



# ELAN

European and Latin American  
Technology based Business Network

# A2– ESTADO DE DESARROLLO DE LOS ECOSISTEMAS ELAN

PAÍS: [Costa Rica]

[08/06/2016]

**Nombre del documento**

A2– estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN - CR

**Autor**

[ Allan Campos; CeNAT ]

**Fecha**

[08/06/2016]

**Versión**

4.0

**Aprobado por**

[ Gustavo Otárola; CeNAT ]



This project is funded by  
the European Union



## Tabla de contenidos

<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	<b>5</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>6</b>
OBJETIVOS DE ELAN A2 .....	6
PERFIL GENERAL DEL PAÍS .....	7
NOTA METODOLÓGICA.....	21
<b>1. RETOS PARA EL DESARROLLO DE OPORTUNIDADES DE NEGOCIO BASADAS EN TECNOLOGÍA [COSTA RICA]</b> 22	
1.1. RETOS PARA LA SOSTENIBILIDAD Y LA COMPETITIVIDAD EN [COSTA RICA] .....	22
1.2. CARACTERÍSTICAS POLÍTICAS, ECONÓMICAS, SOCIALES Y TECNOLÓGICAS.....	23
1.3. FUERZAS Y DEBILIDADES PARA ESTABLECER ONBTS .....	25
1.4. ANÁLISIS DE DEFICIENCIAS.....	26
<b>2. VISIÓN GENERAL DE LOS ACTORES, REDES Y CONDICIONES MARCO</b> .....	<b>27</b>
2.1. VISIÓN GENERAL DE LAS CONDICIONES MARCO .....	27
2.2. VISIÓN GENERAL DE LOS ACTORES DE I+I .....	28
2.3. VISIÓN GENERAL DE LOS ESQUEMAS, PROGRAMAS E INSTRUMENTOS FINANCIEROS DE I+I .....	30
<b>3. AMBICIONES, VISIÓN A LARGO PLAZO Y VÍAS DE INNOVACIÓN</b> .....	<b>32</b>
3.1. AMBICIONES Y VISIÓN A LARGO PLAZO .....	32
3.2. VÍAS .....	35
<b>4. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE DESARROLLO DEL ECOSISTEMA ELAN SELECCIONADO</b> .....	<b>38</b>
4.1 [BIOTECNOLOGÍA] DE EVALUACIÓN TIS .....	38
<b>RETOS PARA EL DESARROLLO DEL TIS1</b> .....	<b>39</b>
A. RETOS PARA LA SOSTENIBILIDAD Y LA COMPETITIVIDAD .....	39
B. CARACTERÍSTICAS POLÍTICAS, ECONÓMICAS, SOCIALES Y TECNOLÓGICAS .....	40
C. FUERZAS Y DEBILIDADES PARA ESTABLECER ONBTS .....	44
D. ANÁLISIS DE DEFICIENCIAS .....	45
<b>VISIÓN GENERAL DE LOS ACTORES, REDES Y CONDICIONES MARCO</b> .....	<b>45</b>
A. VISIÓN GENERAL DE LAS CONDICIONES MARCO.....	45
B. VISIÓN GENERAL DE LOS ACTORES DE I+I.....	47
C. VISIÓN GENERAL DE LOS ESQUEMAS, PROGRAMAS E INSTRUMENTOS FINANCIEROS DE I+I .....	53
<b>AMBICIONES, VISIÓN A LARGO PLAZO Y VÍAS DE INNOVACIÓN</b> .....	<b>53</b>
A. AMBICIONES Y VISIÓN A LARGO PLAZO .....	53
B. VÍAS.....	53
4.2 [NANOTECNOLOGÍA] DE EVALUACIÓN TIS 2 .....	54
<b>RETOS PARA EL DESARROLLO DEL TIS2</b> .....	<b>54</b>
A. RETOS PARA LA SOSTENIBILIDAD Y LA COMPETITIVIDAD .....	54
B. CARACTERÍSTICAS POLÍTICAS, ECONÓMICAS, SOCIALES Y TECNOLÓGICAS .....	55
C. FUERZAS Y DEBILIDADES PARA ESTABLECER ONBTS .....	56
D. ANÁLISIS DE DEFICIENCIAS .....	56



<b>VISIÓN GENERAL DE LOS ACTORES, REDES Y CONDICIONES MARCO</b> .....	57
A. VISIÓN GENERAL DE LAS CONDICIONES MARCO.....	57
B. VISIÓN GENERAL DE LOS ACTORES DE I+I.....	58
C. VISIÓN GENERAL DE LOS ESQUEMAS, PROGRAMAS E INSTRUMENTOS FINANCIEROS DE I+I .....	61
<b>AMBICIONES, VISIÓN A LARGO PLAZO Y VÍAS DE INNOVACIÓN</b> .....	62
A. AMBICIONES Y VISIÓN A LARGO PLAZO .....	62
B. VÍAS.....	62
4.3 [AMBIENTE – ENERGÍAS ALTERNATIVAS] DE EVALUACIÓN TIS.3 .....	63
<b>RETOS PARA EL DESARROLLO DEL TIS3</b> .....	63
A. RETOS PARA LA SOSTENIBILIDAD Y LA COMPETITIVIDAD .....	63
B. CARACTERÍSTICAS POLÍTICAS, ECONÓMICAS, SOCIALES Y TECNOLÓGICAS .....	64
C. FUERZAS Y DEBILIDADES PARA ESTABLECER ONBTS .....	69
D. ANÁLISIS DE DEFICIENCIAS .....	71
<b>VISIÓN GENERAL DE LOS ACTORES, REDES Y CONDICIONES MARCO</b> .....	72
A. VISIÓN GENERAL DE LAS CONDICIONES MARCO.....	72
B. VISIÓN GENERAL DE LOS ACTORES DE I+I.....	75
C. VISIÓN GENERAL DE LOS ESQUEMAS, PROGRAMAS E INSTRUMENTOS FINANCIEROS DE I+I .....	79
<b>AMBICIONES, VISIÓN A LARGO PLAZO Y VÍAS DE INNOVACIÓN</b> .....	81
A. AMBICIONES Y VISIÓN A LARGO PLAZO .....	81
B. VÍAS.....	81
4.4 ESTRATEGIAS DE ESPECIALIZACIÓN .....	82
<b>5. MENSAJES POLÍTICOS</b> .....	85
<b>REFERENCIAS</b> .....	87
<b>ANEXO 1 – LISTA DE ACTORES</b> .....	1
<b>ANEXO 2 – LISTA DE PROGRAMAS DE I+I</b> .....	1





This project is funded by the European Union



ELAN

## Resumen Ejecutivo

La situación de Costa Rica de cara a su desarrollo internacional y potenciación de desarrollo se encuentra en una seria disyuntiva, pues si bien nuestro país tiene un gran potencial y tiene como meta ser un país desarrollado para el año 2050, presenta una situación económica oscilante y hasta cierto punto incierta, con la necesidad de políticas eficientes, e instrumentos ágiles que permitan desarrollar estos potenciales.

Tiene una gran ventaja competitiva en su capacidad operacional y una población muy bien educada desde el punto de vista formal, tanto a nivel de educación primaria como secundaria; si bien está teniendo una disminución en su crecimiento poblacional y no ha encontrado el rumbo exacto para subsanar deficiencias técnicas operacionales tales como idiomas y formación técnica semi-calificada.

Si bien Costa Rica basa gran parte de sus expectativas de desarrollo en la Investigación y la Innovación, esta ha sido fundamentalmente abordada por los sectores de Gobierno y Academia (universidades públicas), en el tanto que las empresas (en su gran mayoría PYMES), se apoyan en ellas para búsqueda de fondos y capacidades para generación de nuevos recursos.

Tres de los pilares fundamentales de nuestros planes de desarrollo son:

- Nanotecnología
- Biotecnología.
- Ambiente, enfocado en Energías Alternativas.

Las estrategias de desarrollo de estas áreas están enfocadas no sólo en la búsqueda de nuevos recursos económicos, sino en la optimización de recursos ya existentes y una reingeniería de los mismos.

Aunque Costa Rica es un país pequeño en extensión y población, sus ventajas geográficas y poblacionales presentan grandes Oportunidades de Negocio Basadas en Tecnología para empresas que tengan iniciativas de alto nivel y busquen puertas de penetración en los mercados latinoamericanos.

Los mensajes políticos, si bien no siempre tienen la claridad y eficiencia deseada, intentan seguir siempre la línea de desarrollo nacional, buscando cumplir con la meta de País Desarrollado, sostenible y sustentable, amigable con el ambiente y las tecnologías limpias.



## INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al estudio de nuestro ecosistema de innovación, como uno de los productos a entregar por parte del partner Costa Rica del proyecto ELAN Network.

Aquí se ofrece una visión general de la estructura y actividades del sistema de innovación de Costa Rica, país de la región centroamericana que presenta grandes oportunidades de desarrollo para oportunidades de negocio basadas en tecnología.

Comprende tanto una visión general, como una profundización de tres sectores: Nanotecnología, Biotecnología y Medio Ambiente.

Costa Rica es un país que durante la colonización española tuvo un desarrollo predominantemente agrícola y ésta visión se extendió durante el siglo XIX y hasta más allá de la mitad del siglo XX.

No obstante, desde los inicios de nuestra vida como país independiente, un elemento fundamental ha sido la educación obligatoria y gratuita, tanto primaria como secundaria, de toda la población. Además, el sistema de educación superior público es sumamente robusto y ofrece excelentes oportunidades de profesionalización en diferentes ámbitos.

Esto se dio favorecido con la abolición del ejército costarricense en 1949, gracias a lo cual se pudo destinar una gran parte del presupuesto nacional a la educación pública gratuita; la investigación y el desarrollo de productos tradicionales y no tradicionales.

A partir de los años 80, con la severa crisis económica que afrontó nuestra el país toma un giro importante en su visión del mundo y se empieza a orientarse hacia nuevos sectores productivos, en especial la venta de servicios y el desarrollo de tecnologías. Y a partir de mediados de los noventa se inicia la atracción de inversiones y compañías de base tecnológica como, por ejemplo, INTEL, ABBOTT y otros.

## OBJETIVOS DE ELAN A2

La revisión de los ecosistemas de innovación en Latinoamérica ofrece la posibilidad de comprender el desarrollo evolutivo y perspectivas, tanto económicas como tecnológicas, de los países de esta región, a partir de una muestra de siete países latinoamericanos participantes en el Proyecto ELAN.

Este insumo, uno de los es fundamental para poder identificar Oportunidades de Negocio Basadas en Tecnología reales, sostenibles y sustentables, en los cuales puedan incursionar PYMEs de Europa y consolidar alianzas estratégicas de verdadero valor agregado con pares de América Latina.

De ahí que el objetivo General del presente trabajo sea: “Analizar el ecosistema de innovación de Costa Rica, tanto general como focalizado en tres áreas fundamentales del Plan Nacional de Desarrollo: Nanotecnología, Biotecnología y Medio Ambiente.

Como Objetivos específicos se pueden enumerar:

- Determinar las características generales del Sistema de Innovación de Costa Rica.
- Detallar las características del Sistema de Innovación de Costa Rica en las áreas de Nanotecnología, Biotecnología y Medio Ambiente

Identificar los principales actores nacionales de cada una de dichas áreas.



## PERFIL GENERAL DEL PAÍS

Descripción en términos de:

- Ubicación [Insertar Mapa]

Costa Rica está ubicada en el Continente Americano, específicamente en América Central Itsmica. De hecho, geográficamente se ubica justo al Centro del Continente.

Está limitada al noroeste con Nicaragua, país que tiene un flujo migratorio sumamente importante (cerca de un millón de nicaragüenses viven en Costa Rica), el cual aporta mano de obra mayoritariamente no calificada, especialmente en los sectores de construcción – los hombres – y empleadas domésticas – las mujeres.

Costa Rica limita al sureste con Panamá, ciudad con la cual tiene un intenso vínculo comercial de importación y exportación agrícola e industrial, así como de servicios.

Una situación sumamente ventajosa se presenta al tener límites naturales con los dos principales océanos del mundo, tanto al este (atlántico) como oeste (pacífico). Esto le da una gran ventaja competitiva a la hora de mover su comercio internacional, si bien hasta la fecha no ha podido explotar esta ventaja, pues sólo cuenta con dos puertos principales de calibre internacional, uno en cada océano.

Las costas han sido especialmente aprovechadas en el sector turístico, el cual se convirtió, durante las décadas del 90 al 2010 en la principal fuente de captación de divisas e ingresos para nuestra nación.

La siguiente ilustración resume lo anteriormente expresado:

### Ubicación Geográfica de Costa Rica



**Ilustración 1:** Ubicación geográfica y principales características históricas educativas y de salud. Fuente: Sálas Chávez, Álvaro. Atención Primaria en Salud y Servicios Universales. Caso Costa Rica.

- Datos demográficos básicos (p.ej. nivel de educación, % de investigadores/PhD per cápita, etc.) y datos económicos (p.ej. PIB, % del PIB en I+i, etc.)

El Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) de Costa Rica, con base en su último estudio nacional arroja los siguientes datos generales:







Provincias	Regiones	Provincias	Regiones
<b>Provincias de Costa Rica</b> <b>Total País Censo 2011</b> Población total: 4 301 712 Densidad de población: 84,2 Relación hombres - mujeres: 95,9 Relación dependencia demográfica: 47,2 Tasa de fecundidad general: 1,4 Porcentaje de analfabetismo: 2,4 Población de 15 años y más: 3 233 882 Tasa de ocupación: 51,7 Tasa de desempleo abierto: 3,4 Relación dependencia económica: 1,5		<b>Regiones de Costa Rica</b> <b>Total País ENAHO 2014</b> Miembros por hogar 3,3 % de asegurados 85,5 Año escolaridad promedio (15 años y más) 8,8 % hogares pobres 22,4 % hogares extrema pobreza 6,7 Coeficiente de Gini (por hogar) 0,512 % hogares con jefatura femenina 37,7 % viviendas con hacinamiento (dormitorios) 2,5 % viviendas con servicio de internet 55,0 % viviendas con servicio de telefonía fija y celular 46,2 % de viviendas con agua potable dentro de la vivienda 95,0	

Según la Ficha País de Costa Rica publicada en setiembre de 2015 por la Oficina de Información Diplomática de España, los principales indicadores sociales de nuestro país son:

- Población urbana % (2014): 76
- Densidad de población (2014): 97 hab./km<sup>2</sup>
- IDH (nº orden mundial) (2013): 68
- Coeficiente Gini (2013): 48,6%
- Tasa de fecundidad (2013): 1,8
- Tasa Bruta de mortalidad infantil (menores 5 años 2013): 10
- Esperanza de vida al nacer (años) (2013): 79.92
- Crecimiento de la población anual (%) (2014): 1,24
- Tasa de analfabetismo: 3,2
- Tasa de Natalidad (2013): 15.12%
- Renta Per cápita (nominal 2014): 10.035 dólares
- Renta Per cápita (PPA 2014): 14.373 dólares

**Panorama poblacional:**

Acerca de la composición de la población, se puede ver en los cuadros siguientes cómo su crecimiento y composición han ido variando a un ritmo bastante parecido al de los países desarrollados:

Principales indicadores demográficos 2000 - 2014					
Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC)					
Año	Población total al 30 de junio			Tasa global de fecundidad	Tasa neta de reproducción
	Total	Hombres	Mujeres		
2000	3 872 349	1 961 351	1 910 998	2,4	1,18
2001	3 953 393	2 002 061	1 951 332	2,3	1,13
2002	4 022 431	2 036 864	1 985 567	2,1	1,01
2003	4 086 405	2 069 239	2 017 166	2,1	1,00
2004	4 151 823	2 101 920	2 049 903	2,0	0,98
2005	4 215 248	2 133 445	2 081 803	2,0	1,00
2006	4 278 656	2 165 366	2 113 290	1,9	0,94
2007	4 340 390	2 195 780	2 144 610	1,9	0,94



This project is funded by the European Union



ELAN

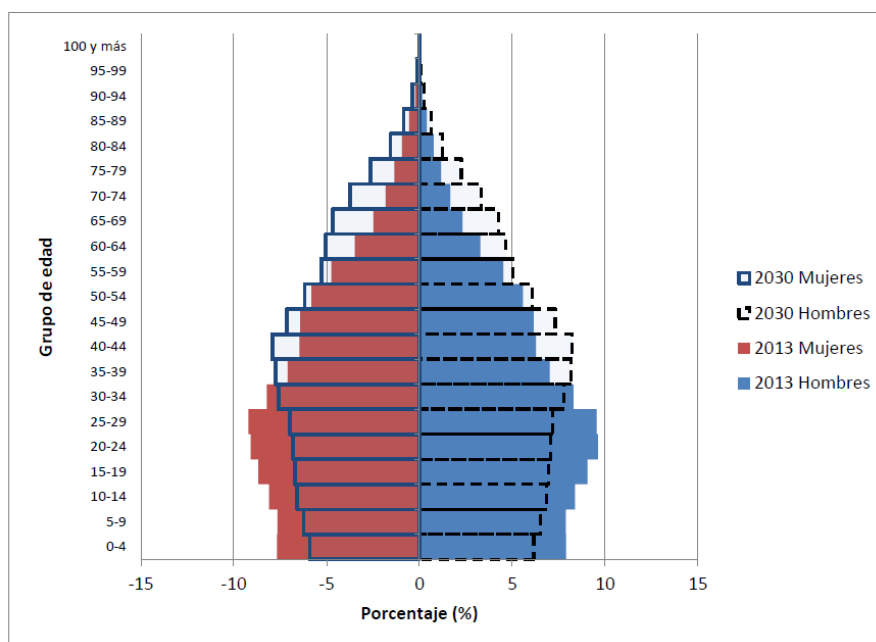
2008	4 404 090	2 227 563	2 176 527	1,9	0,96
2009	4 469 337	2 260 174	2 209 163	1,9	0,94
2010	4 533 894	2 292 322	2 241 572	1,8	0,89
2011	4 592 149	2 321 360	2 270 789	1,9	0,91
2012	4 652 459	2 351 032	2 301 427	1,9	0,91
2013	4 713 168	2 380 850	2 332 318	1,8	0,86
2014	4 773 130	2 410 323	2 362 807	1,8	0,90

Esto confirma las estimaciones hechas en 2011 por la Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Panamá, con base en las estimaciones del INEC:

Año	Total	Hombres	Mujeres
2011	4.615.518	2.339.975	2.275.543
2012	4.667.096	2.365.425	2.301.671
2013	4.718.615	2.390.838	2.327.777
2014	4.770.066	2.416.198	2.353.868
2015	4.821.471	2.441.509	2.379.962
2016	4.873.233	2.466.982	2.406.251
2017	4.925.657	2.492.764	2.432.893
2018	4.978.469	2.518.721	2.459.748
2019	5.031.420	2.544.728	2.486.692
2020	5.084.215	2.570.628	2.513.587

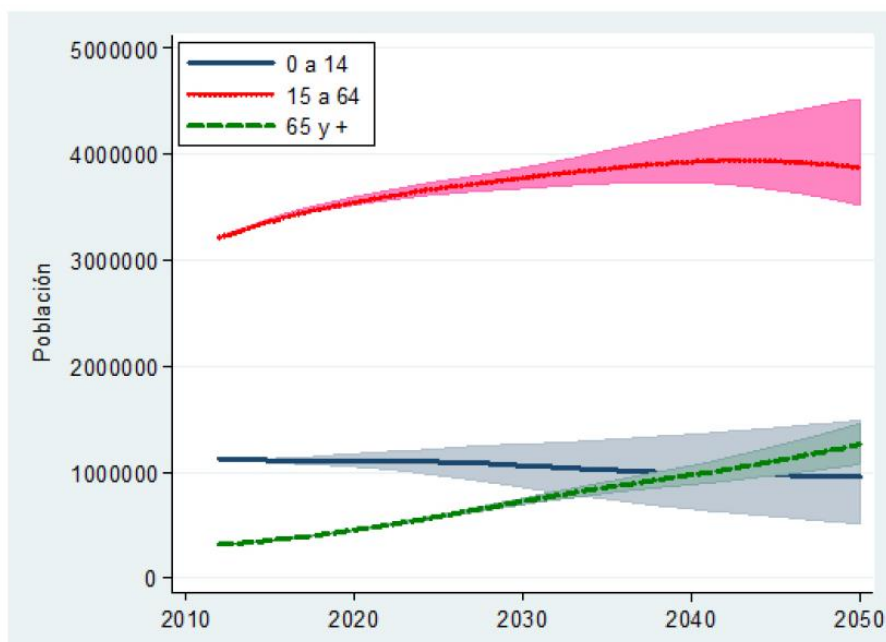
De igual forma, el Programa del CONARE denominado Estado de la Nación hizo en 2013 la siguiente proyección de distribución poblacional, con base en dichos datos, para el año 2030:

Gráfico 1 Costa Rica: Estructura de la población por edad y sexo. 2013 y 2030.



## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

Proyección de la población total de Costa Rica, por grupos de edad, 2011-2050



INEC reporta una densidad poblacional de 84 personas por kilómetro cuadrado, concentrándose la mayoría de la población en las provincias de San José y Alajuela (52%), mientras que las provincias de Limón y Guanacaste tienen los menores porcentajes (17% entre ambas). De hecho, el 73% de la población vive en zonas urbanas, especialmente en San José y Heredia.

En cuanto a la expectativa de vida de la población costarricense, se nota una clara evolución pero con tendencia a la estabilización. En 1999 la esperanza de vida era de 77,4 años (79,9 años las mujeres y 75 años los hombres), mientras que en 2010 el dato refleja 79,3 años (81,8 años las mujeres y 76,8 los hombres). Según las proyecciones del INEC y a partir del método Lee-Carter, se proyecta que en el 2045-2050, la esperanza de vida al nacer será de 81,5 y 86,6 años para los hombres y las mujeres respectivamente.

#### Indicadores Económicos:

Según los datos del Banco Central de Costa Rica, el PIB de Costa Rica presenta un desarrollo que se proyecta sostenido pero desacelerado tal como se muestra a continuación:



## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

**Producto Interno Bruto por industria a precios corrientes** [.ml](#)

En millones de colones

	2013	2014	2015	2016	2017
Producto interno bruto a precios de mercado	24.606.874,8	26.675.006,4	28.098.968,8	30.048.725,7	32.506.356,1
Menos: Impuestos sobre los productos y las importaciones ( netos de subvenciones)	2.155.550,3	2.316.936,8	2.469.205,6	2.611.227,3	2.861.512,6
Impuesto sobre los productos y las importaciones	2.205.774,1	2.375.194,1	2.521.849,3	2.668.957,0	2.925.415,3
Subvenciones sobre los productos	50.223,8	58.257,3	52.643,7	57.729,7	63.902,7
Producto interno bruto a precios básicos	22.451.324,5	24.358.069,7	25.629.763,2	27.437.498,3	29.644.843,5
Agricultura, silvicultura y pesca	1.259.093,0	1.328.096,2	1.333.036,3	1.390.425,3	1.486.525,7
Extracción de minas y canteras	31.608,7	35.001,9	37.594,9	38.346,4	41.840,1
Industria manufacturera	3.671.194,9	3.901.470,6	3.914.612,5	4.114.944,2	4.388.619,7
Construcción	1.286.984,0	1.420.092,5	1.548.163,1	1.592.426,1	1.725.917,1
Electricidad y agua	616.372,4	605.655,2	630.658,6	838.567,7	946.162,5
Comercio, restaurantes y hoteles	3.777.527,0	4.177.688,6	4.347.459,3	4.611.781,8	4.947.937,3
Transporte, almacenaje y comunicaciones	2.386.947,4	2.608.439,5	2.788.873,9	2.977.048,7	3.232.422,0
Servicios financieros y seguros	1.497.841,8	1.682.532,5	1.839.540,0	2.032.411,2	2.263.727,4
Actividades inmobiliarias	692.695,1	746.567,9	810.830,1	877.885,3	953.295,0
Otros servicios prestados a empresas	1.859.322,9	2.081.352,1	2.276.462,5	2.506.448,6	2.757.331,5
Servicios de administración pública	1.157.596,8	1.256.824,6	1.316.531,6	1.376.004,4	1.475.892,1
Servicios comunales, sociales y personales	5.351.740,0	5.825.773,3	6.233.946,7	6.699.109,0	7.241.685,5
Menos: Servicios de intermediación financiera medidos indirectamente(SIFMI)	1.137.599,3	1.311.425,2	1.447.946,3	1.617.900,5	1.816.512,3

**Producto Interno Bruto por industria a precios constantes** [.ml](#)

Tasas de variación

	2013	2014	2015	2016	2017
Producto interno bruto a precios de mercado	3,4	3,5	2,8	4,2	4,5
Menos: Impuestos sobre los productos y las importaciones ( netos de subvenciones)	2,6	3,2	4,7	3,9	3,9
Producto interno bruto a precios básicos	3,5	3,5	2,7	4,2	4,6
Agricultura, silvicultura y pesca	-0,3	3,7	-4,1	3,0	3,9
Extracción de minas y canteras	2,7	2,1	4,2	0,5	5,9
Industria manufacturera	4,2	2,4	0,0	4,1	4,2
Construcción	3,6	3,1	4,5	0,7	5,3
Electricidad y agua	-2,5	1,3	3,7	5,5	5,6
Comercio, restaurantes y hoteles	3,8	3,7	3,7	4,1	4,1
Transporte, almacenaje y comunicaciones	4,8	5,8	5,0	5,2	5,3
Servicios financieros y seguros	7,1	7,2	7,7	7,8	8,0
Actividades inmobiliarias	3,8	3,9	5,5	5,0	5,2
Otros servicios prestados a empresas	6,6	3,9	8,1	7,8	6,9
Servicios de administración pública	1,9	1,9	0,8	0,4	1,0
Servicios comunales, sociales y personales	3,5	3,2	2,9	2,7	3,5
Menos: Servicios de intermediación financiera medidos indirectamente ( SIFMI)	11,1	10,4	8,7	8,8	8,9

Debe recalarse que, según estos mismos datos, la balanza comercial es siempre deficitaria:



This project is funded by  
the European Union




ELAN

## A2– estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

**Balance comercial** <sup>n1</sup>

Cifras mensuales en millones de US dólares

	2011	2012	2013	2014	2015
 Total	-5.811,1	-6.157,4	-6.412,5	-5.934,3	-5.878,5
Enero	-494,8	-593,1	-652,2	-667,4	-471,8
Febrero	-350,6	-379,4	-423,8	-408,2	-418,4
Marzo	-505,5	-471,5	-458,6	-584,3	-409,3
Abril	-324,7	-362,5	-607,2	-510,9	-496,0
Mayo	-407,0	-442,1	-457,0	-498,1	-378,6
Junio	-423,5	-456,0	-431,0	-378,7	-404,6
Julio	-576,7	-516,9	-592,3	-459,8	-641,6
Agosto	-628,5	-677,1	-574,6	-480,5	-536,3
Septiembre	-460,0	-397,8	-527,8	-486,0	-499,5
Octubre	-535,9	-699,9	-602,3	-421,3	-554,0
Noviembre	-588,3	-568,5	-542,2	-509,9	-590,3
Diciembre	-515,5	-592,7	-543,5	-529,3	-478,0

Fuente: Banco Central de Costa Rica , Dirección General de Aduanas.

Notas:

n1/ Cifras preliminares a partir de enero, 2015.

La evolución de este desbalance comercial lo señala la Promotora de Comercio Exterior (PROCOMER) en su informe 2015, según el cuadro que se ve a continuación:



This project is funded by  
the European Union



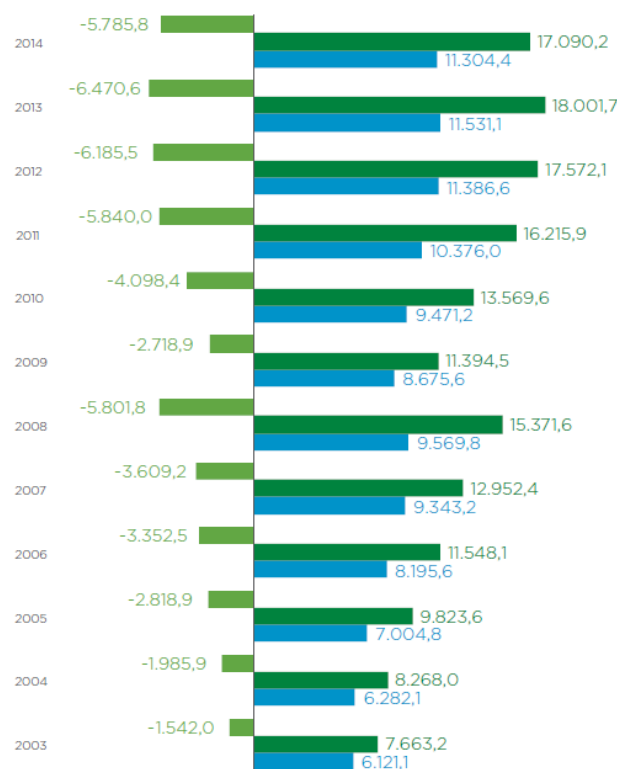
ELAN

## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

GRÁFICO 1.1

Costa Rica: evolución del comercio exterior, 2003 - 2014

Millones de USD



Fuente: PROCOMER y BCCR.

**Campo educativo:**

Todas las provincias tienen más de un 96% de la población de 10 y más años que saben leer y escribir, incrementándose a más del 99% en el grupo de 10 a 24 años. En cuanto a la escolaridad, promedio nacional es de 8,7 años, siendo la población de las provincias de San José y Heredia los mayores al superar los 9,5 años, y las provincias de Puntarenas y Limón (puertos) tienen el menor índice, con 7,5 años.

Costa Rica presenta un rezago escolar, en la población entre 7 y 17 años, de un 23,5%, con los niveles más bajos en Heredia (20,9%) y San José (21,4%) y los más altos en Puntarenas (26,6%) y Limón (28,1%).

En cuanto al nivel de asistencia de la población de 5 a 24 años a la educación regular, Heredia y Cartago tienen los porcentajes más elevados (70% y 69% respectivamente) y los más bajos están en Puntarenas y Limón (66 y 64% respectivamente).

El último informe del Estado de la Nación de Costa Rica indica que si se suma y se anualiza el gasto que realizan los hogares del país en educación, se obtiene un monto cercano al 2,9% del PIB de 2013. Y si a esta cifra se le adiciona la inversión pública, que representa un 7,5% del PIB, se ve que el esfuerzo de la sociedad costarricense para educar a sus habitantes, sobrepasa el 10% del PIB. No obstante, esta información debe complementarse con cifras de la inversión per cápita, para no llegar a lecturas equivocadas. Esto se puede ver en el siguiente cuadro comparativo:

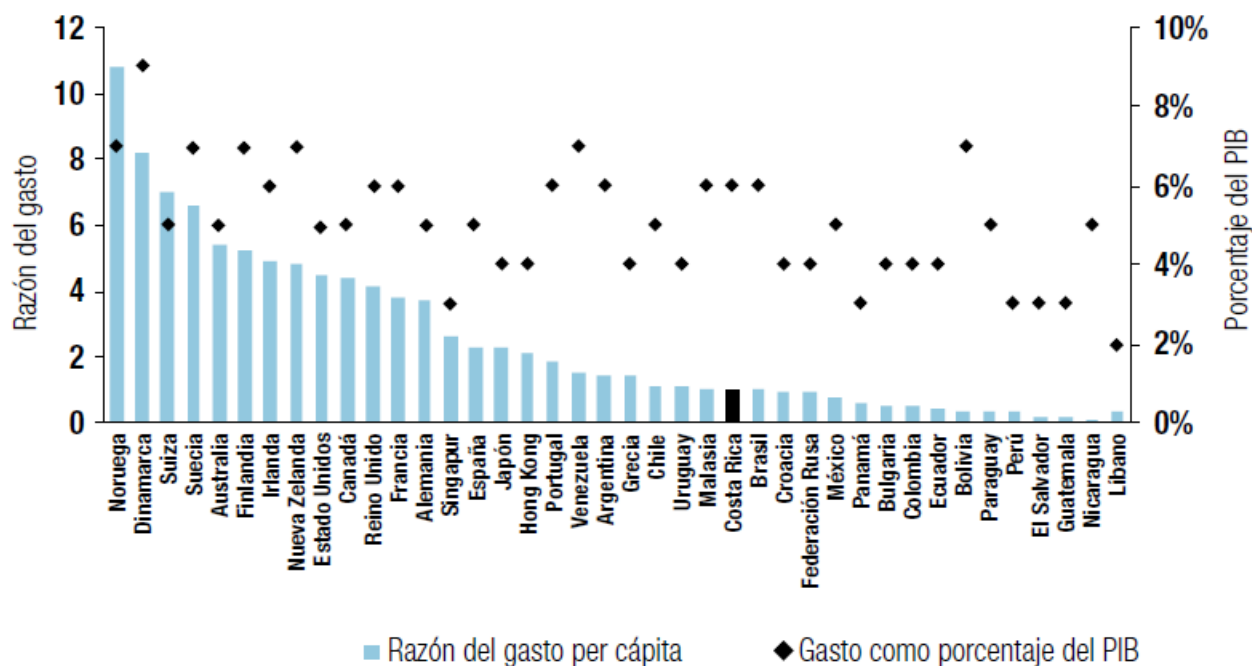


This project is funded by  
the European Union



ELAN

### Gasto público en educación como porcentaje del PIB y razón del gasto en educación pública per cápita<sup>a/</sup>. 2012<sup>b/</sup>



En cuanto a los componentes de estudios superiores, el Informe del Estado de la Educación señala que la educación superior costarricense se caracteriza por la concentración de la oferta universitaria en la zona urbana de la región Central, y por una matrícula distribuida de manera casi paritaria entre instituciones públicas y privadas.

Las oportunidades de acceso mantienen un componente de desigualdad, que es un rasgo compartido con la mayoría de los sistemas de educación superior en el mundo. Sin embargo, cabe resaltar que la mayoría de los admitidos por las universidades estatales proviene de colegios públicos y que en estas hay más estudiantes que pertenecen a los hogares de menores ingresos que en las privadas. Los graduados tienen una situación laboral mejor que el promedio nacional, aunque con signos de deterioro después de la crisis de 2008.

## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

**Población de 18 a 24 años que asiste a la educación superior, según quintil de ingreso per cápita del hogar. 2000 y 2014**

	Total		2014	
	2000	2014	Pública	Privada
Quintil I	3,3	7,1	10,0	5,5
Quintil II	7,7	14,6	20,3	8,5
Quintil III	13,3	22,3	22,7	23,9
Quintil IV	28,5	30,8	29,2	32,4
Quintil V	47,3	25,1	17,8	29,7

Las universidades estatales siguen aportando casi la totalidad de las investigaciones científicas y tecnológicas que se desarrollan en el país. En este sentido, la Presidencia de la República señala los siguientes indicadores generales del país:

**Investigadores por área científica y nivel académico. 2011**

Número de personas dedicadas a I+D por área científica y tecnológica de formación, según nivel académico. 2011

A	B	C	D	E	F
	Total	Doctorado	Maestría y Especia...	Licenciatura y Bachillerato	Otros
	3970	571	1262	2039	98
Ciencias Exactas y Naturales	714	174	206	301	27
Ingeniería y Tecnología	740	46	203	487	10
Tecnología de Información y Com.	193	5	73	108	7
Otras Ingenierías y Tecnologías	547	41	130	379	3
Ciencias Agrícolas	645	95	182	362	6
Ciencias Médicas	672	59	153	453	7
Ciencias Sociales	788	144	332	286	26
Ciencias de la Educación	97	19	49	31	0
Otras Ciencia Sociales	691	125	283	255	26
Humanidades	161	37	78	42	4
No desagregado	250	16	108	108	18

Fuente: MICIT, Consulta Nacional de Indica...

**Investigadores según grado académico y sector de ejecución**

Número de investigadores según grado académico y sector de ejecución. 2011

A	B	C	D	E
AÑO Y GRADO ACADÉMICO	total	Sector Público	Sector Académico	OSFL
Año 2011	3,970	1,427	2,433	110
Doctorado	571	39	515	17
Maestría y Especialidades	1,262	246	983	33
Licenciatura y Bachillerato	2,039	1,111	874	54
Otros grados académicos	98	31	61	6

Fuente: MICIT, Consulta Nacional de Indicadores de Ci...





## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

- Composición de la industria.

La evolución industrial de nuestro país se puede apreciar claramente en el siguiente detalle presentado por PROCOMER:

## CUADRO 2.2

Costa Rica: evolución de las exportaciones según sector  
2010 - 2014

Millones de USD

SECTOR	2010	2011	2012	2013	2014
<b>Pecuario y pesca</b>	<b>232,7</b>	<b>252,3</b>	<b>314,4</b>	<b>323,8</b>	<b>366,5</b>
Productos pesqueros	92,4	100,3	120,7	124,3	113,6
Lácteos	81,7	76,9	106,4	116,1	145,0
Cárnicos	50,7	56,2	59,5	61,8	85,8
Otros	8,0	18,9	27,9	21,6	22,1
<b>Agrícola</b>	<b>2.146,6</b>	<b>2.423,0</b>	<b>2.509,4</b>	<b>2.447,9</b>	<b>2.574,4</b>
Productos frescos	1.658,1	1.812,9	1.859,6	1.920,7	2.081,4
Café, té y especias	265,4	379,8	422,1	312,4	289,0
Plantas, flores y follajes	172,5	168,3	167,0	155,7	154,1
Otros	50,5	62,0	60,7	59,0	49,9
<b>Industria</b>	<b>7.091,9</b>	<b>7.700,7</b>	<b>8.562,8</b>	<b>8.759,4</b>	<b>8.363,5</b>
Eléctrica y electrónica	2.475,8	2.620,0	3.075,9	3.266,5	2.608,4
Equipo de precisión y médico	1.177,0	1.249,8	1.482,6	1.558,9	1.815,5
Alimentaria	1.109,8	1.269,6	1.416,1	1.449,7	1.441,9
Químico-farmacéutico	589,0	645,2	578,0	567,6	581,0
Metalmecánica	319,0	397,4	431,6	406,7	408,8
Plástico	240,4	310,0	367,8	381,5	399,8
Caucho	222,4	249,8	249,9	251,0	247,1
Textiles, cuero y calzado	255,3	271,4	232,9	194,4	173,1
Productos minerales no metálicos	94,7	84,7	127,5	115,2	127,5
Papel y cartón	222,2	224,3	118,9	130,8	126,7
Maderera	46,1	72,7	80,5	65,8	70,3
Material de transporte	54,4	65,6	70,7	64,8	67,7
Joyería	70,7	90,9	94,1	78,5	64,3
Productos minerales	86,7	73,0	42,3	36,6	45,6
Otros	128,4	76,3	193,9	191,2	185,8
<b>TOTAL</b>	<b>9.471,2</b>	<b>10.376,0</b>	<b>11.386,6</b>	<b>11.531,1</b>	<b>11.304,4</b>

Fuente: PROCOMER

La economía costarricense se denota claramente terciarizada.

En cuanto a los principales actores del sector industrial se puede apreciar en el siguiente cuadro de PROCOMER:



This project is funded by  
the European Union



ELAN

## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

## PRINCIPALES PRODUCTOS DE EXPORTACIÓN DEL SECTOR INDUSTRIAL, 2013-2014

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	2013	%	2014	%	VARIACIÓN
8542	Circuitos integrados y microestructuras electrónicas	2.377,7	27,1%	1.652,8	19,8%	-30,5%
	Otros dispositivos de uso médico	478,4	5,5%	613,1	7,3%	28,2%
	Equipos de infusión y transfusión de sueros	418,3	4,8%	409,7	4,9%	-2,1%
9018399090	Otras agujas y catéteres, cánulas e instrumentos similares	190,5	2,2%	297,9	3,6%	56,4%
9021	Prótesis de uso médico	307,0	3,5%	295,4	3,5%	-3,8%
2106903019	Los demás jarabes y concentrados para la preparación de bebidas gaseadas	264,4	3,0%	288,4	3,4%	9,1%
8544	Cables eléctricos	279,5	3,2%	254,8	3,0%	-8,9%
8535-8537	Materiales eléctricos	182,3	2,1%	178,4	2,1%	-2,1%
2009	Jugos y concentrados de frutas	181,8	2,1%	163,6	2,0%	-10,0%
4011-12-13	Llantas	171,9	2,0%	161,6	1,9%	-6,0%
50-63	Textiles y confección	169,0	1,9%	147,4	1,8%	-12,8%
1511	Aceite de palma	144,3	1,6%	138,9	1,7%	-3,7%
3003-3004	Medicamentos	135,3	1,5%	127,8	1,5%	-5,6%
3923	Artículos de plástico para el envasado	111,4	1,3%	119,4	1,4%	7,2%
3002109099	Antisueros	98,5	1,1%	101,9	1,2%	3,4%
	Otros	3.249,0	37,1%	3.412,5	40,8%	5,0%
<b>TOTAL</b>		<b>8.759,4</b>	<b>100%</b>	<b>8.363,5</b>	<b>100%</b>	<b>-4,5%</b>

## PRINCIPALES PRODUCTOS IMPORTADOS DEL SECTOR INDUSTRIAL, 2014

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	VALOR	%
8542	Circuitos integrados y microestructuras electrónicas	954,3	5,9%
271012	Otros aceites de petróleo	922,3	5,7%
2710192190	Diesel	849,2	5,3%
870323-22-24-33-21-32	Automóviles para el turismo o para el transporte de personas, incluidos los del tipo familiar	597,0	3,7%
50-63	Textiles y confección	546,4	3,4%
	Otros	12.279,9	76,0%
<b>TOTAL</b>		<b>16.149,0</b>	<b>100%</b>

Fuente: PROCOMER, BCCR.



This project is funded by  
the European Union



## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

CUADRO 10.1

Costa Rica: evolución de los 25 principales productos de importación, 2010 - 2014

Millones de USD

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	2010	2011	2012	2013	2014
2710	Derivados de petróleo	1.291,7	2.005,7	2.161,3	2.153,5	2.070,8
8542	Circuitos integrados y microestructuras electrónicas	1.165,0	1.266,9	1.580,0	1.697,7	954,3
8703	Automóviles	399,1	508,0	603,7	557,1	598,1
8517	Aparatos de telefonía	216,8	429,4	371,5	578,1	507,0
3004	Medicamentos	451,0	434,2	420,8	444,8	477,3
8471	Máquinas para procesamiento de datos y sus unidades	196,8	219,5	220,2	269,4	258,2
8534	Circuitos impresos	406,8	589,4	661,1	517,3	236,4
9018	Instrumentos y aparatos de medicina	153,1	145,2	133,5	152,3	184,1
3926	Otras manufacturas de plástico	112,3	119,9	144,8	165,8	178,4
1005	Maíz	143,6	201,3	202,5	190,2	172,4
3808	Insectidas, fungicidas y demás plaguicidas	141,7	136,6	161,4	158,7	163,4
3923	Artículos de plástico para el envasado	114,2	130,2	141,6	161,3	161,2
8609	Contenedores Incluidos los Cisterna	4,1	15,6	117,6	180,8	160,5
8704	Vehículos para transporte de mercancías	110,4	134,4	174,9	164,3	155,5
2106	Otras preparaciones alimenticias	93,5	108,9	121,7	136,6	151,6
1201	Soja	113,9	127,8	166,4	151,3	134,7
8528	Monitores y proyectores	93,6	109,3	130,6	136,3	133,7
4805	Papel para acanalar, sin estucar ni recubrir, en bobinas(rollos) o en hojas	56,1	63,6	68,6	93,8	132,7
4804	Papel y cartón Kraft	164,0	161,6	134,7	159,2	132,6
3901	Polímeros de etileno en formas primarias	108,7	110,8	113,1	113,8	127,4
7408	Alambre de cobre	110,2	140,6	164,2	151,9	126,5
8544	Hilos y cables eléctricos	112,8	137,7	128,8	154,2	124,4
3920	Láminas y placas de plástico	73,9	86,4	96,2	117,7	124,2
3002	Antisuecos, vacunas, sangre	42,4	107,2	93,0	108,0	122,2
8536	Aparatos de corte, seleccionamiento o conexión de circuitos eléctricos	88,4	106,9	115,4	129,9	114,7
	Otros	7.605,6	8.618,9	9.144,7	9.157,8	9.387,9
	<b>TOTAL</b>	<b>13.569,6</b>	<b>16.215,9</b>	<b>17.572,1</b>	<b>18.001,7</b>	<b>17.090,2</b>

Fuente: BCCR.

Finalmente, el Ministerio de Planificación y Política Económica de Costa Rica realizó una proyección económica de Costa Rica, en la cual realiza el siguiente análisis económico:



This project is funded by  
the European Union



ELAN

## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

**Principales Tasa de variación de las principales variables**  
(porcentajes)  
2011-2014

	2011	2012	2013	2014	2015	2014	2014
<b>Producción</b>					Inferior	Promedio	Superior
Producción Mundial	3,9	3,1	3,3	3,3		3,5	
Estados Unidos de América	1,8	2,8	2,2	2,4		3,6	
América Latina y el Caribe	4,5	3,0	2,8	1,2		1,3	
Costa Rica	4,5	5,2	3,4	3,5	3,4	3,7	4,4
<b>Precios y Empleo</b>							
Inflación	4,7	4,6	3,7	5,1	4,9	5,2	6,0
Canasta Alimentaria	4,2	0,2	3,3	6,9	5,3	7,0	8,7
<b>Sector Externo</b>							
Exportaciones	10,2	9,8	1,5	-3,0	-2,2	1,5	5,1
Importaciones	19,5	8,5	2,4	-4,6	-0,2	2,7	5,7
Déficit Comercial/PIB	14,1	13,5	12,9	11,7	11,5	11,3	11,5
<b>Gobierno Central ( % del PIB)</b>							
Ingresos	14,5	14,3	14,2	14,1	14,0	13,8	13,6
Gastos	18,6	18,7	19,6	19,6	19,5	19,7	19,9
Déficit/PIB	4,1	4,4	5,4	5,6	5,5	5,9	6,3

Fuente: Elaboración de MIDEPLAN.



This project is funded by  
the European Union



**ELAN**

## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

**IMAE por principales industrias**  
(variación porcentual anual (T1, T2))  
2013-2015

	Diciembre		
	2013	2014	2015*
Agropecuario	3,0	0,8	3.2
Industria	4,0	0,2	5,9
Construcción	2,2	5,0	7,3
Comercio	3,7	4,1	6,7
Transporte	7,5	6,0	6,9
Hoteles	4,4	3.0	3,9
Financiero	8,3	4.4	6,6

\*/ Proyección.

**Fuente:** Banco Central de Costa Rica (BCCR) y proyección de MIDEPLAN, Enero 2014.

IMAE es el Índice Mensual de Actividad Económica.

La Ficha País de Costa Rica publicada en setiembre de 2015 presenta la siguiente información sectorial del PIB:

DATOS ECONÓMICOS	2012	2013	2014
Tasa crecimiento real PIB (%)	5,1	3,5	-0,14
PIB por habitante (\$ corrientes)	9.619	10.528	10.035
PIB absoluto (M. \$ corrientes)	44.884	449.621	49.550

**COMPOSICIÓN PIB POR SECTORES (2012)**

Agricultura	9.8%
Industria	30.7%
Servicios	59.5 %

Fuente: Ministerio de Comercio Exterior de Costa Rica y Banco Central de Costa Rica

Costa Rica es un país de renta media (10.528 dólares per cápita en 2013) que se prepara para un próximo ingreso en la OCDE. Su PIB total es de 49.621 millones de dólares (2013), equivalentes al PIB de las Islas Canarias. La economía costarricense está muy abierta tanto al comercio (suma de importaciones y exportaciones representan el 59,5% del PIB) y a las inversiones (la IED en 2013 fue el equivalente del 5,4% del PIB). Uno de los retos que afronta la economía costarricense es el creciente déficit fiscal, que ronda el 5% del PIB.

De acuerdo con los últimos datos publicados, la Inversión Extranjera Directa (IED) recibida en Costa Rica en el 2014 ascendió a 2.431 millones de dólares, mostrando una reducción del 3% respecto a 2013.

**Países a los que Costa Rica exporta:** EEUU (38,7%) seguido de Holanda (7,1%), Panamá (5,5%), Hong Kong (4,9%), Nicaragua (4,5%) y Guatemala (4,0%)

**Países de los que Costa Rica importa:** EEUU (con el 48,7%) es la principal fuente de importación del país, seguido de China (8,9%) y México (6,2%), Japón (2,9%), Brasil (2,1%) y Guatemala (2,1%).

Fuente: Ministerio de Comercio Exterior de Costa Rica



This project is funded by  
the European Union



ELAN

## A2– estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

## NOTA METODOLÓGICA

- Datos disponibles usados  
Se han utilizado en este trabajo informaciones provenientes de fuentes primarias y secundarias, entre las cuales se pueden mencionar más de 30 informes oficiales de:
  - Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC)
  - Ministerio de la Presidencia de Costa Rica.
  - Plan Nacional de Desarrollo del Gobierno de Costa Rica, períodos 2011-2014 y 2015-2018.
  - Promotora de Comercio Exterior (PROCOMER) DE Costa Rica.
  - Programa Estado de la Nación del Consejo Nacional de Rectores (CONARE):
    - Estado de la Nación 2014 y 2015.
    - Estado de la Educación 2015.
    - Estado de la Innovación la Ciencia y la Tecnología.
  - Banco Central de Costa Rica.
  - Oficina de Información Diplomática de España, Ficha país de Costa Rica publicada en setiembre de 2015.
  - Ministerio de Economía Industria y Comercio.
  - Estudios diversos de la Universidad de Costa Rica.
  - Análisis realizados por el diario especializado “El Financiero”.
  - Plan de Medio Siglo – Estrategia Siglo XXI.
  - Plan Nacional de Energía 2011-2021 y 2015-2030
- Formación ELAN  
Se recibió Formación por parte de TNO – Holanda, en la Isla de Aruba, en setiembre de 2015, con el propósito de poder conceptualizar y comprender los instrumentos a desarrollar en el Componente A2 del proyecto ELAN – Network.
- Entrevistas  
Se realizaron entrevistas tanto a los responsables de los informes del Estado de la Nación, como a representantes del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones y del Ministerio de Economía, Industria y Comercio; además, de a representantes de Cámaras Industriales nacionales como CAMTIC.
- Grupos de enfoque:
- Este informe se ha servido de los grupos de enfoque desarrollados previamente por el Estado de la Nación, los informes BID y Banco Mundial, el INEC y los planes de Desarrollo Nacionales.



## 1. RETOS PARA EL DESARROLLO DE OPORTUNIDADES DE NEGOCIO BASADAS EN TECNOLOGÍA [COSTA RICA]

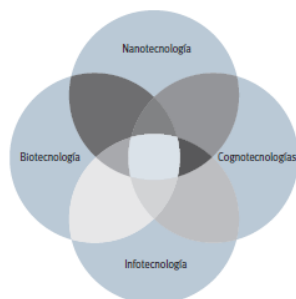
La presente sección proporciona una introducción de los retos de sostenibilidad y competitividad de [Costa Rica] que puedan obstaculizar o habilitar el desarrollo de oportunidades de negocio basadas en tecnología para los actores europeos y latinoamericanos en el ecosistema de innovación.

Se proporciona una primera representación de sus características políticas, económicas, sociales y tecnológicas seguido de un resumen de las fortalezas generales, oportunidades, debilidades y amenazas presentes en el momento actual.

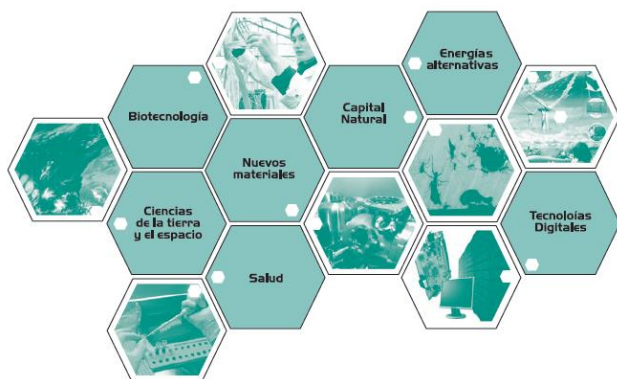
### 1.1. RETOS PARA LA SOSTENIBILIDAD Y LA COMPETITIVIDAD EN [COSTA RICA]

Breve introducción de los retos en términos de Personas, Planeta y Ganancias, p.ej. aquellos identificados en el Plan de Desarrollo Nacional.

Costa Rica presenta retos importantes para alcanzar las metas establecidas en el Plan de Medio Siglo de la Estrategia Siglo XXI, documento base que han seguido los gobiernos nacionales en sus planes de desarrollo desde hace ya 15 años, con la expectativa de llevar a Costa Rica a ser un país desarrollado para el año 2050, a través de una plataforma de innovación basada en ciencias y tecnologías convergentes:



Es a partir de aquí que se genera el Decreto Ejecutivo 33748 – MCIT, el cual establece las siguientes áreas prioritarias:



## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

## 1.2 CARACTERÍSTICAS POLÍTICAS, ECONÓMICAS, SOCIALES Y TECNOLÓGICAS

Resultados del análisis PEST del país en función de las siguientes áreas:

Después de haber analizado toda la información antes citada, se determinaron los siguientes resultados:

- Política: legislación, directivas, relaciones internacionales

Costa Rica es un país con gran cantidad de leyes, promulgadas según mandato constitucional por la Asamblea Legislativa, las cuales si bien buscan la reglamentación y ordenamiento del país, en múltiples ocasiones se vuelven causa de trámites excesivos, burocráticos y a veces hasta contradictorios.

Ante la lentitud de aprobación y modificación de leyes, el Poder Ejecutivo utiliza en múltiples ocasiones los decretos ejecutivos, figura más ágil pero de menor nivel jerárquico, pero que a veces riñe con sus alcances reales y es menos robusta ya que puede ser alterada, modificada o eliminada ya sea por otro decreto o por una ley.

Se han realizado ingentes esfuerzos por mejorar la eficiencia legislativa, pero no se ha logrado avances significativos en la situación.

Otro factor que afecta en esta área es la constante y si se quiere hasta celosa protección ambiental. Esto limita mucho las zonas donde se pueden desarrollar actividades económicas y varias empresas se quejan de la gran cantidad de requisitos y controles que deben cumplir.

Nuestras relaciones internacionales siempre han sido amplias y bien llevadas, la imagen internacional de Costa Rica es respetada en los foros internacionales y esto ha sido bien aprovechado por la gestión diplomática del Ministerio de Relaciones Exteriores y los agentes comerciales internacionales para verse atractivos en la captación de inversión extranjera.

- Economía: ingresos, recursos, importaciones, exportaciones,...

Nuestra situación económica se presenta frágil, ya que si bien en términos económicos se continúa en crecimiento, la competencia por la captación de inversión extranjera es ahora mucho mayor que antes y tres fenómenos han afectado fuertemente nuestra economía:

- La salida de la planta de manufactura de la empresa Intel de Costa Rica (que implicó una contracción del 14% en las importaciones nacionales, según fuentes oficiales).

- La nueva crisis económica mundial, que hace a los países buscar a las economías emergentes como mejores alternativas, sobre todo en precio.

- El Estado presenta un déficit fiscal superior al 5% del PIB desde hace ya 5 años, lo cual compromete las capacidades operativas y recursos del Gobierno e impone severas limitaciones a las posibilidades de inversión del estado (anteriormente muy paternalista). En este sentido, la reforma fiscal propulsada desde hace dos gobiernos anteriores ha sido frenada por luchas políticas a lo interno de la Asamblea Legislativa, tal como se mencionó anteriormente.

Además, no se logra nivelar la balanza comercial (siempre negativa); en realidad sólo se cambió el origen de los orígenes y destinos de los productos.





## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

Sí se debe recalcar que nuestra economía ha migrado al área de servicios sobre todo en el área de alta tecnología en aplicaciones médicas y biotecnológicas en especial. De hecho se estima preliminarmente que ya este sector desplazó en este año al sector turismo como el más importante de Costa Rica.

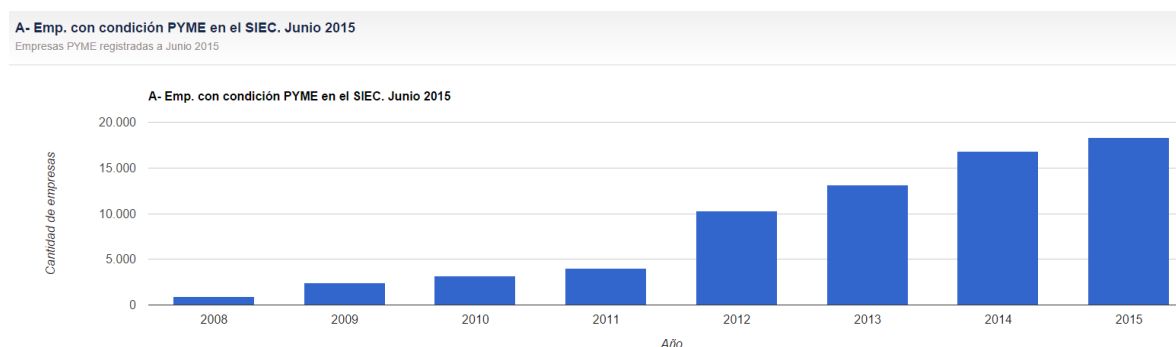
- Social: datos demográficos, sociales, tradiciones culturales, ...

Si bien la situación social de Costa Rica ha sido históricamente mucho mejor históricamente que en el resto de la región centroamericana, y todavía tenemos índices de salud, demografía, educación y cultura sumamente altos en relación con nuestro entorno, se nota claramente un freno importante en este desarrollo, dado que, por un lado ha sido difícil la adaptación de la educación, tanto a nivel técnico como académico, a los nuevos retos y demandas globales y por otro lado, la migración masiva al sector de servicios, ha minado la capacidad agrícola de la nación, haciéndonos sumamente dependientes del mercado internacional y sus fluctuaciones en términos de la alimentación del pueblo.

Nuestra población nacional busca más empleos “de oficina” con buenos ingresos y menos “de mano de obra poco calificada y/o poco calificada” de menores ingresos. Afortunadamente esta área ha sido cubierta por la gran migración desde nuestro vecino del norte (Nicaragua) durante las últimas tres décadas; no obstante, Nicaragua presenta signos claros de recuperación económica en los últimos cinco años y con el ya proyectado evento de la construcción de un nuevo canal interoceánico con capital de la República Popular China en este país (en la frontera con Costa Rica) la situación se podría revertir.

- Tecnología: infraestructura disponible, áreas clave de innovación de acuerdo a las prioridades de ELAN (energía renovable, etc.)

La revisión de actores denota claramente que nuestra infraestructura de Ciencia, Tecnología e Innovación es fuerte, si bien es casi en su totalidad desarrollada e impulsada por la Academia (universidades públicas) y el Estado (a través de sus programas establecidos en el MICITT y el MEIC para apoyo en especial de las Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES), que representan la mayoría de empresas del país. Los siguientes datos refuerzan esta afirmación:



El sector empresarial realiza muy poca (de hecho casi nula) investigación y desarrollo y poca capacidad de innovación, delegando estas necesidades casi siempre en los centros de investigación universitarios.

### Situación de las PYMEs en Costa Rica:

De acuerdo con el último diagnóstico "Estado de Situación de las PYME en Costa Rica 2013" realizado por el Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC), las PYME de los sectores económicos de industria, comercio, servicios y tecnologías de información arrojaron los siguientes resultados:

- Las PYME representan el 74% del parque empresarial del país.
- La mayor cantidad de PYME se ubican en los sectores servicios (43%) y comercio con un (41%).



## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

- Del total de PYME el 74% se encuentran en la región Central.
- Las PYME contribuyeron con el 25% del empleo del país generado por el sector productivo, concentrándose en la región Central (78%).
- En todas las regiones (excepto en la Huetar Caribe), el sector servicios es el que concentra el mayor nivel de empleo dentro de cada región.
- En el 2013 las PYME contribuyeron con el 11% del valor total FOB de las exportaciones de los sectores industria, comercio, servicios y TI.
- El mayor porcentaje de exportaciones PYME se concentra en los sectores comercio e industria (cada uno contribuyó con el 48% del total del valor FOB de las exportaciones PYME).
- La rama de actividad económica con mayor porcentaje de empresas es comercio, concentrando el 43% de las PYME.
- De acuerdo con el BCCR, las PYME contribuyeron con el 33,05% del PIB.
- El registro de PYME en el Sistema de Información Empresarial Costarricense (SIEC) del MEIC creció en un 254% del 2010 al 2013.
- El 68% de las PYME registradas en el SIEC cotizan a la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS).
- El 5.92% de las PYME registradas en el SIEC están inscritas en el régimen de tributación simplificada de la Dirección General de Tributación (DGT) del Ministerio de Hacienda.
- De las PYME inscritas en SIEC que le vendieron al Estado durante el 2013, las Medianas Empresas tuvieron mayor participación (34 %).
- En promedio entre el 2010 -2013, el 94 % de las empresas que vendieron al Estado eran PYME.
- El 87 % de las Compras Públicas se adjudicó a las PYME en el 2013.
- Durante el año 2013, el 47 % de las empresas que vendieron al Estado eran del sector Servicio.
- Las Pequeñas empresas vendieron al Estado 653.902 millones de colones.
- El sector Servicios vendió el 68,68 % de todas las compras del Estado durante el 2013.

### 1.3 FUERZAS Y DEBILIDADES PARA ESTABLECER ONBTS

Presentar los resultados del análisis FODA de [Costa Rica] a nivel agregado.



## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

	<p style="text-align: center;"><b>Helpful</b> to achieving the objective</p>	<p style="text-align: center;"><b>Harmful</b> to achieving the objective</p>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);"><b>Internal origin</b> (attributes of the organization)</p>	<p style="text-align: center;"><b>S</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Strengths</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Human calified Resources</li> <li>- Future Vision Orientation</li> <li>- Estrategia Siglo XXI</li> <li>- Public Universities</li> <li>- Government efforts</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>W</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Weaknesses</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Poor private sector investment</li> <li>- Not enough Public Sector investment for I+D+i</li> <li>- Political</li> <li>- Infraestructure</li> <li>- Market intelligence</li> </ul>
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);"><b>External origin</b> (attributes of the environment)</p>	<p style="text-align: center;"><b>O</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Opportunities</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Global development</li> <li>- Networks</li> <li>- TICs development</li> <li>- New markets oppening</li> <li>- Standarization/Quality Systems</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>T</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Threats</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Market instability</li> <li>- Uncertain markets</li> <li>- New low cost productive regions</li> <li>- Different regulation systems at different regions/countries.</li> <li>- Unfair competition</li> </ul>

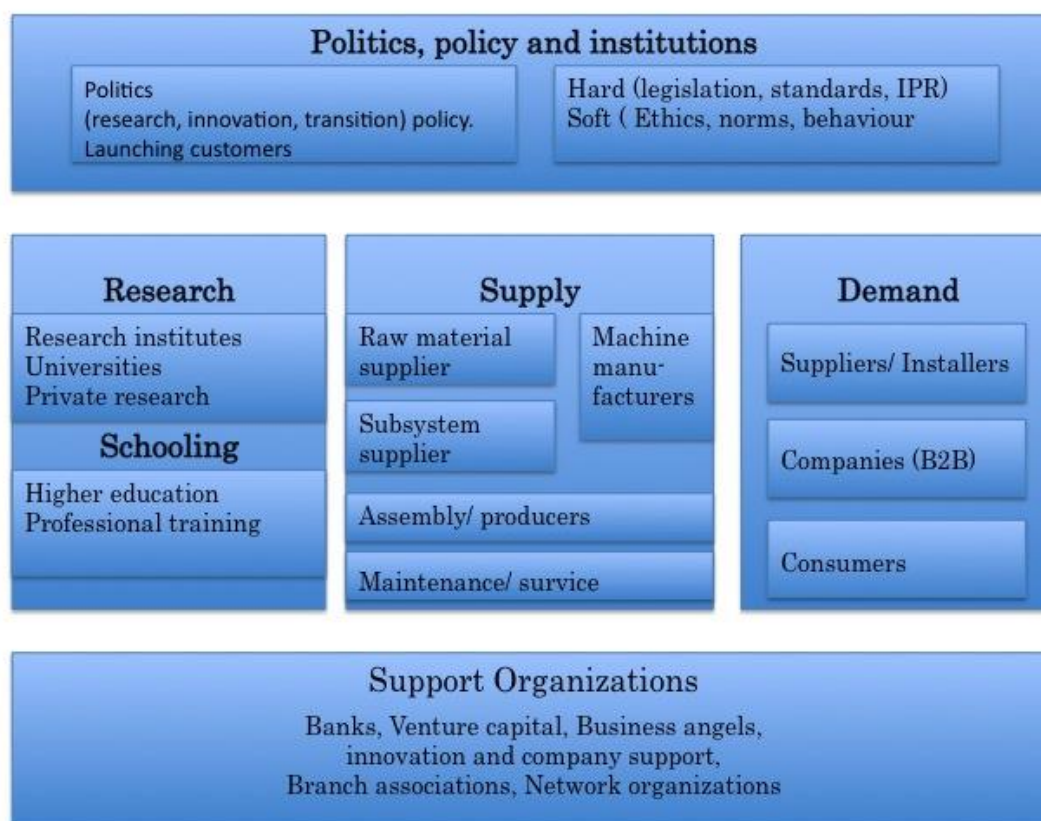
## 1.4 ANÁLISIS DE DEFICIENCIAS

Estos ya fueron analizados en los apartados anteriores, pero se pueden resumir en:

- Falta de una posición consensuada por parte de las fuerzas políticas del país.
- Excesivas regulaciones burocráticas que entorpecen un ágil y flexible accionar.
- Falta de recursos tanto económicos como logísticos a nivel de PYMEs más pequeñas para un desarrollo más adecuado.
- Si bien existen muy buenas iniciativas de emprendedurismo, falta capacidad de desarrollo de los mismos.



## 2. VISIÓN GENERAL DE LOS ACTORES, REDES Y CONDICIONES MARCO



### 2.1 VISIÓN GENERAL DE LAS CONDICIONES MARCO

**Resumen redactado** de la estructura del sistema de innovación – el enfoque de los dos siguientes párrafos será en los actores, redes y programas de financiamiento de I + i.

- .National Health regulations
- .. Experiment national / International regulations.
- ... National Development and Energetic Plans
  - .National Health regulations
  - .. Experiment national / International regulations.
  - ... National Development and Energetic Plans

Formal rules,  
policies,  
regulations

.National Health regulations  
.. Experiment national / International regulations.  
... National Development and Energetic Plans

Informal  
rules,  
norms, habits,  
way of  
working

.Protocols  
.. Quality Control Systems  
... International regulations/ norms (FDA, ISO 17025:2005)

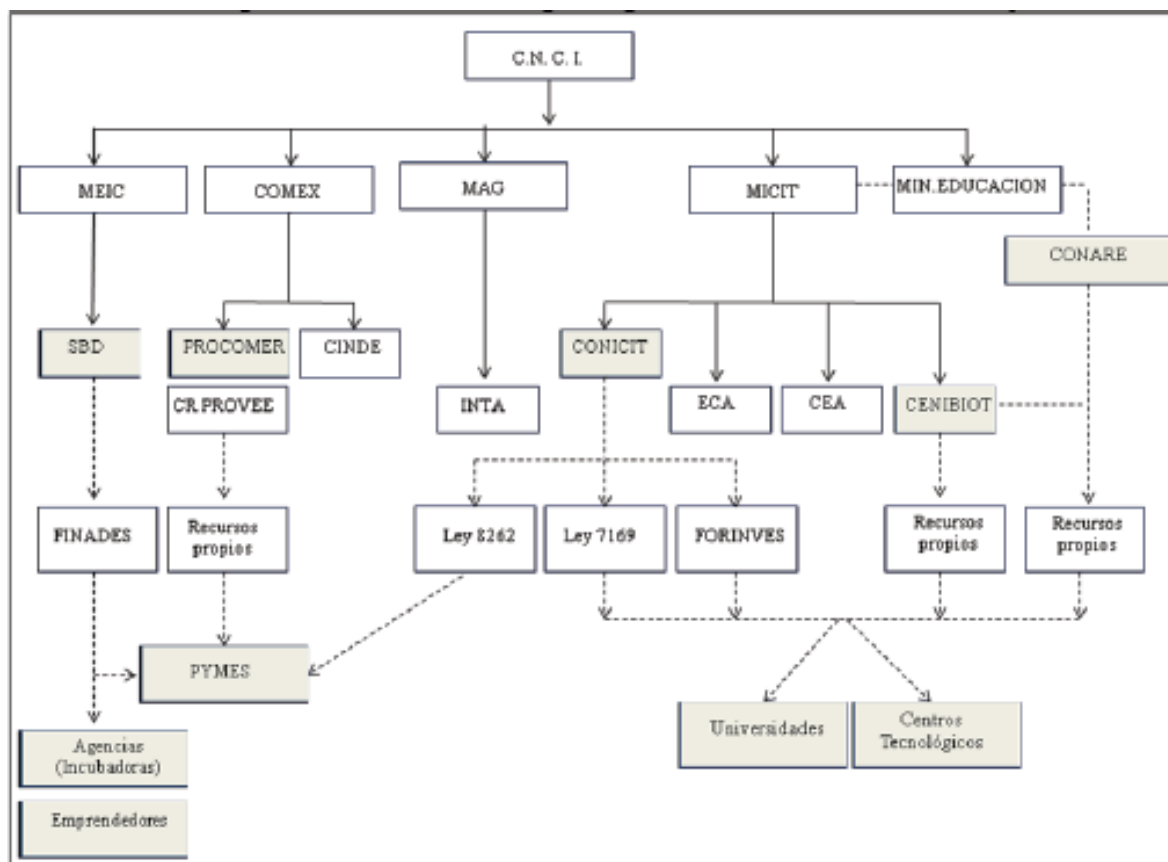
## 2.2 VISIÓN GENERAL DE LOS ACTORES DE I+D

**Resumen redactado:** Proporcionar una visión general de los diferentes actores – incluyendo un mapa de actores siguiendo el diagrama del ecosistema de ELAN en PPT. Ver a continuación para una representación esquemática.

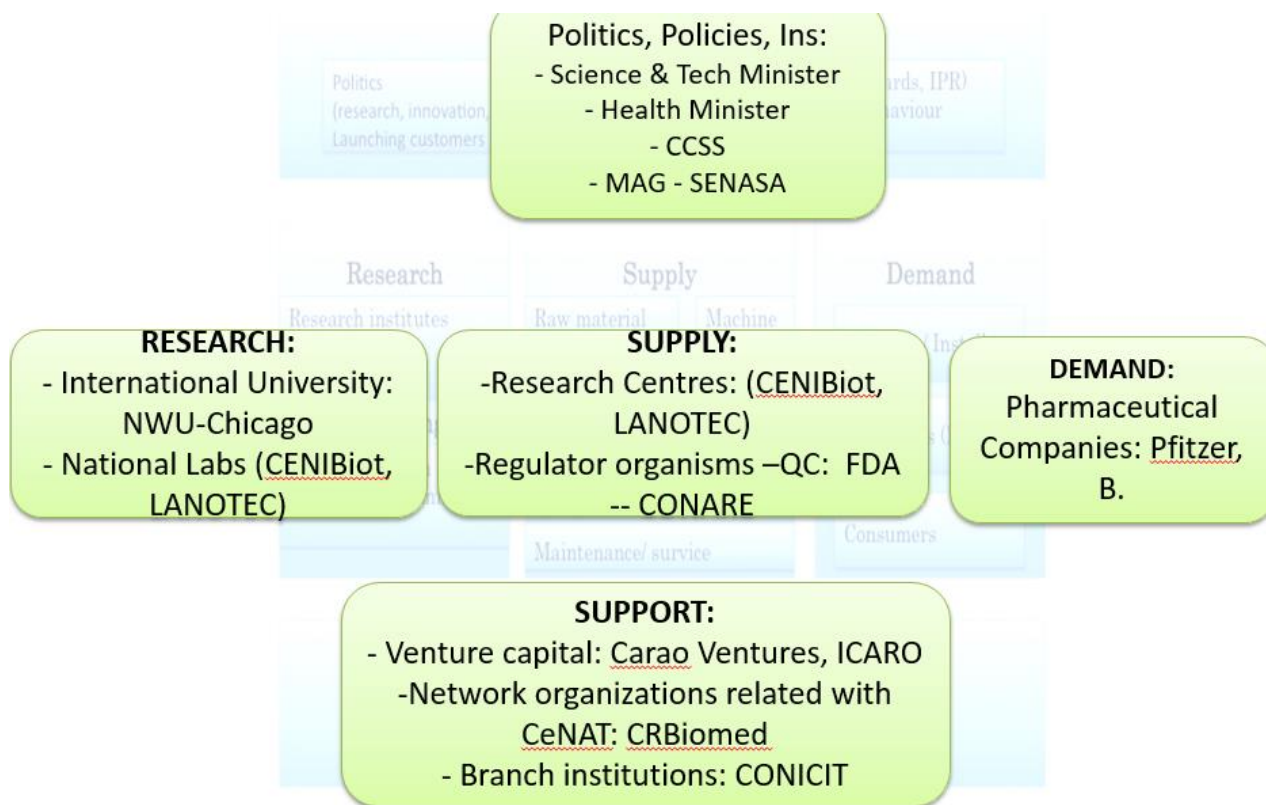
El siguiente esquema denota la Estructura General del Sistema de Innovación de Costa Rica:



A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN



## A2– estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN



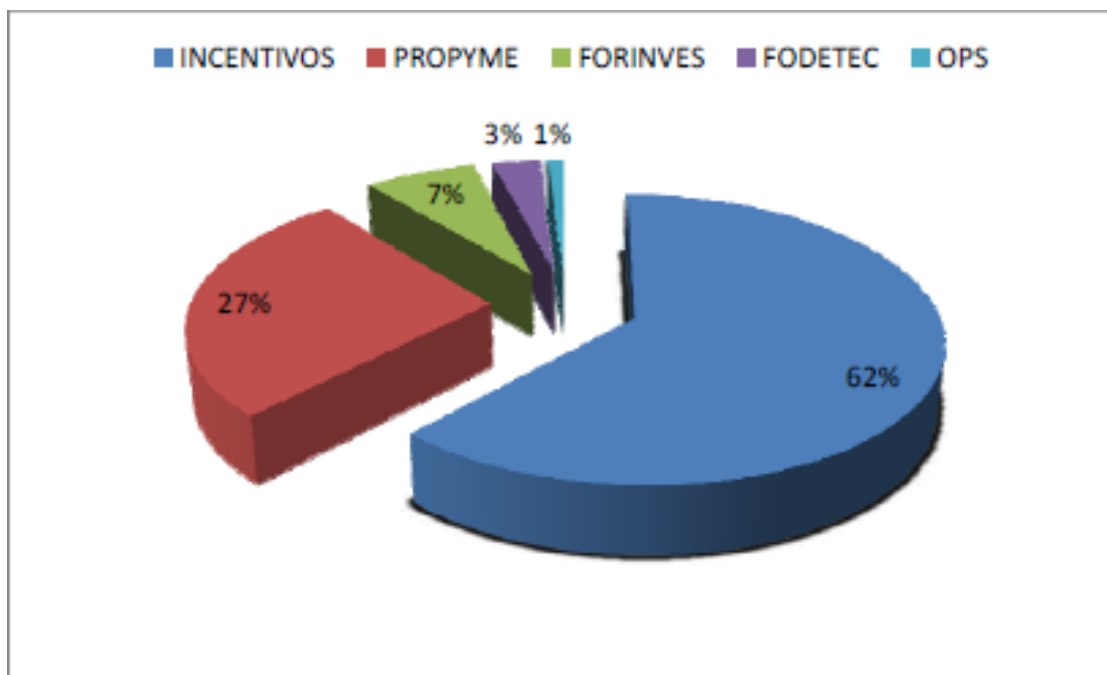
Se provee una lista completa en el Anexo 1.

## 2.3 VISIÓN GENERAL DE LOS ESQUEMAS, PROGRAMAS E INSTRUMENTOS FINANCIEROS DE I+D

Los informes del Banco Interamericano de Desarrollo BID presentan el siguiente origen de fondos para innovación:



A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN



Se provee una lista completa en el Anexo 2.



This project is funded by the European Union



ELAN



### 3. AMBICIONES, VISIÓN A LARGO PLAZO Y VÍAS DE INNOVACIÓN

En esta sección se describe la visión deseada a largo plazo y las vías de innovación en [Costa Rica].

Por favor, empiece definiendo los límites del ejercicio en términos de mercado, tecnología...

Ambitions (long term)	<p>. To be a high developed country through new technology developments</p> <p>.. To improve national products, services and technologies</p> <p>... To become a central point at High tech networks</p>
Technological pathways	<p>. To be involved into worldwide networks</p> <p>.. Strong European and LATAM academia and PYMEs links</p> <p>... Academia and Government support to PYMEs</p>
Organisational pathways	<p>. Government: MICITT, CONICIT, MAG, MEIC, others</p> <p>.. Academia: CeNAT, University labs, research centres.</p> <p>... Private sector: Cooperatives, Industrial Chamber, others</p>

#### 3.1 AMBICIONES Y VISIÓN A LARGO PLAZO

Por favor, identifique las ambiciones de la región (o regiones) seleccionadas en términos de Personas, Planeta y Ganancias. Piense en los objetivos a plazo relativamente largo, así como:

- Un clúster químico de neutralidad climática para el 2030.
- Una posición de liderazgo en la industria de la biotecnología en Latinoamérica, con X empresarios, y Z de ingresos anuales en el año 2030.

Asegúrese de “seleccionar” objetivos que actualmente sean apoyados en su país (p.ej. por el Ministerio de Economía, etc.), otros actores en su región y aquellos planes de desarrollo Nacional/regional. Trate de ser tan “INTELIGENTE” como sea posible en la definición de sus objetivos.

Ejemplo:




A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

Chemical companies in Stenungund Sweden are working on a world leading initiative to progress towards a fossil-independent economy by 2030:

- By stimulating alternative and bio-based feedstock and energy for chemical production.
- By industrial symbiosis - with particular focus on material and energy exchange on the multi-industry site

1990	2010	2030
<p>Raw materials from fossil</p> <p>Higher emissions per kilogram produced</p> <p>Lower environmental demands and shorter life cycle of products</p>	<p>More raw material from renewable sources</p> <p>Targets to decrease CO2 emissions</p> <p>District heating well established</p> <p>Recycling of material and more renewable products</p>	<p>All raw material is renewable</p> <p>All our products contribute to sustainable development</p> <p>All plastics that we produce is being recycled</p> <p>Regional district network for heating and cooling</p> <p>Bio-based syngas, bioethanol och biogas is being produced</p>



La Estrategia Siglo XXI establece claramente las metas costarricenses con miras a ser un país desarrollado para el año 2050. El siguiente cuadro comparativo entre la Costa Rica 2006 (año en que se definió esta estrategia) y la Costa Rica proyectada (CR-2050):



This project is funded by the European Union



ELAN

## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

## CINCO CATEGORÍAS Y CUATRO INDICADORES DE DESEMPEÑO DE COSTA RICA, CR-2050.

No	Variable normalizada	Costa Rica	CR-2050
<b>Desempeño económico y desarrollo humano</b>			
1.	PIB per cápita	6,08	9,15
2.	Índice de desarrollo humano	6,75	9,27
<b>Desempeño régimen institucional</b>			
3.	Propiedad intelectual bien protegida	4,84	8,95
4.	Nivel de competencia local	4,00	7,30
5.	Calidad de la regulación	5,69	9,32
6.	Marco legal	6,61	9,64
7.	Efectividad del gobierno	6,06	9,32
8.	Voz y rendición de cuentas	8,19	9,75
9.	Control de corrupción	7,32	9,56
<b>Desempeño de innovación</b>			
10.	Matrícula en C y T (% de estudiantes en el terciario)	1,86	5,82
11.	Investigadores en I & D/millón	4,22	9,33
12.	Inversión total en I & D como % PIB	2,00	8,85
13.	Artículos en revistas científicas y técnicas / millón población	4,72	9,62
14.	Aplicación de patentes otorgadas por USPTO/mil población	6,91	9,13
15.	Desarrollo del estado de "clusters"	2,95	8,45
<b>Desempeño en educación y recursos humanos</b>			
16.	Años promedio de escolaridad	3,91	9,15
17.	Matrícula en secundaria	3,13	9,28
18.	Matrícula en educación terciaria	4,57	8,98
19.	Profesionales y técnicos como % de la PEA	3,24	9,50
20.	Calidad de la educación en ciencia y matemática	5,16	7,6
<b>Desempeño en infraestructura de información</b>			
21.	Teléfono/1000 personas	4,77	9,43
22.	Computadoras/1000 personas	7,58	9,45
23.	Nodos de internet / 10 000 personas	5,71	9,36
24.	Usuarios de internet / 10 000 personas	6,48	9,14

## LAS CINCO CATEGORÍAS DE DESEMPEÑO COSTA RICA Y EL CR-2050

No	Variable normalizada	Costa Rica	CR-2050
I	Desempeño económico y en desarrollo humano	6,41	9,21
II	Desempeño institucional	6,24	9,12
III	Desempeño en innovación	3,77	8,54
IV	Desempeño en educación y recursos humanos	4,00	8,90
V	Desempeño en infraestructura de información	6,14	9,35



## A2– estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

## INDICADORES DE DESEMPEÑO SELECCIONADOS PARA TOMAR EN CUENTA LAS DIFERENCIAS DE POBLACIÓN EN INNOVACIÓN Y RECURSOS HUMANOS

Nº	Variable	1	2	2-1
		Costa Rica	CR-2050	CR-2050– Costa Rica
1	Matrícula en ciencias e ingenierías como % de la educación terciaria.	20	32,4	12,4
2	Investigadores en I & D / millón	533	4741	4208
3	Inversión en I & D como % del PIB	0,3	2,9	2,6
4	Artículos en revistas científicas y técnicas / millón de población	18,5	811,5	793
5	Aplicación de patentes otorgadas por USPTO / millón de población	2,49	146,5	144,0
6	Años promedio de escolaridad	6,05	10,65	4,6
7	Matrícula en secundaria	66,85	123,4	56,55
8	Profesionales en C y T y técnicos como % de la PEA	14	35	21
9	Matrícula en educación terciaria	20,5	65,3	44,8
10	Nodos de Internet/10 000 personas	26	1559	1533

## 3.2 VÍAS

Explique en mayor detalle las distintas vías tecnológicas y organizativas que ahora considera como necesarias para alcanzar los objetivos formulados.

- Vías tecnológicas: Infraestructura, avances tecnológicos, desarrollo de producto
- Vías organizativas: Redes, Instalaciones, Relaciones, modelos de negocio, etc.

Por ejemplo:

- Nuevas reservas de alimentación: p.ej. biomasa, residuos
- Nuevas tecnologías: p.ej. gasificación, hidratación de aceites vegetales, efecto cascada.
- Nuevos o mejorados procesos: p.ej. flujo de acoplamiento
- Nuevas o mejoradas prácticas organizativas: p.ej. gestión de residuos
- Nuevos o mejorados servicios: p.ej. recogida de basuras
- Nuevos mercados

Ejemplo:



## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

## Example: Stenungsund chemical region, Sweden

Para pasar del Subdesarrollo al Desarrollo se requiere una visión de país y una estrategia con proyección a largo plazo, con metas concretas y el apoyo sostenido de amplios sectores de la sociedad a lo largo de muchos años para lograr una verdadera transformación.

Para alcanzar mayores niveles de desarrollo humano, social y económico, se debe hacer del conocimiento científico y tecnológico un elemento fundamental de la cultura, del valor agregado de la producción de bienes y de la prestación de servicios a la sociedad.

Se deben gestionar políticas de Estado de largo plazo en favor de la educación, la salud y las condiciones productivas, políticas y sociales adecuadas para el desarrollo humano sostenible.

La estrategia se propone: El logro de un desarrollo humano, social y económico que permita a Costa Rica alcanzar el nivel de nación desarrollada en la primera mitad del siglo XXI, donde la educación, la ciencia y la tecnología y la innovación tengan un papel fundamental. Esto mediante los siguientes puntos:

- Contar con recursos humanos idóneos en todos los sectores para enfrentar con éxito los retos del desarrollo, pero sobre todo, por su papel multiplicador, en las instituciones de formación y de investigación.
- Lograr una inserción más justa y fructífera de todos los sectores sociales en la era de la información, en la economía mundial y en la economía basada en el conocimiento, que conlleve acciones referentes a equidad de género y a sectores con menor acceso a esta sociedad del conocimiento.
- Impulsar la diversificación de exportaciones e inversiones externas, donde educación y conocimiento mejoren la competitividad del país.
- Acelerar el desarrollo de la pequeña y mediana empresa nacional para que mejore su competitividad en el mercado nacional frente a las importaciones y se integre al comercio internacional con mayor valor agregado en conocimiento, especialmente en aquellos sectores de producción primaria, agrícola, pecuaria, agroindustrial y de manufactura, dependiente principalmente de la mano de obra.
- Modernizar y ampliar los servicios a la sociedad que eleven la calidad de vida de los habitantes del país.
- Incorporar la ciencia y la tecnología en la cultura nacional.
- Diseñar un mapa que transforme a Costa Rica en un robusto motor científico y tecnológico a nivel mundial en los próximos 50 años.



## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

Para lograr estos objetivos se requiere:

### **Plataformas tecnológicas claves**

- Las plataformas tecnológicas son claves e implican las convergencias de las capacidades de manufactura, la generación de nuevo conocimiento de la investigación y desarrollo (I+D) y la educación en sus diferentes niveles.
- Las plataformas serían: la tecnología de información y comunicación, la biotecnología, la nanotecnología y los nuevos materiales.

### **Infraestructura como fundación de la tecnología**

- El mejoramiento de la infraestructura debe contribuir al desarrollo tecnológico necesario para el crecimiento económico sostenible.
- La inversión en educación científica y tecnológica ha sido una de las fuentes más críticas de transformación económica, junto a la creación de oportunidades de empleo para los nuevos graduados.

### **Educación: más inversión y cambio**

- La inversión en educación científica y tecnológica ha sido una de las fuentes más críticas de transformación económica, junto a la creación de oportunidades de empleo para los nuevos graduados, por lo que el fortalecimiento de la educación primaria y secundaria debe considerar un importante crecimiento de la educación técnica y opciones conexas, para posibilitar la diversificación y modernización productiva.
- La educación superior es más importante que nunca para el desarrollo, por lo que es necesario que las instituciones parauniversitarias y las universidades fomenten el espíritu emprendedor y la incubación de empresas, proyectarse más hacia el desarrollo de la comunidad, llevar a cabo investigación y desarrollo productivo, participar en la formación de parques tecnológicos; en síntesis, articularse más con el entorno productivo y social.

### **Nuevo papel para las empresas**

- Los gobiernos deben promover mayor participación empresarial en ciencia, tecnología e innovación, especialmente en la generación y adaptación del conocimiento, mediante incentivos fiscales y basados en el mercado. El poder de compra del Estado podría ser importante para la innovación tecnológica.
- Fomentar la creación y expansión de la pequeña y mediana empresa (PYME), su incorporación en el comercio internacional, los agrupamientos industriales y el encadenamiento empresarial, así como incrementar la inversión de capital y la asociación con otras empresas.
- Promover la inversión externa directa y la creación de cadenas de valor, que conlleven una mayor transferencia y adaptación de tecnología, así como la mayor participación en los mercados regionales.

### **Asesoría en formulación de políticas y gestión del desarrollo**

- Los mecanismos de asesoramiento a los gobiernos en ciencia, tecnología e innovación deben ser mejorados, lo cual pasa por el marco institucional de la ciencia y tecnología, los sistemas nacionales de innovación, el fortalecimiento de las academias científicas y tecnológicas, la capacitación de los que toman decisiones en este campo y el uso de técnicas de prospectiva tecnológica



## 4. EVALUACIÓN DEL ESTADO DE DESARROLLO DEL ECOSISTEMA ELAN SELECCIONADO

### 4.1 [BIOTECNOLOGÍA] DE EVALUACIÓN TIS

- Desarrollo del conocimiento
- Experimentación empresarial
- Etc.

La biotecnología ha sido aplicada desde hace miles de años en la preparación de algunos tipos de cervezas, quesos y vinos, el cultivo de vegetales y la domesticación de animales, no es hasta los años sesenta cuando se empieza a utilizar propiamente el término con investigaciones referentes a la manipulación genética.

Se habla de que la biotecnología es una actividad multidisciplinaria debido a que involucra a actividades relacionadas con otras ciencias como biología, química, agronomía, genética, ingeniería, farmacia, microbiología, medicina, ecología y virología, etc.

Existen diferentes formas de clasificar la biotecnología. Para este estudio nos basaremos en la siguiente:

- Biotecnología verde: trata lo referente al campo agrícola, forestal y ganadero. Se ubica en ella la creación de nuevas variedades de plantas, los cultivos in vitro y la producción de biofertilizantes y biopesticidas; la obtención de alimentos más nutritivos y frutos que resisten problemas relacionados con el transporte y el almacenamiento; el mejoramiento genético utilizado para optimizar la calidad del producto; modificación genética de animales con el fin de elevar la productividad y generar proteínas de importancia farmacológica para el ser humano.

- Biotecnología blanca: se refiere a todos aquellos usos relacionados con los procesos industriales. Su objetivo principal es diseñar productos y procesos más eficientes que consuman menos recursos que los tradicionales. Por ejemplo los alimentos procesados y la creación de biocombustibles.

- Biotecnología gris: incluye los usos aplicados al ambiente, tanto en lo que respecta al mantenimiento de la biodiversidad como la eliminación de agentes contaminantes con herramientas que, por un lado aplican técnicas de clonación para preservar especies y por otro, detectan los compuestos tóxicos y descontaminan el ambiente utilizando microorganismos y plantas.

- Biotecnología roja: incluye los usos de la biotecnología relacionados con la medicina humana y animal para el desarrollo de vacunas, antibióticos y nuevos fármacos. Se encuentra también en esta categoría la terapia genética y la medicina regenerativa.

- Biotecnología azul: agrupan los usos relacionados con recursos del mar y de agua dulce con aplicaciones industriales. Es la clasificación más reciente y dentro de sus usos potenciales se encuentra el utilizar estos recursos para la obtención de nuevos medicamentos, cosméticos y fuentes de energía no contaminantes. También incluye los procesos que modifican genéticamente especies acuáticas con el fin de incrementar su productividad y la resistencia a enfermedades.



## A2– estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

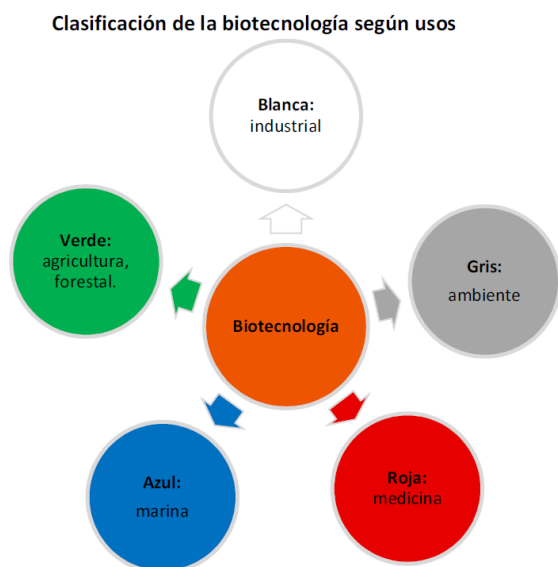


Imagen: Clasificación de la biotecnología según usos. Fuente: Procomer.

## RETOS PARA EL DESARROLLO DEL TIS1

### A. RETOS PARA LA SOSTENIBILIDAD Y LA COMPETITIVIDAD

Si bien el nivel de inversión en I+D ha experimentado un crecimiento en los últimos años este aún es insuficiente para un sector que requiere de un alto capital para su desarrollo. Tanto en el sector público como en el privado se deben hacer mayores esfuerzos, especialmente cuando se refiere a la relación academia – industria, donde muchos centros de investigación universitarios tienen importantes limitaciones de recursos, ya sea por falta de una mayor inversión por parte del Estado o por su baja integración con el sector privado.

Es necesario que desde el Estado se facilite el financiamiento de proyectos relacionados con las áreas de las nuevas tecnologías de manera que el empresario nacional pueda, inclusive con el apoyo de las aceleradoras empresariales, desarrollar sus proyectos con el fin de dinamizar la economía nacional basada en la investigación y el conocimiento.

El desarrollo de la biotecnología es aún muy incipiente en términos de los bienes que se han logrado colocar en el mercado; sin embargo, se debe destacar que los productos de estas ramas, a diferencia de otros que integran la oferta exportable nacional, son bienes finales y de alto valor agregado que pueden colocarse a un mejor precio en otros destinos por su especialización, de allí la importancia de continuar incentivando la investigación y divulgando los beneficios de la aplicación de estas técnicas productivas.

La biotecnología verde y blanca, así como sus productos y servicios, son las que se encuentran más adelantadas en el país y las que reúnen a la mayoría de las empresas y centros de investigación, junto con el mayor potencial para los mercados extranjeros. De igual forma, son sectores que aún ven a nivel interno una gran cantidad de oportunidades para crecer y que requieren de una gran labor para lograr más encadenamientos a nivel nacional, esta realidad la comparten también las empresas de otras ramas y aún con más necesidad los centros de investigación, que con su oferta de servicios ven en las empresas transnacionales del país un sector con el cual podrían tener una mayor relación.





## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

Si bien la oferta de bienes y servicios no es aún muy amplia, el país cuenta con productos con gran potencial tanto agrícolas, como industriales y del área de salud, que podrían ser colocados en nichos de mercado que demanden bienes naturales y de alto valor agregado, especialmente en Centroamérica y el Caribe, regiones donde hoy se exportan estos pero que aún presentan oportunidades para incrementar la presencia de los productos costarricenses.

Los sectores productivos relacionados con la biotecnología tienen en el financiamiento su mayor dificultad para poder desarrollarse, pues son muy pocos los fondos que el Estado posee para brindarle al empresario el capital de riesgo que requiere, además de esto, los entes financieros no cuentan en su cartera de servicios con opciones accesibles para el desarrollo de sus proyectos; esta situación frena tanto el emprendedurismo como la innovación e inversión en investigación de muchas empresas.

### B. CARACTERÍSTICAS POLÍTICAS, ECONÓMICAS, SOCIALES Y TECNOLÓGICAS

Si bien, el desarrollo de estos campos ha alcanzado un mayor avance en los centros de investigación que en sus aplicaciones comerciales, cabe resaltar los bienes y servicios que las empresas han logrado desarrollar en el país.

#### B.1 Biotecnología verde:

La biotecnología verde es la categoría en la que se encuentran mayor cantidad de empresas actualmente en el país; estas representan aproximadamente un 61% del total de compañías que incorporan procesos biotecnológicos a la elaboración de sus productos.

Entre sus principales aplicaciones en Costa Rica encontramos empresas que se dedican principalmente a la producción de biofertilizantes y biocontroladores, productos creados con microorganismos que favorecen la nutrición de las plantas por medios biológicos, intensifican los recursos microbiológicos de los suelos y ayudan al control de plagas y enfermedades de los cultivos.

Este es un proceso en muchos casos más artesanal, ejecutado en gran parte por pequeñas empresas que abastecen a agricultores del mercado nacional y que en algunos casos han expandido sus ventas principalmente a países de América Central, o ven alguna posibilidad de incursionar en esos destinos; pese a lo anterior, el sector alude que aún existe un mercado interno que no ha sido abastecido y que considera como prioritario. Uno de los principales obstáculos en este sentido es la creencia por parte de los agricultores nacionales de que los productos biológicos son menos efectivos que los químicos; es por ello que algunas empresas ofrecen además entre sus servicios no solo la venta del producto sino un acompañamiento al productor en el proceso. Incluso se podría decir que en este caso la competencia no son otras empresas que realizan el mismo producto, sino más bien los productos químicos.

Por otro lado, se encuentran dentro de esta categoría también un gran número de empresas dedicadas a la producción de plantas in vitro. La micropropagación se ofrece tanto para las semillas y material vegetativo, como para la comercialización de las plántulas. Entre las diferentes especies que se trabajan están el banano, plátano, café, papa, fresa, yuca, ñame, tiquizque, vainilla y las plantas ornamentales que incluyen helechos y flores como las orquídeas, anturios, heliconias, musas, ginger, entre otros. Los productores que se dedican a esta actividad resaltan como ventaja para incursionar en mercados externos la biodiversidad con la cuenta el país, el clima, que a diferencia de otras regiones permite realizar los procesos sin necesidad de ayuda artificial, la ubicación geográfica respecto a Estados Unidos y la cantidad de vuelos que se dirigen a los principales destinos de interés.

En esta misma línea la Corporación Bananera Nacional (CORBANA) es una entidad que tiene como eje principal el desarrollo de la industria bananera en Costa Rica, su departamento de investigación científica tiene 35 años y actualmente aplica procesos referentes a la biotecnología en campos como la micropropagación de plantas de banano, la investigación de embriogénesis sumática, en la producción de entes biológicos para el control de



## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

plagas y enfermedades, la formulación de bioproductos, el establecimiento de biofertilizantes y el análisis genético mediante biología molecular.

A diferencia de la mayoría de los centros, su investigación no es principalmente teórica, el 80% de los estudios realizados corresponden a investigación aplicada. Además, tiene la ventaja de contar con el 60% del presupuesto para I+D, situación muy poco frecuente en el país.

CORBANA es referente en su sector para América Latina y el Caribe y por su esquema de administración le es posible brindar servicios a los bananeros a precio de costo, lo que permite que los beneficios encontrados en los estudios se reflejen directamente en la producción.

El Instituto del Café de Costa Rica (ICAFFE) es otro ejemplo de institución que se mantiene en constante investigación y realiza continuamente convenios con otros centros para el mejoramiento genético de las plantaciones de café, la multiplicación in vitro de las plantas y el la creación de nuevos productos.

En lo que respecta al sector forestal las empresas aplican procesos biotecnológicos tanto para el mejoramiento genético de sus plantas como para la propagación vegetativa de la especie. Esta práctica inició en el país desde los años noventa y hoy hay un sector conformado por empresas en su mayoría grandes que comercializan sus productos tanto a nivel nacional como internacional.

Con base en los intereses comunes del sector, en el 2000 se creó la cooperativa GENFORES conformada por la Escuela de Ingeniería Forestal del ITCR y un grupo de organizaciones de pequeños productores, empresas y reforestadores costarricenses, con el fin de contar con un programa permanente de investigación y desarrollo. Sus áreas de trabajo principales son el desarrollo de aplicaciones con marcadores genéticos, el mejoramiento genético, la silvicultura clonal mediante la producción de plantas in vitro en invernadero y la evaluación de plantaciones forestales.

Otro proceso desarrollado en el país en el que se utilizan técnicas biotecnológicas son los cultivos transgénicos. Según datos del Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) en el año 2014 existían en el país 443,1 hectáreas de cultivos transgénicos (73,8% menos que hace 5 años), de éstas, 394,3 ha son de algodón, 44,6 ha de soya, 3,2 ha de piña y 1 ha de banano. Todas las semillas generadas son para exportación o bien para investigación.

El tema de los cultivos transgénicos es controversial en el país, más de un 90% de las municipalidades se han declarado libre de transgénicos y actualmente existe un proyecto de ley en la Asamblea Legislativa que busca plantear una moratoria indefinida al cultivo de transgénicos mientras no se comprueben científicamente los efectos que pueden tener los productos alterados genéticamente en la salud del ser humano.

### B.2 Biotecnología Blanca:

Es la segunda en importancia a nivel nacional, sin embargo, la cantidad de empresas que brindan productos o servicios es mucho menor a las encontradas en el caso de la verde, aproximadamente un 16% de las empresas detectadas se dedican a procesos industriales de este tipo.

El producto más común que se deriva de la biotecnología blanca es el biocombustible, que en el país tanto el número de empresas como la producción es baja, esto ocurre principalmente, según las empresas entrevistadas, por la falta de materia prima para la elaboración del biodiesel. Actualmente este proceso se realiza con aceite reciclado, sin embargo en el país no existe una cultura generalizada que permita almacenarlo y reutilizarlo, y tomar el aceite que no ha sido utilizado previamente no es una opción rentable ya que compite con su uso alimentario y el precio es muy alto.



## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

Además de la palma africana es posible utilizar algas o higuierillas<sup>3</sup> para la producción de biodiesel, no obstante los fabricantes consideran que hasta que el Estado no incentive de manera eficiente esta actividad los resultados no cambiarán. También es posible producir etanol de la biomasa proveniente de cultivos como caña de azúcar, maíz, sorgo, yuca y otros. La Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (Laica) realiza este proceso a partir de caña de azúcar.

Actualmente el país cuenta con un Plan Nacional de Biocombustibles que ha intentado retomar la agenda mediante la Estrategia Nacional de Biocombustibles del VI Plan Nacional de Energía 2012-2030 que pretende sustituir progresivamente los combustibles fósiles importados por energéticos nacionales como el etanol y el biodiesel

De una u otra forma el mercado de los biocombustibles tiene aún que cubrir un gran vacío a nivel nacional, por lo que a corto plazo es muy probable que no exista un potencial para exportación.

En este apartado se encuentra además la industria alimentaria, compuesta principalmente por empresas de gran tamaño y trayectoria como lo son por ejemplo Florida Bebidas, Monteverde y la Cooperativa de Leche Dos Pinos, quienes en su producción aplican algún tipo de proceso biotecnológico.

El CITA – UCR y el CENIBiot - CeNAT trabajan también con otros productores ya sea mediante convenios o con la venta de servicios y asesorías técnicas. El objetivo de este centro es elevar la competitividad de la oferta del sector agroindustrial alimentario desarrollando nuevos productos o bien, modificando los ya existentes de acuerdo con nuevas exigencias del mercado o a cambios en las materias primas o los equipos, entre otros.

Entre los proyectos desarrollados destacan la creación de alimentos funcionales a partir de frutas tropicales, el desarrollo de productos procesados a partir de pitahaya para aplicar en formulaciones alimenticias y cosméticas, la elaboración de vinagre tipo gourmet a partir de banano y plátano orgánicos y un programa de mejoramiento de la industria láctea del país.

### B.3 Biotecnología gris:

Este tipo de biotecnología ha sido poco utilizada en el país, el porcentaje aproximado de empresas que se dedican a este ámbito es del 8% respecto a todas las empresas identificadas con procesos biotecnológicos.

Entre sus usos podemos mencionar compañías que se dedican a la creación de productos biológicos para el tratamiento de aguas residuales y diseño de sistemas de tratamientos aeróbicos de aguas residuales industriales y domésticas y a la biorremediación de suelos que consiste en un tratamiento que utiliza microorganismos, hongos, plantas o las enzimas derivadas de ellas para eliminar contaminantes presentes en la tierra. Otro producto de este ámbito utilizado en el país, son los biodigestores los cuales mediante sistemas de digestión anaeróbica recolectan desechos humanos y animales y los transforman en gas metano que se utiliza para cocinar y generar electricidad.

Las alternativas limpias son una opción que ha tomado fuerza debido a la importancia que conlleva en la conservación de la biodiversidad. La biotecnología ambiental trata de aprovechar el potencial de los microorganismos para desarrollar sistemas biológicos que permitan tanto la remediación de ambientes contaminados como la generación de procesos pertinentes para el uso sustentable de los recursos naturales y la conservación del ambiente, lo que le da especial importancia a esta categoría en nuestro país.

### B.4 Biotecnología roja:

La biotecnología cuyas aplicaciones están relacionadas con la medicina humana y animal tiene un gran potencial en el país y ha sido un área en la cual centros de investigación como el Clodomiro Picado han logrado grandes avances incluso a nivel mundial, sin embargo, desde 2010 la investigación en el área biomédica, específicamente



## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

las pruebas en humano, fue prohibida en el país, debido a que la Sala Constitucional declaró con lugar un recurso de amparo contra el Decreto Ejecutivo N° 31078-S, el cual buscaba reglar las investigaciones en que participaran seres humanos, al indicar que la experimentación humana debía ser normada por ley, así la investigación y por consecuencia el desarrollo de nuevos productos y servicios aún se encuentra detenida.

Pese a esto, en el 2012 se instaló en el país la primera empresa de biotecnología roja de Costa Rica, Biotechnology Developers (BioTD). Los envíos de esta empresa desde el 2011 se han dirigido a Alemania, Estados Unidos y México principalmente.

El país cuenta con una oferta de productos y servicios biotecnológicos, aunque limitada por las condiciones señaladas, dentro de la cual destacan los sueros antifúngicos cuyas exportaciones en el 2013 alcanzaron los 98,5 millones de USD y se destinaron principalmente a Panamá, República Dominicana, Aruba, El Salvador y Trinidad y Tobago. Asimismo, se espera que en el mediano plazo el país también comercialice productos hemoderivados como anticuerpos y albúmina de plasma tecnología que ya se desarrolló y que se espera implementar en el plazo mencionado.

De igual forma en el CIB se espera poder cultivar células in vitro de cartílago; además, en el Laboratorio de Tejidos del ITCR se desarrolla desde hace varios años el cultivo de células de piel y proyectos para desarrollar nuevos biomateriales para su aplicación en la ingeniería de tejidos.

Por otro lado, en el país se han logrado desarrollar fármacos mediante la aplicación de biotecnología como es el caso de los medicamentos, además distintos laboratorios se encuentran actualmente trabajando con procesos biotecnológicos para el mejoramiento de sus recetas y el lanzamiento de nuevos productos, asimismo se cuenta también con una oferta de productos que constituyen insumos para la industria biomédica, farmacéutica y dermo-cosmética.

Además de productos de base biotecnológica, en el país también se prestan servicios de laboratorio que cubren desde las pruebas de paternidad hasta aquellos que entran en la categoría de bioinformática. En esta línea el país también cuenta con una serie de servicios clínicos como pruebas de ADN, para la detección de distintas enfermedades o deficiencias.

### B.5 Biotecnología azul:

La biotecnología azul en nuestro país ha tenido un menor avance en comparación con otras ramas; sin embargo, en los últimos años se han desarrollado proyectos muy importantes de la mano principalmente del CIMAR-UCR, la Estación de Biología Marina de la UNA e INCOPECSA, este último con una función de enlace entre el sector privado, iniciativas comunales y los centros de investigación de las universidades estatales.

Dentro de los proyectos presentes en el país se encuentra el cultivo de ostras en las regiones de Isla de Chira, Isla Cedros, Punta Cuchillos y Punta Morales. También se está construyendo un nuevo laboratorio para incrementar en 10 veces la producción de semillas para el cultivo.

En esta misma línea se debe destacar el cultivo de camarones, langostinos y trucha, y en mayor medida el de tilapia donde destaca la empresa Terrapez, líder en la aplicación de procesos biotecnológicos en acuicultura del país mediante el mejoramiento genético de larvas de tilapia, la cual exporta filetes de alta calidad y que además produce harina de pescado a partir de los desperdicios que genera la empresa.

Por otro lado, el CIMAR-UCR así como otras empresas privadas, se encuentran trabajando en el cultivo de microalgas, microorganismos fotosintéticos, con el fin de producir biomasa de la cual se pueda posteriormente procesar biodiesel. Otra aplicación que se está desarrollando es el empleo del colágeno de la tilapia y el exoesqueleto de camarón en la ingeniería de tejidos por parte del Laboratorio de Tejidos del ITCR, ambos



## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

proyectos, mencionados anteriormente en dos ramas distintas de la biotecnología ejemplifican lo interdisciplinario de esta ciencia.

### C. FUERZAS Y DEBILIDADES PARA ESTABLECER ONBTS

El Servicio Fitosanitario del MAG ha determinado que el país es referente en bioseguridad en América Central debido al marco regulatorio que posee para garantizar la seguridad para la salud y el ambiente en el manejo de los cultivos. Actualmente se cuenta con la Ley de Protección Fitosanitaria N° 7664 y la Ley de Biodiversidad N° 7788 y pertenece al acuerdo de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV) creado por el Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales adoptado en París en 1961 y revisado por tercera y última vez en 1991.

Los centros de investigación cumplen un papel fundamental en el desarrollo de estas industrias, pues estos llevan a cabo la gran mayoría de estudios que se materializan en informes, reportes o publicaciones de las cuales posteriormente se pueden elaborar aplicaciones para el mercado.

El hecho de que la gran mayoría de centros cuentan con el equipo necesario para llevar a cabo sus actividades, aunque este a su vez podría ser mejor, y que el país haya desarrollado una estructura de formación académica y un recurso humano con gran potencial hace posible que los estudios y servicios que se brindan se encuentren al nivel de los países líderes en estas áreas; en el caso de la biotecnología el equipo e infraestructura está muy por encima de la que se podría encontrar a nivel centroamericano y cerca del empleado por los países latinoamericanos más avanzados como México, Colombia, Argentina y Brasil.

Los centros de investigación también venden sus productos y servicios y lo hacen tanto a nivel nacional como internacional, en su mayoría atienden a los mercados centroamericanos, sin embargo hay casos como el Instituto Clodomiro Picado el cual exporta sus sueros antiofídicos a mercados suramericanos, africanos y asiáticos, pese a esto, la mayoría aún ven un gran potencial en el mercado interno y buscan posibilidades para encadenarse con empresas del régimen de zona franca que requieren de sus servicios, para lograrlo necesitan apoyo pues el personal con el que cuentan es reducido y se les dificulta la promoción comercial.

El país cuenta con una estructura bien definida para el desarrollo de proyectos relacionados con la biotecnología, pese a que no han logrado afianzarse lo suficiente; si a este factor se le suma la riqueza natural presente en Costa Rica y la calidad del recurso humano se puede decir que el país reúne las condiciones apropiadas para ser un líder en materia de biotecnología a nivel latinoamericano.

A pesar de los beneficios que pueden traer las aplicaciones de la biotecnología blanca, muchas veces los proyectos no llegan al mercado por la poca acogida de parte del sector empresarial. Los investigadores resaltan que en ocasiones esto se da debido a la falta de difusión de los beneficios, que no permite cambiar la mentalidad nacional, o bien por los costos que conlleva el cambio en el proceso productivo, aun cuando posteriormente se obtengan resultados positivos asociados a esto.

En general, las empresas que componen el sector de biotecnología verde en el país consideran que existe mucho potencial debido a la biodiversidad existente, y a la gran cantidad de centros de investigación dedicadas a esta área. Sin embargo, resaltan como grandes limitaciones la falta de apoyo económico y el poco acompañamiento de las universidades a las pymes.

El sector de medicamentos y cosméticos cuenta con un alto potencial en Costa Rica mediante la bioprospección, incluso compañías como Merck, BTG, Pfizer, entre otras, han trabajado junto con centros de investigación nacionales para la creación o mejoramiento de sus productos; sumado a lo anterior, el creciente interés de la población de consumir productos naturales, para disminuir así la ingesta o aplicación de químicos en el cuerpo,



## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

presenta una oportunidad que el sector privado podría capitalizar al hacer un mejor uso de los vastos recursos naturales con que cuenta Costa Rica.

La industria nacional por su riqueza en términos de biodiversidad, estructura académica y el crecimiento de los sectores de turismo médico y manufactura de dispositivos médicos cuenta con muchos factores que propiciarían el desarrollo de la biotecnología roja; adicionalmente, el 25 de abril de 2014 se aprobó la Ley 17.777 para que de nuevo en Costa Rica se permita la investigación en esta área, con esto el país espera que las empresas farmacéuticas puedan establecer sus centros de investigación y desarrollo.

Así, la oferta de productos como resultado de la aplicación de la biotecnología azul es aún escasa y cuenta con un menor número de centros de investigación los cuales tienen además otros fines como la preservación de las áreas marinas y desarrollo de proyectos que generen ingresos para los habitantes de la zona, por estas razones es una de las ramas de la biotecnología en la cual se deben redoblar esfuerzos en materia especialmente de inversión, para así dinamizar un sector en el cual el país tiene un alto potencial por la riqueza de sus mares y recursos hídricos.

### D. ANÁLISIS DE DEFICIENCIAS

Si bien los centros de investigación y sus labores son de un alto nivel estos tienen ciertas limitantes, especialmente de fondos, pues pese a los esfuerzos realizados por el Estado los montos asignados a la I+D son muy reducidos y entre los aspectos que se ven más afectados se encuentra la falta de personal, lo que incide en la eficiencia del uso del recurso humano y como consecuencia muchos investigadores no pueden enfocarse en las tareas centrales de su estudio pues deben cumplir también con el trabajo que podría realizar un asistente, lo cual por último incide en los plazos de una investigación.

De igual forma, la mayoría del sector privado no conoce de estas ramas o no confía en los resultados que le puede generar, lo cual junto con los elevados montos de inversión que se requiere y los plazos necesarios para llevarla a cabo reduce las posibilidades de que los empresarios financien la investigación, por estas mismas razones, es muy común encontrar que los empresarios se acercan a estos centros con un proyecto y no logran finalizarlo o implementarlo.

Otra limitante es la baja cantidad de patentes y medios para proteger la propiedad intelectual con la que cuentan, esto se debe principalmente a dos razones: lo costoso del trámite, y la dificultad que resulta para el investigador llevar a cabo personalmente ese proceso sin tener el conocimiento y el tiempo que este requiere.

Por último, y con miras a la posibilidad de encadenamientos, muchos centros no cuentan con análisis y procesos certificados, tanto en materia de gestión de calidad, ISO 9001:2008, como de pruebas y calibraciones, ISO 17025:2005, certificaciones que son requisito para poder proveer productos y servicios a las empresas transnacionales.

Además del reto de restablecer la industria, el país también debe atraer inversión extranjera en esta área con miras a que no sólo se establezcan procesos de manufacturas sino que también busque establecer y desarrollar investigaciones en el país, pues actualmente la mayoría de las empresas de dispositivos médicos únicamente manufacturan sus productos con base en investigaciones que se llevaron a cabo en otros países.

## VISIÓN GENERAL DE LOS ACTORES, REDES Y CONDICIONES MARCO

### A. VISIÓN GENERAL DE LAS CONDICIONES MARCO

Como concepto de trabajo se utilizará la siguiente definición aceptada por la OCDE: se entiende por biotecnología la actividad multidisciplinaria que comprende la aplicación de los principios científicos y de la ingeniería al procesamiento de materiales por agentes biológicos para proveer bienes y servicios. Los agentes biológicos



## A2– estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

pueden ser células microbianas, animales, vegetales y enzimas. Se entiende por bienes, cualquier producto industrial –como alimentos o bebidas– obtenido a través de la transformación de un insumo o materia prima; y por servicios, a aquellos vinculados a la purificación de aguas y tratamiento de efluentes.

De acuerdo con la consulta a más de doscientos profesionales, efectuada por Estrategia Siglo XXI, los planes actuales de desarrollo en CTI deben contextualizarse con lo que los centros neurálgicos del desarrollo científico y tecnológico están analizando como las grandes tendencias hacia el 2050, en el que se vislumbra el profundo impacto que tendrán las tecnologías convergentes. Entre ellas se encuentran la nano, info y biotecnología. Crear competencias científicas en una tecnología convergente, particularmente la biotecnología, produce efectos multiplicadores dado que este campo permite apoyar la productividad científica de otras áreas. Evidencia de lo anterior es el gran impacto que ha generado el desarrollo de la biotecnología en las ciencias médicas y en la industria farmacéutica y alimentaria.

### Sector Productivo

Dentro del sector empresarial se observa un desarrollo heterogéneo, con un énfasis en el área de la biotecnología agrícola. Un número importante de las empresas se dedica a la producción y exportación de plantas ornamentales generadas por técnicas de cultivo in vitro, así como a los cultivos transgénicos como el algodón, la soya o banano, en cumplimiento con las normativas vigentes de bioseguridad ambiental establecidas por las autoridades fitosanitarias del Estado (MAG 2004).

Dentro del sector privado se cuenta además con los laboratorios que ofrecen servicios a nivel molecular. Otras empresas se dedican al mejoramiento genético de ganado bovino, como Avance Genético, y al asesoramiento en el manejo de desechos y tratamiento de desechos biodegradables, como es el caso de ECODESOL. En el país existen a la fecha unas tres empresas grandes dedicadas al cultivo de tilapia.

Sin embargo no ha surgido una generación de pequeñas y medianas empresas dirigidas a explotar el recurso acuícola. El cultivo de la tilapia genera una importante fuente de empleo, que se ha diversificado a otras actividades.

### Desempeño General

Pese a la capacidad existente de infraestructura y recursos humanos, los resultados en términos de publicaciones científicas y de patentes son considerablemente bajos, sobre todo al comparar los respectivos indicadores con aquellos de países con renta similar.

El sector académico ha desempeñado un papel importante en la producción de profesionales en el área de biotecnología, principalmente la Universidad de Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica y la Universidad Nacional. Sin embargo, el número de profesionales especializados en tecnologías de punta y que ostenten el título de doctorado todavía es reducido, lo que ha limitado el desarrollo de nuevas aplicaciones de alto impacto. Lo mismo sucede con especialistas en el campo de las Ciencias Forenses en donde la formación académica no existe actualmente como tal en el país sino que es por medio de la formación práctica en los laboratorios forenses del O.I.J. donde los profesionales de diferentes carreras científicas básicas se especializan.

- El país cuenta al menos con 41 centros de investigación pública que aplican técnicas biotecnológicas en el campo de la agricultura, que van desde la micropropagación in vitro, el diagnóstico de fitopatógenos, los métodos de control biológico de plagas, hasta las tecnologías como la selección asistida por marcadores moleculares. La mayoría de esos centros también ofrecen sus servicios a los productores o agricultores.
- Se aprecian diferencias significativas en el grado de desarrollo de los distintos subsectores de la biotecnología, con un marcado énfasis en agrobiotecnología, tanto en lo concerniente a la investigación como en el quehacer de las empresas. Así, se detecta una concentración de proyectos de investigación en el área de agricultura y



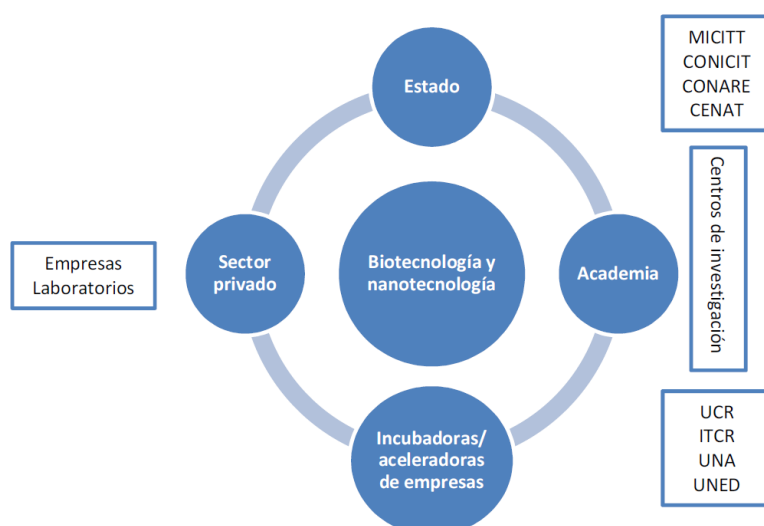
## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

ganadería (37%) y salud humana (35%) y una menor proporción de proyectos relacionados con la actividad industrial (tecnología enzimática) y el ambiente (biorremediación).

- La demanda interna de los productos biotecnológicos es poco sofisticada ya que los clientes desconocen el potencial de la biotecnología.
- El 90% de las MIPYMES del sector, se financia con recursos propios.
- Aparte del desbalance en el grado de desarrollo relativo entre los distintos subsectores, existe una gran dispersión de recursos que es conveniente articular. Así por ejemplo, varios de los laboratorios institucionales cuentan con infraestructura de primera línea, mientras que las empresas grandes con potencial para el desarrollo biotecnológico requieren de mayor infraestructura óptima y capital para el desarrollo de investigación.

### B. VISIÓN GENERAL DE LOS ACTORES DE I+I

La industria de biotecnología en Costa Rica está integrada por cuatro actores principales: el Estado, la academia, los centros de investigación y el sector privado. Tanto el Estado, como la academia y el sector privado cuentan a su vez con organizaciones que buscan la aceleración de las empresas, conocidas como incubadoras, que brindan un apoyo importante a los proyectos que los emprendedores presentan.



#### B.1 Estado:

A nivel nacional y concretamente del Estado, la institución con la responsabilidad de determinar la estrategia que debe seguir el país en materia de ciencia y tecnología es el MICITT, el cual dentro de sus objetivos estratégicos tiene el fortalecer las capacidades nacionales de ciencia, tecnología e innovación mediante el aumento de la inversión en investigación y desarrollo (I+D), además es el responsable por integrar los sectores académicos, privados y gubernamentales.

Una de las labores que realizó el MICITT para alcanzar estos objetivos fue la presentación en el 2011 del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para el período 2011 – 2014, en él se destacó como áreas de prioridad tanto la biotecnología como la nanotecnología, lo que demuestra, junto con las declaratorias de interés nacional que mediante decreto obtuvieron ambas ramas en el 2012 y 2011 respectivamente, la importancia que el Estado le atribuye a desarrollar estas industrias.





## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

### B.2 Academia:

El país desde 1974 cuenta con el Consejo Nacional de Rectores (CONARE) compuesto por las Instituciones de Educación Superior Universitaria Estatal. Este Consejo además de velar por la correcta distribución de las rentas globales asignadas a la educación superior universitaria estatal, tiene la responsabilidad de establecer los órganos, los instrumentos y los procedimientos de coordinación que sean necesarios para el adecuado funcionamiento de la educación superior universitaria.

Con esta consigna es que en 1999 crea el CENAT con el objetivo de llevar a cabo actividades de investigación que permitan brindarle al país la tecnología necesaria para un desarrollo competitivo mediante la innovación, desarrollo y capacitación en ciencia y tecnología.

Como parte de este Centro el país cuenta desde 2007 con el Centro Nacional de Innovaciones Biotecnológicas (Cenibiot) el cual nació mediante un proyecto de cooperación científico-tecnológico auspiciado por la Unión Europea y el Gobierno de Costa Rica, para su creación se contó con un presupuesto de 14,9 millones de euros, de los cuales 10,9 fueron aportados por la Unión Europea y el monto restante por Costa Rica, durante 5 años se llevó a cabo su construcción, equipamiento y actividades de escalamiento y finalmente se hizo entrega del Centro al CONARE y a partir del año 2013 es parte del CeNAT.

El Cenibiot es la primera planta piloto de escalamiento de bioprocesos en América Central.

Existe además desde 1997 una Comisión Técnica Nacional de Bioseguridad (CTNBio) adscrita al Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) que vela porque los procesos biotecnológicos tengan un buen uso, esto mediante marcos normativos que lo regulan.

En el campo de la biotecnología se debe destacar que tanto la UCR, como la UNA y el ITCR cuentan con programas especializados y de alto nivel en esta rama, la UNED si bien no tiene una carrera o especialidad en biotecnología, dentro de su oferta se encuentran carreras cuyos programas de estudio incluyen cursos de biotecnología.

A nivel técnico el Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) imparte un programa de cultivo de tejidos vegetales in vitro.

A nivel privado no se cuenta con programas especializados en biotecnología, sin embargo, la Universidad Earth en su licenciatura en ciencias agrícolas y administración de recursos naturales imparte cursos de genética aplicada y biotecnología vegetal.

En el siguiente cuadro se resumen las carreras relacionadas con la biotecnología que se imparten en el país al considerar aquellas cuyo enfoque es la biotecnología o incluyen en su programa cursos relacionadas a esta rama.



## A2– estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

Costa Rica: oferta de programas de estudio relacionados con la biotecnología  
2014

Institución	Programa de estudio
UCR	Bachillerato y licenciatura en biología
	Bachillerato y licenciatura en química
	Licenciatura en microbiología y química clínica
	Maestría académica en ciencias agrícolas y recursos naturales con énfasis en biotecnología
	Maestría académica en biología con énfasis en genética y biología molecular
	Maestría académica en ciencias biomédicas con énfasis en genómica
	Maestría Académica en ciencias biomédicas con énfasis en bioquímica y fisiología celular
	Maestría en bioinformática
UNA	Doctorado en sistemas de producción agrícola tropical sostenible
	Bachillerato y licenciatura en biología
	Bachillerato en biología con énfasis en biotecnología
	Bachillerato en ingeniería de bioprocesos industriales
	Bachillerato y licenciatura en química industrial
ITCR	Bachillerato y licenciatura en ingeniería en agronomía
	Bachillerato y licenciatura en ingeniería en biotecnología
	Bachillerato y licenciatura en ingeniería agrícola
	Maestría en gestión de recursos naturales y tecnologías de producción
UNED	Doctorado en ciencias naturales
	Bachillerato y licenciatura en agroindustria
UNED	Bachillerato y licenciatura en ingeniería agronómica
Universidad Earth	Bachillerato y licenciatura en ciencias agrícolas y administración de recursos naturales
INA	Cultivo de tejidos vegetales in vitro

## B.3 Centros de Investigación:

Se pudo identificar 35 Centros donde se manejan procesos biotecnológicos. Si bien varios de los centros de investigación realizan análisis, desarrollos y brindan servicios a los distintos subsectores de estas industrias, nuevamente una mayoría se enfoca en el sector agroalimentario, lo cual es parte de la razón por la que la mayoría de avances logrados y productos desarrollados pertenecen a este sector.

A continuación se presenta un cuadro donde se resumen los centros de investigación, la organización y rama a la que pertenecen y su principal actividad, se debe aclarar que la rama que se indica es para diferenciar aquellos centros cuyo giro está más relacionado con la biotecnología, pues en su mayoría cuentan con una oferta de servicios interdisciplinaria y no limitada a estas ciencias.



## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

Centro de investigación	Institución	Principal actividad	Rama
Pesca y Acuicultura (INCOPESCA)			
Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA)	INCIENSA	Análisis de enfermedades infectocontagiosas	Biotecnología
Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio) (Bioprospección)	INBIO	Bioprospección y desarrollo de productos	Biotecnología
Centro de Investigaciones en Café (CICAPE)*	ICAPE	Cultivo de café	Biotecnología
Dirección de Investigación y Asistencia Técnica de CORBANA	CORBANA	Micropropagación, biocontroladores y biología molecular	Biotecnología
Laboratorio Tamizaje Neonatal, Hospital Nacional de Niños	Hosp. Nacional de Niños	Enfermedades genéticas	Biotecnología
Centro Nacional de Innovaciones Biotecnológicas (CENIBIOT)	CENAT	Bioprocesos	Biotecnología
Laboratorio de Biotecnología del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)	CATIE	Fitomejoramiento	Biotecnología
Laboratorio Nacional de Servicios Veterinarios*	SENASA	Análisis microbiológicos	Biotecnología
Instituto de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria (INTA)	MAG	Fitoprotección y análisis de suelos	Biotecnología



## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

Centro de investigación	Institución	Principal actividad	Rama
Laboratorio de la Unidad de Biología Molecular	UNA	Biología celular y molecular	Biotecnología
Laboratorio de Recursos Fitogenéticos	UNA	Fitomejoramiento	Biotecnología
Laboratorio de Cultivo de Tejidos y Células Vegetales	UNA	Cultivo de tejidos vegetales	Biotecnología
Estación Biológica Marina y Estación Nacional de Ciencias Marino-Costeras	UNA	Acuicultura	Biotecnología
Centro de Investigación en Biología Celular y Molecular (CIBCM)	UCR	Biología celular y molecular	Biotecnología
Centro de Investigación en Productos Naturales (CIPRONA)	UCR	Bioprospección y desarrollo de productos	Biotecnología
Centro Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos (CITA)*	UCR	Alimentos	Biotecnología
Centro de Investigación en Enfermedades Tropicales (CIET)	UCR	Diagnóstico molecular de enfermedades infecciosas	Biotecnología
Centro de Investigación en Hematología y Trastornos Afines (CIHATA)	UCR	Diagnóstico molecular de enfermedades sanguíneas	Biotecnología
Instituto de Investigaciones en Salud (INISA)*	UCR	Genética, citogenética y microbiología de alimentos y agua	Biotecnología
Instituto Clodomiro Picado (ICP)**	UCR	Sueros antioidídicos	Biotecnología
Centro de Investigación en Granos y Semillas (CIGRAS)*	UCR	Mejoramiento de semillas y granos	Biotecnología
Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA)*	UCR	Micropropagación y fitomejoramiento	Biotecnología
Centro de Investigaciones en Protección de Cultivos (CIPROC)	UCR	Fitopatología	Biotecnología
Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno	UCR	Mejoramiento de cultivos	Biotecnología
El Centro de Investigación en Ciencias del Mar y Limnología (CIMAR)	UCR	Acuicultura	Biotecnología
Centro de Investigación en Nutrición Animal (CINA)*	UCR	Nutrición animal	Biotecnología
Laboratorio de Ingeniería de Tejidos (LAINTEC)	ITCR	Cultivo de tejidos de piel y cartilago	Biotecnología
Centro de I+D en Agricultura Sostenible para el Trópico Húmedo (CIDASTH)	ITCR	Propagación de plantas	Biotecnología
Centro de Investigación en Biotecnología (CIB)	ITCR	Bioprocesos	Biotecnología
Centro de Investigación en Integración Bosque-Industria (CIIBI)	ITCR	Mejoramiento genético forestal	Biotecnología
<b>Centro de Investigación y de Servicios Químicos y Microbiológicos (CEQIATEC)*</b>	ITCR	Biorremediación y biotecnología microbiana	Biotecnología
Laboratorio para Análisis de Aguas y Reproducción de Especies Dulceacuícolas (LARED)	UTN	Análisis de aguas y reproducción de especies	Biotecnología
Centro Nacional Especializado Agricultura Orgánica (INA)	INA	Microorganismos para el cultivo orgánico	Biotecnología
Laboratorio de Recursos Naturales y Biotecnología	Universidad EARTH	Genética aplicada	Biotecnología
Laboratorio del Instituto Costarricense de	INCOPECA	Acuicultura	Biotecnología



## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

### B.4 Incubadoras / aceleradoras:

Como una estrategia que se ha planteado el país para incentivar el emprendedurismo, tanto en las universidades estatales como en otras esferas públicas, e incluso a nivel privado, se cuenta con oficinas o agencias que buscan el aceleramiento y desarrollo de las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES), las cuales han servido de referente para que distintos emprendedores puedan obtener el apoyo necesario para llevar a cabo sus proyectos. Entre ellas se pueden mencionar: CREATEC (CeNAT), AUGÉ (UCR), CaraoVentures (privado), CIE-TEC, UNA Incuba, entre otras.

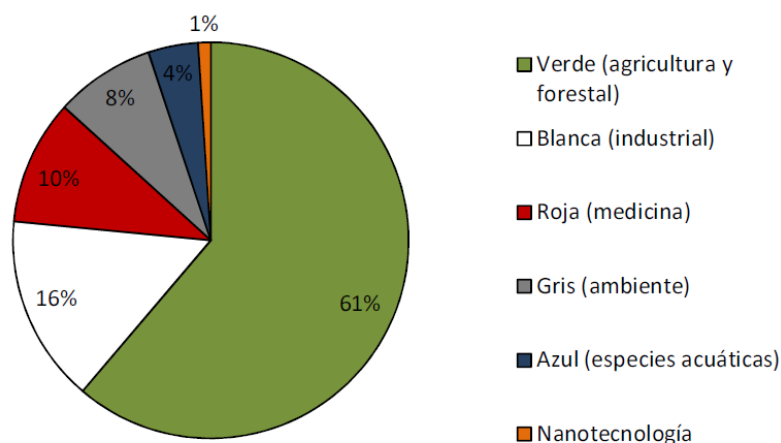
Estas incubadoras o centros de aceleración empresarial han tenido un papel importante en proyectos relacionados con las nuevas tecnologías, especialmente con la biotecnología, pues han fungido como una plataforma para el desarrollo de nuevas empresas y productos.

Este modelo ha probado ser exitoso y es una oportunidad con la que cuentan los empresarios costarricenses para lograr capitalizar sus proyectos mediante la asesoría, pruebas de prototipo, diseño de imagen corporativa e incluso asistencia en materia de protección intelectual, un vacío.

### B.5 Sector Privado:

Está compuesto por las empresas que producen bienes y prestan servicios, estas últimas corresponden principalmente a laboratorios de base biotecnológica y de nanotecnología.

#### Costa Rica: participación de las empresas de biotecnología y nanotecnología 2014



Como se puede ver, el grueso de las empresas costarricenses relacionadas a la biotecnología se encuentran en la rama verde, que corresponde a aplicaciones agrícolas y forestales, seguido por la blanca compuesta por los productores de biodiesel y alimentos con mejoramiento biotecnológico, entre otros; en tercer lugar aparece la biotecnología roja que representa un 10% del total, sin embargo, como se verá más adelante es un campo donde el país tiene un alto potencial. Aquellas empresas que se dedican a la reutilización de desechos, análisis de residuos y otras aplicaciones que buscan el beneficio del ambiente ocupan un 8% del total; seguido de la azul con un 4% y finalmente un 1% buscan la incorporación de procesos nanotecnológicos.



## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

### C. VISIÓN GENERAL DE LOS ESQUEMAS, PROGRAMAS E INSTRUMENTOS FINANCIEROS DE I+D

Con base en el informe titulado “Indicadores Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación” el MICITT destaca el crecimiento de la inversión en investigación y desarrollo en el 2012, cuando esta alcanzó los 515,4 millones de USD, lo que representa un crecimiento del 30,3% en relación con lo invertido en el 2011. Se debe aclarar que este indicador se refiere a la inversión general en I+D, y no corresponde únicamente a la realizada en las ramas de bio y nanotecnología.

De este informe se puede destacar no sólo el crecimiento de la inversión total, sino que por primera vez el sector empresarial o privado superó al sector público en nivel de inversión, pues su participación fue del 31,3%, superior al 27,1% del segundo. Se debe recalcar además el hecho de que el sector académico continúa liderando la inversión en I+D en el país pues de los 515,4 millones, 257,7 fueron invertidos por las universidades estatales principalmente.

De igual forma el MICITT en abril de 2014 presentó su informe “Ruta 2021: Conocimiento e Innovación para la competitividad, prosperidad y bienestar” en el cual de nuevo señala la importancia que tanto la biotecnología como la nanotecnología tienen para el país al resaltarlas como dos de las tecnologías que jugarán un papel central en la consecución de los retos planteados en materia de energía, alimentos, educación, ambiente y salud.

Junto con el MICITT y con el fin de promover el desarrollo de las ciencias y de la tecnología, en 1972 se creó el Consejo Nacional para Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT), con la tarea de administrar los incentivos y el financiamiento de programas para la formación de personal y la ejecución de proyectos de investigación y tecnología, tanto para los centros de investigación públicos como para la empresa privada.

Este ente por medio de la Ley de Promoción del Desarrollo Científico y Tecnológico ahora cuenta con el Fondo de Incentivos, adscrito al MICITT y administrado por el CONICIT, como principal instrumento para financiar al sector de investigación, asimismo el CONICIT también financia proyectos mediante el Fondo de Riesgo para la Investigación (FORINVES), fondo que ronda los 100 millones de colones y para el cual se realiza una convocatoria aproximadamente cada dos años, se espera realizar la séptima edición en el 2015.

En materia de fondos para el desarrollo de proyectos se debe mencionar también los que pone a disposición el Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC) mediante la Dirección General de Apoyo a la Pequeña y Mediana Empresa (DIGEPYME) con el “Programa Ayuda para Emprendedurismo” el cual cuenta con un presupuesto de 200 millones de colones y que asigna un máximo de 3 millones a cada empresa aprobada.

## AMBICIONES, VISIÓN A LARGO PLAZO Y VÍAS DE INNOVACIÓN

### A. AMBICIONES Y VISIÓN A LARGO PLAZO

Se detallan en el Plan Nacional de Desarrollo 2015-2018 y en el Plan Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación 2015-2021, anexos.

### B. VÍAS

Se detallan en el Plan Nacional de Desarrollo 2015-2018 y en el Plan Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación 2015-2021, anexos.



## A2– estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

### 4.2 [NANOTECNOLOGÍA] DE EVALUACIÓN TIS 2

- Desarrollo del conocimiento
- Experimentación empresarial
- Etc.

La nanotecnología se define como “el diseño, caracterización, producción y aplicación de estructuras, dispositivos y sistemas para controlar la forma y tamaño a escala nanométrica” (The Royal Society, 2004). Esto implica la manipulación de materia a nivel de átomos y moléculas.

La nanotecnología es también una ciencia multidisciplinaria y es una de las tecnologías convergentes junto con la biotecnología, las tecnologías de la información y la comunicación y las ciencias cognitivas (NBIC's), las cuales se considera provocarán una evolución tecnológica innovadora.

Entre las aplicaciones actuales de la nanotecnología se encuentran la elaboración de productos químicos, la fabricación con precisión atómica y la informática. De igual forma se pueden destacar avances en la producción alimentaria, donde nanobiosensores detectan microorganismos patógenos en los alimentos. En lo que respecta al ambiente los nanocatalizadores pueden ser utilizados para hacer de las reacciones químicas procesos más eficientes y menos contaminantes.

Según datos presentados por el Centro Nacional de Alta Tecnología (CENAT, 2011) se estima que en poco tiempo en la manufactura, los procesos y materiales nanoestructurados logren un impacto en el mercado de aproximadamente 340 mil millones de dólares, en el transporte cerca de 70 mil millones de dólares con la producción de vehículos más ligeros, rápidos y seguros a un menor costo y la construcción de mejores carreteras y sistemas de rieles; y en el campo farmacéutico más de los 180 mil millones de dólares, entre otros.

Destacan que la importancia radica en que aquellos productos que incorporan procesos nanotecnológicos pueden llegar a ser más pequeños, baratos, ligeros, funcionales y requieren de una menor cantidad de materia prima y de energía para su elaboración.

### RETOS PARA EL DESARROLLO DEL TIS2

#### A. RETOS PARA LA SOSTENIBILIDAD Y LA COMPETITIVIDAD

Si bien el nivel de inversión en I+D ha experimentado un crecimiento en los últimos años este aún es insuficiente para un sector que requiere de un alto capital para su desarrollo. Tanto en el sector público como en el privado se deben hacer mayores esfuerzos, especialmente cuando se refiere a la relación academia – industria, donde muchos centros de investigación universitarios tienen importantes limitaciones de recursos, ya sea por falta de una mayor inversión por parte del Estado o por su baja integración con el sector privado.

Es necesario que desde el Estado se facilite el financiamiento de proyectos relacionados con las áreas de las nuevas tecnologías de manera que el empresario nacional pueda, inclusive con el apoyo de las aceleradoras empresariales, desarrollar sus proyectos con el fin de dinamizar la economía nacional basada en la investigación y el conocimiento.

El desarrollo de la nanotecnología es aún muy incipiente en términos de los bienes que se han logrado colocar en el mercado, especialmente en el caso de la nanotecnología, sin embargo, se debe destacar que los productos de estas ramas, a diferencia de otros que integran la oferta exportable nacional, son bienes finales y de alto valor agregado que pueden colocarse a un mejor precio en otros destinos por su especialización, de allí la importancia de continuar incentivando la investigación y divulgando los beneficios de la aplicación de estas técnicas productivas.



## A2– estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

El sector productivo de la nanotecnología tiene en el financiamiento su mayor dificultad para poder desarrollarse, pues son muy pocos los fondos que el Estado posee para brindarle al empresario el capital de riesgo que requiere, además de esto, los entes financieros no cuentan en su cartera de servicios con opciones accesibles para el desarrollo de sus proyectos; esta situación frena tanto el emprendedurismo como la innovación e inversión en investigación de muchas empresas.

### B. CARACTERÍSTICAS POLÍTICAS, ECONÓMICAS, SOCIALES Y TECNOLÓGICAS

La nanotecnología en Costa Rica aún es una industria joven la cual se empezó a desarrollar formalmente a inicios de los noventa con el establecimiento del CICIMA en la UCR, y aún se encuentra limitada a los centros de investigación del país y a proyectos empresariales en desarrollo para los cuales el sector privado se ha apoyado en estos centros, por esta razón el país a la fecha no posee una oferta de productos de nanotecnología. Se debe aclarar que aún la mayoría de la investigación en esta área está concentrada en la “ciencia básica” y no así en aplicaciones.

Pese a la baja oferta de productos nanotecnológicos del país, desde sus centros de investigación ofrece de forma muy eficiente una gama de servicios mediante la aplicación de la nanotecnología, entre ellos se encuentran:

- análisis de superficie
- análisis microestructural
- control de calidad de circuitos integrados
- microelectrónica
- análisis de resistencia
- análisis de tamaño de partícula
- análisis de muestras por medio de microscopia electrónica de barrido
- análisis de muestras por microscopio de contacto
- análisis de muestras por microscopía de fuerza atómica
- aplicaciones agrícolas y ambientales
- análisis de muestras por microscopía de transmisión electrónica
- análisis de perfilometría por microscopía óptica
- análisis térmico de materiales mediante termogravimetría (tga) y calorimetría dif de barrido
- goniometría

Se espera que la nanotecnología se siga desarrollando con proyectos liderados por la UCR, el ITCR, la UNA y LANOTEC, que incluyen también la construcción de nuevas instalaciones, mejoramiento de equipo y preparación del recurso humano, sin embargo, es vital que haya un mayor acercamiento con el sector privado que permita no sólo contar con mayores recursos sino también pasar a un mayor grado de investigación aplicada y por consiguiente de productos y servicios.





## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

### C. FUERZAS Y DEBILIDADES PARA ESTABLECER ONBTS

El hecho de que la gran mayoría de centros cuentan con el equipo necesario para llevar a cabo sus actividades, aunque este a su vez podría ser mejor, y que el país haya desarrollado una estructura de formación académica y un recurso humano con gran potencial hace posible que los estudios y servicios que se brindan se encuentren al nivel de los países líderes en estas áreas. En los centros de nanotecnología, específicamente el laboratorio del ITCR y LANOTEC, el equipo e infraestructura está muy por encima de la que se podría encontrar a nivel centroamericano y cerca del empleado por los países latinoamericanos más avanzados como México, Colombia, Argentina y Brasil, e incluso cierto equipo presente en estos laboratorios es único a nivel latinoamericano, pese a esto la investigación en nanotecnología no ha llegado al nivel al que se encuentra la de biotecnología en términos de aplicación final en productos o servicios.

El país cuenta con una estructura bien definida para el desarrollo de proyectos relacionados con la nanotecnología, pese a que no han logrado afianzarse lo suficiente; si a este factor se le suma la riqueza natural presente en Costa Rica y la calidad del recurso humano se puede decir que el país reúne las condiciones apropiadas para ser un líder en materia nanotecnología a nivel latinoamericano.

### D. ANÁLISIS DE DEFICIENCIAS

Si bien los centros de investigación y sus labores son de un alto nivel estos tienen ciertas limitantes, especialmente de fondos, pues pese a los esfuerzos realizados por el Estado los montos asignados a la I+D son muy reducidos y entre los aspectos que se ven más afectados se encuentra la falta de personal, lo que incide en la eficiencia del uso del recurso humano y como consecuencia muchos investigadores no pueden enfocarse en las tareas centrales de su estudio pues deben cumplir también con el trabajo que podría realizar un asistente, lo cual por último incide en los plazos de una investigación.

De igual forma, la mayoría del sector privado no conoce de estas ramas o no confía en los resultados que le puede generar, lo cual junto con los elevados montos de inversión que se requiere y los plazos necesarios para llevarla a cabo reduce las posibilidades de que los empresarios financien la investigación, por estas mismas razones, es muy común encontrar que los empresarios se acercan a estos centros con un proyecto y no logran finalizarlo o implementarlo.

Otra limitante es la baja cantidad de patentes y medios para proteger la propiedad intelectual con la que cuentan, esto se debe principalmente a dos razones: lo costoso del trámite, y la dificultad que resulta para el investigador llevar a cabo personalmente ese proceso sin tener el conocimiento y el tiempo que este requiere.

Por último, y con miras a la posibilidad de encadenamientos, muchos centros no cuentan con análisis y procesos certificados, tanto en materia de gestión de calidad, ISO 9001:2008, como de pruebas y calibraciones, ISO 17025:2005, certificaciones que son requisito para poder proveer productos y servicios a las empresas transnacionales.

Además del reto de restablecer la industria, el país también debe atraer inversión extranjera en esta área con miras a que no sólo se establezcan procesos de manufacturas sino que también busque establecer y desarrollar investigaciones en el país, pues actualmente la mayoría de las empresas de dispositivos médicos únicamente manufacturan sus productos con base en investigaciones que se llevaron a cabo en otros países.



## A2– estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

### VISIÓN GENERAL DE LOS ACTORES, REDES Y CONDICIONES MARCO

#### A. VISIÓN GENERAL DE LAS CONDICIONES MARCO

La Ciencia de los Materiales estudia la relación entre la estructura y constituyentes de los materiales y sus propiedades, así como la influencia de algunos de sus métodos de elaboración. La Ciencia de Materiales es un campo multidisciplinario que estudia conocimientos fundamentales sobre las propiedades físicas macroscópicas de los materiales y los aplica en varias áreas de la ciencia y la ingeniería, consiguiendo que éstos puedan ser utilizados en obras, máquinas y herramientas diversas, o convertidos en productos necesarios o requeridos por la sociedad.

Dentro del campo de los nuevos materiales, sobresale la Nanotecnología, que se define como el diseño, caracterización, producción y aplicación de estructuras, dispositivos y sistemas, controlando la forma y tamaño a escala de nanómetros, mejorando las propiedades físicas, químicas y biológicas; esto permite la convergencia con otras áreas que hace posible la explotación de nuevos fenómenos químicos, eléctricos, magnéticos y ópticos en aplicaciones industriales que incluyen la biotecnología, la catálisis, el almacenamiento de datos, el almacenamiento de energía, la microelectrónica y otros. La Nanotecnología se enmarca en el campo de los nuevos materiales y se puede definir como la ciencia de fabricar y controlar estructuras y máquinas a nivel y tamaño molecular, capaz de construir nuevos materiales átomo a átomo. Su unidad de medida, el nanómetro, es la milmillonésima parte de un metro,  $10^{-9}$  metros.

Costa Rica ha realizado una fuerte inversión en el desarrollo del tema de nuevos materiales, no solo en infraestructura, sino también en el ámbito de capital humano. Una de las áreas en la cual el país ha logrado avanzar es la de nanotecnología; algunos de estos dispositivos se utilizan en la actualidad, como por ejemplo los nanotubos de carbono, pequeñas tuberías conformadas por átomos de carbono puro para diseñar todo tipo de ingenios de tamaño nanoscópico.

El avance de la nanotecnología en el mundo desarrollado es una realidad. La Unión Europea en su conjunto y Estados Unidos se colocan como las primeras potencias mundiales en el campo de la nanotecnología. Australia, Japón, Corea del Sur, India, China e Israel, son algunos países que apuestan abierta y estratégicamente por su progreso a través de planes e inversiones destinadas a la investigación y el desarrollo en esta área.

La investigación en los campos de ciencias básicas –Física, Química y Biología– y de campos tecnológicos –como Ingeniería de los Materiales o Electrónica– ofrece una valiosa oportunidad de desarrollo inédito en este campo.

#### Sector productivo

El Instituto Tecnológico de Costa Rica, en particular su Programa de Investigación en Nanotecnología es apoyado por la industria nacional (Solarium, Intel) y por la industria extranjera (Hitachi, Nanosurf, Keithley Instruments, Nanoscience Instruments y Marine Reef International); con estas últimas se firmarán convenios de certificación exclusiva en la región centroamericana.

En el caso del LANOTEC, ha tenido una vinculación fuerte con algunas empresas del ramo de la salud, tales como Laboratorios Stein, en el estudio de formas polimórficas de principios activos; en conjunto con el INIFAR de la UCR, y con el Instituto de Medicina Celular ICM, se ha desarrollado un proyecto de estudio del cromosoma humano mediante AFM. A partir del 2014 el LANOTEC ha reforzado su apoyo a PYMEs (mediante los proyectos PROPYMEs del MICIT – CONICIT) y a las medianas y grandes empresas, para el mejoramiento de productos y generación de nuevas técnicas y subproductos a partir de desechos.



## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

El POLIUNA se ha vinculado fuertemente con la empresa Stein para el mejoramiento de algunas de sus formas farmacéuticas e incluso ya tiene un producto basado en los desechos marinos del camarón denominado BIOMARA.

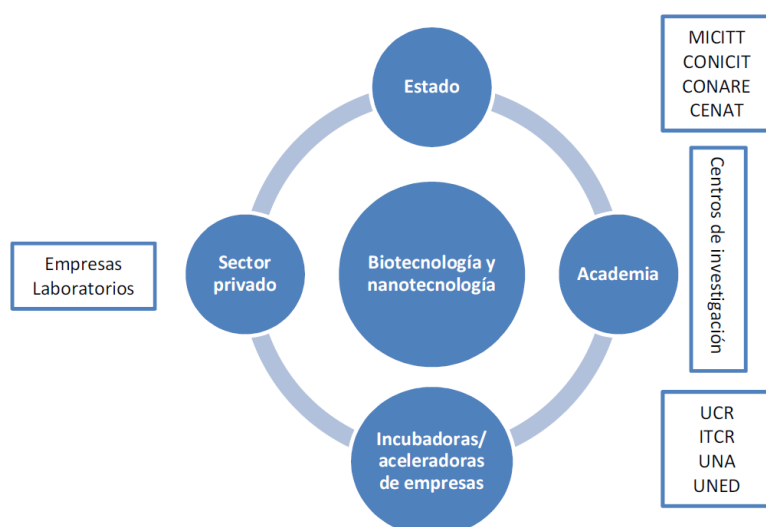
### Desempeño General

Costa Rica muestra un desempeño importante tanto en el campo de los nuevos materiales como específicamente en la nanotecnología. El país ya cuenta con una base de capital humano preparado y con equipos de caracterización básicos. Destacan los proyectos de investigación llevados a cabo por los tres principales grupos del país: el Clúster de la UCR que agrupa varios centros de investigación de esa universidad; el LANOTEC en el CENAT, y el grupo de Nanotecnología del Instituto Tecnológico. Además ya se cuenta con programas universitarios relacionados con la ciencia de los materiales y aplicaciones nanotecnológicas.

Es fundamental hacer énfasis en el trabajo en redes de manera que se disminuya la resistencia a trabajar en equipo. En el sector aún existe mucho temor a trabajar en equipo, además hay una escasa vinculación universidad-empresa. Es necesario fortalecer la inversión en proyectos en este campo. Por otro lado, existe un criterio reiterado de que los fondos para este tipo de iniciativas –como los concursables del Fondo de Incentivos– son de muy bajo monto. Este es un sector de incipiente desarrollo pero a nivel internacional ha mostrado estar íntimamente ligado a las necesidades y demandas de las empresas, por lo que resulta necesario fortalecer las políticas de marcas y patentes generales.

### B. VISIÓN GENERAL DE LOS ACTORES DE I+D

La industria de la nanotecnología en nuestro país está integrada por cuatro actores principales: el Estado, la academia, los centros de investigación y el sector privado. Tanto el Estado, como la academia y el sector privado cuentan a su vez con organizaciones que buscan la aceleración de las empresas, conocidas como incubadoras, que brindan un apoyo importante a los proyectos que los emprendedores presentan.



#### B.1 Estado:



This project is funded by the European Union



ELAN

## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

A nivel nacional y concretamente del Estado, la institución con la responsabilidad de determinar la estrategia que debe seguir el país en materia de ciencia y tecnología es el MICITT, el cual dentro de sus objetivos estratégicos tiene el fortalecer las capacidades nacionales de ciencia, tecnología e innovación mediante el aumento de la inversión en investigación y desarrollo (I+D), además es el responsable por integrar los sectores académicos, privados y gubernamentales.

Una de las labores que realizó el MICITT para alcanzar estos objetivos fue la presentación en el 2011 del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para el período 2011 – 2014, en él se destacó como áreas de prioridad tanto la biotecnología como la nanotecnología, lo que demuestra, junto con las declaratorias de interés nacional que mediante decreto obtuvieran ambas ramas en el 2012 y 2011 respectivamente, la importancia que el Estado le atribuye a desarrollar estas industrias.

### B.2 Academia:

El país desde 1974 cuenta con el Consejo Nacional de Rectores (CONARE) compuesto por las Instituciones de Educación Superior Universitaria Estatal. Este Consejo además de velar por la correcta distribución de las rentas globales asignadas a la educación superior universitaria estatal, tiene la responsabilidad de establecer los órganos, los instrumentos y los procedimientos de coordinación que sean necesarios para el adecuado funcionamiento de la educación superior universitaria.

Con esta consigna es que en 1999 crea el CENAT con el objetivo de llevar a cabo actividades de investigación que permitan brindarle al país la tecnología necesaria para un desarrollo competitivo mediante la innovación, desarrollo y capacitación en ciencia y tecnología.

En el CENAT se encuentra el Laboratorio Nacional de Nanotecnología (LANOTEC) inaugurado en el 2004, el cual se especializa en la investigación, diseño y ejecución de tecnologías asociadas a la nanotecnología, su creación se dio bajo el sistema de Fondos de la Educación Superior Estatal (FEES) y al igual que el Cenibiot es un laboratorio adscrito al CONARE.

En materia de nanotecnología la oferta académica está aún más concentrada en las tres universidades más grandes del país, UCR, ITCR y UNA, en las cuales se imparten los programas con mayor afinidad a la nanotecnología y desarrollo de nuevos materiales. Se debe resaltar, que el ITCR cuenta con uno de los laboratorios de nanotecnología más avanzado del país y además desde el 2010 ofrece la posibilidad de graduarse como técnico en nanotecnología, un programa único en Centroamérica

A continuación se resume la oferta con la que cuentan las tres universidades mencionadas en el campo de la nanotecnología.



## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

Costa Rica: oferta de programas de estudio relacionados con la nanotecnología  
2014

Institución	Programa de estudio
UCR	Bachillerato y licenciatura en química
	Maestría profesional de ingeniería química con énfasis en procesamiento de materiales
ITCR	Técnico en nanotecnología
	Bachillerato y licenciatura en ingeniería en biotecnología
	Bachillerato y licenciatura en ciencia e ingeniería de los materiales
	Bachillerato y licenciatura en ingeniería en diseño industrial
UNA	Licenciatura en producción industrial
	Bachillerato en biología con énfasis en biotecnología
	Bachillerato y licenciatura en química industrial

## B.3 Centros de Investigación:

Se identificaron 6 centros de investigación que pertenecen a la nanotecnología.

A continuación se presenta un cuadro donde se resumen los centros de investigación, la organización y rama a la que pertenecen y su principal actividad, se debe aclarar que la rama que se indica es para diferenciar aquellos centros cuyo giro está más relacionado con la nanotecnología, pues en su mayoría cuentan con una oferta de servicios interdisciplinaria y no limitada a estas ciencias.

Centro de investigación	Institución	Principal actividad	Rama
Laboratorio Nacional de Nanotecnología (LANOTEC)	CENAT	Aplicaciones nanotecnológicas	Nanotecnología
Centro de Investigación en Electroquímica y Energía Química (CELEQ)*	UCR	Análisis de materiales y electroquímica	Nanotecnología
Centro de Investigación en Ciencia e Ingeniería de Materiales (CICIMA)	UCR	Análisis de materiales	Nanotecnología
Centro de Investigación en Estructuras Microscópicas (CIEMIC)	UCR	Análisis de materiales	Nanotecnología
Laboratorio de Nanotecnología del ITCR	ITCR	Aplicaciones nanotecnológicas	Nanotecnología
Laboratorio de Polímeros de la UNA	UNA	Polímeros	Nanotecnología

## B.4 Incubadoras / aceleradoras:

Como una estrategia que se ha planteado el país para incentivar el emprendedurismo, tanto en las universidades estatales como en otras esferas públicas, e incluso a nivel privado, se cuenta con oficinas o agencias que buscan el aceleramiento y desarrollo de las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES), las cuales han servido de referente para que distintos emprendedores puedan obtener el apoyo necesario para llevar a cabo sus proyectos. Entre ellas se pueden mencionar: CREATEC (CeNAT), AUGÉ (UCR), CaraoVentures (privado), CIE-TEC, UNA Incuba, entre otras.

Estas incubadoras o centros de aceleración empresarial han tenido un papel importante en proyectos relacionados con las nuevas tecnologías y desde el año 2014 se han vinculado con iniciativas nanotecnológicas, pues han fungido como una plataforma para el desarrollo de nuevas empresas y productos.



## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

Este modelo ha probado ser exitoso y es una oportunidad con la que cuentan los empresarios costarricenses para lograr capitalizar sus proyectos mediante la asesoría, pruebas de prototipo, diseño de imagen corporativa e incluso asistencia en materia de protección intelectual, un vacío.

### B.5 Sector Privado:

Ver apartado respectivo en análisis de sector de biotecnología pues está realizado de manera conjunta.

## C. VISIÓN GENERAL DE LOS ESQUEMAS, PROGRAMAS E INSTRUMENTOS FINANCIEROS DE I+D

Con base en el informe titulado “Indicadores Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación” el MICITT destaca el crecimiento de la inversión en investigación y desarrollo en el 2012, cuando esta alcanzó los 515,4 millones de USD, lo que representa un crecimiento del 30,3% en relación con lo invertido en el 2011. Se debe aclarar que este indicador se refiere a la inversión general en I+D, y no corresponde únicamente a la realizada en las ramas de bio y nanotecnología.

De este informe se puede destacar no sólo el crecimiento de la inversión total, sino que por primera vez el sector empresarial o privado superó al sector público en nivel de inversión, pues su participación fue del 31,3%, superior al 27,1% del segundo. Se debe recalcar además el hecho de que el sector académico continúa liderando la inversión en I+D en el país pues de los 515,4 millones, 257,7 fueron invertidos por las universidades estatales principalmente.

De igual forma el MICITT en abril de 2014 presentó su informe “Ruta 2021: Conocimiento e Innovación para la competitividad, prosperidad y bienestar” en el cual de nuevo señala la importancia que tanto la biotecnología como la nanotecnología tienen para el país al resaltarlas como dos de las tecnologías que jugarán un papel central en la consecución de los retos planteados en materia de energía, alimentos, educación, ambiente y salud.

Junto con el MICITT y con el fin de promover el desarrollo de las ciencias y de la tecnología, en 1972 se creó el Consejo Nacional para Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICIT), con la tarea de administrar los incentivos y el financiamiento de programas para la formación de personal y la ejecución de proyectos de investigación y tecnología, tanto para los centros de investigación públicos como para la empresa privada.

Este ente por medio de la Ley de Promoción del Desarrollo Científico y Tecnológico ahora cuenta con el Fondo de Incentivos, adscrito al MICITT y administrado por el CONICIT, como principal instrumento para financiar al sector de investigación, asimismo el CONICIT también financia proyectos mediante el Fondo de Riesgo para la Investigación (FORINVES), fondo que ronda los 100 millones de colones y para el cual se realiza una convocatoria aproximadamente cada dos años, se espera realizar la séptima edición en el 2015.

En materia de fondos para el desarrollo de proyectos se debe mencionar también los que pone a disposición el Ministerio de Economía, Industria y Comercio (MEIC) mediante la Dirección General de Apoyo a la Pequeña y Mediana Empresa (DIGEPYME) con el “Programa Ayuda para Emprendedurismo” el cual cuenta con un presupuesto de 200 millones de colones y que asigna un máximo de 3 millones a cada empresa aprobada.



## A2– estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

### AMBICIONES, VISIÓN A LARGO PLAZO Y VÍAS DE INNOVACIÓN

#### A. AMBICIONES Y VISIÓN A LARGO PLAZO

Se detallan en el Plan Nacional de Desarrollo 2015-2018 y en el Plan Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación 2015-2021, anexos.

#### B. VÍAS

Se detallan en el Plan Nacional de Desarrollo 2015-2018 y en el Plan Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación 2015-2021, anexos.



## A2– estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

### 4.3 [AMBIENTE – ENERGÍAS ALTERNATIVAS] DE EVALUACIÓN TIS.3

- Desarrollo del conocimiento
- Experimentación empresarial
- Etc.

Las energías alternativas se definen como “Energías obtenidas de fuentes distintas a las clásicas como carbón, petróleo y gas natural. Son energías alternativas la solar, eólica, geotérmica, mareomotriz y de la biomasa, que además, son energías renovables. En este sentido, si el concepto de energías clásicas o convencionales se reduce a las energías fósiles, la energía nuclear y la hidroeléctrica han de considerarse energías alternativas”.

La energía es un bien fundamental para el desarrollo económico y social de cualquier país. Disponer de ella en las cantidades requeridas, con oportunidad y al menor precio posible, es determinante para garantizar el desarrollo sostenible.

La producción eléctrica del país se apoya en tres fuentes autóctonas renovables: recursos hídricos, geotermia y viento, lo que genera las mejores tarifas eléctricas en la región centroamericana, mayor independencia energética y menor impacto ambiental, aspectos que se han convertido en beneficios tangibles para el país.

Los alcances de Costa Rica llegan hasta el punto de que el 99% de la energía eléctrica producida en el país es limpia y de fuentes renovables, como son la hidroeléctrica, eólica y geotérmica. En la zona sur algunas plantas producen electricidad a partir del metano de la biomasa y de paneles solares. Además Costa Rica tiene una producción de energía limpia per cápita tres veces mayor que el promedio de los productores de energía limpia más grandes del mundo, lo cual ubica al país en una posición de vanguardia y potenciación hacia los procesos productivos amigables con el ambiente y el uso de energías no dañinas.

### RETOS PARA EL DESARROLLO DEL TIS3

#### A. RETOS PARA LA SOSTENIBILIDAD Y LA COMPETITIVIDAD

El análisis de la situación energética nacional, pone en evidencia el fuerte crecimiento del consumo de energía, la alta dependencia de los combustibles fósiles y la necesidad de actuar sobre la demanda, para lograr un consumo más racional y eficiente en todos los sectores de la economía nacional (MINAET, Estrategia Energética 2010-2014).

Hacia el futuro, la demanda de energía en nuestro país continuará creciendo, impulsada por el desarrollo de la economía y la mejora que se espera en el nivel de ingreso y calidad de vida de la población, por lo que es necesario tomar medidas para garantizar el abastecimiento de sus necesidades con energías renovables, con menores emisiones de contaminantes al ambiente, con el menor impacto ambiental y a precios competitivos. Similar importancia tiene el compromiso adquirido por nuestro país de ser carbono neutral para el 2021, que ha abierto un nuevo espectro de oportunidades a los negocios verdes.

El consumo de energía comercial se incrementa continuamente, triplicándose en el período 1980-2009. El consumo de electricidad aumentó 4,2 veces, impulsado por un alto grado de electrificación y el incremento del consumo de los sectores residencial e industrial.

El consumo de derivados de petróleo se incrementó 2,9 veces, debido fundamentalmente al aumento del parque automotor. El crecimiento promedio del consumo de hidrocarburos en los últimos 20 años fue del 4,7% anual y el de la electricidad del 5,3% anual.

Con estas tasas de crecimiento, la demanda de electricidad se duplicará en 13 años y la de los hidrocarburos en 15 años. La dependencia de los combustibles fósiles en el país ha venido aumentando hasta alcanzar, en el 2009,





## A2– estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

el 64% de la energía comercial. La electricidad por su parte, atiende el 22% de la demanda de energía, la biomasa el 12% y el 2% otros productos energéticos.

Existe una percepción clara en Costa Rica de que el abastecimiento y uso sostenible de la energía constituyen un problema estratégico para el desarrollo del país. Sin embargo, el tema de energías en nuestro país muestra una gran contradicción: no obstante el gran potencial del país para desarrollar energías limpias, la mayor parte de la energía que consume el país proviene de combustibles fósiles. En este sentido el sector de transporte es el que presenta una mayor dependencia de los fósiles, a saber el petróleo. Hay un sentimiento nacional acerca de la necesidad de desarrollar acciones que se complementen con la directriz en política energética que se sustenta principalmente en la carbono neutralidad y en el acceso y uso sostenible y eficiente de energía.

El reto más inmediato se centra en reducir la dependencia de los combustibles fósiles, en especial del petróleo, y mejorar la eficiencia energética por medio de las energías limpias. Como país que depende de la importación de un combustible fósil y que a su vez tiene la capacidad de producir energía limpia, es fundamental iniciar acciones que provoquen un cambio en la matriz energética.

El problema parece tener que abordarse en primer lugar a partir del sector más vulnerable de esa dependencia: el sector transporte. Es urgente que Costa Rica inicie un plan de sustitución del consumo de combustibles fósiles en este sector.

Costa Rica se ha propuesto la neutralidad en emisiones de carbono y el logro de esta meta está relacionado con los cambios que se hagan en la matriz energética.

Tres cuartas partes del consumo energético proviene de hidrocarburos: este es un tema que más allá de la dependencia energética del país es un problema macroeconómico.

Como un hito relevante para el país destaca la política energética nacional a partir del año 2010, basada en producir energía limpia en forma amigable con el ambiente, disminuir la dependencia del petróleo, sustituir los combustibles fósiles, contar con un sistema eficiente de transporte, hacer más competitivas las instituciones relacionadas con el sector y promover el uso de tecnología digital para evitar el desplazamiento de las personas. También destaca el VII Plan Nacional de Energía 2015-2030 y el modelo energético de Costa Rica. Sin embargo, en ninguno de los documentos se destacan metas claras de oferta/producción y consumo/demanda de energías alternativas.

### B. CARACTERÍSTICAS POLÍTICAS, ECONÓMICAS, SOCIALES Y TECNOLÓGICAS

En Costa Rica hay una trayectoria interesante en la generación de energía por parte del sector privado, por ejemplo existe la Asociación Costarricense de Productores de Energía (Acope), compuesta por cerca de 25 generadores privados.

El país tiene algunas iniciativas privadas que destacan, por ejemplo la Cámara Nacional de Productores y Exportadores de Piña (Canapep), instancia que agrupa a unas 60 empresas y genera al año unos dos millones de toneladas de esta fruta, trabaja en conjunto con el Instituto Tecnológico para transformar los desechos vegetales de la producción de piña del país en una fuente limpia de energía.

Es importante resaltar que la Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo (CINDE), planea atraer a Costa Rica compañías de producción de energías limpias. CINDE también tiene la intención de promover el país como sitio ideal para fabricar componentes de alta tecnología para la industria limpia. Esta institución pretende dar a conocer las ventajas nacionales en Alemania y España, donde se concentra la mayoría de las compañías de energías limpias.

#### Funcionamiento del mercado eléctrico de Costa Rica.



## A2– estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

El mercado eléctrico de Costa Rica es regulado en todas sus etapas. La seguridad en el suministro es responsabilidad del ICE. Los actores tienen definidos sus derechos y obligaciones por norma. Los precios son establecidos por la Autoridad Reguladora (ARESEP).

La ley de creación del ICE le encomienda a esa institución el desarrollo racional de las fuentes productoras de energía física que la Nación posee, en especial los recursos hidráulicos.

En la distribución participan 8 actores que tienen concesiones de acuerdo a su zona geográfica de trabajo.

El ICE y su subsidiaria la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL), 2 empresas municipales y cuatro cooperativas de electrificación rural. Las municipales son la Empresa de Servicios Públicos de Heredia (ESPH), y la Junta Administrativa del Servicio Eléctrico de Cartago (JASEC). Las cooperativas son Coopeasantos, Coopelesca, Coopeguanacaste, y Coopealfaroruiz. Las leyes de las empresas municipales y cooperativas les permiten el desarrollo de proyectos de generación eléctrica tanto de naturaleza renovable como de energía convencional (proyectos térmicos).

La importante participación de energía renovable en Costa Rica obedece antes que nada a una decisión de política pública, cuya manifestación más clara se encuentra en la ley constitutiva del ICE, donde se le asigna a este como responsabilidad fundamental ante los costarricenses el encauzar el aprovechamiento de la energía hidroeléctrica. Además, se ha limitado la participación de la empresa privada en proyectos de energía renovable.

El mercado mayorista no existe en Costa Rica, y el nivel de apertura es bajo pues el sector eléctrico costarricense se basa en un modelo de mercado no competitivo con la presencia de un actor dominante en todos sus segmentos (generación, transmisión y distribución).

Prácticamente todos los precios son fijados por el ente regulador, excepto los casos conocidos como Financiamiento No Tradicional. Se considera Financiamiento No Tradicional, el utilizado en el desarrollo de los proyectos tipo BOT que se contratan con base en una licitación pública (Capítulo 2 de la Ley 7,200). También pertenecen a este grupo los proyectos desarrollados bajo el esquema de fideicomiso, en el que el ICE estructura esa figura para un proyecto que coloca títulos en el mercado financiero con base en sus flujos futuros.

Una vez construido el proyecto lo arrienda el ICE por un plazo al final de cual puede comprar el proyecto por un valor de rescate. No existe un mercado de contratos entre agentes. Incluso a nivel regional el ICE es el único agente de mercado, lo que implica que es el único actor del mercado eléctrico costarricense facultado para importar o exportar energía.

Costa Rica tiene un esquema de mercado que se sitúa entre monopolio y comprador único. No hay participación de los comercializadores o los grandes consumidores. Sus particularidades son:

- El ICE es la única empresa que puede comprar energía de otros productores (ya sean los excedentes de los productores privados o de las empresas municipales y de servicio público)
- Existe un espacio, en la ley 8345 para que las cooperativas de electrificación rural y las empresas de servicio eléctrico municipal, auto consuman y se vendan energía entre ellas a un precio regulado por la Autoridad Reguladora, pero esta venta no se ha producido hasta la fecha.
- No hay libre acceso a sistemas de Transmisión y Distribución, incluso en este último caso no existe una tarifa definida por la Autoridad Reguladora. El peaje de transmisión se aplica a las ventas efectuadas por el ICE a sus grandes consumidores (cooperativas de electrificación rural, empresas de servicio eléctrico municipal y grandes consumidores pegados a su red de alta tensión)



## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

- Los grandes consumidores no son agentes de mercado, pero por su volumen de compra tiene acceso a tarifas de alto consumo (Tarifa de Alta Tensión).
- El despacho obedece a una disponibilidad de plantas sujeta al criterio técnico del ICE
- La expansión de la red de transporte la establece el ICE.
- Los servicios complementarios los ofrece el ICE.

La actividad de generación está sujeta a diversas regulaciones, pues en Costa Rica esta actividad se considera como un servicio público (Artículo 5 de la Ley 7592). En la ley 7200 de Generación Eléctrica Autónoma o Paralela (y su reforma la Ley 7508) se establece que las empresas privadas que participen a través de ese marco legal solo pueden desarrollar proyectos renovables, de energía no convencional e hidroeléctricos de escala limitada. En este caso el incentivo previsto en esa ley para la promoción de proyectos consiste en otorgar a las empresas desarrolladoras las mismas exoneraciones que el ICE, en la importación de maquinaria y equipo para conducción de agua, así como para generar, controlar, regular, transformar y transmitir energía eléctrica.

En ausencia de un mercado competitivo, el mercado eléctrico costarricense no requiere de la figura de un administrador que coteje la oferta con la demanda y establezca las liquidaciones eléctricas.

La operación del despacho la ejerce el Centro de Control de Energía (CENCE), una dependencia administrativa del ICE, que coordina el despacho tanto con las plantas de la entidad como con las otras plantas del país.

Sus principales funciones son:

- Pronóstico de demanda en el corto plazo
- Inventario de recursos (generación y transmisión) en el corto plazo
- El establecimiento del orden de mérito del despacho de carga según la disponibilidad de las plantas y los criterios técnicos del CENCE (capacidad de regulación de voltaje y frecuencia, costos con base en la sustitución futura de térmico).
- Comercialización de los excedentes del SEN en el mercado regional.
- La coordinación de la operación de centrales generadoras, líneas de transporte e interconexiones internacionales
- La maximización de la seguridad del SEN, garantizando el suministro y el abastecimiento de energía eléctrica.

### **Trámites y permisos requeridos para el otorgamiento de permisos de instalación de plantas de generación.**

En Costa Rica para la implantación de proyectos de energía renovable se debe fundar la compañía proyecto, la misma se debe registrar ante el Ministerio de Hacienda y cumplir con los porcentajes de mínimo capital social perteneciente a costarricenses (35 %).

Existe un trámite optativo que es la definición de no conflicto, es decir, que el ICE manifiesta que el proyecto

Propuesto no presenta conflicto con ningún proyecto del ICE ni de terceros. Para esto el interesado debe presentar un perfil indicando coordenadas y elevaciones de las principales obras, así como los nombre de los ríos que se pretende usar. De no haber conflicto el interesado presentara un estudio de pre factibilidad ante el ICE con el propósito de obtener la declaratoria de elegibilidad.



## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

Se debe elaborar un perfil ambiental para ser sometido a la SETENA, institución que proporcionará el alcance del estudio de impacto ambiental (EIA). Una vez realizado el EIA deberá ser sometido a la SETENA para su análisis, la cual normalmente hace solicitud de aclaraciones y ampliaciones antes de aprobarlo o rechazarlo. Con la aprobación se define al profesional responsable ambiental (regente) y se obtiene la viabilidad ambiental.

Optativamente se puede solicitar la declaratoria de interés público ante el MINAET que es importante ya que esto facilita algunos trámites.

Paralelamente al EIA se realiza el estudio de factibilidad donde se definen las principales variables del proyecto y se hace diseños funcionales del proyecto, el estudio de factibilidad debe ser aprobado por el ICE como requisito previo a la firma del contrato de compra venta de energía, además se debe acceder las tierras necesarias para la implementación del proyecto.

Con la factibilidad y el estudio de impacto ambiental aprobados, en caso de ser un proyecto hidroeléctrico, se solicita una concesión de fuerza hidráulica en el Departamento de Aguas del MINAET.

Posteriormente se debe obtener de la ARESEP la concesión de servicio público de generación.

Para la negociación y firma del contrato de compra venta de energía se debe contar, por lo menos, con la viabilidad ambiental aprobada por SETENA, el estudio de factibilidad aprobado por el ICE (esto incluye la definición del sitio de interconexión), la concesión de generación aprobada por ARESEP, la concesión de fuerza hidráulica aprobada por MINAET, si aplica, la garantía ambiental del 4% del valor del proyecto obra durante construcción y la propuesta de financiamiento.

En el caso de que el promotor no desee usar la tarifa de la industria eléctrica definida por la ARESEP para los contratos de compra venta de energía eléctrica del capítulo 1 de la ley 7200, debe solicitar una tarifa basada en el principio de servicio al costo al ente regulador antes de firmar el contrato respectivo.

Finalmente el contrato debe ser refrendado por el ente regulador. A partir de la firma del contrato se debe certificar anualmente la composición societaria de la compañía ante el ICE durante toda la vida del contrato. El detalle de los requisitos en cada caso se puede ver en el reglamento a la ley 720038

Antes de la entrada en operación el ICE debe aprobar la interconexión y puesta en operación, se deben obtener permisos municipales y del Ministerio de Salud, además de presentar una garantía ambiental del 1% del valor del proyecto durante operación.

### **COSTOS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA:**

En el contexto costarricense las tendencias observadas son:

- En general la generación renovable en el rango de 0-10 MW tendería a ser competitiva con la generación térmica, aun cuando las escalas de planta tipo, haya sido seleccionada en el orden de los 5 MW para escalas pequeñas renovables y las térmicas sean considerablemente mayores.
- La energía geotérmica tiende a ser competitiva en costos aun cuando para efectos de simulación no se ha considerado costo asociado por prospección del recurso en el subsuelo, lo que podría variar su resultado.
- La generación hidroeléctrica presenta rangos de costos de generación amplios, tomando en cuenta el efecto que pueden tener condiciones específicas de sitio en el desarrollo de proyecto debido al potencial factor de planta que puede ser alcanzado, tomando en cuenta que la mayoría de planta de pequeña escala serán del tipo de filo de aguas o serán planta de piqueo para alimentar de potencia y energía en horas críticas a la red eléctrica local.



## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

La generación con biomasa en general parece ser fuertemente afectada en su costo de generación por la duración de la zafra cañera tendiendo a ser más costo efectiva a mayor duración de esta, por lo que en Costa Rica que solo tiene una zafra de 4 meses los proyectos podrían tener costos de generación en el rango alto de lo mostrado.

- La energía eólica presenta costos de generación tendencialmente más altos, lo que puede ser explicado por economías de escala debido a que aun cuando esta tecnología está disponible modularmente en escalas de entre 0-3 MW, generalmente el desarrollo de fincas de molinos de vientos tiende a integrar capacidades instaladas en el rango de 20- 50 MW, lo que podría tener un impacto en los costos de generación estimados como tendencias.
- Pareciera que aun cuando las distintas tecnologías renovables en la escala considerada son competitivas, la generación hidro y con biomasa son claramente habilitantes cuando las condiciones de sitio las hacen entregar costos en los márgenes inferiores de las estimaciones realizadas.

### Precios de la energía eléctrica en Costa Rica

Las tarifas eléctricas en sus distintas componentes son fijadas por la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP). El ente regulador es responsable en el sector eléctrico entre otras responsabilidades de regular y fijar:

1. Las tarifas de generación eléctrica tanto para la generación de ICE Generación, la generación privada que vende energía al ICE (como comprador único en el país), excepto los casos conocidos como Financiamiento No Tradicional. Se considera Financiamiento No Tradicional, el utilizado en el desarrollo de los proyectos tipo BOT que se contratan con base en una licitación pública (Capítulo 2 de la Ley 7,200). También pertenecen a este grupo los proyectos desarrollados bajo el esquema de fideicomiso, en el que el ICE estructura esa figura para un proyecto que coloca títulos en el mercado financiero con base en sus flujos futuros. Una vez construido el proyecto lo arrienda el ICE por un plazo al final de cual puede comprar el proyecto por un valor de rescate.
2. Las tarifas de servicio de transmisión y distribución de energía eléctrica.
3. Las tarifas a los usuarios finales en sus distintas categorías para cada una de las empresas de distribución que existen en el país.
4. La tarifa de generación de las distribuidoras municipales y cooperativas que tienen activos de generación si está regulada por la ARESEP. Es el ente regulador el que aprueba los gastos por generación para autoconsumo que estas empresas desean que se les reconozca como parte los costos que serán cobrados a los usuarios finales de energía, y es ARESEP la que aprueba la tarifa de generación para distribución, que es el valor al que las distribuidoras pueden entregar su energía al ICE o entre ellas.

Una vez establecida ARESEP, y de acuerdo a la Ley #7593, las tarifas se deben basar en el principio del servicio al costo, definido como el “principio que determina la forma de fijar las tarifas y los precios de los servicios públicos, de manera que contemplen únicamente los costos necesarios para prestar el servicio, que permitan una retribución competitiva y garanticen el adecuado desarrollo de la actividad”.

El principio de servicio al costo es implementado para los generadores en donde se detectan esquemas específicos para generadores privados así como para el mismo ICE, y para cada una de las empresas distribuidoras (ICE, CNFL, las cooperativas y las empresas de servicios públicos municipales).

### Precios pagados a los generadores

El modelo del sector eléctrico en Costa Rica presenta la figura de comprador único y por lo tanto cualquier generador debe entrar en relaciones contractuales con ICE. De tal manera al no existir la operación del mercado mayorista tampoco existe un mercado de ocasión y por tanto este tema no aplica a este estudio en el caso



## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

costarricense. ARESEP al regular la generación debe articular su regulación alrededor del mismo principio de suministro al costo.

### C. FUERZAS Y DEBILIDADES PARA ESTABLECER ONBTS

#### Potencial de las energías alternativas en Costa Rica

- Energía eólica: el ICE estimó un potencial teórico de 14 000 MW pero por razones diversas, solo 600 MW serían aprovechables.

El mayor potencial se ha detectado en la Cordillera Volcánica de Guanacaste y prueba de ello es que ya existen en operación tres plantas eólicas privadas y una del ICE en el sector de Tejona en Tilarán, con lo que ya se ha aprovechado alrededor de un 11% de ese potencial. Sin embargo, es importante que se realicen estudios para identificar el potencial de generación de electricidad por medio de la denominada energía eólica offshore, que se produce dentro del mar o la energía mareomotriz que es generada por las olas y corrientes marinas.

- Energía solar: Se ha estimado un potencial teórico de 10 000 MW. El problema es el elevado costo que aún tienen las celdas fotovoltaicas; no obstante, ya se encuentran en operación desde 2005, un total de 160 sistemas por parte de COOPEGUANACASTE R.L. y 1 255 del ICE que cubren 184 comunidades y con grandes potenciales de uso en reservas indígenas, parques nacionales, puestos fronterizos y otros. Debe aprovecharse ese potencial según los usos requeridos y las modalidades, fotovoltaica o con concentradores.

- Geotermia: Ocupa el segundo lugar como fuente generadora de electricidad en el país. Se ha estimado un potencial teórico de 900 MW especialmente en las cordilleras volcánicas de Guanacaste y Central. Actualmente se ha explotado un total de 163 MW (18,1% del potencial), prácticamente concentrados en el campo geotérmico Miravalles con dos plantas del ICE y una en COT (en inglés BOT). A estas se unen las unidades de Boca de Pozo que generan 5 MW y una unidad binaria de 19,8 MW que entró en funciones en enero de 2004. Existen otros potenciales proyectos prioritarios en este campo que se ubicarían en el volcán Tenorio (79 MW) y La Fortuna de San Carlos (61 MW).

- Biomasa: Presenta una tendencia poco clara en virtud de malas técnicas de manejo de este recurso, a la vez, con una reducción de ciertos usos de la leña. A pesar de que se cuenta con estudios de potencial desde hace casi dos décadas, los cuales estimaban el potencial en 327 688 TJ, en 2004 se aprovechó apenas el 3,7%.

- Bioetanol: Surge como una fuente interesante para reducir las importaciones de gasolinas. En este campo, el país posee la experiencia de más de veinte años de producción y exportaciones basadas en la industria azucarera, por lo que existe la capacidad instalada y la experiencia nacional. Hay 52 mil hectáreas sembradas de caña, ubicadas en el Pacífico Seco, la Zona Norte, Zona Sur y Valle Central, con posibilidad de expansión de las áreas de siembra.

Actualmente, se está distribuyendo este biocombustible en las regiones Chorotega y Pacífico Central con grandes posibilidades de ampliar su cobertura. La industria cuenta incluso con una planta deshidratadora y un puerto especial en Punta Morales.

- Biodiésel: Combustible alternativo para el transporte público o de carga especialmente, ya que puede utilizarse sin mayores modificaciones a los motores. Se produce a partir de aceites vegetales o grasas animales, inclusive de baja calidad. Los litros de aceite que se obtienen por hectárea, dependerán del cultivo que da origen al aceite vegetal. En las regiones de producción del Pacífico Sur y Pacífico Central, se concentra el 65% y el 33% de la superficie total dedicada al cultivo de la palma aceitera, respectivamente.

Según estimaciones realizadas por la Comisión de Biodiésel, la demanda de este energético para un programa de alcance nacional que adicione un 5% de este energético al diésel fósil, en el período 2006-2018, requeriría un



## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

abastecimiento de 50 a 80 millones de litros anuales. El área requerida para suplir esa demanda de biodiésel estaría entre 9 y 14 mil hectáreas.

Costa Rica goza de condiciones y recursos que hacen favorable la perspectiva de producción de biocombustibles en el futuro mediano y en el largo plazo, como el desarrollo actual de la industria de la palma aceitera y la disponibilidad de hectáreas cultivables. Además se cuenta con climas aptos para el cultivo, conocimiento y experiencia en agroindustria, la capacidad de aumentar la superficie de siembra y la existencia de compañías en producción.

### **Generación distribuida:**

La forma tradicional de lograr el abastecimiento energético ha sido mediante la instalación de grandes centrales eléctricas con la consiguiente concentración de impactos ambientales y sociales. Actualmente se presenta como una alternativa a ese desarrollo la instalación de pequeños sistemas de generación eléctrica en los mismos sitios donde se consume la energía. Estos sistemas pueden aprovechar las fuentes disponibles en esos sitios. Tal es el caso de los paneles fotovoltaicos que se pueden instalar en las viviendas o edificios en general de todos los sectores. Pero también existen otras fuentes que pueden ser aprovechadas, como la biomasa o la energía eólica. Este nuevo concepto es conocido como *generación distribuida*.

El concepto de generación distribuida implica que se debe hacer una conexión con la red de servicio público de manera tal que se pueda sustituir parte de la energía que normalmente se tomaría de dicha red. Cuando un consumidor instala un sistema de generación distribuida generará parte de su consumo y otra parte la consumirá de la red, este concepto es llamado *generación para autoconsumo* o simplemente *autoconsumo* y tiene el efecto de reducir solo la demanda del consumidor que instaló el sistema de generación distribuida. También es común que no siempre coincide el momento del consumo con el de la generación, por lo cual es posible que parte de la energía generada se inyecte a la red pública, esto produce un efecto adicional de reducir también la generación en las grandes centrales eléctricas del servicio público.

Lo común es que esta energía inyectada a la red se mida con el objeto de descontarla de la facturación que se le hace a ese consumidor mensualmente, de manera que solo tenga que pagar la energía neta consumida. A este concepto se le llama *generación de electricidad para autoconsumo sin venta de excedentes*, pero para efectos de este documento se le denominará con el término *generación neta sencilla*.

Por último, también es posible que la producción de energía sea superior al consumo, por lo que en el cierre mensual se presentaría un excedente. En tal caso la facturación se hace cero y se tendría que establecer si el excedente es comprado por la empresa distribuidora, en cuyo caso se le llamaría *generación de electricidad para autoconsumo con venta de excedentes*, que en este documento se indicará como *generación neta compuesta*.

En Costa Rica el desarrollo de la generación distribuida es todavía incipiente. Con el fin de estudiar el efecto sobre las redes de distribución y contar con bases para el posterior diseño de programas de desarrollo de la actividad, el ICE inició en octubre de 2010 un proyecto piloto donde se recibieron 366 solicitudes, para una potencia total de 11 274 kW, de los cuales 6 759 kW son solares, 4 500 kW son de biomasa y el resto es eólico e hidroeléctrico.

Los resultados de esta prueba todavía están siendo evaluados; sin embargo, se ha producido una gran expectativa a nivel nacional con los posibles beneficios e impactos de esta alternativa.

Hasta el 2015 existió incertidumbre sobre si considerar la generación neta sencilla como servicio público o no; sin embargo, un reciente dictamen de la Procuraduría General de la República (PGR), estableció que dicha actividad no es servicio público, por lo que no requiere concesión. A partir del pronunciamiento existe claridad para poder reglamentar la actividad a efectos de que pueda darse una interconexión con la red pública. Por otra parte, la



## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

generación neta compuesta sí es considerada como servicio público, por lo cual requerirá de una concesión. Lo deseable, en ambos casos, es que se establezcan procedimientos simplificados para otorgar tales requisitos.

A efectos de regular algunos aspectos de la generación distribuida, la ARESEP publicó la norma técnica AR-NT-Planeación, Operación y Acceso al Sistema Eléctrico Nacional (POASEN) (Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, 2014); sin embargo, se requiere ajustar los aspectos relativos a la generación neta sencilla en dicha norma, de manera que sean consecuentes con el dictamen de la PGR.

Por último, durante el proceso de diálogo, algunos sectores señalaron la necesidad de que se establezca un marco legal específico para regular esta actividad, sobre todo en lo que atañe a la generación neta compuesta pues, de acuerdo con el dictamen de la PGR, este tipo de generación distribuida solo podría ser realizado actualmente en el esquema de la Ley No 7200, con lo cual solo el ICE o la CNFL podría comprar tales excedentes.

### D. ANÁLISIS DE DEFICIENCIAS

La generación distribuida ha sufrido retrocesos en otros países por el inadecuado diseño del esquema de negocios.

Los desafíos en este tema son los siguientes:

- Determinar su impacto en las empresas eléctricas,
- Planificar adecuadamente el esquema de desarrollo de esta actividad.
- Determinar la viabilidad de la generación distribuida para la generación neta sencilla y la compuesta, considerando los efectos ambientales y sociales.

La generación neta sencilla no es servicio público, por lo que no requiere concesión,

- No hay una normativa que regule los requisitos de esta actividad de la generación neta sencilla,
- La generación neta compuesta es considerada como servicio público por lo cual requerirá de una concesión.
- Actualmente la generación neta compuesta, solo podría ser realizada en el esquema de la Ley No 7200.
- Se requiere un marco legal específico para regular esta actividad.

En este tema es necesario:

- Reglamentar la generación neta sencilla a efectos de que pueda darse la conexión con la red,
- Simplificar los procedimientos para otorgar las concesiones por parte del MINAE para la generación neta compuesta.
- Establecer un marco regulatorio para la generación distribuida para la generación neta compuesta.

El sector eléctrico costarricense no posee una Ley General de Electricidad que establezca los fundamentos generales en esta materia para todos los actores del sector. En su lugar existe un buen número de leyes para actores particulares que interactúan según los principios de cada legislación. Para lograr un comportamiento sectorial es necesario efectuar una aplicación sistémica de los diversos cuerpos normativos.

La participación del sector privado en el negocio de generación se ha visto muy limitada por la poca claridad en los aspectos regulatorios, sobre todo en lo relativo a las concesiones de agua, y los mecanismos de fijación de tarifas. Las preocupaciones ambientales con respecto a la instalación de centrales hidroeléctricas es una barrera





## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

identificada por la banca costarricense, requiriéndose de los grupos desarrolladores capacidad y compromiso en la gestión del tema ambiental desde las etapas tempranas del desarrollo del proyecto, durante el periodo de construcción, e inclusive durante la etapa de operación.

Se requiere una estrategia de transición u hoja de ruta para la diversificación de la matriz de combustibles hacia energías alternativas a los derivados del petróleo. En esa dirección, el país necesita establecer metas ambiciosas o puntos de llegada con un sustento técnico robusto. Sería inconsistente establecer esas metas sin el conocimiento suficiente y sin incluir los combustibles fósiles como componentes primarios en esa transición. Esta estrategia requiere un marco legal y normativo que no impida el desarrollo de inversiones tendientes a incorporar combustibles alternativos a la matriz energética, conforme existan las condiciones nacionales o la evolución de la tecnología a nivel internacional.

A pesar de que existen experiencias positivas en el uso del gas licuado de petróleo, no se ha aprovechado al máximo este potencial como una alternativa para reducir las emisiones de dióxido de carbono y como un paso intermedio hacia la adopción de tecnologías más limpias. Actualmente no se han definido los requisitos técnicos para los vehículos que utilizan este combustible ni se les han establecido límites de control de emisiones diferenciados. Además, existen dudas sobre la pérdida de potencia de los vehículos gasolina convertidos a GLP o Gas Natural Comprimido (GNC), así como la aceptación cultural a la incorporación de estas tecnologías en la flota vehicular.

### VISIÓN GENERAL DE LOS ACTORES, REDES Y CONDICIONES MARCO

#### A. VISIÓN GENERAL DE LAS CONDICIONES MARCO

El sector eléctrico costarricense se caracteriza por la presencia de un actor estatal dominante, el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). En 1990, varios años antes de que se iniciaran las reformas del sector eléctrico en los demás países de Centroamérica, se promulgó la Ley 7200 que permitió la participación del sector privado en la generación eléctrica a base de fuentes renovables. Sin embargo, el alcance de esta legislación fue muy reducido. En un inicio, limitó la participación privada a una proporción no mayor del 15% de la potencia del sistema eléctrico nacional. Además esa ley estableció un límite de 20 MW a las plantas privadas.

Mediante la Ley 7508, que reformó en 1995 la Ley 7200, se amplió el espacio a la iniciativa privada, permitiendo su participación en proyectos de hasta 50 MW, bajo la modalidad de BOT, y nuevamente circunscribiendo su ámbito de participación a la energía renovable.

A esta nueva modalidad se le impuso también un límite de 15% de la potencia del sistema eléctrico nacional. Aunque en teoría el sector privado podría representar hasta un 30% de la capacidad instalada total, diferentes obstáculos de índole legal han limitado su participación. En la actualidad la generación privada no sobrepasa el 21%.

En el año 2000 se aprobó una ley que pretendía una reforma integral del sector. Sin embargo, su aprobación generó fuertes protestas populares que forzaron el retiro de la iniciativa.

A pesar de la rigidez del marco regulatorio, el país ha alcanzado un nivel de cobertura eléctrica superior al 99%, ha logrado incrementar la capacidad instalada y ha logrado mantener una proporción alta de generación a base de fuentes renovables. La energía geotérmica y eólica forman parte de la matriz de generación desde los años 90.

Hoy en día el país cuenta con 66 centrales eléctricas, con una capacidad total de 2,446 MW. 29 centrales son de propiedad estatal, 2 son de propiedad municipal, 2 de propiedad cooperativa y 33 de propiedad privada. Las cooperativas y municipales representan en conjunto un 3.6% de la capacidad instalada total, mientras que las



## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

privadas representan un 23.2%. Las plantas a base de fuentes renovables representan un 72.7% de la capacidad instalada.

El Sistema de Transmisión está conformado por 1,810 km de líneas a dos niveles de voltaje: 230 y 138 kV. En la transmisión de electricidad participa únicamente el ICE.

La función de comercialización en Costa Rica no se separa de la de distribución. No hay tampoco grandes consumidores actuando como agentes de mercado.

Al ICE le corresponde elaborar las proyecciones de demanda y los Planes de Expansión de la Generación

(PEG). Al MINAET<sup>27</sup> le corresponde avalarlos. El PEG vigente, (2007 a 2021) proyecta un incremento anual en la demanda del orden del 5.62%.

La expansión de generación posee la configuración de una serie de plantas térmicas y renovables que estarían supliendo la energía requerida por el sistema eléctrico.

Para los próximos 3 años existe una fuerte participación térmica, y luego se da paso una serie de proyectos hidroeléctricos y renovables. Para el año 2021 se proyecta aumentar la capacidad instalada en 1,943 MW, lo que implica un incremento del 79% con relación a la capacidad registrada a finales del 2008. El crecimiento anual en capacidad sería de 2.82%.

### **Marco normativo, regulatorio e institucional del sector eléctrico.**

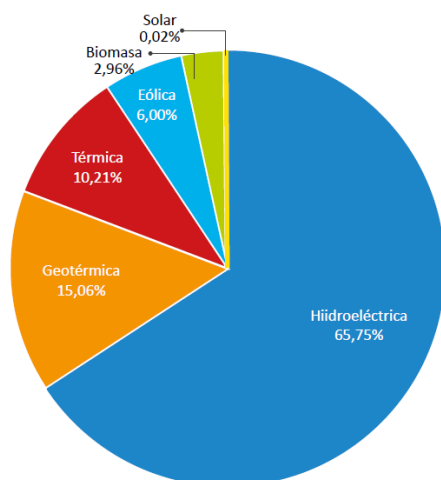
El marco legal con el cual se rige el subsector eléctrico se basa en la siguiente normativa.

- Ley N° 449: Ley de Creación del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), de abril de 1949.
- Ley N° 7593: Ley de Creación de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, de agosto de 1996.
- Decreto Ejecutivo # 25903- MINAE-MOPT, Reglamento a la Ley N° 7593: Reglamentación del poder ejecutivo a la ley de la Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos, febrero 1997.
- Ley N° 7200: Ley de Generación Autónoma o Paralela, octubre 1990. Reformada por Ley N° 7508, de mayo de 1995.
- Reglamento a la Ley No 7,200. Reglamento del Poder Ejecutivo a la Ley de Generación Autónoma o Paralela, abril 1991.
- Ley 8345: Participación de las Cooperativas de Electrificación Rural y de las Empresas de Servicios Públicos Municipales en el Desarrollo Nacional, marzo 2003.
- Ley 7152: Ley Orgánica del Ministerio del Ambiente y Energía y Telecomunicaciones, junio 1990.
- Ley 8723 Ley Marco de Concesión para el Aprovechamiento de las Fuerzas Hidráulicas para la Generación Hidroeléctrica, mayo 2009.
- Ley 5961: Declara interés público Recursos Geotérmicos, diciembre 1976.



## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

## Costa Rica: estructura de la matriz de generación eléctrica del 2014.



Fuente: Dirección Sectorial de Energía a partir de datos de la matriz del Balance Energético Nacional 2014 (Dirección Sectorial de Energía, 2014).

**Energías Renovables No Convencionales (ERNC)**

Las energías renovables no convencionales representan una oportunidad para la diversificación de la matriz energética, que permitirá reducir las necesidades de desarrollo de las fuentes convencionales. Actualmente existen diferentes grados de utilización y de conocimiento acerca de estas fuentes, por lo que se requiere planificar de manera integral su desarrollo.

En el caso de la biomasa, esta es una de las que se ha estado utilizando en mayor medida. Durante el 2014, el 2 % de la electricidad del servicio público se generó mediante esta fuente, sumando, además, lo generado para autoconsumo, este valor llegó al 3 %4. Sin embargo, de acuerdo con el estudio más reciente, el potencial de generación eléctrica de la biomasa se estimó en alrededor de 600 MW (Dirección Sectorial de Energía, 2007), sin que esto signifique que se haya determinado la factibilidad económica de dicho potencial, lo cual resta por realizar. En el Plan de Expansión de la Generación se indica que el potencial de biomasa identificado (proyectos identificados) es de 122 MW.

La tarifa actual para generación con bagazo no ha resultado suficientemente atractiva para que se desarrolle todo el potencial de esta fuente. Hay que considerar que la biomasa proviene de residuos de otras actividades económicas, por lo que su desarrollo depende de las empresas que realizan tales actividades. La energía que se compra actualmente por parte del ICE proviene del bagazo de caña aprovechado por los ingenios azucareros, lo cual tiene la ventaja de que está disponible durante la estación seca, ayudando así a evitar parcialmente la generación con derivados de petróleo.

Para otras fuentes de biomasa diferentes al bagazo existe una metodología tarifaria, pero esta no es exhaustiva en cuanto a las tecnologías disponibles en el mercado para ese propósito.

Otra fuente que podría ser aprovechada es la energía contenida en los residuos sólidos municipales, los cuales pueden ser procesados mediante tecnologías limpias para su tratamiento y disposición final, teniendo como subproducto la generación eléctrica; sin embargo, el país no cuenta actualmente con una metodología tarifaria para este tipo de generación.



This project is funded by  
the European Union



ELAN

## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

En el caso de la energía solar, esta fuente se ha estado desarrollando mediante la instalación de paneles fotovoltaicos por diferentes mecanismos. El de mayor trayectoria ha sido la electrificación en zonas aisladas realizado por el ICE y Coopeguanacaste R.L. Posteriormente se han instalado también centrales solares conectadas a la red y, por último, se ha dado la generación distribuida que propicia la instalación de paneles interconectados a la red en las instalaciones de los consumidores.

La potencia total instalada al año 2015, considerando estos tres mecanismos, es de 8,4 MW. En el Plan de Expansión de la Generación Eléctrica 2014-2035 se indica que el potencial identificado para la fuente solar es de 120 MW.

Una de las características de la energía solar y de la eólica es que pueden sufrir considerables variaciones en periodos muy cortos de tiempo debido a la falta de sol o de viento. En el caso de la fuente solar, una desventaja adicional es que no está presente durante la noche. Por tales razones, a estas fuentes se les ha denominado como fuentes variables e intermitentes. Esta característica requiere que el sistema eléctrico cuente con capacidad de respaldo adicional para garantizar el suministro de energía en todo momento, en la medida en que se incorpore mayor cantidad de ese tipo de fuentes. Por lo tanto, se presentarán límites para su incorporación, los cuales estarán dados por el equilibrio entre costos y beneficios.

La geotérmica es la energía disponible a partir del calor de la tierra y se clasifica de acuerdo con la temperatura que alcanzan los fluidos utilizados para su extracción en alta, mediana y baja entalpía. En Costa Rica solo ha sido aprovechada la geotermia de alta entalpía y media entalpía, cuyo potencial se encuentra en las zonas cercanas a los volcanes, y dado que estos han sido constituidos como parques nacionales, existe una imposibilidad para explotar parte de ese potencial. Sin embargo, la geotermia de baja entalpía podría estar disponible en otros territorios del país, pero se requiere un marco regulatorio con el fin de permitir su explotación ya que actualmente solo el ICE está habilitado para eso según la Ley de geotermia (Ley No 5961, 1976).

### B. VISIÓN GENERAL DE LOS ACTORES DE I+I

#### GENERACIÓN ELÉCTRICA:

El sector eléctrico costarricense se caracteriza por la presencia de un actor estatal dominante, el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). En 1990 se promulgó la Ley 7200 que permitió la participación del sector privado en la generación eléctrica a base de fuentes renovables.

El sistema de distribución opera en tensiones iguales o menores a 34.5 kV. En la distribución participan mayoritariamente el ICE y su subsidiaria la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (CNFL), responsables en 2007 de un 79.5% de las ventas de energía.

A las 2 empresas municipales ESPH y JASEC les correspondieron en ese mismo año un 11.6% de energía vendida. A las 4 cooperativas de electrificación rural (Coopelesca, Coopeguanagaste, Coopesantos y Coope-Alfaro Ruiz) les correspondieron el restante 9%. Si bien en términos porcentuales el papel de estas cooperativas es reducido, han tenido un impacto muy importante en lograr un alto grado de electrificación en la zona rural.

El MINAET es el órgano del Estado responsable de formular y coordinar las políticas, planes de Estado, y programas relativos al subsector eléctrico. Asimismo le corresponde atender lo relativo al sector ambiental, hídrico, hidrocarburos, minas y telecomunicaciones. Sus principales funciones son:

- Formular, planificar y ejecutar las políticas de recursos naturales, energéticas, mineras y de protección ambiental del Gobierno de la Republica, así como la dirección, el control, la fiscalización, la promoción y el desarrollo en los campos mencionados.



## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

Asimismo, deberá realizar y supervisar las investigaciones, las exploraciones técnicas y los estudios económicos de los recursos del sector.

- Fomentar el desarrollo de los recursos naturales, energéticos y mineros.
- Promover y administrar la legislación sobre conservación y uso racional de los recursos naturales, a efecto de obtener un desarrollo sostenido de ellos, y velar por su cumplimiento.
- Dictar, mediante decreto ejecutivo, normas y regulaciones, con carácter obligatorio, relativas al uso racional y a la protección de los recursos naturales, la energía y las minas.
- Promover la investigación científica y tecnológica relacionada con las materias de su competencia, en coordinación con el Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Promover y administrar la legislación sobre exploración, explotación, distribución, protección, manejo y procesamiento de los recursos naturales relacionados con el área de su competencia, y velar por su cumplimiento.
- Tramitar y otorgar los permisos y concesiones referentes a la materia de su competencia.
- Propiciar, conforme con la legislación vigente, la suscripción de tratados, convenios y acuerdos internacionales, así como representar al Gobierno de la República en los actos de su competencia, de carácter nacional e internacional. Todo lo anterior en coordinación con el Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto.
- Fomentar y desarrollar programas de formación ambiental en todos los niveles educativos y hacia el público en general.
- Realizar inventarios de los recursos naturales con que cuenta el país.
- Asesorar a instituciones públicas y privadas en relación con la planificación ambiental y el desarrollo de áreas naturales.
- Las demás que le asigne el ordenamiento jurídico.

La Autoridad Reguladora de los Servicios Públicos (ARESEP) es el ente regulador del sector eléctrico. Regula todos los segmentos desde generación hasta distribución, y establece los precios, peajes y tarifas correspondientes con la excepción antes mencionada de los financiamientos no tradicionales.

También regula otros servicios públicos como el agua, el transporte remunerado de personas, los hidrocarburos, puertos y aeropuertos y otros. La función principal que se le encomienda es la fijación de precios y tarifas; así como velar por el cumplimiento de las normas de calidad, cantidad, confiabilidad, continuidad, oportunidad y prestación óptima de los siguientes servicios públicos.

En el cumplimiento de sus funciones, debe observar los siguientes objetivos fundamentales:

- Armonizar los intereses de los consumidores, usuarios y prestatarios de los servicios públicos.
- Procurar el equilibrio entre las necesidades de los usuarios y los intereses de los prestatarios de los servicios públicos.
- Asegurar que los servicios públicos se brinden de conformidad con el concepto de servicio al costo.
- Coadyuvar con los entes del Estado, competentes en la protección del ambiente, cuando se trate de la prestación de los servicios regulados o del otorgamiento de concesiones.



## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

- Ejercer, conforme lo dispuesto en esta ley, la regulación de los servicios públicos definidos en ella.



### Situación energías relativas a derivados del petróleo e incorporación de energías alternativas a la matriz energética:

#### - El abastecimiento de combustibles derivados de petróleo

Los derivados de petróleo constituyen la principal fuente energética en Costa Rica. Representan un 66 % del consumo total, por lo que asegurar su abastecimiento en condiciones competitivas es un objetivo primordial para el país.

El Estado costarricense posee el monopolio de la importación, refinación y distribución al mayoreo de petróleo crudo y sus derivados para satisfacer la demanda nacional. La empresa pública encargada de administrar esas competencias es la Refinadora Costarricense de Petróleo S.A. (RECOPE).

#### Incorporación de energías alternativas a la matriz energética

El país no ha logrado consolidar una estrategia para la articulación de la política social, productiva, ambiental y energética relacionada con las energías alternativas que permitan el desarrollo de una economía baja en emisiones y la reducción de la dependencia de los derivados del petróleo. En el caso de los biocombustibles, han sido múltiples los esfuerzos para que sean incorporados a la matriz energética nacional; sin embargo, hasta el momento los mayores avances se han reflejado en proyectos de investigación y desarrollo, tanto en el ámbito público como en el privado. La principal barrera para la mezcla de etanol y biodiésel en las mezclas finales de combustibles radica en la ausencia de una estrategia pública y privada que involucre a todos los actores del sector. El sector privado es el que tiene la capacidad de producción mientras que el Estado, por medio de RECOPE, es el encargado de realizar estas mezclas. Para el biodiésel existen al menos diez iniciativas privadas dedicadas a su fabricación. El combustible producido se destina mayormente al auto-consumo y a ventas al por menor. La producción total de este combustible en 2014 fue de aproximadamente 3 193 165 litros. Para el caso del etanol, la Liga Agrícola Industrial de la Caña (LAICA) es el principal productor que, en 2014, produjo 88 000 000 litros, de los cuales el 84 % fue destinado a la exportación.



## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

La producción de biocombustibles aún no cuenta con el respaldo jurídico suficiente que permita su incorporación de manera más activa en la matriz energética nacional. Para avanzar en este camino, el país necesita clarificar las condiciones de la flota vehicular para establecer los parámetros de mezclas, así como los aspectos de producción y logística que aseguren la disponibilidad de materia prima y condiciones económicas favorables para los productores; para ello, se requiere de un marco legal que defina las actividades en el sector. En la actualidad se encuentran en la Asamblea Legislativa

La meta de biocombustibles del Plan Nacional de Desarrollo (2014-2018) se transformó de un 5 % de etanol en las ventas de gasolinas, a un concepto más amplio que busca incorporar un 5 % de sustitución por combustibles producidos con fuentes renovables en el total de los combustibles utilizados en el país.

Un combustible que se perfila con una participación importante en el futuro es el gas licuado de petróleo, el cual ha tenido un crecimiento en su consumo en los últimos años, tanto para el sector transporte como para el sector industrial. El MINAE, junto con INTECO y otros sectores, han trabajado en la normativa técnica para garantizar la seguridad de los cilindros portátiles y sus instalaciones, estas normas serán establecidas por decreto. Adicionalmente se está desarrollando la normativa técnica para la conversión de vehículos convencionales para que realicen la combustión con GLP.

El gas natural representa otra posibilidad para la diversificación de la matriz energética. Estudios recientes<sup>6</sup> señalaron que la introducción de este combustible en países importadores requiere de volúmenes de consumo importantes, que en el caso de Costa Rica se lograría incorporando el gas natural en la matriz eléctrica. Sin embargo, el modelo de generación que ha decidido el país se basa en fuentes limpias y renovables, recurriendo a la generación térmica ocasionalmente.

De acuerdo con la opinión jurídica de la procuradora general de la República OJ-017-2014, del 11 de febrero del 2014, el gas natural no pertenece al monopolio de RECOPE, por lo que se debe establecer la normativa para su calidad y manejo en caso de existir interés por parte de iniciativas privadas de distribuirlo y comercializarlo en el país.

Existe una tendencia mundial por incorporar fuentes de energía cada vez más limpias. Con el propósito de promover el hidrógeno como combustible alternativo a la matriz energética nacional, desde el 2011 se han firmado tres convenios entre RECOPE S.A y la empresa Ad Astra Rocket con el objetivo de desarrollar un sistema experimental de almacenamiento de hidrógeno para múltiples aplicaciones en la industria de la energía renovable. La primera fase abarcó el estudio de factibilidad, la segunda la implementación de un sistema experimental para la producción, la compresión y el almacenamiento de hidrógeno gaseoso y una tercera que consistió en la operación y caracterización de la planta experimental y evaluación de los requerimientos para la realización de las siguientes mejoras al proyecto.

El 15 de diciembre, del 2014, la Contraloría General de la República publicó el dictamen DFOE-AE-IF-17-2014 en el cual solicita a RECOPE plantear una consulta a la Procuraduría General de la República para determinar si la empresa posee competencias para la investigación y desarrollo (I+D) y producción de biocombustibles como etanol y biodiésel. Como existía duda jurídica sobre las competencias de RECOPE para promover este tipo de energías alternativas se deduce que existe el mismo vacío jurídico en materia de hidrógeno, razón por la cual no se ha renovado el convenio para continuar con la investigación y desarrollo en este tema, así confirmado por el Criterio Técnico Jurídico C-063-2015 de la Procuraduría General de la República.



## A2– estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

### C. VISIÓN GENERAL DE LOS ESQUEMAS, PROGRAMAS E INSTRUMENTOS FINANCIEROS DE I+I

El sistema bancario costarricense presenta un alto grado de concentración. Los tres bancos más grandes

Representan el 57.4% de los activos totales del sistema bancario. Los dos bancos más grandes son estatales. Los activos del Banco Nacional de Costa Rica, el más grande del país, representan más el 27.7% de ese total.

La exposición máxima, estima el monto total que un banco le puede otorgar a una persona física o jurídica. El límite máximo será de una suma equivalente al 20% del capital suscrito y pagado, así como de las reservas patrimoniales no redimibles de la entidad financiera.

En cuanto a grupos de interés económico, la Superintendencia mediante la norma SUGEF 5-0465, de noviembre de 2004, establece tres criterios para la conformación de dichos grupos: la relación patrimonial significativa, la relación administrativa significativa y la relación financiera significativa.

Dentro de la definición de relación financiera significativa establece que dos personas mantienen una relación financiera significativa cuando “el 40% o más del monto de las ventas o de las compras de productos y servicios de una persona se origina en transacciones con la otra persona”. Siendo que el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) ejerce un papel monopólico en la compra de energía de todos los generadores del país, la norma antes mencionada obliga a los bancos a considerar que entre los generadores y el ICE se da una relación financiera significativa, por lo cual se debe considerar que el ICE y todos los generadores del país conforman un grupo de interés económico.

En consecuencia, el máximo que cada banco, en forma individual, puede otorgar a las empresas del sector eléctrico (consideradas como grupo) está limitado a un 20% de su capital suscrito y pagado.

Este lineamiento ya ha llegado a imponer una limitación real al financiamiento que los principales bancos pueden otorgar al sector eléctrico.

#### **La banca costarricense y los proyectos de generación eléctrica.**

Para entender la relación de la banca con el sector de generación eléctrica en Costa Rica hay que tener en cuenta los siguientes aspectos importantes: a.) Los proyectos que se han construido en ese periodo corresponden mayoritariamente al ICE y al sector cooperativo y municipal. En el financiamiento de proyectos del sector cooperativo y municipal, han participado mayoritariamente los bancos estatales, con los cuales este tipo de desarrolladores tienen mayor afinidad. b.) El sector privado se ha limitado a partir del año 2010 a participar en dos proyectos bajo el esquema BOT, y a la construcción de centrales eléctricas a base de biomasa (bagazo de caña). c.) Durante esta década también se ha empezado a utilizar la figura de los fideicomisos de titularización, mediante la cual se financiaron 3 proyectos desarrollados por el ICE. La estructuración de los fideicomisos de titularización también ha estado a cargo de los bancos del estado.

Lo establecido por la norma SUGEF 5-04 ha hecho sentir sus efectos en los dos mayores bancos del Estado, los cuales han alcanzado los límites que impone la norma.

Además hay que destacar que en algunos proyectos importantes han participado bancos extranjeros. De todo lo anterior resulta que la participación de la banca privada costarricense en proyectos eléctricos ha sido reducida.

Todos los bancos, también los privados, muestran mucho interés en el sector, y un buen grado de conocimiento del mismo.





## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

Por el tamaño de los bancos, analizado en la primer parte de este capítulo, se puede concluir que existe en la banca costarricense suficiente capacidad para financiar proyectos de energía de pequeña escala (menores a 10 MW), cuya inversión total se estima que puede alcanzar los US\$30 millones 71, y aún mayores.

Las entrevistas revelaron también que es poco frecuente la sindicación de préstamos entre bancos de la plaza.

### **Trayectoria en el financiamiento de proyectos de energía y nivel de conocimiento del sector.**

Los dos bancos estatales visitados y dos de los tres bancos privados (HSBC y Scotiabank) indicaron haber participado en financiamientos de proyectos de generación eléctrica.

De los dos privados, solo uno manifiesta estar analizando propuestas concretas en este momento.

### **Relación deuda a capital accionario:**

La tendencia de la banca costarricense, según lo manifestado durante las entrevistas, es requerir de los promotores del proyecto un aporte del 30% de la inversión total proyectada. A pesar de la crisis financiera, no se percibieron cambios importantes en este parámetro, que es el que se ha considerado la norma a lo largo de los últimos años.

### **Monto de los préstamos:**

El sistema bancario costarricense tiene capacidad para financiar los proyectos dentro del rango relevante para este estudio (hasta 10 MW).

Para los proyectos mayores a 10 MW, la sindicación podría ser una opción. Por otro lado, para proyectos de mayor escala, se explorara mecanismos de levantamiento de recursos del mercado financiero, tomando como base la experiencia que se ha acumulado en el país a través de los fideicomisos de titularización del ICE.

### **Moneda:**

Los bancos estatales han otorgado financiamientos tanto en colones como en dólares. El uso de colones se ha dado principalmente en proyectos del sector cooperativo. En vista de que la fijación de tarifas por parte del ICE ha sido tradicionalmente en dólares se considera que el uso de esta moneda es una opción adecuada, sobre todo porque, por el diferencial entre tasas en colones y en dólares, alivia el servicio de deuda, principalmente en los primeros años del proyecto.

### **Tasas de interés:**

En cumplimiento de lo que indica el Código de Comercio, la norma, tanto en financiamientos en colones como en dólares, es que las tasas de interés estén indexadas, las de colones a la Tasa Básica Pasiva que establece el Banco Central de Costa Rica, y las de dólares a Libor o a Prime72. La utilización de pisos es usual, sobre todo a partir de las caídas observadas en las tasas internacionales a partir de la caída de las tasas internacionales a partir de 2008.

Las tasas probables para proyectos de inversión de largo plazo están ubicadas en un rango de 9 a 12% para financiamientos en dólares y para colones en los dos bancos estatales, se ubican entre un 15% y un 16%.

**Plazo y período de gracia:** La práctica normal en el mercado, de acuerdo a las entrevistas, es conceder un plazo total de 10 años, el cual incluye un periodo de gracia de 2 a 3 años. Sin embargo, existe flexibilidad en cuanto al plazo total, el cual se puede incrementar el plazo hasta 12 o 15 años.

### **Garantías:**



## A2– estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

De acuerdo a lo comentado por los entrevistados, se considera que las garantías del proyecto pueden ser suficientes para garantizar un crédito, siempre y cuando los promotores del proyecto demuestren capacidad financiera y respaldo económico para cumplir con los requerimientos de capital y con posibles sobre costos en la ejecución del proyecto.

Un elemento importante en la valoración de la garantía será los resultados que refleje la proyección financiera ante diferentes escenarios de simulación que considere variaciones en tarifas y variaciones en energía generada.

### **AMBICIONES, VISIÓN A LARGO PLAZO Y VÍAS DE INNOVACIÓN**

#### **A. AMBICIONES Y VISIÓN A LARGO PLAZO**

Se detallan en el Plan Nacional de Desarrollo 2015-2018 y en el Plan Nacional Energía 2015-2030, anexos.

#### **B. VÍAS**

Se detallan en el Plan Nacional de Desarrollo 2015-2018 y en el Plan Nacional Energía 2015-2030, anexos.



## 4.4 ESTRATEGIAS DE ESPECIALIZACIÓN

Presentar los principales resultados del ejercicio definiendo las estrategias de especialización para el país/región.

Tanto la Estrategia de Medio Siglo de Costa Rica como los Planes Nacionales de Desarrollo, que se sustentan sobre esta estrategia, establecen las siguientes estrategias de especialización para Costa Rica:

### 4.4.1 NANOTECNOLOGÍA:

#### ¿Qué hacer?

- Fortalecer la articulación de los centros de investigación que trabajan en los diferentes campos relacionados con los nuevos materiales y la nanotecnología.
- Reforzar la formación de profesionales en carreras como Ingeniería de los Materiales, Ingeniería Electrónica, Biología, Química, Física Básica y en especialidades como Física de la Materia Condensada y Polímeros.
- Fortalecer la infraestructura y equipamiento de los centros e instituciones que realizan investigación y desarrollo en esta área.
- Proveer mayores recursos e incentivos para proyectos de investigación, desarrollo e innovación, donde participen conjuntamente los centros de investigación y el sector privado.
- Hacer un diagnóstico de las necesidades de la Industria en investigación aplicada dentro del campo de los nuevos materiales y la nanotecnología. A partir de esta información establecer programas específicos de vinculación.
- Promover un marco regulatorio claro y oportuno, que permita la simplificación de trámites, facilidades para ejecución presupuestal y agilización para la importación de insumos críticos.

#### ¿Cómo hacerlo?

- Programa de becas para formación de recurso humano de todos los niveles, desde técnico hasta Ph.D.
- Programa de financiamiento para proyectos conjuntos universidad-empresa y viceversa.
- Incentivos específicos para promover asociatividad en investigación mediante fondos concursables.
- Financiamiento para fortalecer el equipamiento en los laboratorios especializados en el tema de nuevos materiales y nanotecnología.
- Creación de capitales semilla para la incubación de empresas nanotecnológicas.

### 4.4.2 Biotecnología:

#### ¿Qué hacer?



## A2– estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

- Disponer de recursos financieros e incentivos para el desarrollo de proyectos conjuntos entre los centros de investigación y las empresas, que propicien una mayor vinculación entre estos entes y el desarrollo de innovaciones orientadas al mercado.
- Formar recurso humano con grado de doctorado o maestría en biología, microbiología, biotecnología, agronomía, química, ciencias forenses así como ingenieros en biotecnología con capacidad gerencial y de gestión de proyectos de contenido biotecnológico.
- Disponer de instrumentos financieros adecuados para el financiamiento de actividades de I+D de las empresas biotecnológicas; así como programas de capital de riesgo para las PYMES.
- Fomentar la atracción de inversión extranjera directa relacionada con el sector, así como promover la capacidad exportadora de las existentes.
- Promover acciones que permitan el surgimiento de nuevos campos de aplicación de la biotecnología en el país. Al respecto, el siguiente cuadro resume algunos ejemplos.

### ¿Cómo hacerlo?

- Fondos concursables para proyectos de investigación básica y aplicada para la promoción de áreas con menor grado de desarrollo relativo en biotecnología
- Formación de recursos humanos avanzados mediante:
  - Becas de doctorado en las áreas antes mencionadas.
  - Creación de un subsidio para la repatriación de costarricenses en el extranjero con formación en áreas con mayor demanda del sector empresarial.
  - Revisión y actualización de programas de carreras afines al sector.
- Fondos para la certificación y acreditación de laboratorios que ofrecen servicios biotecnológicos en el mercado.
- Fondos concursables para articular la dinámica triangular: academia-gobierno-industria, que apoyen la incubación de empresas, capital de riesgo y redes de ángeles inversionistas, a fin de que las investigaciones se conviertan en innovaciones orientadas al mercado.
- Adecuación del marco regulatorio existente para permitir y estimular la venta de servicios por parte del sector académico al sector productivo.
- Diseño y aplicación de una política tributaria para incentivar la inversión privada en I+D+i.

### 4.4.3 Ambiente – Energías Alternativas:

#### ¿Qué hacer?

- Proveer mayores recursos e incentivos para proyectos de investigación, desarrollo e innovación en el tema de energías alternativas.
- Impulsar la investigación aplicada que propicie el desarrollo de nuevas tecnologías e innovaciones que permitan aprovechar los recursos renovables del país o que promuevan mayor eficiencia en el uso energético.



## A2– estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

- Destinar recursos financieros para acciones de vinculación entre los centros de investigación y las empresas generadoras de energías alternativas.
- Disponer instrumentos financieros adecuados para el apoyo específico de actividades de I+D+i en las empresas de energías alternativas.
- Definir una estrategia de producción y consumo de energías alternativas.

### ¿Cómo hacerlo?

- Programa de financiamiento no reembolsable para incentivar nuevas tecnologías e innovaciones que permitan la producción de energía a partir de fuentes renovables.
- Fondos de financiamiento dirigidos a la creación de nuevos artefactos de uso cotidiano que tengan un uso energético más eficiente.
- Programa de financiamiento dirigido a la conformación de redes que permitan las actividades de la academia-gobierno-empresas; que apoyen la incubación de empresas, e incluyan capital de riesgo y redes de ángeles inversionistas.
- Programas de cooperación internacional para atraer, conocer, adaptar y producir energías alternativas.



## 5. MENSAJES POLÍTICOS

Proporcionar mensajes políticos en conjunto con las 6-7 funciones del sistema de innovación en términos de:

- Desarrollo del conocimiento
- Experimentación empresarial

Contrastar lo anterior en vista de los análisis PEST, FODA y las estrategias de especialización.

El Mensaje político del actual gobierno se encuentra reflejado en su Plan Nacional de Desarrollo, período 2015-2018, el cual indica que:

- El actual Gobierno de la República promueve la atracción de la inversión extranjera, principalmente en sectores que desarrollen actividades productivas de alto valor agregado, que generen más empleo de calidad, respeten el ambiente y las normativas laborales y propicien encadenamientos productivos capaces de crear alianzas virtuosas entre actores económicos diversos. Se pretende que esto permita dinamizar un motor de la economía que ha sido estratégico en la generación de inversión y riqueza en la economía nacional reciente. Lo anterior en paralelo con un esfuerzo deliberado y sostenido de creación de condiciones productivas y de comercialización para sectores productivos orientados a la generación de bienes y servicios para el mercado interno, incluida la región Centroamericana.

- La administración Solís Rivera considera que las empresas de capital nacional, las MIPYMES, cooperativas y en general las diferentes alternativas dentro de la economía social solidaria requieren de políticas, programas y proyectos que posibiliten acceso a la inversión, incentivos para la innovación; la mejora de la competitividad y el establecimiento de las cadenas productivas y conglomerados regionales para su viabilidad y sostenibilidad como actores económicos. Se compromete esta administración entonces a actuar en consecuencia a través de la política monetaria, fiscal, crediticia y cambiaria, la inversión en infraestructura y en investigación y desarrollo para apuntalar esta reactivación económica.

- En el ámbito de los mercados laborales estos deben propender a la diversificación y a la posibilidad de absorber a la fuerza de trabajo diversa.

- Con referencia al ámbito educativo, los últimos gobiernos buscan el fortalecimiento de la enseñanza de otros idiomas (en especial el inglés) desde la primaria, así como desde la primaria contar, en los centros educativos, laboratorios de tecnologías móviles que den formación en esta rama al 25% de la población estudiantil de primaria y secundaria.

- El MEIC implementará el Plan Nacional de Política Industrial, cuyo objetivo fundamental será: "Fomentar un sector industrial competitivo, fuertemente integrado al resto de los sectores de la economía, con un significativo componente de innovación tecnológica en sus procesos productivos, impulsador de más inversión, emprendedurismo, encadenamientos productivos con las micro, pequeñas y medianas empresas y generador de empleo digno, contribuyendo de esa manera al crecimiento y desarrollo económico sostenido, equitativo y respetuoso con el ambiente".

Además, como ente rector del sector industrial, se creará la dirección de industria y se impulsará la creación de PROEMPRESA como una agencia a cargo del Ministerio de Economía, Industria y Comercio, que se constituirá en una plataforma institucional para el desarrollo de las empresas nacionales, por lo cual, será un mecanismo determinante para el fortalecimiento y la promoción de las PYME en diversos campos de la economía, así como



## A2- estado de desarrollo de los ecosistemas ELAN

permitirá el abordaje, acompañamiento y apoyo al emprendedurismo y la empresariedad en poblaciones consideradas de alta prioridad como las mujeres, la juventud y las personas con discapacidad.

- El gobierno actual estableció metas estratégicas de Exportación e Inversión Extranjera Directa (IED) que se impulsaran durante el cuatrienio. Estas consisten en promover un crecimiento gradual de las exportaciones que conduzca a que en el último año de la administración se alcance US\$ 21.100 millones; en incrementar en más de 300 el número de empresas exportadoras; atraer un total acumulado superior a US\$ 8.000 millones de IED durante los cuatro años de gobierno<sup>1</sup> y fomentar una mayor empleabilidad en el sector exportador que permita la generación de 80 mil nuevos empleos al 2018. Asimismo, se formularon una serie de proyectos claves para contribuir al logro de las metas señaladas.

- El gobierno se planteó como meta concretar el ingreso de Costa Rica a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Se trata de una meta ambiciosa que busca fortalecer y mejorar de manera integral el diseño, implementación y evaluación de las políticas públicas del país sobre la base de las mejores prácticas y con el apoyo de países líderes.

- La Promotora de Comercio Exterior (PROCOMER) incentivara el desarrollo de programas de capacitación, divulgación y promoción con el fin de maximizar la plataforma de comercio exterior del país y estimular el potencial exportador de las empresas.

- Esta Administración ha propuesto la promoción del país como destino de inversión para el establecimiento de empresas que incentiven el crecimiento y el dinamismo en la generación de empleo, creación de valor agregado en las exportaciones y vínculos entre suplidores locales y empresas exportadoras.

- La propuesta del Sector Ciencia, Tecnología y Telecomunicaciones se resume en el desarrollo de proyectos que buscan establecer un ordenamiento a través de instrumentos y normativas jurídicas para potenciar su desempeño, promoviendo la interacción entre los diferentes actores, creando un espacio físico productor y multiplicador de las capacidades científicas tecnológicas de las personas. Esto incluye un gobierno abierto e interconectado en pro de la transparencia para empoderar a la población y al sector empresarial e n el uso de tecnologías digitales.

Esta propuesta se enfoca en facilitar el acceso a mejores empleos en áreas estratégicas, enfocándose en la disminución de la brecha que existe entre las necesidades de personal técnico especializado en las empresas y la falta de oferta académica en estas mismas áreas. Se incentiva la aparición de innovaciones en el sector industrial para la generación de mayores y mejores empleos, el crecimiento de micro y pequeñas empresas y el incremento de la competitividad. Esto reforzado por un sistema de financiamiento que permita, promueva e impulse la innovación empresarial.

Es prioritario construir un contexto de política pública de ciencia, tecnología e innovación para uniformar los criterios nacionales que llevan a medición del impacto sobre la economía nacional. Recién se acaba de firmar el proyecto de la Agencia Nacional de Innovación, misma que está en revisión y discusión en la Asamblea Legislativa.

Para fortalecer la estrategia de diversificación de la matriz energética del país se considera conveniente que RECOPE, en el marco del Plan Nacional de Desarrollo y como integrante del Sector Energía, subsector combustibles, continúe participando en la investigación, evaluación y desarrollo de proyectos relacionados con las energías alternativas como son el alcohol, el biodiesel, la biomasa, el biogas, el hidrogeno, el gas natural, entre otras, como forma de producción de energías sostenibles, alternativas y amigables con el ambiente. De igual forma, RECOPE deberá participar en los programas para impulsar la aplicación de la legislación y cumplimiento de los planes en materia de ahorro y utilización eficiente de la energía.



## REFERENCIAS

Insertar lista de referencias – Atención: es preferible **ENDNOTE** sobre otros gestores de referencias.

**¡NO editar las referencias usando la bibliografía y citas de Word! En su lugar, amablemente proporcione una lista exportable en formato ENDNOTE o una lista sencilla de referencias.**

BCIE. Proyecto ARECA. “Análisis del Mercado Costarricense de Energía Renovable”. 2010

Estado de la Nación. “XX Informe del Estado de la Nación”. 2014

Estado de la Nación. “XXI Informe del Estado de la Nación”. 2015

Estado de la Nación. “Informe del Estado de la Educación”. 2015

Estado de la Nación. “I Informe del Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación”. 2014

Estado de la Nación. “Plataforma Hipatia: II Informe del Estado de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación”. 2015

Estrategia Siglo XXI. “Plan Nacional de Medio Siglo”. 2006

INEC. “Panorama Demográfico”. 2013

MICITT. “Atlas para la Innovación en Costa Rica”.

MICITT. “Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2011 – 2014. 2011

MIDEPLAN. “Plan Nacional de Desarrollo 2015 – 2018”. 2014

MIDEPLAN. “Proyecciones de la Economía Costarricense 2015”. 2015

MINAE. “VII Plan Nacional de Energía 2015-2030”. 2015.

PROCOMER. “Anuario estadístico 2014”. 2015

PROCOMER. “Mapeo de la industria de biotecnología y nanotecnología en Costa Rica”. 2014.

Oficina de Información Diplomática de España. “Ficha país de Costa Rica publicada en setiembre de 2015”.

Salas Chaves, Álvaro. “Atención Primaria en Salud y Sistemas Universales: Caso Costa Rica”. 2014.

[www.bccr.fi.cr](http://www.bccr.fi.cr)

[www.inec.go.cr](http://www.inec.go.cr)

[www.presidencia.go.cr](http://www.presidencia.go.cr)





### ANEXO 1 – Lista de actores

Nombre de la organización	Descripción	Tipo de actor	Sector	Representatividad	Papel en la internacionalización, innovación y PYMEs	Página Web	País



**ANEXO 2 – Lista de programas de I+D**

Country	Entidad financiadora/donantes	Nombre del programa	Persona de contacto	Página Web	Descripción	Características especiales	Presupuesto máximo	Países objetivo

