



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA

Proyecto de USAID de Educación Superior para el Crecimiento Económico Setiembre 2015



Perfil Sectorial: Tecnologías de la Información y Comunicación

Esta publicación ha sido elaborada para revisión de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. Preparada por RTI International.

Proyecto de USAID de Educación Superior para el Crecimiento Económico

Perfil Sectorial:
Tecnologías de la Información y Comunicación

El Salvador
Setiembre 2015

Contrato AID-519-C-14-00004

Preparado para: [REDACTED]
Contracting Officer's Representative
USAID/El Salvador
Economic Growth Office
Final Blvd., Santa Elena
Antiguo Cuscatlán, Depto. La Libertad,
El Salvador, Central America

Preparado por
RTI International
3040 Cornwallis Road
Post Office Box 12194
Research Triangle Park, NC 27709-2194

RTI International is one of the world's leading research institutes, dedicated to improving the human condition by turning knowledge into practice. Our staff of more than 3,700 provides research and technical services to governments and businesses in more than 40 countries in the areas of health and pharmaceuticals, education and training, surveys and statistics, advanced technology, international development, economic and social policy, energy and the environment, and laboratory and chemistry services. For more information, visit www.rti.org.

RTI International is a registered trademark and a trade name of Research Triangle Institute.

The author's views expressed in this publication do not necessarily reflect the views of the United States Agency for International Development or the United States Government.

Tabla de Contenido

Tabla de Contenido	iii
Siglas	vi
Resumen Ejecutivo	1
A. Introducción.....	7
A1. Antecedentes.....	7
A2. Objetivo	8
B. Perfil del clúster TIC	8
B1. Estructura e importancia del sector TIC.....	8
B2. Demanda ocupacional y habilidades en el sector TIC.....	16
B3. Las tendencias de la oferta de programas académicos y técnicos	24
B4. Retos y oportunidades en I&D para impulsar la competitividad del clúster TIC	27
C. Análisis de competitividad	30
C1. Análisis de referencia y mejores prácticas.....	30
C2. Insumos para la evaluación FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas).....	37
D. Conclusiones y recomendaciones	39
D1. Ajustes de los planes de estudio sugeridos por el clúster.....	39
D2. Áreas a reforzar	42
D3. Proyectos de I&D.....	42
D4. Otras áreas de colaboración entre el clúster TIC e IES	44
Anexo A Clúster TIC industria-académica	46
Anexo B Detalles de los programas académicos y técnicos pertinentes clúster TIC.....	47
Anexo C Carrera de ciencias de la computación de la Universidad de Georgia Tech	49
Anexo D Áreas básicas de conocimiento en las ciencias de computación	50
Referencias.....	51

Gráficos

Gráfico 1. Sectores priorizados.....	7
Gráfico 2. Penetración de banda ancha versus PIB per cápita, 2009.....	9
Gráfico 3. Porcentaje de participación de la industria TIC en el PIB Nacional, 2012	11
Gráfico 4. El Salvador: Exportaciones-importaciones TIC, 2013-2014 (millones de US\$) ..	12
Gráfico 5. Distribución del parque empresarial TICs, por municipio salvadoreño, 2011	14
Gráfico 6. Distribución parque empresarial TIC en El Salvador, 2011.....	14
Gráfico 7. Principales ocupaciones TIC de mayor demanda, presente y futura	17
Gráfico 8. Principales ocupaciones TI difíciles de cubrir.....	18
Gráfico 9. Demanda tecnológicas TI	19
Gráfico 10. Demanda habilidades TI.....	20
Gráfico 11. Brechas habilidades suaves y sociales (“soft skills”).....	20
Gráfico 12. Especializaciones a reforzar o crear en las IES	21
Gráfico 13. Certificaciones de mayor demanda.....	22
Gráfico 14. Tercera plataforma - TIC	31
Gráfico A1. Clúster TIC industria-académica	46
Gráfico C1. Universidad de Georgia Tech: Áreas de especialización en la carrera de ciencias de la computación	49

Tablas

Tabla 1. Networked Readiness Index, El Salvador, 2015.....	10
Tabla 2. Delimitación del sector TIC en El Salvador, por rama de actividad	10
Tabla 3. Crecimiento del sector TIC de empresas y empleos formales, 2010 y 2014.....	13
Tabla 4. Principales asociaciones y gremiales y sus objetivos para apoyar el sector TIC	15
Tabla 5. IES con mayor concentración de los programas académicos y técnicos pertinentes clúster TIC	24
Tabla 6. Carreras y programas de capacitación técnica en el ámbito TIC ofrecidos por los principales IES de El Salvador	25
Tabla 7. Matricula por carrera estándar, 2009-2013.....	26
Tabla 8. Resultados de las encuestas: Proyectos I&D para el clúster TIC	28
Tabla 9. Temáticas de I&D.....	29
Tabla 10. Irlanda: Análisis de referencia del sector TIC	31
Tabla 11. Uruguay: Análisis de referencia del sector TIC.....	33
Tabla 12. Colombia: Análisis de referencia del sector TIC.....	35
Tabla 13. FODA: Clúster TIC El Salvador.....	37
Tabla 14. Proyectos de I&D.....	43
Tabla B1. Detalles de los programas académicos y técnicos pertinentes clúster TIC, por IES	47
Tabla D1. 18 áreas de especialización en la carrera de ciencias de la computación	50

Siglas

ACM	<i>Association for Computing Machinery</i>
AMCHAM	Cámara Americana de Comercio de El Salvador
ANEP	Asociación Nacional de la Empresa Privada
ASI	Asociación Salvadoreña de Industriales
ASPROC	Asociación Salvadoreña de Profesionales en Computación
BCR	Banco Central de Reserva de El Salvador
CASATIC	Cámara Salvadoreña de Tecnologías de Información y Comunicación
CCI	Centro de Comercio Internacional
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CIIU	Clasificación Internacional Industrial Uniforme
CINTERFOR	Centro Interamericano para el Desarrollo del Conocimiento en la Formación Profesional
CMMI	<i>Capability Maturity Model Integration</i>
COEXPORT	Corporación de Exportadores de El Salvador
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
CONAYPME	Comisión Nacional de la Micro y Pequeña Empresa
CORSATUR	Corporación Salvadoreña de Turismo
CRM	<i>Customer relationship management</i>
CTIM	Ciencias, Tecnologías, Ingenierías y Matemáticas
DIGESTYC	Dirección General de Estadística y Censos
DNES	Dirección Nacional de Educación Superior
EDI	Intercambio electrónico de datos
ERP	<i>Enterprise resource planning</i>
FCE	<i>First Certificate in English</i>
FEPADE	Fundación Empresarial para el Desarrollo
FITI	(Programa de) e Fortalecimiento de la Industria de Tecnologías de Información
FODA	Fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas
GPS	Sistema de Posicionamiento Global
IAB	<i>Industry Advisory Board</i>
IDC	International Data Corporation
IES	Instituciones de educación superior
ISSS	Instituto Salvadoreño del Seguro Social
ITCA	Instituto Tecnológico Centroamericano
I&D	Investigación y desarrollo
ITIL	Biblioteca de Infraestructura de Tecnologías de Información
JRC	Joint Research Center (European Commission)
MINEC	Ministerio de Economía
MINED	Ministerio de Educación
MOOC	<i>Massive open online courses</i>
M2M	<i>Machine to machine</i>
OIT	Organización Internacional de Trabajo
PC	<i>Personal computer</i>

PIB	Producto interno bruto
PLM	<i>Product Lifecycle Management</i>
PMP	<i>Project Management Professional</i>
PSP	<i>Personal Software Process</i>
PROESA	Promotor de Exportaciones e Inversiones de El Salvador
PYME	Empresas pequeñas y medianas
RFID	Identificación por radio frecuencia
SIG	Sistemas de información geográfica
SSI	Software y servicios informáticos
TCMA	Tasa de crecimiento media anual
TI	Tecnologías de información
TIC	Tecnologías de información y comunicación
TOAD	<i>Tools for Oracle Application Development</i>
TSP	<i>Team Software Process</i>
UCA	Universidad Centroamericana
WMS	<i>Warehouse Management Solutions</i>

Resumen Ejecutivo

El Proyecto de USAID de Educación Superior para el Crecimiento Económico de El Salvador, ejecutado por RTI Internacional (2014-2019), contribuye al desarrollo del capital humano y al fortalecimiento de las instituciones de educación superior (IES) en el país. Una de las primeras actividades del Proyecto fue seleccionar los sectores económicos con mayor potencial para contribuir al crecimiento económico (RTI Internacional, 2015); a los cuales se orientarán las inversiones y la asistencia técnica enfocadas al desarrollo del talento, la investigación, y los cambios en la curricula con relación a las necesidades de la industria. Para ello se conformarán alianzas bajo un modelo de clúster por sector para la ejecución de los programas, las iniciativas y la sostenibilidad del Proyecto.

El primer grupo concebido fue el **Clúster de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) Industria-Academia**, en alianza con la Cámara Salvadoreña de Tecnologías de Información y Comunicación (CASATIC), la “IES ancla” (Universidad Francisco Gavidia) y cinco “IES asociadas”. El proyecto también estableció su primer Consejo Asesor de la Industria (*Industry Advisory Board* o IAB por sus siglas en inglés) con empresarios, funcionarios y profesionales TIC. Una de las primeras actividades fue la elaboración del presente perfil sectorial de la industria y educación superior TIC en El Salvador, con el fin de fundamentar y desarrollar un plan estratégico quinquenal. Los elementos que componen el perfil sectorial TIC son los siguientes: (i) estructura e importancia económica del sector TIC en El Salvador, (ii) análisis de la demanda ocupacional, (iii) análisis de la oferta académica relacionada a las TIC en El Salvador, (iv) análisis de competitividad (FODA y *benchmarking*) y (v) recomendaciones para los accionables del plan estratégico. La investigación cuantitativa y cualitativa realizada para el presente estudio se llevó a cabo durante los meses de julio a septiembre de 2015.

Importancia Económica y del Capital Humano del Sector TIC

El impacto económico de las TIC va más allá de su capacidad para generar empleos de calidad y acelerar los procesos de transferencia, adopción e innovación en nuevas tecnologías; este juega un rol transversal para mejorar el desempeño económico del país y el valor agregado en materia de conocimiento, lo que se traduce en insumos estratégicos que aumentan la productividad y la competitividad de las empresas (Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2007). Por lo que siendo las TIC intensivas en conocimiento, el desarrollo del capital humano es clave para la competitividad de la industria. Con los constantes y acelerados cambios tecnológicos, la competencia global por el talento humano y la generación de nuevos canales de conocimiento, se hace imprescindible una cultura de educación continua. La revolución del conocimiento exige un mayor desempeño de las instituciones educativas, de modernizar el currículo a todo nivel, de integrar las herramientas digitales y el Internet para el desarrollo del aprendizaje y el desarrollo profesional, preparando a los jóvenes y docentes para la enseñanza de “por vida” (Hanna, 2015).

Desempeño económico del sector TIC: Actividad en crecimiento

La actividad TIC en El Salvador se estima en 4.3% del PIB, correspondiendo un 4% al subsector de telecomunicaciones y en un 0.3% al subsector de tecnologías de la información. Dentro del rubro de las exportaciones de servicios internacionales, algunos de los subsectores de mayor crecimiento son los servicios de **telecomunicaciones, informática e información (TI)**, registrando un crecimiento anual en valores de exportación entre el periodo 2013-2014 de 16.5% y ventas anuales al exterior mayores a US\$170 millones. Aunque El Salvador ha logrado incrementar su participación de mercado internacional en este rubro del comercio exterior, sigue por debajo de la media entre los valores de exportación de los países de América Latina, equivalentes a un promedio por país de US\$512 millones en 2014.

En cuanto a la creación de empleo y nuevas empresas, las actividades económicas dedicadas a las TIC representan uno de los sectores de mayor crecimiento. Según cifras del Instituto Salvadoreño del Seguro Social (ISSS), específicamente el sector de TI ha crecido en la generación de empleo y en nuevas empresas formales entre el periodo 2010-2014, en un promedio de 26.3% y 12.3% respectivamente, (equivalente a 1,822 empleos formales y 213 empresas); mientras la media de todas las actividades económicas en el país muestra un estancamiento en la creación de nuevos establecimientos de negocios y un crecimiento promedio de empleos de 3% en el mismo periodo. Las exportaciones TIC a nivel mundial representan un mercado en crecimiento de más de \$250 mil millones de dólares, en el cual, el país participa únicamente con el 0.067%; sin embargo, las ventas al exterior de esta industria de servicios ya supera los montos de exportación de rubros tradicionales como el café.

Tendencias y oportunidades de mercado

Según un estudio reciente elaborado a solicitud del gobierno irlandés (Forfás, 2013), el mercado global TIC se encuentra en una fase de cambio estructural denominada la “Tercera Plataforma”. Esta nueva fase se caracteriza por un crecimiento exponencial de los mercados TIC. La primera plataforma tecnológica nació durante los años 60, con los primeros sistemas informáticos utilizados por entidades gubernamentales estadounidenses para el procesamiento de información de manera centralizada: los *mainframes*. Más tarde, en la década de los 80, con la aparición de la computadora personal (*PC*) surgió la segunda plataforma. Y en la actualidad, la nueva fase se caracteriza por una penetración TIC de mil millones de usuarios (más del 50% de la población mundial con acceso) y millones de aplicaciones, datos y contenidos digitales desarrollándose día tras día.

Este fenómeno denominado por algunos economistas como una nueva revolución industrial-digital brinda una oportunidad para los países en desarrollo a vincularse a nichos catalizadores del crecimiento económico. Sin embargo, este cambio medular en el mercado TIC hacia la Tercera Plataforma requerirá una transformación del sistema educativo de todos los países, expresado a través de la renovación de la curricula, mayor atención a la demanda y necesidades de las empresas y, muy probable, a un sistema de aprendizaje más flexible. Un factor crítico de éxito para lograr competir en el entorno global en el sector servicios, especialmente en las TIC, es contar con una fuerza laboral calificada, preparada y productiva;

principal elemento que permitió el favorable desenvolvimiento de la industria software en la India, entre otros servicios.

Demanda de habilidades, tecnologías y ocupaciones TIC en El Salvador

Muchos países que han visualizado la importancia económica del sector TIC para el desarrollo, están formulando e implementando estrategias nacionales para incrementar la competitividad de esta industria, fortaleciendo los elementos del eco-sistema TIC, entre ellos su capital humano. Una de las primeras acciones es una mayor y mejor vinculación entre los IES y la industria para ir alineando las necesidades de la demanda con la oferta académica. Como un primer esfuerzo de ir visualizando estas necesidades de la industria, se realizó en el mes de julio de 2015 un sondeo de mercado con base a entrevistas y encuestas a empresarios y directores TIC (se obtuvieron 20 encuestas en total). Como resultado de las entrevistas, se logró identificar áreas de oportunidad y mejora en las IES de El Salvador en los planes de estudios TIC. A continuación se resumen los principales resultados.

1. Entre las **especializaciones a reforzar**, los empresarios y directores resaltaron: 1) el área de seguridad TI o ciberseguridad, 2) el área de manejo de centros de dato y especializaciones en *business intelligence*, 3) arquitectura TI y 4) ingeniería de software.
2. Las **ocupaciones difíciles de cubrir** expresadas por los empresarios y directores están relacionadas con las especializaciones a reforzar en las IES: 1) Especialista en Business Intelligence, 2) Programador y Desarrollador de Software, 3) Administrador de Proyectos, 4) Analista en Sistemas de Calidad, 5) Especialista en Ciberseguridad. Otras ocupaciones difíciles de cubrir son: Desarrolladores de Video Juegos y Animación Digital, Especialista en *Middleware*, *Big Data* y Metodologías Ágiles.
3. Entre las **tecnologías TI** que muestran una demanda creciente y escasean como competencias en la oferta laboral en El Salvador, destacan: 1) aplicaciones móviles, 2) computación en la nube (*cloud computing*), 3) middleware, 4) big data y 5) seguridad TI.
4. Las **ocupaciones de mayor demanda a mediano plazo**, según lo expresado por los entrevistados son: 1) Programador y Desarrollador de Software, 2) Especialista en Big Data y en Business Intelligence, 3) Especialista en Computación en la Nube y 4) Administrador de Proyectos.
5. Los entrevistados manifestaron que entre las **habilidades TI** que esperan surjan o crezcan a corto y mediano plazo son: 1) *virtualization*, 2).NET, 3) PHP y 4) Sharepoint.

Los resultados anteriores infieren que las necesidades de las empresas en capital humano van en línea con las tecnologías emergentes denominadas como la Tercera Plataforma TIC y brindan una línea base para que las IES continúen el proceso de ajuste curricular en conjunto con la industria; lo cual deberá ser una faena permanente de ciclos cortos por la dinámica del mercado y los vertiginosos cambios tecnológicos que caracteriza el sector TIC.

Aunque la oferta académica TIC en El Salvador es relativamente diversa y amplia, se observa una tendencia descendiente en la matriculación anual universitaria de las carreras relacionadas a este sector, especialmente a nivel técnico. Esta disminución en las matriculas es un indicador que existe una desalineación entre las necesidades de la demanda industria o alumnado y la oferta curricular, a pesar de ser una industria en crecimiento a nivel mundial.

Análisis de referencia – Irlanda, Colombia y Uruguay – con apuestas estratégicas al desarrollo competitivo del talento TIC

Caso Irlanda

Para el caso de este país europeo, las TIC representa una industria clave y la misión del país es promover a Irlanda a nivel mundial como el Centro Global de Talento TIC. Una de las iniciativas del gobierno es evaluar en forma periódica las necesidades de demanda de talento en sectores considerados como estratégicos, entre ellos las TIC. En el año 2013, se realizó el proyecto de investigación para evaluar la demanda proyectada (inversión extranjera y nacional) por las habilidades en TIC y proponer un plan de mejora de las habilidades para impulsar la expansión y desarrollo del sector (Forfás, 2013). En el estudio se manifestó la falta de talento humano especializada en las tecnologías emergentes¹ por lo que se plasmó la necesidad de crear especializaciones en dichas áreas y formular una agenda de investigación y desarrollo en estas temáticas en conjunto con las empresas y la academia.

Caso Uruguay

Uruguay es reconocido por ser el país precursor de las exportaciones de software y servicios TI en la región Latinoamérica. Su estrategia competitiva radica en mantener altos estándares de calidad, constante evaluación de las necesidades tecnológicas de sus clientes, innovaciones continuas y protocolos de cumplimiento en su oferta exportable TIC. Uno de los estudios más reciente sobre el tema de empleo y formación profesional en el sector TIC (Organización Internacional de Trabajo (OIT), 2014), tuvo el objetivo de analizar las brechas existentes entre la demanda (presente y futura) y la oferta de formación que permitirá generar los planes de formación y capacitación para el sector TIC uruguayo. Los resultados confirmaron que las tecnologías que tendrán mayor grado de difusión para el año 2015, 2017 y 2020 son las siguientes: aplicaciones de móviles, computación en la nube, metodologías ágiles, calidad de datos, verificación, middleware, big data, y sistema de información geográfica. La categoría de ocupaciones en el área TIC son: Especialista en Soporte Técnico, *Tester*, Programador y Desarrollador, Analista Funcional, Arquitecto, Administrador de Proyectos, y Ejecutivo Comercial. Se realizó una matriz cruzando cada ocupación con cada tecnología definiendo los conocimientos, habilidades y actitudes que son necesarios en cada combinación de ocupación y tecnología.

Caso Colombia

Colombia busca incrementar el desempeño económico del país apoyado en un sector TIC nacional que desarrolle ventajas competitivas sostenidas a través de una especialización regional y sectorial inteligente. Recientemente se elaboró un estudio cuyo objetivo era identificar la brecha existente entre los programas y los procesos de formación universitaria y requerimientos de las industria TI (Universidad EAFIT y Infosys Limited, 2013). Dos de las principales recomendaciones del estudio son: generar un conjunto de electivas, co-creada entre la industria y la universidad, en los temas señalados para

¹ Big data, computación en la nube, aplicaciones de móviles, ciberseguridad, tecnologías de la media social, Internet de Cosas, electrónica micro y nano.

cada región en áreas de Investigación y desarrollo (I&D) o posgrados y capacitar un número de docentes del país en las temáticas, favoreciendo las áreas de concentración de cada región, para poder producir, en los pregrados, personas capacitadas en las temáticas de interés.

Recomendaciones coincidentes de Uruguay, Colombia e Irlanda

En los tres casos (Uruguay, Colombia e Irlanda) coincide las siguientes recomendaciones:

1. Carreras TIC deberán ser más integrales y enfatizar el desarrollo de las habilidades blandas (trabajo en equipo, cultura de calidad y valores, habilidades comunicaciones, entre otras).
2. Las certificaciones de sus profesionales como medio eficaz de mantenerse en línea con los estándares internacionales, actualización de competencias y conocimientos de nuevas tecnologías.
3. Crear una carrera base en ciencias de la computación y, luego, desarrollar especializaciones que estén en línea a las necesidades de la industria y los planes de desarrollo profesional del estudiante.
4. Integrar otras carreras y profesionales de diferentes áreas, tales como ingeniería industrial, a las competencias TI a través de electivas y especializaciones.
5. Actualizar el perfil del docente TIC (por ejemplo, *e-leadership*) y desarrollar programas de formación de formadores.
6. Implementar programas de educación continua.
7. Desarrollar programas de pasantías entre la industria, académicos y estudiantes más sofisticados y de impacto.
8. Llevar a cabo proyectos de I&D con mayor vinculación a las necesidades de la industria.

Retos y oportunidades en I&D para impulsar la competitividad del clúster TIC

La competitividad internacional del sector TIC en El Salvador dependerá sustancialmente de los recursos invertidos en las áreas de I&D para lograr posicionarse con productos y servicios de alto valor agregado en los mercados. Esta industria se caracteriza por los micro ciclos de sus productos, es decir, que los ciclos de vida de la oferta TI son bastante cortos y esta se convierte en “commodities” u obsoletos a corto o mediano plazo. Por lo que las empresas deben invertir en investigación y desarrollo por encima del promedio de otras industrias para mantener o aumentar su posición competitiva en los mercados (*European Commission Joint Research Centre (JRC)*, 2013). Se observan dos grandes categorías en las propuestas I&D:

- Las relacionadas con las tecnologías emergentes: computación en la nube, big data, Internet de las Cosas, aplicaciones móviles, robótica, entre otras.
- Las transversales: brindar soluciones tecnológicas a los sectores productivos; así como, utilizar las tecnologías para subsanar problemáticas nacionales como seguridad, salud, educación, energía y el manejo de los recursos naturales.

Recomendaciones Finales

Con base a las entrevistas realizadas a los profesionales TIC y reforzando los argumentos evaluando los estudios realizados por terceros (ver referencias), se manifiestan las siguientes recomendaciones e ideas de proyectos prioritarias para fortalecer la competitividad del sector TIC de El Salvador, aprovechando la plataforma que ofrecen los clúster propuestos por el Proyecto.

1. Crear una carrera base de ciencias de la computación y ramificar esta con especializaciones técnicas, tecnológicas, sectoriales y ocupacionales.
2. Diseñar especializaciones TI para profesionales de otras disciplinas.
3. Promover las Academias TI Empresariales, por ejemplo *IBM Academic Initiative* y *Microsoft Academy*.
4. Establecer y promover los centros de certificación que facilite los procesos de acreditación.
5. Hacer obligatorio el idioma inglés en las carreras técnicas y profesionales TIC.

Otras recomendaciones:

1. Promover pasantías y programas estructurados en los lugares de trabajo para los estudiantes y docentes TIC.
2. Crear programas de educación continua.
3. Crear programas de formación de formadores.
4. Promover las carreras TIC especialmente en la población femenina.
5. Actualizar los laboratorios y la infraestructura a los estándares industriales.
6. Desarrollar los proyectos de I&D entre docentes y empresas en la aplicabilidad de nuevas tecnologías.
7. Promover nuevos canales de *e-learning*, especialmente a través de los *massive open online courses* (MOOC).
8. Crear un modelo de incentivos para docentes.
9. Organizar concursos y reconocimiento profesional para docentes, empresas y estudiantes sobresalientes.
10. Crear un observatorio, o centro de vigilancia tecnológica, para el monitoreo constante de los avances tecnológicos y cómo estos podrían ser aplicables a las industrias nacionales.
11. Desarrollar un programa de calidad total en la industria TIC.
12. Crear un programa de promoción exportación TIC.
13. Fomentar los emprendimientos TI y la creación de incubadoras de empresas.
14. Desarrollar programas especializados de formación de competencias claves para la internacionalización de las empresas TIC.
15. Pedir mayor apoyo del gobierno: agregados comerciales en el exterior, inteligencia de mercados, creación de una marca sectorial TIC y presencia en las principales ferias internacionales TIC, directorio profesionales y empresas TIC, monitoreo de *marketplaces* de proveedores.

A. Introducción

A1. Antecedentes

La misión del Proyecto de USAID de Educación Superior Productiva para el Crecimiento Económico de El Salvador, y ejecutado por RTI Internacional (2014-2019), es contribuir al desarrollo del capital humano y al fortalecimiento de las instituciones de educación superior en el país. El Proyecto proporcionará asistencia técnica y económica para mejorar las contribuciones del sistema de educación superior, aportando al aumento de la productividad y al crecimiento económico de El Salvador.

Gráfico 1. Sectores priorizados



A través de una investigación cuali - cuantitativa que se realizó entre los meses de octubre de 2014-mayo de 2015 (RTI International, 2015), se priorizaron los cinco sectores con mayor potencial para contribuir al crecimiento económico y a los cuales se orientarán las inversiones del Proyecto, enfocados en el desarrollo del talento, la investigación, y los cambios en curriculum, con relación a las necesidades de la industria. Logística, será una actividad económica que podrá integrarse como transversal a través de cada uno de estos cinco sectores, de acuerdo a la demanda (ver Gráfico 1). La priorización, fue validada por líderes del sector privado. Al mismo tiempo, el Proyecto seleccionó IES que están abiertas a impulsar los cambios y demuestran compromiso de apoyar el proyecto; estas son identificadas como "IES ancla" e "IES asociadas" para formar alianzas con socios de la industria a través de la creación de los "Clúster Industria - Academia".

Con base a los resultados de esta investigación y en consulta con USAID, el Proyecto seleccionó al sector de TIC como el primero en ser parte del Proyecto. En marzo de 2015 se puso en marcha el Clúster TIC Industria-Academia, en alianza con CASATIC, la IES Ancla (Universidad Francisco Gavidia) y cinco IES Asociadas. El proyecto también estableció su primera Junta Asesora de la Industria (*Industry Advisory Board* o IAB por sus siglas en inglés) con empresarios, funcionarios y profesionales de TIC. El IAB sirve como un comité de asesoría y planificación en apoyo a las IES para alinear la necesidades (demanda) de talento y conocimiento que requiera la industria con la oferta académica (para una representación gráfica de esta alianza, ver Anexo A).

Después de establecer el marco de colaboración, el grupo TIC, debe formular un plan estratégico a través de un proceso participativo que, con el apoyo del Proyecto, mejore la competitividad del sector durante los cuatro años restantes de vigencia del Programa. La agenda debe combinar las necesidades actuales y futuras de la industria, enfocando en

materia de capital humano y temas de I&D, los planes de estudio y programas de investigación. También debe considerar las alianzas estratégicas que las IES deben formar con potenciales empresas para establecer programas de pasantías y servicios de orientación profesional para los estudiantes.

A2. Objetivo

El objetivo del presente informe es crear un perfil sectorial de la industria y la educación superior TIC en El Salvador, con el fin de fundamentar y desarrollar un plan estratégico 2015-2020 del clúster TIC. Para su elaboración se debe profundizar en el análisis realizado anteriormente (RTI International, 2015). El perfil presentará la evaluación de las potencialidades de desarrollo competitivo de las TIC en El Salvador, vinculadas al fortalecimiento del capital humano y la mejora de los programas de educación superior. Este informe es una combinación de análisis económico, estudios realizados por terceros, entrevistas con líderes empresariales y grupos de interés relevantes.

Los elementos que componen el perfil sectorial TIC son los siguientes: (i) la estructura y capacidad productiva de la industria TIC en El Salvador, (ii) el mercado laboral y perfiles ocupacionales TIC, (iii) la oferta académica relacionada a las TIC en El Salvador, (iv) un análisis de competitividad. Como conclusión, el documento presentará las principales líneas estratégicas para orientar la actuación del clúster y definir los proyectos específicos, a través de los cuales se impulsarán las mejoras al sistema de formación y las investigaciones.

B. Perfil del clúster TIC

B1. Estructura e importancia del sector TIC

Los servicios TI corresponden a una de las industrias más incipientes dentro del comercio internacional de servicios. El creciente interés surgido en las cuestiones del conocimiento, para la toma de decisiones, ahorro de costos, el óptimo uso de los recursos, entre otros, han creado necesidades para las empresas que hoy demandan innovación, emprendimiento y herramientas que les ayuden a permanecer en el mercado y seguir creciendo. La mayoría de este tipo de servicios implica un valor agregado en materia de conocimiento, lo que se traduce en insumos estratégicos que aumentan la productividad y la competitividad de las empresas (CEPAL, 2007).

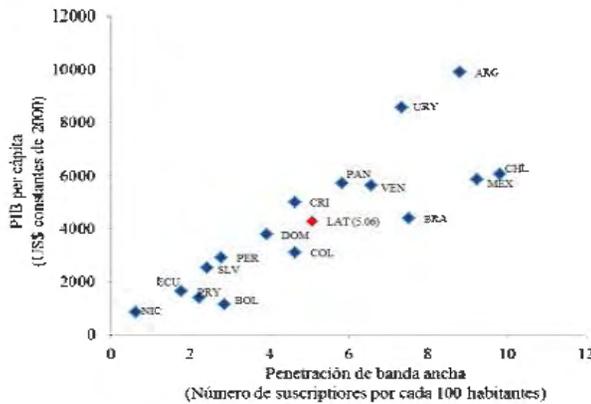
1.1 Importancia del sector TIC en la economía

Para algunos países, la economía digital² podría subir las barreras para competir en los mercados globales; para otros, dependiendo del nivel de desarrollo del sector TIC, esta sería una oportunidad para incrementar la productividad, el crecimiento económico y calidad de vida de la población. Caso contrario, a pesar de la clara ventaja de acelerar el desarrollo a

² Según CEPAL (2013), la economía digital está constituida por la infraestructura de telecomunicaciones, las industrias TIC (software, hardware y servicios TIC) y la red de actividades económicas y sociales facilitadas por Internet, la computación en la nube (cloud computing) y las redes móviles, las sociales y de sensores remotos.

través de las TIC, la falta de una visión compartida entre los diferentes sectores (gobierno-empresas-academia), limitados recursos, talento y capital humano y otros factores complementarios, sugiere que El Salvador y otros países en desarrollo se podrían ver amenazados de ampliar la brecha digital y del conocimiento, y en consecuencia, la carrera hacia el progreso.

Gráfico 2. Penetración de banda ancha versus PIB per cápita, 2009



Fuente: Banco Mundial, 2009.

Para obtener una idea del impacto económico del sector TIC, un estudio del Banco Mundial (2009) señala que un incremento de 10% en la penetración de banda ancha de los países en vías de desarrollo supone un incremento de 1,38% en el producto interno bruto (PIB) per cápita (para comparar el PIB a la penetración de banda ancha en ciertos países latinoamericanos, incluyendo El Salvador (denominado como SLV en el Gráfico 2). El estudio señala que se produce un círculo virtuoso, ya que un

incremento de la renta disponible aumenta la demanda de TIC, lo que aumenta la penetración y, como consecuencia, se incrementa de nuevo la riqueza per cápita.

Es importante señalar que el nivel de impacto económico de las TIC está en relación a su capacidad de generación de valor en otras actividades económicas y, para ello, es fundamental la transformación productiva de la misma. Hanna (2015) sugiere que la transformación del sector TIC requiere de un rediseño y la construcción de nuevas redes institucionales, marcos regulatorios, sistemas de gobernanza, destrezas y competencias y hasta cambios de paradigmas, de ideas y de cultura. El autor sugiere fortalecer el ecosistema TIC, el cual se compone por (i) infraestructura de telecomunicaciones, (ii) instituciones y políticas públicas transformadoras, (iii) industria TIC, (iv) capital humano, y (v) productos y servicios (aplicaciones).

Siendo las TIC intensivas en conocimiento, el desarrollo del capital humano es la clave para la competitividad de la industria. Con los constantes y acelerados cambios tecnológicos, la competencia global por el talento humano y la generación de nuevos canales de conocimiento, es imprescindible una cultura de educación continua. La revolución del conocimiento exige un mayor desempeño de las instituciones educativas, de modernizar el currículo a todo nivel, de integrar las herramientas digitales y el Internet para el desarrollo del aprendizaje y el desarrollo profesional, preparando a los jóvenes y docentes para la enseñanza de “por vida”.

1.2 Importancia del desarrollo del capital humano en el sector TIC

El indicador de competitividad internacional *Network Readiness Index* del Foro Económico Mundial (Dutta, Geiger, & Lanvin, 2015), mide la competitividad de los países en el desarrollo de las TIC y su impacto transversal económico y social. Según el Índice 2015, El Salvador ha logrado escalar a la posición 80 entre 143 países evaluados en el ranking mundial (donde 1 es el mejor ranking y 143 es el peor) comparado a la posición 98 en 2014 (entre 148 países) y 93 en 2013 (entre 144 países). Debe tenerse en cuenta el **componente de habilidades (skills)** representa la variable menos favorable (posición 97 entre 143 países) de este indicador; lo que brinda una señal de alerta para El Salvador acerca de los temas a priorizar en las estrategias nacionales para el impulso de la industria TIC (ver Tabla 1).

Tabla 1. Networked Readiness Index, El Salvador, 2015

Overall Rank ^{a/}	80		
Subindex A: Environment	83	Subindex C: Usage	84
1st pillar: Political and regulatory environment	85	6th pillar: Individual usage	96
2nd pillar: Business and innovation environment	75	7th pillar: Business usage	59
Subindex B: Readiness	80	8th pillar: Government usage	64
3rd pillar: Infrastructure	74	Impact Subindex D: Impact	76
4th pillar: Affordability	63	9th pillar: Economic impacts	94
5th pillar: Skills ^{b/}	97	10th pillar: Social impacts	69

^{a/} El pilar habilidades (*skills*) mide la capacidad para hacer un uso efectivo de las TIC debido a: (i) la calidad del sistema educativo, (ii) la calidad de las matemáticas y las ciencias de la educación, (iii) la tasa de matrícula secundaria, y (iv) el nivel de alfabetización de los adultos.

Fuente: Dutta, Geiger, & Lanvin, 2015.

1.3 Características principales del sector TIC en El Salvador

1.3.1 Definición del sector TIC

Las TIC conforman el conjunto de recursos necesarios para manipular la información: los ordenadores, los programas informáticos y las redes necesarias para convertirla, almacenarla, administrarla, transmitirla y encontrarla. Aunque son parte del sector TIC, no se incluye en el análisis la venta de equipo, hardware, telefonía y suministros, call centers y medios de comunicación tradicionales (radio, tv).

Para analizar el desempeño del sector TIC dentro de la estructura productiva del país, se han tomado como referencia seis ramas de actividad económica según la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU)

Tabla 2. Delimitación del sector TIC en El Salvador, por rama de actividad

CIIU	Rama de actividad
Rév. 3	72 Informática y actividades conexas
7210	Consultores en equipo de informática
7220	Consultores en programas de informática y suministro de programas de informática
7230	Procesamiento de datos
7240	Actividades relacionadas con bases de datos
7250	Mantenimiento y reparación de maquinaria de oficina, contabilidad e informática
7290	Otras actividades de informática
6420	Telecomunicaciones

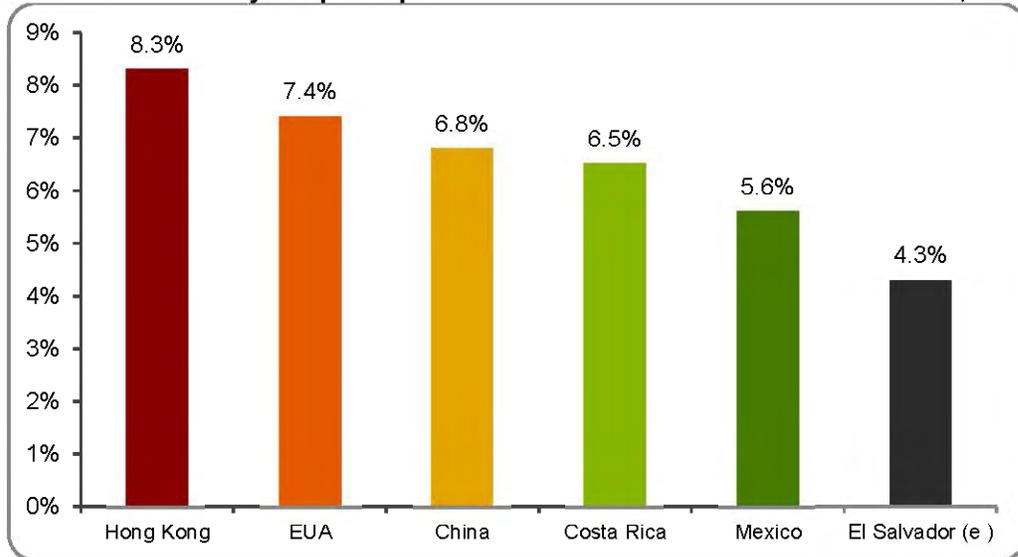
Fuente: Dirección General de Estadística y Censos (DIGESTYC).

revisión 3.3 (ver Tabla 2).³ Para el análisis del sector se enfatizará principalmente los productos y servicios en: a) Desarrollo y asesoría de software, b) consultorías y servicios en tecnologías de información (TI) y c) medios creativos digitales.

1.3.2 Desempeño económico reciente del sector TIC en El Salvador

Con base al último Censo Económico realizado en El Salvador,⁴ se estima que el sector TIC representa el 4.3% del PIB, correspondiendo un 4% al subsector de telecomunicaciones y en un 0.3% (estimación) al subsector de tecnologías de la información. Este sector (TIC) adquiere mayor importancia relativa, a medida que la estructura productiva de una economía se va orientando hacia los servicios de avanzada, como sucede en algunos países más desarrollados (ver Gráfico 3).

Gráfico 3. Porcentaje de participación de la industria TIC en el PIB Nacional, 2012



Fuente: Instituto Mexicano para la Competitividad, 2014.

1.3.3 Desempeño internacional

La evaluación del desempeño internacional del sector TIC es fundamental debido a que este es uno de los elementos catalizadores para que se den las transformaciones tecnológicas, productivas y el desarrollo del capital humano a niveles de estándares mundiales en la industria TI salvadoreña.

En los últimos años en El Salvador, las exportaciones de servicios han mostrado una tendencia más favorable que el comercio internacional de bienes. Para el periodo 2013-2014, las exportaciones de bienes registraron una disminución anual de 4% en valores; mientras

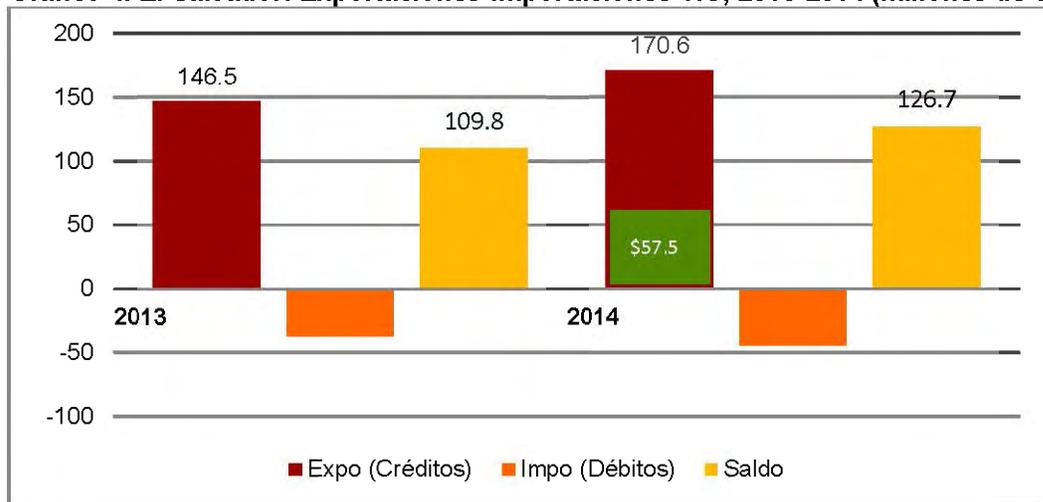
³ Si bien estas definiciones proporcionan un marco general útil para la industria TIC, también ocultan los detalles de las actividades tecnológicas que caracterizan las empresas. En su caso, el autor ha tratado de señalar salvedades en el análisis.

⁴ Ministerio de Economía, Dirección Nacional de Estadística y Censos. VII Censos Económicos Nacionales 2005 (disponible en: <http://www.censos.gob.sv>).

que las ventas al exterior en servicios aumentaron en el mismo periodo 6.6%. Como resultado del crecimiento constante, el rubro de servicios internacionales ha mostrado un superávit comercial en los últimos años, a diferencia del comercio de mercancías cuyo resultado histórico refleja siempre un saldo deficitario.

Dentro del rubro de servicios internacionales, algunos de los subsectores de mayor crecimiento son los servicios *de telecomunicaciones, informática e información*, registrando un crecimiento anual en valores de exportación entre el periodo 2013-2014 de 16.5% y ventas equivalentes a más de US\$170 millones (ver Gráfico 4).

Gráfico 4. El Salvador: Exportaciones-importaciones TIC, 2013-2014 (millones de US\$)



Fuente: Elaboración propia con base a cifras del Banco Central de Reserva de El Salvador (BCR).

Según estimaciones de COMTRADE, dentro de las exportaciones TIC, las ventas anuales al exterior correspondientes a servicios TI sobrepasan los US\$57.5 millones (2014) y los principales mercados de exportación corresponden al mercado centroamericano, Estados Unidos, Colombia, Ecuador y Argentina. Con base a información brindada por el organismo Promotor de Exportaciones e Inversiones de El Salvador (PROESA), entre los principales productos de exportación se encuentran: (i) desarrollo y mantenimiento de aplicaciones empresariales, basadas principalmente en lenguajes .Net, Java, html.; (ii) *software testing*; (iii) aplicaciones móviles; iv) diseño web; y (v) implementación y soporte de aplicaciones empresariales.

1.3.4 Generación de empleo y nuevas empresas

Se puede considerar el crecimiento en número de empleos formales y en la creación de nuevas empresas en el país para determinar los sectores TIC con mejores perspectivas de crecimiento económico a mediano plazo, basado en su desempeño pasado reciente (ver Tabla 3). Entre estas, las actividades relacionadas a la consultoría (CIU 7220) y otras actividades (CIU 7290) han superado significativamente el promedio del total de actividades económicas en el país. Al mismo tiempo, los datos del subsector de procesamiento de datos (CIU 7230) sugieren un cambio importante: aunque el número de empresas se disminuyó

entre 2010 y 2014, el número de empleos se expandió casi tres veces durante el mismo periodo.

Las empresas TI salvadoreñas se caracterizan por ser en su mayoría empresas pequeñas y medianas (PYME), empleando en un promedio alrededor de 8 trabajadores. Según estimaciones de PROESA, alrededor de un 20% de sus productos y servicios se destinan al mercado exterior y el resto para la demanda local.

Tabla 3. Crecimiento del sector TIC de empresas y empleos formales, 2010 y 2014

CIIU Rév. 3	Ramas de Actividad	Empresas (Patronos)			Empleos (Cotizantes)		
		2010	2014	TCMA	2010	2014	TCMA
		No.		%	No.		%
7210	Consultores en equipo de informática	20	34	14.2	109	165	10.9
7220	Consultores en programas de informática y suministros	16	59	38.6	52	437	70.3
7230	Procesamiento de datos	24	23	-1.1	270	711	27.4
7240	Actividades relacionadas con bases de datos	6	6	0.0	21	28	7.5
7250	Mantenimiento y reparación de maquinaria de oficinas	44	49	2.7	181	247	8.1
7290	Otras actividades de informática	24	42	15.0	84	234	29.2
72	Informática y actividades conexas	134	213	12.3	717	1,822	26.3
Subtotal							
6420	Telecomunicaciones	242	266	2.4	12,694	14,228	2.9
72+6240	TIC (excluye hardware y venta de equipo)	376	479	6.2	13,411	16,050	4.6
Subtotal							

Fuente: Elaboración propia basada en datos del ISSS.

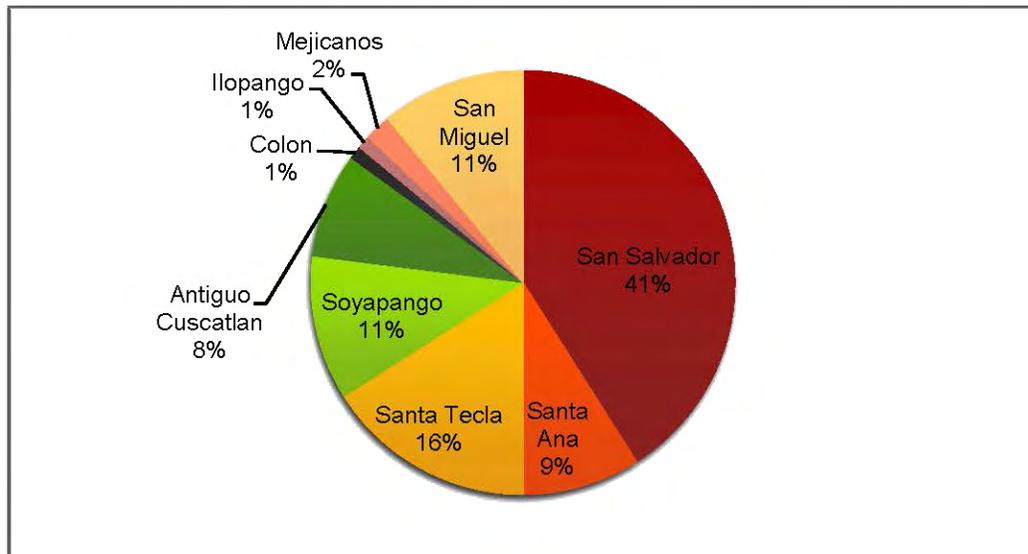
1.3.5 Ubicación geográfica y mercados

Más de la mitad (55%) de las empresas TIC se encuentran establecidas en el Departamento de San Salvador (San Salvador, Soyapango, Ilopango y Mejicanos (Gráfico 5). Con respecto a productos y servicios claves, en El Salvador hay una concentración (87%) de empresas dedicadas a la comercialización y servicios básicos. En contraste, muy pocas empresas (2%) se dedican al desarrollo y programación (edición de programas informáticos software) (ver Gráfico 6).

1.4 Principales actores que apoyan el clúster TIC

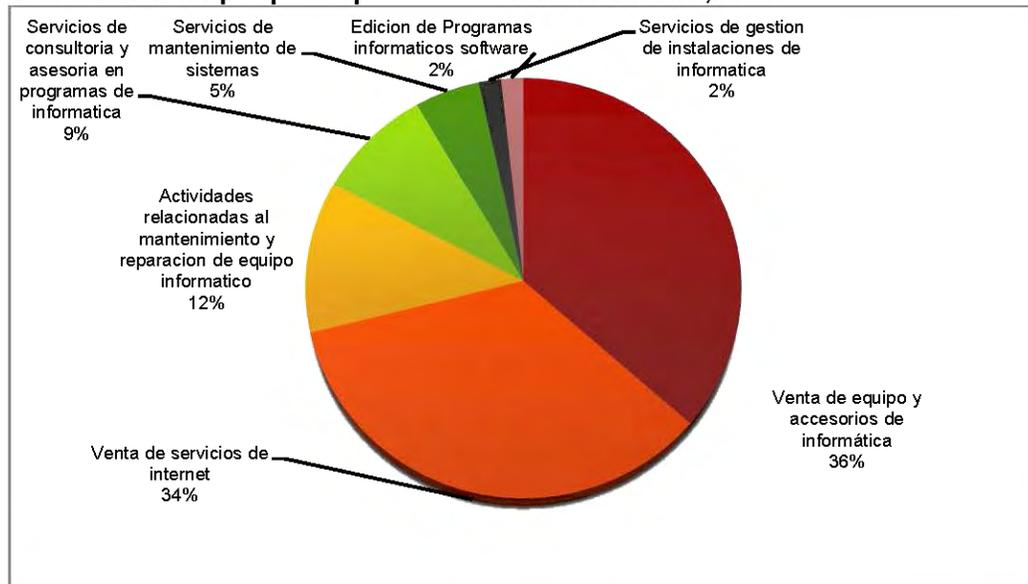
Diversas asociaciones privadas y organizaciones gubernamentales se encuentran apoyando el clúster TIC en El Salvador (ver Tabla 4). CASATIC y la Asociación Salvadoreña de Profesionales en Computación (ASPROC) son las gremiales más involucradas con el sector TIC; adicionalmente, CASATIC es el socio estratégico industrial del Proyecto. Por otro lado, el Ministerio de Economía (MINEC) ha sido una entidad gubernamental muy relevante en el apoyo del clúster TIC, tal como el Ministerio de Educación (MINED) a través de la Dirección Nacional de Educación Superior (DNES).

Gráfico 5. Distribución del parque empresarial TICs, por municipio salvadoreño, 2011



Fuente: MINEC, 2012.

Gráfico 6. Distribución parque empresarial TIC en El Salvador, 2011



Fuente: MINEC, 2012.

Tabla 4. Principales asociaciones y gremiales y sus objetivos para apoyar el sector TIC

Asociaciones y gremiales		Instituciones publicas	
CASATIC a/	Promover el uso de la tecnología para mejorar la calidad de vida de los Salvadoreños	MINEC b/	Promover la industria TIC a través de su política nacional de fomento y transformación productiva, el concurso en animación digital, las líneas de capital semilla y cofinanciamiento no reembolsable
ASPROC	Promover la carrera y los profesionales de computación	• CONAPYME Comisión Nacional de la Micro y Pequeña Empresa	Fortalecer y desarrollar a la micro y pequeña empresa
AMCHAM Cámara Americana de Comercio de El Salvador	Servir a la comunidad empresarial promoviendo el comercio e inversiones entre los Estados Unidos y El Salvador	MINED	Introducir la actividad de ciencia, tecnología e Innovación elaborar la política nacional de desarrollo científico y tecnológico
ASI Asociación Salvadoreña de Industriales	Fortalecer el sector industrial	• DNES	Acreditar y asegurar la calidad de la educación en las carreras TIC; promover la mejora de la calidad de educación superior
Cámara de Comercio e Industria de El Salvador	Promover el desarrollo empresarial y la competitividad	• Viceministerio de Ciencia y Tecnología	Promover la formación profesional y estimular la investigación y la adopción de nuevas tecnologías
COEXPORT Corporación de Exportadores de El Salvador	Promover y fomentar la producción y exportación de bienes y servicios	• CONACYT Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	Acreditar y asegurar la calidad de la educación en las carreras TICs; desarrollar estrategias de promoción; promover la inversión en capital humano e innovación tecnológica
ANEP Asociación Nacional de la Empresa Privada	Fortalecer el sector empresarial	PROESA b/	Proveer servicios de información eficientes para inversionistas y exportadores.

a/ Socio estratégico del Proyecto.

b/ Miembro del IAB.

B2. Demanda ocupacional y habilidades en el sector TIC

En esta sección se analizará la demanda nacional de competencias y habilidades TI, así como la evaluación de las principales brechas entre la oferta de capital humano y las necesidades de las empresas por talento en este sector. La mayor parte de la información se obtuvo de un sondeo basado en entrevistas y encuestas realizadas a 20 líderes empresariales, docentes IES en las áreas tecnológicas, y altos ejecutivos expertos en el tema durante el mes de julio de 2015. Esta información se contrastó con estudios elaborados por terceros, entre los principales el informe *Networking Skills in Latin America*, elaborado por International Data Corporation (IDC) en México y patrocinado por CISCO (IDC, 2013).

2.1 Tendencias en la generación de empleo

Como se detalló en el primer capítulo de este informe, las actividades económicas dedicadas a las “tecnologías de información” representan uno de los sectores de mayor crecimiento en la creación de empleos formales en El Salvador, registrando una tasa de crecimiento media anual (TCMA) de 26.3% entre el periodo 2010-2014. Aunque estas cifras son alentadoras, se estima que este crecimiento es orgánico a raíz de la “Revolución Digital” que se está experimentando esta industria a nivel mundial. El potencial de crecimiento podría ser mayor al formular una estrategia nacional de desarrollo TIC en el país bajo una visión común tripartita entre gobierno-academia-empresas.

2.2 Tendencias ocupacionales TI

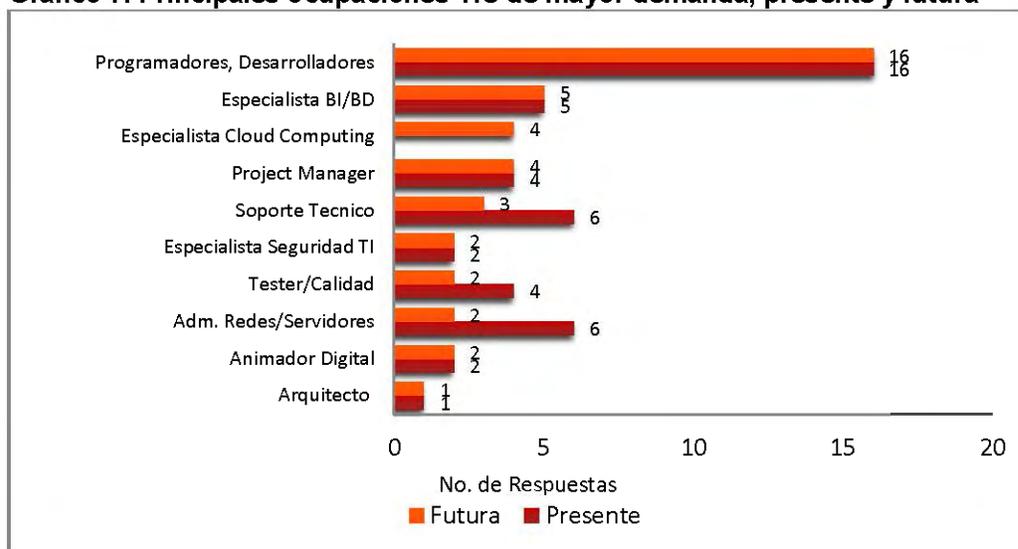
Con base a las entrevistas, fue claro reconocer que las nuevas tecnologías están estimulando los cambios estructurales en el mercado global- tanto en la actividad TIC como en el resto de los sectores económicos. Este dinámico y acelerado proceso innovador que caracteriza a esta industria, visiblemente no está alineada con la oferta curricular de las IES salvadoreñas; por lo que las empresas, en general, reconocen que deben jugar un rol proactivo en apoyar a los centros educativos en la actualización curricular, desarrollar nuevos modelos educativos y de negocios y ser estas apoyadas por políticas nacionales de desarrollo.

De acuerdo a los entrevistados, la industria TIC está siendo innovada por la combinación disruptiva de nuevas tecnologías como: la adopción de la computación en la nube o *cloud computing* (utilización de una red de servidores remotos alojados en Internet para almacenar, gestionar y procesar datos, en lugar de un servidor local o un ordenador personal), la rápida penetración de tecnologías y dispositivos móviles, el análisis de grandes volúmenes de datos (*big data*) y la adopción de tecnologías que han impactado las interacciones sociales y de negocios (*social network application*). También existen tendencias impactando la demanda por nuevas habilidades TIC, estas son: **movilidad** y consumerización (esta se da cuando las tecnologías de la información son adoptadas primero en el mercado del consumidor y luego en las organizaciones comerciales y gubernamentales), tecnologías de los medios sociales, **Internet de las Cosas** (tendencia en la que los objetos cotidianos están conectados a una red que les permite transferir datos), y la **micro y nano electrónica** (Forfás, 2013).

2.2.1 Principales ocupaciones TI de mayor demanda

Con base a la respuesta de los entrevistados, las ocupaciones TI de mayor demanda, tanto presente como futura, son **programadores y desarrolladores** de software (ver Gráfico 7). Entre las ocupaciones que se mencionaron fueron programadores de JAVA para desarrollar aplicaciones móviles y especialistas en la gestión de relaciones con clientes (*customer relationship management* o CRM) y la planificación de recursos empresariales (*enterprise resource planning* o ERP). Otra ocupación TI solicitada (25% de los entrevistados), tanto presente y futura, es el **analista en inteligencia de negocio** (*business intelligence*). Según recomendaciones de algunos de los entrevistados, lo importante es preparar técnicos o actualizar habilidades del profesional de *business intelligence* hacia las nuevas tecnologías denominadas como Big Data y, paralelamente, desarrollar proyectos de I&D en conjunto con las empresas en estas temáticas. Algunas empresas (20% de los entrevistados) en un futuro cercano visualizan contratar especialistas en la computación en la nube.

Gráfico 7. Principales ocupaciones TIC de mayor demanda, presente y futura



Fuente: Resultados de las entrevistas.

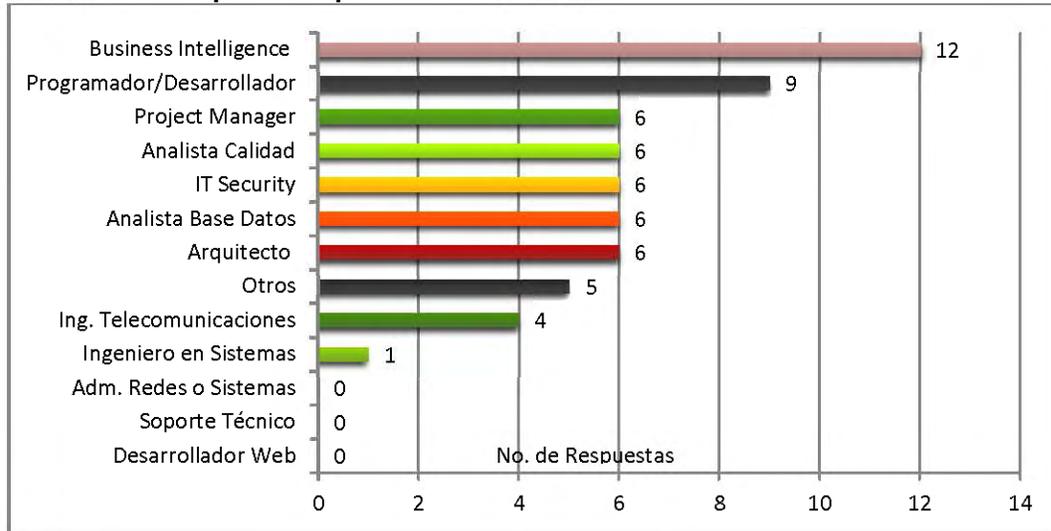
2.2.2 Principales ocupaciones TI difíciles de cubrir

Con base a las entrevistas, más de la mitad de los encuestados (12 de cada 20) respondieron que una de las ocupaciones TI más difíciles de cubrir es el **especialista en business intelligence** y luego, el **programador/desarrollador** de software. Posteriormente, existen ocupaciones que van tomando auge a medida que la demanda por servicios y productos TI crecen, tanto en el mercado local como internacional. Entre estos se encuentra el: *Project Manager*, Analista Sistemas de Calidad, Especialista Seguridad TI y el Arquitecto de Sistemas. Otras ocupaciones difíciles de cubrir (representadas en la barra “otros” en Gráfico

8) son: desarrolladores de video juegos y animación digital, el especialista en *middleware*⁵, big data y metodologías ágiles.

Para cubrir esta demanda de ocupaciones, en su mayoría las empresas expresaron, que no contratan empleados extranjeros; sino más bien, realizan subcontrataciones (*outsourcing*) de empresas nacionales y extranjeras, especialmente de origen suramericano. Alguno de los entrevistados manifestaron que preferirían contratar a empresarios o ejecutivos locales, si estos reunieran las competencias tecnológicas y profesionales requeridas.

Gráfico 8. Principales ocupaciones TI difíciles de cubrir



Fuente: Resultados de las entrevistas.

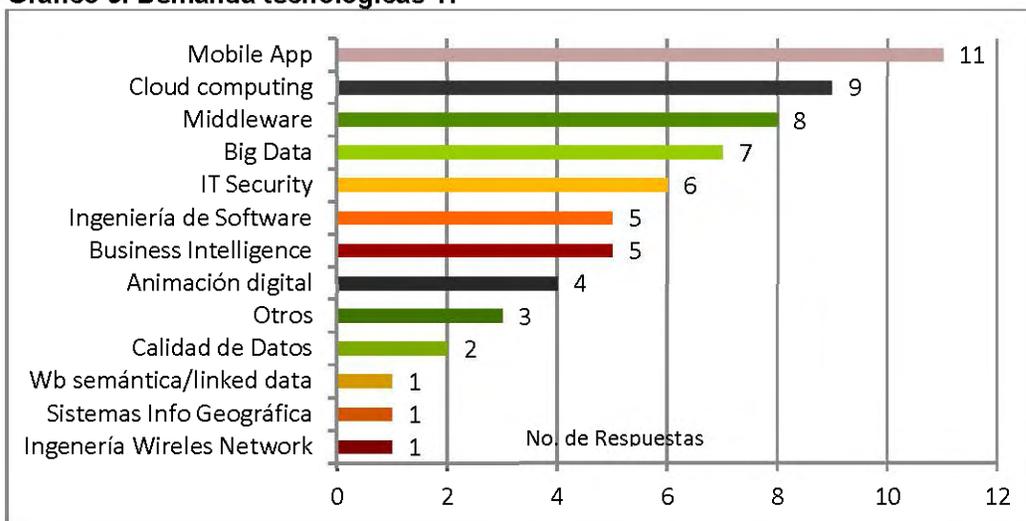
2.3 Tendencias habilidades, competencias y tecnologías TI

2.3.1 Demanda tecnologías TI

Según los encuestados, entre las tecnologías TI que muestran una demanda creciente y escasean como competencias en la oferta laboral en El Salvador, destacan en primer lugar las **aplicaciones móviles**, luego **computación en la nube**, **middleware**, **big data** y los temas de **seguridad** en sistemas y datos (Gráfico 9).

⁵ Middleware o logical de intercambio de información entre aplicaciones o interlogical, es un software que asiste a una aplicación para interactuar o comunicarse con otras aplicaciones, o paquetes de programas, redes, hardware y/o sistemas operativos.

Gráfico 9. Demanda tecnológicas TI



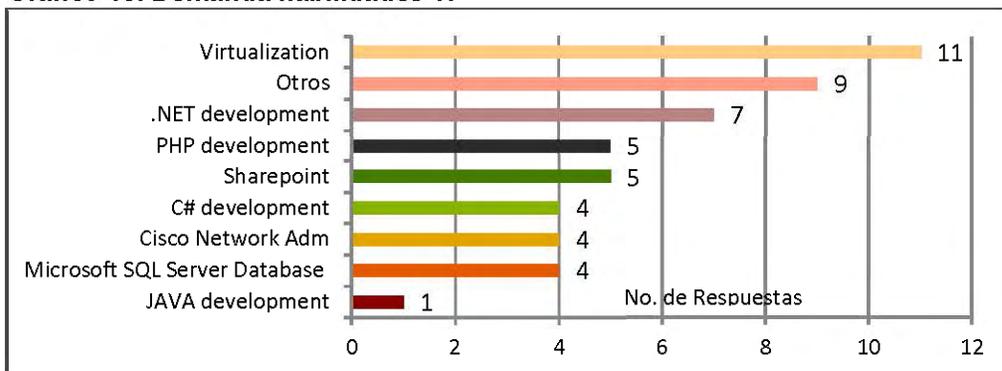
Fuente: Resultados de las entrevistas.

La explosión de dispositivos móviles ha introducido una nueva dinámica en las redes (IDC, 2013). Las empresas están adoptando cada vez más aplicaciones móviles para comunicarse con sus empleados, mejorar los procesos de negocio y optimizar las interacciones con los clientes. Sin embargo, las complejidades que están experimentando las redes llevan a un mayor número de las empresas a externalizar sus departamentos de TI para responder a los cambios de ciclos de tecnología. Un tercio de las empresas multinacionales preferirán subcontratar servicios TI que desarrollar departamentos de informática robustos; esto les permitirá reducir costos fijos, la carga social, mayor flexibilidad, y agilidad para cubrir las necesidades tecnológicas de la empresa (IDC, 2013). Esta tendencia reafirma la necesidad de desarrollar talento humano emprendedor en las IES en El Salvador.

2.3.2 Habilidades demandadas por los entrevistados

Los entrevistados manifestaron que entre las habilidades TI que esperan surjan o crezcan a corto y mediano plazo son: *virtualization*, .NET, PHP y SharePoint. Las habilidades TI son diversas y estas se van ampliando en forma acelerada. Entre otras especializaciones (barra “otros” en Gráfico 10) que se mencionaron son: Python, Científico de Datos, aplicaciones móviles y TV digital, Datawarehouse, HTML 5, Diseño UI UX, administrador de base de datos de Oracle.

Gráfico 10. Demanda habilidades TI



Fuente: Resultados de las entrevistas.

2.3.3 Demanda habilidades suaves

Los entrevistados expresaron que las habilidades suaves son de igual relevancia que las competencias técnicas y que la formación del profesional TI debe ser mucho más integral, desarrollando habilidades de liderazgo, bilingüismo, visión internacionalista de su profesión/industria y con hábitos de educación continua. Entre las habilidades suaves más relevantes se mencionaron: trabajo en equipo, la capacidad de resolución de problemas y el pensamiento crítico.

Gráfico 11. Brechas habilidades suaves y sociales (“soft skills”)



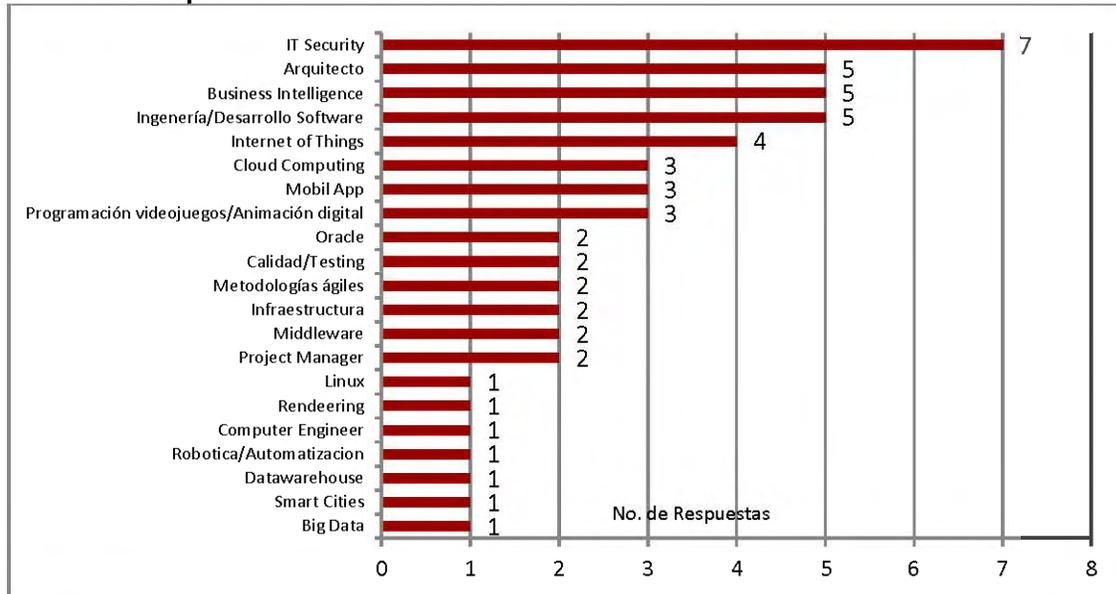
Fuente: Resultados de las entrevistas.

2.3.4 Especializaciones a reforzar en la currícula de las IES

Con base a las entrevistas, las especializaciones a reforzar en la currícula de las IES en El Salvador se mencionaron las siguientes áreas: (1) seguridad TI, (2) la arquitectura de sistemas y software, (3) la rama en business intelligence y (4) la ingeniería y el desarrollo de software (Gráfico 12). Estos resultados coinciden con IDC (IDC, 2013), en el cual aducen que el crecimiento exponencial de datos e información está poniendo presión sobre la reestructuración y fortalecimiento de centros de datos corporativos en Latinoamérica. Se ha observado que los vacíos de habilidades se centrará durante los próximos años en dos áreas claves: **data** y **seguridad**. El creciente número de dispositivos conectados a la red y la

convergencia de información de las empresas a través de diferentes sitios, aumenta la presión para los departamentos de seguridad. Nuevas tecnologías como la computación en la nube, virtualización y dispositivos móviles están aumentando rápidamente la complejidad de la gestión de los centros de datos. Bajo estos escenarios, las organizaciones deben considerar tomar medidas para administrar los recursos organizacionales para mejorar el control de crecimiento de la información.

Gráfico 12. Especializaciones a reforzar o crear en las IES

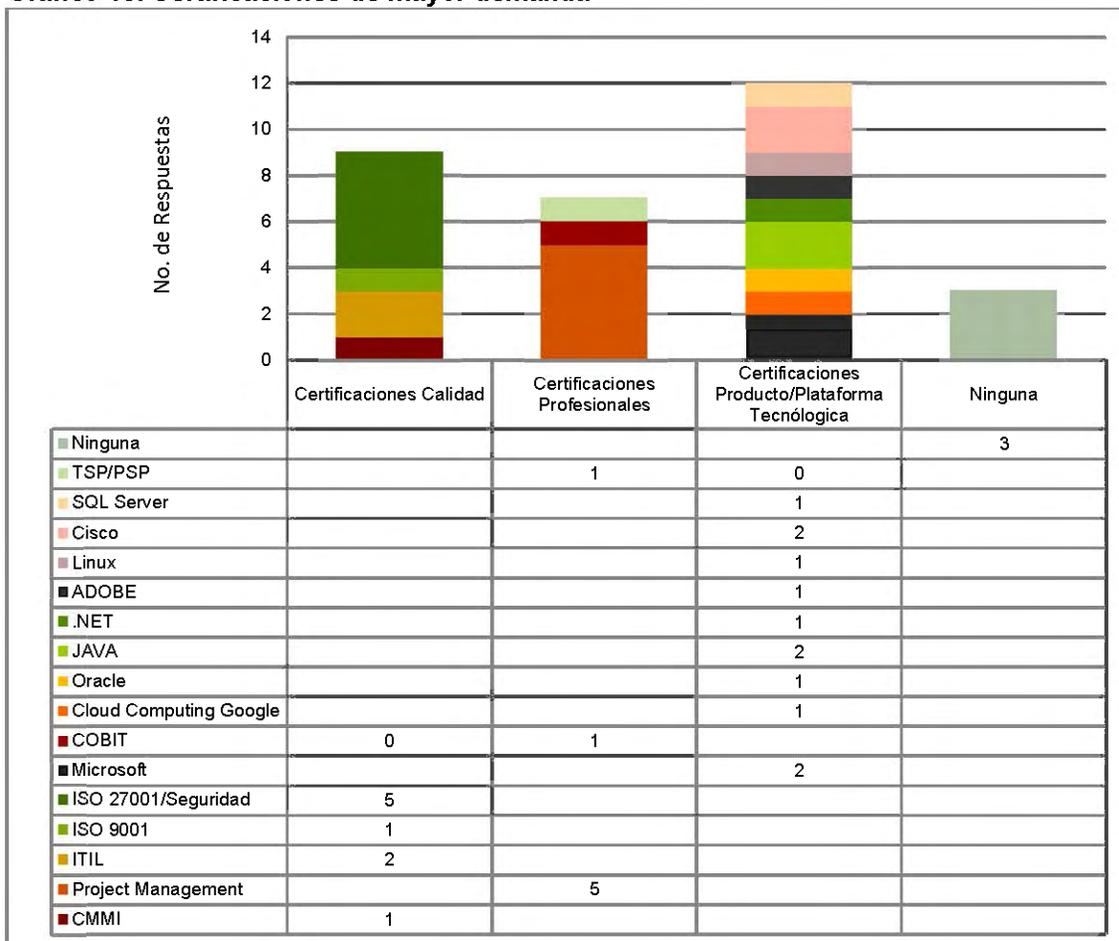


Fuente: Resultados de las entrevistas.

2.3.5 Certificaciones de mayor demanda

Las certificaciones garantizan que la calidad de un producto o servicio cumpla con ciertas normas establecidas, permitiendo cierta diferenciación y ventajas competitivas en el mercado; sin embargo, es relevante evaluar el valor percibido por el mercado meta de contar con estas acreditaciones. Estas certificaciones pueden ser muy costosas, especialmente para la pequeña empresa, los profesionales independientes y los emprendedores en formación. No obstante, estas acreditaciones se están convirtiendo en factores de competencia para el posicionamiento en los mercados internacionales y empresas multinacionales locales. Por ejemplo, más del 80% de las empresas entrevistadas ven muy importante e importante contar con certificaciones de calidad y que sus proveedores y empleados TI cuenten con dichas acreditaciones profesionales (ej. *Team Software Process* o TSP) y de programas (ej. Java).

Gráfico 13. Certificaciones de mayor demanda



Fuente: Resultados de las entrevistas.

Aunque las certificaciones mostradas en la Gráfica 13 son de mayor relevancia, no todas las empresas contaban con dichas acreditaciones y estas se mantienen en perspectiva debido al costo y dificultad en los procesos de obtener dicha acreditación. Entre las certificaciones de mayor demanda y asequibles se encuentran las acreditaciones para los profesionales y técnicos TI en el uso de productos y plataformas específicas, tales como CISCO, Microsoft y JAVA. Posteriormente se encuentran las certificaciones de calidad, las cuales son más difíciles de obtener. Entre estas certificaciones se destacan ISO 27001, Biblioteca de Infraestructura de Tecnologías de Información (ITIL) y *Capability Maturity Model Integration* (CMMI). Algunas empresas recomendaron que antes de fomentar las certificaciones anteriores, se debe impulsar las acreditaciones profesionales, tales como *Project Management Professional* (PMP), TSP y *Personal Software Process* (PSP) en los empleados y proveedores TI. En El Salvador, las certificaciones en la industria TI van tomando mayor relevancia, especialmente para las empresas que están colocando servicios y productos tecnológicos en los mercados internacionales, incrementando su poder de negociación al contar con estas certificaciones. La sección D este perfil indica los accionables y las intervenciones sugeridas en certificaciones profesionales.

2.3.6 Competencias profesionales e iniciativas para el fomento exportador TIC

Un factor crítico de éxito para lograr competir en el entorno global en el sector servicios, especialmente en las TIC, es contar con una fuerza laboral calificada, preparada y productiva; principal elemento que permitió el favorable desenvolvimiento de la industria software en la India, entre otros servicios. Con base a las entrevistas, las oportunidades comerciales para la industria nacional TI son amplias debido a las siguientes tendencias:

- Mercado en crecimiento de las subcontrataciones internacionales: servicios TIC, aplicaciones y desarrollo de software. Con base a estadísticas de COMTRADE (www.trademap.org), se calcula un valor de mercado de exportación de US\$250 mil millones. Solamente dos países – Irlanda y la India – ocupan el 30% de la participación de mercado mundial en su conjunto.
- Crecimiento de mercado de videojuegos y animación digital. El tamaño de mercado mundial se estima en más de US\$30,000 millones.
- El desarrollo de centros regionales de distribución y la apertura de nuevos centros logísticos a nivel nacional. La integración virtual de cadenas productivas demandará mayores necesidades en los sistemas de red e información, tecnologías y soluciones informáticas en temas relacionados a visibilidad, control y predictibilidad en materia de gestión de las cadenas de abastecimiento como Sistemas de Planificación de Recursos Empresariales (ERP), Sistema de Posicionamiento Global (GPS), Intercambio electrónico de datos (EDI) y Identificación por radio frecuencia (RFID).
- El posicionamiento de los servicios empresariales a distancia en el país demandará tecnología y procesos innovadores.
- Era de los micro ciclos – Acortamiento acelerado de los ciclos de los productos – especialmente relacionados a las TIC y servicios; los cuales requieren rapidez de ajuste y respuesta a cubrir los constantes cambios en necesidades de los segmentos de mercado.

Para lograr acceder a estas oportunidades comerciales, los entrevistados enlistaron los siguientes programas e iniciativas para aprovechar estos mercados en crecimiento:

- 1) Desarrollar una cultura de calidad y compromiso en el clúster TIC. Diseñar los protocolos de ética, liderazgo y profesionalismo para en las empresas y fuerza laboral del sector.
- 2) Hacer obligatorio el idioma inglés en las carreras técnicas y profesionales TIC.
- 3) Fomento de los emprendimientos TI y la creación de incubadoras de empresas.
- 4) Programas especializados de formación de competencias claves para la internacionalización de las empresas TIC.
- 5) Creación de centros de I&D y laboratorios especializados que fomenten el desarrollo tecnológico de productos y servicios de exportación.
- 6) Mayor inversión en capital humano, especialmente en fondos para becas, capacitaciones en áreas especializadas y certificación profesional
- 7) Mayor apoyo del gobierno: agregados comerciales en el exterior, inteligencia de mercados, creación de una marca sectorial TIC y presencia en las principales ferias internacionales TIC, monitoreo de *market places* de proveedores.
- 8) Facilitar las certificaciones a través de las universidades y asociaciones.

- 9) Creación de un plan nacional de ancho de banda en El Salvador.
 10) Creación de un fondo de capital de riesgo para el desarrollo exportador TIC.

En conclusión, las empresas hoy en día, más que nunca, necesitan mayor agilidad, flexibilidad y colaboración para competir en los mercados internacionales. Esta transformación ha traído importantes cambios que han afectado la demanda de profesionales más capacitados especialmente en las áreas que denominadas como tecnologías emergentes.

B3. Las tendencias de la oferta de programas académicos y técnicos

3.1 Concentración de los programas académicos y técnicos pertinentes clúster TIC

La Tabla 5 a continuación muestra que dos universidades de El Salvador (Universidad Francisco Gavidia y la Universidad Tecnológica) tienen el mayor número y variedad de programas de TIC. Otras IES, tales como la Universidad Don Bosco, cuentan con el mayor número de programas de post grado de las universidades para las que se dispone de datos (para cursos específicos ofrecidos por estos IES y otros, véase el Anexo B, Tabla B1).

Tabla 5. IES con mayor concentración de los programas académicos y técnicos pertinentes clúster TIC

Ref.	Universidad	Carreras TIC	Post Grados	Carreras Técnicas
1	Universidad Francisco Gavidia	★★★★★ (6)	★★ (2)	★★★★ (4)
2	Universidad Tecnológica	★★★★ (3)	★ (1)	★★★★ (4)
3	Universidad Don Bosco	★★★★★ (5)	★★★★★ (6)	★★★ (3)
4	Universidad Capitán General Gerardo Barrios	★★ (2)	★ (1)	★★ (2)
5	Instituto Tecnológico Centroamericano (ITCA)-Fundación Empresarial para el Desarrollo (FEPADE)	×	×	★★★★ (4)
6	Universidad Católica de El Salvador	★★ (2)	×	★ (1)
7	Universidad Andrés Bello	★ (1)	×	★★★ (3)
8	Universidad de El Salvador (Pública)	★ (1)	★★★★ (4)	×
9	Universidad de Oriente	★★ (2)	×	★ (1)
10	Universidad Evangélica de El Salvador	★ (1)	×	★★ (2)

Nota: Para detalles sobre los programas que ofrecen las IES en El Salvador, véase el Anexo B, Tabla B1.
 Fuente: http://www.universidadessv.com/listado_grado.php

En El Salvador existe una variedad de programas educativos en el campo de las TI (ver Tabla 6). La Sección D de este informe abordará ajustes curriculares que se necesitan, según la percepción del sector privado.

Tabla 6. Carreras y programas de capacitación técnica en el ámbito TIC ofrecidos por los principales IES de El Salvador

<p>Carreras TIC</p>	<p>LICENCIATURA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Administración de Empresas con Énfasis en Computación Virtual 2. Animación Digital y Videojuegos 3. Ciencias de la Computación 4. Computación 5. Diseño Gráfico Web Multimedia 6. Gerencia Informática 7. Informática 8. Sistemas de Computación Administrativa 9. Sistemas Informáticos 10. Sistemas Informáticos Administrativos <p>INGENIERÍA</p> <ol style="list-style-type: none"> 11. Automatización 12. Ciencias de la Computación 13. Computación 14. Electrónica 15. Electrónica y Comunicaciones 16. Sistemas Informáticos 17. Mecatrónica 18. Sistemas 19. Sistemas de Computación 20. Sistemas Informáticos 21. Sistemas Informáticos Administrativos 22. Sistemas y Redes Informáticas 23. Telecomunicaciones
<p>Post Grados</p>	<p>MAESTRÍA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Administración de Negocios con Especialidad en Comercio 2. Arquitectura de Software 3. Computación 4. Computación con Énfasis en Sistemas de Información 5. Informática 6. Informática Aplicada en Redes 7. Ingeniería Web 8. Manufactura Integrada por Computadora Semipresencial 9. Nuevas Tecnologías de la Comunicación 10. Seguridad y Gestión de Riesgos Informáticos 11. Telecomunicaciones y Networking 12. Tecnologías de Geo información
<p>Carreras Técnicas</p>	<p>TECNICO</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Animación digital y videojuegos 2. Ciencias de la Computación 3. Computación Sistemas Informáticos Administrativos 4. Desarrollo de Software 5. Diseño gráfico web 6. Mantenimiento y reparación de computadoras 7. Ingeniería en Computación 8. Ingeniería Electrónica 9. Ingeniería en Hardware 10. Ingeniería en Software 11. Ingeniería en Redes Computacionales 12. Ingeniería en Sistemas 13. Ingeniería de Redes Informáticos 14. Ingeniería de Sistemas Informáticos 15. Ingeniería en Sistemas y Redes Informáticas 16. Ingeniería de las Telecomunicaciones 17. Mantenimiento de computadoras 18. Multimedia 19. Redes Informáticas 20. Redes y Tecnologías Informáticas

Tabla 6. Carreras y programas de capacitación técnica en el ámbito TIC ofrecidos por los principales IES de El Salvador

21. Sistemas de computación
22. Software
23. Teleautomatismo Electrónico

Nota: Para detalles sobre los programas que ofrecen las IES en El Salvador, véase el Anexo B, Tabla B1.
Fuente: http://www.universidadessv.com/listado_grado.php

3.2 Tendencias en matriculación alumnado TIC en El Salvador

Existe una disminución en el número de estudiantes que se matriculan anualmente en las carreras TI, registrando una variación promedio negativa entre el periodo 2009-2013 de -1.2%. La misma tendencia descendiente manifiestan el número de matriculados en las carreras relacionadas a las Telecomunicaciones, registrando una disminución de -4.5% en el mismo promedio. Por otro lado, las carreras en electrónica manifiestan un tasa de crecimiento promedio anual de 19.4%. El número total de matriculados TIC y Electrónica ascendió a 19,226 alumnos, equivalente al 11% del total de matriculados en el año 2013 (ver Tabla 7).

Tabla 7. Matricula por carrera estándar, 2009-2013

	2009	2010	2011	2012	2013	TCMA
Maestría en Computación	22	-	-	-	-	-
Maestría en Ingeniería Web	1	-	-	28	24	121.3%
Maestría en Sistemas	1	41	35	42	77	196.2%
Ingeniería en Computación	3,910	3,843	3,971	4,099	2,205	-13.3%
Ingeniería en Sistemas	4,284	4,338	4,611	4,746	6,858	12.5%
Licenciatura en Computación	3,514	3,546	3,489	3,441	3,163	-2.6%
Licenciatura en Sistemas	812	713	657	620	509	-11.0%
Técnico en Computación	3,295	2,823	2,802	2,506	2,118	-10.5%
Técnico en Mantenimiento	212	192	172	208	260	5.2%
Técnico en Multimedia	47	53	68	110	145	32.5%
Técnico en Sistemas	2,371	2,429	2,460	2,435	2,209	-1.8%
SUBTOTAL TI	18,469	17,978	18,265	18,235	17,568	-1.2%
Ingeniería en Telecomunicaciones	416	407	402	388	383	-2.0%
Técnico en Telecomunicaciones	158	133	99	98	95	-11.9%
SUBTOTAL TELECOMUNICACIONES	574	540	501	486	478	-4.5%
Ingeniería Electrónica	90	121	179	232	275	32.2%
Ingeniería en Automatización	85	86	67	69	66	-6.1%
Ingeniería en Mecatrónica	158	214	293	397	448	29.8%
Técnico en Electrónica	151	281	290	339	340	22.5%
Técnico en Mecatrónica	97	87	60	48	51	-14.8%
SUBTOTAL ELECTRONICA	581	789	889	1,085	1,180	19.4%
GRAN TOTAL TODAS LAS CARRERAS	143,849	150,012	160,374	169,860	176,063	5.2%

Fuente: MINED, 2014.

B4. Retos y oportunidades en I&D para impulsar la competitividad del clúster TIC

4.1 Tendencias en las iniciativas existentes de investigación del clúster TIC

Una de las fases de cadena de valor TI que está afectando la competitividad del sector, y paralelamente, la productividad de otras industrias, es la falta de capital humano y recursos dedicados al área de I&D para desarrollar soluciones tecnológicas en las diferentes actividades económicas. Las nuevas tecnologías como la computación en la nube, Internet de las Cosas y aplicaciones móviles deben reforzarse en cursos de avanzada y en proyectos de I&D impulsado por la demanda.

La competitividad internacional del sector TIC en El Salvador dependerá sustancialmente de los recursos invertidos en las áreas de I&D para lograr posicionarse con productos y servicios de alto valor agregado en los mercados. Como se señaló en capítulos anteriores, esta industria se caracteriza por los micro ciclos de sus productos, es decir, que los ciclos de vida de la oferta TI son bastante cortos y esta se convierte en *commodities* a corto o mediano plazo; por lo que las empresas deben invertir en investigación y desarrollo por encima del promedio de otras industrias para mantener o aumentar su posición competitiva en los mercados, según el *European Commission Joint Research Centre* (JRC, 2013).

El Salvador invierte muy por debajo del promedio mundial en I&D en general, 0.03% versus el 2.13% respectivamente (para una comparación de los gastos I&D por país, ver <http://data.worldbank.org/indicator/GB.XPD.RSDV.GD.ZS>). La baja productividad de los bienes transables en el país derivado, en parte, por la escasa innovación e inversión en I&D, la contraída renovación en los bienes de capital y las limitadas competencias en el recurso humano postergan la generación de los nuevos motores de crecimiento en el país.

Sin embargo, las perspectivas son más alentadoras en este sector intensivo en conocimiento. Algunas de las empresas entrevistadas del clúster TIC mencionaron que invierten aproximadamente un 20% de su presupuesto en temas de I&D. Estos recursos en I&D podrían ser estimulados por las futuras alianzas (academia-empresa-gobierno) para crear una agenda en áreas de I&D; considerando lo anterior como un factor crítico de éxito para la competitividad del sector, y a la vez, como un elemento catalizador para impulsar la transformación productiva de otros sectores económicos en el país.

Con base a las entrevistas, el abanico de ideas de proyectos en I&D, en conjunto con las IES, es amplia, creativa y de carácter estratégico. Asimismo, existe mucho interés de una participación más activa y estrecha por parte de las empresas y departamentos TIC con la academia. Se observan dos grandes categorías en las propuestas I&D:

- Las relacionadas con las **tecnologías emergentes**: computación de nube, big data, Internet de las Cosas, aplicaciones móviles, entre otras.

- Las **transversales**: Brindar soluciones tecnológicas a los sectores productivos; así como, utilizar las tecnologías para subsanar problemáticas nacionales como seguridad, salud, educación, energía y el manejo de los recursos naturales.

En relación a la última categoría, las investigaciones transversales para apoyar las mejoras en eficiencia y productividad de los sectores económicos es una temática estratégica en muchos países que le han apostado a las TIC como factor de competitividad y como motor de crecimiento económico. Por ejemplo, el gobierno de Colombia ha puesto en marcha el Plan Vive Digital y el Programa de Fortalecimiento de la Industria de Tecnologías de Información (FITI). Entre uno de los objetivos del Programa es: *buscar incrementar el desempeño económico del país apoyado en un sector TI nacional que desarrolle ventajas competitivas sostenidas a través de una especialización regional inteligente.*

4.2 Propuestas I&D y brechas para el clúster TIC en El Salvador

A continuación se mencionan algunos de los proyectos I&D manifestados por los entrevistados en orden de relevancia (más citados):

Tabla 8. Resultados de las encuestas: Proyectos I&D para el clúster TIC

1. Big data y business intelligence	10. Seguridad TI
2. Internet de las Cosas	11. E learning
3. Desarrollo de productos en la nube	12. Manufactura 3D (relevante para las industria manufacturera)
4. Aplicaciones móviles	13. Nanotecnología
5. Guía administración de proyectos desarrollo de software y métodos y modelos construcción de software	14. Sistemas geoespaciales
6. Aplicación sistemas integrados especializados (ERP, CRM) aplicables a empresas / Soluciones tecnológicas a sectores productivos e instituciones gubernamentales para mejorar eficiencias y la gestión por resultados / Diseño de prototipos en proyectos de colaboración con empresas	15. Aplicaciones y comercio electrónico para la micro y pequeña empresa
7. Estudiar estándares mundiales en aplicaciones sistemas integrados (ej. EDI, CRM, <i>Product Lifecycle Management</i> (PLM), Score, Concord)	16. Ciudades inteligentes
8. Robótica	17. Realidad aumentada
9. Video juegos aplicados a la educación	

Fuente: Entrevistas.

Una brecha I&D es la falta de infraestructura, laboratorios adecuados en las IES y modelos organizacionales para vincular las propuestas de investigación de las empresas con la agenda de las universidades. Otro factor relevante es desarrollar las aptitudes y actitudes idóneas para que los docentes lideren estas iniciativas y proyectos I&D. La transformación productiva del resto de sectores económicos se sustentará considerablemente en el componente tecnológico; por lo que se abre una amplia ventana de oportunidades para la formulación de proyectos I&D tanto transversales y enfocados a brindar soluciones tecnológicas sectoriales a la medida.

En la actualidad, las temáticas de investigación en las IES locales se enfocan, en su mayoría, a brindar soluciones tecnológicas a empresas e instituciones gubernamentales. A continuación se enlistan los proyectos I&D identificados a través de los sitios web de los IES; lo cual puede ofrecer una idea del potencial actual y los modelos de investigación utilizados.

Tabla 9. Temáticas de I&D

Ref.	Temáticas de I&D
1	Diseño de un sistema de información para la toma de decisiones de la gerencia de Corporación Salvadoreña de Turismo (CORSATUR)
2	Diseño de una intranet como herramienta de desarrollo para Hotel Decameron Salinitas
3	Sistema informático para la administración de la información del área de cirugía electiva del Hospital Nacional Rosales
4	Análisis, diseño e implementación de un sistema de registro académico
5	Evaluar la capacidad actual instalada en el proceso de recepción de planillas del ISSS (en la región central) para proponer alternativas de mejora y una guía para la mejora continua del proceso
6	Diseño de aplicaciones tecnológicas para la promoción y comercialización de productos fabricados en las microempresas de la Asociación Los Nonualcos
7	Diseño e implementación de una red de comunicación industrial redundante para el sistema de manufactura integrada por computadora icim3000
8	Aplicación de sistemas de información geográfica (SIG) para gestión y toma de decisiones institucionales
9	Diseño e implementación de un modelo informático para la localización interna de los productos en los centros de distribución de la mediana empresas
10	Desarrollo de una plataforma informática orientada a la Web para la automatización del proceso de elaboración de planes de negocio para las micro y pequeñas empresas de la Zona Oriental de El Salvador
11	Creación de un marco de trabajo de desarrollo de aplicaciones para la web con lenguaje PHP
12	Plataforma informática con datos turísticos del Departamento de La Unión para la creación de rutas turísticas
13	Estudio sobre la existencia de software libre y gratuito
14	El software libre y su impacto
15	Modelo de computación en nube como herramienta virtual de aprendizaje para las Instituciones Públicas de Educación Media del departamento de San Miguel
16	Laboratorio de voz sobre <i>Internet Protocol</i> y su implementación en las redes avanzadas utilizando código abierto
17	Desarrollo de un sistema de información integral para el control académico y/o administrativo de la ESFE/AGAPE, aplicando tecnologías de última generación
18	Diseño y construcción de un sistema de información georeferenciado para el monitoreo de epidemias de la unidad de salud del municipio de Sonzacate, Departamento de Sonsonate
19	Propuesta de integración de metodologías de desarrollo software ágiles incorporando buenas practicas y métodos de ingeniería de la usabilidad y accesibilidad para mejorar la experiencia de usuario de aplicaciones web
20	Desarrollo e implementación de superordenador modelos - desarrollo de tecnologías cuarta generación en aplicaciones móviles
21	Desarrollo de un equipo didáctico para la enseñanza de programación
22	Investigación en protocolos y comunicación inalámbrica de banda ancha Investigación sobre la viabilidad técnica de la aplicación de radio digital terrestre en El Salvador
23	Seguridad informática, teoría, gestión y práctica
24	Guía didáctica digital métodos con aplicación en c ++
25	Linux – manual de funcionamiento para aplicaciones didácticas
26	Programación orientada a uso didácticos ejemplos en java, usando antes
27	<i>Tools for Oracle Application Development</i> (TOAD) y DBARTISAN herramientas para la gestión e integración de bases de datos relacionales
28	Programación utilizando ejemplos didácticos en JAVA
29	Diseño e implementación de un servidor de multisincronizado para aplicaciones móviles empresariales
30	Desarrollo de software de aplicación de la tecnología de inteligencia artificial

Fuente: Sitios web de las IES.

C. Análisis de competitividad

C1. Análisis de referencia y mejores prácticas

Según un estudio reciente elaborado a solicitud del gobierno irlandés (Forfás, 2013), el mercado global TIC se encuentra en una fase de cambio denominada la “Tercera Plataforma”. Esta nueva fase se caracteriza por un crecimiento exponencial de los mercados TIC, que requerirá de nuevas tecnologías, aplicaciones, especializaciones sectoriales, innovadores modelos de negocios y mayor asequibilidad para los usuarios.

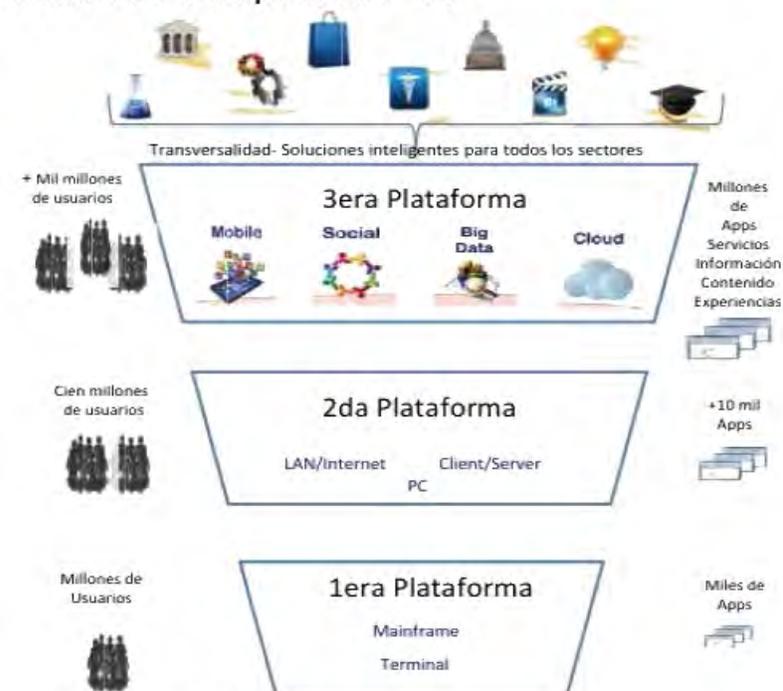
La evolución de las plataformas tecnológicas

La primera plataforma tecnológica nació durante los años 60, con los primeros sistemas informáticos utilizados por entidades gubernamentales estadounidenses para el procesamiento de información de manera centralizada: los *mainframes*. Más tarde, en la década de los 80, con la aparición del computador personal (*PC*) surgió la segunda plataforma. Y en la actualidad, la nueva fase se caracteriza por una penetración TIC de mil millones de usuarios (más del 50% de la población mundial con acceso) y millones de aplicaciones, data y contenidos digitales desarrollándose día tras día.

La Tercera Plataforma infiere que la industria TIC ha evolucionado de una primera y segunda plataforma (ver Gráfico 14). Lo que significa un mercado ingente en crecimiento, tanto vertical como horizontal, es decir, que la industria TIC se extiende a cubrir la demanda de soluciones tecnológicas del resto de actividades económicas y, paralelamente, la red de usuarios. Este fenómeno denominado por algunos economistas como una nueva revolución industrial-digital brinda una oportunidad para los países en desarrollo a vincularse a nichos catalizadores del crecimiento económico. Sin embargo, este cambio medular en el mercado TIC hacia la Tercera Plataforma requerirá **una transformación del sistema educativo de todos los países**, expresado a través de la renovación de la curricula, mayor atención a la demanda y necesidades de las empresas y, muy probable, a un sistema de aprendizaje más flexible (Forfás, 2013).

Muchas naciones que han identificado las TIC como una industria clave para fomentar el crecimiento económico, y siendo el capital humano el factor crítico de éxito para desarrollar ventajas competitivas en esta industria, están realizando programas y políticas en que interactúan el sector empresarial, las IES y el gobierno para implementar las acciones necesarias para el desarrollo de los diferentes factores que componen el eco-sistema TIC. En la presente sección se realizará un análisis de referencia de lo que están implementando otros países para cubrir la brecha entre los requerimientos en habilidades TIC que exige el sector productivo y la oferta del sistema de educación superior. Entre las economías a evaluar son Irlanda, Uruguay y Colombia. Este análisis permitirá comparar el estado actual de la industria TIC en El Salvador con relación a las mejores prácticas de países referentes; viabilizando áreas de intervención y asistencia del Proyecto.

Gráfico 14. Tercera plataforma - TIC



Fuente: Forfás, 2013.

1.1 Irlanda

Es importante señalar que este país europeo ha logrado exitosamente ser una economía que fundamenta su crecimiento principalmente en la promoción de las exportaciones y la atracción de inversiones. Su estrategia de internacionalización se basa en crear una fuerza laboral local “de clase mundial” con la capacidad de trabajar en multinacionales que buscan empleados con estándares y habilidades de alto valor agregado; y la vez, con la capacidad de crear nuevos emprendimientos. Entre los sectores estratégicos, las TIC es una industria clave y la misión del país es promover a Irlanda a nivel mundial como el Centro Global de Talento TIC: “The aim is to ensure our ICT skills are a unique selling point in attracting mobile ICT investment and for entrepreneurs to set up, grow and locate their ICT business in Ireland” (Forfás, 2013: p. 3).

Tabla 10. Irlanda: Análisis de referencia del sector TIC

Proyecto de Investigación	<i>Addressing Future Demand for High-Level ICT Skills</i> (Forfás, 2013)
Objetivos del estudio	Evaluar la demanda proyectada (inversión extranjera y nacional) por las habilidades en TIC en Irlanda; proponer un plan para mejorar habilidades TIC para impulsar la expansión y desarrollo del sector TIC irlandés.
Tendencias y catalizadores del cambio curricular y	<ul style="list-style-type: none"> Los catalizadores de crecimiento son los cambios tecnológicos y los nuevos modelos de negocios en las empresas. La adopción de computación de nube: utilización de una red de servidores remotos alojados en Internet para almacenar, gestionar y procesar datos, en lugar de un servidor

Tabla 10. Irlanda: Análisis de referencia del sector TIC

<p>perfiles ocupacionales y competencias</p>	<p>local o un ordenador personal).</p> <ul style="list-style-type: none"> • La rápida penetración de tecnologías y dispositivos móviles, incluyendo aplicaciones de móviles (<i>mobile apps</i>) y M2M (<i>machine to machine</i>), conectados a través de millones de sensores, llamado "Internet de las Cosas" (<i>Internet of Things</i>). • Big data (el análisis de grandes volúmenes de datos). • Tecnologías sociales ("social media technologies": la adopción de tecnologías sociales que han impactado las interacciones sociales y de negocios). • Seguridad TI. • Micro y nano electrónica: La nano electrónica se refiere al uso de la nanotecnología en componentes electrónicos, especialmente en transistores.
<p>Metodología</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Se crearon tres escenarios (pesimista, moderado, optimista) para calcular la demanda de profesionales TI con base entrevistas a una diversidad de los grupos de interés.
<p>Resultados y recomendaciones</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Los resultados de los tres escenarios indican que existirá un déficit de talento y que las empresas establecidas en Irlanda deberán importar talento del exterior. • Mientras que el sistema educativo es visto como el principal contribuyente al desarrollo de las habilidades de las TIC, muchas empresas creen que también deben asumir un papel activo en el trabajo con las instituciones de educación para desarrollar los planes de estudios, ofrecer pasantías y sensibilización de las TIC como una profesión. • La mayoría de las empresas entrevistadas esperan que sus presupuestos de capacitación aumenten en los próximos cinco años, indicando que el desarrollo profesional del personal desempeñará un papel clave, especialmente para las nuevas tecnologías. • Las tecnologías están cambiando rápidamente y por lo tanto así la demanda de conocimientos tecnológicos específicos. El desarrollo de competencias y habilidades 'blandas' también son importantes incluyendo la perspicacia para los negocios, comunicaciones, trabajo en equipo y espíritu emprendedor. <p>Entre algunas acciones inmediatas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Promover pasantías y programas estructurados en los lugares de trabajo para los estudiantes TIC. - Programas de educación continua. - Programas de conversión en donde se reorienta a la fuerza laboral, especialmente cesante, de diferentes disciplinas hacia carreras TIC. - Programas de "formación de formadores" para incrementar la calidad y contenido de los cursos. - Fomento de las habilidades de e-liderazgo y tecno-emprendimientos en los estudiantes (los nuevos emprendimientos generan más empleo que las industrias establecidas). - Incrementar la educación CTIM (Ciencias, Tecnologías, Ingenierías y Matemáticas) desde la educación básica y media y pregrado universitario. - Desarrollar una curricula integral del nuevo profesional TIC en la que se combinan las habilidades técnicas, suaves, sociales y de negocios. - Constante actualización y adaptación de las habilidades TIC requeridas a través de un sistema de certificaciones y acreditaciones. - Promover las carreras TIC especialmente en la población femenina. - Crear el Centro de Desarrollo de Computación de Nube o Big Data para proyectos de investigación y desarrollo. - Actualización de los laboratorios/infraestructura a los estándares industriales. - Proyectos de I&D entre docentes y empresas en la aplicabilidad de nuevas tecnologías.

1.2 Uruguay

Según el Centro Interamericano para el Desarrollo del Conocimiento en la Formación Profesional (CINTERFOR) de la Organización Internacional de Trabajo (OIT, 2014), Uruguay se ha convertido en un país líder exportador TIC a nivel latinoamericano, siendo reconocido por la excelencia de sus productos y servicios, alta flexibilidad en la comprensión de las necesidades de los clientes, el diseño y adaptación de la mejor solución tecnológica existente a precios competitivos y la diversidad de servicios que ofrece. Sin embargo, aunque existe un crecimiento sostenido de las exportaciones TIC en este país, existe la amenaza de que los productos y servicios se conviertan rápidamente en *commodities* o productos obsoletos, cuestión que atenta contra el crecimiento sostenible de su oferta exportable TIC. Asimismo, el sector jugará un rol elemental en la transformación productiva de otras actividades económicas (por ejemplo, agroindustria, manufactura, energía, salud, logística, educación).

Otro desafío es consolidar una **cultura de la calidad** con respecto a los productos y las modalidades de entrega al mercado que contribuya a convertir a la industria TIC de Uruguay en un sector relevante en el mercado mundial. Por otra parte, el ritmo particularmente acelerado de crecimiento y la diversidad de servicios que caracteriza el sector TIC mundial, **impone la permanente actualización y especialización de los conocimientos profesionales del área.**

Del lado de la oferta educativa, el número de egresados de las diversas propuestas de formación en áreas afines a las TIC no corresponde con las perspectivas de fuerte crecimiento del sector (OIT, 2014). Para contrarrestar estas amenazas y aprovechar las oportunidades existentes, este país suramericano ve necesario ampliar y mejorar la calidad de la oferta de educación TIC en forma continua. Por lo que es necesario analizar las brechas existentes entre la demanda (presente y futura) y oferta de formación que permitirá generar los planes de formación y capacitación. Lo anterior permitirá al Proyecto y al Clúster TIC evaluar mejoras prácticas de países exitosos en la exportación TI y analizar si estas serían viables en El Salvador. El análisis de referencia del caso uruguayo permitirá al Proyecto evaluar metodologías de como agrupar las especializaciones TIC para el diseño curricular con las IES.

Tabla 11. Uruguay: Análisis de referencia del sector TIC

Estudio	<i>Prospectiva de empleo y formación profesional en el sector de software y servicios informáticos (SSI) en Uruguay</i> (OIT, 2014)
Objetivos del estudio	Analizar las brechas existentes entre la demanda (presente y futura) y oferta de formación que permitirá generar los planes de formación y capacitación para el sector TIC uruguayo.
Tendencias y catalizadores del cambio curricular	El ritmo particularmente acelerado de desarrollo y la diversidad de servicios que caracteriza el sector TIC en el mundo, impone la permanente actualización y especialización de los conocimientos profesionales.
Metodología	La prospectiva de empleo y formación profesional busca conocer cuáles serán las

Tabla 11. Uruguay: Análisis de referencia del sector TIC

	<p>demandas de empleo y formación profesional en el mediano y largo plazo. Esto se lleva a cabo por medio del análisis de los impactos que resultan de la incorporación de tecnologías al sector en dos dimensiones: Gaps educativos y tendencias ocupacionales. Para llevar a cabo este análisis se utilizarán por un lado el método de prospección tecnológica y por otro el análisis de impactos ocupacionales.</p>
Resultados	<p>Los resultados de la Prospectiva Tecnológica confirmó que las tecnologías que tendrán mayor grado de difusión para el año 2015, 2017 y 2020 son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Aplicaciones de móviles ○ Computación de nube ○ Metodologías ágiles ○ Calidad de datos ○ Verificación ○ Middleware ○ Business intelligence y big data ○ Sistema de información geográfica <p>La categoría de ocupaciones en el área TIC son:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Soporte técnico ○ Tester ○ Desarrollador/programador ○ Analista funcional ○ Arquitecto ○ Administrador de proyectos ○ Ejecutivo comercial <p>Se realizó una matriz cruzando cada ocupación con cada tecnología definiendo los conocimientos, habilidades y actitudes que son necesarios en cada combinación (ocupación-tecnología)</p> <p>Con base a las áreas de conocimiento identificadas se realizaron tres grandes agrupaciones:</p> <p>a) Tecnologías asociadas a aplicaciones móviles; b) tecnologías asociadas a los datos y manejo de datos: computación de nube, calidad de datos, business intelligence, sistemas de información geográfica; c) tecnologías asociadas al desarrollo y programación de software: middleware, verificación.</p> <p>Las ocupaciones se agruparon si estas tienen trato con el cliente o no:</p> <p>a) Vinculadas con los clientes: ejecutivo comercial, analista funcional, soporte técnico y administrador de proyectos; y b) menos vinculadas con los clientes: arquitecto, desarrollador/ programador, tester.</p>

1.3 Colombia

Colombia busca incrementar el desempeño económico del país apoyado en un sector TIC nacional que desarrolle ventajas competitivas sostenidas a través de una **especialización regional inteligente**. Este concepto de “especialización inteligente” surge hace más de una década a partir de los estudios del brechas de productividad entre Europa y Estados Unidos. Una aplicación inteligente de las capacidades TI en los procesos, productos y servicios del mercado permite que el desempeño económico sea superior no sólo en el propio sector, también en el conjunto de los sectores productivos de un país.

Por ejemplo, Colombia vinculará las TIC con sectores y regiones para potenciar ventajas competitivas, por ejemplo:

- Para el sector de energía: manejo de información (big data), computación en la nube, arquitecturas de TI

- Para la agroindustria: bioinformática (la aplicación de tecnología de computadores a la gestión y análisis de datos biológicos) e ingeniería de software
- Para el área de transporte: Computación en la nube, seguridad , arquitecturas TI

Actualmente Colombia cuenta con diversos programas e instrumentos para reducir las brecha digital, la mayoría de las cuales enfocan en el tema de competitividad. Otra iniciativa es fomentar los estudios que analizan estas brechas en la educación TI, tal como el resumen del estudio presentado en la Tabla 12.

Tabla 12. Colombia: Análisis de referencia del sector TIC

Estudio	<i>Brecha de Talento Digital Infosys-Universidad EAFIT</i> (Universidad EAFIT y Infosys Limited, 2013)
Objetivos del estudio	Identificar la brecha existente entre los programas y los procesos de formación universitaria y requerimientos de las industria TI
Cifras	Crecimiento promedio de la Industria TI: 12% (2008-2012); 41,967 empleos (2012)
Metodología	Entrevista a los diferentes actores (empresas, universidades, cazatalentos, gobierno)
Resultados	<p>En la consulta se preguntó, inicialmente, por cursos o actividades adicionales al currículo normal que permitan que los ingenieros sean mas competentes en su desempeño. Los temas más recurrentes fueron varias habilidades blandas en lugar de temas técnicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de abstracción y modelado • Capacidad para aprender de manera independiente • Habilidad de trabajo en equipo • Habilidades de comunicación <p>Luego se preguntó por los temas más importantes para el desarrollo de la industria TI en el futuro cercano (1 a 5 años). Los temas más señalados son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manejo de la información (big data, <i>analytics</i>, business intelligence) • Seguridad y privacidad • Arquitecturas (de software, empresariales) • Computación en la nube • Bio Informática <p>Luego se preguntó a los académicos si estos temas se estaban abordando desde sus instituciones y de qué manera. Las respuestas fueron, en su orden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Como tema de investigación • En posgrados • Se piensan introducir en el pregrado en un futuro cercano <p>Creación de un programa base de TI: Adicionalmente, mientras que los graduados de Ingeniería de Sistemas serían una corriente importante para la Industria de TI, hay la necesidad de aprovechar otras disciplinas de ingeniería tales como Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Mecánica y Civil para suplir la industria de TI con las competencias correctas y en cantidades adecuadas. El equipo de investigadores, por lo tanto, ha sugerido la creación de un programa base de TI para ofrecer como electiva industrial al igual que programas de adiestramiento por parte de los departamentos de Ingeniería de Sistemas en las universidades.</p> <p>Investigación aplicada y estudios de casos: Las empresas brindan estudios de casos y componentes reusables como simulacros de proyectos, y llevar a cabo talleres para el profesorado desde un punto de vista de negocios y de mercado.</p> <p>Medidas para suplir demanda incremental profesionales TI: Entrenamiento para convertir a 10% de los graduados de otras disciplinas como Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica y Matemáticas y otras ciencias. A los graduados se les enseñará un programa base de TI y un programa escuela de adiestramiento (especialización). Las universidades instan a la industria a definir papeles y responsabilidades diferenciadas para cada una de las corrientes en nivel</p>

Tabla 12. Colombia: Análisis de referencia del sector TIC

	<p>de entrada, por ejemplo, técnico, tecnológico y profesionales.</p> <p>Refuerzos: Refuerzo CTIM, inglés y escritura lectura comprensiva en bachillerato y al inicio de los programas universitarios. Las compañías prefieren estudiantes con habilidades blandas, para interactuar con clientes. Conocimiento del idioma inglés es una ventaja. Se recomienda como obligatorio inglés a lo largo de las carreras, incluyendo clases tecnológicas en inglés.</p> <p>Promoción de la carrera: Las universidades recomiendan que se lancen campañas para atraer estudiantes al programa de Ingeniería de Sistemas.</p> <p>Certificaciones: La industria valora las certificaciones, y prefiere personas con certificaciones.</p> <p>Nuevas tecnologías: Colombia debe desarrollar talento en big data, aplicaciones de móviles, analítica, ciberseguridad, arquitectura de TI, gobierno en línea y administración de proyectos. El currículo en áreas emergentes, como metodologías ágiles, computación en la nube, computación móvil y big data por nombrar algunas, <u>debe ser co-creado tanto con rigor académico como relevancia industrial, de esta manera haciendo que los estudiantes estén listos para la industria.</u></p> <p>Especialización por sectores estratégicos y región: Para apoyar la transformación productiva en otras industrias.</p> <p>Recomendación: Generar un conjunto de electivas, co-creada entre la industria y la universidad, en los temas señalados para cada región en áreas de I&D ó posgrados. Capacitar un número de docentes del país en las temáticas, favoreciendo las áreas de concentración de cada región.</p> <p>Habilidades TIC a reforzar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falta de conocimiento profundo en áreas técnicas como programación, algoritmos, bases de datos y redes (arquitectura cliente-servidor); integración aplicada de las áreas de conocimiento anteriores. • Falta de conocimiento de las últimas tecnologías como big Data, SCRUM (metodología ágiles para el desarrollo de software) y ciberseguridad. • Reforzar conocimiento en áreas como administración de proyectos y habilidades analíticas. • Fortalecer las habilidades blandas en áreas como la comunicación, trabajo en equipo, interacción con clientes e Inglés de Negocios. <p>Nueva curricula: Renombrar los departamentos de “Ingeniería de Sistemas” a departamentos de “Ciencias de la Computación e Ingeniería”. Ese cambio de nombre, unido con otros cambios en el currículo, lo traerán a la par con los estándares internacionales de Association for Computing Machinery (ACM) (para detalles, ver http://www.acm.org/education/curricula-recommendations).</p> <p>Creación del consejo asesor universidad-industria- organización que permitirá una interacción permanente entre los stakeholders para el diseño y actualización curricular y proyectos I&D.</p> <p>Acreditaciones internacionales: Programas y universidades clasificadas por cuerpos de clase mundial en clasificación tales como <i>Times Higher Education</i> y otros (ver https://www.timeshighereducation.co.uk).</p> <p>Programa de desarrollo nacional de profesores: Será entrenado por representantes de las 10 mejores industrias de TI en Colombia, quienes a su vez replicaran el entrenamiento en sus respectivas universidades.</p> <p>Programa base de TI para profesionales de otras disciplinas- Este programa permitirá que otras disciplinas (pro ejemplo, administración, ingeniería mecánica) integren en su formación profesionales competencias básicas de computación.</p>
--	---

1.4 Recomendaciones coincidentes de Uruguay, Colombia e Irlanda

En los tres casos (Uruguay, Colombia e Irlanda) coincide las siguientes recomendaciones:

1. Carreras TIC deberán ser más integrales y enfatizar el desarrollo de las habilidades blandas (trabajo en equipo, cultura de calidad y valores, habilidades comunicaciones, entre otras).
2. Las certificaciones de sus profesionales como medio eficaz de mantenerse en línea con los estándares internacionales, actualización de competencias y conocimientos de nuevas tecnologías.
3. Crear una carrera base en ciencias de la computación y, luego, desarrollar especializaciones que estén en línea a las necesidades de la industria y los planes de desarrollo profesional del estudiante.
4. Integrar otras carreras y profesionales de diferentes áreas, tales como ingeniería industrial, a las competencias TI a través de electivas y especializaciones.
5. Actualizar el perfil del docente TIC (por ejemplo, *e-leadership*) y desarrollar programas de formación de formadores.
6. Implementar programas de educación continua.
7. Desarrollar programas de pasantías entre la industria, académicos y estudiantes más sofisticados y de impacto.
8. Llevar a cabo proyectos de I&D con mayor vinculación a las necesidades de la industria.

C2. Insumos para la evaluación FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas)

El análisis FODA permitirá identificar los accionables del plan estratégico, evaluando la posición actual del clúster TIC con relación a las oportunidades y amenazas identificadas. Con base a las entrevistas realizadas se identificaron las siguientes variables (ver Gráfico 15).

Tabla 13. FODA: Clúster TIC El Salvador

Fortalezas	Debilidades	
1. Creación del clúster TIC – Organización que permitirá ser más expedito y competente la vinculación academia-gobierno-empresa y las requeridas transformaciones para una educación superior productiva en la especialización TIC.	1. Marcos normativos y regulatorios débiles en el área de las TIC.	13. <u>Falta de información y estadísticas para evaluar el desarrollo del sector TIC.</u>
2. Interés – Existe un alto interés y compromiso de parte de los “stakeholders” en el Proyecto.	2. <u>Capital humano con formación débil.</u>	14. Imagen país – inseguridad y corrupción desacredita al país en el exterior.
3. Proactividad de las gremiales y asociaciones privadas - Las gremiales están jugando un rol trascendental para la promoción y desarrollo de la industria TIC (ej. CASATIC).	3. <u>Desvinculación de la dinámica empresarial con las estructuras académicas de formación de profesionales.</u>	15. Falta de visión país para el desarrollo TIC.
4. Multinacionales establecidas en el país – Aunque en relación a países como Panamá y Costa Rica, aún son pocas las multinacionales establecidas en El Salvador, se cuenta con importantes compañías como AVX (electrónica), Microsoft, entre otras.	4. <u>Poca inversión en innovación, investigación y desarrollo de nuevos productos y servicios.</u>	16. <u>Falta de apoyo a nuevos emprendimientos TIC.</u>
	5. Falta de políticas y estrategias nacionales TIC.	17. <u>Bajo nivel de población estudiantil en las CTIM.</u>
	6. <u>Pocas empresas</u>	18. <u>Docencia carencia de las aptitudes y actitudes idóneas para la formación en relación a los estándares internacionales</u>

Tabla 13. FODA: Clúster TIC El Salvador

<p>5. Potencial desarrollo capital humano – Siendo el principal recurso con la que cuenta el país y una población joven, el potencial para desarrollar el capital humano es alto si se cuenta con las condiciones adecuadas en el sistema educativo y sistema de competencias profesionales.</p> <p>6. Infraestructura telecomunicaciones – En relación a los países de la región, El Salvador cuenta con satisfactoria infraestructura.</p> <p>7. Servicios empresariales a distancia en crecimiento – Este subsector tiene el potencial para avanzar en la cadena de valor hacia servicios más sofisticados e intensivos en conocimiento como lo es la exportación de software y servicios TIC.</p> <p>8. Cercanía con mercados internacionales de interés – ejemplo, Estados Unidos.</p> <p>9. Heterogeneidad de la industria TIC en El Salvador.</p> <p>10. La disposición al cambio de las IES.</p>	<p><u>certificadas.</u></p> <p>7. <u>Fuga de talentos mediante la migración a otros países, por falta de oportunidades locales.</u></p> <p>8. <u>Falta de conocimiento del idioma inglés (por ser lenguaje universal).</u></p> <p>9. <u>Falta de interés en la actualización de conocimiento de profesionales y técnicos.</u></p> <p>10. <u>Falta de una cultura de calidad y cumplimiento.</u></p> <p>11. <u>Falta de flexibilidad en relación al cambio curricular.</u></p> <p>12. <u>Model de gestión de las universidades.</u></p> <p>19. <u>Laboratorios no reúnen las condiciones para futuros proyectos I&D.</u></p> <p>20. <u>Falta de inversión en nivelar a la gente – certificaciones.</u></p> <p>21. <u>Falta o nula inversión en investigación y desarrolla.</u></p> <p>22. Ancho de banda muy bajo en el país.</p> <p>23. Falta de patentes, baja protección para propiedad intelectual.</p> <p>24. <u>Falta de capacidad económica de las personas para acceder a capacitaciones y carreras.</u></p> <p>25. <u>Alto costo de infraestructura telecomunicaciones.</u></p> <p>Nota: El texto subrayado está relacionado al desarrollo del capital humano.</p>
<p>Oportunidades</p> <ol style="list-style-type: none"> Exportación de servicios TI y software presenta un mercado equivalentes a más de US\$380 mil millones al año. Servicios <i>offshoring</i> y <i>outsourcing</i> en crecimiento. El Salvador con potencial de convertirse en un hub de data center-nube. Mercado en crecimiento de video juegos y animación digital. Desarrollo de aplicaciones móviles tanto para el mercado local como internacional. Potencial de desarrollo de aplicaciones para la emergente industria TV digital. Potencial de servicios especializados de soporte de alta tecnología. Potencial de desarrollo de software de alta calidad. La aprobación de la Ley de Firma Electrónica y Ley de Protección de Datos incrementaría la demanda de servicios locales TI. La modernización de la industria y gobierno incrementará la demanda de soluciones tecnológicas en diferentes sectores. Las tecnologías emergentes (nube, IoT, big data, apps) abre nuevos mercados y un abanico de oportunidades en nichos específicos. Potencial de “sustitución de importaciones” en aplicaciones y servicios TI que brindan actualmente empresas extranjeras en el país. Las políticas de apoyo a la PYMEs salvadoreñas por parte del gobierno 	<p>Amenazas</p> <ol style="list-style-type: none"> La inseguridad jurídica y física que adolece el país afecta las inversiones y el desarrollo de talento. Seguir en el <i>status quo</i> como sector amenaza la industria TIC en desaprovechar las amplias oportunidades y estancarse como otras actividades económicas. La falta de apoyo e incentivos del gobierno incrementa las barreras de entrada para la industria TIC en su esfuerzo por posicionarse en las cadenas globales de valor. Incremento riesgo país. Incertidumbre en las políticas fiscales y doble tributación afecta el clima de negocios. Estancamiento en la renovación de los bienes de capital de los sectores productivos. Burocracia del gobierno. Falta de tiempo para los cambios requeridos en el desarrollo curricular. Continuidad del Proyecto y sostenibilidad de las iniciativas Encarecimiento de los recursos para el fortalecimiento de las IES. Países competidores se posicionen más rápido y se consoliden en los mercados. Modelo de negocio de las Universidades

Tabla 13. FODA: Clúster TIC El Salvador

<p>promueve la competitividad a través del uso de las TIC.</p> <ol style="list-style-type: none">14. Nuevos canales de e-learning, especialmente a través de los MOOC, abre un espacio para nuevas formas de aprendizaje.15. Las TIC tienen el potencial de participar en soluciones de problemáticas nacionales: seguridad con tecnologías Internet de las Cosas y ciudades inteligentes, seguridad alimentaria utilizando soluciones integradas como ERP y <i>warehouse management solutions</i> (WMS), entre otros.16. Los sectores estratégicos identificados en la Política de Transformación Productiva requerirán de soluciones tecnológicas para su desarrollo competitivo.17. Potencial del impacto transversal del Clúster. Aportar al crecimiento económico y productividad de otros sectores.18. Potencial de impacto económico y social: La inclusión digital nos va a llevar a la inclusión social y económica; lo que genera riqueza y calidad de vida).19. La facilidad de acceder a los marketplaces TIC20. Potencial del intercambio de conocimiento a través de alianzas entre universidades nacionales e internacionales.21. Bajas barreras de entrada para el desarrollo de nuevos mercados.	
--	--

D. Conclusiones y recomendaciones

D1. Ajustes de los planes de estudio sugeridos por el clúster

El diseño de los planes de estudio para las carreras relacionadas a las TIC es una tarea compleja para las IES por la vertiginosa evolución tecnológica y la expansión del campo. La creciente diversidad de temas potencialmente relevantes a la educación en ciencias de la computación y la creciente integración de la informática con otras disciplinas crean desafíos particulares para este esfuerzo (ACM & IEEE, 2013). Según Tang (2015), el diseño de la curricula en el campo de las TIC deben considerar los siguientes elementos: (1) las actuales y futuras necesidades de las empresas e industrias, (2) tecnologías emergentes, (3) perspectivas internacionales, (4) sistema de certificaciones, (5) estándares internacionales y nacionales, (6) normativas gubernamentales y (7) curricula relacionadas.

Debido a la complejidad del tema, los empresarios y directivos que fueron entrevistados omitieron dar opinión en cambios específicos y puntuales en la curricula TIC; sin embargo, brindaron recomendaciones de **modelos de diseño curricular** que están siendo adoptados en universidades reconocidas como Georgia Tech University, también brindaron información de las **habilidades y tecnologías a reforzar** en las IES, así como de **nuevas premisas** que deberían estar presentes a la hora de modificar el pensum (ver Anexo C). Entre las sugerencias realizadas por los entrevistados se mencionaron las siguientes.

1.1 Nuevos modelos

Crear una carrera base de ciencias de la computación. Y ramificar esta con especializaciones técnicas, tecnológicas, sectoriales y ocupacionales. Por ejemplo, según ACM y IEEE (2013), la carrera de ciencias de la computación comprende 18 áreas básicas de conocimiento que se enlistan en el Anexo D. ACM recomienda que estas temáticas se cubran en la carrera base.

Desarrollar una co-especialización por ocupación, sector o tecnología. Como se mencionó en la Sección C de este presente perfil, países referentes han combinado las especializaciones con áreas tecnológicas y categorías ocupacionales. En el caso de Uruguay, las siete ocupaciones principales identificadas TI se combinaron con las necesidades de conocimiento en ocho tecnologías emergentes (Sistema Nacional de Formación Profesional, 2014). Otro país referente es Colombia, cuyo objetivo --en su política de transformación productiva-- es incrementar la productividad de diversos sectores económicos claves. Uno de los factores para incrementar los niveles de eficiencia en los procesos industriales será dosificar substancialmente de soluciones tecnológicas a las empresas. Por ejemplo, una de las apuestas estratégicas es mejorar la eficiencia y eficacia de la actividad logística y transporte; para ello, se están integrando en los planes de estudios de tecnologías aplicables en dicha área, tales como sistemas georeferenciales, ERP, entre otros sistemas integrados.

Diseñar especializaciones TI tales como posgrados para profesionales de otras disciplinas. Ejemplos incluyen administrador de empresas con especialización en informática.

Crear academias TI empresariales. Otro modelo, el cual sería complementario a los esquemas anteriores, es crear **academias TI** promovidas y fundamentadas en las necesidades de empresas “anclas” o multinacionales (por ejemplo, el caso *IBM Academic Initiative*).

Desarrollar centros de certificación. Algunos empresarios y docentes recomendaron que las universidades podrían convertirse en centros de certificación de algunas especializaciones TI, así como, brindar asesoría en sistemas de calidad y procesos de acreditación.

1.2 Premisas

Muy similar a lo recomendado por Tang (2015), los entrevistados manifestaron que los cambios curriculares deberían resguardar los siguientes principios o nuevas modalidades en el diseño de los planes de estudio.

Integridad. Según lo señalado por los entrevistados, las habilidades blandas o suaves son tan importantes como los conocimientos técnicos. La educación que reciben los estudiantes en ciencias de la computación debe prepararlos adecuadamente para un ambiente laboral de una manera más holística que simplemente transmitir conocimientos técnicos. De hecho, las habilidades blandas (como el trabajo en equipo, comunicación verbal y escrita, administración del tiempo, resolución de problemas) y cualidades personales (tales como

tolerancia al riesgo, colegialidad, paciencia, ética de trabajo, identificación de oportunidades, sentido de responsabilidad social y aprecio por la diversidad) juegan un papel fundamental en el trabajo.

Estudio de caso y aplicabilidad de los cursos. Otra sugerencia manifestada por varios de los entrevistados es cambiar los esquemas tradicionales de enseñanza e ir migrando de la teoría a la práctica en los cursos de las carreras en computación y TI. Recomiendan incluir estudio de casos en las materias, así como, proyectos empresariales para el uso práctico de lo aprendido.

Educación continua. La curricula de ciencias de computación deben diseñarse para preparar graduados exitosos en una industria vertiginosa y dinámica. Los currículos de ciencia de computación están cambiando y evolucionando rápidamente y, por ende, los planes de estudio deben preparar a los estudiantes para el aprendizaje permanente.

Inclusividad. Las ciencias de la computación no solo es programación y matemáticas; existen otras vocaciones y aptitudes importantes en dicha carrera, tales como las habilidades blandas, administrativas, comerciales, entre otras; lo cual permitiría atraer otro perfil de futuros profesionales, incluyendo más jóvenes del género femenino.

Bilingüismo. En algunos países que le están apostando al desarrollo del capital humano en las TIC (ejemplo, Colombia), reconocen la importancia del idioma inglés en este sector debido a que las nuevas tecnologías y programaciones surgen, en su mayoría, en este idioma.

Protocolo de ética profesional, compromiso y calidad. Un código de valores en la industria exportadora TI ha sido clave para muchos países en el posicionamiento comercial a escala mundial.

Diseño a la medida de las aspiraciones profesionales de los estudiantes. Algunas universidades reconocidas, tales como Georgia Tech, están desarrollando carreras moldeables con las aspiraciones profesionales de los estudiantes, aumentando el número de cursos optativos y eliminando aquellos cursos “obligatorios” que no estén alineados con la especialización deseada.

Docentes y Estudiantes con E-Liderazgo. El e-liderazgo es la realización de un objetivo que depende de las TIC a través de la dirección del recurso humano y usos de las TIC (Husing, Korte, Fonstad, Lanvin, Cattaneo, Kolding, Lifonti, & van Welsum, 2013).

Flexibilidad interdisciplinaria. Currículos de ciencia de computación deben diseñarse para proporcionar a los estudiantes la flexibilidad de trabajar a través de muchas disciplinas. La carrera es un campo amplio que conecta con muchas disciplinas, incluyendo matemáticas, ingeniería eléctrica, administración, biología, física y muchas otras profesiones.

Internacionalización. La carreras TIC deben verse desde un contexto global, en donde el empresario y profesional TIC evalúa los mercados internacionales como áreas de oportunidad y alinearse a los estándares mundiales en forma permanente.

D2. Áreas a reforzar

Con base a las entrevistas, se logró identificar áreas a reforzar en las IES de El Salvador en los planes de estudios TIC, las cuales se detallaron en la Secciones B2 y B3 del presente informe. A continuación se resumen los principales resultados.

6. Entre las **especializaciones a reforzar**, los empresarios y directores resaltaron: 1) seguridad TI o ciberseguridad, 2) manejo de centros de dato y especializaciones en business intelligence, 3) arquitectura TI y 4) ingeniería de software.
7. Las **ocupaciones difíciles de cubrir** expresadas por los empresarios y directores están relacionadas con las especializaciones a reforzar en las IES: 1) Business Intelligence, 2) Programador y Desarrollador de Software, 3) Administrador de Proyectos, 4) Analista Sistemas de Calidad, 5) Seguridad TI. Otras ocupaciones difíciles de cubrir son: desarrolladores de video juegos y animación digital, el especialista en middleware, big data y metodologías ágiles.
8. Entre las **tecnologías TI** que muestran una demanda creciente y escasean como competencias en la oferta laboral en El Salvador, destacan en primer lugar las 1) aplicaciones móviles, 2) computación en la nube, 3) middleware, 4) big data y 5) seguridad TI.
9. Las **ocupaciones de mayor demanda a mediano plazo**, según lo expresado por los entrevistados son: 1) Programador y Desarrollador de Software, 2) Especialista en Big Data y Business Intelligence, 3) Especialista en Computación en la Nube y 4) Administrador de Proyectos.
10. Los entrevistados manifestaron que entre las **habilidades TI** que esperan surjan o crezcan a corto y mediano plazo son: 1) virtualization, 2) .NET, 3) PHP y 4) Sharepoint.

Los resultados anteriores infieren que las necesidades de las empresas en capital humano van en línea con las tecnologías emergentes denominadas como la Tercera Plataforma TIC y brindan una línea base para que las IES continúen el proceso de ajuste curricular en conjunto con la industria; lo cual deberá ser una faena permanente de ciclos cortos por la dinámica del mercado y los vertiginosos cambios tecnológicos que caracteriza el sector TIC.

D3. Proyectos de I&D

Similar a las áreas en la curricula a reforzar en las IES, los entrevistados enfatizaron que los temas de investigación y desarrollo a priorizar deberán ser la aplicabilidad de las tecnológicas emergentes en brindar soluciones a los sectores productivos. A continuación se muestran ideas de proyectos expresados en las entrevistas y conversaciones con docentes. Algunos de los empresarios señalaron la importancia de realizar una evaluación del proyecto I&D demostrando la rentabilidad sobre la inversión y el impacto económico y social que este podría brindar.

Tabla 14. Proyectos de I&D

Tecnología	Sectores a beneficiar	Ejemplo de idea de proyecto
Big data	- Sector Público/Sector Privado	- Estadísticas actualizadas a través del uso de un <i>data warehouse</i> provenientes de las bases de datos del Ministerio de Hacienda, Centro Nacional de Registros y otras instituciones gubernamentales. - Digitalización de historiales médicos
Internet de las Cosas	- Sector Público/Sector Privado	- Sensores y uso de RFID en sistemas de transporte para la trazabilidad y registro automatizado de la carga
Aplicaciones móviles	- Sector Público/Sector Privado	n.d.
Metodologías ágiles	- Sector TIC	- Guía administración de proyectos desarrollo de software y métodos y modelos construcción de software -
Sistemas integrados especializados (ERP, CRM) aplicables a empresas	- Sector empresarial - Sector TIC	Aplicaciones para las PYMEs y grandes empresas
Investigación en estandarizaciones, certificaciones y diseño de prototipos	- Sector TIC	Estudiar estándares mundiales en aplicaciones sistemas integrados (ej. EDI, PLM, Score, Concord)
Seguridad TI	- Sector Público/Sector Privado	n.d.
Desarrollo de video juegos para la educación	- Sector Público/Sector Privado	n.d.
Robótica	- Sector Público/Sector Privado	n.d.
Manufactura 3D	- Industria Manufacturera	n.d.
Sistemas georeferenciales	- Sector Público/Sector Privado	
Ciudades Inteligentes	- Municipalidades	Sistemas de seguridad a través de cámaras inteligentes
Verificación y Sistemas de Calidad	- Sector TIC	
n.d. No disponible.		

Se recomienda iniciar los proyectos de I&D que benefician directamente al sector TIC (y por ende generan impacto a otras industrias indirectamente), tales como (1) investigación en estándares internacionales en sistemas integrados, certificaciones y diseño de prototipos; (2) metodologías ágiles y (3) sistemas integrados especializados (ERP, CRM) aplicables a empresas.

D4. Otras áreas de colaboración entre el clúster TIC e IES

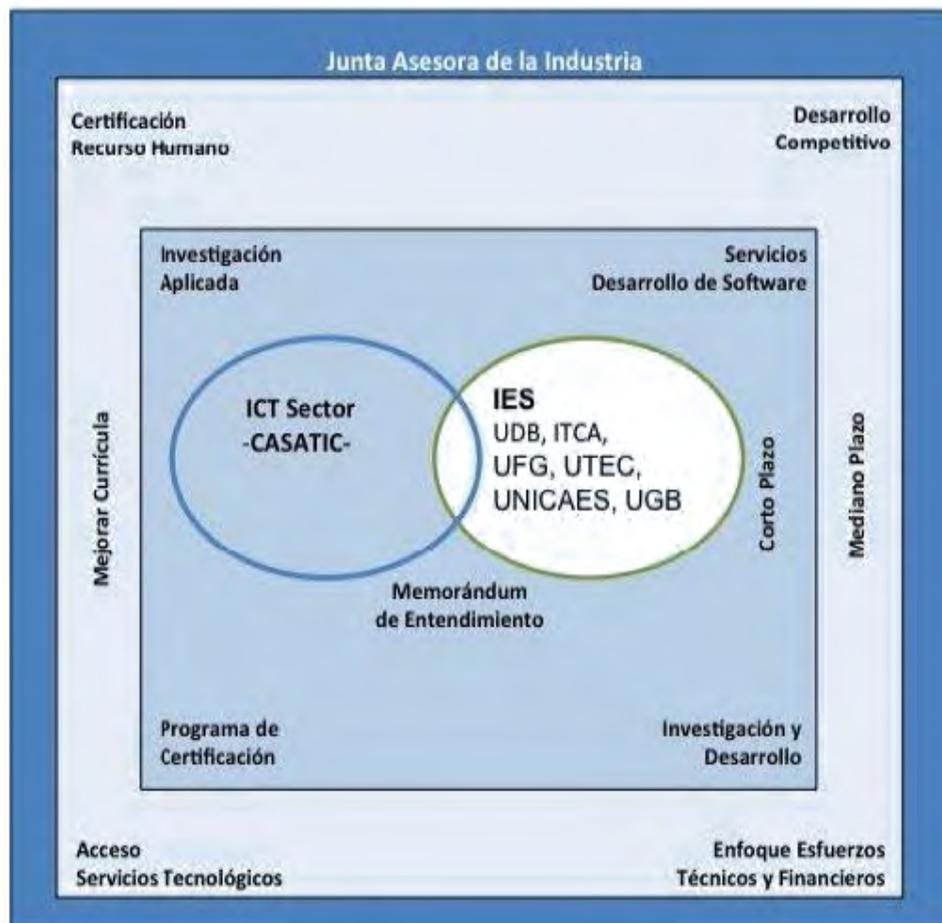
Con base a la información brindada en las entrevistas y en el análisis de referencia (benchmarking), las áreas potenciales de colaboración entre el clúster TIC y los IES para incrementar la competitividad de la industria, a través del desarrollo del capital humano y el fortalecimiento de las instituciones, son bastante extensas y diversas, debido a la amplia brecha de necesidades existentes. La IAB deberá analizar el impacto potencial de cada una de las ideas de proyectos y priorizar con base a las capacidades, oportunidades y riesgos existentes (FODA). A continuación se enlistan áreas de colaboración potenciales y propuestas de proyectos identificadas en el proceso de elaboración de este informe.

1. Promover pasantías y programas estructurados en los lugares de trabajo para los estudiantes y docentes TIC.
2. Desarrollar programas de educación continua.
3. Crear programas de “formación de formadores”.
4. Fomentar las habilidades de e-liderazgo y tecno-emprendimientos en los estudiantes y docentes.
5. Mejorar la educación CTIM desde la educación básica, media y pregrado universitario.
6. Constante actualización y adaptación de las habilidades TIC requeridas a través de un sistema de certificaciones y acreditaciones.
7. Promover las carreras TIC especialmente en la población femenina.
8. Promover las acreditaciones internacionales: programas y universidades clasificadas por cuerpos de clase mundial en clasificación tales como Times Higher Education y otros (ver <https://www.timeshighereducation.co.uk>).
9. Actualizar los laboratorios e infraestructura a los estándares industriales.
10. Crear proyectos de I&D entre docentes y empresas en la aplicabilidad de nuevas tecnologías.
11. Promover la investigación aplicada y estudios de casos: las empresas brindan estudios de casos y componentes reusables como simulacros de proyectos, y llevar a cabo talleres para el profesorado desde un punto de vista de negocios y de mercado.
12. Llevar a cabo nuevos canales de e-learning, especialmente a través de los MOOCs para abrir un espacio para nuevas formas de aprendizaje.
13. Crear un programa de certificación de docentes e instructores.
14. Implementar un modelo de incentivos para docentes para establecer otras áreas de competencias que no solo sea la enseñanza; es decir, desarrollar otras actividades como proyectos I&D en conjunto con las empresas, pasantías en empresas multinacionales, sabáticos que permitan agilizar programas de transferencia tecnológica, entre otros.
15. Fomentar concursos y reconocimiento profesional para docentes, empresas y estudiantes sobresalientes.
16. Crear un observatorio para el monitoreo constante de los avances tecnológicos y como estos podrían ser aplicables a las industrias nacionales.

17. Establecer incubadoras y centros de emprendimientos para nuevos emprendimientos TIC (*start-ups*). Varios estudios señalan que los nuevos emprendimientos generan más empleo que las industrias tradicionales.
18. Desarrollar un programa de calidad total en la industria TIC. Uno de los factores críticos de Éxito de la industria de exportación TIC Uruguay es el alto nivel de compromiso, cumplimiento y estándares internacionales que caracteriza la oferta exportable TIC de este país suramericano. Este es un tema relevante a emular de este país referente.
19. Desarrollar un programa de promoción para las exportaciones TIC.
 - a. Entre las exportaciones salvadoreñas, el sector servicio aparece como una industria pujante que requiere de una fuerza laboral mucho mas calificada.
 - b. Actualmente la oferta laboral no cubre la demanda profesional según expresaron los representantes del sector de TI.
 - c. El Centro de Comercio Internacional (CCI) sugiere de parte de las agencias promotoras, las siguientes actividades para impulsar la exportación de servicio:
 - i. Elevar los niveles profesionales para aprovechar las oportunidades internacionales.
 - ii. Crear una guía de estudios profesionales relacionados a la internacionalización de las TIC.
 - iii. Organizar charlas, conferencias o actividades de formación para despertar interés por la exportación de servicios.
 - iv. Organizar giras y delegaciones comerciales internacionales.
 - v. Estimular a los profesionales para que expongan en eventos comerciales de otros países.
 - vi. Recopilar y difundir información especializada sobre oportunidades internacionales.
 - vii. Publicar una revista de calidad mundial sobre los profesionales del país.

Anexo A Clúster TIC industria-académica

Gráfico A1. Clúster TIC industria-académica



Anexo B Detalles de los programas académicos y técnicos pertinentes clúster TIC

Tabla B1. Detalles de los programas académicos y técnicos pertinentes clúster TIC, por IES

Ref.	Universidad	Carreras TIC	Post Grados	Carreras Técnicas
1	Universidad Francisco Gavidia	LICENCIATURA 1. Sistemas Informáticos 2. Sistemas de Computación Administrativa 3. Animación Digital y Videojuegos 4. Diseño Gráfico Web Multimedia INGENIERÍAS 5. Ciencias de la Computación 6. Telecomunicaciones	MAESTRÍA 1. Administración de Negocios con Especialidad en Comercio Electrónico 2. Informática Aplicada a Redes	TÉCNICO 1. Animación digital y videojuegos 2. Diseño gráfico web 3. Mantenimiento y reparación de computadoras 4. Sistemas de computación
2	Universidad Tecnológica	LICENCIATURA 1. Informática 2. Administración de Empresas con énfasis en Computación (virtual) INGENIERÍA 3. Sistemas y Computación	MAESTRÍA 1. Computación con énfasis en Sistemas de Información	TÉCNICO 1. Ingeniería en Hardware 2. Ingeniería en Software 3. Ingeniería en Redes Computacionales 4. Ingeniería en Sistemas
3	Universidad Don Bosco	INGENIERÍA 1. Automatización 2. Electrónica 3. Ciencias de la Computación 4. Mecatrónica 5. Telecomunicaciones	MAESTRÍA 1. Arquitectura de Software 2. Manufactura Integrada por Computadora- Semipresencial 3. Nuevas Tecnologías Aplicadas a la Educación (Modalidad a distancia) 4. Nuevas Tecnologías de la Comunicación 5. Seguridad y Gestión de Riesgos Informáticos 6. Telecomunicaciones y Networking	TÉCNICO 1. Ingeniería en Computación 2. Ingeniería Electrónica 3. Multimedia
4	Universidad Capitán General Gerardo Barrios	LICENCIATURA 1. Computación INGENIERÍA 2. Sistemas y Redes Informáticas	1. Ingeniería Web	TÉCNICO 1. Ingeniería en Sistemas y Redes Informáticas 2. Teleautomatismo Electrónico
5	FEPADE-ITCA	X	X	TÉCNICO 1. Ingeniería de Sistemas Informáticos 2. Mantenimiento de computadoras 3. Ingeniería de Redes Informáticas 4. Ingeniería de las telecomunicaciones
6	Universidad Católica de El Salvador	LICENCIATURA 1. Sistemas Informáticos Administrativos INGENIERÍA 2. Sistemas Informáticos	X	TÉCNICO 1. Sistemas Informáticos Administrativos
7	Universidad Andrés Bello	LICENCIATURA 1. Computación	X	TÉCNICO 1. Redes Informáticas 2. Mantenimiento de Computadoras

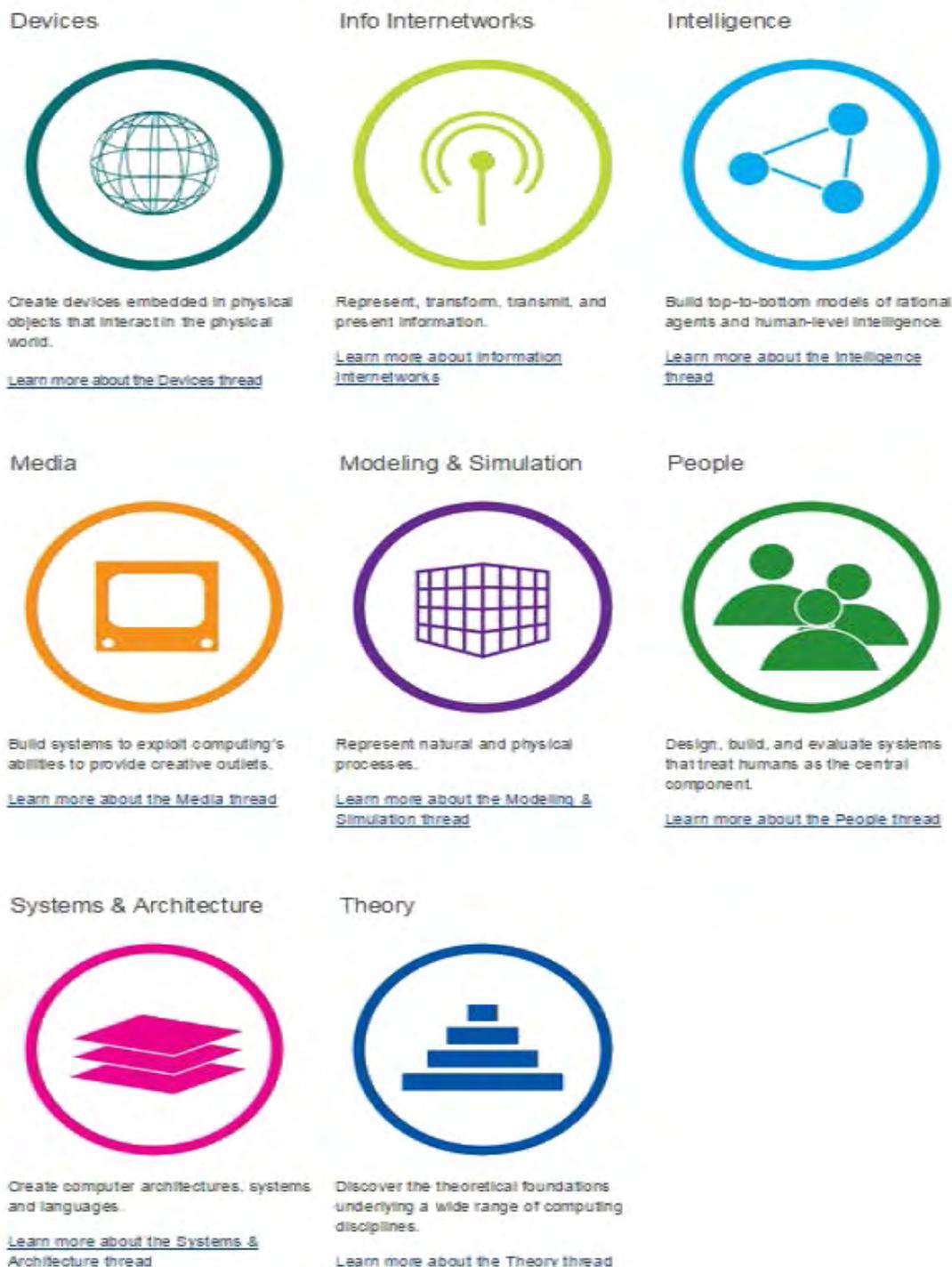
Tabla B1. Detalles de los programas académicos y técnicos pertinentes clúster TIC, por IES

Ref.	Universidad	Carreras TIC	Post Grados	Carreras Técnicas
				3. Computación
8	Universidad de El Salvador (Pública)	INGENIERÍA 1. Sistemas Informáticos	MAESTRÍA 1. Arquitectura de Software 2. Maestría en Computación 3. Maestría en Informática 4. Maestría en Tecnologías de Geoinformación	X
9	Universidad de Oriente	INGENIERÍA 1. Sistemas Informáticos 2. Ciencias de la Computación	X	TÉCNICO 1. Ciencias de la Computación
10	Universidad Evangélica de El Salvador	INGENIERÍA 1. Sistemas Computacionales	X	TÉCNICO 1. Desarrollo de Software 2. Redes y Tecnologías Informáticas
11	Universidad Modular Abierta	LICENCIATURA 1. Informática	X	TÉCNICO 1. Software
12	Universidad Pedagógica de El Salvador	1. Licenciatura en Gerencia Informática	X	TÉCNICO 1. Sistemas de Computación
13	Universidad Politécnica de El Salvador	X	X	TÉCNICO 1. Sistemas de Computación
14	Universidad Albert Einstein	INGENIERÍA 1. Computación	X	X
15	Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas" (UCA)	LICENCIATURA 1. Ciencias de la Computación	X	X
16	Universidad Cristiana de las Asambleas de Dios	INGENIERÍA 1. Ciencias de la Computación	X	X
17	Universidad de Sonsonate	INGENIERÍA 1. Sistemas Computacionales	X	X
18	Universidad Salvadoreña Alberto Masferrer	LICENCIATURA 1. Ciencias de la Computación	X	X
19	Universidad Monseñor Oscar Arnulfo Romero	LICENCIATURA 1. Ciencias de la Computación	X	X
20	Universidad Dr. José Matías Delgado	LICENCIATURA 1. Gerencia Informática	X	X
21	Universidad Luterana Salvadoreña	LICENCIATURA Ciencias de la Computación	X	X

Fuente: http://www.universidadessv.com/listado_grado.php

Anexo C Carrera de ciencias de la computación de la Universidad de Georgia Tech

Gráfico C1. Universidad de Georgia Tech: Áreas de especialización en la carrera de ciencias de la computación



Fuente: <http://www.cc.gatech.edu/threads-better-way-learn-cs>

Anexo D Áreas básicas de conocimiento en las ciencias de computación

Tabla D1. 18 áreas de especialización en la carrera de ciencias de la computación

1	AC	Algorithms and Complexity
2	AR	Architecture and Organization
3	CS	Computational Science
4	DS	Discrete Structures
5	GV	Graphics and Visualization
6	HCI	Human Computer Interaction
7	IAS	Information Assurance and Security
8	IM	Information Management
9	IS	Intelligent Systems
10	NC	Networking and Communications
11	OS	Operating Systems
12	PD	Platform-based Development
13	PD	Parallel and Distributed Computing
14	PL	Programming Languages
15	SDF	Software Development Fundamentals
16	SE	Software Engineering
17	SF	Systems Fundamentals
18	SP	Social Issues and Professional Practice

Fuente: ACM & IEEE, 2013.

Referencias

- Association for Computing Machinery y IEEE Computer Society. (ACM & IEEE, 2013). *Computer science curricula 2013. Curriculum guidelines for undergraduate degree programs*. December 20. Recuperado de <http://www.acm.org/education/CS2013-final-report.pdf>
- Banco Mundial. (2009). *Information and communication technologies for development: Extending reach and increasing Impact*. Recuperado de <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/2636>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (CEPAL, 2007). *Panorama de la inserción internacional de América Latina y el Caribe, 2006. Tendencias 2007*. Recuperado de <http://www.cepal.org/es/publicaciones/1167-panorama-de-la-insercion-internacional-de-america-latina-y-el-caribe-2006>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (CEPAL, 2013). *Economía Digital para el cambio estructural y la igualdad*. Recuperado de <http://www.cepal.org/es/publicaciones/35408-economia-digital-para-el-cambio-estructural-y-la-igualdad>
- Dutta, S., Geiger, T., & Lanvin, B. (Eds.). (2015). *The global information technology report 2015. ICTs for inclusive growth*. Foro Economico Mundial. Recuperado de http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_IT_Report_2015.pdf
- European Commission Joint Research Centre. (JRC, 2013). *EU R&D scoreboard: The 2013 EU industrial R&D investment scoreboard*. Recuperado de <http://iri.jrc.ec.europa.eu/documents/10180/99853/The%202013%20EU%20Industrial%20R%26D%20Investment%20Scoreboard>
- Forfás. (2013). *Ireland-Addressing Future Demand for High-Level ICT Skills*. Recuperado de http://www.forfas.ie/media/04112013-Addressing_ICT_Skills-Publication.pdf
- Hanna, N. K. (2015). *Transforming to a network society: A guide to policy makers*. Recuperado de <http://www.ericsson.com/res/docs/2014/transforming-to-a-networked-society.pdf>
- Hüsing, T., Korte, W., Fonstad, N., Lanvin, B., Cattaneo, G., Kolding, M., Lifonti, R. & van Welsum, D. (2013). *E-Leadership: E-skills for competitiveness and innovation. Vision, roadmap and foresight scenarios. Final Report*. Recuperado de <http://eskills-vision.eu/fileadmin/eSkillsVision/documents/VISION%20Final%20Report.pdf>

- Instituto Mexicano para la Competitividad. (2014). *Los Emprendedores de TIC en México: Recomendaciones de política pública para su nacimiento, crecimiento y consolidación*. Recuperado de http://imco.org.mx/wp-content/uploads/2014/05/20140507_Los_Emprendedores_de_TIC_en_Mexico.pdf
- International Data Center. (IDC, 2013). *Networking Skills in Latin America*. Recuperado de http://www.cisco.com/assets/csr/pdf/IDC_Skills_Gap_-_LatAm.pdf
- Ministerio de Economía de El Salvador. (MINEC, 2012). *Definición y desarrollo de la cadena de valor para los productos del sector de tecnologías de información y comunicación*. Recuperado de <http://www.minec.gob.sv/crecemostuempresa/wp-content/uploads/Cadena-de-valor-tics-minec1.pdf>
- Ministerio de Educación de El Salvador. (MINED, 2014). *Resultados de la Información Estadística de Instituciones Superior 2013*. Recuperado de https://www.mined.gob.sv/jdownloads/Informacion%20Estadistica%20de%20Educacion%20Superior/resultados_de_la_informacin_de_ies_2013.pdf
- Organización Internacional del Trabajo. (OIT, 2014). *Prospectiva de empleo y formación profesional en el Sector del Software y Servicios Informáticos (SSI) en Uruguay*. Recuperado de <http://www.oitcinterfor.org/publications/prospectiva-empleo-formacion-profesional-sector-del-software-servicios-informaticos-ssi>
- RTI International. (2015). *Informe: Identificación de sectores económicos prioritarios*. Proyecto de USAID de Educación Superior para el Crecimiento Económico. Mayo.
- Sistema Nacional de Formación Profesional. (2014). *Prospectivo del empleo y formación profesional en el sector de software y servicios informáticos (SSI) en Uruguay. Curso-taller internacional “Aplicación del modelo SENAI de prospectiva en la formación profesional” organizado por CINTERFOR-OIT*. Diciembre. Delegación Uruguay. Recuperado de http://www.oitcinterfor.org/sites/default/files/file_publicacion/prospectiva_tic_uruguay.pdf
- Tang, C. (2015). *ACM competency model of core learning outcomes and assessment for associate-degree curriculum in IT*. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=3E5NY-XHWbQ>
- Universidad EAFIT y Infosys Limited. (2013). *Brecha de Talento Digital Infosys-Universidad EAFIT*. Recuperado de <http://www.fiti.gov.co/Images/Recursos/brecha-de-talento-digital-en-colombia-infosys-eafit.pdf>