrial y perito en informática y computación, la cual se agrupó tanto bajo la categoría del área industrial como bajo la categoría del área informática. Por tal razón un valor de sumatoria mostraría un dato que no coincide con el total de 181,016 de egresados identificados.

Gráfica 11: Egresados de carreras con orientación tecnológica, por área.



Fuente: Elaboración propia a partir de las estadísticas del MINEDUC 2016-2020.

Estos valores muestran que las carreras con el mayor número de egresados de diversificado entre 2016 y 2020 fueron aquellas cuyo pñsum tienen orientación a la informática lo que representa como se indicara en párrafos anteriores un 92% del total de graduados en ese período. Le siguen carreras en las áreas técnico-industrial con un 9.4% de electrónica con 4.5% respectivamente. En el orden siguen áreas de mecánica industrial, telecomunicaciones, refrigeración y mecatrónica con menos del 1% cada una.

Esta situación evidencia el interés por los jóvenes en orientar su vida laboral y productividad en actividades que requerirán desempeñarse en ambientes de tecnología digital.

3.3.4. Centros de Formación Técnica Ocupacional y Laboral

Corresponde en esta sección describir la oferta académica identificada en los centros de formación técnica. Bajo esta categoría se agrupan dos importantes instituciones que han brindado valiosos aportes en talento humano y que se han caracterizado por ser organizaciones en constante proceso de actualización y crecimiento:

- Instituto Técnico de Capacitación y Productividad INTECAP (sector público)
- Escuela Técnica Superior del Centro Educativo Técnico Laboral de la Fundación Kinal

▪ **Instituto de Capacitación Técnica y Productividad, INTECAP**

El INTECAP, con presencia en los 22 departamentos del país, ofrece una gran variedad de cursos de capacitación en diferentes niveles, así como talleres y recursos para el fortalecimiento de competencias en el área de informática. Entre los temas académicos que se relacionan con los sectores de manufactura electrónica y de refrigeración se encuentra las siguientes áreas:

- Carpintería
- Electricidad
- Electromecánica
- Electrónica
- Herrería / Soldadura
- Industrial
- Mecánica Industrial
- Mecatrónica
- Refrigeración y AA
- TICs
- TICs Diseño Digital
- TICs y Telecomunicaciones

Adicionalmente, el INTECAP tiene a disposición en su portal web una **plataforma de empleo** para la identificación de oportunidades de trabajo tanto dentro de la institución como en empresas externas. Esta plataforma ofrece las empresas que buscan talento egresado de esta institución, el espacio para publicar ofertas de empleo.

Como parte de su oferta académica, INTECAP cuenta con carreras en niveles operativo, técnico, medio, medio superior, perito y diplomados para profesionales graduados o estudiantes universitarios avanzados en su carrera.

A continuación, se listan las diferentes carreras y los niveles académicos que ofrece el INTECAP.

Tabla 5: Listado de carreras y niveles de formación que ofrece el INTECAP

INTECAP		
Nivel	Nombre de la Carrera	Área
Nivel Operativo	Carpintero	Carpintería
Nivel Operativo	Electricista Instalador Industrial	Electricidad
Nivel Operativo	Mecánico de Mantenimiento Industrial	Industrial
Nivel Operativo	Mecánico de Refrigeración y Aire Acondicionado	Refrigeración y AA
Nivel Operativo	Soldador Industrial	Soldadura
Nivel Medio	Técnico en Electrónica Industrial	Electrónica
Nivel Medio	Técnico en Mantenimiento Industrial	Industrial
Nivel Medio	Técnico en Mecánica Industrial	Mecánica Industrial

INTECAP		
Nivel	Nombre de la Carrera	Área
Nivel Medio	Técnico en Refrigeración y Aire Acondicionado	Refrigeración y AA
Nivel Medio	Técnico en Reparación y Soporte de Sistemas Informáticos	TICs
Nivel Medio	Técnico en Soldadura Industrial	Soldadura
Nivel Medio	Técnico en Soporte de Infraestructura de Redes y Telecomunicaciones	TICs y Telecomunicaciones
Nivel Medio Superior	Diseñador de Videojuegos	TICs Diseño Digital
Nivel Medio Superior	Técnico en Administración de Redes y Telecomunicaciones	TICs y Telecomunicaciones
Nivel Medio Superior	Técnico en Desarrollo y Mantenimiento de Internet de las Cosas (IoT)	TICs
Nivel Medio Superior	Técnico en Diseño Industrial	Industrial
Perito	Perito en Electromecánica Industrial	Electromecánica
Perito	Perito en Electrónica Industrial	Electrónica
Perito	Perito en Mecánica Industrial	Mecánica Industrial
Perito	Perito en Mecatrónica	Mecatrónica
Perito	Perito en Refrigeración y Aire Acondicionado	Refrigeración y AA
Perito	Perito en Soldadura Industrial	Soldadura
Nivel Ocupacional Operativo y Medio	Desarrollador de Aplicaciones Híbridas para Móviles	TICs Diseño Digital
Nivel Ocupacional Operativo y Medio	Diseñador de Multimedia	TICs Diseño Digital
Nivel Ocupacional Operativo y Medio	Instalador de Cableado Estructurado	Electrónica
Nivel Ocupacional Operativo y Medio	Reparador de Electrodomésticos y Receptores de Radio y Televisión	Electrónica
Nivel Ocupacional Operativo y Medio	Soldador de Estructuras Metálicas	Soldadura
Nivel Ocupacional Operativo y Medio	Técnico en Instalación y Mantenimiento de Cableado Estructurado	Electrónica

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la investigación.

- **INTECAP: Diplomados Ejecutivos**

Dirigidos a profesionales y estudiantes universitarios en diversas áreas, con una duración promedio de 80 horas. Se presenta en esta sección aquellos temas relacionados con la gestión empresarial e industrial en los sectores desarrollo tecnológico.

Diplomado en Sistemas de Gestión de Calidad ISO 9001:2015

Este diplomado desarrolla competencias para planificar, implementar, operar, medir, evaluar y mejorar un sistema de gestión de calidad, así como orientar los procesos de la organización hacia una cultura basada en el enfoque de riesgos, aplicando todos los requisitos de la norma Internacional ISO 9001:2015.

Diplomado en Logística

El objetivo primordial es que el participante pueda aplicar una metodología que desarrolle el talento de las personas y de los equipos de trabajo, con el objetivo de mejorar su desempeño, alcanzar las metas de la empresa, así generando un impacto positivo en su entorno. Se enfoca en: desarrollar el talento humano para producir excelentes resultados, la mejora de estrategias para gerenciar, optimizar el desempeño del equipo, mejorar las habilidades de comunicación, la autoconfianza, y para crear conciencia y acción para un crecimiento personal y profesional. Durante el desarrollo del Diplomado, el participante adquirirá las competencias necesarias para aplicar un sistema logístico en la organización, planificar, diseñar e implantar el sistema de acuerdo con los requerimientos de la organización.

Diplomado en Lean Six Sigma

Desarrollarán las habilidades y conocimientos necesarios para gestionar proyectos *Lean Six Sigma* e implementar correctamente sus herramientas estratégicas y tácticas utilizando la metodología DMAIC. *Lean Six Sigma* es una metodología cuyo objetivo es mejorar los procesos, con el propósito de incrementar la rentabilidad y productividad de estos. El proyecto *Six Sigma* busca reducir la variabilidad de los procesos. Para ello, emplea una serie de herramientas estadísticas. La metodología de *Lean Six Sigma* se concreta en eliminar los aspectos que impidan o dificulten el ajuste del producto a los requisitos del cliente. Reduce, así, sus defectos en la entrega final (APD, 2019).

Diplomado en Gestión de la Innovación

Los ejecutivos estarán en la capacidad de conocer y fundamentar los requisitos generales de un sistema de innovación; estableciendo las bases para su análisis, diagnóstico e implementación.

▪ **INTECAP: Laboratorios y Centros de Estudios e Investigación**

Además de talleres para la realización de las actividades prácticas que forman parte de las distintas carreras y cursos, el INTECAP cuenta el **Centro TICs** que, como su nombre lo indica, es un centro de capacitación en tecnologías de la información y las comunicaciones. Éste ofrece carreras técnicas de corta, mediana y larga duración en la utilización efectiva de software y hardware en las especialidades de 1) Redes y Telecomunicaciones, 2) Diseño Web y Multimedia, 3) Animación 3D y Diseño Arquitectónico, 4) Hardware e Internet de las Cosas, 5) Desarrollo de software y Bases de Datos.

Todas las carreras responden a competencias y perfiles ocupacionales bajo el estándar internacional. Los cursos están alineados a certificaciones internacionales avaladas por la industria de las TIC. Adicionalmente, presta los servicios de evaluación de las brechas de los colaboradores de empresas para hacer cursos a la medida.

Dentro del Centro TICs opera el **FabLab** (del inglés *Fabrication Laboratory* o *Fabulous Laboratory*). Es un **taller de fabricación digital** de uso personal o grupal para la producción de objetos físicos a escala personal o local que agrupa máquinas controladas por ordenadores para fabricar prototipos para Internet de las Cosas, Animaciones 3D, Impresión Digital, Desarrollo de aplicaciones, etc. El FabLab parte red global de laboratorios locales que favorecen la creatividad proporcionando a los individuos herramientas de fabricación digital.

▪ **Escuela Técnica Superior de la Fundación Kinal**

Como se menciona en párrafos anteriores Kinal ofrece programas de capacitación técnica y tecnológica para jóvenes y adultos que son desarrollados por la Escuela Técnica Superior desde donde se ofrecen desde carreras de nivel Técnico Universitario a cursos de especialización en competencias laborales. A continuación se presentan las áreas relacionadas con los sectores de electrónicos y refrigeración que forman parte de la oferta educativa de Kinal en el nivel de formación técnica ocupacional y laboral:

- Aire Acondicionado
- Automatización
- Electricidad
- Electrónica
- Refrigeración y Aire Acondicionado
- Soldadura
- Telecomunicaciones
- TICs
- TICs Diseño Digital

Cuentan con Programas para empresas en el cual diseñan conjuntamente el programa de formación profesional que mejor se adapte a tus necesidades de capacitación. Ofrece carreras a nivel de Técnico Universitario avaladas por la Universidad del Istmo, dirigidas al fortalecimiento

de mandos medios y especialmente aquellos que han cursado una carrera técnica vocacional y desean continuar con estudios a nivel universitario.

Tabla 6: Listado de carreras y niveles de formación que ofrece la Escuela Técnica Superior Kinal

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE LA FUNDACIÓN KINAL		
Nivel	Nombre de la Carrera	Área
Carrera Técnica	Técnico Universitario en Electricidad Industrial	Electricidad
Carrera Técnica	Especialidad Técnica en Aire Acondicionado	Aire Acondicionado
Carrera Técnica	Especialidad Técnica en Automatización Industrial	Automatización
Carrera Técnica	Especialidad Técnica en Soldadura	Soldadura
Carrera Técnica	Técnico en Electricidad Industrial con opción de especialización en Refrigeración Industrial o Técnico Frigorista	Refrigeración
Carrera Técnica	Técnico en Electrónica Industrial con opción de especialización en Refrigeración Industrial o Técnico Frigorista	Refrigeración
Carrera Técnica	Técnico Universitario en Electrónica Industrial	Electrónica
Carrera Técnica	Técnico Universitario en Lenguajes de Programación Aplicados	TICs
Carrera Técnica	Técnico Universitario en Telecomunicaciones	Telecomunicaciones
Carrera Tecnológica (competencias laborales)	Administrador de Base de Datos Oracle	TICs
Carrera Tecnológica (competencias laborales)	Desarrollador Full Stack con Java	TICs
Carrera Tecnológica (competencias laborales)	Desarrollador Full Stack con Microsoft Asp .Net	TICs
Carrera Tecnológica (competencias laborales)	Fundamentos de programación a aplicaciones móviles	TICs Diseño Digital

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la investigación.

3.3.5. Centros de Formación Superior Universitaria

En el presente informe se ha incluido una revisión de carreras relacionadas con la demanda de talento humano para los sectores de electrónicos y de refrigeración y aire acondicionado, de 13 de las principales universidades de Guatemala, según se muestra el listado en la Sección 3.2. Demanda de talento humano.

A continuación se muestra en un primera sección cuatro universidades del país, las cuales además de ofrecer un conjunto de carreras de nivel profesional con fuerte orientación científica y tecnológica, afines a la demanda de talento de los sectores objeto de estudio, cuentan con programas adicionales que constituyen una importante plataforma estratégica la cual, con la apropiada coordinación y articulación multisectorial, tiene el potencial de contribuir para dar un importante impulso y sostenibilidad a eventuales procesos de desarrollo empresarial e industrial en el marco de las nuevas tendencias de desarrollo económico y comercial nivel mundial, aportando asimismo a aspectos los sociales de fuentes de empleo y desarrollo social.

Dichas universidades son:

- Universidad del Valle de Guatemala (UVG)
- Universidad Galileo (Galileo)
- Universidad Rafael Landívar (URL)
- Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC – universidad estatal)

Las áreas de orientación tecnológica identificadas en este primer grupo de universidades son:

- Automatización
- Biomedicina - TICs
- Electrónica
- Gestión de la calidad
- Gestión Industrial
- Informática - TICs
- Investigación
- Mecánica
- Mecánica Eléctrica
- Mecánica Industrial
- Mecatrónica
- Refrigeración y Aire Acondicionado
- Robótica
- Sistemas Energéticos
- Telecomunicaciones

Una comparación entre universidades ha permitido determinar que, al cierre del presente informe, las áreas de automatización, biomédica y sistemas energéticos se encuentran mencionadas únicamente en los nombres de carreras impartidas por la Universidad Galileo. El área de robótica se encuentra mencionada de manera específica únicamente en una carrera de maestría de la URL, mientras que refrigeración y aire acondicionado únicamente los ofrece la UVG y la USAC a nivel de técnico universitario.

Sin embargo, debido al auge de estas tendencias es muy probable que varios de estos temas formen parte de los contenidos de estudio de carreras de otras de las universidades listadas en el estudio.

En los párrafos siguientes se describe la oferta académica y otros recursos de las cuatro universidades indicadas.

- **Universidad Del Valle De Guatemala, UVG**

La Universidad del Valle de Guatemala con más de 50 años de servicio, fue fundada con la visión de ofrecer educación superior aplicando técnicas pedagógicas modernas que garantizaran alta calidad educativa con elevados criterios cívicos y éticos. Se ha caracterizado por promover la experimentación en métodos de enseñanza y sistemas de organización, la realización de investigaciones de largo alcance y la formación de personas altamente capacitadas para el desarrollo educativo. En ese contexto y siguiendo el modelo educativo con elementos similares al modelo norteamericano, ofrece una variedad de programas académicos con una marcada orientación hacia la investigación científica y la promoción del desarrollo tecnológico. Cuenta con alianzas con diversas universidades y organizaciones nacionales e internacionales.

Entre las carreras afines al sector de electrónicos y refrigeración se encuentran las siguientes áreas:

- Electrónica
- Informática - TICs
- Industrial
- Mecánica
- Mecánica Industrial
- Mecatrónica

Tabla 7: Carreras de la Universidad Del Valle de Guatemala

Universidad Del Valle de Guatemala / Carreras	Área
Ingeniería electrónica	Electrónica
Ingeniería en ciencia de la computación y tecnologías de la información	TICs
Ingeniería industrial	Industrial
Ingeniería mecánica	Mecánica
Ingeniería mecánica industrial	Mecánica Industrial
Ingeniería mecatrónica	Mecatrónica
Ingeniería biomédica	Biomedicina

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la investigación.

UVG: Laboratorios y Centros de Estudio e Investigación

Entre los aportes más destacados de la Universidad del Valle de Guatemala se encuentran la puesta en funcionamiento de Centros de Estudio e Investigación:

- Centro de Estudios en Informática Aplicada, CEIA
- Centro de Procesos Industriales, CPI
- Centro de Innovación y Tecnología, CIT

Tabla 8: Laboratorios y Centros de Estudio e Investigación de la Universidad Del Valle de Guatemala

Centro de Estudios en Informática Aplicada CEIA		
<p>Su objetivo principal es fomentar la aplicación de metodologías y tecnologías de la información y la comunicación (TIC) para desarrollar soluciones autosostenibles que incrementen la competitividad de Guatemala y la región.</p> <p>Los principios en los cuales se basa el CEIA son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Investigación de soluciones adecuadas para la realidad nacional, aprovechando recursos de bajo costo como software de fuente abierta. • Verificación científica de las soluciones propuestas. • Empleo de metodologías para la transferencia tecnológica e implementación de las soluciones propuestas. • Relación con la industria y gobierno para integrar los esfuerzos a las agendas nacionales de desarrollo. 		
Centro de Procesos Industriales CPI		
<p>Se enfoca en investigar opciones tecnológicas que hagan más eficientes los procesos, reduzcan el impacto y permitan incursionar en temas de actualidad.</p> <p>Las principales líneas de investigación son:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> • Energía renovable • Electrónica, robótica y automatización • Recursos naturales (ambiente) </td> <td style="vertical-align: top; padding-left: 20px;"> <ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería industrial • Estructura e infraestructura • Tecnología aeroespacial </td> </tr> </table>	<ul style="list-style-type: none"> • Energía renovable • Electrónica, robótica y automatización • Recursos naturales (ambiente) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería industrial • Estructura e infraestructura • Tecnología aeroespacial
<ul style="list-style-type: none"> • Energía renovable • Electrónica, robótica y automatización • Recursos naturales (ambiente) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ingeniería industrial • Estructura e infraestructura • Tecnología aeroespacial 	
Centro de Innovación y Tecnología CIT		
<p>Conforma un ecosistema de innovación donde distintos actores interactúan para definir problemas a demandas de la sociedad y el usuario. Es un espacio diseñado para co-crear soluciones locales y adecuadas para el Guatemala y la región. Integra la infraestructura adecuada con un recurso humano altamente capacitado para, con los programas académicos pertinentes para poner la ciencia y la tecnología al servicio de la sociedad por medio de la innovación social, tecnológica, artística y empresarial. Entre sus fines se encuentra:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Potenciar el desarrollo económico y social basado en la ciencia y la tecnología. • Promover el diálogo y la colaboración entre los sectores académico y privado, así como entre gobierno, comunidades y sociedad civil. • Crear una cultura de innovación y emprendimiento que impulse a Guatemala a las realidades del siglo XXI y a una economía basada en el conocimiento. 		

Adicionalmente, cuenta con el Observatorio Económico Sostenible, OES, que complementa los esfuerzos de los programas académicos buscando incidencia política y sostenibilidad del desarrollo que ellos aportan.

Observatorio Económico Sostenible OES

Creado para apoyar los esfuerzos de la sociedad civil, el Gobierno de Guatemala y otros actores nacionales en la construcción, análisis e implementación de políticas y programas basados en evidencia, con enfoque en el desarrollo económico sostenible del país y de la región, en temas de:

- Análisis sobre política pública y sus recomendaciones.
- Incidencia sobre actores clave basada en información científica.
- Gestión del conocimiento: proceso de creación, intercambio, uso y aplicación del conocimiento y la información.
- Encuestas de opinión y de comportamiento sobre las líneas de trabajo del OES.
- Resúmenes técnicos para ayudar a la toma de decisión.

▪ Universidad Galileo

La Universidad Galileo fue fundada hace 40 años siendo la primera universidad de Guatemala con enfoque tecnológico. Su propuesta académica se enfoca en poner a disposición de la comunidad educativa del país, las herramientas tecnológicas necesarias para una mejor formación promoviendo el uso de la ciencia y la tecnología para la solución de los problemas nacionales, en el marco de una formación humana con altos valores éticos.

Plantea la urgente necesidad de mejorar las condiciones de nuestro medio ambiente, que permita crear un entorno ecológico apropiado para las futuras generaciones con proyectos de impacto nacional en esta área.

Plantea la visión de que las condiciones ecológicas de nuestro país y nuestra posición geográfica nos invita a asumir un liderazgo en Latinoamérica.

Las carreras que se ha identificado en afinidad con los sectores de electrónica y refrigeración abarcan las siguientes áreas como se muestran en los siguientes cuadros:

- Automatización
- Electrónica
- Recursos Energéticos
- Gestión Industrial
- Mecatrónica
- Refrigeración y AA
- Telecomunicaciones
- TICs

Tabla 9: Carreras de la Universidad Galileo

Universidad Galileo / Carreras	Área
Ingeniería de Sistemas, Informática y Ciencias de la Computación	Informática - TICs
Ingeniería en Electrónica	Electrónica
Ingeniería en Mecatrónica	Mecatrónica
Ingeniería en Sistemas Energéticos	Energético

Universidad Galileo / Carreras	Área
Ingeniería en Telecomunicaciones y Redes Teleinformáticas	Telecomunicaciones
Ingeniería industrial	Industrial
Maestría en Automatización Industrial y Sistemas Electrónicos	Automatización
Maestría en Ingeniería Biomédica	Electrónica
Doctorado en Ingeniería Industrial	Industrial
Postgrado en Automatización y Control Industrial	Automatización
Postgrado en Desarrollo de Aplicaciones Electrónicas	Electrónica
Postgrado en Internet de la Cosas	Informática - TICs
Postgrado en Redes de Computadoras	TICs
Postgrado en Seguridad Informática	TICs
Técnico en Desarrollo de Software	TICs
Técnico Universitario en Electrónica Industrial	Electrónica
Técnico Universitario en Supervisión de Equipos de Refrigeración y Aire Ac.	Refrigeración y AA
Técnico Universitario en Supervisión Industrial	Industrial

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la investigación.

Universidad Galileo: Laboratorios y Centros de Estudio e Investigación

La Universidad Galileo cuenta con un conjunto de laboratorios que promueven los procesos de desarrollo tecnológico y de innovación así como la investigación y conocimiento en diversas disciplinas, siendo éstos:

- Laboratorio de electrónica básica
- Laboratorio de electrónica avanzada
- Laboratorio de mecatrónica
- Laboratorio de automatización industrial
- Laboratorio de Biomédica
- Laboratorio Turing
- Tesla Lab
- Laboratorio de Investigación en Tecnologías de la Información y Comunicación (RLICT)
- Laboratorio de innovación

Además de los laboratorios, cuenta con el Centro de Apoyo a la Tecnología e Innovación y la Oficina de Apoyo a la Innovación. La descripción general de estos laboratorios y centros de apoyo se presenta en los siguientes cuadros.

Tabla 10: Laboratorios de la Universidad Galileo

<p align="center">Laboratorio de Electrónica Básica</p>	<p align="center">Laboratorio de Electrónica Avanzada</p>
<p>Se realizan prácticas de simulación de circuitos electrónicos, instrumentación virtual y programación, a base de programas como Multisim, LabVIEW y LVSIM. Se tienen estaciones de instrumentación virtual (NI ELVIS) para el desarrollo de circuitos básicos.</p>	<p>Manejo de diferentes tipos de instrumentación profesional como fuentes de voltaje, osciloscopios, generadores de funciones, y cuenta con instrumentación para el área de telecomunicaciones y redes, tales como analizadores de espectro, analizadores lógicos, switches y routers, tanto convencionales como inalámbricos.</p>
<p align="center">Laboratorio de Mecatrónica</p>	<p align="center">Laboratorio de Automatización Industrial</p>
<p>Combina habilidades de la mecánica, electrónica y la automatización para generar sistemas inteligentes como robots, sistemas de control automatizados por computadoras, diseño mecánico y simulaciones.</p> <p>Se enfoca en áreas de robótica, industria 4.0, biomédica, automatización industrial, integración de sistemas de manufactura, electrónica de control industrial, diseño mecánico, industria aeronáutica, simulaciones, entre otros.</p>	<p>Para la carrera de ingeniería electrónica. Se tienen paneles industriales en donde se realizan simulaciones de procesos industriales por medio de la integración virtual (LabVIEW).</p>
<p align="center">Laboratorio de Biomédica</p>	<p align="center">Laboratorio de Investigación en Tecnologías de la Información y Comunicación (RLICT)</p>
<p>Investigación y desarrollo de proyectos de ingeniería en salud; imágenes diagnósticas, Inteligencia Artificial, Hardware médico, modelos de diagnóstico y pronósticos.</p>	<p>Estudia arquitecturas innovadoras para la creación de redes informáticas. Los principales intereses de investigación (pero no limitados) son las comunicaciones inalámbricas, las arquitecturas de red y la ingeniería de seguridad de la información.</p>
<p align="center">Laboratorio Turing</p>	<p align="center">Tesla Lab</p>
<p>Investigaciones en Robótica, Inteligencia Artificial, Realidad Aumentada, Biomédica, Deep Learning, Humanoid Robots, Bionic Prosthetic Devices, Cursos masivos y gratuitos en línea (MOOC) y Aprendizaje por medio de juegos.</p>	<p>Robótica Educativa, Internet de las Cosas y Realidad Virtual y realidad aumentada aplicadas a la Industria 4.0.</p>

Laboratorio de Innovación	
Orientado en el diseño, se construyen prototipos y se hace uso de tecnologías innovadoras como Machine Learning, Mixed Reality (AR+VR), 3D Printing, IoT, además se construyen circuitos, se escriben códigos y se hacen las tareas necesarias para llevar a cabo las grandes ideas.	
Centro de Apoyo a la Tecnología e Innovación	Oficina de Apoyo a la Innovación
Orientado a proteger las innovaciones y creaciones del intelecto de sus profesionales, entre estas pueden ser: patentes de invención, derechos de autor, diseños industriales, dibujos industriales, modelos de utilidad, entre otras obras.	Centro de atención al emprendimiento basado en la investigación como respuesta a las necesidades I+D de los sectores productivos en Centroamérica.

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la investigación.

▪ **Universidad Rafael Landívar, URL**

La universidad, propone la búsqueda de la verdad por medio de sus funciones de investigación, docencia y proyección social, con el compromiso de contribuir al desarrollo integral y sostenible. Es reconocida por realizar incidencia y proyección social mediante una eficaz, eficiente y articulada gestión estratégica, administrativa y académica. Cuenta con la Vicerrectoría de Investigación y Proyección, dependencia de la Universidad que define y concreta la visión universitaria respecto a la investigación creativa, buscando la mayor y mejor sintonía con los procesos de formación formal e informal y de incidencia, en apego al concepto integrador de proyección universitaria.

La URL ofrece carreras orientadas al desarrollo de los procesos industriales y tecnológicos, en los niveles de licenciatura y maestría, en las siguientes áreas:

- Informática - TICs
- Industrial
- Mecánica
- Mecánica Industrial
- Robótica
- Telecomunicaciones

Tabla 11: Carreras de la Universidad Rafael Landívar

Universidad Rafael Landívar	Área
Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones	Telecomunicaciones
Ingeniería industrial	Industrial
Ingeniería Industrial y de Sistemas	TICs
Ingeniería Informática y de Sistemas	TICs
Ingeniería mecánica	Mecánica

Universidad Rafael Landívar	Área
Ingeniería mecánica industrial	Mecánica Industrial
Maestría en administración industrial	Industrial
Maestría en dirección industrial	Industrial
Maestría en gerencia de sistemas de información	TICs
Maestría en ingeniería para la industria con especialización en robótica	Robótica

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la investigación.

URL: Laboratorios y Centros de Estudios e Investigación

La URL cuenta además con laboratorios en diversas ramas de la tecnología;

- Instituto de Investigación y Proyección sobre Ciencia y Tecnología (INCYT)
- Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección (UIE)
- Laboratorio de Ingeniería de Potencia
- Laboratorio de Electrónica
- Laboratorio de máquinas, herramientas y mecánica de banco
- Laboratorio Control y Automatización
- Laboratorio de Hardware
- Laboratorio de Software
- Laboratorios de computación, informática y sistemas
- Laboratorio Multitec
- Laboratorio de Refrigeración y Aire Acondicionado
- Laboratorio de Manufactura integrada por computadora (CIM)
- Laboratorio de Redes
- Laboratorio de Telecomunicaciones

Tabla 12: Laboratorios de la Universidad Rafael Landívar

El Instituto de Investigación y Proyección sobre Ciencia y Tecnología (INCYT)	Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección (UIE)
Tiene el objetivo de impulsar líneas de investigación interdisciplinarias en áreas técnico-científicas para indagar, desde bases matemático-estadísticas, las dinámicas actuales socio-territoriales y del ambiente natural en la región mesoamericana.	Su objetivo primordial es constituirse en el ente máximo de gestión y manejo de información estratégica, para apoyar procesos de investigación e incidencia que puedan ser útiles en la toma de decisiones en la coyuntura nacional.

<p align="center">Laboratorio de Ingeniería de Potencia</p>	<p align="center">Laboratorio de Electrónica</p>
<p>Laboratorio dedicado a poner en práctica los conocimientos teóricos de máquinas eléctricas y su automatización.</p> <p>Cuenta con instalaciones eléctricas comerciales, industriales, y domiciliarias, así como líneas de transmisión.</p>	<p>Laboratorio dedicado a la comprobación de la teoría de circuitos electrónicos con componentes analógicos y digitales, basándose en la conducción y el control de flujo de electrones.</p> <p>Cuenta con software que interactúa con tableros didácticos y diferentes tarjetas para el desarrollo de las prácticas.</p>
<p align="center">Laboratorio de máquinas, herramientas y mecánica de banco</p>	<p align="center">Laboratorio Control y Automatización</p>
<p>Este laboratorio cuenta con máquinas y herramientas para utilizarse en las prácticas de los cursos relacionados, así como en el desarrollo de los proyectos asignados a los estudiantes.</p>	<p>Laboratorio especializado en las prácticas de control y automatización de procesos industriales, para que los mismos permitan obtener productos finales con ciertas características, estándares y niveles de calidad.</p>
<p align="center">Laboratorio de Hardware</p>	<p align="center">Laboratorio de Software</p>
<p>Es un laboratorio orientado al diseño digital, desde la elaboración de circuitos independientes hasta la transmisión e intercambio de información computador-dispositivos periféricos. Cuenta con equipo didáctico para el aprendizaje de la lógica de circuitos, equipo para la programación de circuitos y microprocesadores.</p>	<p>Este laboratorio está dedicado a la práctica del diseño y desarrollo de sistemas de información. Se cuenta con software de programación, base de datos, redes, compiladores, diseño de software, entre otros. La instalación está diseñada para realizar prácticas de diseño de software, diseño de base de datos, programación y sistemas operativos.</p>
<p align="center">Laboratorios de computación, informática y sistemas</p>	<p align="center">Laboratorio Multitec</p>
<p>De uso general para estudiantes y docentes de todas las facultades, con conexión permanente a internet. Son nueve laboratorios y trescientas veinte computadoras equipadas con software estándar de oficina, aplicaciones especializadas de hotelería, contabilidad y estadística. Algunas computadoras manejan software de gama alta para las carreras de arquitectura y diseño, ingenierías y criminología (Adobe Creative Cloud, Education Suite de Autodesk 2015 y el Aras 360).</p>	<p>Laboratorio enfocado en la enseñanza de conceptos básicos en tres áreas de conocimiento: energía, tecnología y materia.</p> <p>Se cuenta con software de simulación y tutoriales; así como tableros didácticos con software de interacción.</p>

Laboratorio de refrigeración y aire acondicionado	Manufactura integrada por computadora (CIM)
<p>Especializado en la práctica de los diferentes sistemas de refrigeración y aire acondicionado, a través de un software didáctico con tutoriales, tableros y componentes reales.</p> <p>En este laboratorio se pueden realizar prácticas de termodinámica, refrigeración y aire acondicionado doméstico y comercial</p>	<p>Especializado en las prácticas de automatización de procesos, desde la fabricación de piezas, ensamble, transporte y almacenamiento, a través de un sistema integrado, simulando una planta automatizada de producción real.</p> <p>Se tiene un software especializado que permite diseñar y simular la fabricación de piezas; así como también equipo físico que permite visualizar el comportamiento de los sistemas modelados.</p>
Laboratorio de Redes	Laboratorio de Telecomunicaciones
<p>Orientado al aprendizaje de los principios de comunicación entre computadoras, cubriendo aspectos de hardware y software. Cuenta con el siguiente equipo especializado: switches, hubs, routers, patch panels, lan tester, routers wireless, access point, crimping tool, entre otros. Estas instalaciones están diseñadas exclusivamente para las prácticas de las carreras de sistemas.</p>	<p>Orientado a enseñar los principios de la comunicación entre dos puntos a través de transmisiones de radio, fibra óptica, transmisión de datos, enlace de computadoras y transmisiones punto a punto.</p> <p>Cuenta con el siguiente equipo especializado: equipo de comunicación digital, sistemas de comunicación analógica, sistema de transmisor y receptor de AM/FM, sistema de transmisión fibra-óptica, modulación de señales, antenas de transmisión y recepción punto a punto.</p>

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la investigación.

▪ **Universidad de San Carlos de Guatemala**

La Universidad de San Carlos de Guatemala, USAC, según lo define en su Misión, “en su carácter de única universidad estatal le corresponde con exclusividad dirigir, organizar y desarrollar la educación superior del Estado y la educación estatal, así como la difusión de la cultura en todas sus manifestaciones. Promoverá por todos los medios a su alcance la investigación en todas las esferas del saber humano y cooperará al estudio y solución de los problemas nacionales”.

La oferta académica de esta casa de estudios como única universidad estatal de Guatemala, constituye un elemento importante de alineación de la política pública, ya que un rol activo del sector de educación pública representa más oportunidades para atraer inversión y promover el desarrollo tecnológico.

La USAC ha cobrado también protagonismo con la participación de un grupo de Ingenieros en Electrónica egresados de esa casa de estudios y quienes están liderando empresas incorporadas al Campus Tecnológico TEC, el cual a su vez es una comunidad o “ecosistema tecnológico” que está dando importantes aportes, desarrollo e innovación tecnológica en Guatemala. (Esta y otras comunidades tecnológicas se describen en la sección “Otros actores de formación de talento humano”, en el presente informe.)

Debido a su alta población estudiantil, la USAC representa una importante “masa crítica” de talento humano en potencia, la cual requiere ser tomada en cuenta dentro de los procesos de actualización y fortalecimiento la oferta académica para los procesos de desarrollo en alta tecnología en el país.

En el área tecnológica incluye carreras orientadas al desarrollo de infraestructura vial y civil, la agricultura, la acuicultura, la industria y la informática. Las carreras identificadas para el desarrollo del presente estudio incluyen las siguientes áreas:

- Biomedicina - TICs
- Electrónica
- Gestión de la calidad
- Industrial
- Informática – TICs
- Investigación
- Mecánica
- Mecánica Eléctrica
- Mecánica Industrial

En la siguiente tabla se incluyen relacionadas con la temática del presente estudio:

Tabla 13: Carreras de la Universidad de San Carlos de Guatemala

Universidad de San Carlos de Guatemala / Carreras	Área
Técnico universitario en electrónica	Electrónica
Técnico universitario en refrigeración y aire acondicionado	Refrigeración y Aire Acondicionado
Ingeniera industrial	Industrial
Ingeniería mecánica industrial	Mecánica Industrial
Ingeniería electrónica	Electrónica
Ingeniería en ciencias y sistemas	Informática - TICs
Ingeniería mecánica	Mecánica
Ingeniería mecánica eléctrica	Mecánica Eléctrica
Maestría en tecnologías de la información y la comunicación	Informática - TICs
Maestría en gestión industrial	Industrial

Universidad de San Carlos de Guatemala / Carreras	Área
Doctorado en investigación	Investigación
Especialización en Bioinformática y Biocomputación Molecular Biomédica	Biomedicina - TICs
Especialización en Sistemas de Gestión de la Calidad	Gestión de la calidad
Especialización en Investigación Científica	Investigación

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la investigación.

USAC: Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería

Su misión es formar profesionales de la ingeniería y áreas afines a nivel de postgrado con alta capacidad técnica e investigativa para contribuir al desarrollo científico y tecnológico del país, de manera ética y coherente con la realidad nacional, con visión de innovación de la formación profesional gestionando, excelencia y pertinencia social de la investigación para contribuir a solucionar la problemática nacional.

Ofrece postgrados en las áreas cambio climático e investigación, así como maestrías en distintas áreas de ciencias y artes. Cuenta además con especializaciones orientadas a estudios técnico-profesionales para profundizar conocimientos en áreas específica, para las cuales se amplía información en los párrafos siguientes.

Especializaciones

Las especializaciones que ofrece la Escuela de Postgrados de la Facultad de Ingeniería de la USAC son acreditadas por un diploma de Especialista. Aquella que pueden relacionarse con las industrias de electrónicos y refrigeración y subsectores vinculados se listan a continuación:

- Bioinformática y Biocomputación Molecular Biomédica
- Sistemas de Gestión de la Calidad
- Investigación Científica

Especialización en Bioinformática y Biocomputación Molecular Biomédica

La finalidad de la especialización es proveer a la sociedad guatemalteca profesionales que integralmente sean capaces de enfrentar, analizar y resolver problemáticas de diferente clase y magnitud de la biomedicina molecular a través de la bioinformática, biocomputación y Sistemas (BBMB). Esta dinámica de conocimientos acerca el trabajo multidisciplinario de Facultades como Medicina e Ingeniería en el campo de Sistemas e Informática. Las áreas que abarca esta maestría se enfocan a responder a los retos del mercado globalizado, con miras al desarrollo de nuevas tecnologías a través de la investigación en sus diferentes campos de aplicación, procedimientos

altamente eficientes y coherentes con las necesidades y realidad nacional en el campo industrial. Sus objetivos son:

- Proporcionar una sólida preparación en Bioinformática y Biocomputación, que permita estructurar conocimientos biomédicos predictivos aplicados y de organización en las áreas y toma de decisiones en computación e informática aplicada para resolver problemas de origen biológico y salud, investigación, definición de instituciones de sanidad, evaluación, entre otros.
- Perfeccionar las habilidades académicas de los profesionales para contribuir a la solución integral de problemas sociales, económicos, salud, ambientales o de otra naturaleza inherente a cada profesional.
- Desarrollar las habilidades académicas de los profesionales para realizar investigaciones con sólidas componentes de biología, bioinformática y biocomputación aplicada.
- Fomentar el desarrollo y promoción de los conocimientos en el campo de la bioinformática a nivel nacional
- Desarrollar la docencia en el área de la bioinformática y biocomputación molecular biomédica en diferentes niveles educativos.
- Estimular el desarrollo de proyectos multidisciplinarios y transdisciplinarios en ingeniería y ciencias médicas dentro del campo de la bioinformática y biocomputación aplicada en biomedicina.

Especialización en Sistemas de Gestión de la Calidad

Orientada a formar profesionales con aptitudes, habilidades técnicas y conocimiento académico en los campos de normalización, metrología, muestreo, certificación y acreditación, responsabilidad social, para solucionar problemas científicos y tecnológicos reales e importantes en materia de infraestructura de la calidad, en sus actividades profesionales diarias. Dentro de sus objetivos se encuentra:

- Formar profesionales integrales en el campo de sistemas de gestión de la calidad que coadyuven crear una infraestructura de la calidad en las empresas.
- Desarrollo de habilidades técnicas específicas que permitan gestionar de manera estratégica la calidad en los diferentes tipos de industrias existentes.

Especialización en Investigación

Busca contribuir con el estudio y solución de los problemas nacionales de forma sistematizada, integral y participativa, por medio de la especialización en investigación científica, de profesionales

del Sistema de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala y de otras instituciones. Sus objetivos son:

- Formar profesionales integrales en el campo de la investigación científica.
- Contribuir con el estudio y solución de los problemas nacionales de forma sistematizada, integral y participativa, por medio de la investigación de las causas de los mismos.
- Proporcionar herramientas que permitan realizar investigaciones, por medio de la correcta planificación, ejecución y presentación de resultados obtenidos.
- Instruir al profesional sobre la aplicación correcta el Método Científico en las investigaciones que se realizan.
- Capacitar y actualizar a los profesionales investigadores, en la temática puntual y a fin a la investigación científica.

- **Doctorado en Investigación**

Con énfasis en Ingeniería y Ciencias Aplicadas; Tecnología, Ciencias Naturales; Desarrollo Social; Ciencias de la Salud; Ciencias Sociales y Humanísticas. Este doctorado está orientado a:

- Formar profesionales capaces de diseñar y realizar estudios en su campo formativo desde distintos enfoques y metodologías de investigación, para contribuir a la solución de problemas del ámbito local y global.
- Generar mediante la investigación multidisciplinar, conocimientos, aplicaciones, patentes, bienes intangibles y otros productos del proceso investigativo doctoral que contribuyan al desarrollo y bienestar de la sociedad.
- Divulgar los resultados de los estudios de tesis realizados con los diferentes énfasis investigativos del programa, para incrementar el número de publicaciones científicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala y de Guatemala.
- Desarrollar en los doctorandos la capacidad para participar en equipos multidisciplinarios de investigación, en el marco de las áreas de énfasis investigativo que promueve el programa doctoral y en áreas prioritarias identificadas a nivel nacional e internacional.

- **Otras universidades**

El análisis realizado identificó carreras en el área de tecnología que se imparten en las otras diez universidades que forman parte del presente estudio, habiendo encontrado las siguientes áreas de formación:

- Electrónica
- Industrial
- Informática – TICs
- Mecánica
- Mecánica industrial
- Mecatrónica
- Refrigeración y aire acondicionado
- Telecomunicaciones

Todas las carreras ofrecen grados de licenciatura a excepción de la carrera en el área de refrigeración y aire acondicionado que se imparte a nivel de técnico universitario. El listado detallado de carreras y las universidades que las imparten se incluye en Anexo I.3.

A continuación se presenta las diferentes carreras que ofrecen este segundo grupo de universidades, según el área tecnológica:

Tabla 14: Carreras que ofrecen otras Universidades del País

Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
- Ingeniería en Ciencias y Sistemas
- Ingeniería en Electrónica, Informática y Ciencias de la Computación
- Ingeniería en Informática con especialización de Software
- Ingeniería en Sistemas
- Ingeniería en Sistemas, Informática y Ciencias de la Computación
- Licenciatura en <i>Computer Science</i>
- Licenciatura en Electrónica, Informática y Ciencias de la Computación
- Licenciatura en Ingeniería en Sistemas
- Licenciatura en Ingeniería en Sistemas y Ciencias de la Computación
- Licenciatura en Sistemas y Tecnologías de la Información y la Comunicación
- Maestría en Tecnologías de la Información y la Comunicación
- Técnico en Desarrollo de Software y Páginas Web
Electrónica
- Ingeniería Electrónica
- Licenciatura en Ingeniería en Electrónica
- Licenciatura en Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones
- Técnico Universitario en Electrónica
Industrial

- Ingeniería Industrial
- Ingeniería en Tecnología Industrial
- Ingeniería Industrial
- Licenciatura en Ingeniería Industrial
Mecánica
- Ingeniería Mecánica Eléctrica
- Licenciatura en Ingeniería Mecánica
- Ingeniería Mecánica
Mecánica Industrial
- Ingeniería Mecánica Industrial
Mecatrónica
- Ingeniería Meatrónica
Refrigeración y AA
- Técnico Universitario en Refrigeración y Aire Acondicionado
Telecomunicaciones
- Ingeniería en Telecomunicaciones, Informática y Ciencias de la Computación
- Licenciatura en Ingeniería en Telecomunicaciones

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la investigación.

3.3.6. Carreras de apoyo y cobertura nacional

▪ Carreras en áreas de apoyo

Adicionalmente, de acuerdo con lo identificado en las entrevistas con empresas del sector, existe demanda de talento humano en áreas de apoyo para la gestión administrativo-financiera, comercial y de mercadeo y publicidad.

En lo que respecta a la gestión comercial, la oferta académica de universidades y centros de capacitación técnica en áreas tales como comercio internacional, gestión aduanera y gestión de la calidad constituyen un aporte importante a las empresas debido a las transacciones en materia de importación de insumos y materias primas, y en varios casos de partes y componentes prefabricados, ante las necesidades de contar con competencias en el área de importación y exportación. Asimismo, las universidades del país ofrecen carreras en el área de gestión empresarial, administración y finanzas que aportan el desarrollo de competencias igualmente requeridas en la gestión industrial.

- **Cobertura nacional y descentralización de centros educativos y de capacitación**

Respecto a la población estudiantil de nivel diversificado, de acuerdo con las estadísticas del MINEDUC, pudo establecerse que aunque la educación aún está muy centralizada en la región metropolitana, hay potencial en talento humano en los departamentos del interior del país, que debiera ser aprovechado para impulsar el desarrollo tecnológico.

Un análisis del número de alumnos egresados de la selección de carreras de interés del presente estudio muestra que de un total de 181,016 alumnos egresados de carreras de diversificado con orientación tecnológica entre 2016 y 2020, 81,803 (45%) lo hicieron en el departamento de Guatemala y el 55% se encuentra distribuido en los diferentes departamentos del país.

Gráfica 12: Distribución de estudiantes egresados por departamento, en carreras tecnológicas de nivel diversificado entre 2016 y 2020

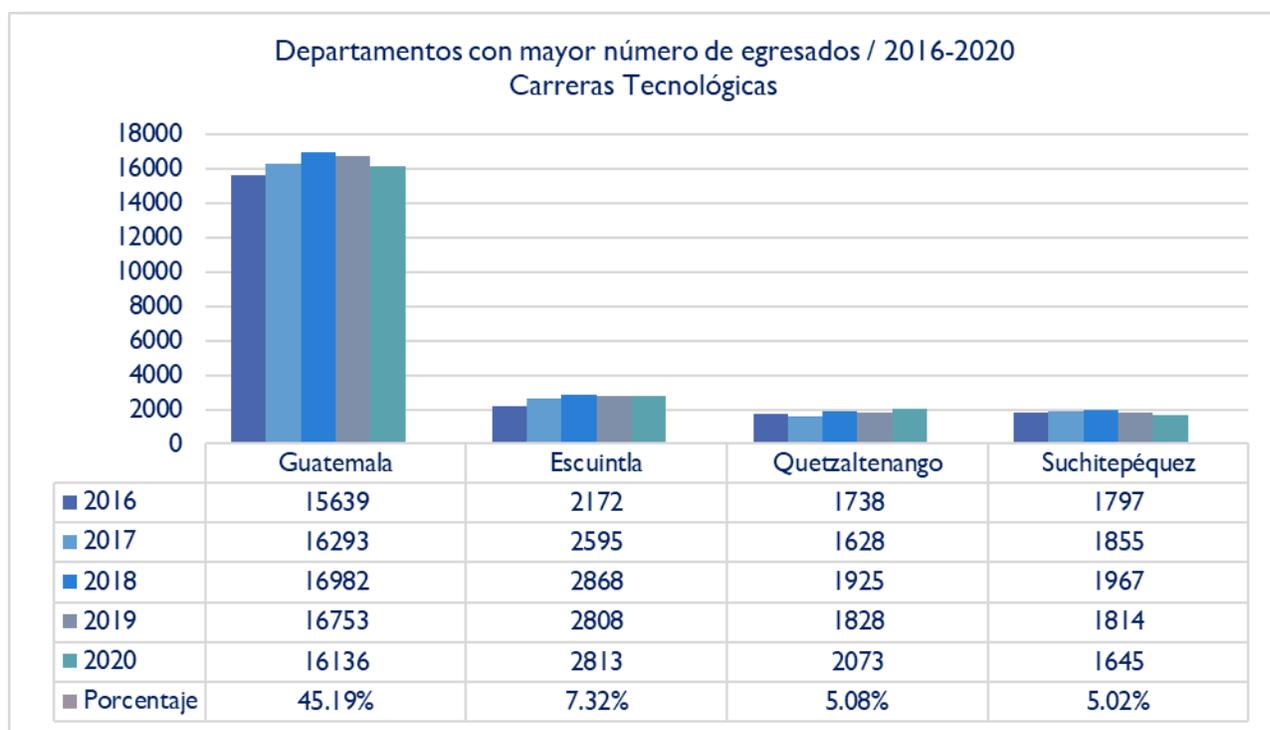


Fuente: Elaboración propia a partir de las Estadísticas del MINEDUC, 2016-2020

En cuanto a los departamentos del país en los que se reportó más estudiantes graduados, el Gráfico 12 muestra que, del total de 181,016 egresados de carreras de diversificado con orientación tecnológica relacionadas con los subsectores de electrónicos y refrigeración egresados entre 2016 y 2020, Guatemala, Escuintla, Quetzaltenango y Suchitepéquez fueron los cuatro departamentos con mayor afluencia de población escolar.

Los departamentos de Chimaltenango y San Marcos mostraron valores que se aproximan a los mostrados por Quetzaltenango y Suchitepéquez, aunque menores al 5%, como se aprecia en el Gráfico 11.

Gráfica 13: Departamentos con mayor número de estudiantes egresados del nivel diversificado entre 2016 y 2020 de carreras con orientación tecnológica



Fuente: Elaboración propia a partir de las Estadísticas del MINEDUC, 2016-2020

Estos datos muestran que, del total de los 181,016 egresados de carreras con orientación tecnológica relacionadas a las industrias de electrónicos y refrigeración, egresaron de centros educativos del departamento de Guatemala un total de 81,803, de Escuintla 13,256, de Quetzaltenango 9,192 y de Suchitepéquez 9,078. En total, estos cuatro departamentos suman 113,329 estudiantes egresados, representando un 62.61% del total de egresados de carreras de orientación tecnológica en el resto de los departamentos durante ese período.

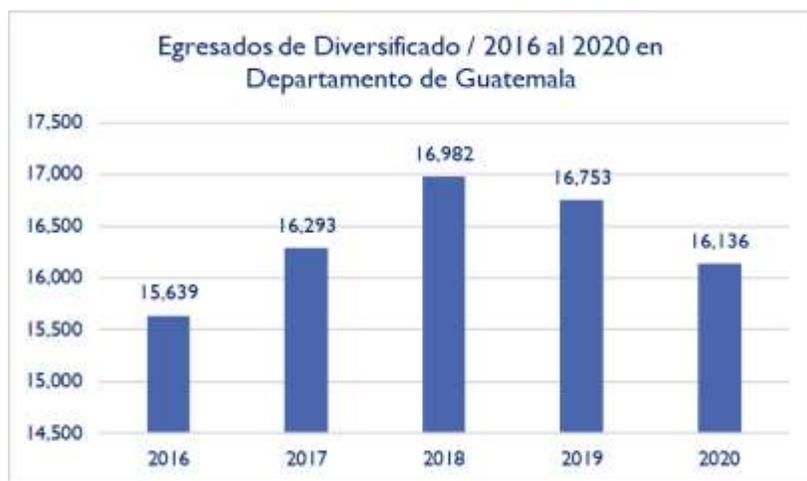
Tabla 15: Departamentos con mayor número de egresados entre 2016 y 2020

Egresados por Departamento / 2016-2020	Egresados	%
Egresados de Centros Educativos en Guatemala	81,803	45.19%
Egresados de Centros Educativos en Escuintla	13,256	7.32%
Egresados de Centros Educativos en Quetzaltenango	9,192	5.08%
Egresados de Centros Educativos en Suchitepéquez	9,078	5.02%
Total de egresados en los cuatro departamentos	113,329	62.61%
Egresados en el resto de los departamentos	67,687	37.39%
Total de egresados de carreras tecnológicas	181,016	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del MINEDUC.

El comportamiento de las cifras de egresados del departamento de Guatemala en los últimos cinco años muestra un leve descenso en 2019 y 2020, como lo muestra el gráfico siguiente.

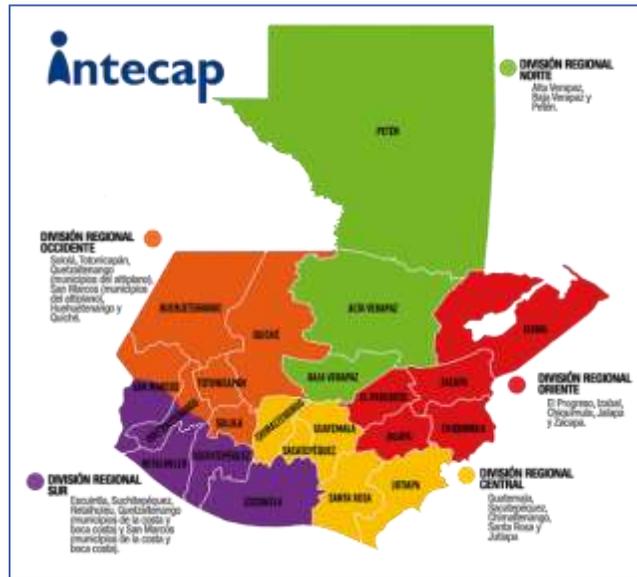
Gráfica 14: Egresados de diversificado del departamento de Guatemala entre 2016 y 2020



Fuente: Elaboración propia a partir de las Estadísticas del MINEDUC, 2016-2020

En lo que se refiere a centros de capacitación técnica laboral el INTECAP es una de las instituciones con mayor cobertura a nivel nacional, contando con presencia en los 22 departamentos de Guatemala.

Figura 15: Presencia del INTECAP en el País



Fuente: INTECAP

La presencia de universidades también ha aumentado en los departamentos, siendo Quetzaltenango el departamento de Guatemala con más centros universitarios después de la capital, el cual ya está siendo considerado un “Hub de universidades”. Este departamento es la sede central de la Universidad de Occidente y cuenta con campus de las universidades Rafael Landívar, Mesoamericana, San Carlos, Mariano Gálvez y Panamericana.

Figura 16: Universidades con presencia en Quetzaltenango



Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la investigación.

Escuintla es el tercer departamento con más sedes universitarias, contando con presencia de la Universidad Rafael Landívar, Universidad del Valle de Guatemala, Universidad Mariano Gálvez y Universidad de Occidente.

En cuanto al número de sedes departamentales, las universidades con mayor presencia en los departamentos son la Universidad de San Carlos de Guatemala, la Universidad Mariano Gálvez, la Universidad Rafael Landívar, la Universidad de Occidente y la Universidad Panamericana.

3.4. VINCULACIÓN ACADEMIA – INDUSTRIA

Los procesos de vinculación entre el sector académico y el sector económico tienen como objetivo primordial alinear la oferta académica, contando con un diseño curricular del pénsum del sistema de educación en los niveles de preparación vocacional y ocupacional, técnica laboral y universitaria, para que éstos estén en armonía con las necesidades de talento humano en los sectores productivos del país, y por consiguiente con el mercado laboral.

Ello requiere de mecanismos de vinculación estratégicamente articulados, para lo cual se debe implementar procesos de diálogo intersectorial y de coordinación que permitan identificar las necesidades del sector productivo y laboral, tal y como lo plantean las propuestas contenidas en diversos instrumentos de política pública y normativa cuyo análisis fue incluido en el Informe de Consultoría Entregable 2. Asimismo, y expresado de manera general, los procesos de desarrollo económico del país se enmarcan en las necesidades y recursos internos así como en el contexto del comercio internacional y las tendencias en la economía mundial, por lo que estos aspectos deben ser considerados en la agenda académica.

En ese contexto, los procesos para establecer mecanismos de vinculación academia-industria, deberán incluir en su temática de diálogo la necesidad de fortalecer las áreas de investigación para la innovación y el desarrollo tecnológico en el marco de alianzas entre las instituciones de formación académica, el sector empresarial e industrial organizado y las instituciones del Estado de Guatemala responsables de gestionar las políticas públicas, todo ello en el marco de las tendencias del comercio internacional y de la transformación digital que de manera particular está influyendo en la industria actual. Este marco incluye asimismo la temática de los derechos laborales y el fomento del desarrollo integral en búsqueda del bienestar y calidad de vida de todos los sectores de la sociedad.

En este escenario, se ha identificado **propuestas para lograr el establecimiento de mecanismos sistemáticamente instrumentalizados de vinculación entre los sectores académico y económico, mecanismos que aún están en proceso de ser diseñados.** Por lo tanto, el presente análisis se ha orientado a identificar las necesidades de talento humano que demandan las empresas entrevistadas del sector de electrónicos y refrigeración para lograr su eficaz gestión productiva, los mecanismos que han empleado para contar con equipos de colaboradores que cumplan con los perfiles requeridos para el desarrollo de sus operaciones

actuales, los requerimientos que, en este sentido, algunas empresas ya han identificado como eventualmente necesarios para el fortalecimiento y crecimiento de sus industrias hacia niveles de producción enfocados en la manufactura de alta tecnología, y hasta qué punto la oferta académica actual puede satisfacer estas demandas.

Estos elementos han sido identificados durante las entrevistas a empresas de los subsectores de manufactura de electrónicos y refrigeración, como se menciona en párrafos anteriores, así como por medio de una revisión detallada de la oferta académica nacional en diversos niveles de formación, como se plantea en la sección 3.3 del presente informe Oferta académica actual en Guatemala para las industrias de electrónicos y refrigeración.

En este capítulo se plantea aspectos de **mecanismos de vinculación academia-industria implementados de manera directa por algunas empresas, organizaciones sectoriales e instituciones**, presentando una síntesis de la relación entre la demanda de talento humano y oferta académica. Se presenta asimismo, la experiencia de las empresas en cuanto los mecanismos de coordinación con la academia, sus opiniones y percepciones en el tema, lo que aporta importantes elementos para el planteamiento de recomendaciones.

3.4.1. Relación entre demanda de talento humano y oferta académica

En los siguientes párrafos se presenta la demanda de talento humano en las industrias de electrónicos y de refrigeración y aire acondicionado, y su relación con oferta académica vigente. Es importante aclarar que estos requerimientos, al haber sido registrados mediante pregunta abierta durante las entrevistas a empresas de ambos sectores, si bien tienen un importante carácter y valor representativo por haber sido obtenido de una fuente directa, no constituyen un inventario completo de las necesidades de talento humano de estas empresas. Asimismo, varias de las demandas registradas se atribuyen a uno u otro sector de acuerdo con la información proporcionada por las empresas, sin embargo, existe una alta probabilidad de que varias de estas demandas en áreas de electrónica, electricidad, cableado industrial y desarrollo digital, entre otras, apliquen a ambos sectores. La información proporcionada por las empresas se enfocó en su mayoría en el talento del área técnica, si bien algunas empresas también proporcionaron información del talento requerido en áreas administrativas y de apoyo.

A continuación, se presenta nuevamente la tabla de las carreras más demandadas, lo cual permite hacer la relación con la oferta académica.

Tabla 16: Resumen de la demanda de talento humano

Nivel	Carrera - Especialización	Electrónicos	Refrigeración y AA
Operativo	Carpintero		✓
Operativo	Electricista Instalador Industrial		✓
Operativo	Soldador Industrial		✓
Operativo	Técnicos en Refrigeración Doméstica		✓
Técnico	Técnicos en Refrigeración Industrial y Aire Acondicionado		✓
Técnico	Bachillerato en computación	✓	
Técnico	Bachillerato en electrónica	✓	
Técnico	Técnico en electrónica	✓	
Técnico	Técnico en informática, software y hardware	✓	
Técnico	Técnico en Mecatrónica		✓
Técnico/Profesional Universitario	Sistemas de Gestión de la Calidad		✓
Profesional Universitario	Ingeniería en electrónica	✓	
Profesional Universitario	Ingeniería en mecatrónica	✓	
Profesional Universitario	Ingeniería en sistemas	✓	
Profesional Universitario	Profesional en Administración de Ensamblaje		✓
Profesional Universitario	Profesionales Gerentes en Ensamblaje		✓
Profesional Universitario	Ingeniería en Refrigeración		✓
Profesional Universitario	Ingeniería en Sistemas		✓
Profesional Universitario	Ingeniería Industrial		✓
Profesional Universitario	Ingeniería Mecánica		✓
Profesional Universitario	Ingeniería Mecánica Industrial		✓
Profesional Universitario	Licenciatura en Diseño Industrial		✓

Fuente: Elaboración propia, a partir de entrevistas realizadas.

3.4.2. Cobertura de la demanda académica

En los siguientes cuadros se presenta listados con las carreras de orientación técnica y tecnológica que cubren las demandas de talento identificadas por las empresas entrevistadas para los niveles de formación 1) escolar diversificado, 2) técnico ocupacional y 3) universitario. Los listados completos de estas carreras se incluyen en Anexo I.4.

▪ **Nivel Escolar Diversificado**

En los centros educativos de nivel diversificados se identificó un total de 21 carreras con orientación tecnológica, en las siguientes áreas (en orden alfabético):

- Dibujo técnico
- Electrónica
- Industrial (administración, mantenimiento, electricidad)
- Manufactura
- Refrigeración y aire acondicionado
- Informática – TICs

▪ **Nivel Técnico Ocupacional y Laboral**

En los dos centros de capacitación incluidos en el presente estudio, se identificó para este nivel un total de 41 carreras con orientación técnica y tecnológica, en las siguientes áreas (en orden alfabético):

- Automatización
- Cableado estructurado
- Carpintería
- Electrónica
- Industrial
- Informática – TICs
- Mecatrónica
- Refrigeración y aire acondicionado
- Soldadura industrial
- Telecomunicaciones

▪ **Nivel Superior**

Se identificó un total de 69 carreras en el área técnica y tecnológica de 12 universidades incluidas en este estudio. Estas carreras están disponibles para cursarse en los niveles de técnico universitario, licenciatura, maestría, postgrado y doctorado. Se presenta a continuación las áreas tecnológicas identificadas para dichas carreras (en orden alfabético):

- Automatización
- Biomédica
- Electrónica
- Industrial
- Informática - TICs
- Mecánica
- Mecánica Industrial
- Mecatrónica
- Refrigeración y AA
- Robótica
- Sistemas Energéticos
- Telecomunicaciones

Tal como lo muestran los cuadros anteriores, la oferta académica, en cuanto a la orientación de la formación en los niveles operacional, técnico y profesional universitario, está en capacidad de satisfacer la demanda de talento humano en todos los niveles requeridos por las empresas, a excepción de una especialización siendo ésta la Maestría en Ingeniería en Refrigeración. Ésta ha sido identificada para la empresa en refrigeración comercial Grupo Fogel de Guatemala. Según

lo planteado por esta empresa, los profesionales actualmente contratados en dicha empresa cursaron esta especialización en universidades del extranjero (México y Canadá).

3.4.3. Experiencias en los procesos de vinculación academia-industria en Guatemala

▪ Pasantías y prácticas supervisadas en las empresas

Algunas empresas han establecido mecanismo de coordinación con institutos técnicos y universidades para la realización de prácticas supervisadas y pasantías. Tal es el caso de empresas en el sector de refrigeración comercial como Grupo Fogel y Alambres Decorativos, y empresas del sector electrónicos como GTBilt y Global Electrónica, que reciben practicantes de diversos institutos como Emiliani, Fischman, Kinal, INTECAP, IMBPC, e institutos departamentales; y practicantes de universidades como la UVG, URL, USAC, Galileo. En algunos casos estos practicantes son posteriormente contratados por las empresas.

▪ Proyectos de empresas con universidades

Según lo indicado por la empresa Tecnología TyT Electrónicos, S. A. TETTSA³⁰ se cuentan con mecanismos de vinculación academia/empresa para el desarrollo tecnológico, específicamente han coordinado con TeslaLab de la Universidad Galileo. Dentro de su experiencia de coordinación con las universidades del país, han hecho pequeñas pruebas y testeos en la fabricación de pequeños sensores, proceso en el que los estudiantes diseñan y ensamblan los sensores en laboratorios de las universidades. TETTSA informó asimismo que existen otros programas en las universidades que promueven el diseño tecnológico, como la Universidad Galileo, UVG, URL, UNIS, USAC, así como algunos colegios e institutos como el Suizo Americano, Valverde, Kinal, Fischman, Emiliani y el INTECAP.

En opinión de esta empresa, en Guatemala hay población joven con potencial e interés en las áreas de desarrollo tecnológico e industrial, sin embargo, para lograr impacto necesitan una buena formación académica. En opinión del representante de esta empresa, a nivel general el desarrollo tecnológico en Guatemala aún se mantiene en un nivel muy básico, por lo que es necesario continuar invirtiendo en el fortalecimiento de los programas académicos.

▪ Organizaciones Gremiales

Entre los beneficios que las agrupaciones gremiales ofrecen a sus asociados se encuentran las oportunidades de capacitación en los sectores a los que pertenecen las comisiones que las conforman. En ese contexto, varias organizaciones gremiales de Guatemala han establecido como parte de su estructura interna unidades para el desarrollo de actividades formativas, de

³⁰ Fuente: Entrevista TETTSA del 29 de septiembre, 2021

capacitación y actualización en temas sectoriales. En algunos casos, estas desde estas unidades han establecido alianzas con instituciones académicas que facilitan los procesos de capacitación en temas específicos. A continuación, se describe algunas de estas experiencias.

Asociación de Exportadores de Guatemala, AGEXPORT

La Asociación de Exportadores de Guatemala, AGEXPORT, cuenta con la Escuela Superior de Negocios desde la cual se busca dar respuesta a las necesidades de profesionalización y especialización para profesionistas, emprendedores, empresarios y altos ejecutivos mediante servicios de formación, capacitación y asesoría. Ofrece cursos de perfeccionamiento gerencial, seminarios, diplomados, posgrados y maestrías, especialmente con orientación en el área de comercio internacional por su enfoque hacia la promoción del crecimiento de las exportaciones.

Sus programas son diseñados de acuerdo con las tendencias actuales del comercio internacional, las condiciones del mercado laboral y empresarial, y competencias gerenciales y empresariales para incrementar la eficacia operativa y la generación de ventaja competitiva en los negocios.

En el área de innovación AGEXPORT ha implementado mecanismos a partir de los cuales cada Comisión dentro de la asociación tienen vinculación con la academia para apoyar el desarrollo sectorial de sus asociados. Una de las áreas que se desarrollan es el área tecnológica. Asimismo, se han fomentado programas de pasantías en las empresas con universidades como la USAC y la UVG.

Adicionalmente, AGEXPORT organiza un foro anual de innovación con el que se fortalece a las industrias del sector sobre tendencias y herramientas que les permiten innovar, se les presenta ya que varias empresas cuentan con su propia área de Investigación y Desarrollo.

Gremial de Tecnología e Innovación de la Cámara de Industria de Guatemala

Esta organización cuenta con alianzas para diferentes actividades de capacitación para sus asociados, con la participación de instituciones como INTECAP con la participación de las Comisiones de la Cámara que están relacionadas con proyectos tales como eventos y educación (diplomados y capacitaciones).

Entre los logros que ha tenido la Gremial relacionados con la formación de talento humano, se cuenta el proceso de identificación de necesidades en cuanto a aspectos en los que la industria de necesita irse formando, tanto en los mecanismos para adquirir tecnología como en la formación en las tendencias actuales de la tecnología.

En este sentido, la Gremial ha organizado charlas y un evento el cual ya se ha realizado en su 4ta edición, orientado a la formación para la adopción de la tecnología en la industria. El evento ha sido dirigido al sector industrial y al público en general ya que el tema no se limita a una industria en lo particular, sino que por su naturaleza y la penetración que la industria de TICs ha tenido en

todas las actividades económicas y empresariales, también abarca todo el sector privado. Las actividades han incluido, entre otros, temas administrativos y de producción y de la industria 4.0.

Tienen también el *Tech Challenge* en su 5ª Edición en la que van fortaleciendo los emprendimientos que van identificando y han hecho labor de premiar, de hacer contacto e incluso algunos de los emprendedores han recibido acceso a inversionistas locales. Han conformado un diplomado sobre la transformación del gerente de informática en el sector privado del cual se está organizando su 2da. Edición y que ha recibido muy buena calificación. Asimismo, cuentan con un primer diplomado en transformación digital, el cual ya se lanzará en noviembre de 2021.

Estas iniciativas en formación y capacitación han sido una herramienta para educar y actualizar a muchas empresas en el área de la tecnología.

En cuanto a la oferta académica, opinó que en Guatemala existe talento en el tema de servicios de tecnología, en términos de gestión de creatividad e incluso de diseño, de programación, sin embargo, su percepción es que el pénsun en las universidades se está quedando algo atrás, no obstante, ya ha habido algunas iniciativas para abordar este tema y tener un diálogo que permita identificar las necesidades del sector privado.

Asociación de Frigoristas de Guatemala ASFRIGUA

ASFRIGUA cuenta con un Departamento de Capacitación. Este Departamento ofrece a sus asociados talleres en seis módulos didácticos. En el contexto de la transición de la industria de refrigeración hacia al uso de productos amigables con el medio ambiente (en el plano internacional), ASFRIGUA ha trabajado con el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARN) en el marco del cual han organizado un evento sobre ahorro energético en equipos de refrigeración y aire acondicionado.

Su programa de capacitaciones está dirigido a sus asociados distribuidos en dos categorías: técnicos de refrigeración doméstica y técnicos de refrigeración industrial y aire acondicionado. Adicionalmente, desde el Departamento de Capacitación están implementando cursos de buenas prácticas de refrigeración.

ASFRIGUA trabaja en coordinación con la Universidad Galileo en el curso para certificarse como Técnico universitario de mantenimiento de equipos de refrigeración y aire acondicionado el cual tiene una duración de dos años. Ha habido diversos proyectos de investigación en las universidades que los vinculan con la Asociación, no obstante, no hay acuerdos firmados.

Durante la entrevista, el representante de ASFRIGUA comentó que en el sector de refrigeración y aire acondicionado continuamente se están creando plazas, por lo que la demanda de empleo en este sector es constante. No obstante, existe muchos colaboradores dentro de las empresas

que se han formado de manera empírica, por ejemplo, sabe de herreros que han desarrollado las competencias y pasan a ser técnicos³¹.

- **Experiencias dentro de las empresas**

Las entrevistas realizadas a empresas de los sectores de electrónicos y refrigeración proporcionaron valiosa información sobre los retos que han debido superar para posicionarse en el mercado, uno de los cuales se relaciona con la contratación colaboradores con el perfil requerido para sus operaciones. A continuación, se presentan aspectos de la experiencia de estas empresas que brindan una visión de su situación actual en talento humano, sus percepciones y opiniones con relación a los mecanismos de vinculación academia – industria.

Flatbox

El representante de la empresa de electrónicos Flatbox, comentó con relación a la disponibilidad de talento humano en Guatemala para el desarrollo de alta tecnología, que dicha empresa empezó en un club de electrónica abierta cuyo fundador fue parte activa de la comunidad. En este contexto fue evidente que existe talento humano con un nivel intermedio de conocimiento en el área de electrónica, lo cual relacionó con el hecho de que hace unos años se estaban graduando unos 4,000 bachilleres en electrónica y muchos se iban al área de software porque no había oportunidades en electrónicos. Compartió la experiencia del socio fundador quien ha impartido talleres de capacitación en IoT en varios departamentos de la república, entre ellos Jutiapa, Quetzaltenango, Retalhuleu, San Marcos, entre otros, los cuales han contado con una participación promedio de 50 personas cada uno.

En tal sentido, relató que se implementó un programa de talleres para motivar a los alumnos de colegios para orientar la electrónica hacia la rama del Internet de las Cosas, IoT, que constituye una intersección entre la informática y la electrónica.

GTBilt

En cuanto a oferta académica y mercado de talento humano, en opinión del gerente de GTBilt³², en Guatemala existe muy buena capacidad en tecnología a nivel profesional. Muestra de ello es que los profesionales graduados de carreras de ingeniería están mostrando muy buena capacidad para realizar soluciones. En este sentido considera que en la Universidad Galileo hay muy buena oferta académica.

Debido a que la tecnología en gran medida debe ser empleada por personal de niveles operativos se requiere de procesos de capacitación en este nivel. Sin embargo, considera que un aspecto

³¹ Fuente: Entrevista ASFRIGUA del 21 de septiembre, 2021

³² Fuente: Entrevista GTBilt del 15 de octubre, 2021.

que ha podido influir en alguna medida en retrasar estos procesos es el temor que aún persiste en parte de la población con relación a que la tecnología pueda desplazar la participación humana. Opina que este temor hasta cierto punto es real ya que la disminución de algunos puestos de trabajo es posible. Se debe considerar como una ventaja que esto será compensado con los puestos que estarán gestionando la tecnología, monitoreando los equipos en el campo, analizando datos, por ejemplo. Lo cual requiere otro nivel de competencias laborales.

Adicionalmente, GTBilt al igual que lo han hecho otras empresas al invertir en la modernización de la tecnología de su empresa, requiere de un proceso de entrenamiento a sus colaboradores para el apropiado manejo de los nuevos equipos, que en ciertos casos debe ser realizado por los mismos proveedores. Es el caso de la empresa colombiana de circuitos impresos, Microcircuitos, con quienes se adquirió una licencia para fabricación de circuitos y de quienes se recibió la capacitación en el uso de la máquina *pick and place*, lo cual tuvo un costo elevado. Otro ejemplo ha sido el entrenamiento del personal en el manejo de fuentes de poder, herramientas y equipamiento para hacer las pruebas de prototipos, lo cual se lleva a cabo en el laboratorio de la empresa.

Actualmente, GTBilt no cuentan con convenios con la academia para la formación de talento en el área de desarrollo tecnológico, aunque mantiene comunicación abierta para recibir practicantes.

REFRIPRO

REFRIPRO es una empresa que ofrece servicios de venta de sistemas y mantenimiento de climatización. Con relación a la situación de talento humano en el sector de refrigeración y aire acondicionado, el representante de esta empresa comentó en entrevista³³ que, desde su percepción en Guatemala existe el talento (en términos de potencial), no obstante, hace falta más capacitación. Agregó que es preferible contratar técnicos a los que se les pueda capacitar y enseñar con lo cual se van desarrollando internamente. Esto ha permitido comprobar que la capacidad y el talento guatemalteco es impresionante, por lo que, si alguna empresa está considerando abrir una planta en Guatemala, sería muy exitosa.

Con relación a las estadísticas del MINEDUC que muestran pocos estudiantes egresados del área de refrigeración, comentó que muy probablemente se deba a la falta de interés por parte de la población estudiantil. En adición, considera que se da muy poca publicidad a la formación en carreras técnicas de refrigeración, así como falta de actualización en los graduandos que egresan de los centros de capacitación ya que conocen acerca de conceptos básicos en tecnología, pero no están capacitados para hacer frente a los nuevos retos tecnológicos. En este momento, cuentan con 35 plazas abiertas que no han podido llenar por la dificultad de encontrar recurso humano.

³³ Fuente: Entrevista REFRIPRO del 3 de noviembre, 2021.

Propone que se debe abordar la problemática iniciando con la capacitación y actualización de la parte técnica para llevarla a la industria y hacerla crecer. El subsector de refrigeración es sumamente grande en la que están involucrados todos los segmentos que abarca la cadena productiva.

Se requiere, por ejemplo, más capacitación en temas relacionados con los procesos de manufactura para cumplir con especificaciones y estándares de calidad que exigen los fabricantes. En Estados Unidos y países de Europa, los instaladores de aire acondicionado son técnicos que tienen una licencia que respalda su labor y que demuestra que han sido capacitados apropiadamente. Se trata de acreditaciones que requieren ser renovadas periódicamente de tal forma que demuestren que los técnicos están también siendo actualizados en los aspectos de la tecnología. Esos requisitos y condiciones no se tienen en Guatemala, mucho se hace con un modelo de capacitación empírica “maestro-aprendiz”, es decir por aprendizaje práctico entre unos y otros.

La industria tiene un gran potencial, pero se requiere de una vinculación más articulada y metódica entre academia industria, que incluye actividades de marketing que despierten el interés en el campo de la refrigeración entre los jóvenes graduandos de nivel escolar.

En cuanto al potencial de Guatemala para contar con plantas de ensamblaje se debe considerar que el mercado guatemalteco no es proporcional desde el punto de vista de rentabilidad, a los costos de operación de una fábrica. Pero sería eficiente si se logra abrir mercado como proveedor regional para Centroamérica y México.

Grupo Fogel

FOGEL, fabricante de equipo de refrigeración comercial, tiene un programa anual de capacitaciones el cual se diseña de acuerdo con requerimientos específicos de los jefes de cada área en cuanto a las necesidades específicas y temas relacionados con métodos de producción, como se describe con mayor detalle en el Informe Entregable I³⁴. Como parte de dicho programa, cuenta con una escuela de formación interna para áreas técnicas y habilidades la cual opera en alianza principalmente con dos institutos técnicos: 1) Kinal, con becas para sus colaboradores en el marco de un programa de capacitación y cursos; 2) INTECAP con el cual coordinan el desarrollo de cursos específicos.

Para la contratación de tanto en el nivel profesional, Fogel capta candidatos de varias universidades del país. Adicionalmente cuenta con un programa de pasantías del cual participan cinco universitarios de las carreras de ingeniería por semestre, así como a otros graduandos de institutos o colegios a quienes se les ubica en el área administrativa. Al terminar la pasantía se les hace oferta de trabajo a quienes hayan tenido el mejor desempeño.

³⁴ Fuente: Entrevista Fogel del 2 de septiembre, 2021.

En los que respecta a necesidades específicas, con frecuencia han debido traer técnicos de otro país para la reparación de alguna máquina por falta de técnicos capacitados para el tipo de maquinaria muy especializada con la que operan.

3.4.4. Otros actores de formación de talento humano para la vida laboral

- **Comunidades Tecnológicas**

En este sentido se debe destacar el desarrollo en Guatemala de Ecosistemas Tecnológicos como la Comunidad de Hardware Abierto de Guatemala y la Comunidad Arduino, que son dos comunidades donde se desenvuelven personas muy motivadas que han mostrado entusiasmo y que ha conseguido proyectarse fuera de los límites de la región metropolitana de Guatemala. estimando que actualmente Arduino tiene unos 10 capítulos (que así se le llama a cada uno de los grupos), en 10 de departamentos del país.

Esto es una muestra de que en el interior del país hay capacidad de mano de obra, especialmente ha notado que hay muchos bachilleres en electrónica, así como muchos colegios que ha abierto carreras con orientación tecnológica en el área de la electrónica como algo novedoso.

Asimismo, la cobertura de centros educativos público y privados en el interior del país se ha incrementado.

- **Campus Tecnológico - TEC**

El campus tecnológico TEC en la Ciudad de Guatemala es un concepto innovador que busca recrear la plataforma de innovación y éxito de Silicon Valley en California, adaptado a las realidades de Guatemala y de Latinoamérica. Pone a disposición edificios para empresas y eventos de tecnología e innovación ofreciendo a emprendedores, ingenieros, programadores, estudiantes, mentores, inversionistas y cualquiera que esté interesado en tecnología, una plataforma en la que pueden impulsar el éxito empresarial y proyectos de innovación.

Los recursos presentes en el TEC, combinado con la masa crítica de gente presente innovando, capacitándose, invirtiendo, diseñando e inventando, lo hacen un punto ideal para lanzar cualquier proyecto de tecnología. Su objetivo es convertir a Guatemala en un “Hub” de Tecnología a nivel mundial y desplazarse por la región para ofrecer esta plataforma en países vecinos.

▪ **Proyectos educativos de la Municipalidad de Guatemala**

La Municipalidad cuenta con dos interesantes proyectos educativos que se describen a continuación³⁵:

Escuela Taller Municipal:

Es un centro de formación integral dirigido a jóvenes en edades de 16 a 21 años que hayan aprobado el 6to. grado de la escuela primaria. Cuenta con el aval del Ministerio de Educación y la Municipalidad de Guatemala y su objetivo es desarrollar en los jóvenes los conocimientos necesarios y las herramientas para desarrollar una actividad laboral, capacitándose en un área técnica laboral, así como la oportunidad que puedan seguir sus estudios en el ciclo básicos y diversificado. El propósito es que puedan optar a la inserción laboral inmediata al egresar de la Escuela.

Los jóvenes aprenderán un oficio que les permitirá generar un recurso para beneficio propio, mediante diferentes técnicas de aprendizaje básicas en áreas de producción, con la visión de ser formados como personas emprendedoras que puedan competir en el mercado laboral.

La oferta incluye talleres entre los que se encuentran áreas relacionadas con la industria y tecnología como carpintería, electricidad, herrería-forja y TIC/Robótica.

En el área de informática y robótica, los alumnos egresados tendrán conocimiento en informática y robótica donde conocerán los principios necesarios del funcionamiento de una computadora. Tendrán la capacidad de diagnosticar y reparar fallas comunes, así como dar el mantenimiento preventivo y correctivo necesario a los equipos de computación. Aprenderán a programar y construir diferentes tipos de robots, aprendiendo sus principios básicos de lenguajes de programación para que realicen tareas comunes de ayuda en la comunidad donde se desarrollen.

Los talleres tendrán una duración de 2 años en jornada semanal completa, tiempo que será distribuido en 70% de práctica y 30% de teoría, con base en la metodología Aprender-Haciendo.

Contará con mecanismos de vinculación laboral que les permitirá ayudar a los alumnos graduandos a encontrar prácticas y a tener mejores oportunidades de empleo, preparándolos también en conocimientos y habilidades para la búsqueda de empleo.

El proceso de vinculación laboral tendrá las siguientes fases:

- Ubicación de plazas vacantes u ofertas publicadas por empresas registradas en la base de datos de la Escuela.
- Publicación de ofertas de empleo en la página de vinculación laboral.
- Registro de muestras de interés en la base de datos.

³⁵ Fuente: Entrevista Municipalidad de Guatemala del 8 de noviembre, 2021.

- Contacto con la empresa para proporcionar datos del estudiante como candidato
- Contacto con el estudiante (candidato) para hacer la referencia a la empresa

Programa MuniTec

Es un proyecto que se concibió desde el año 2008 con una proyección original de construir tres centros de capacitación ubicados en zonas de alto riesgo, para los cuales actualmente se cuenta con el financiamiento de la Cooperación Alemana. El centro ubicado en la zona 21 de la Ciudad de Guatemala estará listo para su apertura a inicios de 2022; el segundo centro está al momento en una fase de avance del 95% en su construcción. Se tiene proyectado construir el tercer centro en la zona 18, las obras están pendiente de iniciar su ejecución.

El enfoque será la facilitación de cursos libres, facilitando a los alumnos equipo para poder estudiar. Habrá computadoras, cursos sincrónicos o asincrónicos. El propósito es cerrar la brecha digital, especialmente para quienes no tienen acceso a este tipo de tecnología.

En la actualidad se está gestionando el establecimiento de alianzas con instituciones académicas, entre ellas, una con la Universidad Del Valle de Guatemala, que está brindando asesoría en la concepción del modelo pedagógico.

El programa contará con una plataforma de aprendizaje en autotrónica. Adicionalmente se está preparando un proceso de licitación para obtener una plataforma de aprendizaje para robótica y automatización industrial. Asimismo, está en proceso la gestión de equipo para fabricación digital. Cuentan con equipo como *router* digital, torno digital, impresión 3D, cortadora laser, asimismo, se adquirieron 350 computadoras para ser distribuidos y usados en dos edificios, que servirán para llevar cursos en línea, así como para aprender a usar aplicaciones.

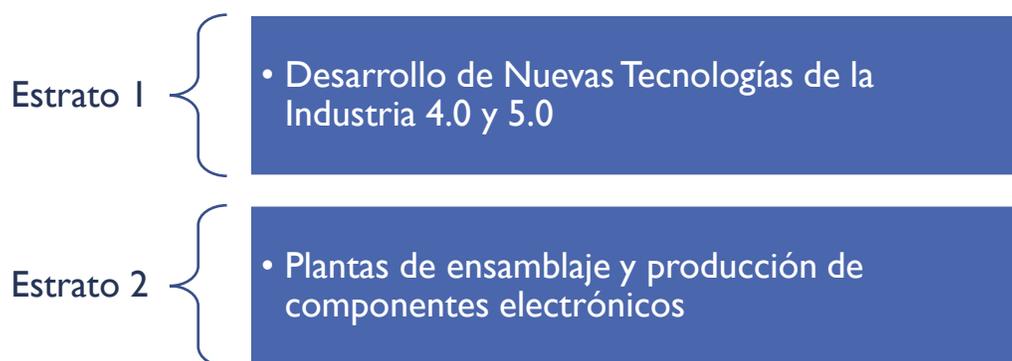
Se darán cursos de Ofimática, arte digital, desarrollo de software y emprendimiento, y se promoverá el desarrollo de habilidades blandas para que tengan una formación integral. Habrá también un componente de empleabilidad, formación que les permita conseguir empleo. Se tiene contemplado establecer alianzas con centros educativos para que los jóvenes puedan acceder a los laboratorios, para la parte práctica.

4. POTENCIAL DE GUATEMALA PARA CONVERTIRSE EN PROVEEDOR DE PRODUCTOS Y/O SERVICIOS EN LA CADENA GLOBAL DE VALOR DE LA INDUSTRIA EMS Y REFRIGERACIÓN

4.1. SECTOR DE ELECTRÓNICOS

Con base a la información presentada en los incisos 3.1 y 3.2 se estima que, desde el punto de vista de competencias tecnológicas y disponibilidad de recurso humano del sector, Guatemala cuenta con potencial para para convertirse en proveedor de productos y/o servicios en la cadena global de valor de la industria EMS en dos estratos, que se les llama así adoptando dicha definición por considerar que pueden avanzar de forma paralela³⁶. Para ello, deben darse ciertas condiciones en cuanto a factores de competitividad que se mencionan más adelante.

Figura 17: Propuesta de Estratos para el Desarrollo del Sector de Electrónicos en Guatemala



Fuente: Elaboración propia.

Estrato 1: Desarrollo de Nuevas Tecnologías: Industria 4.0 y 5.0

Este es caso del Internet de las Cosas (IoT) y robótica, entendido el primero como aquellos dispositivos al que se les ha dotado de conexión a internet y cierta inteligencia de software, sobre el que se pueden medir parámetros físicos o actuar remotamente y que por tanto permite generar un ecosistema de servicios alrededor del mismo.

Su uso es muy variado, pudiendo mencionar el Internet Industrial de las cosas (IIoT), en las que se desarrollan dispositivos para la agroindustria y manufactura, así como otras aplicaciones para comercio y servicios, por lo que tiene un amplio potencial de satisfacer diferentes tipos de necesidades del mercado.

³⁶ **Estrato**: Conjunto de elementos que, con determinados caracteres comunes, se ha integrado con otros conjuntos previos o posteriores para la formación de una entidad o producto históricos, de una lengua, etc.; cada una de las capas de un tejido orgánico que se superponen a otras o se extienden por debajo de ellas. Definición de la Real Academia Española.

De acuerdo con el Informe de la Economía Digital 2019, se espera que el mercado mundial de sistemas de IoT se decuple, con lo que pasaría de 151,000 millones de dólares en 2018 a 1,567 billones en 2025. Se estima que al año 2025 cualquier persona del mundo que esté conectada interactuará con dispositivos IoT casi 4,900 veces al día por término medio, esto es, una interacción cada 18 segundos. Se trata de un incremento exponencial en comparación con las 584 interacciones que se registraban en 2015 (UNCTAD, 2019).

Asimismo, en el entorno actual, a medida que las empresas se recuperan del impacto de COVID-19, sus principales objetivos son mejorar la eficiencia, la productividad y la experiencia del cliente, y dependen cada vez más de los datos. Para dar respuesta a estas necesidades, se espera que los dispositivos conectados a IoT en todo el mundo aumenten notablemente de ahora al año 2026, a razón de una tasa de crecimiento anual compuesta de casi el 15% (Muy Canal, Tecnología, 2021).

Por otro lado, la investigación más reciente de Juniper Research, '*IoT in Retail: Strategies for Customer Experience, Engagement & Optimization 2017-2021*', señala que los procesos de "próxima generación", como el *retail* personalizado, podrían lograrse integrando software empresarial y tecnologías emergentes, con datos de IoT conectados a bienes. Juniper pronosticó que el gasto en *software* para los sistemas de planificación de recursos empresariales para integrar estos datos alcanzaría los 11,300 millones de dólares anuales en 2021, frente a los 1,500 millones de dólares en 2017 (Digital Too, Hap Group, s.f.).

Las aplicaciones actuales del IIoT se concentran, sobre todo, en manufactura, transporte y energía, con una inversión de más de 300,000 millones de dólares en todo el mundo en 2019, que se espera se duplique en 2025. En el futuro inmediato se prevé que la adopción del IIoT se traduzca en la implantación de más robots industriales orientados a la sistematización de procesos, como los *cobots*, sistemas de control de almacenes y transporte de mercancías, y sistemas de mantenimiento predictivo. Se espera que las ventas mundiales de robots industriales aumenten, pasando de las 381,300 unidades vendidas en 2017 a 630,000 unidades en 2021 (UNCTAD, 2019).

Aunado a IoT, se encuentra la tendencia a la computación en la nube que está transformando los modelos de negocio, ya que ofrece posibilidades flexibles de escalabilidad y una implementación y mantenimiento coherente de las aplicaciones (UNCTAD, 2019).

En cuanto a oportunidades similares de desarrollo que pueden darse para Guatemala, en el que ya se ha fabricado un tipo de botón de alerta por Flatbox, vale la pena mencionar el caso de una empresa coreana que estaba buscando armar botones de pánico para instalarlos en los teléfonos celulares y que se conectan al mismo por medio de Bluetooth al teléfono celular. En el momento de una emergencia, envía mensajes de texto, alerta a la policía, bomberos y lanza una señal GPS con la ubicación. La idea era producir este dispositivo en Guatemala para comercializarlo en la región. Lamentablemente, por no haber recibido respuesta inmediata de una carta que requerían, en la cual se reconocía que podía ser algo interesante para Guatemala, la empresa coreana no siguió adelante con dicho proyecto.³⁷

³⁷ Grupo Focal con Consejeros Comerciales, 27 de abril de 2021.

Las empresas que ya se encuentran trabajando en estas áreas en Guatemala que pueden formar parte del Nivel I de desarrollo del sector y que fueron descritas en el inciso 3.1 son las siguientes:

Tabla 17: Resumen de Desarrollos de Empresas Guatemaltecas

Empresa	Desarrollos / Aplicaciones
BDG de Guatemala	<ul style="list-style-type: none"> - Localización y medición de activos críticos, como en el sector de <i>retail</i> - Localización y medición de flotas en exterior, sector de la industria manufacturera como la alimentaria - Localización y medición de flota en interior, como ejemplo en la industria de siderurgia; - Localización y medición de personas, con aplicación por ejemplo en trabajadores subcontratados (<i>outsourcing</i>). - <i>Robot Process Automation (RPA)</i>
GTBilt	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de control y predictivo para tanques de oxígeno, sector salud - Sistema de control y predictivo de humedad en la tierra, sector agrícola - Sistema de control en ingreso a residenciales
Flatbox + Tech4Mobile	<ul style="list-style-type: none"> - Medición de afluencia de personas en lugares públicos - Sistema automático de conteo de personas y semáforo de aforo en tiempo real - Desarrollos Smart City, como cámaras inteligentes para tráfico vehicular y medidor de flujo de agua para manejo eficiente - Botón de alerta para hospitales y control de rondas de los médicos - Desarrollo de huertos urbanos autónomos - Sistema lectoristas y facturación
Bitmec	<ul style="list-style-type: none"> - Cabina médica vinculado a <i>call center</i> para consulta médica y emisión de receta médica
DigitalTwins	<ul style="list-style-type: none"> - Dispositivos de monitoreo y generación de información predictiva para productos agrícolas y agroindustria de azúcar
Kingo	<ul style="list-style-type: none"> - Sistema de energía solar prepago
Global Electrónica	<ul style="list-style-type: none"> - Turnadores para control de órdenes que están listas para despacho - Tableros de indicadores (KPIs) orientados a la productividad - Marcadores deportivos y reloj para cualquier tipo de deporte - Contador de granos, en automatización industrial - Sensores de temperatura, en camiones de transporte de

Empresa	Desarrollos / Aplicaciones
	productos perecederos - Relojes digitales con GPS para asegurar que siempre dé la hora exacta - Contador automático de personas para el control de aforo, por temas de pandemia
Hybrico	Solución de energía de tecnología limpia como servicio de extremo a extremo para sitios de telecomunicaciones fuera de la red y con mala señal
Molvu	Fabricación de hardware (<i>tablets</i>) y <i>wearables</i>
dX Latam, S.A.	- Integraciones de software con plantas telefónicas para marcación predictiva - Aplicaciones para control de equipos en industria agrícola, para temas de riego y fertilización, por ejemplo.
Aerobot	- Sistemas de inteligencia artificial para procesar data recolectada y generar información de alta calidad que permita una rápida toma de decisiones en el campo - Implementación de sistemas de automatización de riego - Fumigación con drones
Optagonal	Gestión de inventarios mediante “TAG's RFID” (identificación por radio frecuencia), por medio de antenas conectadas al lector RFID
ASTEG	Integración de hardware y productos en la nube, para el sector de comercio digital tales como POS digitales y <i>tablets</i> comerciales en las que puede imprimirse tickets
ABBACYBERDATA	Relojes biométricos
Ergocom-NET	Desarrollo de aplicaciones e integraciones según necesidades de los clientes

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de entrevistas, encuestas e investigación en páginas web de las empresas.

En el caso de estas empresas es importante mencionar que varias de ellas están ubicadas en el Campus TEC y que actualmente se están haciendo las gestiones para que el edificio TEC I se convierta en una ZDEEP. La idea es que las empresas que trabajan hardware se ubiquen en este edificio para que desde allí puedan contar con los incentivos que ofrecen las ZDEEP. La organización aún está trabajando en cuanto a algunos ajustes que se requieren en la normativa, para que esta pueda adecuarse a este tipo de tecnologías. Ya se están haciendo los ajustes

necesarios como el cierre de las entradas al público y ya tienen ubicado en donde estará la oficina de la SAT³⁸.

Asimismo, actualmente el Campus TEC, la Universidad Galileo y el grupo de empresas Bitmec-Kingo-DigitalTwins, están dando forma a la planta que se estará instalando en el Campus TEC, con la idea de que puedan contar con el equipo necesario para no depender del diseño de prototipo y tarjetas PCBs en China. Más adelante se describe este proyecto con mayor detalle.

El contar ya con una base de empresas y la instalación de esta planta tiene el gran potencial de fortalecer la Etapa I y favorecer la exportación de los equipos que ya se están trabajando.

Otro ejemplo lo constituye Hybrico que cuenta con una planta en la zona 12 de la Ciudad Capital registrada como zona franca, en donde ensambla el producto que exporta actualmente a Honduras y Colombia.

En adición, en temas de proveeduría de metalmecánica, empaque y etiquetas autoadhesivas se cuenta con empresas basadas en Guatemala como INTEGRA, Cartones de Guatemala y Seven Print, respectivamente, pueden ser parte de esta cadena de valor.

Estrato 2: Plantas de Ensamble y Fabricación de Componentes Electrónicos

El Estrato 2, que se describe con mayor detalle más adelante, podría considerar el ensamblaje y la fabricación de componentes electrónicos, en la cual se va trabajando paralelamente al Estrato I. Este puede preparar también las bases para el giro de negocio de las empresas mencionadas anteriormente para que llegue a cobrar otras dimensiones en el futuro.

Como ejemplo puede mencionarse el caso de dispositivos médicos, en el que Costa Rica es actualmente, el segundo país de América Latina en exportación de dispositivos médicos controlando el 24% del mercado regional, solo superado por México. A nivel mundial se encuentra en la posición decimocuarta, aportando el 2% de exportaciones de este tipo, según datos de la Promotora de Comercio Exterior de Costa Rica.

Costa Rica suma más de 30 años de experiencia supliendo a la industria global de dispositivos médicos a nivel mundial. Actualmente, alberga a 6 de las 10 compañías de dispositivos médicos más importantes, logrando generar, con corte al cierre del 2020, 38.248 puestos de trabajo (Presidencia de la República de Costa Rica, 2021). Entre ellas Medtronic, St. Jude Medical, Cardinal Health, Hologic, Abbott Medical Costa Rica.

Según la agencia de promoción de inversiones de Costa Rica, CINDE la ruta de crecimiento despegó desde el año 2000, cuando el país solo contaba con 8 empresas del sector *MedTech*. Veinte años después, Costa Rica suma 88 compañías de esta especialización. Actualmente, los dispositivos médicos representan 34% de las exportaciones de bienes de Costa Rica y se proyecta cerrar el 2021, con ventas de más de US\$5 mil millones este año. (Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo-CINDE, 2021).

Las empresas se encuentran ubicadas en la Zona Franca Coyoil en donde se ha desarrollado un ecosistema de empresas de Ciencias de la Vida con proveedores y contratistas en el sitio,

³⁸ Fuente: Entrevista Campus TEC, del 28 de octubre, 2021.

proporcionando las condiciones ideales para que operen los fabricantes de equipos originales (OEM). Suplidores y proveedores estratégicos operan dentro de Zona Franca Coyol ofreciendo servicios como empaque, moldeo, extrusión, ensamblaje, esterilización y logística (Zona Franca Coyol, s.f.).

En cuanto a empresas multinacionales del sector de electrónicos que se han instalado en Latinoamérica, a continuación, se muestra una selección de los principales proyectos de inversión en la región, por el monto de capital a invertir y/o por los empleos que proyectan generar, anunciados en los cinco años más recientes.

Tabla 18: Algunos de los principales proyectos de inversión en Latinoamérica, anunciados por empresas del sector electrónico, 2016-2021

Año	Empresa inversionista	Página web	País origen	País destino	No. de Empleos generados	Capital invertido (Millones de US dólares)
2020	Intel Costa Rica	www.intel.com	E.U.A.	Costa Rica	200	350
2019	Huawei Technologies	www.huawei.com	China	Brasil	3,000	800
2019	Jabil Circuit	www.jabil.com	Estados Unidos de América	México	4,000	30
2019	Flex Ltd. (Flextronics)	www.flex.com	Singapur	México	2,000	65
2019	Semiconductors Avançados do Brasil	www.qualcomm.com	Estados Unidos de América	Brasil	900	200
2019	Samsung Group	www.samsung.com	Corea del Sur	Brasil	287	160
2019	Compass Made	www.ccicms.com	Estados Unidos de América	México	300	80
2018	Plexus Corp	www.plexus.com	Estados Unidos de América	México	3,000	145
2018	Leoni	www.leoni.com	Alemania	México	2,000	38
2017	Qualcomm	www.qualcomm.com	Estados Unidos de América	Brasil	1,200	200

Fuente: Consultoría de Manufactura Internacional de Equipos Electrónicos.

Como referencia del potencial del sector puede mencionarse a México, segundo proveedor de productos de tecnologías avanzadas en el mercado de Estados Unidos, cuyas exportaciones el año pasado fueron de \$59,714 millones de dólares. Dentro de esta categoría se encuentran teléfonos inteligentes, televisores, equipo y aparatos del sector médico, microprocesadores y computadoras (El Economista, 2021).

En cuanto a los productos en los que puede incursionar Guatemala en el sector electrónico, a continuación, se presenta la propuesta elaborada en la Consultoría “Manufactura Internacional de Equipos Electrónicos, Análisis de subsectores EMS y su Cadena Global de Valor” para el Proyecto Creando Oportunidades Económicas de USAID (Romero, 2021):

Tabla 19: Listado de productos de Nivel Básico del Sector Electrónico en los que puede Incursionar Guatemala:

<ul style="list-style-type: none"> - Ensamblados de productos electrónicos completos - Ensamblados de equipos de radiocontrol, controladores lógicos programables, consolas - Ensamble de amplificadores y equipo de audio, bafles, equipo de monitoreo, videocámaras, fuentes de alimentación, etc. - Subensambles electrónicos (PCA) - Subensambles de tarjetas de control - Subensambles de balastos electrónicos - Subensambles electromecánicos (temporizadores o termopares) - Subensamble de arneses - Subensambles de ventiladores y sistemas de enfriamiento - Subensamble de equipos de calefacción - Subensamble de sensores y actuadores - Subensambles de tableros de control 	<ul style="list-style-type: none"> - Subensambles electrónicos para la industria automotriz - Subensamble de inductores (transformadores toroidales, transformadores de subida y bajada, autotransformadores de subida y bajada, autotransformadores, bobinas de inducción, relevadores, etc.) - Fabricación de partes metálicas troqueladas y/o estampadas - Servicios de tratamientos térmicos - Servicios de tratamientos superficiales - Fabricación de partes extruidas - Fabricación de partes maquinadas - Fabricación de partes plásticas - Fabricación de material de empaque - Fabricación de materiales impresos (manuales de usuario, guías e instructivos) - Fabricación de etiquetas autoadheribles
--	--

Fuente: Consultoría de Manufactura Internacional de Equipos Electrónicos.

En entrevistas con empresarios del sector, la opinión es que sí se pueden llegar a realizar en Guatemala y que actualmente, ya se trabaja algunos de los productos mencionados como la fabricación de partes plásticas, material de empaque, materiales impresos, etiquetas autoadheribles y aunque en pequeña escala para consumo interno en su mayoría, el ensamble de productos electrónicos completos y subensambles electrónicos.

4.2. EL SECTOR DE REFRIGERACIÓN: SUBSECTOR DE VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO

En el caso del subsector de refrigeración comercial se encuentra Grupo Fogel empresa que ha sido comentada anteriormente. En este caso, FOGEL ya forma parte de la cadena global de valor con productos de calidad mundial que exporta a diferentes países y surte mercado nacional

y que, debido al tamaño del mercado, la posibilidad de que se instale en Guatemala otra fábrica similar es muy baja.

Sin embargo, durante el estudio se ha determinado que puede existir un potencial en Guatemala para el ensamblaje de unidades de aire acondicionado y ventilación.

Inicialmente, se ha identificado a la empresa Herracentro que durante la entrevista manifestó que la experiencia en ensamblaje ya la tienen de cierta forma, debido a que cuando las unidades son muy grandes es necesario desarmarlas y volverlas a armar. La empresa REFRIPRO comentó también que existe un gran potencial en el subsector de aire acondicionado.

Asimismo, ASFRIGUA comentó que tienen un proyecto para dar cursos de fabricación de ventiladores para inyección y extracción de aire, que se ensamblarían con componentes que vengan de fuera.

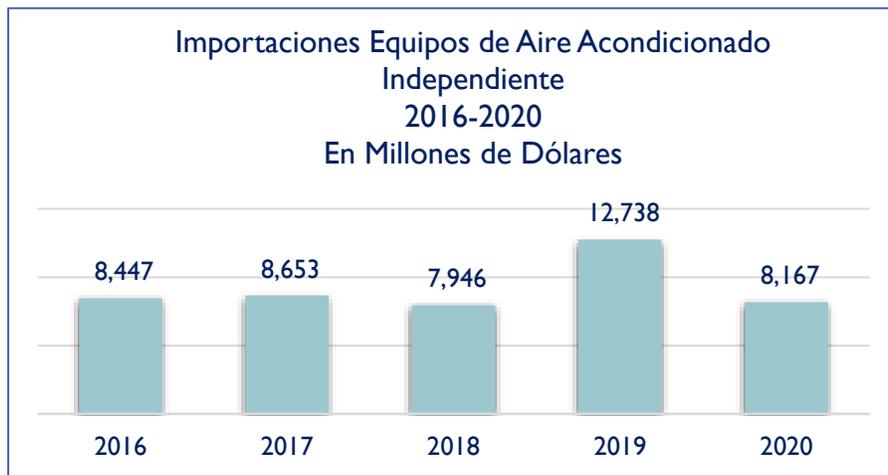
Lo anteriormente recabado en las entrevistas se complementó con el estudio de GIZ Potencial de Expansión de Tecnologías Eficientes en Centroamérica (GIZ, 2019), cuyo objetivo es desarrollar una propuesta de medidas para activar el mercado de las tecnologías eficientes en Centroamérica, se ha identificado varios sectores, dentro del que se encuentra el de refrigeración y aire acondicionado. Para la priorización y expansión se han valorado aspectos de las tecnologías, del mercado y de la situación en cada país de la región, considerando los aspectos similares y los diferenciadores. Se ha prestado también atención a los comentarios y experiencias de las organizaciones públicas y privadas de la región.

En el caso de climatización y refrigeración, considera la sustitución de los equipos convencionales por equipos eficientes, con refrigerantes naturales que no agotan la capa de ozono y con un potencial de calentamiento global poco significativo, así como las mejoras y medida en los sistemas de refrigeración representan un potencial de ahorro importante en la región, como lo es la reducción de uso de energía eléctrica.

El incremento potencial anual del inventario de equipos de aire acondicionado eficientes en la región centroamericana se encuentra estimado en 307,879 unidades anuales; mientras que para refrigeración industrial en la categoría de *chillers* y sistemas centralizados eficientes, es de 626 y 301 anuales, respectivamente.

A continuación, se presentan las estadísticas de importación de unidades de aire acondicionado a Guatemala, información que se complementa con los datos publicados por CentralAmericaData en cuanto a que las empresas del sector de la región compraron en el exterior equipos de aire acondicionado por \$147 millones de dólares (CentralAmericaData, 2021).

Gráfica 15: Importaciones de Equipos de Aire Acondicionado Independiente 2016-2020



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de *Trademap*, recuperados durante septiembre, 2021.

En términos generales, el proyecto se visualiza como algo similar al modelo de negocio de ensamble de IKDs (*Incompletely Knock-Down*) o CKDs (*Completely Knock-Down*) de aire acondicionados *split*, que se importan y ensamblan en el país de destino, trabajando de la mano con una empresa extranjera, que decidiera instalarse en Guatemala, representando su marca o creando una marca nueva para la línea de ensamblaje.

Para poder tener una aproximación del concepto para un proyecto similar, se ubicó un trabajo de tesis de posgrado de Ecuador realizada para la empresa MABE instalada en ese país desde 1995 como resultado de la alianza con la empresa ecuatoriana Electrodomésticos Durex, que aunque tiene ya varios años de haberse realizado, brinda un panorama de cómo podría llevarse a cabo el proyecto (Albuja, Ernesto et al., 2012). A su vez, esta información fue revisada en entrevista con el representante de la empresa Herracentro.

En el Capítulo 6 se describe con mayor detalle los requerimientos que puede tener un proyecto de este tipo.

Como ejemplo del interés en instalar una planta de este tipo en Guatemala puede mencionarse a la empresa Soler y Palau que tiene una fábrica en Puebla, que tenía un proveedor acá que vendía en toda Centroamérica, pero en lugar de hacer alianza con dicha empresa decidieron hacerlo por su cuenta y debido a que no tenían la experiencia en el tema comercial en la región centroamericana no funcionó al igual que en México³⁹.

³⁹ Fuente: Entrevista Herracentro, del 18 de octubre de 2021.

4.3. PUNTOS CRÍTICOS PARA LOGRAR LA COMPETITIVIDAD

En este capítulo se plantean una diversidad de puntos considerados “críticos” en la competitividad del sector de manufactura de electrónicos y de refrigeración, relacionados con la capacidad del país para convertirse en proveedor de alta tecnología a nivel mundial, participando eficazmente en la Cadena Global de Valor. Este enfoque obedece a que la competitividad de las empresas está directamente relacionada con los factores de competitividad del país. Los factores propios de competitividad de las empresas han quedado plasmados en los temas de Cadena de Valor, la Demanda de Talento Humano, Potencial para convertirse en Proveedores y la Propuesta de Ruta Crítica.

Figura 18: Relación de Competitividad de País y del Sector Empresarial



Fuente: Elaboración propia a partir de información del estudio

Aunque ya han sido abordados en etapas previas de la presente consultoría, los factores de competitividad se presentan en este espacio desde la perspectiva de las oportunidades de país para lograr su incursión formal y posicionamiento en los mercados internacionales, planteados con un enfoque integrado y funcional en cuanto a las áreas de mejora que se propone.

En tal sentido tales factores se plantean como áreas a mejorar o atender, considerando la relación de interdependencia que las mismas guardan entre sí y cuyo abordaje se considera esencial en el proceso de internacionalización de los productos y servicios tecnológicos. Las principales áreas de mejora identificadas como “puntos críticos de competitividad” para Guatemala en este escenario son:

- **Zonas Francas.** Aumentar las inversiones en la creación de más zonas francas para contribuir a mejorar las condiciones de atracción de inversión extranjera directa y fortalecer el desarrollo clústeres industriales orientados al establecimiento de un *hub* de proveedores locales.

- **Infraestructura.** Aumentar las inversiones en infraestructura productiva en el ámbito vial, portuario, aeroportuario, de telecomunicaciones e de complejos industrial incluidos el modelo de zonas francas.
- **Sistemas Aduaneros.** Crear programas de capacitación y transferencia tecnológica que contribuya a la agilización en los trámites aduaneros y a mejorar los procedimientos técnico – administrativos.

Figura 19: Áreas de Mejora – Puntos Críticos de Competitividad



Fuente: Elaboración propia.

- **Talento Humano.** Creación de instrumentos de gestión estratégica para establecer mecanismos eficaz y estratégicamente articulados de vinculación academia-industria, en el contexto de los planes de desarrollo económico del país.
- **Banca de Inversión.** Crear condiciones para aumentar las inversiones en capital y seguros de riesgo orientadas a inyectar capacidad financiera al sector MIPYMEs que impulsen iniciativas de manufactura ligera.
- **Política Industrial.** Promover la revisión y actualización de la Propuesta de Política para establecer una política industrial basada en la competitividad y la innovación para Guatemala 2014-2044 para agilizar su aprobación, a partir de esfuerzos anteriores en esta materia que favorezca el crecimiento del sector de manufactura.
- **Certeza Jurídica.** Mejorar en las condiciones de Certeza Jurídica como un eje transversal relacionado con las áreas de mejora identificadas, enmarcándolas en el correspondiente marco normativo, promoviendo procesos de revisión, evaluación, actualización y reformas necesarias que hagan viables y funcionales los esfuerzos planteados en los instrumentos de política y gestión estratégica sectorial.
- **Imagen de País.** También considerado como eje transversal que se ve afectado por otras condiciones, se considera de gran importancia mejorar la imagen de país en el extranjero, mediante giras promocionales a los países objetivo e invitaciones a dichos

países a realizar visitas guiadas que permitan a las empresas extranjeras conocer los complejos industriales y académicos, así como el desarrollo de las principales ciudades de Guatemala.

Figura 20: Puntos Críticos de Competitividad



Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta una descripción más amplia para el abordaje de las áreas de mejora:

4.3.1. Zonas Francas y Zonas de Desarrollo Económico Especial Públicas, ZDEEP

El establecimiento de zonas francas continúa cobrando importancia como un modelo de gestión industrial y de comercio internacional cuyo fomento, en opinión de varios empresarios, beneficiaría de manera importante la economía del país, fortaleciendo la atracción de inversión extranjera directa, entre otros aspectos.

Definidas como áreas de terreno físicamente delimitadas y denominadas áreas extra aduanales, las zonas francas están sujetas a un régimen aduanero y fiscal especial establecido en el marco normativo nacional⁴⁰. Son fiscalizadas por la Intendencia de Aduanas de la Superintendencia de

⁴⁰ Decreto No. 65-89 Ley de Zonas Francas y Decreto No. 06-2021 Reformas a la Ley de Zonas Francas; Decreto No. 22-73 Ley Orgánica de la Zona Libre de Industria y Comercio Santo Tomas de Castilla y sus Reformas, Decreto

Administración Tributaria (SAT). Las empresas que radican dentro de ellas se dedican a la producción y comercialización de bienes para ser exportados o reexportados, así como de servicios relacionados al comercio internacional (AGEXPORT, 2020).

El funcionamiento de zonas francas se ha convertido en una eficaz e innovadora metodología de gestión comercial alrededor del mundo. De acuerdo con la Revista DataExport, las zonas francas han generado desarrollo en 136 países (DATAEXPORT, AGEXPORT, 2020), promoviendo la dinámica de Cadenas de Valor Global generada por la presencia de empresas multinacionales, creando mecanismos especiales que permiten la creación intensiva de mano de obra directa. En tal sentido, la Asociación de Zonas Francas de Guatemala (AZOFRAGUA) plantea tres grandes beneficios de las zonas francas:

- El desarrollo de las economías locales por medio de **encadenamientos** entre las compañías internacionales y la nacionales.
- **Salario diferencial superior** 20% al promedio de la industria.
- Utilización de mecanismos especiales que permiten la **creación intensiva de mano de obra directa**.

Pero además de estos beneficios y de los incentivos derivados del tratamiento aduanero y fiscal especial, presentan otros aspectos que favorecen el fortalecimiento de las empresas en los mercados internacionales y que son un atractivo para el establecimiento de empresas extranjeras. El enfoque de parques industriales con el establecimiento y operación de clústeres ofrecen la ventaja de contar con toda la cadena de suministros dentro de la misma zona, con lo que se logra una reducción significativa de costos en todo el proceso productivo.

Actualmente, Guatemala cuenta con una plataforma coyuntural de base que favorece el crecimiento y el fortalecimiento del modelo de zonas francas y ZDEEP cuyos componentes, tanto internos como externos (vistos como fortalezas y oportunidades) representan en su conjunto una serie de ventajas competitivas para buscar el posicionamiento de país en las exportaciones del sector de manufacturas, en especial como proveedor de alta tecnología.

Figura 21: Componentes de la Plataforma Coyuntural para el Desarrollo de Zonas Francas y ZDEEPs



Por lo tanto, incrementar el número de zonas francas y zonas de desarrollo puede servir como plataforma para el impulso de la manufactura de alta tecnología en Guatemala. Asimismo, puede ser considerada como un elemento clave para mejorar los factores de competitividad en las áreas de incentivos, atracción de IED, infraestructura industrial de base.

A continuación, se expone una descripción de las fortalezas y oportunidades identificadas.

- **Marco legal de Zonas Francas y ZDEEPs actualizado y renovado**

La operación de zonas francas en Guatemala cuenta con un marco legal que norma su creación y funciones el cual ha tenido importantes reformas que han contribuido a actualizar la figura de zonas francas para responder a las demandas y tendencias del comercio internacional.

La Ley de Zonas Francas, Decreto No. 65-89, ha sido recientemente reformada por el Decreto No. 06-2021 como resultado de un esfuerzo conjunto entre el MINECO y la SAT. Destacan en estas reformas las enmiendas al Artículo 41 con lo cual se estará contribuyendo a atraer Inversión

Extranjera Directa (IED) en actividades modernas con mayor grado de sofisticación, de manera particular en el sector de manufacturas de aparatos electrónicos entre los que se incluye microprocesadores y equipo médico y hospitalario, entre otros.

La Ley Orgánica de la Zona Libre de Industria y Comercio Santo Tomás de Castilla (ZOLIC), Decreto No. 22-73 establece el funcionamiento de esta instancia. La ZOLIC promueve el desarrollo industrial y comercial del país así como la atracción de inversiones nacionales y extranjeras operando bajo estándares de calidad y certificaciones internacionales. Es un importante motor en la generación de empleos, de los sectores comercial, industrial y de servicios.

Esta Ley ha sido reformada mediante el Decreto No. 30-2008. Por medio de estas reformas autoriza a la ZOLIC para crear Zonas de Desarrollo Económico Especial Públicas (ZDEEP). El Decreto No. 30-2018 Zonas de Desarrollo Económico Especial Públicas ZDEEP establece sus operaciones.

Una de las diferencias entre Zonas Francas y las ZDEEP, es que en las primeras, de todo lo que se produzca o se comercialice, el 80% puede salir del país y solo el 20% o menos de los diferentes tipos de productos, puede permanecer en Guatemala.

En el caso de Zona Libre, todo lo que se produzca o comercialice, la operación determinará si se queda en Guatemala o se exporta. En cuanto al marco legal, las Zonas Francas están normadas por la Ley de Zonas Francas y son autorizadas por el MINECO, siendo este Ministerio y el Ministerio de Finanzas Públicas los órganos competentes en esta materia.

Las ZDEEPs por otro lado, están normadas por la Ley Orgánica de la ZOLIC y su Reglamento, y son autorizadas por la SAT. La aprobación de los proyectos de ZDEEP se deberá fundamentar, principalmente, en el impacto económico y social que se proyecte que genere en la zona donde se pretenden instalar.

Figura 22: Marco Legal de Zonas Francas y de ZDEEPs



Fuente: Elaboración propia a partir del marco normativo.

▪ **Organización sectorial de Zonas Francas y ZDEEPs**

El fortalecimiento y creación de zonas francas en Guatemala cuenta además con el apoyo del sector empresarial organizado, con la Gremial de Zonas de Desarrollo de la Cámara de Comercio de Guatemala y la Asociación de Zonas Francas de Guatemala, AZFRAGUA. A lo largo del presente estudio se ha planteado la importancia que ha tenido la participación del sector empresarial e industrial organizado en impulsar la formulación de estrategias e instrumentos normativos y de política pública para el desarrollo y fortalecimiento del sector de manufactura en Guatemala. Por lo tanto, contar con estas organizaciones en lo particular representa una fortaleza.

▪ **Experiencias de éxito en la gestión de Zonas Francas y ZDEEP**

La instalación y operación de zonas francas es un modelo que ha cobrado gran relevancia en el comercio internacional. Es por ello por lo que muchos países han invertido importantes recursos en la creación de estos complejos.

De acuerdo con AGEXPORT, en Guatemala existen en total siete zonas francas⁴¹. Asimismo, la experiencia de la Zona Libre de Industria y Comercio de Santo Tomás de Castilla (ZOLIC) y el funcionamiento de las ocho Zonas de Desarrollo Económico Especial Públicas (ZDEEP) creadas por medio de ZOLIC, constituyen referentes de éxito en la gestión de comercio internacional bajo esta modalidad en territorio guatemalteco (AGEXPORT, 2020).

Destaca la experiencia de las ZDEEP, proyecto que habiendo sido formulado con la idea de agilizar los procesos de control aduanero, específicamente en lo relacionado a la burocracia que afecta a estos procesos, en la práctica no solo ha alcanzado este objetivo sino que además ha demostrado que es posible una relación de cooperación positiva y eficaz entre la entidad aduanera rectora del país y las empresas.

Esta relación se ha desarrollado mediante el desempeño de roles complementarios que han propiciado sinergia entre las figuras de ZOLIC/ZDEEP y la SAT. Como ya se ha descrito ampliamente en el Informe Entregable 2, ZOLIC desempeña el rol de administrador mientras que la SAT le da vida al parque mediante la autorización de las operaciones, creando recintos controlados en una relación de balance de roles que ha contribuido a simplificar y a hacer más eficientes los procesos aduaneros. Con ello Guatemala ha logrado demostrar los beneficios de la figura de las ZDEEP.

Asimismo, de acuerdo con DataExport, también destaca en este conjunto la Zona de Desarrollo Económico Especial Pública Puma la cual es conocida como un referente exitoso de operatividad y el manejo.

⁴¹Fuente: <https://lahora.gt/mineco-y-agexport-reformas-a-zonas-francas-podrian-generar-hasta-32000-empleos/>, publicación del 31 de mayo de 2021.

- **Capacidad instalada de base en manufactura de diversos tipos de dispositivos electrónicos y equipos de refrigeración**

Existe en Guatemala varias empresas dedicadas a la manufactura de productos electrónicos y refrigeración, varias de las cuales ya cuentan con una posición en el mercado y que han demostrado ser muy exitosas como proveedoras en demanda internacional, como se ha comentado en el Capítulo 2 de este documento.

Esto constituye una ventaja en cuanto a que como país ya se cuenta con la experiencia en procesos de manufactura ligera y con cierto nivel de capacidad instalada, lo que sienta las bases para dar un “salto productivo” hacia la manufactura de mayor sofisticación, como se plantea en la Propuesta para Establecer Una Política Industrial Basada en la Competitividad y la Innovación para Guatemala 2014-2044, la cual expresa que “muchos nuevos productos que han surgido en estos últimos veinte años están surgiendo sin conexión alguna con los productos existentes. Esto indica que es posible realizar “brinco” en el desarrollo de nuevos productos “lejos” del “espacio de productos”. A partir de dicho análisis, y tomando en cuenta el desarrollo de capacidades productivas para incrementar la sofisticación de la producción industrial, el Informe de Consultoría por parte de *Dalberg Global Development Advisors* identificó asimismo una serie de productos que podrían evaluarse para que sean desarrollados en Guatemala (Dalberg 2011^a)”.

Tabla 20: Productos para realizar “saltos de capacidades” en el sector de manufactura ligera según Dalberg Global Development Advisors utilizando la metodología de product space.

Categoría	Producto
Refrigeradoras y congeladores	Sistemas de aire acondicionado y refrigeración
	Cajas de seguridad y blindaje
	Calcomanías
	Pizarras y tableros para escribir
	Reparaciones y cargas para extinguidores
Pilas y baterías	Lámparas eléctricas portátiles
	Alarmas e interruptores de tiempo
	Proyectores o magnificadores de imagen
	Reparaciones y cargas para extinguidores
	Sistemas de aire acondicionado y refrigeración
Emisores de radiotelefonía	Partes para televisión y radio
	Micrófonos y altavoces
	Velocímetros tacómetros
	Máquinas despendedoras
	Sistemas de aire acondicionado y refrigeración
Vehículos de transporte de mercancías	Material de señalización de vías
	Calcomanías
	Velocímetros y tacómetros
	Máquinas y aparatos agrícolas

Categoría	Producto
	Sistemas de aire acondicionado y refrigeración
Aparatos de telefonía	Velocímetros y tacómetros
	Maquinaria y aparatos eléctricos
	Sistemas de aire acondicionado y refrigeración
	Partes para televisión y radio
	Lámparas eléctricas portátiles

Fuente: Propuesta para Establecer Una Política Industrial Basada en la Competitividad y la Innovación para Guatemala 2014-2044 (Bonilla, 2014)

Sobre la base de la premisa de los saltos productivos, la Propuesta de Política Industrial plantea, de acuerdo con la tabla anterior, apostar en la inversión en manufactura de diversos productos electrónicos, de refrigeración y de aire acondicionado.

Se debe considerar que en la última década los sectores de electrónicos y refrigeración en Guatemala ha mantenido un importante ritmo de crecimiento y actualización hacia las tendencias mundiales, en cuanto al desarrollo de operaciones de manufactura y comercialización, iniciativas de innovación, creación de ecosistemas tecnológicos y desarrollo de talento humano, con lo cual los productos en tecnología han variado y se han diversificado. Dicho crecimiento se está desarrollando en el marco actual de la transformación digital, la Revolución Industrial 4.0 y 5.0, orientando la industria hacia la manufactura de alta tecnología.

De acuerdo con la opinión de representantes de algunas de las empresas entrevistadas en esta Consultoría, una de las limitaciones para el crecimiento de la industria de manufactura ligera es la falta de un *hub* de proveedores locales, por lo que las perspectivas en el mediano y largo plazo conllevan la creación de condiciones para contar con proveedores locales.

La oferta de apoyo por parte de la cooperación internacional para el fomento a la MIPYME y el desarrollo industrial, en el marco de los tratados comerciales vigentes, se suma a los factores de experiencia en manufactura ligera y capacidad instalada, los cuales mediante una gestión adecuadamente articulada pueden orientarse a crear estas condiciones, aprovechando el ámbito que ofrecen las zonas francas y zonas de desarrollo económico especial en cuanto a la instalación de clústeres industriales.

▪ **Apertura a mercados por los TLC – ADA**

Los diversos tratados comerciales suscritos entre Guatemala, Centroamérica y países de Norteamérica, Europa y Taiwán plantean una serie de ventajas entre las que se encuentran el establecimiento de zonas de libre comercio y tratamientos arancelarios preferenciales que favorecen el acceso a los mercados de estas regiones. Estos tratados además, establecen de

forma más amplia relaciones de cooperación para el desarrollo comercial en temas que favorecen el acceso a mercados:

- Acuerdo de Asociación entre Centroamérica y la Unión Europea – ADA
 - Cooperación Industrial e IED
 - Sectores innovadores y de alta tecnología
 - Creación de capacidades relacionadas con el comercio

- Tratado de Libre Comercio entre Centroamérica, República Dominicana y Estados Unidos (DR-CAFTA)
 - Creación de capacidades relacionadas con el comercio
 - Instalación del Comité para la Creación de Capacidades Relacionadas con el Comercio
 - Formulación de la Estrategia nacional sobre creación de capacidades relacionadas con el comercio.
 - Participación de donantes internacionales, entidades del sector privado y organizaciones no gubernamentales

- Tratado de Libre Comercio entre Guatemala y la República de China (Taiwán)
 - Estudios sobre la oferta exportable y las capacidades ociosas de producción para la identificación de posibles campos de inversión
 - Exploración e identificación de sectores de interés comercial
 - Vinculación entre agentes económicos / actores en las cadenas de valor
 - Participación de MIPYMES

- El Tratado de Libre Comercio entre Centroamérica y México
 - Que ofrece importantes ventajas de intercambio comercial en un mercado de grandes dimensiones.

Las dimensiones de los mercados en Norteamérica, Europa y Taiwán representan oportunidades de expansión y posicionamiento en los mercados internacionales para Guatemala y la región centroamericana.

▪ **Participación en la organización regional de zonas francas**

La Asociación de Zonas Francas de las Américas (AZFA) de la cual Guatemala forma parte, es una red cuyos afiliados tienen a disposición beneficios y servicios como la defensa del régimen, promoción, información especializada del sector, negocios y comunidad.

La estructura de la AZFA ofrece oportunidades mediante su plataforma RELOCATE AZFA enfocada en *re-shoring*, *nearshoring* y *off-shoring* de la región que promueve la oferta inmobiliaria en las Zonas Francas de Iberoamérica, entre las cuales se encuentra la ZDEEP Parque Industrial

Michatoya Pacífico, y en la cual se publica información en forma dinámica sobre el tipo de oferta, tipo de inmueble y condición, uso del inmueble, país y ciudad de ubicación.

Tabla 21: Servicios de promoción de Zonas Francas de AZFA

Tipo de oferta	Tipo de Inmueble	Uso del Inmueble	Ubicación	Condiciones del Inmueble
<ul style="list-style-type: none"> • Arriendo • Venta • Arriendo y Venta y 	<ul style="list-style-type: none"> • Bodega • Lote • Oficina 	<ul style="list-style-type: none"> • Data Center • Industria, Logística o Servicio • Servicios BPO, KPO, ITO 	<ul style="list-style-type: none"> • País • Ciudad • Domicilio 	<ul style="list-style-type: none"> • Nuevo • Usado

Fuente: Elaboración propia, a partir de la Plataforma RELOCATE AZFA.

La participación de Guatemala en la AZFA constituye una vitrina para el mundo por lo que la inclusión de otras Zonas Francas y Zonas de Desarrollo Económico en la misma es un medio para atraer inversión extranjera al país. Adicionalmente, la participación de Guatemala como miembro de la Organización Mundial del Comercio (OMC) constituye una oportunidad para negociar y establecer tratados de libre comercio y contar con el respaldo de las normas que regulan el comercio internacional. Todo ello, junto a los factores de competitividad de país, contribuye a acceder a los principales mercados en el mundo.

4.3.2. Fortalecimiento de la Infraestructura Productiva

Uno de los factores clave de competitividad que inciden en el desempeño de los actores de la cadena de valor global es la infraestructura productiva.

La infraestructura productiva incluye iniciativas para favorecer el desarrollo de la capacidad productiva en las áreas de 1) infraestructura de transportes (vial, ferroviaria, aeroportuaria, portuaria) y 2) e infraestructura de comunicaciones con proyectos de telecomunicaciones.

De acuerdo con la Política Nacional de Competitividad 2018 – 2032, un sistema de comunicaciones y transporte bien desarrollado, contribuye a mejorar una serie de condiciones para disminuir las desigualdades en el ingreso y a reducir la pobreza, al permitir acceso a servicios y actividades económicas diversas; facilita la movilización de trabajadores hacia las fuentes de empleo; habilita a los empresarios y emprendedores a transportar y comercializar los productos de forma oportuna y segura; permite un rápido flujo de información, que incrementa la eficiencia económica. Agrega que incide en la toma de decisiones informadas y ágiles ya que esto se sostiene sobre los sistemas de comunicación pertinentes. La existencia y buen funcionamiento de la infraestructura impacta en el crecimiento económico.

4.3.3. Agilización en aduanas

Entre los principales problemas que reportan las empresas al momento de realizar las gestiones de comerciales tanto en importar como en exportar, son los retrasos en los trámites aduaneros, lo que conlleva costos para las empresas, afectando tanto a la industria local como extranjera con consecuencias en la competitividad del país⁴².

Se requiere implementar modernización en los procesos aduaneros, tanto desde el punto de vista de la capacidad técnica de personal que opera en los distintos puertos, oficinas y dependencias, como en la infraestructura, en cuanto a instalaciones apropiadas, equipamiento, y tecnología.

En este sentido, los diversos tratados comerciales y de cooperación ofrecen capacitación y transferencias de tecnología para modernizar los sistemas aduaneros, con énfasis en temas de automatización, gestión de datos y estadísticas, metrología, estandarización de parámetros e indicadores y normativa en comercio internacional.

4.3.4. Talento Humano

El presente estudio ha hecho evidente el fuerte impulso que está dinamizando el sector académico orientando la oferta formativa hacia las nuevas tendencias en desarrollo tecnológico. De manera específica se pudo identificar que la mayor parte de la demanda de talento humano de las empresas que participaron en las entrevistas puede ser cubierta con recurso humano desde los niveles ocupacional, técnico y profesional. Sin embargo, no existen mecanismos eficaz y estratégicamente articulados de vinculación academia-industria, en el contexto de los planes de desarrollo económico del país. Los mecanismos de vinculación en su mayoría son iniciativas de coordinación directa entre las empresas y las instituciones educativas.

Por tal razón, es muy importante promover la creación de estos mecanismos con visión de largo plazo en los planes de formación, considerando los esfuerzos tanto del sector empresarial organizado como del sector académico en fortalecer la industria de manufactura de alta tecnología.

4.3.5. Atracción de Inversión Extranjera Directa

Guatemala cuenta con diversos instrumentos para promover la inversión extranjera, entre los que se puede mencionar la Ley de Inversión Extranjera, Decreto 9-98. Ésta define la inversión como “cualquier actividad destinada a la producción, intermediación o transformación de bienes, así como la prestación de servicios, mediante toda clase de bienes o derechos, siempre que éste se haya efectuado, de conformidad con las leyes y reglamentos respectivos” (Congreso de la República de Guatemala, 1998).

⁴² Fuente: Entrevistas realizadas a empresarios durante el estudio, septiembre-noviembre, 2021 y Grupo Focal Consejeros Comerciales, 27 de octubre, 2021.

Posteriormente, el Decreto 34-2007 que reforma esta Ley adiciona lo referente a la plena equiparación de inversionistas extranjeros, en condiciones que no dependen de que la República de Guatemala tenga o no relaciones diplomáticas o comerciales formales con los países o naciones de origen de estos inversionistas (Congreso de la República de Guatemala, 2007).

Esta Ley regula el tratamiento a la inversión, garantías y derechos, y establece la Ventanilla Única para la Inversión.

En este marco se crea también la Comisión de Promoción de Inversiones denominada "Invierte en Guatemala", (Invest in Guatemala) mediante Acuerdo Gubernativo No. 20-2008, con el objetivo de impulsar y desarrollar las acciones que tiendan a mejorar la promoción de las inversiones en el país, proponer al Ministerio de Economía las políticas necesarias con el mismo fin y proponer los lineamientos y procedimientos que sean necesarios para la promoción de la inversión en Guatemala (Presidencia de la República de Guatemala, 2008).

En tal contexto, se crea el Programa de Agregados Comerciales, Inversión y Turismo, PACIT, cuya estructura y funciones pasaría posteriormente al Ministerio de Relaciones Exteriores (MINEX) como la Red de Consejeros Comerciales (RCC), la que se implementó en septiembre de 2020 mediante el Convenio de Cooperación Interinstitucional entre el MINEX, el MINECO y el Instituto Guatemalteco de Turismo (INGUAT). La RCC tiene entre sus funciones prospectar y atraer inversiones extranjeras directas y asegurar las cadenas de suministro (MINEX, 2021).

Los consejeros comerciales impulsan múltiples gestiones de diplomacia económica y comercial, por lo que el MINEX funciona como enlace entre empresas extranjeras y productores y gremios locales, quienes luego establecen negociaciones de manera directa entre sí o con apoyo del MINECO y el sector productivo en el país. Las gestiones de esta Red han dado importantes aportes a Guatemala.

Adicionalmente, las cámaras de comercio bilateral cuentan con programas para la promoción de la inversión extranjera en Guatemala. Como ejemplo se cita el programa "Invertir en Guatemala" de la Cámara de Comercio Guatemalteco Canadiense, que ofrece información relevante para orientar las oportunidades de inversión en Guatemala. Incluye una sección con el desglose de la Inversión Extranjera Directa (IED) en Guatemala por país de origen, actividad económica y por Clasificación Industrial Internacional Uniforme, así como la Guía de Negocios e Inversiones en Guatemala 2019 elaborada por el MINEX (Cámara de Comercio Guatemalteco-Canadiense, s.f.).

Figura 23: Instrumentos Normativos y de Gestión para la Atracción de Inversión Extranjera Directa



Fuente: Elaboración propia a partir del Marco Normativo.

Las instancias mencionadas son recursos institucionales cuyas acciones deben coordinadas y articuladas mediante la creación de una política activa para la atracción de IED, para lograr el impacto que el sector empresarial ha percibido necesario. que permitan por un lado viabilizar lo establecido en el marco normativo, de gestión pública y de tratados internacionales sobre el tema, y por otro lado aprovechar iniciativas como las zonas de desarrollo que actualmente ya están operando en Guatemala.

También es necesario revisar y actualizar el marco normativo actual para incorporar temas relacionados con incentivos fiscales y de otra naturaleza para el establecimiento de empresas multinacionales, en consonancia con la propuesta de fortalecimiento de operaciones industriales y creación de clústeres de manufactura ligera en las Zonas Francas.

Existen asimismo, informes en los cuales se indica el potencial de Guatemala con relación a la atracción de inversión extranjera. El Informe sobre las inversiones en el mundo de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre comercio y desarrollo, (UNCTAD) de 2020, indica que el gobierno de Guatemala estableció incentivos fiscales para las empresas que operan en sus Zonas de Desarrollo Económico Especiales Públicas (ZDEEP) como una herramienta para promocionar la inversión. Entre los beneficios fiscales proporcionados se encuentran una exención por 10 años del impuesto sobre la renta y una suspensión temporal de impuestos asociados a las importaciones. Estos informes plantean **la importancia del régimen de zonas francas como medio para aumentar la inversión extranjera** en el país.

Como comentarios complementarios, se ha expresado que Guatemala tiene condiciones positivas y buena disposición para diversificar empresas. Según Bancolombia Guatemala posee dos características especialmente atractivas para inversionistas: hay muchos empresarios guatemaltecos con excelente dinamismo que han construido empresas, industria y mercados muy importantes, y segundo hay una institucionalidad que permite hacer los negocios y avanzar (BLITA International, 2020).

4.3.6. Banca de Inversión

Un sistema formalmente establecido de inversión en capital y seguros de riesgo para apoyar el financiamiento de emprendedores y MIPYMES en el área de manufactura ligera con prioridad en el subsector de electrónicos, permitiría contar con más oportunidades de acceso a capital semilla para el desarrollo de proyectos innovadores que promuevan su participación en la cadena de valor de alta tecnología.

Tal sistema se orientaría a crear diversos mecanismos, entre ellos mecanismos para incrementar la inversión extranjera directa considerando la figura de seguros de riesgo país que favorezcan el desarrollo de las MIPYMES en manufactura ligera de alta tecnología. Puede considerarse esta figura en las etapas tempranas que contribuyan a darle certeza a los inversionistas extranjeros y a consolidar. Existen organizaciones y empresas financieras que ofrecen este tipo de servicios, como el *US International Development Finance Corporation (DFC)*, un banco de desarrollo de Estados Unidos, que se asocia con el sector privado para financiar soluciones a los desafíos más críticos que enfrenta el mundo en desarrollo en la actualidad. Invierte en diversos sectores que incluyen energía, salud, infraestructura crítica y tecnología. DFC también proporciona financiación para pequeñas empresas y mujeres emprendedoras con el fin de crear puestos de trabajo en los mercados emergentes (DFC, s.f.).

Asimismo, los TLC en los que participa Guatemala contemplan cooperación para el financiamiento de MIPYMES vinculando agentes económicos entre los países signatarios. Uno de ellos es el Tratado de Libre Comercio entre Guatemala y la República de China (Taiwán) que establece como parte de las acciones de cooperación para el desarrollo, **fomentar contactos entre agentes económicos, impulsar inversiones conjuntas** y el establecimiento de alianzas empresas y redes de información que permitan que las Partes promuevan la cooperación financiera entre ellas, en particular aquella dirigida al desarrollo de la micro, pequeña y mediana empresa (Capítulo 20).

El Acuerdo de Asociación entre Centroamérica y la Unión Europea (ADA), plantea en el artículo 42 estimular la creación de empleo y el espíritu empresarial, reforzando el marco institucional necesario para la creación de pequeñas y medianas empresas y facilitando el acceso al crédito y al micro financiamiento.

4.3.7. La propuesta de política industrial

Como fue planteado en el Informe Entregable I de la presente Consultoría, uno de los instrumentos dentro del actual marco normativo y de gestión sectorial para estimular y fomentar el desarrollo de la economía y de manera particular la industria lo constituye la Propuesta para Establecer Una Política Industrial Basada en la Competitividad y la Innovación para Guatemala 2014-2044. Uno de los aspectos principales que plantea es la problemática derivada de la ausencia de desarrollo industrial en el país y en la cual destaca que no se han realizado apuestas en gran escala que permitan impulsar la manufactura en el país. De esa cuenta plantea la importancia de

adoptar una política de industrialización en Guatemala cuya implementación conlleva efectos positivos en el desarrollo de las industrias del sector.

El enfoque de la propuesta no solo se orienta a promover fortalecer los diversos factores de competitividad que ya se ha analizado ampliamente a lo largo de la consultoría, como los son el fomento a la urbanización estratégica e infraestructura, educación para la producción, innovación, investigación y desarrollo, desarrollo empresarial y de capacidad financiera, agilización de trámites y atracción de IED, sino que además plantea de manera particular dentro de los instrumentos sectoriales, la creación de zonas especiales de desarrollo.

La propuesta plantea que el modelo de Zonas Especiales de Desarrollo es un mecanismo que ha tenido éxito en varios países, particularmente asiáticos, indicando que cuentan con la infraestructura adecuada para la realización de las operaciones de las empresas, así como los accesos necesarios para exportar sus productos, además de la legislación que permite adaptar la normativa a las necesidades de los distintos Sectores Económicos Estratégicos que se busca atraer, tanto en temas fiscales como laborales.

La propuesta agrega que las zonas especiales de desarrollo constituyen una herramienta que debe tomarse muy en cuenta en Guatemala para la atracción de inversiones, especialmente de industrias con capacidad de generar empleo masivo, en coordinación con esfuerzos de urbanización del país y el mejoramiento de las Áreas Urbano-Industriales Prioritarias, así como su vinculación con vivienda popular y transporte público para atraer población a las zonas especiales de desarrollo.

Contar con este instrumento de política pública traería importantes beneficios. Al haber sido formulada en 2014 con horizonte de 30 años, se recomienda su revisión y eventual actualización para agilizar su aprobación.

5. PRINCIPALES PROVEEDORES EN LATINOAMÉRICA

5.1. SECTOR DE ELECTRÓNICOS

Tomando en consideración el marco contextual presentado anteriormente, a continuación, se presenta información sobre las principales empresas ubicadas en México, país que ha cobrado mucha relevancia en la producción de electrónicos a nivel mundial y por su cercanía con Estados Unidos, ha atraído inversiones de empresas tecnológicas multinacionales. Destacan especialmente, **Foxconn, LG, Samsung, BlackBerry, Flextronics, Intel, HP, Panasonic, Ericsson y Motorola.**

La taiwanesa **Foxconn**, líder mundial en la producción de electrónicos, que trabaja automatización industrial, electrónicos de consumo y dispositivos médicos, destinó hace unos años más de 230 millones de dólares a la ampliación de sus instalaciones a lo largo de la frontera mexicana, actualmente cuenta con alrededor de 4,500 empleados (FOXCONN, s.f.). En agosto del año pasado se publicó que esta empresa junto con otra empresa taiwanesa **Pegatron**, están buscando nuevas fábricas en México (El Economista, 2021).

En el caso de **Flextronics**, la empresa ofrece servicios de diseño, ingeniería, y manufactura de componentes electrónicos con aplicaciones en los segmentos automotriz, industrial, médico y tecnológicos.

Este es el tipo de empresas que Guatemala podría atraer para instalarse en el país dadas las condiciones de competitividad necesarias.

La empresa **Electronic Cats**, fue mencionada en el proceso de entrevistas como otro ejemplo de lo que se podría trabajar en Guatemala. Esta empresa se dedica al diseño y fabricación de hardware electrónico y sistemas embebidos para el público en general y las empresas privadas (Electronic Cats, s.f.). La empresa utiliza el software *KiCad*.⁴³

En adición hay una serie de empresas nacionales que maquilan electrónicos, de las que se pudo ubicar 21 empresas en un directorio industrial, cuyo listado por su extensión, se presenta en el Anexo No. I.5.

Finalmente, en el área de desarrollo de IoT, se ubicó a las siguientes empresas de México.

⁴³ Fuente: Grupo Focal Universidad Galileo, del 28 de octubre, 2021

Tabla 22: Empresas del Sector de IoT en México

Empresa y Ubicación	Desarrollo
Solutions 4 IoT, Guadalajara, Jalisco https://s4iot.com	Desarrollo de soluciones para acelerar la "democratización" del IoT y trabajan en los rubros de la industria agrícola e industrial
Nómada-E, Solace Labs, Zacatecas https://www.nomada-e.com	Desarrollo de tarjeta de Grado Industrial para desarrollo de aplicaciones mecátrónicas, sistemas embebidos e IoT
Kraken IoT, Querétaro, Querétaro https://www.aguakraken.com/web	Abastecimiento inteligente de agua con sensores y soluciones del IoT para prevenir fugas y tener un mayor control sobre el consumo del agua
Motebo, León Guanajuato https://www.motebo.co	Desarrollo de textiles inteligentes con aplicaciones de IoT y tecnologías wearables en las áreas de salud y seguridad
LevelGas, San Luis Potosí https://www.levelgas.com/aplicacion-movil	Diseño de soluciones de IoT en medidores de gas y agua para la gestión de recursos del hogar.
Emiti, Guadalajara, Jalisco https://emiti.com.mx	Desarrollo de reloj inteligente que busca prevenir caídas en personas de la tercera edad y ayudar al monitoreo de signos vitales, con su tecnología Algoritmos Vitales®
Cuby Smart, San Luis Potosí https://cuby.mx	Desarrollo de soluciones inteligentes para sistemas de aire acondicionado

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la investigación.

Pasando a Colombia, se presentan dos empresas que se dedican a la fabricación de componentes electrónicos:

Microcircuitos, empresa colombiana con más de 30 años en el mercado. Se han constituido como el mayor fabricante y proveedor de circuitos impresos en Colombia, Ecuador, Panamá, Perú y Costa Rica.

Cuentan con certificaciones y gestión de la calidad y entre las áreas de aplicación tienen: Telecomunicaciones, Equipos de potencia, Ascensores, Entretenimiento, Medicina y Electrónica de consumo (Microcircuitos, s.f.).

Microcircuitos es la empresa que capacitó al CTO de GTBilt y a los investigadores del Tesla Lab de la Universidad Galileo en el uso de la máquina *pick and place* y otros equipos relacionados con prototipaje y ensamblaje de dispositivos en los PCBs⁴⁴.

Colcircuitos, empresa de 18 años de trayectoria, se encuentra ubicada en Medellín, Colombia, fabrican componentes electrónicos, circuitos impresos, integración electrónica, *testing* avanzado, teclados de membrana y prototipado electrónico (Colcircuitos, s.f.). Esta empresa fue referida por el Consejero Comercial de Colombia quien la mencionó como una de las empresas líderes en ese país.⁴⁵

5.2. PROVEEDORES DEL SUB-SECTOR DE VENTILACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO

Las empresas de fabricación y ensamblaje de unidades de este tipo, que fueron identificadas son las siguientes:

Aireflex de Colombia, S.A.S., operando desde 1985, dedicada al diseño y fabricación, montaje y mantenimiento de equipos de aire acondicionado, para edificaciones comerciales, oficinas, centros de datos (data centers), clínicas, hospitales y laboratorios (AIREFLEX, s.f.). Son distribuidores de las más importantes marcas de equipos a nivel mundial, entre los que se encuentran *Trane*, *York*, *LG*, *Samsung*, *Daikin* y *Carrier*, en el área de automatización a *Automated Logic Corp.* De Estados Unidos. Entre las ventajas competitivas la empresa destaca las siguientes:

Cuentan con la más avanzada tecnología tanto en el diseño como en la fabricación de los equipos, así como el sistema de automatización tiene como parámetro fundamental, el uso racional de energía de manera que se pueda controlar todas las variables del proyecto con máxima eficiencia y mínimo consumo de energía.

Ofrecen el más avanzado sistema de servicio de postventa dentro del que resaltan los siguientes aspectos:

- Monitoreo de todos los equipos instalados desde su propio centro de gestión computarizado, de manera que cualquier alarma de funcionamiento será reportada y su equipo de ingenieros especializados analizarán, diagnosticarán y corregirán las anomalías de funcionamiento que puedan detectarse en el momento en que se presente una falla.
- Mantienen un stock local de repuestos de todos los sistemas instalados tanto en el aire acondicionado y ventilación mecánica, como también de los módulos de control del sistema de automatización y gestión.
- Los equipos de Aireflex han sido diseñados por ingenieros colombianos dentro de las

⁴⁴ Fuente: Entrevista GTBilt del 15 de octubre, 2021 y Grupo Focal Universidad Galileo del 28 de octubre, 2021.

⁴⁵ Fuente: Grupo Focal con Consejeros Comerciales, del 27 de octubre, 2021.

normas y parámetros internacionales para la industria de aire acondicionado, ventilación mecánica, sistema de enfriamiento evaporativo y sistemas de precisión para centros de cómputo, utilizando componentes importados y certificados por las Normas UL, AMCA, ARI de los Estados Unidos y aportando mano de obra de ensamble nacional, dentro de una política de calidad ISO 9000 y de mejoramiento continuo.

- Sus sistemas proporcionan la mejor relación costo - beneficio para los clientes y usuarios.

SODECA, empresa fundada en 1983, con presencia en España, Rusia, Chile, Finlandia, Portugal el Reino Unido, Perú y Colombia. Se especializa en el diseño y fabricación de ventiladores y sus accesorios para aplicaciones industriales. Las aplicaciones industriales requieren gran capacidad de adaptación y flexibilidad a las especificaciones de cada proyecto (SODECA, s.f.).

Entre sus soluciones pueden mencionarse calidad del aire interior, unidades de tratamiento de aire, sistemas con compuertas, extracción de humos, sistemas de presurización, aplicaciones industriales, equipos para vivienda, residenciales colectivos, centros comerciales, ventiladores de tejado. Han realizado proyectos a nivel internacional, en diversos países.

Los ventiladores y extractores de SODECA están disponibles en todos los países europeos y en muchas otras partes del mundo, gracias a la calidad del producto y los métodos de investigación y desarrollo utilizados.

La empresa cumple con el estándar AMCA y sus procedimientos de calidad están certificados por Bureau Veritas de acuerdo con la norma ISO 9001: 2015. La empresa destaca como el factor más importante para alcanzar sus objetivos el factor humano, “los grandes profesionales que trabajan para servirle, ofreciendo no solo equipos de ventilación sino también soluciones a cualquier requerimiento de ventilación del cliente”.

6. RUTA CRÍTICA PARA INICIAR UNA INVERSIÓN PARA EL SECTOR DE ELECTRÓNICOS Y REFRIGERACIÓN EN GUATEMALA

6.1. SECTOR DE ELECTRÓNICOS

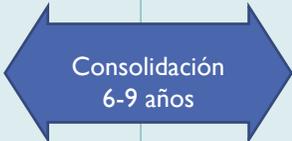
Como resultado de la investigación realizada y entrevistas con empresarios del sector, ha podido determinarse que hay capacidad instalada en Guatemala, para poder comenzar con un proyecto de desarrollo del sector. En este sentido, se presenta a continuación la proyección que tienen los empresarios y Academia como punto de partida para el despegue organizado del sector de electrónicos.

6.1.1 La Visión Empresarial del Desarrollo del Sector de Electrónicos en Guatemala

La ruta de desarrollo propuesta presenta tres fases, que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 23: Ruta de Desarrollo del Sector de Electrónicos en Guatemala

Fase 1: Planta de Prototipaje Rápido <i>Makers Space</i>	Fase 2: <i>Turn-Key PCB Assembly House</i>	Fase 3: Planta de Fabricación de Componentes Seleccionados (Maquila) y Ensamblaje
<ul style="list-style-type: none"> - Instalación de centro de manufactura de dispositivos electrónicos para hacer prototipaje rápido  - Capacitación en paralelo de ingenieros y técnicos - Impacta/acelera el desarrollo de productos electrónicos (IoT) – <i>speed to market</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Instalación de “<i>assembly house</i>” - Diseño - Fabricación PCBs - Ensamblaje 	<p>Maquila y ensamble para grandes multinacionales del sector de electrónicos</p>
<p style="text-align: center;">0 a 1-2 Duración (Años)</p>	<p style="text-align: center;">3 a 5 Duración (Años)</p>	<p style="text-align: center;">10 a 15 Duración (Años)</p>



Fuente: Elaboración propia a partir de la investigación y entrevistas realizadas.

Fase I: Creación de un “Makers Space” en Campus TEC

Existe ya un plan que se ha venido gestando desde antes de la pandemia para instalar un centro de manufactura de dispositivos electrónicos para hacer prototipaje rápido y fabricación de PCBs, lo que implicaría tener una línea completa de producción, en la que los diseños se puedan producir allí y en corto plazo tener los prototipos (1 semana), ya tienen stock, pueden hacer el prototipado, con esto ya tienen algo funcional localmente y si luego identifican que hay errores que corregir esto se puede hacer rápido, poder tener su validación o *testing* rápido.

Como resultado de la alianza que se está forjando entre el TEC, la Universidad Galileo y empresarios del sector, podrán contar con una buena parte del equipo. Por ejemplo el TecLab puede aportar equipo de prototipado, maquinado y electrónica; Universidad Galileo puede aportar el equipo con que ya cuentan también para prototipado; y, a nivel de empresa se estaría aportando también ciertos equipos. Tanto la academia como a nivel de empresa ven este esfuerzo como una colaboración por un bien común, para que como país se pueda empezar a exportar electrónicos.

Con todo ello se logra tener una pequeña fábrica completa desde grabado de tarjetas, el robot para colocar los *chips* en la tarjeta, el horno que los suelda y la máquina inyectora de plástico para tirajes pequeños y la máquina CNC que sirve para hacer moldes (en China el molde puede costar \$40 mil dólares).

Con este equipamiento, se tendría una línea de producción para tirajes pequeños de 1,000-2,000 piezas, que les permite a las empresas salir rápido al mercado con un producto y con un primer *batch* comercial.

La ubicación será en el edificio TEC1, el cual está en proceso de convertirse en una ZDEEP. Todas las empresas que están trabajando en electrónicos exportables pasarían a ubicarse allí.

Paralelo a este primer plano, se capacita a más ingenieros en electrónica y mecatrónica así como capacitación de técnicos en el área. Esta capacitación es específica en el uso de los equipos, pues como han destacado en diferentes momentos, ya se cuenta con talento guatemalteco como para poder empezar a operar una planta de este tipo. Esta capacitación podría llevarse a cabo con expertos de Colombia, Microcircuitos por ejemplo, donde ya se capacitó el equipo de Galileo y el CTO (*Chief Technology Officer*) de GTBilt.

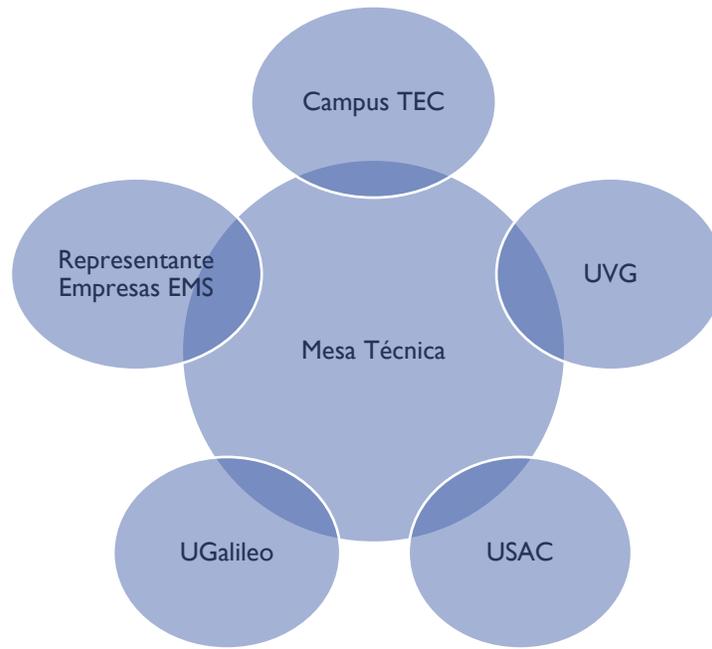
Ya teniendo una base de ingenieros y técnicos especializados en esta área puede pensarse en suplir la demanda de empresas locales en cuanto a prototipaje y fabricación de PCBs, así como atender la demanda del Caribe por ejemplo y otras áreas de Latinoamérica.

Para poder captar la inversión o financiamiento que se necesita para completar la planta, se propone la implementación de una mesa técnica por medio de la cual se puedan manejar adecuadamente los fondos y para asegurar que funcione exitosamente. Preliminarmente, se ha estimado que una inversión inicial de \$75-125 mil dólares.

Los integrantes de la mesa podrían ser el representante de Campus TEC, el inversionista José Ordóñez que representa a cuatro empresas del sector, un representante de UVG, de

Universidad Galileo y de la USAC, debido a que esta última también tiene una carrera de ingeniería electrónica y en adición, por la masa crítica que tiene de estudiantes, es importante.

Figura 24: Propuesta de Mesa Técnica para la Primera Planta de Prototipado en Campus TEC



Fuente: Elaboración propia a partir de información recolectada en entrevistas.

Fase 2: “Turn-Key PCB Assembly House”

Se refiere a un modelo de negocio para el ensamblaje de PCBs para prototipos, en el que la planta se encarga de adquirir todas las piezas necesarias y cuenta con una línea de ensamblaje de PCBs, que permite brindar el servicio de ensamblaje de PCB todo en uno (*Turn-Key PCB assembly house*), incluida la fabricación de PCB, para tirajes de volumen medio y bajo.

El proceso incluye la verificación de los detalles del diseño y el listado de los componentes, para poder corregir el diseño de la PCB antes de la fabricación, lo que permite corregir el diseño si es necesario, antes de la fabricación. Con ello se ahorra tiempo y costos significativos y evita repeticiones innecesarias del proceso de ensamblaje de prototipos.

Haciendo localmente este trabajo en 3 semanas se podrían tener 3 diseños distintos, en lugar de 3 semanas recibir solo el primer diseño, como se explicó anteriormente. Se acorta mucho el proceso. Los precios en China son muy accesibles, pero el tiempo es clave.

Como ejemplo de este modelo puede mencionarse a la empresa *Bittele Electronics* ubicada en Toronto, Canadá que atiende clientes en Canadá y Estados Unidos, para órdenes de pequeño o mediano tiraje y *Spark Fun* en Estados Unidos.

Al contar con un buen *pool* de ingenieros y de técnicos se podría expandir progresivamente a varias entidades que puedan hacer diseño y ensamblaje (especializados en equipo biomédico, en *wearables*, etc.), como ejemplo el perfil que tienen los investigadores de UVG y Universidad Galileo.

Para el diseño, se usa software, que hay abierto como *KiCad* y el otro es pagado como *Altium Designer*. El segundo es más para industria, por lo que la mayoría de las empresas que trabajan diseño utilizan éste, tiene muy buen soporte. La Universidad lo obtuvo a un buen precio por ser academia.

La empresa mexicana *Electronic Cats*, mencionada anteriormente, trabaja con *KiCad*.

Fase 3: Planta de Maquila y Ensamblaje de Electrónicos para Empresas Multinacionales

Esta fase implica una operación más grande para competir en mercados internacionales. Es importante mencionar que se nombra esta como la Fase 3, pero las condiciones que se requieren para que sea factible, deberán arrancar desde el año cero; de ahí que se mencione un desarrollo paralelo de los estratos de Nuevas Tecnologías y de Plantas de Ensamblaje y Fabricación de Electrónicos, descritos en el Capítulo 4. El momento es propicio en cuanto a la convicción de los actores que participan en la Iniciativa Guatemala no se Detiene para atraer nuevas inversiones para el desarrollo de sectores como el de electrónicos.

El ejemplo de empresas para esta fase son empresas grandes que hacen *contract manufacturing* como las mencionadas anteriormente, FOXCONN y Flextronics. Los principales mercados de destino que se visualizan son Estados Unidos y México.

6.1.2 La Visión del Estudio Internacional del Sector de Electrónicos en Guatemala

El estudio de la Consultoría de Manufactura Internacional de Equipos Electrónicos elaboró la siguiente Propuesta para el Desarrollo de la Industria Electrónica en Guatemala, fundamentada por ejemplo, en la experiencia de empresas internacionales que se han instalado en México.

Esta propuesta fue muy útil como punto de partida para el análisis del sector con los empresarios y para identificar qué se está haciendo ya en Guatemala, resultados que se presentaron en el Capítulo 2, Cadena de Valor de Manufactura de Electrónicos y Refrigeración en Guatemala.

Durante las diferentes entrevistas con los empresarios y la Academia, se obtuvo una opinión muy similar en cuanto a considerar que el plazo podría ser más corto como se expuso en el apartado anterior. Asimismo, comentaron que en cuanto a la fabricación de semiconductores, es más complejo que se aborde un proyecto de ese tipo en Guatemala, especialmente por el nivel de inversión que hay que realizar.

Tabla 24: Propuesta para el Desarrollo de la Industria Electrónica en Guatemala

Fase 1: Atracción de IED y desarrollo de Proveedores	Fase 2: Atracción de IED y Desarrollo de Proveedores	Fase 3: Atracción IED	Fase 4: Atracción de IED
Material de empaque (Cajas de Cartón, Foam, bolsas de papel y plástico) Material Impreso (Manuales Etiquetas) Ensamble	Partes Plásticas (Cubiertas, P. Chasis, Soportes, Teclados, Botoneras) Partes Metálicas (Bocinas, Soportes P. Chasis, Tornillos, Soldadura, Núcleo)	PCB (Multicapa y Monocapa) Componentes Eléctricos (Cables, Arneses, Conectores, Fusibles, Filtros, Interruptores, <i>Relays</i>) Componentes Pasivos (Resistores, Capacitadores, Inductores, Transformadores, Cristales de cuarzo) Software Embebido	Pantallas (LED, LCD, Plasma, Oled) Semiconductores Integrados (Microcontroladores, Microprocesadores, Memorias, MEM's) Semiconductores Discretos (Diodos, <i>Leds</i> , Transistores, Tiristores, <i>Fets, Mosfets, Diacs, Triacs, SCR's</i> , Optoelectrónica) Diseño Ingeniería
2 a 5 Duración (Años)	5 a 10 Duración (Años)	10 a 15 Duración (Años)	20 a 30 Duración (Años)

Fuente: Consultoría de Manufactura Internacional de Equipos Electrónicos, Propuesta de Desarrollo de la Industria Electrónica en Guatemala.

La experiencia de México es un ejemplo del tiempo que puede tomar desarrollar un sector como el de electrónicos, hasta llegar a desarrollar capacidades para atraer empresas multinacionales como las mencionadas anteriormente. A esto, hay que sumar el entorno de los factores de competitividad que se tienen que dar para que un proyecto de esta envergadura se convierta en realidad. Por lo que la aproximación al horizonte de la visión empresarial estará determinada en buena medida del cumplimiento de los factores críticos de competitividad mencionados anteriormente.

En todo caso, Guatemala cuenta con una oportunidad claramente identificada para el despegue en el corto plazo, con la planta de prototipaje rápido, con la cual se vayan logrando los

encadenamientos esperados para lograr que Guatemala se convierta en un país exportador de productos electrónicos.

6.2. SECTOR DE REFRIGERACIÓN – AIRE ACONDICIONADO

En el caso de este subsector, la ruta es más sencilla, ya que el modelo que se propone es el de una planta de ensamblaje.

Como explicado anteriormente el proyecto podría seguir el modelo de CKDs en el que viene de parte del cliente los kits de piezas completos para ensamblaje, o el modelo IKDs, en la que las unidades de aire acondicionado se ensamblarán con un *mix* de piezas IKDs enviadas por la casa matriz y piezas de fabricación nacional.

El tiempo de instalación de una planta de este tipo es relativamente corto y sencillo y puede operar inicialmente en un espacio relativamente pequeño, de aproximadamente 200m². Se requerirá también la figura de una zona franca, ya que la visión es la exportación de las unidades, inicialmente a Centroamérica, El Caribe y el sur de México.

De acuerdo con el estudio realizado para MABE en 2012, una planta de estas dimensiones podría estar fabricando alrededor de 24,000 unidades anuales, con una inversión inicial del proyecto de USD 940,065.00.

Entre el equipo principal de trabajo se menciona lo siguiente: mesas de trabajo y mobiliario, banda transportadora, línea neumática y matricería para el tipo de unidades a trabajar.

El tiempo que puede tomar implementar una línea de ensamblaje como esta puede requerir de 18 a 24 meses.

Otro aspecto relevante sobre este proyecto es que, aunque anteriormente se mencionó que hay escasez en Guatemala de técnicos en refrigeración y aire acondicionado, el mayor requerimiento en este caso es de técnicos en mecánica industrial y técnicos en electromecánica.

Finalmente, existe la posibilidad de complementar el proyecto de ensamblaje con unidades que puedan obtener la energía de paneles solares, con lo cual podría comercializarse un mayor número de unidades en áreas remotas tanto de Guatemala como de los otros países mencionados, tema que requerirá una mayor profundización.

Finalmente, un aspecto importante de mencionar es el lograr atraer a una marca internacionalmente reconocida o que esté dispuesta a crear una segunda marca para el ensamblaje de las unidades.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. CADENA DE VALOR DE MANUFACTURA DE ELECTRÓNICOS Y REFRIGERACIÓN

- El presente estudio logró identificar los diferentes estados de participación en la cadena de valor de varias empresas guatemaltecas dedicadas a la manufactura de dispositivos y equipos electrónicos y de equipos de refrigeración y aire acondicionado.
- En el área de electrónicos, se identificó la participación en las fases de preproducción, transformación, comercialización y servicios posventa. La preproducción como primera fase, conlleva el diseño tecnológico para el desarrollo, testeo y fabricación de prototipos, así como la gestión de insumos y materias primas y logística. En algunos casos los prototipos, una vez desarrollados y probados localmente, son encargados para su fabricación mayormente en China, para su posterior importación para ensamblaje de equipos completos. Es importante destacar que en la segunda fase que corresponde a la producción y la cual conlleva procesos de fabricación, se incluye la integración de software.
- En cuanto a la tercera fase que corresponde a la comercialización de dispositivos, equipos y componentes, que incluye servicios de logística externa, procesos de venta y servicios posventa, incluidos instalación, mantenimiento y soporte técnico, así como la habilitación de servicios en y desde la nube y soporte en línea.
- Como parte de la cadena de valor, se identificó la participación de subsectores en el área de metalmecánica, de empaque e impresión de etiquetas autoadhesivas. Los mercados de destino de los productos electrónicos manufacturados en Guatemala han abarcado en el nivel local sectores de agroindustria, manufactura, energía eléctrica, salud entre otros. Se cuenta asimismo con empresas que exportan sus productos.
- Algunas de las principales certificaciones para equipo electrónico requeridas son Certificación requerida por *The Federal Communications Commission* de los Estados Unidos en tema de seguridad. En el caso de dispositivos médicos se requiere la normativa del *U.S. Food and Drug Administration (FDA)* y el marcaje *C€ (Conformité Européenne)* de la Unión Europea. Para certificaciones en diseño está la que requerida para uso de la herramienta *Altium Designer*; para el ensamblaje de equipo electrónico están las normas *IPC, ISO, UIT IEC* descritas en el presente informe.
- Las principales certificaciones en el sector de refrigeración y aire acondicionado son de la seguridad de producto para exportación a Estados Unidos, se realiza con la organización *Underwriters Laboratories – UL*, la Norma *ISO* y certificaciones como empresas “carbono

neutral” y AMCA (*Air Movement and Control Association International, Inc.*) y ARI de los Estados Unidos enfocada en estandarizar las especificaciones de calidad para refrigerantes. En Guatemala, las empresas que trabajan en este sector, los técnicos frigoristas y entidades de capacitación del subsector deben estar registradas en el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) para abordar controles relacionados con condiciones de fabricación que afectan el medio ambiente.

- El sector de manufactura de electrónicos cuenta con una serie de fortalezas y retos cuyo abordaje ayudará al desarrollo y crecimiento de la industria en Guatemala y su posicionamiento en los mercados internacionales. Entre las fortalezas se encuentra el talento humano con tendencia a fortalecerse en el campo de la innovación y el tecnológico, la oferta académica y los laboratorios y centros de investigación, la curva de aprendizaje relativamente corta en algunos procesos técnicos de manufactura, el surgimiento de comunidades tecnológicas y ecosistemas colaborativos.
- Uno de los principales retos consiste en la necesidad de contar con una organización sectorial de “manufactura ligera” que aglutine entre otras, a empresas de los sectores de electrónicos y refrigeración a los cuales se busca promover. No obstante, existen gremiales tanto para el sector TICs como para el sector de climatización y técnicos frigoristas, así como la Comisión de Manufacturas Diversas de la cual la empresa de refrigeración comercial Fogel es asociada, dada las tendencias en ambos subsectores y que ambas tienen en común su participación en los procesos industriales de transformación digital, se recomienda considerar la creación de una organización sectorial como la mencionada.
- En el caso del subsector de electrónicos el estudio permitió identificar que es una industria en actual crecimiento impulsado por emprendimientos y desarrollos empresariales con proyecciones de internacionalización, la diversificación y orientación de la oferta académica hacia la innovación tecnológica y otros proyectos dentro del sector académico, el surgimiento ya comentado de comunidades y ecosistemas en la rama, todo enmarcado en las tendencias mundiales en informática, específicamente de la Transformación Digital y las Industrias 4.0 y 5.0.
- Muchos de los productos y equipos del sector de refrigeración y aire acondicionado se ubican dentro de la categoría de manufactura ligera, por lo que sería parte de esta organización gremial, tomando en cuenta el nivel de desarrollo actual de esta industria en Guatemala. El estudio identificó una empresa guatemalteca y basada en territorio nacional, Fogel, dedicada a la manufactura de equipos de refrigeración comercial, la cual abarca desde la fase de diseño tecnológico hasta la comercialización de equipos. En este caso se trata de una empresa consolidada y posicionada en el mercado local y en mercados de Centro y Suramérica, México, Estados Unidos y Europa.

- Asimismo, se determinó que no existen las condiciones que favorezcan el establecimiento de plantas similares a Fogel. Mas sí se identificó que varias de las industrias identificadas para este subsector están dedicadas a la comercialización, instalación y mantenimiento de equipos de climatización y aire acondicionado, así como al desarrollo e instalación de proyectos a la medida.
- La promoción de ambos subsectores, electrónicos y ensamblaje de aire acondicionado cuenta con un pronóstico favorable a su desarrollo y crecimiento en Guatemala, con mayores oportunidades para el sector electrónico. Se debe considerar para ello la implementación de las anteriores recomendaciones que permitan aprovechar las fortalezas y oportunidades, así como abordar los retos identificados.

7.2. DEMANDA DE TALENTO HUMANO Y OFERTA ACADÉMICA EN LA INDUSTRIA TECNOLÓGICA

- El sector de manufacturas en las industrias de electrónicos y de refrigeración y aire acondicionado en Guatemala se encuentra en una fase de desarrollo y potencial crecimiento. Uno de los factores clave en esta dinámica ha sido el elemento humano, área que se exploró por medio de una serie de entrevistas a varias empresas de los subsectores de electrónicos y refrigeración.
- Estas entrevistas permitieron identificar la demanda de talento humano de ambos subsectores, enfocándose en forma más puntual en las áreas técnicas, habiendo identificado asimismo varias demandas en las áreas administrativas y de apoyo. De acuerdo con la orientación de estas industrias, se identificaron requerimientos de talento humano para el desarrollo de sus operaciones en el ámbito de cuatro grandes áreas de la industria: 1) Diseño tecnológico, 2) Manufactura, 3) Gestión técnico-administrativa, 4) Gestión técnico-comercial.
- Para el desempeño en los procesos de diseño tecnológico y manufactura, se requiere talento humano con formación técnico-científica y orientación a la innovación tecnológica, en el marco de las actuales tendencias marcadas principalmente por la Transformación Digital y la Revolución Industrial 4.0 y 5.0, la cual conlleva desarrollos en informática, Internet de las Cosas (IoT), robótica y tecnologías conexas. Mientras que en las áreas de gestión administrativa y comercial se requiere, entre otras disciplinas, de profesionales en comercio internacional por tratarse de productos orientados en gran medida al mercado de exportación.
- En el presente estudio se revisó la oferta formativa del sector académico de Guatemala en tres niveles: 1) centros educativos de nivel escolar diversificado (carreras vocacionales con orientación laboral); 2) centros de formación técnico ocupacional y laboral; y 3)

universidades. Fueron seleccionadas las instituciones académicas más representativas en su rama, destacando entre éstas el INTECAP y KINAL para la opción de carreras técnicas para la inserción laboral.

- Para el nivel de formación superior, se realizó un análisis más detallado de cuatro universidades del país con fuerte orientación científica, que ofrecen una mayor diversidad en formación académica con orientación tecnológica, y recursos adicionales para la investigación, laboratorios y centros de innovación tecnológica y de desarrollo empresarial. Éstas son: la Universidad Galileo, Universidad del Valle de Guatemala y Universidad Rafael Landívar, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- La Universidad de San Carlos de Guatemala juega, un rol relevante en el sector académico pues, además de ofrecer carreras afines a las industrias en estudio, muchos de sus egresados están formando parte de interesantes proyectos en el sector tecnológico del país; y debido al alto volumen de su población estudiantil, representa una masa crítica de gran importancia para la generación de talento humano con potencial de incorporarse al sector industrial y responder a las proyecciones de crecimiento de la manufactura ligera en Guatemala en el mediano y largo plazo.
- Las áreas de orientación tecnológica identificadas en los centros educativos de nivel escolar diversificado y de formación técnica laboral, ofrecen preparación como bachilleres, peritos y técnicos, cuyos programas capacitan a la población de graduados para incorporarse en niveles operativos y técnicos de la industria de manufactura ligera. Varias instituciones ofrecen diplomados y carreras operativas y técnicas certificables. En el nivel superior la oferta incluye niveles de técnico universitario, licenciaturas, maestrías, doctorados y posgrados en disciplinas de tendencia como informática, electrónica, automatización industrial, robótica entre otras.
- El estudio permitió identificar que en Guatemala existe una oferta académica para niveles operativos, técnicos y profesionales de alto nivel con orientación al diseño tecnológico y manufactura de alta tecnología, con amplia capacidad para cubrir de manera satisfactoria la demanda de talento humano del sector industrial en los subsectores de manufactura de electrónicos y refrigeración, que se adaptan a las tendencias actuales de Transformación Digital y la Revolución Industrial 4.0 y 5.0. Se detectó únicamente un área que no forma parte de la oferta profesional en las universidades de Guatemala, siendo ésta la ingeniería en refrigeración y grados superiores de especialización en dicha área.
- La oferta académica de formación universitaria, desde el nivel de técnico universitario hasta el nivel de posgrados, presenta una mayor gama de carreras, especializaciones y recursos de apoyo en el área de manufactura de componentes, dispositivos y equipos electrónicos. Mientras que en el sector de refrigeración y aire acondicionado se identificaron dos carreras a nivel de técnico universitario, con una mayor oferta en el nivel diversificado y de formación técnica laboral. Sin embargo, es importante destacar que

esto no limita del todo el crecimiento de dicho sector en parte por factores de orientación de la industria y el talento humano que ésta demanda.

- El estudio identificó que la industria de refrigeración y aire acondicionado muestra una mayor oportunidad hacia el ensamblaje y comercialización de sistemas de climatización y aire acondicionado. De acuerdo con lo expresado en las entrevistas a las empresas, y en consonancia con buena parte de la oferta académica de centros escolares y de formación laboral, la demanda de talento humano tiene la capacidad de quedar cubierta en el nivel operativo y técnico, mas no en todas las especializaciones de nivel profesional, mucho del cual debe formarse fuera de Guatemala.
- Las universidades ofrecen además de las carreras para formación profesional en áreas tecnológicas, una diversidad de laboratorios especializados en distintos campos de la ciencia y la tecnología, con énfasis en la informática, el desarrollo digital y los procesos industriales. Tiene a disposición centros de estudios e investigación y centros de innovación y desarrollo tecnológico que permiten a los profesionales en formación poner en práctica el aprendizaje así como trabajar en iniciativas y proyectos que estimulan la generación de aportes al sector tecnológico del país.
- Los procesos de vinculación entre el sector académico y la industria se han desarrollado por iniciativa de coordinación entre las propias empresas que buscan talento y las instituciones educativas. En tal sentido se han creado programas de pasantías, de práctica supervisada y de capacitación específicas que han sido acordados entre las partes.
- Aunque el tema de vinculación academia industria se ha mencionado en diversos instrumentos normativos, de política pública y de gestión sectorial como un factor clave para mejorar la competitividad y los procesos de crecimiento económico, éste se ha planteado más como una necesidad que como una propuesta concreta.
- Es por ello por lo que se recomienda crear mecanismos de vinculación academia-industria estratégicamente articulados y sistemáticamente instrumentalizados, para lo cual se debe implementar procesos de diálogo y coordinación intersectorial que permitan identificar las necesidades del sector productivo y laboral. Estos mecanismos deben contemplar la creación de instrumentos de gestión y alianzas entre las instituciones de formación académica, el sector empresarial e industrial organizado y las instituciones del Estado afines al desarrollo de talento.
- Dicho proceso debe incluir en la temática de diálogo la creación de mecanismos para continuar fortaleciendo las áreas de investigación, innovación, desarrollo tecnológico y desarrollo empresarial, en las que se considere las tendencias del comercio internacional y de los procesos de Transformación Digital que de manera particular seguirán influyendo en la industria actual y del futuro a nivel mundial. Estos mecanismos deberán orientarse hacia la gestión sistemáticas de información confiable y actualizada sobre los procesos y contenidos formativos, así como sobre la cantidad de egresados de las diferentes carreras,

con registros confiables y accesibles de las áreas productivas, en las que se incluya el sector de manufactura, presentando de manera particular datos sobre los subsectores electrónicos y refrigeración. La información también deberá incluir los avances en cuanto a la cobertura lograda en requerimientos del mercado laboral.

- Para fines de establecimiento de inversiones extranjeras el conocer la cantidad/calidad del talento humano del que el país dispone, es fundamental para el proceso de decisión de establecerse.
- Con relación a cobertura geográfica y de acceso a centros de formación, las estadísticas del MINEDUC mostraron que la mayoría de la población escolar d egresados en carreras de orientación tecnológica de nivel diversificado entre los años 2016 y 2020 se concentró en el Departamento de Guatemala (45%) seguidos de los departamentos de Escuintla y Quetzaltenango con un 7% y un 5% respectivamente. En conjunto, estos tres departamentos concentraron el 57% de estudiantes de diversificado en ese período.
- En el área de capacitación técnica laboral, el INTECAP es la institución de vanguardia en este nivel de formación la cual además cuenta con cobertura y opciones de carreras en los 22 departamentos de la república.
- Mientras que la cobertura de nivel universitario ha mostrado un crecimiento hacia los departamentos siendo Quetzaltenango el que más centros universitarios tiene después de la capital, por lo que ya está siendo considerado como un *Hub* de universidades.
- Otro sector que está participando activamente en los procesos de desarrollo tecnológico en Guatemala lo constituye el surgimiento de comunidades o ecosistemas tecnológicos, que reúne a técnicos y profesionales, así como a entusiastas empíricos de la tecnología, en proyectos e iniciativas para el desarrollo de propuestas innovadoras. Destacan entre éstos el Campus Tecnológico o TEC la cual, proyectándose a un nivel superior, busca crear una plataforma de innovación al estilo Silicon Valley en California, cuyo principal objetivo es convertir a Guatemala en un “*Hub*” tecnológico a nivel mundial y ofrecer esta plataforma en países vecinos. Otras iniciativas en este ámbito son la Comunidad de *Hardware* Abierto y la Comunidad Arduino.

7.3. POTENCIAL DE GUATEMALA COMO PROVEEDOR DE ALTA TECNOLOGÍA

- Guatemala cuenta con potencial para para convertirse en proveedor de productos y/o servicios en la cadena global de valor de la industria EMS, en el marco de las competencias tecnológicas y disponibilidad de recurso humano del sector. Este proceso se muestra en dos estratos: Estrato I) Desarrollo de nuevas tecnologías de la industria 4.0 y 5.0, que se relaciona con el Internet de la Cosas (IoT), el Internet Industrial de las Cosas (IIoT), la

robótica y tecnologías conexas; y Estrato 2) montaje de plantas de ensamblaje y manufactura de componentes electrónicos, desarrollándose en forma paralela al Estrato I y con la visión de acoger a empresas en etapas iniciales de desarrollos digitales y manufactura de componentes, hasta empresas multinacionales.

- En el Estrato I el presente estudio identificó a un grupo de 15 empresas guatemaltecas dedicadas tanto al desarrollo tecnología digital en dispositivos de geolocalización, dispositivos de uso médico y hospitalario, cámaras inteligentes, dispositivos lectoristas y de facturación, dispositivos para mediciones agrícolas y biomédicas, sistemas energéticos, tableros, marcadores, contadores, tecnología portable o *wearables*, tabletas, soluciones en comercio digital, entre otros.
- La existencia de una base de empresas activas y en crecimiento, con proveedores incluidos, así como la experiencia de planta de ensamblaje Hybrico registrada como zona franca, el proyecto de instalación de una planta para el diseño de prototipo y tarjetas PCBs en el complejo del Campus Tecnológico TEC y el proceso en marcha del mismo complejo TEC para convertirse en una ZDEEP, son evidencia de que Guatemala tiene el gran potencial de crecimiento para convertirse en fabricante y proveedor de manufactura de alta tecnología en la Cadena Global de Valor, con énfasis en el subsector de electrónicos.
- Experiencias de éxito en Centroamérica como el desarrollo de la Zona Franca El Coyal en Costa Rica demuestran también el nivel de crecimiento que pueden lograr estos procesos con la visión y la prospección apropiadas. Iniciando con una base de 8 empresas del sector MedTech en el año 2000 se ha convertido en un ecosistema compuesto por 88 compañías en el campo industrial de ciencias de la vida, dedicadas a la manufactura de electrónicos para el uso biomédico, reportando ventas por miles de millones de dólares anuales. Es de hacer notar que Costa Rica se cuenta entre los países de destino de empresas multinacionales en Latinoamérica junto a México y Brasil, como algunos de los principales proyectos de inversión anunciados por empresas del sector electrónico, 2016-2021.
- En el caso de climatización y refrigeración, las tendencias en la industria se orientan hacia la sustitución de los equipos convencionales por equipos eficientes, con refrigerantes naturales amigables con el medio ambiente, así como las mejoras y medida para el uso de fuentes energéticas más eficientes reduzcan el consumo de energía eléctrica.
- El estudio identificó los principales puntos críticos para lograr la competitividad del sector de manufactura de electrónicos y de refrigeración, relacionados con la capacidad del país para convertirse en proveedor de alta tecnología a nivel mundial y participando eficazmente en la Cadena Global de Valor. Estos puntos giran en torno a las siguientes áreas de mejora: zonas francas, inversión extranjera directa, infraestructura, banca de inversión, vinculación academia empresa, agilización en aduanas y la política industrial.

Mejorar estas áreas contribuirá asimismo a crear mayor certeza jurídica y elevar la imagen de país como destino de negocios y locación para el establecimiento de empresas multinacionales.

- Las zonas francas continúan cobrando protagonismo en la gestión de comercio internacional en muchos países alrededor del mundo, de manera particular han contribuido en el desarrollo económico de países en Latinoamérica. La Asociación de Zonas Francas de las Américas, de la cual Guatemala forma parte, incluye dentro de esta categoría las Zonas de Desarrollo Económico Especial y las Zonas de Libre Comercio.
- Guatemala cuenta con una plataforma coyuntural de fortalezas y oportunidades que favorece el desarrollo de zonas francas en sus diversas modalidades. Los principales componentes son: un marco legal renovado, experiencias de éxito en la gestión de zonas francas, organización sectorial y participación en la organización regional de zonas francas, capacidad instalada y experiencia en manufactura ligera, apertura los mercados más importantes mediante tratados de libre comercio.
- De acuerdo a estos hallazgos así como a la opinión de empresarios guatemaltecos, invertir en la creación y desarrollo de zonas francas y zonas de desarrollo contribuirá de manera muy importantes a mejorar las condiciones de atracción de inversión extranjera directa y fortalecer el desarrollo clústeres industriales orientados al establecimiento de un *hub* de proveedores locales para las industrias de manufactura ligera, favoreciendo su posicionamiento como proveedores en la Cadena de Valor Global.
- Se debe canalizar inversión para mejorar en otras áreas de infraestructura productiva, siendo éstas la infraestructura de transportes (vial, ferroviaria, portuaria y aeroportuaria) y la infraestructura de telecomunicaciones. Los tratados internacionales, principalmente con Estados Unidos, México, la Unión Europea y Taiwán ofrecen, además de las oportunidades de apertura a sus mercados mediante el establecimiento de zonas de libre comercio y otras condiciones acordadas, oportunidades de cooperación para la inversión en infraestructura. En cuanto a la importancia de invertir en infraestructura ferroviaria cabe mencionar la experiencia de la Zona de Desarrollo Económico Especial Puerta del Istmo que proyecta contar con servicios de transporte ferroviario con una ruta más segura, sin paradas continuas y que conectará con Estados Unidos y Canadá.
- Otra área de mejora la constituye los sistemas aduaneros, principalmente en lo que se refiere a la agilización de trámites, pues esto conlleva a su vez implicaciones en los costos de operación. Nuevamente se menciona en este marco las oportunidades de cooperación que ofrecen los diversos acuerdos comerciales, particularmente los firmados con Estados Unidos, Taiwán y la Unión Europea, ya que en ellos se contempla la creación de capacidades relacionadas con el comercio, la transferencia tecnológica para la automatización e implementación de sistemas electrónicos en aduanas, y el mejoramiento de capacidades técnicas del recurso humano en este campo.

- Con relación a la atracción de IED, Guatemala cuenta con la Red de Consejeros Comerciales del Ministerio de Relaciones Exteriores, la cual tiene entre sus funciones prospectar y atraer inversiones extranjeras directas y asegurar las cadenas de suministro.
- Se cuenta asimismo con el apoyo de las Cámaras de Comercio Binacionales, que ofrecen espacios como el Programa de Promoción de la Inversión Extranjera en Guatemala de la Cámara de Comercio Guatemalteco-Canadiense, por ejemplo. Existe además la Ley de Inversión Extranjera emitida en 1998 y reformada en 2007, regula el tratamiento a la inversión, garantías y derechos, y establece la Ventanilla Única para la Inversión, como dependencia competente para velar por su cumplimiento. Todos estos son recursos que requieren ser articulados y eventualmente evaluados y actualizados para promover acciones coordinadas de atracción de capitales.
- La atracción de inversiones incluye asimismo diversas modalidades de inversión en capital y seguros de riesgo para apoyar el financiamiento de emprendedores y MIPYMEs en el área de manufactura ligera. Estas acciones se fortalecerían mediante la creación de un sistema formalmente establecido para este propósito, así como mediante la materialización de las oportunidades de cooperación contempladas en algunos de los acuerdos comerciales, especialmente del TLC ente Guatemala y Taiwán, y el Acuerdo de Asociación entre Centroamérica y la Unión Europea.
- Otro de los puntos críticos se relaciona con la ausencia de una política industrial. En tal sentido se recomienda reactivar las acciones para evaluar y viabilizar la Propuesta para Establecer Una Política Industrial Basada en la Competitividad y la Innovación para Guatemala 2014-2044, la cual destaca que no se han realizado apuestas en gran escala que permitan impulsar la manufactura en el país y propone acciones para mejorar esta carencia.

7.4. PRINCIPALES PROVEEDORES EN LATINOAMÉRICA

- Los principales proveedores de dispositivos y equipos electrónicos se ubican en México, país que ha cobrado mucha relevancia en la producción de electrónicos a nivel mundial contando con empresas nacionales que maquilan electrónicos. Asimismo, por su cercanía con Estados Unidos, ha atraído inversiones de empresas tecnológicas multinacionales como LG, Samsung, HP y Motorola entre otros.
- Colombia cuenta con dos empresas referentes en manufactura de dispositivos electrónicos que son Microcircuitos y Colcircuitos, siendo además de proveedores locales, proveedores para Ecuador, Panamá, Perú y Costa Rica. Cuenta también con fabricantes en el sector de ensamblaje de aire acondicionado que son AireFlex de Colombia y SODECA.

7.5. RUTA CRÍTICA

- El estudio logró obtener insumos para dos propuestas de ruta que incluyen plazos estimados y viables que permitan iniciar una inversión en el sector de manufacturas de electrónicos y refrigeración en Guatemala.
- La primera propuesta recoge la visión empresarial específicamente para el desarrollo del subsector de manufactura de electrónicos, la cual contempla un inicio inmediato y tres grandes fases a desarrollarse en un plazo estimado de diez años. Esta ruta ha sido descrita con un importante nivel de detalle en cuanto a los hitos, intervenciones específicas y participación de actores.
- Tanto la academia como los empresarios apuestan a este esfuerzo para el desarrollo de Guatemala en la exportación de electrónicos, ya que se sería una oportunidad claramente identificada para el despegue en el corto plazo, con la planta de prototipaje rápido.
- Esta visión contempla en una primera fase (“*Makers Space*”) la instalación de una planta de prototipado en el Campus Tecnológico TEC (1 a 2 años); en una segunda fase la instalación de un modelo de negocio para el ensamblaje de PCBs para prototipos (3 a 5 años) para completar con la instalación de una planta de fabricación de componentes seleccionados (maquila y ensamblaje) en su tercera fase (10 a 15 años). Contemplado un período intermedio de fortalecimiento y consolidación de operaciones iniciales de manufactura (6 a 9 años) de las primeras dos fases previo al despegue de la fase 3. Esta etapa de consolidación permitirá, asimismo, contar con una nueva generación de talento humano para incorporarse al proceso.
- Su visión es que, a partir del despegue de la primera fase, se cuente con una pequeña fábrica completa con participación inicial de emprendedores técnicos y profesionales, capacitados en el uso de los equipos, considerando que ya se cuenta con talento guatemalteco para empezar a operar una planta de este nivel.
- La implementación de esta propuesta requiere financiamiento y coordinación entre los actores involucrados, así como mantener activa la comunicación con Campus TEC para dar seguimiento al proyecto que se está gestando de zona franca bajo la modalidad de una ZDEEP.
- La segunda propuesta, denominada Propuesta para el Desarrollo de la Industria Electrónica en Guatemala proviene del estudio de la Consultoría de Manufactura Internacional de Equipos Electrónicos y se fundamenta entre otros, en la experiencia de empresas internacionales que se han instalado en México, la cual considera un plazo más largo. El poder acercarse al plazo estimado en la visión empresarial requerirá del cumplimiento de las condiciones relacionadas con los puntos críticos para la competitividad descritos en el presente informe.

- En el caso del subsector de aire acondicionado la ruta es más sencilla, ya que el modelo es de una planta de ensamblaje. El tiempo de instalación de una planta de este tipo, que requerirá también la figura de una zona franca, es relativamente corto y sencillo y puede operar inicialmente en un espacio relativamente pequeño, El tiempo que puede tomar implementar una línea de ensamblaje como esta puede requerir de 18 a 24 meses.

8. LECCIONES APRENDIDAS

- La realización de este estudio en sus tres etapas ha generado información muy importante, cuyo seguimiento y aprovechamiento puede aportar insumos para proyectos concretos de apoyo para desarrollar y fortalecer en Guatemala el sector de manufactura ligera en los subsectores de electrónicos y refrigeración, éste último con énfasis en el desarrollo de sistemas de climatización y aire acondicionado.
- Se pudo constatar que en Guatemala existen una serie de condiciones favorables para el impulso de estos subsectores, entre las que destacó la existencia de talento humano en el área de innovación tecnológica, con la participación comprometida y entusiasta del sector académico en la actualización de su oferta formativa, en consistencia con las tendencias a nivel mundial.
- Se identificó asimismo una serie de empresas de manufactura ligera en ambos subsectores, electrónicos y refrigeración, que han venido realizando importantes esfuerzos para incorporarse al mercado de proveedores de alta tecnología, entre los que se incluye el sector MIPYMEs y actores de las comunidades tecnológicas.
- Asimismo, se identificó una serie de instrumentos de normativa y gestión sectorial que favorecen estos procesos, y se logró un avance en la sistematización documental de los mismos, que puede ser aprovechada como asidero para fomentar y promover el fortalecimiento de estas industrias, y lograr que Guatemala inicie en el mediano plazo una incursión fuertemente impulsada en la ruta hacia el posicionamiento como proveedor de alta tecnología en la Cadena Global de Valor.
- El estudio puso de manifiesto la relevancia que ha tenido para el desarrollo del país, la participación del sector empresarial e industrial organizado, la academia y los tanques de pensamiento, con iniciativas y propuestas para la definición y renovación de los marcos normativos y la creación de espacios para la innovación y el desarrollo tecnológico. En ese sentido, el informe plantea la creación de una organización gremial de manufactura ligera dentro de una de las cámaras empresariales, tomando en cuenta el directorio de empresas generado por la presente consultoría, y la plataforma organizacional con opción de integrar comisiones que ya ofrece la Asociación de Exportadores de Guatemala para

el Sector de Manufacturas, dentro del cual cabría eventualmente una “Comisión de Manufactura Ligera”.

- Será muy importante dar seguimiento a las propuestas concretas identificadas en los ámbitos de fortalecimiento de la competitividad que se ha incluido en el presente estudio, especialmente en lo relativo a factores de competitividad y puntos críticos relacionados con la competitividad.
- El estudio generó valiosa y muy relevante información sustentada por actores clave y por una investigación documental y de campo. Esta información tiene un gran potencial para profundizar en temas específicos los cuales pueden ser ampliados con futuros estudios que permitan identificar otros actores y elementos importantes, así como dar continuidad a proyectos de fomento de los sectores de manufactura de electrónicos y refrigeración, habiendo sido identificados en la iniciativa “Guatemala no se detiene” como sectores en los que Guatemala “puede apostar a convertirse en *hub* regional”, de acuerdo con las condiciones identificadas en el presente análisis.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Adelta Technologies. (s.f.). *¿Qué normas para diseñar PCB y electrónica, se usan en diseño y fabricación y quien las hace?* Recuperado el 29 de Octubre de 2021, de <https://www.aldeltatec.com/blog-diseno-con-normas-y-certificaciones/normas-pcb-y-electronica/>
- Adrisa Consulting. (s.f.). *Alcance - Tiempo - Coste: El Triángulo de la gestión de proyectos.* Recuperado el 29 de Octubre de 2021, de <https://lecciondeaprendizaje.blogspot.com/2018/11/alcance-tiempo-coste-el-triangulo-de-la.html>
- AEROBOT. (2021). *Soluciones de Aerobot.* Recuperado el 5 de Noviembre de 2021, de <http://www.aerobots.gt/>
- AGEXPORT. (2020). *Ley de Zonas Francas impulsará la reactivación económica y generación de empleo.* Recuperado el 4 de Noviembre de 2021, de <https://agexporthoy.export.com.gt/agexport/ley-de-zonas-francas-impulsara-la-reactivacion-economica-y-generacion-de-empleo/>
- AIREFLEX. (s.f.). *Presentación de Aireflex.* Recuperado el 11 de Noviembre de 2021, de <https://aireflex.com/>
- Albuja, Ernesto et al. (2012). *Tesis de Posgrado: Montar Ensambladora de IKDs de Aires Acondicionados Splits para MABE.* IDE Business School. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.
- APD, A. p. (2019). *Lean Six Sigma: ¿Cómo funciona esta metodología para reducir fallos?* Recuperado el 4 de Noviembre de 2021, de <https://www.apd.es/lean-six-sigma-como-funciona/>
- ASHRAE. (2016). *Las 4 principales tendencias del sector HVAC&R para los próximos 5 años.* American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Recuperado el 19 de Octubre de 2021, de <https://spain-ashrae.org/las-4-principales-tendencias-del-sector-hvacr-para-los-proximos-5-anos/>
- Banco Mundial. (2020). *Informe sobre el Desarrollo Mundial 2020: El Comercio al Servicio del Desarrollo en la Era de las Cadenas de Valor Mundiales, Cuadernillo del Panorama General.* Washington, DC: Banco Mundial, Licencia Creative Commons de Reconocimiento para Organizaciones Intergubernamentales CC BY 3.0 IGO.
- BLITA International. (2020). *Tendencias de Inversión Extranjera Directa en Guatemala.* Recuperado el 5 de Noviembre de 2021, de <https://www.blita.com/es/noticias/tendencias-de-inversion-extranjera-en-guatemala>
- Bonilla, M. (2014). *Propuesta para Establecer una Política Industrial Basada en la Competitividad y la Innovación para Guatemala 2014-2044.* Guatemala: Ministerio de Economía.

- Cámara de Comercio Guatemalteco-Canadiense. (s.f.). *Invest in Guatemala, Are you seeking investment opportunities in Guatemala?* Recuperado el 4 de Noviembre de 2021, de <https://www.cancham.org.gt/en/invest-in-guatemala/>
- CentralAmericaData. (2021). *Equipos de aire acondicionado: Compras por \$147 millones.* Recuperado el 3 de Noviembre de 2021, de Equipos de aire acondicionado: Compras por \$147 millones
- CERTUS. (2020). *¿Qué es una cadena de valor y para qué sirve?* Recuperado el 7 de Octubre de 2021, de <https://www.certus.edu.pe/blog/que-es-cadena-valor/>
- Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo-CINDE. (2021). *Costa Rica sobresale en exportaciones MedTech en primer semestre del 2021.* Recuperado el 10 de Noviembre de 2021, de <https://www.cinde.org/es/noticias/costa-rica-sobresale-en-exportaciones-medtech-en-primer-semester-del-2021>
- Colcircuitos. (s.f.). *Presentación Colcircuitos.* Recuperado el 9 de Noviembre de 2021, de <https://colcircuitos.com/>
- Congreso de la República de Guatemala. (1998). *Decreto No. 9-98, Ley de Inversión Extranjera.* Guatemala: Congreso de la República de Guatemala.
- Congreso de la República de Guatemala. (2007). *Decreto No. 34-2007, Reforma del Artículo 3 del Decreto No. 9-98 Ley de Inversión Extranjera.* Guatemala: Congreso de la República de Guatemala.
- CSIA. (s.f.). *FCC Certification Services.* International Regulatory Telecom and Safety Approval. Recuperado el 2021 de Octubre de 26, de <https://www.csiassoc.com/fcc-certification.html>
- DATAEXPORT, AGEXPORT. (2020). *Tres beneficios de contar con Zonas Francas en Guatemala.* Recuperado el 4 de Noviembre de 2021
- Deloitte Development LLC. (2015). *El Futuro de la Manufactura.* Deloitte University Press.
- DFC. (s.f.). *Presentación de DFC.* Recuperado el 8 de Noviembre de 2021, de <https://www.dfc.gov>
- Digital Too, Hap Group. (s.f.). *12.500 millones de dispositivos conectados a IoT en 2021.* Recuperado el 8 de Noviembre de 2021, de <https://www.digitaltoo.com/2017/03/24/12-500-millones-dispositivos-conectados-iot-2021/>
- El Economista. (2021). *Exportaciones tecnológicas resisten mejor la pandemia.* Recuperado el 4 de Noviembre de 2021, de <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Exportaciones-tecnologicas-resisten-mejor-la-pandemia-20210217-0007.html>
- El Economista. (2021). *Foxconn y otras firmas asiáticas buscan nuevas fábricas en México.* Recuperado el 12 de Noviembre de 2021, de <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Foxconn-y-otras-firmas-asiaticas-buscan-nuevas-fabricas-en-Mexico-20200824-0016.html>
- Electronic Cats. (s.f.). *Presentación de Electronic Cats.* Recuperado el 13 de Noviembre de 2021

- FOXCONN. (s.f.). *Presentación Foxconn Baja California*. Recuperado el 12 de Noviembre de 2021
- GGBC. (2021). *Guatemala Green Building Council*. Recuperado el 2 de Noviembre de 2021, de <https://www.guatemalagbc.org/quienes-somos/>
- Kaplinsky, R. (2000). *Spreading the Gains from Globalization: What can be learned from value chain analysis?*, *Journal of Development Studies* , Vol 37 No. 2.
- MARN. (2018). *Acuerdo Ministerial No. 340-2018 Registro de Técnicos Frigoríistas, Empresas Frigoristas y Entidades Capacitadoras*.
- Microcircuitos. (s.f.). *Presentación Microcircuitos*. Recuperado el 9 de Noviembre de 2021, de <https://pcbmicrocircuitos.com>
- MINEX. (2021). *Red de Consejeros Comerciales del Minex promueve el intercambio comercial, el turismo y la atracción de inversión a Guatemala*. Comunicado . Recuperado el 5 de Noviembre de 2021, de <https://prensa.gob.gt/comunicado/red-de-consejeros-comerciales-del-minex-promueve-el-intercambio-comercial-el-turismo-y>
- Muy Canal, Tecnología. (2021). *Los dispositivos conectados a IoT superarán los 66.000 millones en 2026*. Recuperado el 8 de Noviembre de 2021, de <https://www.muycanal.com/2021/07/12/iot-dispositivos-conectados>
- Naciones Unidas. (2019). *Informe sobre la Economía Digital, Creación y Captura de Valor: Repercusión en los Países en Desarrollo*. New York, EUA: Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo - UNCTAD .
- OCDE et al. (2013). *The Rise of Global Value Chains*. Obtenido de *Interconnected Economies: Benefiting from Global Value Chains*, el 3 de septiembre de 2021: https://read.oecd-ilibrary.org/trade/interconnected-economies/the-rise-of-global-value-chains_9789264189560-3-en#page1
- Porter, M. (1985). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*.
- Presidencia de la República de Costa Rica. (2021). *Costa Rica, segundo país en América Latina en Exportaciones de Dispositivos Médicos*. Recuperado el 10 de Noviembre de 2021, de <https://www.presidencia.go.cr/comunicados/2021/03/costa-rica-segundo-pais-en-america-latina-en-exportaciones-de-dispositivos-medicos/>
- Presidencia de la República de Guatemala. (1992). *Acuerdo Gubernativo No. 532-92 Ventanilla Única para las Inversiones*. Guatemala: Presidencia de la República de Guatemala.
- Presidencia de la República de Guatemala. (2008). *Acuerdo Gubernativo No. 20-2008, Creación de la Comisión de Promoción de Inversiones* . Guatemala: Presidencia de la República de Guatemala.
- PRONACOM. (2018). *Política Nacional de Competitividad 2018-2032. Guatemala: Programa Nacional de Competitividad de Guatemala*. Guatemala: PRONACOM.

- Romero, G. (2021). *Manufactura Internacional de Equipos Electrónicos, Análisis de subsectores EMS y su cadena global de valor*. Proyecto Creando Oportunidades Económicas. USAID.
- Secretaría de Economía-PROMÉXICO. (2014). *Industria Electrónica*. México: Secretaría de Economía-PROMÉXICO.
- SODECA. (s.f.). *Presentación de SODECA*. Recuperado el 11 de Noviembre de 2021, de <https://www.sodeca.com>
- Soy502. (2014). *Compran empresa de tecnología guatemalteca por US\$15 millones*. Recuperado el 28 de Octubre de 2021
- Soy502. (2015). *Kingo, una empresa con sentido social y reconocida por su labor*. Recuperado el 30 de Octubre de 2021, de <https://www.soy502.com/articulo/kingo-empresa-sentido-social-reconocida-labor>
- UNCTAD. (2019). *Informe sobre la Economía Digital 2019*. Ginebra: Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo - UNCTAD.
- USAC. (s.f.). *Portal de la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Carlos de Guatemala*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2021, de <https://portal.ingenieria.usac.edu.gt/>
- Zona Franca Coyol. (s.f.). *Presentación de Zona Franca Coyol*. Recuperado el 10 de Noviembre de 2021, de <https://www.cinde.org/es/zonas-francas/zona-franca-coyol>

10. ANEXOS

1.1 DOCUMENTACIÓN FUENTES PRIMARIAS

Grupo Focal Consejeros Comerciales

Notas Conversatorio ¿Cómo mejoramos la oferta de desarrollo de dispositivos electrónicos desde Guatemala?

Entrevista Campus TEC

Grupo Focal Universidad Galileo

Entrevista José Ordóñez, Cofundador Bitmec-Kingo-DigitalTwin-Hybrico

Entrevista REFRIPRO

Entrevista Municipalidad de Guatemala

Registro Encuestas Sector Electrónicos – IT

1.2 Estadísticas Egresados MINEDUC

1.3 Base de Datos de Oferta Académica Colegios, Institutos y Universidades

1.4 Listado de Carreras por Niveles Académicos

1.5 Maquilas de Electrónicos en México