



# ESTUDIO “EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LOS INSTITUTOS Y NÚCLEOS DEL PROGRAMA INICIATIVA CIENTÍFICA MILENIO”

---

## Informe Final

**Autores: Roberto Álvarez, Christian Belmar, Sergio Valdez,  
Pedro Sierra, Rodolfo Lauterbach**



# Índice

## Contenido

<b>Presentación</b> .....	4
<b>Glosario</b> .....	6
<b>Resumen Ejecutivo</b> .....	7
<b>I. Antecedentes de diagnóstico y del Programa.</b> .....	16
<b>I.1 Antecedentes generales</b> .....	16
<b>I.1.1 Orígenes del programa Iniciativa Científica Milenio</b> .....	19
<b>I.1.2.1 Procesos productivos del programa</b> .....	20
<b>I.1.2.2 Asignación de los recursos del Programa</b> .....	25
<b>I.1.2.3 Teoría del cambio del Programa</b> .....	30
<b>I.1.3 Síntesis de elementos relevantes en torno a revisión de estudios.</b> .....	34
<b>I.1.4 Análisis y revisión de información Programa.</b> .....	42
<b>I.1.5 Programa Milenio y su entorno institucional.</b> .....	53
<b>II. Metodología de Investigación.</b> .....	56
<b>II.1 Metodología Evaluación cualitativa.</b> .....	57
<b>II.1.1 Entrevistas semiestructuradas</b> .....	57
<b>II.1.2 Encuesta para Institutos y Núcleos del Programa Milenio</b> .....	60
<b>II.2 Metodología a medición de costos y beneficios en Institutos y/o Núcleos Milenio.</b> .....	63
<b>II.2.1 Aplicación de ACB y recolección de información.</b> .....	68
<b>II.2.2 Identificación de principales costos y beneficios</b> .....	69
<b>III. Resultados de la Evaluación Programa Milenio.</b> .....	83
<b>III.1 Resultados cualitativos a nivel del programa</b> .....	83
<b>III.1.1 Apreciación general del programa</b> .....	83
<b>III.1.2 Orientaciones de Milenio y la generación de beneficios no académicos</b> .....	84
<b>III.1.3 La contribución de Milenio</b> .....	87
<b>III.1.4 El uso de resultados del programa</b> .....	89
<b>III.1.5 El programa Milenio como plataforma</b> .....	92
<b>III.1.6 Capital humano</b> .....	94
<b>III.1.7 El modelo de trabajo de Milenio</b> .....	97

III.1.8 La autonomía de los centros Milenio .....	104
III.1.9 La disparidad de las regiones.....	105
III.1.10 Las funciones de apoyo del programa .....	106
III.1.11 Los obstáculos al desarrollo de los centros .....	107
III.2 Resultados cualitativos a nivel de centros del programa .....	108
III.2.1 El apoyo a la creación de Institutos por el programa Milenio.....	108
III.2.2 Resultados de la investigación de los centros Milenio.....	110
III.2.3 Resultados no académicos de los centros del programa .....	116
III.3 Resultados del análisis costo beneficio .....	118
III.3.1 Resultados ACB Institutos.....	119
III.3.2 Resultados ACB Núcleos. ....	133
IV. Conclusiones del estudio. ....	135
IV.1 Conclusiones análisis cualitativo .....	136
IV.2 Conclusiones análisis cuantitativo .....	139
V. Recomendaciones .....	141
V.I. Recomendaciones a nivel de política .....	141
V.II. Recomendaciones para fortalecer resultados no académicos.....	143
V.III. Recomendaciones a nivel de programa.....	147
V.IV. Recomendaciones a nivel de los centros .....	149
Bibliografía .....	163
Webgrafía.....	165

## Presentación

El presente documento corresponde al Informe final del estudio “Evaluación Económica de los Institutos y Núcleos del Programa Iniciativa Científica Milenio”. En lo principal, este informe presenta las recomendaciones al Programa y sus centros, así como también, resalta los elementos que surgen a partir de la elaboración de los informes anteriores.

El Análisis Costo Beneficio (ACB) en el contexto de la presente evaluación representa una oportunidad analítica para valorar los resultados e impactos no académicos generados por el Programa, aun cuando este no sea su foco principal. Los beneficios económicos que surgen de la investigación básica, por lo tanto, no deben ser comprendidos cómo beneficios realizados en el momento que se estiman, sino que analizarlos como la suma de los beneficios directos e indirectos que potencialmente se podrán obtener.

En particular, los beneficios de la investigación básica sobre el crecimiento económico están asociados a un aumento del stock de conocimiento libre disponible en el entorno -beneficio directo- y entrenamiento de graduados habilitados, creación de nuevos instrumentos científicos y metodologías de investigación, formación de redes y estímulo a las interacciones sociales e incremento de las capacidades para resolver problemas científicos y tecnológicos y a la creación de nuevas firmas -beneficios indirectos- (Martin et al., 1996).

En este sentido, a nivel teórico la investigación básica no es sólo un bien público, como normalmente se la considera, sino que también produce una variedad de otras formas de beneficio económicos en el mediano plazo, crea nuevas oportunidades tecnológicas una vez que los desarrollos han madurado (Klevorick et al., 1995) y provee una fuente de nuevas interacciones, redes y opciones tecnológicas y, por lo tanto, aumenta la diversidad tecnológica (Callon, 1994) (Salter y Martín, 1999), todo lo cual conduce al aumento de las capacidades tecnológicas de los distintos actores que componen el sistema nacional de innovación (SNI), y a la mejora de las condiciones para la innovación local, y procesos innovación social.

Por tanto, es necesario considerar la dimensión estratégica de la ciencia como motor del desarrollo social y económico. Considerar de forma positiva que los países en desarrollo apuesten por fortalecer sus capacidades en investigación básica.

El informe está organizado en cuatro secciones. En la primera se entregan los principales antecedentes de diagnóstico, mientras en la segunda sección se da cuenta de los aspectos metodológicos que guiaron el presente estudio, donde se presenta la metodología utilizada para la valoración económica del programa, así como también el estudio cualitativo del mismo.

En la tercera sección se presentan los resultados obtenidos de la evaluación económica y de los beneficios potenciales que estos centros pueden aportar desde la perspectiva del bienestar económico, y de la medición de impactos no académica. En este caso se debe considerar que el Programa, y los centros en particular, tienen la capacidad para generar beneficios económicos a partir de desarrollos, productos y/o servicios que generen, aun cuando no sea el propósito de Milenio, estos efectos requieren apoyo para que efectivamente puedan concretarse.

Finalmente, en la cuarta sección se presentan las conclusiones del estudio, incluyendo aspectos asociados a la evaluabilidad y propuestas para el fortalecimiento del Programa y sus centros.

Este reporte fue preparado por profesionales del equipo consultor de la consultoría integrado por Roberto Alvarez, Christian Belmar, Sergio Valdés, Rodolfo Lauterbach y Pedro Sierra.

## **Glosario**

**BIRF:** Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento

**CEI:** Centros de Excelencia Internacional

**CET:** Centros de Extensionismo Tecnológico

**CNID:** Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo

**CONICYT:** Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica

**CORFO:** Corporación de Fomento de la Producción

**CTI:** Ciencia, Tecnología e Innovación

**DIPRES:** Dirección de Presupuestos

**EMT:** Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño

**EPG:** Evaluación de Programas Gubernamentales

**FDI:** Fondo de Desarrollo e Innovación

**FONDAP:** Fondo de Financiamiento de Centros de Investigación en Áreas Prioritarias

**FONDECYT:** Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico

**FONDEF:** Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico

**FONSIP:** Fondo de Interés Público

**I+D:** Investigación y Desarrollo

**I+D+i:** Investigación, Desarrollo e innovación

**Instituto Milenio:** Es un centro de investigación de alto nivel, en los ámbitos de las Ciencias Naturales y Exactas o de las Ciencias Sociales, que actúa como centro de desarrollo de proyectos científicos al interior de una o varias instituciones albergantes durante un período de 10 años.

**ISI:** Institute for Scientific Information

**ITP:** Institutos Tecnológicos Públicos

**MDS:** Ministerio de Desarrollo Social

**MIDEPLAN:** Ministerio de Planificación y Cooperación

**Milenio:** Iniciativa Científica Milenio

**MINECON:** Ministerio de Economía, Fomento y Turismo

**Núcleo Milenio:** Centro de investigación de alto nivel, en los ámbitos de las Ciencias Naturales y Exactas o de las Ciencias Sociales, que actúa como centro de desarrollo de proyectos científicos al interior de una o varias instituciones albergantes, durante un período de 5 años.

**OCDE:** Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

**PIA:** Programa de Investigación Asociativa

**WoS:** Web of Science

## Resumen Ejecutivo

i) El Programa Milenio inició su operación en 1999 con el objetivo mejorar la calidad e impacto de la investigación chilena a través de la creación de centros de alta especialización en el área. Tanto los institutos como núcleos apoyados por el Programa desarrollan sus actividades a través de cuatro componentes principales: la investigación competitiva a nivel internacional; la formación de nuevos científicos; la formación y mantención de redes internacionales de colaboración y; la promoción del conocimiento hacia la sociedad.

ii) La comparación con programas semejantes a nivel internacional da cuenta de algunas diferencias con el programa Milenio. Mientras el programa chileno apoya la creación y desarrollo de centros de investigación de excelencia, en el caso de Portugal, por ejemplo, la promoción de centros de excelencia es parte de un continuo que busca dotar al país de entidades de mayor envergadura (los laboratorios asociados). En este caso también se apoya a entidades relativamente jóvenes y otras con mayor trayectoria manteniendo el foco de política en el aumento persistente en la disponibilidad de capital humano avanzado para las actividades de investigación. En el caso español se trata de un soporte complementario para entidades con capacidades y trayectoria claramente demostradas. El aspecto central del programa español es su capacidad y legitimidad para filtrar y acreditar centros y unidades de investigación por períodos de 4 años. El caso de Nueva Zelanda es interesante porque la promoción de los centros de excelencia hace parte de la política de desarrollo de las entidades de educación superior y, de manera consistente, los centros son alojados principalmente en universidades. Esto es complementado con una coordinación con el sistema de centros de investigación nacional en ese país (Crown Research Institutes).

iii) Un aspecto que diferencia de manera importante el caso de Milenio con otros países es la importancia de los objetivos de política relacionados con el desarrollo económico. Los países nórdicos, España, Portugal y Nueva Zelanda presentan los desafíos de competitividad y productividad como norte para los programas de apoyo a centros de excelencia.

iv) La orientación estratégica del Programa Milenio apunta a la promoción de investigación conocida como blue sky<sup>1</sup> o por curiosidad en base a actividades de investigación básica o fundamental. Debido a esta especialización se espera posibilitar la producción de conocimiento científico en el país. Este foco es compartido por los directores de Institutos y Núcleos del Programa, que entienden que la actividad de investigación científica es su principal obligación.

v) El grado de adhesión al Programa de los Directores de los centros beneficiarios es muy alto. Los investigadores de los centros valoran sobremanera la libertad para investigar y la percepción de una alta selectividad del Programa en su proceso de postulación, atributos que no tendrían otros programas públicos nacionales. Para ellos, el Programa apoya la producción de conocimiento de

---

<sup>1</sup> El concepto se refiere a un tipo de investigación de base que puede construir al desarrollo de invenciones e innovaciones.

frontera, la que es novedosa y bien recibida a nivel internacional. El trabajo de investigación se desarrolla en ámbitos con desafíos relevantes, en los que normalmente no existía el conocimiento científico suficiente al momento de iniciar el trabajo como centro Milenio. Para muchos científicos las investigaciones generan conocimiento científico disruptivo o aportan con avances científicos significativos, incluyendo el desarrollo de nuevos instrumentos y métodos de investigación, nuevas agendas y cambios de paradigmas de investigación en sus campos de trabajo.

vi) Aunque con diferencias entre centros, los estudios de evaluación del desempeño y la productividad del programa dan cuenta de una evolución adecuada de los resultados e impactos de sus cuatro componentes hasta 2014. De acuerdo con estos estudios, una adecuada definición del propósito y el fin del Programa es un aún un tema pendiente<sup>2</sup>.

vii) A nivel de sus resultados, el alto peso relativo que mantienen la actividad de desarrollo de investigación básica y los resultados, determina de manera muy importante el conjunto de “bienes y servicios” producidos por los centros beneficiarios. No obstante, un grupo de centros da cuenta de la realización de actividades y la generación de algunos resultados e impactos no académicos. Esto es particularmente importante para aquellos Institutos Milenio que disponen de una mayor trayectoria de trabajo. Esto sugiere la idea de una implementación paulatina en el tiempo del denominado enfoque traslacional, ya que ello presenta mejores resultados cuando se trata de entidades con una cierta trayectoria y mayor envergadura.

viii) El modelo del trabajo de Milenio corresponde a una plataforma que promueve la investigación a través de esquemas de asociatividad, colaboración y multidisciplinariedad, el cual resulta muy atractivo para el tránsito desde las experiencias de investigación individual, a la implementación de esquemas de investigación asociativa.

ix) En términos del financiamiento de los centros, el aporte del Programa tiene características de financiamiento basal. De esta forma, los recursos aportados no podrían por sí mismo financiar todas las actividades de los centros, al menos en las escalas de trabajo que éstos han definido. Gracias a los recursos aportados por otras fuentes de financiamiento, que incluye en casi todos los casos a FONDECYT y a otros fondos públicos, ha sido posible apoyar la adscripción de investigadores, particularmente los más jóvenes, y la realización de las inversiones más importantes como infraestructura o compra de grandes equipos.

x) En el caso de la producción de resultados no académicos, el aporte financiero de programas especializados como FONDEF y otros de CORFO, por ejemplo, han apoyándola producción de resultados tales como la formación de recursos humanos más allá del espacio académico, la producción y provisión de información, la prestación de servicios técnicos de alta especialización y la generación de bienes y servicios innovadores (a través de actividades innovadoras, patentes,

---

<sup>2</sup> Ver Evaluación de Programas Públicos Gubernamentales (DIPRES 2014); Fichas de reformulación del Programa DIPRES-2016; Bases de concursos de proyectos 1999.

entre otros). Por ello, es importante tener a la vista que los resultados de la evaluación económica de los centros beneficiarios del Programa obtenidos en este estudio se asocian a un esfuerzo combinado de inversión realizada por uno o más programas públicos.

xi) El estudio del Programa Milenio permitió identificar algunos aspectos asociados a la política pública de promoción de centros científicos y tecnológicos. Entre estos se debe destacar la necesidad de disponer de una diferenciación clara en los objetivos y alcances de algunos programas públicos tales como Milenio, FONDAP y Financiamiento Basal, entre otros. Ello permitiría entender, o corregir, las diferencias en la regla de subsidio que se utiliza en el aporte público a estos programas, y los distintos niveles de exigencia de aportes complementarios provenientes de otras fuentes. Un aspecto clave asociado al análisis a nivel de política es la definición de resultados e impactos esperados a través de los distintos programas públicos.

xii) En el caso del programa Milenio, se debe disponer de metas más claras en torno a la promoción y producción de conocimiento científico, así como de sus posibilidades de apoyar la generación de resultados no académicos. En esta perspectiva, se estima que hay un potencial de trabajo poco explotado con el sector privado, que podría beneficiarse de las capacidades científicas y tecnológicas apoyadas por el Programa en la formación de capital humano e información y servicios especializados asociados a estas actividades.

xiii) Un aspecto que parece clave es la exigencia mínima al Programa de promover que los resultados de estas actividades sean utilizados por parte del sector público por los resultados e impactos que se pueden lograr en la calidad de las políticas públicas en el país. La identificación de resultados no académicos de interés público supone un esfuerzo de apoyo y monitoreo por parte de la Secretaría Ejecutiva del Programa Milenio. En la práctica, a partir de la definición de algunos resultados no académicos específicos en cada centro, el rol de esa secretaría podría orientarse a la identificación y gestión de la demanda pública potencial. Esto es clave ya que este tipo de proceso se caracteriza por altos costos de transacción, particularmente para entidades ajenas al sector público.

**Tabla 1: Esquematización de actividades, resultados e impactos de interés público**

<b>Actividades</b>	<b>Tipo de resultados</b>	<b>Tipo de impacto</b>
<b>Formación y especialización de capital humano no académico</b>	Capacitación y entrenamiento técnico de oficiales públicos	Mayor eficiencia de la función pública Mayor productividad de oficiales públicos
<b>Provisión de información</b>	Generación y empaquetamiento de información útil para políticas públicas	Mayor eficacia de las políticas públicas sectoriales
<b>Disponibilidad de capacidades científicas</b>	Acceso recurrente a través de contratos técnicos de alta especialización Colaboración de investigadores en ámbitos específicos de interés	Resolución de problemas de política pública relevantes

Fuente: Elaboración propia.

## Los resultados económicos de los centros beneficiarios

El Análisis Costo Beneficio (ACB) en el contexto de la presente evaluación, representa una oportunidad estratégica para valorar los resultados e impactos no académicos generados por el programa. Por lo tanto, los beneficios económicos que surgen de la investigación básica no deben ser comprendidos en sentido estricto sino, por el contrario, como la suma de los beneficios directos e indirectos que proporciona su realización. Por ende, es necesario considerar la dimensión estratégica de la ciencia como motor del desarrollo social y económico. En cualquier caso, constituye un serio error evaluar como inapropiado que los países en desarrollo apuesten por fortalecer sus capacidades en investigación básica; por el contrario, como se ha intentado explicar, la investigación básica modulada por las prioridades establecidas en los planes de ciencia y tecnología, se constituyen en un pilar central del proceso de innovación y de las posibilidades de sacar provecho de los adelantos tecnológicos, a los cuales se espera que contribuya ese estudio.

A continuación, se presentan los resultados del análisis costos beneficio para los Institutos en primer lugar, y luego para Núcleos. Los indicadores reportados son el VAN social, Inversión Milenio, Tasa interna de retorno (TIR), Tasa social de descuento (TDS), IVAN Milenio y el IVAN Agregado, Razón TIR/TSD y VAN social probabilístico. También se muestran el promedio simple y el promedio ponderado según el nivel de recursos destinados por el Programa.

Estos indicadores han sido calculados para Institutos, y también por áreas de conocimiento, la tabla que a continuación se presenta corresponde al primer caso. Se debe considerar que el VAN social entrega información asociada al mejoramiento en el bienestar económico que generan los Institutos en este caso, el cual se expresa en términos monetarios cuando es posible cuantificar los beneficios identificados a partir de prototipos, productos y/o servicios generados por el Programa.

**Tabla 2: Resultados ACB Institutos**

Sigla	Institutos	VAN Social Miles	Inversión Milenio	TIR	TDS	IVAN Milenio	IVAN Agregado	TIR/TDS	Va soc Pro
IMII	Instituto en Inmunología e Inmunoterapia	1.887	7.826	7%	6%	0,24	0,02	1,2	-1
BNI	Instituto de Neurociencia y Biotecnología	2.358	13.835	6%	6%	0,17	0,02	1,0	51
CINV	Centro Interdisciplinario de Neurociencia de Valparaíso	5.732	6.497	8%	6%	0,88	0,08	1,3	4
ICDB	Instituto Milenio de Dinámica Celular y Biotecnología	-11.339	6.304	-9%	6%	-1,8	-0,61	-1,5	-4
IBIO	Instituto de Biología Integrativa	-2.579	6.853	2%	6%	-0,38	-0,12	0,3	-3
IEB	Instituto de Ecología y Biodiversidad	15.217	13.176	38%	6%	1,15	0,32	6,3	29
MIRO	Instituto Milenio de Investigación en Óptica	2.612	16.182	37%	6%	0,16	0,1	6,2	7
MAS	Instituto de Astrofísica	1.765	6.129	7%	6%	0,29	0,05	1,2	-7

<b>CECS</b>	Centro de Estudios Científicos	6.230	13.248	9%	6%	0,47	0,14	1,5	6
<b>MIDAP</b>	Instituto para la Investigación en Depresión y Personalidad	3.887	2.872	18%	6%	1,35	0,51	3,0	4
<b>MIPP</b>	Instituto Milenio de Investigación de Imperfecciones de Mercado y Políticas Públicas	2.279	3.006	30%	6%	0,76	0,49	5,0	7
<b>ISCI</b>	Instituto Milenio Sistema Complejos de Ingeniería	12.281	6.129	16%	6%	2	0,42	2,7	5
<b>IMFD</b>	Instituto Milenio Fundamento de los Datos	2.883	6.484	14%	6%	0,44	0,42	2,3	2
<b>IMO</b>	Instituto de Oceanografía	-6.070	25.451		6%	-0,63	-0,24		-6
	Promedio Simple de Institutos	2.653	9.571	14%	6%	0,36	0,11	2,35	6
	<b>Promedio ponderad por recursos Milenio</b>	<b>2.157</b>	<b>13.245</b>	<b>13%</b>	<b>6%</b>	<b>0,20</b>	<b>0,05</b>	<b>2,16</b>	<b>8</b>

Se aprecia un VAN social promedio positivo de \$2.653 millones de pesos. Esto evidencia que, a nivel agregado, los Institutos generan beneficios económicos potenciales debido a los desarrollos-prototipos, productos y/o servicios que se crean debido a la investigación que llevan a cabo, aun cuando, como se señaló anteriormente, este no es el objetivo declarado del Programa.

- Al respecto se debe considerar que los beneficios son potenciales, en el sentido que aún se requiere traducir dichas invenciones en innovaciones propiamente tales, al considerar el hecho que deben ser introducidas en el mercado, o bien que los beneficios que se generen puedan llegar efectivamente a la población beneficiaria de tales desarrollos.
- Se aprecia una tasa interna de retorno, esto es, la tasa a cuál el VAN social se hace cero, del 13% superior al TDS en al menos un 100%. Esto refleja que los flujos pueden ser descontados a una tasa mayor que el costo alternativo de utilización de recursos público (TSD), e incluso en ese caso se generan beneficios económicos positivos, dando cuenta de un incremento en bienestar.
- El retorno por peso adicional de VAN invertido en el proyecto es 0,39 o del 39%; por cada peso adicional se obtiene 0,39 unidades. Este valor es un monto razonable para proyectos de innovación, donde se espera que el retorno asociado sea mayor que las tasa promedio de sectores maduros, juntamente por este elemento disruptivo que involucra.
- Al analizar la razón entre VAN social probabilístico (el valor medio), el cual considera los rangos de variación para variables claves, de modo de incorporar el riesgo asociados a dicha estimación, con el VAN social inicial (caso base), se aprecia mayoritariamente valores positivos y mayor que la unidad en términos promedio. Lo anterior, implica que aún en el caso de proyectos riesgosos, el valor más probable que se obtuviera de llevar a cabo los desarrollos de forma interactiva arrojaría resultados positivos.

Al examinar resultados por área de conocimiento, la tabla que se presenta a continuación muestra los promedio para el conjunto de indicadores según áreas de conocimiento. El VAN social promedio más alto se aprecia en el área de Ingeniería y Tecnología, el cual es de \$12.281 millones de pesos. El

menor VAN social está en el área de Ciencias Biológicas, esto se explica por los retornos que se obtiene el Instituto de dinámica celular e Instituto de Biología Integrativa.

**Tabla 3: Resultados según áreas OCDE**

Resultados Promedio simple según Áreas	VAN Social (Miles)	Inversión Milenio	TIR	TDS	IVAN Milenio	IVAN Agregado	TIR/TDS	Van social Prob	Van Prob/Van social
Ciencias médicas y de la Salud	3.326	9.386	7%	6%	0,4	0,04	1,2	18.142	7,3
Ciencias Biológicas	433	8.778	10%	6%	-0,3	-0,14	1,7	7.110	1,4
Ciencias Físicas	3.536	11.853	18%	6%	0,3	0,10	2,9	2.024	-0,2
Ciencias Sociales	3.083	2.939	24%	6%	1,1	0,50	4,0	6.007	2,3
Ing. Y Tecnología (Eléctrica, electrónica e informática)	12.281	6.129	16%	6%	2,0	0,42	2,7	5.350	0,4
Otras Ciencias (Ciencia de la Tierra y MA)	-1.594	15.968	14%	6%	-0,1	0,09	2,3	-1.946	0,1

### Conclusiones

En el caso de los indicadores obtenidos, en general se aprecia un aporte en términos **de un VAN social positivo** para el conjunto de Institutos y Núcleos, así como también un **IVAN promedio del 0,39**. En este sentido, se hace factible la construcción de indicadores que permitan una articulación tanto metodológica como presupuestaria con los actores relevantes del Sistema Nacional de Innovación, como es el caso del Ministerio de Desarrollo Social (MDS) y el Ministerio de Hacienda. Dentro de este contexto la aplicación del ACB permite concluir los siguientes aspectos en cuestión:

- i) **Carencia de un componente de desarrollo de modelos de negocios e indicadores asociados a resultados.** Se aprecia que, en los equipos de investigación o en la dirección ejecutiva de los centros, la articulación con el medio en el ámbito del desarrollo de modelos de sostenibilidad financiera basados en el conocimiento de los centros o en su conjunto de innovaciones, no es parte de sus capacidades instaladas y tampoco es necesariamente del interés de éstos, dado que en su concepción los centros están pensados como centros de investigación de excelencia. Por lo tanto, aquí se encuentra invisibilizada una “fase” que emerge posterior a los desarrollos o prototipos elaborados, y que consiste en la vinculación hacia la sostenibilidad financiera y/u obtención de beneficios sociales y/o económicos.
- ii) **Se requiere diferentes tiempos de maduración para productos o desarrollos asociados a líneas heterogéneas.** Uno de los elementos que deja en evidencia la aplicación del ACB, a partir de examinar las fichas de evaluación, es la heterogeneidad necesaria en las líneas o áreas de investigación de los centros para que estos puedan generar conocimientos factibles de constituirse en “desarrollos”, o productos y/o servicios. Poder desarrollar esas áreas de investigación hasta un punto en que se encuentre alguna innovación requiere de

un horizonte temporal relativamente amplio, el cual depende de un conjunto de factores no necesariamente controlables por parte del centro, ni factibles de solucionar dentro del horizonte inicial de financiamiento, como pueden ser lograr la vinculación con otra institución interesada, la adecuación de infraestructura para la realización de pruebas, o el cumplimiento de protocolos administrativos de las universidades o legislativos.

- iii) **Deficiente sistema de información del estado de los desarrollos productos y/o procesos de centros.** Para poder conocer y evaluar el grado de avance de los productos, servicios, desarrollos o resultados de líneas, es un requisito fundamental que los centros provean de información que permita una sistematización coherente e integrada. Tanto la información de recursos de diferentes financiamientos, como la integración de los avances y resultados en una base de indicadores del programa, aún se encuentran en desarrollo. Actualmente, la información se entrega a partir de memorias anuales, las cuales tienen el inconveniente, como registro de información en cuanto a los ámbitos asociados a beneficios económicos sociales, de que no entregan información que permita llevar a cabo una medición del impacto no académico de la ciencia.
- iv) **Bajo nivel de capital humano destinado a la vinculación con los mercados.** Un elemento que se debe considerar son las capacidades de los equipos, los recursos y el tiempo necesarios, para acercar los desarrollos de los centros al mercado o sectores productivos. En general, esto no se encuentra dentro de las funciones de los centros, y sus capacidades en este ámbito son bajas, salvo algunas excepciones.
- v) **Tasa social de descuento.** Metodológicamente el sistema nacional de inversión pública descuenta los proyectos que requieren financiamiento público a una tasa del 6% anual, la cual se obtiene a partir de utilizar la metodología tradicional para la estimación del costo de oportunidad de utilizar los fondos o recursos públicos por parte del Estado. Sin embargo, metodológicamente existe una carencia respecto de cuál es la tasa pertinente para proyectos CTI, que incorpore de forma efectiva la incertidumbre asociada a la obtención de resultados, y el ciclo de la generación de desarrollos por parte de los centros.
- vi) **Valoración de los investigadores.** Los investigadores asociados a los centros Milenio valoran el Programa, debido a que les permite realizar gastos más flexibles, lo cual a su vez facilita el desarrollo de las investigaciones de frontera. En relación con esto, es importante tener en cuenta que el objetivo principal de Milenio ha sido planteado principalmente como investigación de frontera y excelencia, y no como una plataforma exclusiva de innovación y desarrollo.

### **Recomendaciones Principales**

- i) **Incorporación de indicadores en torno a productos y resultados vinculados al ámbito de competitividad del Programa de forma explícita.** Si bien a nivel de evaluaciones existentes del

Programa la contribución hacia el ámbito de la competitividad y bienestar social se encuentra a nivel de fin de Milenio, es factible generar indicadores por parte del Programa que puedan ir en esta dirección: a nivel de producto o resultados e impacto. La construcción de estos requiere que los centros envíen información de forma continua, con periodicidad a lo menos anual. En este sentido, es recomendable un sistema de llenado en línea de indicadores que se quieran implementar.

- ii) **Creación de un componente dentro del Programa asociado al desarrollo de mecanismos de vinculación al mercado, y/o asociado al desarrollo de sustentabilidad.** Un ámbito de intervención inmediata que va en directa relación con hacer madurar los beneficios económicos potenciales se refiere al desarrollo de un componente dentro del Programa que permita la prospección y apoyo para el desarrollo de innovaciones en presencia o ausencia de mercados. Lo anterior, implica el desarrollo de modelos de sustentabilidad tecnológica e innovativa, que puedan ser llevados a cabo por los propios centros, o bien co-ejecutado directamente por parte del Programa.
- iii) **Instalar capacidades en los equipos de investigación a través de un programa de formación en modelos de negocios en el área de CTI.** En la misma línea anterior, la implementación de un programa de formación en diseño de programas CTI y modelos de negocios en este ámbito, puede contribuir a instalar capacidades dentro de los centros para la comercialización de su conocimiento.
- iv) **Diseño e implementación de un sistema integrado de información y seguimiento de Fondos según fuentes.** Actualmente el registro de información en cuanto a fuentes de financiamiento obtenidas por los centros es auto declarativo, por lo tanto, no se dispone un registro único con respecto a dichos fondos. Estos registros tampoco se encuentran disponibles en una base de datos que permita analizar la complementariedad de las fuentes de financiamiento.
- v) **Mejoramiento técnico de las memorias a través de la incorporación de indicadores de rentabilidad social.** Dado que el instrumento primordial de seguimiento y monitoreo del Programa corresponde a las memorias, estas deben mejorarse técnicamente respecto a los elementos que deben estar contenidos, al menos al momento del cierre o finalización de financiamientos, así como también al momento de aprobar la continuación en particular de cada centro. Se debe incorporar, al menos, información específica en torno a la generación de beneficios económicos sociales, como VAN social, retorno por peso invertido, así como la medición de las principales externalidades generadas y flujos sociales asociados a innovaciones de los centros, junto con el ciclo de concreción de dichos beneficios, además de las condiciones necesarias para que beneficios puedan traducirse en beneficios sociales.
- vi) **Implementación de auditorías de Innovación.** Dentro del contexto anterior, un instrumento utilizado como parte del seguimiento de los programas, es la aplicación de auditorías de calidad asociadas al desarrollo de innovaciones, de modo que la verificación in situ permita

efectivamente contribuir a analizar los potenciales económicos sociales que se deriven de los desarrollos y prototipos, o bien, bienes y servicios desarrollados, así como también su demanda potencial.

- vii) **Reconsideración de los royalties exigidos por universidades.** Es común que las universidades exijan royalties respecto de los descubrimientos e innovaciones generados por los centros albergados en las mismas. Estos pueden ser muy altos como para generar interés en instituciones privadas. Por ejemplo, según indicó en una entrevista la directora del Instituto de Dinámica Celular y Biotecnología, la Universidad de Chile exige un royalty de 60%, mientras que el Instituto de Biología Integrativa y de Sistemas nos indicó que la Pontificia Universidad Católica de Chile exige un 50%. Estos valores son muy altos como para atraer a inversionistas privados. De manera que se sugiere llevar a cabo una negociación que permita reducirlos.
- viii) **Ferias Tecnológicas para desarrollos tecnológicos en ciencias básicas.** Una feria es un evento industrial, social, económico y cultural —establecido, temporal, periódico o anual— que se lleva a cabo en una sede o lugar de eventos, y que llega a abarcar generalmente un tema o propósito común. En este contexto, realizar ferias tecnológicas orientadas a inversionistas potenciales, puede constituir un mecanismo de articulación entre ciencia y sector privado, llevada a cabo por Milenio.
- ix) **Valoración de la generación de desarrollos tecnológicos en el currículum de investigadores.** Uno de los desincentivos para la generación de desarrollos tecnológicos es el tiempo que los investigadores deben dedicar, ya sea a la obtención final del desarrollo tecnológico o a los esfuerzos destinados a la articulación. Por lo tanto, se sugiere alguna forma que permita incorporar en la puntuación de los currículums el logro de desarrollos tecnológicos.
- x) **Encuentros de mejores prácticas entre Institutos.** Un ámbito que surge de entrevistas realizadas es la heterogénea capacidad para vincularse con el mundo privado, así como la generación de red de contacto, y desarrollo de modelos de negocios. En este sentido, será relevante para los próximos años encuentros que permitan compartir experiencias exitosas, y/o instalar capacidades a partir del trabajo entre centros.

# I. Antecedentes de diagnóstico y del Programa.

## I.1 Antecedentes generales

El sistema de promoción y apoyo al desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) se ha desarrollado en Chile de manera gradual y paulatina a través del diseño y operación de un conjunto de programas especializados durante al menos las últimas 3 décadas, impulsados principalmente por la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) y la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO).

A principios de la década de los noventa, CONICYT administraba solo el Fondo de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT), programa creado en 1981 y destinado a estimular el desarrollo de la investigación científica a nivel de investigadores. En 1991, CONICYT inauguró el Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDEF), orientado al desarrollo de proyectos de investigación aplicada ejecutados por universidades e instituciones tecnológicas. A su turno, CORFO puso en marcha primero el Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo (FONTEC) con el propósito de incentivar la innovación en empresas productivas y luego el Fondo de Interés Público (FONSIP), el que inicialmente estuvo destinado a la promoción la investigación precompetitiva y el desarrollo tecnológico e innovador de la oferta de bienes públicos de los Institutos Tecnológicos Públicos (ITP). Este programa dio origen al Fondo de Desarrollo e Innovación (FDI), que apoyó a los ITP, universidades y otras entidades tecnológicas en el desarrollo de proyectos de investigación, para luego ampliarse incorporando nuevas áreas de actuación como la transferencia y difusión de tecnologías y el emprendimiento.<sup>3</sup> En la segunda mitad de esa década, CONICYT implementó el Fondo de Financiamiento de Centros de Excelencia en Investigación en Áreas Prioritarias (FONDAP) con el propósito de apoyar la creación de centros de excelencia para la investigación científica y de alto impacto en el país.

En este contexto y en el marco de una iniciativa presidencial, se diseñó en 1999 el programa Iniciativa Científica Milenio (ICM). La ICM, cuya supervisión institucional estuvo inicialmente a cargo del Ministerio de Planificación y Cooperación (MIDEPLAN), fue el único programa de promoción de la investigación científica diseñado, operado y financiado fuera del sistema de las agencias públicas nacionales de alcance multisectorial encargadas hasta ese momento del fomento de la ciencia, la tecnología y la innovación en Chile. Es posible que ello explique la de duplicidad en cuanto a objetivos y mecanismos de apoyo que presentó el programa en su versión original respecto del FONDAP de CONICYT.

En la actualidad, aunque con diferencias en los propósitos de política, objetivos y sus enfoques de trabajo, Chile dispone de un conjunto de programas de apoyo orientados al desarrollo y mantención de capacidades científicas y tecnológicas, la formación de capital humano avanzado y de fomento al desarrollo de proyectos de investigación básica y aplicada. Gracias al esfuerzo de financiamiento público sostenido, el sistema nacional de innovación chileno alcanzó de manera paulatina un cierto nivel de masa crítica en cuanto al nivel de actividad y el volumen de proyectos apoyados, muchos de los cuales corresponden a proyectos de largo plazo y ámbitos prioritarios (OCDE, 2015).<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> La fusión de los fondos FONTEC y FDI en 2004 dio origen al programa InnovaChile de CORFO.

<sup>4</sup> Véase OCDE (2015). "Public research centres and knowledge triangle: the case of Chile". ([http://www.cnid.cl/wp-content/uploads/2016/01/DSTI\\_STP\\_TIP2015-informe-final-OCDE.pdf](http://www.cnid.cl/wp-content/uploads/2016/01/DSTI_STP_TIP2015-informe-final-OCDE.pdf))

Uno de los resultados de la operación de los programas públicos corresponde a la instalación de un conjunto de centros y entidades especializadas en actividades de investigación básica y aplicada, así como también en el desarrollo de iniciativas de desarrollo y difusión tecnológica. Muchas de estas entidades provienen de universidades y operan bajo distintas fórmulas institucionales y con distintos niveles de autonomía. En otros casos se trata de nuevas entidades que fueron creadas a partir del trabajo asociativo de consorcios de investigación. Un grupo de estos centros corresponde a entidades y organizaciones internacionales que respondieron a los incentivos públicos del programa de atracción de CEI (Centros de Excelencia Internacional para su instalación en el país.<sup>5</sup>

Los niveles de esfuerzo financiero de los programas públicos son distintos y dependen de sus objetivos y el tipo de actividades que apoyan. En el caso del programa Milenio, de acuerdo a la información del programa en la actualidad los aportes para apoyar la constitución de institutos alcanzan a 902 millones anuales para entidades en el área de las ciencias naturales y 288 millones en ciencias sociales. En el caso de los núcleos, estos aportes corresponden a 204 millones y 70 millones por año para las áreas de ciencias naturales y ciencias sociales, respectivamente. Los niveles de cobertura y el financiamiento anual promedio de los programas de desarrollo de capacidades operados por CONICYT y CORFO se presentan en las tablas 1 y 2.

Dado este proceso de construcción institucional para el apoyo al desarrollo de capacidades tecnológicas, Chile dispone en la actualidad de una diversidad de centros con distintos tipos de especialización para abordar desafíos en el área de ciencia, tecnología e innovación. Este panorama presenta aún un menor desarrollo relativo si se le compara con países de la región como Argentina y Brasil y una gran distancia si se le compara con países desarrollados que disponen de cantidades muy significativas de instituciones de investigación, así como de redes y grupos de investigación que cuentan con financiamiento público.<sup>6</sup> Una esquematización de la institucionalidad científica y tecnológica chilena se presenta en la siguiente figura.

---

<sup>5</sup> Este es el caso, por ejemplo, de Fraunhofer de Alemania, CSIRO de Australia o Inria de Francia.

<sup>6</sup> Alemania, por ejemplo, cuenta con más de 800 instituciones de investigación y más de 90 redes y grupos de investigación.

**Tabla 1. Grupos y centros de investigación financiados por CONICYT, 2018.**

Programa	Año	Alcances	Cobertura	Financiamiento promedio año por centro (millones de pesos)
<b>FONDAP</b>	1997	Investigación científica de excelencia en áreas de impacto (núcleo de 10 investigadores titulares)	13 centros	800
<b>Programa Regional</b>	2000	Desarrollo científico y tecnológico en regiones en coordinación con Gobiernos Regionales	13 centros regionales	300 (a)
<b>PIA (Programa de Investigación Asociativa) (b)</b>	2009	Articulación de investigadores (3 investigadores titulares)	38 anillos	100-150
		Centros científicos tecnológicos de excelencia (Financiamiento Basal /12 investigadores titulares)	16 centros	600 – 2.200

(a) Considera solo aporte de CONICYT; (b) Este programa corresponde a la fusión del programa PBCT (2004-2008) y el Programa de Financiamiento Basal para Centros Científicos y Tecnológicos de Excelencia creado en 2006.

Fuente: CONICYT

**Tabla 2. Centros de investigación e institutos públicos financiados por CORFO, 2018.**

Programa	Año	Alcances	Cobertura	Financiamiento máximo año por centro (millones de pesos)
<b>CEI (Centros de Excelencia Internacional)</b>	2010	Atracción de centros de excelencia internacionales	8 centros (a)	975
			4 centros (b)	1.215
<b>CET (Centros de Extensionismo Tecnológico)</b>	2015	Servicios tecnológicos y difusión de tecnologías disponibles a Pymes	13 centros	300
<b>Centros Tecnológicos para la Innovación</b>	2016	Infraestructura tecnológica y capital humano avanzado para innovación (niveles multiregional y nacional)	8 centros (c)	615-970
<b>Institutos Tecnológicos Públicos</b>	2018	Fortalecimiento y capacidades tecnológicas para bienes públicos (d)	4 institutos (c)	970

(a) Centros institucionales pertenecientes a entidades de investigación internacionales; (b) Centros pertenecientes a empresas multinacionales; (c) Número de entidades a 2019; (d) No incluye convenios de transferencia de recursos anuales con INN, IFOP y Fundación Chile.

Fuente: CORFO

### **I.1.1 Orígenes del programa Iniciativa Científica Milenio**

La puesta en marcha del programa Iniciativa Científica Milenio (Milenio) se remite formalmente al Decreto Supremo N°151 de 1999 del Ministerio de Planificación y Cooperación (MIDEPLAN), actual Ministerio de Desarrollo Social. Los principales hitos del proceso de diseño e inicio de sus operaciones corresponden a los siguientes:

#### **(i) Marco y requerimientos de política**

De acuerdo a la información de Banco Mundial (1999), el desempeño del sistema chileno de ciencia y tecnología a finales de la década de los 90 estaba seriamente afectado por un conjunto de factores que incluían problemas en la formación de capital humano avanzado; una baja disponibilidad y crecimiento de la cantidad de personal para las actividades de ciencia y tecnología; bajos niveles de recursos públicos disponibles; una alta fragmentación en los esfuerzos en investigación y desarrollo; mecanismos y procedimientos de financiamiento con pocas aptitudes para apoyar la obtención de buenos resultados en investigación y desarrollo; bajos niveles de coordinación y proyección de largo plazo de la política pública; entre otros.<sup>7</sup>

En el ámbito institucional, según el Banco Mundial, aunque el diagnóstico realizado por el propio gobierno apuntaba a la necesidad de corregir esta situación a través de una reforma profunda del sistema de promoción de ciencia y tecnología, las principales agencias públicas nacionales no habrían estado dispuestas a abordar un proceso de ese tipo por los riesgos que esto les podía significar. Además, las agencias públicas habrían tenido un diagnóstico que ponía el foco solo en el nivel de recursos públicos disponibles, sin dar cuenta de problemas relevantes para el desempeño de la ciencia en Chile como los asociados a la calidad y productividad de los investigadores chilenos y el número de doctores formados anualmente, entre otros. En este marco, el Gobierno de Chile decidió evitar un proceso de reforma de CONICYT e impulsar una experiencia a nivel piloto que demostrara en la práctica el uso de nuevos modelos y mecanismos que pudieran ser adoptados posteriormente por las agencias nacionales e inducir cambios incluso en el marco legal del sistema de ciencia y tecnología chileno.

La solicitud del Gobierno de Chile al Banco Mundial buscaba iniciar un primer período de 5 a 10 años para el despliegue de la Iniciativa Científica Milenio (Milenio) que fuera suficientemente monitoreada y evaluada para lograr aprendizajes y lecciones de política.

#### **(ii) La Comisión Nacional de Iniciativas Científicas para el Milenio**

A través del D.S. N°151 de julio de 1999 del Ministerio de Planificación y Cooperación (MIDEPLAN) se creó la Comisión Nacional de Iniciativas Científicas para el Milenio, como la entidad encargada de asesorar al Presidente de la República en la proposición de políticas que apunten al fomento de las capacidades de investigación científica, la realización de investigaciones, la preparación de científicos jóvenes en la investigación práctica y la difusión de nuevos conocimientos científicos mediante programas educativos y de gestión.

#### **(iii) Suscripción de convenio de crédito con el Banco Mundial**

El D.S. N°514 del Ministerio de Hacienda publicado en junio de 1999 autorizó la suscripción de un convenio de crédito entre el Gobierno de Chile y el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF), entidad del Banco Mundial, para financiar el Proyecto Iniciativa Científica Milenio. En este decreto se designó como unidad ejecutora al MIDEPLAN.

---

<sup>7</sup>Véase "Project Appraisal Document on a Proposed Learning and Innovation Loan (LIL) in the Amount of US\$5 Million to the Republic of Chile for a Millennium Science Initiative Project" del Banco Mundial, Abril de 1999.

(iv) Bases de concurso de proyectos de 1999

El Decreto N°184 de junio de 1999 del Ministerio de Planificación y Cooperación, aprueba y pone en vigencia las bases generales para la ejecución del Proyecto Iniciativa Científica Milenio (Milenio) y establece las “Bases de concurso de proyectos 1999: Institutos y Núcleos Científicos Milenio”.

En estas bases se formalizaron las definiciones del convenio de crédito suscrito con el BIRF que hacen parte del Manual de Operaciones del Programa. En la fase inicial del Programa Milenio, se implementó en 1999 un primer concurso público y se seleccionaron las primeras propuestas de Institutos y Núcleos. Así, a partir del año 2000 se pusieron en marcha los primeros 3 Institutos y 5 Núcleos científicos.

(v) Inclusión de las Ciencias Sociales

De acuerdo al D.S. 74 de marzo de 2007 el Programa incorporó el área de las ciencias sociales como ámbito de trabajo institucional.

(vi) Cambio en la dependencia institucional

A través del D.S. 157 de junio de 2011 se modificó la dependencia ministerial y el programa pasó a depender del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, reestructurándose, entre otros, algunos aspectos relativos a las funciones de la comisión del programa.

### **I.1.2.1 Procesos productivos del programa**

A través de concursos públicos, el Programa Milenio financia el desarrollo de centros de investigación de excelencia en el país, ya sea para la selección de nuevos Institutos y/o Núcleos, como para la fase de continuidad de algunos. En esta sección se presenta el actual proceso de producción del Programa, el cual es equivalente tanto en el caso de Institutos como el de Núcleos, indistintamente de las disciplinas que aborden.<sup>8</sup>

## **Convocatoria**

El proceso de producción se inicia con la elaboración de las bases y la apertura de cada convocatoria, cuando el Consejo Directivo de la Iniciativa Científica Milenio aprueba la realización de un llamado para la formación o fortalecimiento de centros de investigación (Institutos y/o Núcleos Científicos). Actualmente, los llamados a concursos de proyectos de Institutos y Núcleos se hacen de manera separada, a excepción del llamado del año 1999, que se hizo de forma conjunta para Institutos y Núcleos. Respecto a la focalización en las disciplinas de ciencias naturales y exactas, o de ciencias

---

<sup>8</sup> El proceso que se presenta corresponde al actualmente vigente de acuerdo a las “Bases tipo para concurso de Institutos Científicos del programa Iniciativa Científica Milenio” (mayo de 2017) y “Bases tipo para concurso de Núcleos Científicos del programa Iniciativa Científica Milenio” (agosto de 2017). A partir de 2017 las bases incorporaron modificaciones relevantes principalmente en el proceso de evaluación. Anteriormente, se realizaba en función de la presentación de un anteproyecto y posteriormente un proyecto definitivo y una entrevista final; respecto al número de miembros del Comité del Programa que evaluaba las propuestas (antes al menos 2 y actualmente, al menos 1 – *no se entiende a lo que se refiere*) y respecto a la ponderación de los criterios de evaluación.

sociales<sup>9</sup>, se observa que, en el caso de Institutos, los llamados se han realizado de manera específica en cada caso, es decir, estableciéndose en cada llamado si éste abordará propuestas en ciencias naturales o exactas, o en ciencias sociales. En el caso de los Núcleos, si bien a contar del año 2007 y hasta la fecha se han realizado llamados a concursos de manera conjunta, en la mayoría de los casos los llamados han sido específicos, es decir, focalizados por disciplina, como se muestra a continuación.

**Tabla 3: Llamados a concurso realizados por año y disciplina**

Año	Tipo de proyecto	Disciplina
1999	Institutos y Núcleos Científicos Milenio	Ciencias Naturales y Exactas
2001	Núcleos Científicos Milenio	Ciencias Naturales y Exactas
2002	Núcleos Científicos Milenio	Ciencias Naturales y Exactas
2004	Núcleos Científicos Milenio (Concurso interno para renovación)	Ciencias Naturales y Exactas
2004	Núcleos Científicos Milenio	Ciencias Naturales y Exactas
2005	Institutos Científicos Milenio	Ciencias Naturales y Exactas
2006	Núcleos Científicos Milenio	Ciencias Naturales y Exactas
2007	Núcleos Científicos Milenio	Ciencias Naturales y Exactas
2007	Núcleos Científicos Milenio	Ciencias Sociales
2009	Institutos Científicos Milenio	Ciencias Naturales y Exactas
2010	Núcleos Científicos Milenio	Ciencias Sociales
2012	Núcleos Científicos Milenio	Ciencias Naturales y Exactas
2012	Institutos Científicos Milenio	Ciencias Naturales y Exactas
2013	Núcleos Científicos Milenio	Ciencias Naturales y Exactas y Ciencias Sociales
2013	Institutos Científicos Milenio	Ciencias Sociales
2016	Núcleos Científicos Milenio	Ciencias Naturales y Exactas
2017	Núcleos Científicos Milenio	Ciencias Naturales y Exactas y Ciencias Sociales
2017	Institutos Científicos Milenio	Ciencias Naturales y Exactas

Fuente: Programa Milenio.

**Postulación de propuestas.** Duración máxima de 35 días hábiles desde la apertura de la convocatoria

Una vez realizada la apertura de una convocatoria se inicia el proceso de postulación y recepción de postulaciones de los interesados en constituir o de renovación competitiva para continuar el desarrollo de centros de investigación científica.

Los requisitos de postulación, dependiendo si se trata de Institutos o Núcleos, están asociados a elementos generales de conformación del equipo propuesto, de manera de asegurar el número y estructura (proporción de investigadores nuevos y antiguos) del equipo de investigadores, entre otros elementos. Asimismo, en cada caso se debe acompañar los antecedentes técnicos de la

<sup>9</sup> El D.S. nro. 70 publicado en mayo 2007 del ex Ministerio de Planificación y Cooperación aprobó las bases del primer llamado a concurso de Núcleos Milenio de investigación en ciencias sociales. Luego, el D.S. nro. 74 publicado en octubre de 2007 del ex Ministerio de Planificación y Cooperación, aprobó la apertura de un área de Ciencias Sociales y las Humanidades dentro de la Comisión de Iniciativas Científicas para el Milenio, a partir de lo cual se incorporó esta disciplina como parte estructural del programa. programaProgramaprograma.

propuesta, dar cuenta de las capacidades y experiencia técnica del equipo de trabajo, así como de la estructura de operación y presupuestaria dentro de los cuales se enmarca el proyecto.

Llama la atención que en las últimas Bases Tipo para Concurso de Núcleos Científicos y de Institutos Científicos (2017) disponibles a la fecha, no se define un monto global de financiamiento máximo posible de ser obtenido por los centros en caso de resultar adjudicados, a diferencia de años anteriores. La estructura de costos estará sujeta a los “Ítems de gastos financiables” que se establecen en las bases de concurso de los centros, tanto de Institutos como de Núcleos Milenio, y que consideran las distintas categorías de gastos: personal, inversiones, infraestructura, gastos de operación y otros gastos generales de administración (“Gastos de Overhead”).

De acuerdo con información entregada por Milenio, entre los años 1999 y 2017, el número de proyectos de Institutos Milenio postulados aumentó un 177% (de 13 a 36), el de Núcleos Milenio en Ciencias Naturales y Exactas postulados creció un 124% (de 66 a 148) y el número de proyectos postulados de Núcleos Milenio en Ciencias Sociales, entre el año 2007 y 2017, aumentó un 69% (de 49 a 83).

En el caso de los Institutos Milenio, la tasa de adjudicación entre 1999 y 2017 se mantuvo sin variación (5,5% proyectos del 2016), con un promedio de 3 proyectos por concurso. Los Núcleos Milenio en Ciencias Naturales aumentaron la tasa de adjudicación en 60% con un promedio de 5 proyectos por concurso y los Núcleos Milenio en Ciencias Sociales aumentaron la tasa de adjudicación en un 29% en el período 2007-2017, con un promedio de 7 proyectos adjudicados por concurso.

**Evaluación de propuestas.** Hasta 120 días hábiles desde el vencimiento del plazo de presentación de propuestas

**Admisibilidad** Una vez cerrado el proceso de postulación se inicia la etapa de evaluación de las propuestas. En primer término, el Programa Milenio revisa la admisibilidad de cada propuesta, evaluándose que satisfaga los requisitos mínimos de postulación indicadas en las bases de Concurso. Las propuestas admisibles continúan el proceso de evaluación.

#### Evaluación técnica de propuestas, fase 1

Las propuestas que resultan admisibles son evaluadas por el Comité de Programa en dos fases. La primera corresponde a la revisión de la propuesta escrita y la segunda, a una entrevista oral. El proceso de evaluación técnica de las propuestas de Institutos y Núcleos es equivalente en ambos casos.

En la primera fase de evaluación, las propuestas escritas son revisadas y evaluadas por al menos un miembro del Comité de Programa, quién prepara un informe de evaluación. En el caso que este miembro del Comité de Programa requiera apoyo para la evaluación de alguna propuesta, podrá solicitar la evaluación de un Evaluador Par<sup>10</sup>, el que deberá emitir un informe de evaluación separadamente. Cada propuesta escrita será calificada de manera independiente, sin considerar las

---

<sup>10</sup>Según las bases de concurso se define Evaluador Par, como: científico especialista en áreas específicas de las Ciencias Naturales y Exactas o Ciencias Sociales, que presta apoyo científico-técnico al Comité de Programa en las evaluaciones de las propuestas que postulan a concursos de Institutos y Núcleos Milenio. Además, realiza la evaluación de Memorias Anuales e Informes Técnicos Finales de los Centros Milenio.

demás propuestas recibidas, y luego, considerando el nivel de impacto esperado y su plan de difusión y transferencia científica, cada una es evaluada de manera relativa considerando las otras propuestas.<sup>11</sup> En función de esta evaluación, el Comité de Programa asigna un puntaje final de las propuestas escritas que permite identificar a las propuestas mejor evaluadas, de acuerdo a los puntajes posibles establecidos para el proceso de evaluación. De entre las propuestas con una calificación menor a trescientos puntos, serán seleccionadas las mejores evaluadas y podrán pasar a la segunda fase de evaluación (entrevista).

En esta fase, se evalúan la experiencia y excelencia académica de los investigadores, el mérito técnico, científico y metodológico de la propuesta de investigación, el plan propuesto para la formación de nuevos investigadores y la estrategia de incorporación de estos al trabajo del centro u otras entidades y la capacidad de gestión y planificación para la implementación de la propuesta. En esta fase de la evaluación, entre los criterios de evaluación, se ponderan en una mayor proporción la excelencia académica y científica de los investigadores y, en una mirada relativa considerando las demás propuestas, el potencial de la misma para aportar al conocimiento que generará el centro. El mérito científico, técnico y metodológico de la propuesta es un ámbito de relevancia también dentro de la evaluación, pero con una ponderación algo menor en comparación con los dos criterios recién mencionados.

Cabe señalar que la búsqueda y apalancamiento de financiamiento complementario, tanto de fuentes públicas como privadas, no es un elemento primordial para evaluar. Se debe aclarar que los términos de renovación o continuidad dependen si se trata de Núcleo o Instituto, respectivamente. En efecto, en las Bases de Concurso de Institutos Científicos (2017), ya sea de centros nuevos o en el caso de continuidades, este factor es evaluado con una ponderación menor en relación con otros criterios de evaluación (un 6% del total de esta fase de evaluación) y se evalúa en conjunto con otros aspectos, como son la propuesta o plan de desarrollo de redes de colaboración y realización de trabajos conjuntos con investigadores de otros centros científicos. En el caso de las Bases de Concurso de Núcleos Científicos (2017), el apalancamiento o plan de apalancamiento de recursos financieros complementarios no se evalúa.

Una vez obtenida la calificación de cada propuesta en la primera fase de evaluación, se seleccionan aquellas que son calificadas como “buena” o “sobresaliente”, y pasan a la segunda fase del proceso de evaluación.<sup>12</sup> Por cada concurso, el cupo de propuestas de Institutos y Núcleos Científicos para ser entrevistados dependerá de la disponibilidad presupuestaria con que cuente el Programa.

#### Evaluación técnica de propuestas, fase 2

La segunda fase de evaluación corresponde a una entrevista oral que realiza el Comité de Programa a los Investigadores Asociados representantes de cada propuesta seleccionada. En esta entrevista se evalúa la propuesta en su conjunto, considerando aspectos técnicos, metodológicos, la relevancia del conocimiento generado para el país, diferenciación de la propuesta de investigación respecto a lo cubierto por otros centros financiados por el programa y aspectos organizacionales y de gestión

---

<sup>11</sup> Las bases de concursos establecen una tabla de calificación que determina los puntajes posibles de obtener y que se estructura de la siguiente forma: calificación entre 100 y 199, equivalente a Sobresaliente; calificación entre 200 y 299, equivalente a Bueno; calificación entre 300 y 399, equivalente a Razonable, pero requiere importantes mejoras; calificación entre 400 y 500, equivalente a No competitivo.

<sup>12</sup> Las bases de concursos establecen una tabla de calificación que determina los puntajes posibles de obtener y que se estructura de la siguiente forma: calificación entre 100 y 199, equivalente a Sobresaliente; calificación entre 200 y 299, equivalente a Bueno; calificación entre 300 y 399, equivalente a Razonable, pero requiere importantes mejoras; calificación entre 400 y 500, equivalente a No competitivo.

del centro. Como en las etapas anteriores, esta fase de evaluación es equivalente para Institutos y Núcleos Científicos.

### **Selección de propuestas**

La calificación de cada propuesta se realiza ponderando la calificación obtenida en ambas fases de evaluación (la ponderación de la primera fase de evaluación -propuesta escrita- y de la segunda fase -entrevista- es de 50% cada una), a partir de la cual el Comité de Programa jerarquiza las propuestas evaluadas y recomienda fundadamente la adjudicación de una selección de éstas. Esta jerarquización y recomendación de adjudicación es presentada y analizada por el Consejo Directivo, el que procede a sancionar la adjudicación de cada concurso.

**Adjudicación de propuestas.** Hasta 15 días hábiles para el envío de la Resolución de Adjudicación a la Contraloría General de la República para la correspondiente Toma de Razón, contados desde la sesión del Consejo Directivo que sanciona.

Una vez realizada sesión del Consejo Directivo que sanciona la adjudicación del concurso, el Subsecretario procede a adjudicar el concurso para lo que emite una resolución basada en el acta de adjudicación del Consejo Directivo. Una vez tramitada dicha resolución, ésta es publicada en la página web de Milenio y los resultados del concurso son notificados a los postulantes.

### **Suscripción de convenio de financiamiento**

Una vez notificado el postulante respecto a la adjudicación de la propuesta, se procede a la firma del convenio de financiamiento. Las bases establecen el convenio tipo, en el cual se definen las condiciones de financiamiento, así como las obligaciones y derechos de cada uno de los firmantes. En este aspecto, es relevante mencionar que, si bien se establecen las condiciones de financiamiento, éste queda sujeto a la disponibilidad presupuestaria con que cuenta Milenio cada año, de acuerdo con la Ley de Presupuestos del Sector Público respectiva.

### **Puesta en marcha y ejecución del proyecto**

Una vez firmados los convenios, se inicia la puesta en marcha y ejecución de los centros seleccionados. Durante el proceso de ejecución, la Secretaría Ejecutiva realiza el control y seguimiento del desarrollo de cada centro. En esta etapa, cada centro debe presentar distintos informes durante su ejecución.

En el caso de los Núcleos Milenio, estos deben presentar:

- (i) Un “Informe de Rendición Mensual” en el cual se detallan los recursos recibidos y la rendición de los gastos efectuados por el Núcleo de acuerdo a las normas y formatos establecidos por la Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño en el manual de rendiciones correspondiente.
- (ii) Un “Reporte de Productividad Científica” anual en el cual cada centro presenta información cuantitativa respecto a su desempeño.
- (iii) Una “Memoria Anual” que deberá presentar información cuantitativa y cualitativa respecto a la gestión realizada. Este informe no debe entregarse ni al tercer ni sexto año de ejecución, dado que es reemplazado por el Informe Técnico Final correspondiente.
- (iv) Un “Informe Técnico Final” que da cuenta del desarrollo del Núcleo Científico durante el último trienio. Este debe entregarse al término del primer y segundo período de tres años, en el caso que corresponda.

En el caso de los Institutos Científicos, estos deben presentar los siguientes informes:

- (i) Un “Informe de Rendición Mensual” en el cual se detallan los recursos recibidos y la rendición de los gastos efectuados por el Instituto Científico siguiendo las normas y formatos establecidos por la Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño en el manual de rendiciones correspondiente.
- (ii) Un “Reporte de Productividad Científica” anual en el cual cada Instituto Científico deberá presentar información cuantitativa respecto a su desempeño.
- (iii) Una “Memoria Anual” que deberá presentar información cuantitativa y cualitativa respecto a la gestión realizada. Este informe no debe entregarse ni al quinto ni décimo año de ejecución, dado que es reemplazado por el Informe Técnico Quinquenal o Final, según corresponda.
- (iv) Un “Informe Técnico Final” que da cuenta del desarrollo del Instituto Científico durante el último quinquenio y debe entregarse al término del primer y segundo período de cinco años, cada vez que corresponda.

Con excepción de las rendiciones mensuales, los demás informes son informes científico-técnicos, en los cuales cada centro deberá entregar información respecto los resultados alcanzados en términos de producción científica, equipo de investigadores, formación, publicaciones, productos relevantes, actividades de colaboración y actividades de divulgación y difusión al medio, entre otras.

Los Institutos Científicos, serán evaluados en su quinto año de vigencia respecto a su desempeño y gestión. Se analizan y evalúan las propuestas de los Institutos para el segundo quinquenio, junto con sus Memorias Anuales, Informes Quinquenal, Informes de Rendición Mensual, calificaciones de la capacidad de gestión y cumplimiento de las obligaciones administrativas, entre otras. Para efectos de la evaluación de aspectos científicos, al menos un Evaluador Par realiza un informe sobre el desarrollo del Instituto y entrega una propuesta para su continuidad. Todos los antecedentes son presentados al Consejo Directivo, el que se pronuncia respecto a la extensión del Instituto para un segundo período de ejecución, o el término de su vigencia. En el caso que la continuidad del Instituto no sea aprobada, se termina anticipadamente el convenio de financiamiento.

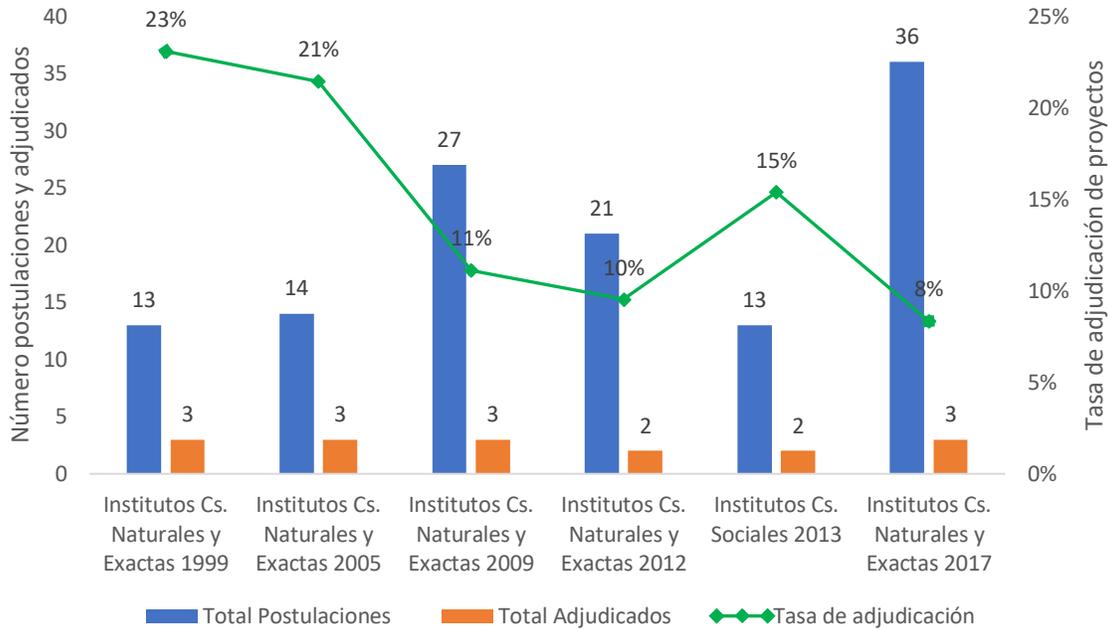
En el caso de los Núcleos Científicos, la Memoria Anual y el Informe Técnico Final son evaluados y calificados desde la perspectiva del desarrollo técnico de la investigación científica, por al menos un Evaluador Par. Con esta información, además de la información provista en cada uno de los informes entregados, la Secretaría Ejecutiva evalúa el desempeño de cada proyecto, pudiendo dar término anticipado del convenio de transferencia de recursos, en el caso de no cumplirse los resultados críticos o hitos de renovación establecidos en cada caso.

### **I.1.2.2 Asignación de los recursos del Programa**

Considerando la información aportada por el Programa, en esta sección se presentan antecedentes relativos al proceso de selección de proyectos y asignación de los recursos del Programa Milenio entre los años 2000 y 2018.

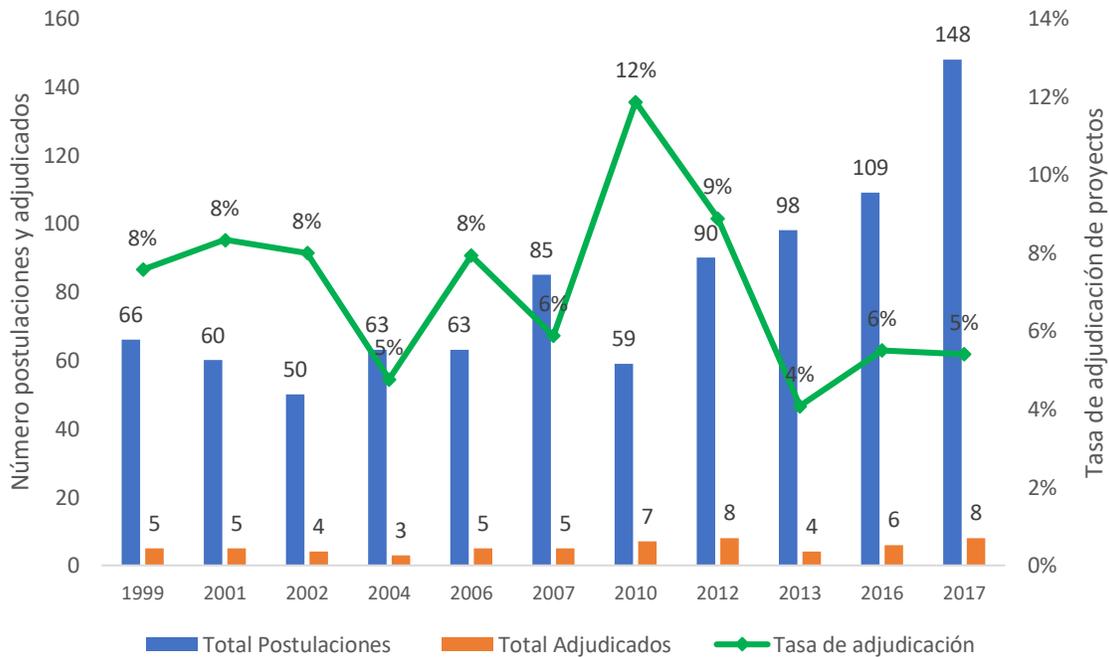
Los antecedentes de los procesos de postulación y adjudicación del programa se presentan en los gráficos siguientes. La tasa de selección de nuevos Institutos alcanzó en el período un promedio de 12,9%. Debe notarse que esta tasa muestra una tendencia a la baja. Aunque la adjudicación de nuevos Núcleos es relativamente más estable, también muestra signos de disminución para el período más reciente.

#### **Gráfico 1: Proyectos postulados y tasa de adjudicación de Institutos Milenio por concurso**



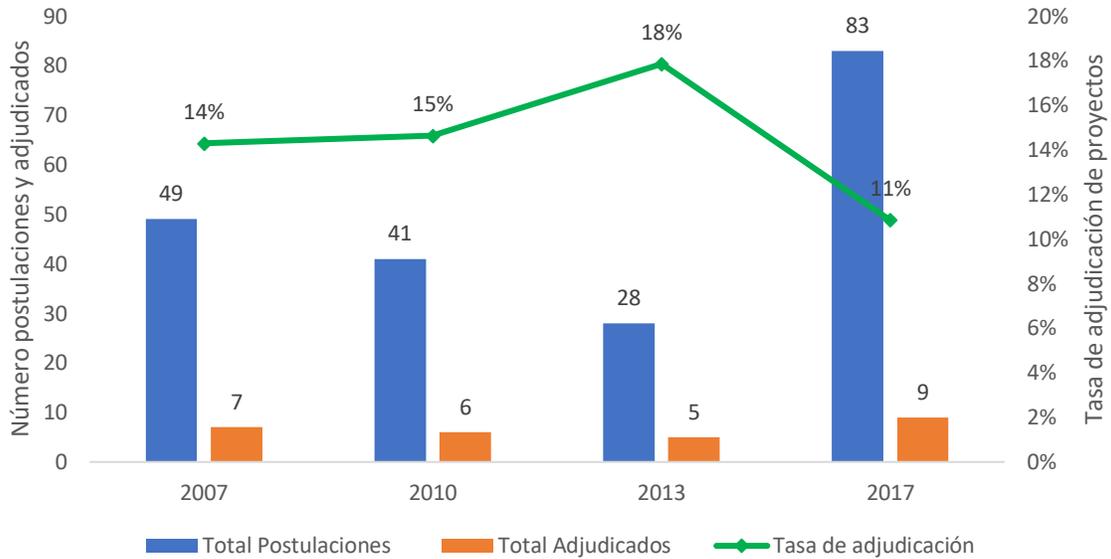
Fuente: Programa Milenio.

**Gráfico 2: Proyectos postulados y tasa de adjudicación de Núcleos Milenio en Ciencias Naturales y Exactas por concurso**



Fuente: Programa Milenio.

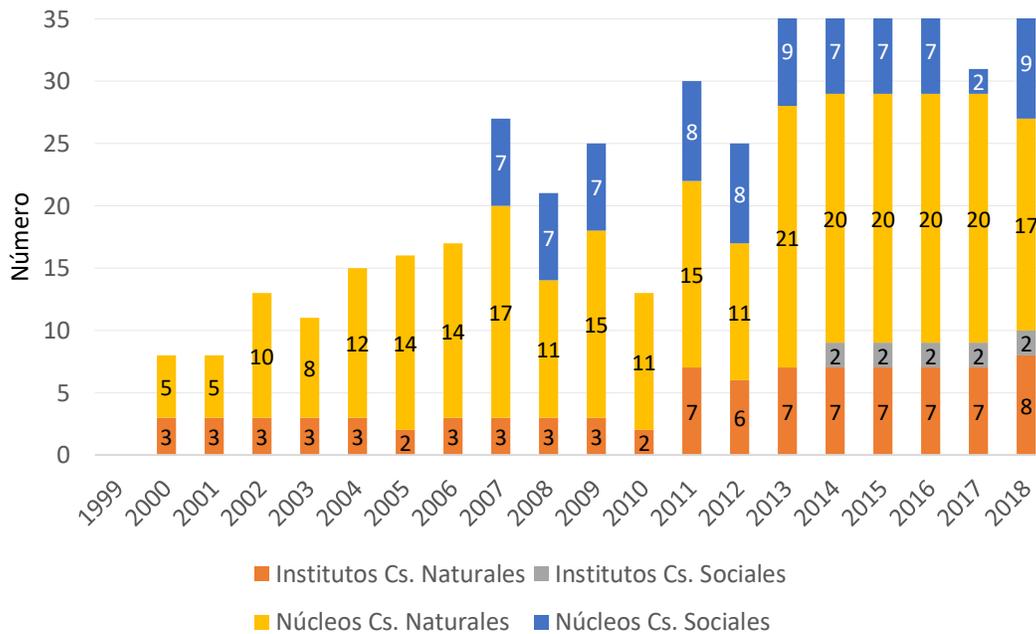
**Gráfico 3: Proyectos postulados y tasa de adjudicación de Núcleos Milenio en Ciencias Sociales por concurso.**



Fuente: Programa Milenio.

Entre el 2000 y 2018 el programa asignó financiamiento a 16 Institutos y 85 Núcleos (véase el Gráfico4). El monto total asignado a los 101 centros alcanzó a poco más de 116 mil millones de pesos, equivalentes a cerca de 202 millones de dólares. La evolución del financiamiento se presenta en elGráfico5.

**Gráfico 4: Número de centros con financiamiento por año**



**Gráfico 5: Milenio. Asignación de recursos financieros por año (millones de US\$)**



Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por Programa Milenio.

La distribución del financiamiento total del programa fue de un 55,5% a los Institutos y el restante 44,5% a los Núcleos. Con ello, el monto promedio anual recibido por los Institutos fue cercano a los 7 millones de dólares, y poco más de un millón cincuenta mil dólares en el caso de los Núcleos.

En las siguientes tablas se presenta la distribución de los recursos según Institutos y Núcleos y áreas de trabajo.

La evolución del programa muestra que de los 16 Institutos hay 6 que no disponen en la actualidad de contrato y financiamiento del programa. Esta situación ocurre para 59 de los 85 Núcleos.. De acuerdo con la información entregada por el Programa, sólo 2 Institutos han dejado de operar. En cuanto a los Núcleos, el mecanismo de financiamiento de 3 años permite una renovación por otros 3 años. Una vez concluido su período de renovación estos centros pueden dejar de operar o continuar sus actividades como Instituto. Un resultado interesante del programa es que 14 Núcleos cambiaron su estatus pasando a constituir 10 Institutos. Véase la tabla 4.

**Tabla 4: Número de Núcleos que cambiaron a Institutos**

N° de Caso	Núcleo		Instituto	
	Concurso	Nombre	Concurso	Nombre
1	Concurso 2010 - Concurso 2013	Núcleo Milenio para el Estudio de la Estatalidad y la Democracia en América Latina	Concurso 2015	Instituto Milenio de Investigación sobre los Fundamentos de los Datos
	Concurso 2012	Núcleo Milenio Centro de Investigación de la Web Semántica		

<b>2</b>	Concurso 2010	Intervención Psicológica y Cambio en Depresión	Concurso 2013	Instituto Milenio para la Investigación en Depresión y Personalidad
<b>3</b>	Concurso 2010 - Concurso 2013	Núcleo Milenio Óptica Avanzada	Concurso 2017	Instituto Milenio en Óptica
<b>4</b>	Concurso 2010 - Concurso 2013	Núcleo Milenio en Biología Sintética y Biología de Sistemas Vegetales	Concurso 2017	Instituto Milenio de Biología Fúngica Integrativa y Sintética
	Concurso 2012 - Concurso 2015	Núcleo Milenio de Biología Fúngica Integrativa y Sintética		
<b>5</b>	Concurso 2006	Núcleo Milenio de Estudio de Supernovas	Concurso 2013	Instituto Milenio de Astrofísica
	Concurso 2007	Núcleo Milenio para la Vía Láctea		
<b>6</b>	Concurso 2001 - Concurso 2004	Núcleo Milenio Sistemas Complejos de Ingeniería	Concurso 2005	Instituto Milenio Sistemas Complejos de Ingeniería
<b>7</b>	Concurso 2004 - Concurso 2007	Núcleo Milenio de Inmunología e Inmunoterapia	Concurso 2009	Instituto Milenio de Inmunología e Inmunoterapia
<b>8</b>	Concurso 1999	Centro de Neurociencia Celular y Molecular de Valparaíso	Concurso 2009	Centro Interdisciplinario de Neurociencia de Valparaíso
<b>9</b>	Concurso 2001 - Concurso 2004	Centro de Neurociencias Integradas	Concurso 2009	Instituto de Neurociencia Biomédica
	Concurso 2007	Núcleo de Morfogénesis Neural		
<b>10</b>	Concurso 1999 - Concurso 2002	Centro Milenio para Estudios Avanzados en Ecología y de Investigaciones en Biodiversidad	Concurso 2005	Instituto de Ecología y Biodiversidad

En relación con la distribución de los centros de Milenio por áreas de trabajo y regiones, es interesante observar que el Programa muestra importantes niveles de concentración. Véase las tablas siguientes.

En cuanto a la distribución regional, los Institutos han operado sólo en 4 regiones y la mayor parte de ellos se encuentran en la Región Metropolitana (RM). Los Núcleos que han recibido financiamiento se han desarrollado en 8 regiones manteniendo un patrón semejante de concentración geográfica en la RM. A diferencia del caso de los Institutos, las regiones de Antofagasta, Maule, Biobío, la Araucanía y Los Ríos han albergado al menos un Núcleo en ciencias sociales.

La distribución por área de trabajo muestra la mayor importancia de los centros asociados a la investigación en ciencias naturales y exactas. Un 70,6% de los Núcleos y un 87,5% de los Institutos corresponden a esta área.

De acuerdo a la información del Programa, la participación en el financiamiento total por área disciplinaria, considerando las definiciones de áreas de conocimiento de la OCDE, muestra que las ciencias naturales explican el 58% del financiamiento en el caso de los Institutos y el 61% en Núcleos. Para las ciencias médicas y de salud estas participaciones bajan al 29% y el 10%, respectivamente.

En el caso de ingeniería y tecnología, los Institutos dan cuenta del 9% y los Núcleos del 19% de los recursos. Las ciencias sociales sólo ocupan el 4% del financiamiento de Institutos. Los recursos que se presentan en las siguientes tablas incluyen la totalidad de los Institutos y Núcleos financiados.

**Tabla 5: Financiamiento Institutos según áreas de conocimiento de OCDE**

Área	Total (USD)	Total (Miles USD)	Porcentaje del total
Ciencias Médicas y de Salud	32.718.430	32.718	29%
Ciencias Naturales	64.973.010	64.973	58%
Ciencias Sociales	4.394.603	4.395	4%
Ingeniería y Tecnología	10.104.456	10.104	9%
<b>Total general</b>	<b>112.190.500</b>	<b>112.190</b>	<b>100%</b>

**Tabla 6: Financiamiento Núcleos según áreas de conocimiento de OCDE**

Área	Total (USD)	Total (Miles USD)	Porcentaje del total
Ciencias Médicas y de Salud	9.167.962	9.168	10%
Ciencias Naturales	54.759.786	54.760	61%
Ciencias Sociales	9.126.686	9.127	10%
Humanidades	109.167	109	0%
Ingeniería y Tecnología	16.676.145	16.676	19%
<b>Total general</b>	<b>89.839.745</b>	<b>89.840</b>	<b>100%</b>

### I.1.2.3 Teoría del cambio del Programa

La presente sección tiene como objetivo analizar las relaciones de causalidad existentes en el Programa, ya sea que éstas evidencien una teoría del cambio unificada o una cadena de resultados asociados a la matriz de marco lógico del Programa. Esto, de forma que se pueda reflexionar sobre cómo se espera que actúe en el Programa en términos globales, y observar elementos relevantes del programa que pudiesen no estar del todo destacados, o bien invisibilizados.

En este sentido, la teoría del cambio consiste en establecer las relaciones lógicas y causales entre los insumos, procesos, productos, resultados, propósitos y fines de un proyecto. La utilización de este tipo de herramientas permite comprender y visualizar los mecanismos mediante los cuales se espera que operen los programas públicos, además de distinguir qué resultados e impactos podrían atribuírsele. De esta forma, es posible analizar distintos aspectos y niveles de un programa en cualquier momento del tiempo para disponer de una mejor comprensión de su desempeño y contribución de acuerdo con el marco de política pública en que opera.

Los antecedentes revisados para esto corresponden a las fichas RAI, así como información proporcionada por el Programa, el informe de evaluación DIPRES EPG-2014, y entrevistas realizadas en medios de prensa a la actual Directora Ejecutiva de Milenio.

El diagnóstico de la situación inicial dio cuenta de un conjunto de aspectos que afectaban de manera importante el desempeño del sistema de ciencia y tecnología en Chile (Banco Mundial, 1999). Una síntesis de estos factores es la que propone Guimón (2013):

- Ausencia de masa de crítica de investigación y desarrollo
- Fragmentación de la investigación y desarrollo existente

- Oferta insuficiente de recursos humanos para investigación y desarrollo
- Coordinación ineficiente en actividades de investigación y formación de recursos humanos
- Financiamiento público y procedimientos inadecuados
- Colaboración deficiente entre grupos de investigación y el sector privado
- Vínculos internacionales insuficientes

Una actualización y complementación de estos factores es la propuesta por el Ministerio de Economía, Fomento y Turismo a través de las fichas RAI de los Núcleos e Institutos Milenio, proporcionadas para la presente evaluación dan cuenta de las siguientes problemáticas que dan origen al surgimiento del programa:

- Baja capacidad para insertar y atraer a las nuevas generaciones de científicos en formación
- Baja formación de capital humano avanzado
- Baja calidad a nivel mundial de las universidades chilenas
- Baja creación de empresas innovadoras chilenas basadas en el conocimiento
- Diversidad económica del país dentro de los niveles más bajos del a OCDE
- Baja participación de investigadores en redes internacionales de Ciencia y Tecnología

Al examinar los antecedentes se aprecia una coherencia en las relaciones establecidas en el Programa. Sin embargo, hay un conjunto de precisiones a exponer:

- Un primer elemento tiene que ver con la cadena de insumos, productos y resultados. Éste se expone de forma precisa en el informe de DIPRES, y da cuenta de lo que es el Programa. De esta cadena se puede resaltar que el último eslabón de la cadena entre propósito y fin no es del todo escalable; es decir, no es del todo evidente que el propósito aporte al fin.
- Un segundo elemento es que, al examinar la fichas RAI, se aprecian dos teorías del cambio; una para Núcleos y otra para Institutos, lo cual da cuenta de la envergadura del Programa. Sin embargo, la teoría del cambio debiese ser una sola para el Programa, con énfasis distintos en sus componentes.
- Un tercer elemento es que el propósito definido en las Fichas RAI, no se encuentra en un nivel de abstracción similar al definido en el informe de DIPRES, dado que este utiliza un enfoque metodológico asociado a matriz de marco lógico, mientras que la ficha RAI utiliza teoría de cambio.

Es en consideración de lo que anterior que se analiza desde una perspectiva global las relaciones de causalidad para el Programa, de modo de poder contribuir a una mayor precisión de éstas. Así, el tener una sola teoría del cambio da cuenta también de que Institutos y Núcleos no son instrumentos independientes en relación con el propósito de Milenio.

Los principales componentes del Programa se presentan en recuadro a continuación.

**Recuadro 1. Componentes básicos de Milenio**

En el ejercicio de sus atribuciones, corresponderá a la Comisión proponer al Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, la formación y fortalecimiento de centros de investigación de excelencia, denominados Institutos y Núcleos Científicos, con recursos asignados en el marco del Programa

Iniciativa Científica Milenio, mediante concursos públicos que contemplen al menos los siguientes componentes básicos:

a) Investigación científica de frontera: se pretende que en estos centros se desarrollen proyectos de investigación científica de avanzada con líneas de desarrollo que se encuentren en la frontera del conocimiento en un marco de trabajo colaborativo y de sinergia.

b) Formación de jóvenes científicos: se pretende la formación de recursos humanos altamente calificados para el trabajo científico en el contexto de un proceso de creación de conocimiento y formación como jóvenes investigadores.

c) Redes de Colaboración: con el objetivo primordial de generar el intercambio de conocimientos entre los grupos de científicos de los centros y los investigadores de otros centros nacionales e internacionales, posibilitando el fortalecimiento de sus investigaciones y el desarrollo y difusión del conocimiento científico, favoreciendo la colaboración con otros centros de investigación de excelencia mundial, y

d) Proyección al Medio Externo: con el propósito de promover la difusión y la transferencia tecnológica de los resultados del quehacer científico de los centros al ámbito productivo y social."

Fuente: D.S. 157, Artículo 2º. Ministerio de Economía, Fomento y Turismo (2011).

#### (i) Resultados intermedios

Una vez formados los centros, se espera que lleven a cabo investigación de frontera, a cargo de investigadores destacados(as). Al respecto, cabe destacar que no están limitados a seguir líneas rígidas de investigación, pudiendo cambiarla dentro de los márgenes de la temática que originalmente se comprometieron a investigar. El objetivo de esto es que puedan adaptarse fácilmente a cambios en la frontera del conocimiento, o puedan hacerse parte de nuevas oportunidades de investigación en su área. El producto asociado a la investigación consiste principalmente en publicaciones en revistas especializadas, de estándares Web of Science o SCOPUS, el cual durante el período 2014-2018 fue 4.623 publicaciones de estándar Web of Science (ISI)<sup>13</sup>.

Pero no se encuentra limitado solamente a esto. También se espera la realización de expediciones, medición o captura de datos complejos y desarrollo de tecnología, entre muchas otras posibilidades, que se mide a partir de la cantidad y crecimiento de productos académicos como los anteriormente mencionados.

La formación de los centros también implica que en el mediano plazo los académicos y académicas chilenas(os) involucrados en los centros preferirán quedarse en el país llevando a cabo su investigación, lo cual se puede medir a partir de la cantidad de investigadores asociados, doctores y post-doctores, todos chilenos(as), que trabajen en el centro. Puede considerarse adicionalmente a investigadores extranjeros que se ven atraídos a trabajar o desarrollar su tesis en los centros.

Además, se espera que dentro de los centros trabajen en labores de investigación estudiantes de pregrado, magíster, doctorado y post-doctorado. A partir de esta experiencia es que se lograría aportar a la formación del capital humano avanzado de las próximas generaciones. Esto es posible de medir a partir de la cantidad de estudiantes trabajando en centros y su crecimiento anual. Además, se puede medir la cantidad de tesis por grado académico desarrolladas en los centros. Sin

---

<sup>13</sup>En base a información histórica, entregadas del Informe Agosto 2019 del Área de Gestión del Conocimiento, de la Iniciativa Científica Milenio.

considerar nacionalidad, en el período 2014-2018 participaron 6.696 jóvenes de distintos grados académicos, desde pregrado hasta post-doctorado.<sup>14</sup>

También se espera que los centros generen actividades de extensión donde proyecten al medio externo su trabajo y descubrimientos. Esto se puede medir a partir de la cantidad de actividades realizadas, el número de asistentes y el crecimiento de ambas variables. Es importante considerar en qué sectores geográficos se realiza, y una descripción de los públicos objetivos a quienes apuntan las actividades. En el período 2014-2018, estas actividades sumaron un total de 1.817.

Por último, se espera que generen redes de colaboración en investigación con organismos a nivel internacional. Esto se puede medir a partir de la cantidad de redes generadas, y ponderado cualitativamente a partir del impacto de los organismos con quienes se genera la red. Por ejemplo, si la red se genera con un centro de investigación de una universidad, puede considerarse su Ranking de Shanghái. En el período 2014-2018 se generaron formaron 229 redes formales de colaboración.

#### (ii) Impactos

Los impactos del Milenio deben diferenciar los impactos académicos asociados con los cuatro componentes básicos del Programa, de aquellos no académicos relacionados con el cumplimiento del fin del Programa.

Los impactos académicos se asocian a los indicadores cuantitativos y cualitativos de productividad. Esto se relaciona con los posibles efectos del programa en la cantidad de investigaciones; el número de publicaciones científicas de alto nivel; los niveles de capital humano avanzado; la cantidad de científicos y científicas de excelencia; generación de nuevos conocimientos científicos; actividades de colaboración con instituciones públicas y privadas; actividades de proyección al medio; entre otros.

En el caso de los impactos no académicos, los indicadores apuntan a identificar aquellas variables que pueden afectar el entorno económico y social y que pueden producir un cambio favorable en dicho ámbito. Estos indicadores suelen incluir patentes; licenciamientos; contratos de I+D; contratos de transferencia de tecnología; innovaciones; bienes y servicios basados en el conocimiento científico y tecnológico; aplicaciones y soluciones en ámbitos de política pública; la provisión de información de base para la toma de decisiones; entre otros.

#### (iii) Riesgos y Supuestos

La metodología de teoría del cambio establece que a lo largo del proceso causal deben identificarse los principales supuestos y riesgos asociados a cada nivel de manera que la lógica causal bajo la cual se diseñó el programa tenga mayor probabilidad de ocurrencia en la práctica.

Los supuestos se definen como aquellos factores que deben darse para que el proceso causal de la intervención se dé como se desea. Asimismo, los riesgos corresponden a aquellos factores externos que pueden poner en peligro los supuestos bajo los cuales se trabajó el diseño del programa en cada uno de sus niveles.

En este caso, supuestos y riesgos que cruzan los distintos niveles del programa tienen que ver con:

Estrategia de Sustentabilidad. Un primer supuesto y que se traduce también en un riesgo del programa, se refiere a la capacidad de sustentabilidad de las iniciativas en el corto y mediano plazo,

---

<sup>14</sup>En base a información histórica, entregadas por el Área de Gestión del Conocimiento, de la Iniciativa Científica Milenio (González, 2019).

lo que significa que éstas desarrollen una estrategia de mediano plazo adecuada que permita su continuidad en base al desarrollo de proyectos, productos o servicios que siendo de interés público nacional, puedan obtener el financiamiento necesario desde otras fuentes complementarias a los fondos públicos.

**Gestión de las iniciativas.** Un segundo elemento el cual se relaciona con el primero mencionado, se refiere a que para la operación de la iniciativa se debe contar con el presupuesto que asegure su correcta ejecución. De tal manera que un riesgo asociado es que la iniciativa deje de contar o se disminuya sustancialmente el presupuesto para situaciones clave: el equipo de gestión de la iniciativa, la formación de la comisión de científicos extranjeros evaluadores, y el presupuesto para los Centros, ya que su alto valor es parte de los elementos necesarios para desarrollar ciencia de excelencia. Este elemento es clave, tanto para el logro de los efectos o impactos académicos como no académicos que se esperan.

**Capital humano.** Un tercer elemento clave para que Milenio opere adecuadamente es que se cuente con capital humano de excelencia que permita desarrollar estos Centros. En este ámbito, es el riesgo asociado al capital humano está asociado a las eventuales dificultades en términos de su movilidad internacional, como a su escasez en las áreas desde donde surge cada iniciativa. Ambos elementos generan condiciones de incertidumbre inherentes a la situación que atraviesa Chile en el ámbito de generación y retención de capital humano especializado.

**Riesgos comerciales.** Un cuarto elemento está asociado a la demanda por los bienes y/o servicios provistos por los Centros financiados por el programa Milenio y a la existencia de canales comerciales adecuados que permita el comercio de estos. En este aspecto, existen riesgos relacionados con el mercado o canales de comercialización en el caso de desarrollar productos, servicios o innovaciones que puedan ser disruptivas o incrementales, ya que el ecosistema local puede ser reducido, difuso, e incierto, llevando a decisiones subóptimas de inversión por parte de contrapartes involucradas en los proyectos al no contar con una demanda mínima garantizada.

**Calidad.** A través del programa se espera generar investigación de calidad, que cumpla con estándares de excelencia. Uno de los riesgos detectados en este ámbito, es que, una vez adjudicados, los centros puede que no realicen la investigación propuesta, o esta sea de calidad insuficiente para lo que se espera de la iniciativa.

### **I.1.3 Síntesis de elementos relevantes en torno a revisión de estudios.**

En esta sección se presentan los resultados de la revisión de estudios propuestos. La síntesis de estos antecedentes recoge las principales conclusiones y recomendaciones de los estudios para el programa Iniciativa Científica Milenio y su entorno institucional.

#### **(i) Marco institucional y de política**

El marco de política para la operación de programas como Milenio fue abordado a través del trabajo del Consejo Nacional de Innovación para el Desarrollo (CNID). El informe de la Comisión Presidencial Ciencia para el Desarrollo de Chile de 2015 <sup>15</sup> recoge los principales déficits y brechas en el ámbito

---

<sup>15</sup>El trabajo de esta comisión fue desarrollado durante 4 meses en el año 2015 y contó con la participación de cerca de 300 personas pertenecientes a distintos ámbitos de trabajo relacionados con la ciencia en el país. La comisión desarrolló

de política de ciencia y tecnología. Además, propone un conjunto de focos y metas que se espera se alcance en el año 2030, entre las que se destacan las siguientes (CNID, 2015):<sup>16</sup>

- *El desarrollo de capacidades científicas, tecnológicas y de innovación, expresadas en la meta de triplicar la actual tasa de investigadores.*
- *La orientación de la ciencia, tecnología e innovación a prioridades nacionales apostando que al 2030 el 30% del financiamiento público total para la CTI se oriente a un número acotado de prioridades nacionales en el ámbito social, ambiental y económico productivo.*
- *El desarrollo tecnológico en la base productiva aprovechando nuestras ventajas naturales y alcanzando la meta de que a 2030 Chile multiplique por cinco sus exportaciones de mediana y alta intensidad tecnológica, siendo al menos un 10 por ciento de ellas de alta intensidad.*
- *La multiplicación de entornos que favorezcan una cultura que incorpore y valore la ciencia, tecnología e innovación como componentes clave para comprender, desenvolverse y transformar el mundo.*

En el marco del trabajo de esta comisión se identificó la necesidad de mejorar la coordinación y articulación entre el programa Milenio y otros programas de CONICYT y CORFO con objetivos semejantes como PIA, Centros Regionales, Centros de Excelencia internacionales, entre otros. Esta y otras tareas de perfeccionamiento institucional quedaron propuestas para ser abordadas en el proceso de constitución y puesta en operación del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación.

El CNID abordó de manera específica los aspectos de mayor importancia para una política para el desarrollo de centros de investigación en el país.<sup>17</sup> Los ámbitos definidos para esta política corresponden a los siguientes:

- *Fortalecer la institucionalidad actual con las características que le permitan operar de manera acorde con estos lineamientos de política*
- *Racionalizar las líneas y programas de financiamiento existentes*
- *Contar con los recursos necesarios de base de forma estable en el tiempo*
- *Plan de desarrollo, gobernanza y relación con entidades asociadas*
- *Generar las condiciones para que los investigadores y el personal CTI pueda desarrollar una carrera estable en los centros*
- *Infraestructura y equipamiento*
- *Sistema de evaluación*

El diagnóstico del CNID destaca los siguientes aspectos:

- a) Problemas de coordinación de los esfuerzos públicos. Los programas de apoyo al desarrollo de centros de investigación cuentan “con estrategias propias y no articuladas entre sí, hace que se

---

una parte importante de sus tareas a través de 4 subcomisiones: fortalecimiento de la ciencia y la tecnología; cultura de la innovación; normativa universitaria para la innovación y transferencia tecnológica e; institucionalidad.

<sup>16</sup>Véase “Informe Final. Un sueño compartido para el futuro de Chile”. Comisión Presidencial Ciencia para el Desarrollo de Chile, CNID. Julio, 2015.

<sup>17</sup>Véase “Lineamientos para una Política Nacional de Centros de Investigación”. Documento de Trabajo N°3. ([http://www.cnid.cl/wp-content/uploads/2016/04/informe\\_politicas\\_ci\\_6.pdf](http://www.cnid.cl/wp-content/uploads/2016/04/informe_politicas_ci_6.pdf)). CNID (2016).

definan objetivos y concursos con una lógica de silo, sin mirar un panorama global de desarrollo CTI”.

- b) Insuficiencia de los centros de investigación en su relación con los sectores público, privado y, en general. “Muchas de las capacidades que alojan son desconocidas por parte del sector empresarial, ministerios y agencias públicas, así como por la comunidad en general”.
- c) Escaso nivel de posicionamiento internacional de los centros de investigación nacionales.
- d) Problemas en la relación entre centros de investigación las entidades albergantes, principalmente universidades.
- e) Debilidades en la gestión de las agencias públicas, cuyos modelos de trabajo están principalmente enfocados en la realización de concursos y el control de contratos, con un menor desarrollo en la prestación de servicios estratégicos.
- f) Importante debilidad en el sistema de financiamiento de los centros de investigación.

Los aspectos de mayor relevancia en las recomendaciones del CNID se asocian por una parte a la necesidad de perfeccionamiento institucional, orientado particularmente a mejorar la coordinación de los programas y agencias públicas. Por otra parte, se pone un foco muy importante en el desarrollo de esfuerzos para disponer de una política de financiamiento de más largo plazo. Esto significa un esquema renovable más allá de los diez años establecidos en algunos programas para evitar la pérdida de capacidades y recursos invertidos.

## **(ii) La operación de los centros de investigación**

En el marco del proyecto “Knowledge Triangle”, la OCDE, en coordinación con el CNID,<sup>18</sup> exploró algunos aspectos asociados al funcionamiento de los centros de investigación en Chile.<sup>19</sup> El diagnóstico sobre del sistema de ciencia, tecnología e innovación ratifica un conjunto de desafíos que el país debe enfrentar:

- *Asegurar y ampliar la base tecnológica e innovación de los sectores en los que el país está especializado;*
- *Fomentar el desarrollo de nuevas áreas con gran potencial de crecimiento;*
- *Crear las condiciones para la investigación y la innovación que eviten la dispersión de recursos muy limitados y permitan la creación de masa crítica en áreas seleccionadas;*
- *Proveer oportunidades atractivas de investigación para el creciente número de graduados nacionales, así como para investigadores extranjeros;*
- *Fomentar la investigación de alta calidad y visibilidad internacional;*
- *Utilizar el conocimiento generado en las instituciones de investigación públicas para fomentar la innovación en el sector privado, tanto a través de la provisión de mano de obra altamente calificada o mediante proyectos conjuntos;*

---

<sup>18</sup> Para ello CNID solicitó a la OCDE la visita al país de un equipo de expertos de esa organización. La misión de la OCDE realizó en abril de 2015 una revisión de programas de apoyo a ciencia y tecnología tales como Fondecyt, PIA, FONDAP y Milenio, entre otros. En el proceso de análisis el equipo OCDE realizó entrevistas a centros seleccionados de varios programas.

<sup>19</sup>Véase OCDE (2015). “Public research centres and knowledge triangle: the case of Chile”. ([http://www.cnid.cl/wp-content/uploads/2016/01/DSTI\\_STP\\_TIP2015-informe-final-OCDE.pdf](http://www.cnid.cl/wp-content/uploads/2016/01/DSTI_STP_TIP2015-informe-final-OCDE.pdf))

- *Utilizar el conocimiento generado en las instituciones de investigación públicas para fomentar el desarrollo regional y abordar los desafíos sociales más relevantes para el país (por ejemplo, cambio climático, riesgos ambientales, etc.).*

En este contexto, las recomendaciones del estudio de la OCDE apuntan al trabajo en las siguientes dimensiones.

- a) El rediseño de los esquemas de financiamiento para centros de investigación en Chile. La idea es disponer de esquemas que permitan gestionar centros con distintas misiones y prioridades.
- b) Disponer de una mayor especialización en los sistemas de evaluación y sus métricas. Ello significa atender a la especialización y orientación de los centros al momento de definir los indicadores con los que se evaluarán. Se trata de utilizar métricas que se correspondan con lo que hacen efectivamente los centros de investigación.
- c) Extender el período de financiamiento más allá de los modelos de 5 años, con renovación de otros 5 años. Se trata de ayudar a la proyección de centros que tienen mérito y que se requiere su permanencia, particularmente en aquellos casos de centros en áreas estratégicas y de alto impacto.
- d) Avanzar en la profundización de vínculos con el sector privado. Para ello se debe disponer de un enfoque más amplio y programas especializados que permitan integrar diversas formas de generación de valor en el espacio de cooperación de la ciencia con la actividad privada.
- e) Facilitar la profesionalización de los centros de investigación integrando la función de gerencia de investigación.
- f) Mantener la rigurosidad del sistema de evaluación de frente a la necesidad de avanzar con los hallazgos de los centros. Ello debe redundar en buenos feedback que orienten la asignación de recursos a áreas de mayor valor y rendimiento.
- g) Facilitar el proceso de recopilación de información y datos comparables en el tiempo disminuyendo la carga de los centros de investigación en estas tareas.

### (iii) El desempeño del programa ICM

- 1) El desempeño global del programa ICM. Este fue abordado en el marco de la Evaluación de Programas Gubernamentales (EPG) en 2014.<sup>20</sup> Las principales conclusiones de este estudio de evaluación se presentan a continuación.<sup>21</sup>

**Tabla 7: Síntesis desempeño del Programa**

Ámbitos	Avances	Observaciones
Resultados del programa	Calidad del conocimiento generado a través de indicadores de documentos	No puede dar cuenta del aporte del conocimiento científico a la

<sup>20</sup>Véase DIPRES (2014). “Informe Final. Programa Iniciativa Científica Milenio”. Evaluación Programas Gubernamentales (EPG). DIPRES, Enero – Agosto 2014.

<sup>21</sup>La metodología de este estudio corresponde a la diseñada por la DIPRES del Ministerio de Hacienda. Se trata del análisis de la información disponible por un programa público relativa a su gestión, el desarrollo de actividades y procesos, el uso de recursos, la generación de resultados, entre otros, que se realiza a través de un panel de 3 expertos durante aproximadamente cerca 6 meses.

	publicados, citas bibliográficas en publicaciones de visibilidad internacional, excelencia y liderazgo, superan ampliamente el promedio chileno y se ubica con resultados similares respecto de FONDAP que tiene objetivos y procesos similares.	competitividad del país, tal como se establece en el fin del programa, al no identificar la aplicación productiva que tiene el conocimiento generado, ni identificar orientaciones concretas en la gestión y diseño del programa para contribuir a lograrlo.
Procesos de selección		Participación del Consejo Directivo en las etapas más relevantes es baja.
Procesos de evaluación anual	Evaluación anual de los centros se efectúa en base a memorias anuales que cada uno de ellos debe formular.	Cobertura insuficiente para sostener que se efectúa con regularidad. Registro de actividades realizadas y no medición de resultados e impactos. Falta de evaluadores expertos. Problemas administrativos para contratación de los evaluadores en forma oportuna.
Demanda por el programa	Comunidad científica manifiesta interés, comportamiento elativamente estable. Disponibilidad de mayores recursos eleva marginalmente tasa de adjudicación (10%). La selección de evaluadores internacionales es exigente, destaca como uno de los puntos fuerte.	
Seguimiento ex post		No se ha realizado seguimiento de centros que han terminado sus actividades.
Asignación de recursos por centro		Falta análisis de diferenciación en recursos por área disciplinaria y alcances del trabajo de los centros.
Dependencia institucional y orientación del programa		Desde el traslado a Minecon no se materializó cambio alguno en el diseño que apunte a mejorar su contribución a la competitividad.
Proyección al medio externo		Se puede incorporar mecanismos y experiencias de otros programas para mejorar el desempeño tanto respecto de la sociedad como respecto de sectores productivos.

Las principales recomendaciones de la EPG incluyen las siguientes acciones:

- a) Realización de evaluaciones periódicas de todas las memorias u otros documentos de los centros.

- b) Generar una base de datos que le permita al programa tener un registro de lo realizado por los centros y disponer de un conjunto de indicadores utilizables en el dimensionamiento de los impactos inmediatos.
- c) Generar información adecuada para medir todos los aportes de terceros al Programa.
- d) Tipificar y normalizar las actividades que realizan los centros para generar indicadores “ad- hoc” para medición de los productos y visibilizar sus resultados.
- e) Incorporar criterios más directos para dimensionar áreas de impacto de las actividades de los centros en el incremento de la competitividad del país.
- f) Rediseñar el instrumento de proyección al medio externo focalizándolo hacia aportes o soluciones tecnológicas al ámbito público-privado.

2) Productividad del programa. La productividad científica y el impacto de los centros de Milenio para el período 2009 y 2014 fueron abordados en un estudio encargado por la Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño.<sup>22</sup>

Los resultados de la evaluación dan cuenta de resultados positivos. Se estima que la inversión realizada ha generado un aumento de la productividad científica en ambas áreas de trabajo del programa, ciencias sociales y ciencias naturales y exactas.<sup>23</sup> El estudio da cuenta de los siguientes resultados para los 4 componentes del programa:

- Importante aumento en la cantidad de publicaciones ISI, acompañado de aumentos en cantidad de citas y factor de impacto<sup>24</sup>
- Estabilidad y/o aumento en la cantidad de jóvenes científicos dirigidos y con tesis, tanto para el nivel doctoral como magister
- Institutos presentan una destacada participación en la creación de redes
- Se ha desarrollado un esfuerzo importante por mejorar y fortalecer a los centros

Algunos resultados del estudio son los siguientes:

**Tabla 8: Principales cambios reportados por indicador**

Indicador	Cambios
Indicadores bibliográficos	Mejora en la productividad científica
Publicaciones Open Access	Aumento de este tipo de publicaciones
Publicaciones ISI	En el 10% superior de impacto en todos los centros

<sup>22</sup>Véase InnovosChile - InnovosGroup (2015). “Informe final. Estudio de productividad científica de los centros del programa Iniciativa Científica Milenio”. Informe preparado para la Subsecretaría de Economía y Empresas de menor tamaño.

<sup>23</sup>La evaluación comprendió un conjunto de indicadores convenido con la secretaría del programa Milenio. El análisis incluyó una muestra de 25 Centros de Ciencias Naturales y Exactas y 13 Centros de Ciencias Sociales. De estos, 6 correspondieron a Institutos de Ciencias Naturales y Exactas (1 finalizado y 5 en operación a la fecha del estudio), 19 Núcleos también del área de Ciencias Naturales y Exactas (11 finalizados y 8 en operación) y 13 Núcleos del área de las Ciencias Sociales (11 finalizados y 2 en funcionamiento).

<sup>24</sup> Intenta medir la repercusión que ha obtenido una revista en la comunidad científica. Es un instrumento utilizado para comparar revistas y evaluar la importancia relativa de una revista concreta dentro de un mismo campo científico

Innovaciones tecnológicas y propiedad intelectual	No es importante para la mayoría de los centros, salvo 2 centros que concentran más del 70% de patentes solicitadas y obtenidas.
Patentes obtenidas	Escaso o nulo avance (20 para 2008-2014, 2,8 por año; 14 para 2006-2008, 4,6 por años)
Formación de científicos jóvenes	Estable o positiva con diferencias entre los distintos tipos de centros
Participación de postdoctorantes	Estable
Participación extranjeros	Estimada como importante, entre 10% y 35%
Participación de género	Semejante al promedio nacional
Redes de colaboración	Diferencias entre Núcleos e Institutos
Proyecciones con el medio externo	Diferencias entre centros (ciencias naturales vs. de ciencias sociales)
Acciones de fomento con el sector no académico	Diferencias entre centros

Fuente: InnovosChile - InnovosGroup (2015).

Otros resultados de tipo cualitativo son los siguientes:

- Los investigadores destacan que el programa da múltiples oportunidades para el desarrollo de carreras científicas que de otra manera no serían posibles.
- Es necesaria una mejora en la inserción de los jóvenes graduados, quienes emigran al exterior.
- Falta de estabilidad laboral determinada por la forma de contratación.
- Dificultades para las mujeres que tienen familia y que quieren desarrollar una carrera científica.

A nivel metodológico se observaron situaciones asociadas a dificultades o inconsistencias en los siguientes aspectos:

- Inconsistencia entre la información declarada de patentes y cantidad de innovaciones tecnológicas desarrollados
- Amplitud y variedad de criterios utilizados para reportar el origen de sus fondos.
- Información deficiente respecto de estudiantes dirigidos por investigadores.
- Falta de correspondencia entre la especificación solicitada y la información reportada.

Las recomendaciones de estudio consideran las siguientes:

- Mejoras en la calidad y tratamiento de la información:
  - Utilización en el área de propiedad intelectual (implementar un sistema de gestión de derechos de propiedad intelectual, que incluya un sistema de vigilancia tecnológica para la búsqueda, detección, análisis y comunicación a los investigadores de informaciones orientadas a la toma de decisiones sobre amenazas y oportunidades externas en el ámbito de la ciencia y tecnología).
  - Cambios en la forma en la que el programa solicita y recibe información de parte de los centros (cambios en el diseño del esquema de presentación de la información), incluyendo mejor especificación en los formularios de solicitud de información; indicadores solicitados y su definición deben ser sostenidos en el tiempo, con la finalidad de permitir la realización de estudios de evolución temporal de los mismos; limitar aspectos que sean relevantes para la evaluación del programa y de una menor complejidad para su llenado).
- Realizar evaluación de impacto del programa Milenio y/o estudios de valoración de impacto del programa (evaluaciones de tipo costo-beneficio para identificar, cuantificar y valorar los

beneficios directos e indirectos generados desde el punto de vista social, como así también los costos directos e indirectos del programa).

- Analizar los objetivos iniciales y evaluar si es que se han cumplido para poder generar las modificaciones necesarias.
- Reordenamiento del financiamiento existente (balance entre mejorar los centros existentes en comparación con abrir nuevos centros).
- Aumento del financiamiento total para consolidar y mejorar los resultados alcanzados.

3) Productividad de Centros Milenio de ciencias sociales. Un primer estudio para avanzar en la especificidad de los indicadores para estos centros corresponde al de Courtin (2018) contratado por el programa.<sup>25</sup>

Este estudio analiza requerimientos particulares de la investigación en Ciencias Sociales. El propósito es entregar insumos que puedan ser útiles a nivel de la matriz de indicadores del programa en este campo e incorporarlos a futuro en el seguimiento y medición de productividad de los Centros Milenio de Ciencias Sociales. Para ello, se hace un levantamiento de información cualitativo, que incluye entrevistas a investigadores de todos los Centros de Ciencias Sociales vigentes a la fecha (7 Núcleos y 2 Institutos) para conocer su opinión respecto de la evaluación de productividad. El análisis incluye la revisión del sistema de gestión (campos ingresados, formatos, reportes y homologación de disciplinas con respecto a las definidas por la OCDE), formatos de reportes, memorias e informes finales. A partir del análisis realizado se sugiere nuevos formatos para reportes y memorias. El estudio no entrega propuestas para una nueva matriz de indicadores.

#### (iv) Programas de CONICYT

Con el concurso de 17 expertos internacionales,<sup>26</sup> CONICYT llevó una evaluación de panel para sus principales programas que incluyó FONDECYT, FONDEF y los programas asociativos FONDAP y PIA. Este último para los programas Anillos de Investigación y los Centros Basales.<sup>27</sup>

Las principales conclusiones de este estudio se presentan a continuación.

**Tabla 9:  
Conclusiones y recomendaciones Programa**

Programas	Observaciones y conclusiones	Recomendaciones
FONDECYT	Ha permitido la integración a la comunidad científica mundial, aumentando el capital humano avanzado en Chile. Demasiado énfasis en la curricula de investigadores, requiere de mayor flexibilidad para permitir investigación en temas emergentes.	FONDECYT debe estar vigorosamente protegido y ampliado ya que es la financiación de investigación más exitosa de programas en Chile. Debería ser considerado como un ejemplo para otros programas CONICYT. Se debería intentar minimizar cualquier elemento innecesario y / o regulaciones de evaluación y reporte redundantes que no ayudan en

<sup>25</sup>Véase Courtin (2018). “Estudio de Productividad de Centros Milenio en Ciencias Sociales”. Iniciativa Científica Milenio, Enero 2018.

<sup>26</sup>Este estudio realizó un análisis del diseño, procesos y resultados de los programas Fondecyt, PIA/FONDAP y FONDEF a través de paneles de revisión por pares (peer reviewpanels). Se constituyeron 3 paneles para la evaluación de la calidad científica de los programas. El grupo de 17 expertos estaba integrado por investigadores, académicos y especialistas en gestión de la investigación en ciencia y tecnología, además de directores de centros de investigación y de programas de agencias similares a CONICYT en EE.UU., Europa, Australia y Latinoamérica.

<sup>27</sup>Véase CONICYT (2013). “Evaluación de los programas Fondecyt, PIA/FONDAP y FONDEF. Informe de Paneles de Evaluación Internacionales”.

	Favorece la cantidad de publicaciones, aunque no hay énfasis en mejoras de calidad.	la ejecución de la investigación, que exacerban cargas administrativas, y que son potencialmente onerosas con respecto a la responsabilidad fiscal.
FONDEF	Ha aportado valor a Chile. Requiere de mayor integración a las necesidades de las industrias, facilitando la integración de los investigadores. Debe tener mayor transparencia en el proceso de evaluación y administración del programa.	Inclusión de normas de conflicto de interés. Mejorar las competencias técnicas específicas en proyectos y revisión internacional. Disminución de carga de informes técnicos y financieros. Ampliación de la base de participación, inclusión de mentores. Desarrollo de mejores indicadores y mediciones de sus impactos.
FONDAP	Avance para el sistema de investigación. Contribuye con la calidad de la investigación y la cooperación entre investigadores. Tiene objetivos claros, aunque requiere indicadores de impacto, tanto cualitativos como cuantitativos. Parámetros de medición del éxito de los programas ponen en desventaja a las ciencias sociales y humanidades y posiblemente a regiones.	Reducción de costos de postulación y la carga de los informes. Mejorar proactivamente las posibilidades de participación de regiones distintas a la Región Metropolitana. Desarrollo de mejores indicadores y mediciones de sus impactos.
PIA	Énfasis en la transferencia tecnológica es positivo, aunque exigencias de patentes y resultados que puedan salir al mercado puede desincentivar la investigación de más alto riesgo. Informes financieros excesivos, poca flexibilidad para modificar objetivos y ajustar el presupuesto. Bajo overhead es una limitante.	Favorecer la interacción entre el instrumento Basal y FONDEF. Reducción de requerimientos administrativos y rigidez del monitoreo que impide incorporar nuevas orientaciones y objetivos durante el transcurso del proyecto.

Sobre la base de una evaluación general positiva de los programas, el panel destaca la necesidad de disponer de una suerte de hoja de ruta para la ciencia en Chile. Se estima que es necesario tener un marco para la planificación y financiamiento de la investigación. Por otra parte, se considera que área de desarrollo pendiente la capacidad de los investigadores chilenos para transferir conocimiento a otros agentes tales como gestores de políticas, las empresas y la sociedad.

#### I.1.4 Análisis y revisión de información Programa.

A continuación, se expone un análisis de las cuatro áreas de objetivos propuestas por Milenio<sup>28</sup> para los Institutos y Núcleos: publicaciones, redes formales de cooperación, formación de jóvenes y actividades de difusión.

El análisis de información tiene como principal objetivo el evaluar el desempeño que ha tenido el Programa Milenio en diferentes productos de los centros. Este análisis se realiza para los cuatro componentes en el período 2014-2018 bajo dos metodologías diferentes, la primera identifica el

<sup>28</sup> Ver <http://www.iniciativamilenio.cl/objetivos-del-programa/>

número total de productos asociados al componente y lo divide por el total de todos los Centros (Institutos más Núcleos), y la segunda metodología corresponde al promedio de unidades de producto del componente, es decir, el total del componente dividido por el número total de Institutos y Núcleos de manera de poder comparar la producción total del programa con la productividad de los Centros.

En relación con lo anterior, el análisis se realizó para los siguientes componentes del programa:

- a. **Publicaciones:** El análisis toma como referencia el número total de publicaciones interanual de todos los centros, sin hacer diferencia entre Institutos y Núcleos, para la primera metodología. Mientras que la segunda corresponde al promedio de publicaciones, es decir, el número total de publicaciones dividido por el número total de Institutos y Núcleos activos en el año considerado. Se toman en consideración los siguientes productos:

*Publicaciones International Scientific Indexing (ISI),*

*Publicaciones Scopus,*

*Publicaciones Scientific Electronic Library Online (SciELO),*

Libros y otras publicaciones.

- b. **Redes formales de Cooperación:** corresponden a la capacidad de materializar colaboración científica con académicos de centros de prestigio internacional. Estos contactos suponen movilidad como profesores visitantes, participación en comités de tesis de doctorados y en talleres de la especialidad, publicación de documentos conjuntos en revistas de la especialidad, entre otras oportunidades. Estas se descomponen en dos dimensiones: Nacionales e Internacionales<sup>29</sup>. El análisis se realiza utilizando nuevamente dos metodologías. La primera toma en cuenta la producción de este componente en todos los Centros, y la segunda toma en cuenta el promedio de Institutos y Núcleos activos. Al igual que para las publicaciones, la finalidad de esto es el analizar las tendencias de crecimiento en el período considerado.
- c. **Formación de Jóvenes:** El análisis de este componente se basa en las mismas metodologías utilizadas anteriormente. Se realiza una subdivisión del número de profesionales formados por Pregrado, Magíster, Doctorado y Postdoctorado.
- d. **Actividades de difusión:** Dentro de este análisis, primero se mide la producción del componente a nivel agregado, es decir, el número total de actividades de difusión efectuadas por año, y posteriormente se compara con el indicador creado con la segunda metodología la cual consiste en el promedio de Actividades de Difusión de cada año. Este componente considera las siguientes actividades:
  - Conferencias.
  - Seminario / Charla.
  - Foro.
  - Exhibición.
  - Workshop.
  - Competencia.

---

<sup>29</sup>Información extraída de INFORME FINAL PROGRAMA INICIATIVA CIENTIFICA MILENIO, Agosto 2014

- Concurso.
- Video Conferencia.
- Otros.

### Elementos Gráficos

Los elementos gráficos que se muestran a continuación han sido añadidos con la finalidad de mostrar de manera más eficiente la evolución de cada uno productos asociados a los componentes. Por razones de escala, en los gráficos relacionados con publicaciones y formación de jóvenes se compara el promedio de publicaciones con el número total de publicaciones dividido en 100, mientras que, en el gráfico de actividades de difusión, se compara el número total de actividades dividido en 10. Esto se realiza con el fin de que se pueda apreciar de mejor forma las tendencias a escalas similares.

Para calcular el número de productos promedio se debe tener en cuenta el número total de Núcleos e Institutos activos, es decir aquellos que se encuentran con contrato vigente con Milenio, por año. Estos se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 10: Número de Centros activos en el período 2014-2018.**

	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Núcleo</b>	40	27	27	27	27
<b>Instituto</b>	9	9	9	10	10
<b>Total</b>	49	36	36	37	37

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por el Programa Milenio

Posteriormente, se procede a calcular la producción que en promedio se aprecia a nivel del Centros:

**Tabla 11: Componentes Promedio de centros vigentes en el período 2014-2015**

	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Publicaciones<sup>30</sup></b>	32.9	32.2	34.6	34.2	43.7
<b>Redes Formales de Colaboración</b>	1.8	1.2	1.3	1.4	3.6
<b>Formación de Jóvenes</b>	40.5	42.3	43.3	39.0	53.9
<b>Actividades de Difusión</b>	9.4	11.5	11.0	11.6	17.5
<b>Presentaciones en Congreso</b>	46.4	51.3	51.0	47.5	59.3

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por el Programa Milenio

<sup>30</sup> Se incluyen el total de publicaciones descritas.

A continuación, se presentan los resultados del análisis de la información disponible del Programa a nivel agregado para cada uno de los objetivos.

### II.1.1 Publicaciones

Al analizar este componente, se observa que existe una tendencia a la baja en el número de publicaciones realizadas por los Centros financiados por el programa. Entre el período 2014-2018 el total de publicaciones ha bajado en un 32% (1219 a 830 publicaciones).

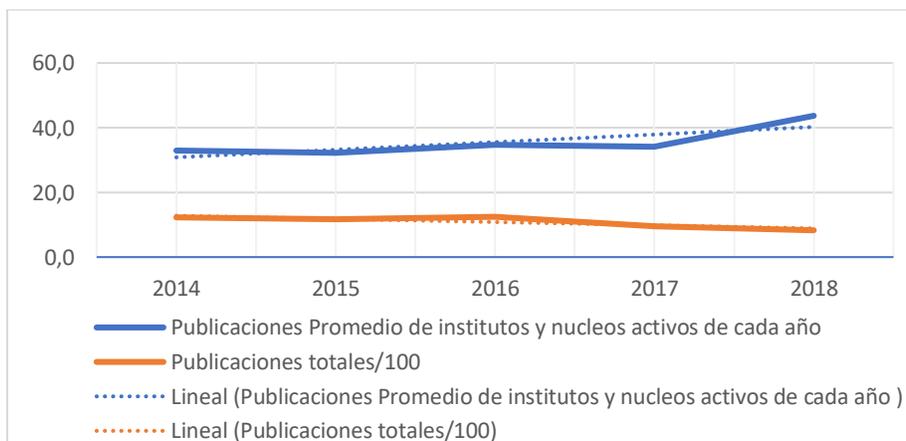
**Tabla 12: Total de publicaciones para Núcleos e Institutos Activos en el período 2014-2018 (en cientos de publicaciones)**

Publicación/Año	2014	2015	2016	2017	2018
ISI	1020	975	1076	829	723
SCOPUS	0	0	0	0	23
SCIELO	36	20	13	12	11
Libros	91	58	57	48	24
Otras publicaciones	72	107	100	69	49
<b>Total</b>	<b>1219</b>	<b>1160</b>	<b>1246</b>	<b>958</b>	<b>830</b>

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por el Programa Milenio

La tabla N°12 muestra que existe una tendencia negativa en el período analizado. Sin embargo, esto no significa que los centros sean menos productivos. Para mostrarlo, es necesario realizar un análisis de este componente relacionado con el total de Institutos y centros activos por año, es decir, el promedio calculado entre el total de publicaciones y las instituciones participantes del programa. El siguiente gráfico muestra la evolución de este indicador comparado con el total de publicaciones, este se encuentra dividido en 100 para facilitar el análisis visual a escala.

**Gráfico 6: Evolución del número total y promedio de publicaciones. Período 2014-2018**



Nota: El total de publicaciones se encuentra dividido en 100 para analizar el análisis visual.

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por el Programa Milenio.

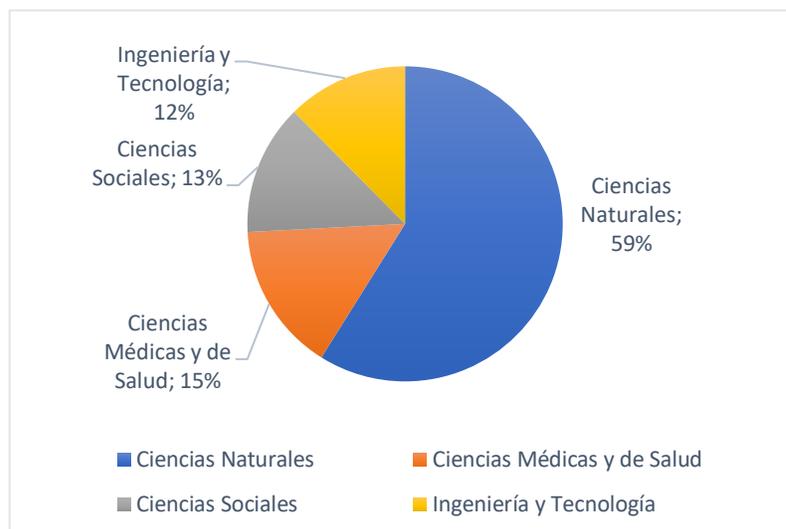
Nota: La serie "Lineal" muestra la tendencia de las series respectivas.

En este sentido, si bien el total de publicaciones ha disminuido en su totalidad, al realizar este análisis tomando en cuenta el número total de Institutos y Núcleos participantes en cada año, se aprecia que existe una tendencia al alza, ya que han aumentado la cantidad de publicaciones por centro.

En resumen, los análisis anteriores muestran que si bien, las publicaciones por instituciones participantes han aumentado y, por tanto, no han disminuido su productividad, no ocurre de la misma manera al ver el programa de manera agregada, debido a que este antes contaba con un mayor número de instituciones participantes realizando publicaciones.

Por otra parte, de las áreas de conocimiento participantes en este componente, ciencias naturales es la que tiene una mayor participación en el total de publicaciones, representando un 59%. Esto se muestra en el Gráfico 7:

**Gráfico 7: Distribución del total de publicaciones por áreas. Período 2014-2018**



Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por el Programa Milenio

La evolución del número de publicaciones con respecto a cada una de estas áreas se aprecia en la tabla siguiente:

**Tabla 13 Total de publicaciones para Núcleos e Institutos**

	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Ciencias Naturales</b>	452	367	427	323	228
<b>Ciencias Médicas y de Salud</b>	14	105	102	52	26
<b>Ciencias Sociales</b>	168	63	120	150	0

<b>Ingeniería y Tecnología</b>	90	2	13	15	0
--------------------------------	----	---	----	----	---

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada Programa Milenio.

La tabla 13 permite evidenciar que existe una fuerte caída del área de ciencias sociales el 2015, la cual se escapa de la tendencia. Lo mismo ocurre para ciencias médicas y de salud en el año 2017.

### I.1.2 Redes Formales de Colaboración.

En el caso de las Redes Formales de Colaboración, la tabla 14 evidencia la evolución en el período comprendido entre el 2014-2018.

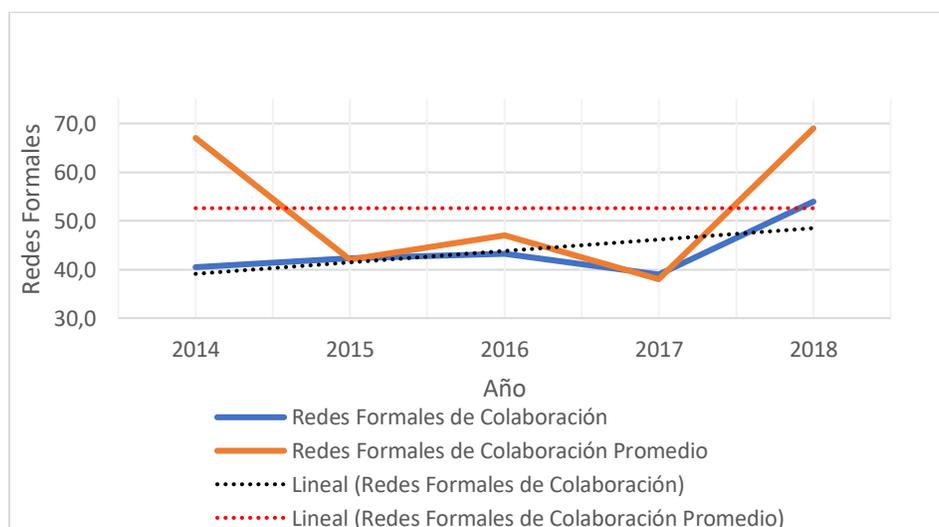
**Tabla 14**  
**Total de Redes Formales de Colaboración para Núcleos e Institutos, período 2014-2018**

	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Nacionales</b>	6	5	7	5	11
<b>Internacionales</b>	61	37	40	33	58
<b>Total</b>	67	42	47	38	69

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por el Programa Milenio

El Gráfico8 muestra que promedio de redes formales de cooperación por centro muestra una tendencia positiva entre 2017 y 2018, lo que permite concluir que los centros están generando un mayor número de redes de contactos tanto a nivel nacional como internacional. Pero, a nivel agregado, la tendencia en esos años es casi plana.

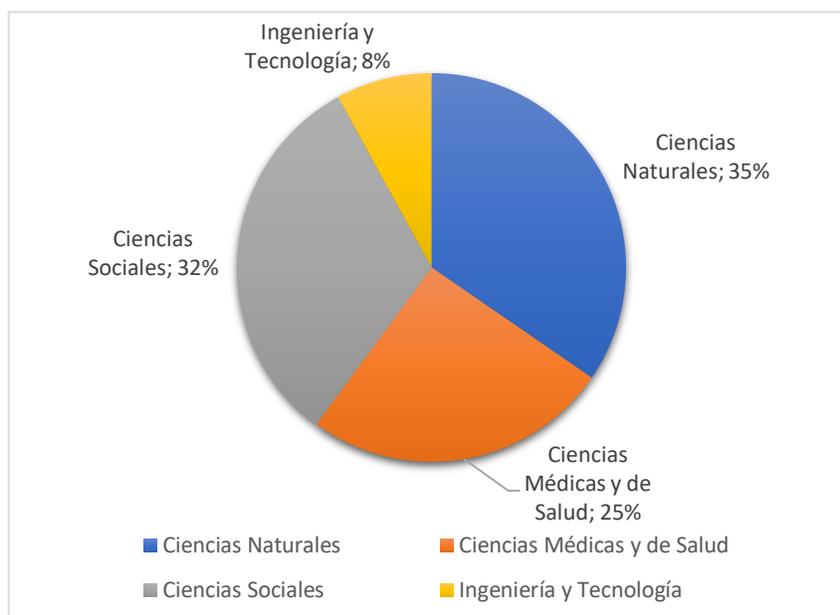
**Gráfico 8: Evolución del Número Total y Promedio de Redes Formales de Colaboración para Núcleos e Institutos.**



Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por el Programa Milenio.

Al examinar la distribución porcentual de redes de colaboración según áreas del conocimiento, ciencias naturales y ciencias sociales destacan por ser las principales generadoras de redes formales de colaboración.

**Gráfico 9: Distribución del total de redes formales. Período 2014-2018**



Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por el Programa Milenio.

Cada una de las áreas es capaz, por si misma, de generar diferentes redes de cooperación. La tabla N°15 permite vislumbrar la evolución de este componente en cada una de ellas, donde se aprecia que, en general, la tendencia es a la baja, debido en parte a que la cantidad de centros va disminuyendo en el tiempo.

**Tabla 15 : Total de Redes de Cooperación para Centros por área en el período 2014-2018**

	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Ciencias Naturales</b>	25	16	21	8	21
<b>Ciencias Médicas y de Salud</b>	12	5	3	0	1
<b>Ciencias Sociales</b>	16	13	18	25	12

Ingeniería y Tecnología	14	8	5	5	35
-------------------------------	----	---	---	---	----

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por el Programa Milenio.

### I.1.3 Formación de Jóvenes.

La Formación de Jóvenes corresponde al componente en los cuales las instituciones participan en la instrucción de alumnos de pregrado, magíster, doctorado y postdoctorado.

La tabla a continuación evidencia que en el período comprendido entre el 2014-2018 se observa una disminución del 32% en el número de jóvenes formados por los centros a nivel general.

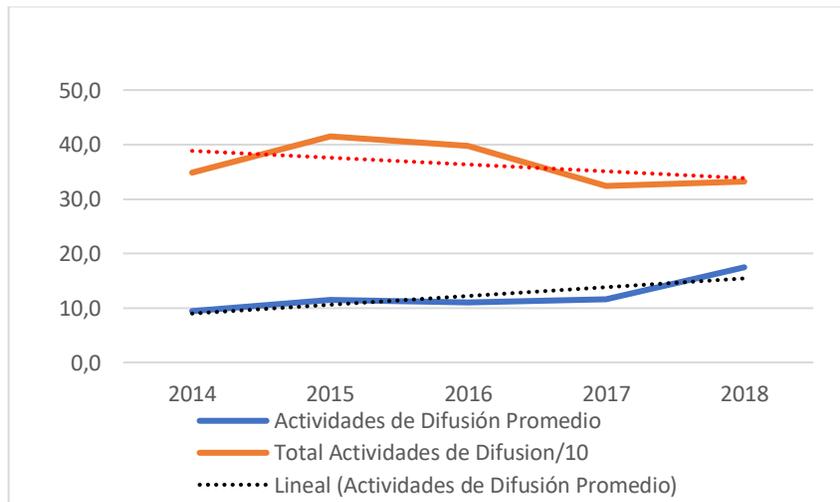
**Tabla 16: Total de Formación de Jóvenes para Núcleos e Institutos periodo 2014-2018**

	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Pregrado</b>	394	365	348	218	234
<b>Magister</b>	390	399	447	293	236
<b>Doctorado</b>	492	509	500	367	368
<b>PostDoctorado</b>	224	250	262	213	187
<b>Total</b>	1500	1523	1557	1091	1025

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por el Programa Milenio.

Sin embargo, al enfocarse en el análisis del promedio de formación de jóvenes, se observa en el Gráfico 10 que la tendencia es progresivamente positiva. Esto implica que si bien, el programa en su conjunto ha disminuido el número total del componente formación de jóvenes, los centros no han sufrido una disminución en términos de productividad promedio por centro.

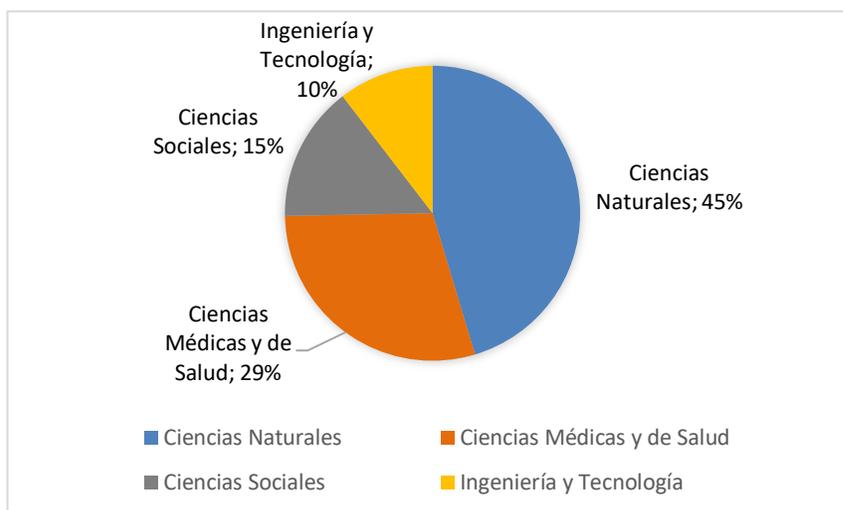
**Gráfico 10: Evolución actividades de Difusión. Período 2014-2018.**



Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por el Programa Milenio.

Con respecto al análisis por área, se aprecia el Gráfico 11 que el área de ciencias naturales es la que tiene una mayor participación en este componente.

**Gráfico 11: Distribución del Total de Formación de Jóvenes.**



Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por el Programa Milenio.

La evolución de las diferentes áreas en la formación de jóvenes se muestra en la tabla 17. Cabe destacar la caída cercana al 50% de total de este componente en el área de ciencias naturales, y una caída de un 86% en el caso de ingeniería y tecnología, lo cual se puede explicar en esta última categoría con que en diciembre del año 2016 dejó de funcionar con Milenio el Núcleo Milenio de Procesos Químicos y Catálisis, a la vez que en enero del año 2017 el Instituto Milenio de Sistemas Complejos en Ingeniería dejó de funcionar con Milenio; ambos centros pertenecientes al área de Ingeniería y Tecnología, la cual considera a una pequeña cantidad de centros. De esa manera, la menor cantidad de centros en el área de Ingeniería y Tecnología explicaría la caída durante el año 2017 de la cantidad de jóvenes formados.

**Tabla 17: Evolución de Formación de Jóvenes en Núcleos e Institutos, período 2014-2017**

	2014	2015	2016	2017
<b>Ciencias Naturales</b>	737	734	709	377
<b>Ciencias Médicas y de Salud</b>	389	368	388	420

<b>Ciencias Sociales</b>	142	213	247	263
<b>Ingeniería y Tecnología</b>	232	208	213	31
<b>Total</b>	1500	1523	1557	1091

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por el Programa Milenio.

#### I.1.4 Actividades de Difusión.

Las actividades de difusión tienen una tendencia a la baja, esto en línea con la disminución de instituciones funcionales o con información disponible, lo cual se muestra en la tabla 18. La única excepción es ciencias naturales, con tendencia a crecer positivamente.

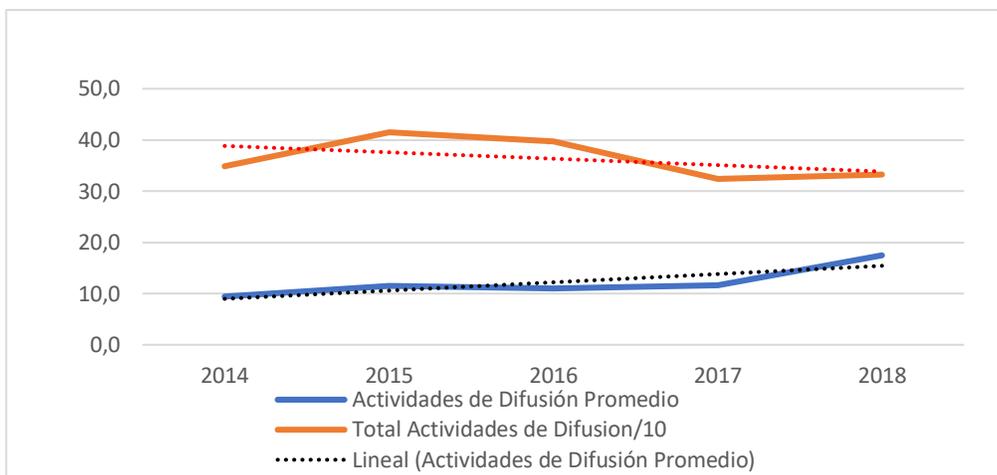
**Tabla 18: Total de Actividades de Difusión para Núcleos e Institutos periodo 2014-2018**

	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Conferencia</b>	80	60	52	67	46
<b>Seminario / Charla</b>	77	147	118	74	92
<b>Foro</b>	6	4	4	8	13
<b>Exhibición</b>	40	49	81	86	90
<b>Workshop</b>	62	60	43	27	21
<b>Competencia</b>	4	2	3	3	2
<b>Concurso</b>	1	6	6	6	2
<b>Video Conferencia</b>	3	0	2	2	6
<b>Otros</b>	76	87	88	51	60
<b>Total</b>	349	415	397	324	332

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por el Programa Milenio.

Por otro lado, en el Gráfico 12 se muestra que, al promediar las actividades de difusión por el número total de Institutos y Núcleos, la tendencia es positiva, por lo que indica que las actividades de difusión por centro se han mantenido creciendo año tras año en el período considerado.

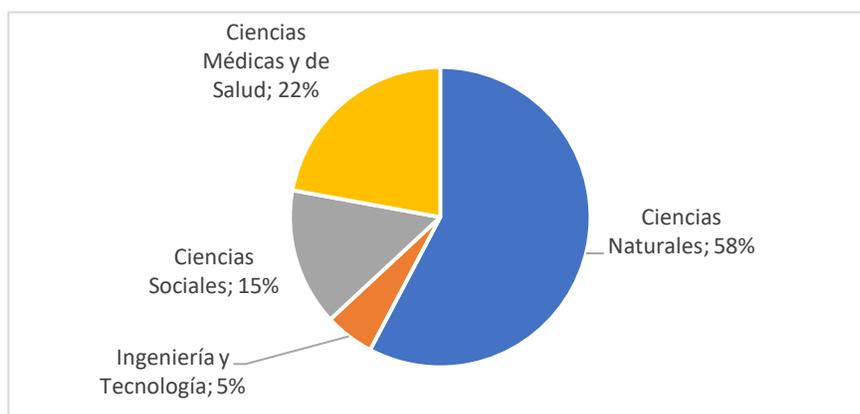
#### **Gráfico 12: Evolución Actividades de Difusión. Período 2014-2018**



Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por el Programa Milenio.

La participación de las áreas en este componente se muestra en el Gráfico 13:

**Gráfico 13: Distribución Actividades de Difusión de Jóvenes**



Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por el Programa Milenio.

Se puede apreciar que ciencias naturales cuenta con un 58%, explicando más de la mitad de las actividades de difusión, lo que indica que los centros referidos a esta área tienen una participación mayoritaria en este componente.<sup>31</sup>

<sup>31</sup>Esta mayor participación en redes va en el mismo sentido que la cantidad de publicaciones, lo cual podría deberse a características que el área de Ciencias Naturales tienen y que los de Ciencias Sociales no. Por ejemplo, esta diferencia podría darse porque los Centros relacionados con el área de Ciencias Naturales podrían estar investigando más que aquellos que los de Ciencias Sociales y, por tanto, al generar mayor cantidad de publicaciones, aumenta la cantidad de redes que crean. Sin embargo, también podría darse hacia

La evolución de las actividades de difusión se muestra en la tabla 19:

**Tabla 29: Total actividades de difusión.**

	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Ciencias Naturales</b>	201	196	218	213	221
<b>Ciencias Médicas y de Salud</b>	94	108	81	59	60
<b>Ciencias Sociales</b>	41	79	64	47	38
<b>Ingeniería y Tecnología</b>	13	32	34	5	13

Fuente: Elaboración propia en base a información proporcionada por el Programa Milenio.

En la tabla se aprecia que ciencias naturales no solo posee una mayor participación, sino que además posee una tendencia positiva y que incluso, llega casi a triplicar la producción de actividades de otras áreas.

Una de las principales conclusiones que se obtiene de este análisis es que el Programa Milenio tiene una marcada tendencia negativa en los cuatro componentes analizados. En cuanto al análisis tanto a nivel de Institutos y de Núcleos por áreas lo primero que queda en evidencia es que, en ambos, es el área de ciencias naturales aquella que tiene mayor relevancia. Esto puede deberse a una serie de características que hacen que aquellos centros referidos al área de ciencias naturales sean diferentes a los de ciencias sociales. Por ejemplo, se ve que el nivel de publicaciones que estos hacen es mayor que a cualquier otra área, y lo mismo ocurre cuando se ven la formación de redes. Esto podría deberse a que tal vez, los Centros de ciencias naturales realizan mayor investigación, que cualquier otra área.

Por último, existen diferencias claras en ciencias sociales y ciencias médicas y de la salud, las cuales tienen casi una nula presencia en investigación en los Núcleos.

### **I.1.5 Programa Milenio y su entorno institucional**

La revisión de antecedentes reportada en este informe permite una identificación preliminar de algunos aspectos de interés para la caracterización del programa Milenio y su entorno institucional.

- i) Un primer tipo de aspecto se asocia a la creación del programa en 1999. El objetivo del programa es mejorar la calidad e impacto de la investigación chilena a través de la creación de centros de alta especialización en esta área. Tanto los Institutos como Núcleos desarrollan sus actividades a través de cuatro componentes principales: la investigación competitiva a nivel internacional; la formación de nuevos científicos; la formación y mantención de redes internacionales de colaboración y; la promoción del conocimiento hacia la sociedad.

---

el otro lado, que debido a que presentan una mayor cantidad de redes, aumenta la cantidad de publicaciones que pueden realizar.

- ii) Su diseño y puesta en marcha obedeció a una iniciativa presidencial que contó con el soporte técnico y financiero del Banco Mundial. Este proceso se llevó adelante como un esquema alternativo al trabajo que normalmente corresponde a las agencias nacionales de promoción de ciencia, tecnología, innovación. Es posible que ello explique que el programa Milenio presentara desde sus inicios algunas características similares al programa FONDAP que había sido puesto en marcha en 1997 por CONICYT, particularmente en cuanto a sus objetivos de promoción de la investigación de excelencia y el fomento a la creación de centros de investigación científica.
- iii) Aunque con diferencias entre los centros, los estudios de evaluación del desempeño y la productividad del programa dan cuenta de una evolución adecuada de los resultados e impactos de sus cuatro componentes hasta 2014. De acuerdo a estos estudios, una adecuada definición del propósito y el fin del programa es un aún un tema pendiente. Además, el programa presenta una debilidad relativa en la definición de indicadores y el monitoreo de resultados del tipo no académicos.
- iv) Un aspecto resaltado por la OCDE es la concentración geográfica del programa. En efecto, una parte de los centros del programa Milenio y el financiamiento del programa se concentra en la Región Metropolitana. Debe notarse que el 71% de los Institutos y el 63% de los Núcleos de Ciencias Naturales y Exactas operan en la Región Metropolitana. En el caso de las Ciencias sociales la totalidad de Institutos y Núcleos se encuentra en esta región. En todo caso, los Núcleos han operado en un número mayor de regiones, probablemente explicado por las menores exigencias que en el caso de los Institutos.
- v) La comparación con programas semejantes a nivel internacional da cuenta de algunas diferencias con el programa Milenio. Mientras el programa chileno apoya la creación y desarrollo de centros de investigación de excelencia, en el caso de Portugal, por ejemplo, la promoción de centros de excelencia es parte de un continuo que busca dotar al país de entidades de mayor envergadura (los laboratorios asociados). En este caso el programa apoya a entidades relativamente jóvenes y otras con mayor trayectoria manteniendo el foco de política en el aumento persistente en la disponibilidad de capital humano avanzado para las actividades de investigación. En el caso español el programa se trata de un soporte complementario para entidades con capacidades y trayectoria claramente demostradas. El aspecto central del programa parece estar asociado a su capacidad y legitimidad para filtrar y acreditar centros y unidades de investigación por períodos de 4 años.
- vi) En general, la experiencia de países que pueden ser de utilidad para el caso chileno da cuenta de marcos de política e institucionales relativamente más ordenados. El caso de Nueva Zelanda es interesante porque la promoción de los centros de excelencia hace parte de la política de desarrollo de la educación superior y, de manera consistente, los centros son alojados principalmente en universidades. Ello no obsta con la mantención de una adecuada coordinación con el sistema de centros de investigación nacional (Crown Research Institutes).
- vii) Al examinar y comparar con respecto de la experiencia internacional, un aspecto singular del caso chileno es que se otorga dentro del proceso de selección, una importancia relativa al apalancamiento de recursos de otras fuentes. Se debe

considerar que en las bases de postulación del programa Milenio los requerimientos de financiamiento de terceros no son tratados de manera específica. Si bien los niveles de financiamiento público del programa Milenio como de FONDAP son semejantes a varios países de mayor desarrollo relativo, es importante advertir que la ausencia de fuentes complementarias puede devenir una limitante importante para el desarrollo de las actividades de los centros. Esto se aprecia en mayor medida en los Núcleos, ya que en el caso de los Institutos requieren dado su envergadura y desarrollo líneas la búsqueda de financiamientos.

- viii) Un segundo aspecto que diferencia de manera importante el caso de Milenio respecto de otros países es la importancia de los objetivos de política relacionados con el desarrollo económico. Los países nórdicos, España, Portugal y Nueva Zelanda incluidos en la revisión, presentan los desafíos de competitividad y productividad como norte para los programas de apoyo a centros de excelencia. Ello ocurre con mucha nitidez incluso en el caso del programa de Nueva Zelanda.
- ix) Este aspecto sugiere la necesidad de una mayor relación de este tipo de programas con focos considerados estratégicos o prioridades nacionales, lo que no necesariamente debe traducirse en una vocación economicista para el programa. Más bien se trata de reconocer que la investigación de excelencia en todas sus fases, desde la investigación tipo blue sky hasta la aplicada, debe guiarse con una perspectiva de utilización de sus resultados.
- x) Finalmente, en cuanto a la aplicación de análisis costos beneficio para analizar el impacto no académico de los Centros de Investigación, a partir de la literatura se puede apreciar que este enfoque se utiliza fundamentalmente en el ámbito ex ante, en contextos de equilibrio parcial, y en particular a proyectos de CTI. Por otra parte, la razón por la que los esquemas metodológicos ex post se aplican con menos frecuencia se asocia principalmente a costos y efectividad del monitoreo y seguimiento.

En general, las metodologías proporcionan algunos acuerdos metodológicos y orientaciones a seguir. De cualquier forma, hay espacios teóricos de discusión en varios ámbitos como ocurre respecto de los fundamentos de uso de la tasa social de descuento, el horizonte de evaluación y la apropiabilidad de los resultados.

## II. Metodología de Investigación.

El presente estudio tiene por objeto indagar sobre los beneficios económicos potenciales que se generan a partir del programa Milenio, a través de los Institutos y Núcleos, que han recibido recursos para su funcionamiento. Para llevar a cabo lo anterior, se procedió a analizar cualitativa y cuantitativamente el programa Milenio, de modo de analizar los efectos que estos generan, de forma tal, de tener una mirada complementaria. El ámbito cualitativo permite comprender el alcance de los efectos, el análisis cuantitativo contribuye a medir dichos alcances. La tabla que a continuación se presenta, expone las herramientas utilizadas.

**Tabla 20.1: Indicadores del Milenio**

	Productos	Resultados	Impactos
<b>Principales indicadores que el análisis costos beneficio contribuye a obtener</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento del personal en investigación y desarrollo</li> <li>• Cantidad de investigadores jóvenes formados en el centro</li> <li>• Tasa de crecimiento de monto de los contratos y servicios</li> <li>• Tasa de crecimiento de ingresos recibidos por el centro por spin-off.</li> <li>• Tasa de crecimiento del valor de las patentes.</li> <li>• Tasa de crecimiento del valor de las licencias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingresos por fondos públicos adjudicados.</li> <li>• Diferencial salarial de las personas que trabajan en el centro versus sus pares en el mercado laboral.</li> </ul>	<p>Indicadores de mejoras en bienestar económico particulares a innovaciones creadas por los centros (ahorro de tiempo, costos, mejora de esperanza de vida, etc)</p> <p>Tasa de aumento de productividad de las empresas que solicitan servicios del centro.</p>

**Tabla 20.2: Instrumentos metodológicos aplicados**

Tipo de instrumento	Productos	Resultados
<b>1.-Entrevistas semiestructuradas para actores claves del ecosistema</b>	Entrega perspectiva de los productos y tasas de crecimiento que podrían esperarse del programa	Perspectiva de los resultados y tasas de crecimiento que podrían esperarse del programa
<b>2.-Entrevistas Directores o Co directores.</b>	Tipos de productos generados por el centro, además de las tasas de rotación del personal	Percepción sobre cuáles son los resultados identificados del centro
<b>3.-Encuesta cualitativa para Directores y/o codirectores de centros</b>	Contribuye a especificar tipos de productos	Contribuye a especificar respecto de resultados
<b>4.-Grupos focales Equipos de Institutos y/o Núcleos.</b>	Permite conocer la percepción colectiva sobre los productos y del centro y su funcionamiento.	Contribuye a la percepción colectiva sobre los resultados del centro
<b>5.-Excel de recolección de información ACB</b>	Permite obtener los datos para el cálculo de los indicadores de producto.	Permite obtener los datos para el cálculo de los indicadores de resultados.
<b>6.-Fichas Evaluativas de análisis costo beneficio</b>	Permite identificar beneficios potenciales particulares al centro, dando cuenta, en consecuencia, de los indicadores de producto necesarios.	Permite identificar beneficios potenciales particulares al centro, dando cuenta, en consecuencia, de los indicadores de resultados necesarios.
<b>7.-Criterios de Factibilidad para análisis costo beneficio</b>	Analiza la viabilidad a nivel de productos para aplicación del análisis costo beneficio	Analiza la viabilidad a nivel de resultados para aplicación del análisis costo beneficio
<b>8.-Entrevistas a Equipos de investigación pertinentes de centros para ACB</b>	Precisión e identificación de parámetros claves para ACB	Contribuye a la generación de supuestos claves, y especificación de resultados

9.-Revisión informacional	Permite verificar la existencia reportada de productos, cuantitativa o cualitativamente	Permite verificar la existencia reportada de resultados, cuantitativa o cualitativamente. Contribuye a la generación de supuestos para el ACB
10.- Entrevista a expertos metodológicos en ACB		Aportan con recomendaciones metodológicas

## II.1 Metodología Evaluación cualitativa.

La evaluación cualitativa del Programa Milenio está orientada a identificar aspectos y dimensiones relacionados con el trabajo de los centros Milenio y el diseño y operación del programa. En general, se trata de aspectos no pueden ser directamente cuantificados, pero que son de interés para caracterizar el programa y conocer la percepción que tienen algunos actores involucrados con la operación del programa.

Para el abordar el proceso de levantamiento de información se utilizaron como herramientas principales un conjunto de entrevistas semiestructuradas y una encuesta auto aplicada. Así como también, el desarrollo de dos reuniones temáticas grupales o focus groups permitió abordar algunos aspectos específicos. A continuación, se presentan las herramientas utilizadas y su receptor.

### II.1.1 Entrevistas semiestructuradas

A través de la entrevista semi estructurada se abordaron algunas dimensiones y aspectos relacionados con el diseño, operación y desempeño del programa. Los ámbitos y temas considerados corresponden a los siguientes:

- Importancia del programa: pertinencia y relevancia del programa; orientación y foco; y resultados e impactos esperados (académicos y no académicos)
- Contribución del programa: principales resultados alcanzados (investigación y producción científica; formación de investigadores y capital humano avanzado; creación de redes nacionales; investigación asociativa; participación redes internacionales; visibilidad internacional; divulgación científica; promoción de la ciencia; etc.); desempeño del programa en sectores o ámbitos de interés; plazos, etc.
- Aprendizajes y lecciones de la operación del programa: coordinación entre entidades de investigación (universidades, etc.); rol de Milenio en el acompañamiento de los centros; rol de las universidades; financiamiento del programa; acceso a distintas fuentes de financiamiento; coordinación programas públicos; beneficios (académicos y no académicos).
- Principales desafíos: investigación de excelencia; nuevos investigadores y formación de capital humano avanzado; integración en circuitos globales de generación de nuevos conocimientos; desafíos y requerimientos futuros en ámbitos y sectores de interés; sostenibilidad de los centros.

Para la realización de las entrevistas se definieron distintos grupos de informantes calificados que juegan distintos roles respecto del programa. Estos grupos corresponden a los siguientes:

- Directores de Institutos y Núcleos
- Directivos y evaluadores del comité de programa
- Informantes calificados del sector público
- Encargados de la promoción de ciencia, tecnología e innovación en universidades
- Representantes de organizaciones del sector privado

Se realizaron las siguientes entrevistas según los distintos tipos de informantes calificados. Las personas entrevistadas y el detalle de las reuniones se presentan en Anexo. Cabe señalar que en el grupo de directores de centros no fue posible entrevistar a uno de los Institutos con convenio y dos Institutos sin convenio. Los Núcleos fueron entrevistados en su totalidad. En el grupo de directivos del programa fueron infructuosos los esfuerzos de contacto con los integrantes del Consejo directivo. En el grupo de informantes calificados del sector público se solicitó la colaboración a la contraparte para contactar al Ministerio de Salud, pero no fue posible realizar alguna entrevista. Las conversaciones con el Ministerio de Economía se desarrollaron con el equipo de contraparte durante el desarrollo del estudio.

**Tabla 21: Entrevistas realizadas a directores de centros**

Nivel de actuación	Institución	Entrevistas realizadas	Comentarios
Implementación Programa Milenio	Núcleos Milenio	17 Núcleos de Ciencias Naturales y Exactas 9 Núcleos de Ciencias Sociales	Todos los Núcleos fueron entrevistados.
	Institutos Milenio sin convenio	7 Institutos en Ciencias Naturales y Exactas 2 Institutos en Ciencias Sociales	No se logró que el Instituto Milenio en Inmunología e Inmunoterapia concediera entrevista.
	Institutos Milenio sin Contrato	2	
	Institutos Milenio Cerrados	2	
TOTAL		39	

**Tabla 22: Entrevistas realizadas a directores y evaluadores del comité de programa**

Nivel de actuación	Institución	Entrevistas realizadas	Comentarios
Programa ICM	Directora	1	
	Comité de Programa	3	
	Consejo Directivo	-	Entrevistas solicitadas

			directamente y al programa
TOTAL		4	

**Tabla 33: Entrevistas realizadas a informantes calificados del sector publico**

Nivel de actuación	Institución	Entrevistas realizadas
Institucionalidad Pública	Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación	1
	Ministerio de Educación	1
	Ministerio de Medio Ambiente	1
	CNID	1
	CONICYT	1
	CORFO	1
TOTAL		6

**Tabla 24: Entrevistas realizadas a encargados de CTI en universidades**

Nivel de actuación	Institución	Entrevistas realizadas
Universidades	Universidad Católica de Chile	1
	Universidad de Chile	1
	Universidad de Santiago	1
	Universidad Católica de Valparaíso	1
	Universidad Técnica Federico Santa María	1
	Universidad Austral de Chile	1
TOTAL		6

**Tabla 25: Entrevistas realizadas a representantes de organizaciones del sector privado**

Nivel de actuación	Institución	Entrevistas realizadas
Sector privado	SOFOFA	1
	Colegios de Ingenieros de Chile	1
	ACTI	1
TOTAL		3

Se realizaron 6 entrevistas a encargados del área de promoción de ciencia, tecnología e innovación. Tres de estas reuniones se realizaron en Valdivia y Valparaíso y tres en Santiago.

Considerando solo los Centros Milenio vigentes entrevistados (Núcleos e Institutos), de los 35 centros (26 Núcleos y 9 Institutos), 10 se encuentran en regiones.

**Tabla 26: Distribución regional Núcleos e Institutos Milenio**

Ubicación	Centros Milenio Vigentes*	
	Núcleos	Institutos
Región Metropolitana	19	6
Región del Biobío	2	2
Región de los Ríos	2	
Región de Valparaíso	1	1
Región de Antofagasta	1	
Región de Coquimbo	1	
TOTAL	26	9

\*Solo considera los centros milenio entrevistados

Las entrevistas semi estructuradas de los centros milenios ubicados en la Región Metropolitana fueron realizadas en su totalidad de forma presencial. En relación con los 10 centros Milenio entrevistados de regiones, 8 se realizaron de manera presencial y 2 telefónicamente.

Las dos reuniones temáticas grupales realizadas corresponden a Núcleos regionales, uno ubicado en Valparaíso y otro en Concepción.

### **II.1.2 Encuesta para Institutos y Núcleos del Programa Milenio**

Con el objetivo de levantar información respecto a la percepción de los Directores de los centros respecto a aspectos del funcionamiento del programa, los logros obtenidos y detectar aspectos de mejora tanto a nivel de diseño como de operación del Programa, entre el 13 de noviembre y el 15 de diciembre de 2019, se realizó una encuesta auto aplicada, de tipo censal, en línea, dirigida al Director y/o Director Alterno de cada uno de los centros en operación.

La población objetivo de esta encuesta fueron los Núcleos e Institutos del Programa Milenio que a la fecha de este estudio se encontraban en funcionamiento. El cuestionario fue dirigido al correo electrónico de cada uno de los Directores y Directores Alternos de los 26 Núcleos con convenio vigente y 14 Institutos en funcionamiento. De estos últimos, 10 tenían su convenio vigente con el Programa y 4 que, si bien continúan en funcionamiento, a la fecha, su convenio ya había finalizado.

Se envió un total de 76 encuestas: 52 a los Directores y Directores Alternos de Núcleos Milenio, 20 a los Directores y Directores Alternos de los Institutos con convenio vigente y 4 a los Directores de 4 Institutos Milenio sin convenio vigente. El listado de entidades a encuestar y el directorio con los datos de contacto de los Directores y Directores Alternos de cada centro, fue provisto por el Programa Milenio. Asimismo, la encuesta diseñada fue revisada y validada previo a su envío, tanto por la División de Innovación del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, como por el Programa Milenio. En el anexo de este informe se presenta la “Encuesta para Institutos y Núcleos del Programa Milenio” aplicada.

El cuestionario incluyó preguntas cerradas y otras abiertas para mejor comprensión de las dimensiones a analizar. La duración del cuestionario se estimó en 30 minutos aproximadamente. La encuesta fue enviada en cuatro oportunidades. El primer envío del cuestionario se realizó el día 13 de noviembre, el segundo el 21 de noviembre, el tercero el 28 de noviembre y el último el día 16 de diciembre de 2019. La encuesta fue finalmente cerrada el día 23 de diciembre de 2019.

La tasa de respuesta de la encuesta considerando a los Directores y Directores Alternos de Núcleos e Institutos Milenio, fue de 58%, esto significa que de las 76 encuestas enviadas, 44 la respondieron. Para fines del análisis sólo se consideraron parte del estudio las encuestas que fueron finalizadas. En efecto, hubo dos casos en los cuales la encuesta fue iniciada, no obstante, no fue respondida completamente por lo que estos casos no se incluyeron en el análisis.

La tasa de respuesta de directores y/o directores Alternos de los Núcleos Milenio fue de 63% y de los Institutos, fue de 46%. Solo a modo referencial se presentan los niveles de error muestral para cada estrato, aun cuando la muestra no fue obtenida de manera probabilística, sino que de manera censal, por lo que no es posible hacer inferencia estadística a partir de estos resultados. Sin embargo, dada la cobertura lograda por la encuesta, es posible reforzar y complementar el análisis cualitativo del estudio.

**Tabla 47: Tasa de respuesta a Directores y/o Directores Alternos**

	Población	Muestra obtenida	Tasa de respuesta	% Error para 95% nivel de confianza
Total encuestas Núcleos	52	33	63%	10,4%
Núcleos Ciencias Naturales y Exactas	34	21	62%	13,4%
Núcleos Ciencias Sociales	18	12	67%	16,8%
Total encuestas Institutos	24	11	46%	22,2%
Institutos Ciencias Naturales y Exactas	20	10	50%	22,5%
Institutos Ciencias Sociales	4	1	25%	98,0%
Total encuestas Núcleos e Institutos	76	44	58%	9,7%

Adicionalmente, es relevante señalar que la cobertura de la encuesta lograda a nivel de los centros (más allá si la encuesta fue respondida por el Director y/o el Director Alterno de cada entidad) fue de un 73%, obteniéndose respuesta de 29 de los 40 centros encuestados. La cobertura alcanzada en el caso de Núcleos fue de 77% y en el caso de los Institutos encuestados, fue de 64%.

**Tabla 58: Tasa de respuesta a nivel de entidades del Programa Milenio**

	Población	Muestra obtenida	Tasa de respuesta	% Error para 95% nivel de confianza
Total Núcleos	26	20	77%	10,7%
Núcleos Ciencias Naturales y Exactas	17	12	71%	15,8%
Núcleos Ciencias Sociales	9	8	89%	12,3%
Total Institutos	14	9	64%	20,3%
Institutos Ciencias Naturales y Exactas	12	8	67%	20,9%
Institutos Ciencias Sociales	2	1	50%	98,0%
Total Núcleos e Institutos	40	29	73%	9,7%

## II.2 Metodología a medición de costos y beneficios en Institutos y/o Núcleos Milenio.

La evaluación social o la medición de beneficios sociales asociados a proyectos o programas en el ámbito de la Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i), implica analizar el conjunto de efectos que estos generan, considerando su fase actual, su implementación hasta la puesta en marcha y funcionamiento posterior. Una vez que se han alcanzado los resultados esperados, se debe analizar en qué medida estos esfuerzos se transformaron en innovaciones dentro del sistema nacional, y de qué manera generan efectivamente los beneficios directos, indirectos y/o externalidades relevantes o cuál es su capacidad real darles tangibilidad a estos. Si bien el foco del programa no es generar desarrollos, productos o servicios que generen beneficios económicos, el ACB, pretende entender la llegada a los mercados de estos elementos desarrollados por el programa, y atribuirle una valoración monetaria

A nivel teórico, desde la perspectiva del enfoque de eficiencia<sup>32</sup>, los beneficios sociales de un proyecto o programa se generan por dos procesos:

- El aumento en la disponibilidad de bienes y servicios hacia el conjunto de beneficiarios del proyecto (tanto en los mercados directos que se ven afectados como los indirectos).
- Liberación de recursos, debido a la provisión de dichos bienes o servicios por parte del proyecto en cuestión (tanto en los mercados directos o indirectos donde se lleva a cabo el proyecto).

De modo tal, que los beneficios pueden agruparse en las siguientes categorías:

- **Beneficios directos:** Son aquellos que se generan directamente en el mercado donde se lleva a cabo el proyecto. La presencia de mercados facilita su evaluación, sin embargo, si estos no existen se vuelve necesario incorporar suposiciones adicionales, como existencia de demanda, potenciales utilizadores de los desarrollos, y el uso eventual de precios sombras o sociales para llevar a cabo dichos intercambios.
- **Beneficios Indirectos:** Son aquellos que surgen en los mercados relacionados con respecto al proyecto, esto es, en mercados sustitutos y mercados complementarios, o mercados relacionados, tanto en el caso del bien final como en el caso de mercados insumos. Es posible que las propias iniciativas desarrollen nuevos mercados, generando condiciones para que nuevas empresas o proveedores se integren a la cadena de valor dentro de la actividad. Por ejemplo, tal es el caso a de proyectos en el ámbito de energía solar, donde una vez instalados en grandes extensiones requieren un nuevo conjunto de servicios asociados, no necesariamente disponible en la ciudad local, y los cuales deben desarrollarse.

---

<sup>32</sup>El enfoque de eficiencia, de forma sintética, considera que la medición de áreas bajo la curva de demanda y oferta permite medir los cambios en bienestar que se generan producto de proyectos que aumentan la disponibilidad de un bien o servicio.

- **Externalidades:** Corresponden a efectos que se generan sobre terceros debido al proyecto. Estos pueden ser positivos o negativos, como efectos sobre otros sectores productivos que, debido al desarrollo de innovaciones, pueden adquirir una mejora en productividad, o el acceso a insumos a un menor precio, entre otros. En el contexto de la Iniciativa Científica Mileno, spillovers<sup>33</sup> relacionados al capital humano cobran importancia.
- **Beneficios Intangibles:** Son efectos que, en general, dada su naturaleza son de difícil medición y conceptualización. Por ejemplo, el mejoramiento del prestigio del país, o la mayor confianza entre actores involucrados en la investigación.

De esta manera, la expresión matemática del VAN social es la siguiente:

$$VAN_s = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} - I$$

Donde:

- $t$  es el subíndice que denota el período o tiempo.
- $B_t$  es la suma de los beneficios sociales del período  $t$ , en unidad monetaria.
- $C_t$  es la suma de los costos sociales del período  $t$ , en unidad monetaria.
- $r$  es la tasa social de descuento relevante para el proyecto.
- $I$  es la inversión realizada en el período inicial, en unidad monetaria.

Al evaluar flujos que ya han ocurrido, para considerarlos en el VAN, se traen también a valor presente mediante la aplicación de factores de corrección debido al valor del dinero en el tiempo, de forma que se expresen pesos del año a partir del cual se proyectan los flujos futuros.

En relación con los costos, se consideran entre estos la inversión inicial, los costos de operación y subsidios o transferencias del Estado u otras organizaciones privadas. Asimismo, se consideran también costos de acceso al programa por parte de los usuarios o beneficiarios.

En este caso,  $R_t$ , representa la tasa social de descuento, la cual corresponde al costo alternativo de invertir que tiene la sociedad sus recursos, esto es, representa un precio social, indicando el costo unitario que tiene el disponer de una unidad del recurso hoy día, en vez de utilizar dichos recursos para algún gasto en el consumo presente. Adicionalmente, se debe considerar que este precio generalmente viene dado o es posible encontrar una estimación para ellos en los Sistemas Nacionales de Inversión Pública (SNIP).

---

<sup>33</sup>Los spillover corresponden a externalidades que han sido internalizadas por los agentes.

Se debe considerar, además, que la inversión inicial ( $I_0$ ) incorpora todos los recursos destinados a la puesta en marcha del proyecto, por tanto, los beneficios se consideran a partir de la etapa de operación. La inversión debe estar cuantificada a los precios sociales, es decir, a los precios que debe incurrir la sociedad en su utilización, para lo cual se utilizan en general estimaciones para los factores de ajuste del trabajo calificado y no calificado, insumos, tiempo de viajes etc. Todo lo anterior, que se relaciona con el incremento en bienestar para la sociedad, se deduce a partir de agregar el VAN social de cada Centro o proyecto, esto es, cada proyecto o Centro contribuye al bienestar de la sociedad debido a la magnitud que aporta en términos de unidades monetarias.

$$\Delta W = \sum_{i=1}^n \varphi_i^p VANS_i^p = VANS_1^p + \dots + VANS_n^p$$

Un indicador adicional para este tipo de análisis es el indicador IVAN, el cual se construye al obtener la razón entre el VAN social y el nivel de inversión. Este indicador reporta las unidades monetarias, en las cuales fue expresado el VAN social, por peso invertido en un proyecto, constituyéndose en un indicador de rentabilidad social.

Por tanto, el objetivo principal de la metodología fue plantear y calcular un VAN social tanto para Institutos y/o Núcleos. Para lograrlo, se llevó a cabo la siguiente secuencia de operativa:

**Análisis de la información existente tanto para Institutos y Núcleos.** Lo anterior implicó revisar las memorias existentes en cuanto a publicaciones realizadas, productos, logros o impactos declarados por el programa, los que fueron verificados a partir de las entrevistas con los centros.

**Evaluar la factibilidad de una Análisis de Factibilidad de análisis costo beneficio.** Este proceso implicó analizar la factibilidad de llevar a cabo el ACB, esto se hizo tanto Institutos como Núcleos. El objetivo de este análisis se basa en la capacidad de generación de flujos económicos en base a desarrollos, productos y/o servicios.

**Tabla 69: Criterios de análisis de factibilidad análisis costo beneficio**

Criterios	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3
Capacidad de Generación de flujos	Centro no evidencia beneficios, y no existe una visión prospectiva que permita la proyección a largo plazo de la organización.	Centro muestra beneficios en sus años de funcionamiento, pero no cuenta con visión prospectiva que permita la proyección a largo plazo de la organización.	El centro cuenta con beneficios y con una visión prospectiva de la de su investigación, permitiendo su proyección a largo plazo.
Evidencia respecto de la existencia de productos, resultados o impactos, que exista evidencia al respecto y se relacionen con los indicadores de la tabla 20	No se declara productos, resultados ni impactos.	Se declaran productos, pero no resultados ni impactos.	Se encuentra evidencia de productos, resultados o impactos declarados.
Estado de la información actual que permita identificar beneficios	No permite la construcción de una línea base, ni de flujos temporales futuros.	Permite la construcción de una línea base, pero no la construcción de flujos temporales futuros.	Permite la creación de línea base, y construcción de flujos temporales futuros.
Nivel de dependencia económica con respecto al Programa	Depende únicamente del Programa Milenio.	Depende principalmente del programa Milenio, pero cuenta con fuentes adicionales de financiamiento.	Ha desarrollado autonomía relativa en función de fuentes de apalancamiento y generación de recursos económicos.
Existencia o factibilidad de explorar una metodología de aplicación	No existen metodologías desarrolladas para proyectar beneficios transversales a los centros, ni beneficios particulares de los mismos.	Existen metodologías que permiten la proyección de los beneficios transversales, pero no singulares de centros.	Existen metodologías desarrolladas en los ámbitos de singularidad de los centros.

Una vez finalizada la etapa anterior, se procedió a identificar beneficios y costos sociales, utilizando como base conceptual el enfoque de eficiencia, utilizando dos elementos claves dentro de este análisis, beneficios o costos por concepto de liberación de recursos, y aumento en disponibilidad de bienes y/o servicios.

**a.- Identificación de Beneficios y Costos Potenciales:** En primer lugar, se analiza qué beneficios transversales a programas de I+D, se encuentran presentes en el Centro. Posteriormente, atendiendo a la singularidad de cada centro, se consideran los productos generados por los centros para detectar líneas de investigación con potencial económico. Esta identificación de beneficios potenciales se encuentra integrado en el análisis de fichas.

**b.- Valoración y medición de los beneficios por Institutos o Núcleos:** Una vez identificados los beneficios, se lleva a cabo el proceso de asignarles un valor económico proyectable a través de los siguientes pasos:

- a. **Realización de supuestos:** En presencia de información poco precisa, o difícil de proyectar, se realizan abstracciones y/o simplificaciones con respecto al impacto que generan las iniciativas y sus costos, cómo serán medidas o cuál será su evolución.
- b. **Identificación de parámetros claves:** Se determina el set de información y supuestos críticos para la medición, valoración y proyección de los beneficios factibles de medir. Por ejemplo: tasas de crecimiento, cambios generados en productividad, cantidad de investigadores trabajando en el centro, etc. Además, se les asigna, en base a la información disponible y supuestos, rangos de variación a los parámetros clave.
- c. **Propuesta de métrica de beneficios y costos:** Se expresa cuantitativamente cómo serán valorados los beneficios, y de qué manera los parámetros clave los afectan. De la misma manera se identificarán los costos asociados a la realización del programa.
- d. **Obtención de indicadores:** Se calculan el VAN social, TIR e IVAN, entre otros.

- **Tasa interna de retorno (TIR):** Consiste en la tasa  $r$  tal que el VAN toma el valor 0. Mayores valores de la TIR indican que el proyecto es más rentable y robusto, debido a que se necesitarían tasas de descuento más grandes para que el proyecto tenga un VAN negativo.

- **Índice de valor actual neto (IVAN):** Consiste en la siguiente expresión:

$$\frac{\text{VAN}}{\text{Inversión}}$$

Con lo que da cuenta de cuánto aporta al VAN cada peso invertido. Mayores valores indican que un peso invertido en el proyecto genera retornos más grandes.

- **Elasticidades:** Consisten en el cambio porcentual en el VAN ante cambios porcentuales en una variable:

$$\xi = \frac{\frac{VAN_2 - VAN_1}{VAN_1}}{\frac{X_2 - X_1}{X_1}}$$

Las simulaciones anteriores también permiten calcular las elasticidades del VAN respecto a diversas variables.

- c. **Simulación de resultados:** Se realizan simulaciones que entrega el VAN social ante cambios en los parámetros clave. Para ello, se les asigna una distribución de probabilidad a los

parámetros. Con esto, se obtiene una distribución de probabilidad del VAN, y con ello, la probabilidad de que el VAN social sea positivo. La simulación también permite obtener elasticidades y gráficos de sensibilidad, lo cual permite analizar qué parámetros clave son los que más influyen en el valor del VAN social.

- **VAN probabilístico:** Consiste en el cálculo de la esperanza del VAN. Para esto, suele realizarse simulaciones que alteran los flujos de caja futuros, de forma de generar una distribución de probabilidad del VAN, a partir de la cual se obtiene la media del VAN. Además, se obtienen otros estadísticos.
- **Gráfico de sensibilidad:** Muestra la contribución de variables individuales a la varianza de la distribución probabilística del VAN social. Esto permite ranquear según importancia en la varianza a las variables y parámetros clave del VAN social.

### II.2.1 Aplicación de ACB y recolección de información

El análisis en este caso se hace en el contexto de modelos de equilibrio parcial, donde se identifican las acciones tendientes a fortalecer la oferta o la demanda del Sistema Nacional de Innovación, de modo de estimar el efecto que se genera en términos de beneficios económicos. A continuación, se expone como se llevó a cabo el análisis de costos beneficio.

- La recolección de información se realizó a través de un cuestionario específico que fue enviado a los responsables de los Institutos, de modo de coordinar un trabajo conjunto, para completar la información de la planilla de evaluación y del Excel de recolección de información. Junto con lo anterior, se han sostenido reuniones con algunos equipos pertenecientes a los Institutos para aclarar elementos en torno a producto, proyectos, líneas o bien información relevante que pudieran tener.
- La identificación de beneficios y costos sociales se llevó a cabo de forma individual para cada uno de los Institutos, pudiendo identificar beneficios y/o costos, directos e indirectos o externalidades, los que se estiman de forma anual.
- La medición de los beneficios se puede realizar utilizando precios sociales o bien otros precios de mercados ajustados por factores que reflejan los precios sombras. Se analizan los beneficios tanto por el lado de liberación de recursos como aumentos de disponibilidad según el contexto.
- Cada modelo de proyección por Instituto requiere supuestos transversales y específicos a su evaluación. Con respecto a los parámetros del modelo de medición, las entrevistas con expertos y la revisión de documentos nacionales o internacionales permite obtener rangos de variación de modo de permitir posteriormente la sensibilización de las variables objetivos.
- Para los Institutos que previamente fueron Núcleos, se evaluó solamente los productos y flujos asociados a cuando fueron Instituto, debido a que se torna difícil atribuir un mismo producto entre dos centros distintos.

- Con respecto a la gestión de la información solicitada a los centros para el análisis costos beneficio, se aprecia un nivel bajo de respuesta, aún cuanto se han utilizado todas las vías para lograr que esta sea mayor. En general se aprecia que los centros consideran que la información relevante se encuentra en las memorias, por tanto, su disposición a proveer de más información fue deficiente<sup>34</sup>, de modo que los resultados obtenidos pueden verse afectados fundamentalmente respecto de la probabilidad de éxito de los desarrollos, productos o servicios generados. Lo anterior implicó utilizar un enfoque conservador respecto de los supuestos planteados y las mediciones llevadas a cabo.

## II.2.2 Identificación de principales costos y beneficios

La medición de beneficios y costos tubo como marco general la identificación y cuantificación de beneficios en torno a generación de ingresos económicos, capital humano avanzado, patentes, licenciamiento y externalidades. Cabe destacar que cada centro no tiene necesariamente todo el conjunto de beneficios, y por el contrario, tenga otro tipo de beneficios adicionales asociados a la particularidad de sus desarrollos, productos y/o servicios.

### Costos:

#### Directos

- **Costos asociados a fondos públicos o concursos:** Consisten en ingresos recibidos por concepto de fondos de licitaciones públicas o por concursos de innovación, entre otros aportes de instituciones que son distintos a los otorgados por Milenio. Estos muestran la capacidad del centro para ganar licitaciones públicas y generar proyectos públicos innovadores basados en tecnología de vanguardia. La mayoría de las veces, en conjunto con entidades privadas, permitiendo que estas inviertan en I+D. Estos fondos se consideran como costo, ya que consiste en una inversión en el centro.

Forma de cálculo: Debido a que los montos previos al año 2019 ya se encuentran realizados, se considerarán esos montos directamente para el cálculo de costos sociales. Mientras que, posterior al 2019, se proyectarán los costos recibidos a partir de multiplicar los ingresos promedio por tipo de fondos por la cantidad fondos del año 2019, ponderados por un factor de crecimiento de la cantidad de fondos adjudicados, que generalmente consiste en la tasa de crecimiento potencial de la economía:

$$\sum_{i < 2019} \sum_{j=1}^n F_{j,i} + \sum_{i > 2019} \sum_{j=1}^n L_j * m_{j,2019} * \delta_{i,j}$$

<sup>34</sup> Se debe considerar que la recolección de información tuvo como coyuntura el inicio de la crisis social en el país, lo que afecto la disposición y factibilidad de proveer información en ese período.

Donde

- $i$ : Indicador del año
  - $j$ : Indicador de fondo público, privado o concurso
  - $F_{j,i}$ : Ingresos provenientes del fondo  $j$  en el año  $i$
  - $L_j$  Promedio de los ingresos del fondo  $j$  durante los años que se cuenta con información
  - $m_{i,j}$  Cantidad de fondos  $j$  en el año  $i$
  - $\delta_{i,j}$  Factor de crecimiento anual proyectado en el año  $i$  de la cantidad del fondo  $j$
- **Aportes de Milenio:** Consiste en los fondos comprometidos para el financiamiento de los centros, lo cual constituye una inversión que se contabiliza como costo.

Forma de cálculo: Debido a que los montos previos al año 2019 ya se encuentran realizados, se considerarán esos montos directamente para el cálculo de costos sociales. Mientras que, posterior al 2019, se proyectarán los fondos recibidos de Milenio, más allá del término del programa.

$$\sum_{i < 2019}^{2019} F_i + \sum_{i > 2019}^{2029} \sum_{i > 2019}^{2029} L * \delta_{i,j}$$

Donde

- $i$ : Indicador del año
- $j$ :  $F_{j,i}$ : Ingresos provenientes del fondo  $j$  en el año  $i$
- $L_j$  Promedio de los ingresos de Milenio
- $\delta_{i,j}$  Factor de crecimiento anual proyectado en el año  $i$

En ocasiones es posible que desde Milenio se entreguen mayores o menores fondos, asociado, entre otras razones, a los fondos de proyección al medio externo y networking, por lo que el valor de  $\delta_{i,j}$  dependerá de cada centro según sus particularidades.

#### **Beneficios:**

##### **Directos**

- **Ingresos por contratos y servicios comercializados:** El centro comercializa servicios puntuales o genera contratos con industrias del sector privado. Se consideran un beneficio económico del centro, el cual se acoge al sistema tributario del país. En general, son pocos los centros que proveen de servicios especializados con salida al mercado.

Forma de cálculo: Debido a que los montos previos al año 2019 ya se encuentran realizados, se considerarán esos montos directamente para el cálculo de beneficios sociales. Mientras que, posterior al 2019, se proyectarán los beneficios recibidos a partir de multiplicar los ingresos

promedio por contrato o servicio por la cantidad de servicios o contratos comercializados en el 2019, ponderados por factores de crecimiento tanto para la cantidad de servicios o contratos comercializados, como para los ingresos promedios recibidos por servicio o contrato:

$$\sum_{i < 2019} \sum_{j=1}^n \pi_i(j) + \sum_{i > 2019} \sum_{j=1}^n \frac{\pi_{2019}(j)}{\pi_i(j)} * \rho_{i,j} * m_{j,2019} * \delta_{i,j}$$

Donde:

- $i$ : Indicador del año
- $j$ : Indicador de contrato o servicio
- $\pi_i(j)$  Ingresos por servicios o contrato  $j$ , en el año  $i$
- $\frac{\pi_{2019}(j)}{\pi_i(j)}$  Ingresos por servicios o contrato  $j$ , considerando valores hasta el año  $i$
- $m_{j,i}$  Cantidad de servicios o contratos  $j$  comercializados en el año  $i$
- $\rho_{i,j}$  Factor de crecimiento anual proyectado del ingreso promedio del servicio o contrato  $j$
- $\delta_{i,j}$  Factor de crecimiento anual proyectado de la cantidad de servicios o contratos  $j$

Este método se encuentra limitado a la cantidad y calidad de información que entreguen los Institutos, cuya ausencia podría dificultar la proyección de los beneficios. Asimismo, en el caso de que se contara con suficiente información pasada, se opta por proyectar hacia el futuro el promedio de los ingresos del pasado.

- **Licencias y patentes:** La adjudicación y creación de licencias constituyen un beneficio para la sociedad, ya que representan ideas con valor asignado, en la medida que pueden utilizarse para procesos productivos por terceros. De la misma manera, las patentes también representan el valor de las ideas del centro para la sociedad. Sin embargo, los centros presentan una baja tasa de creación de patentes en términos generales.

Forma de cálculo: Debido a que los montos previos al año 2019 ya se encuentran realizados, se considerarán esos montos directamente para el cálculo de beneficios sociales. Para los años posteriores se multiplica la cantidad de empresas a las cuales el centro les entregó una licencia, por su valor unitario promedio, el cual se solicitará al centro, y por un factor de crecimiento de licencias entregadas. La cantidad de patentes se obtienen a partir de las proyecciones del centro y se les asocia el valor promedio que han tenido. Se considerará que las patentes solicitadas al momento de la medición serán efectivamente obtenidas en el futuro.

Patentes:

$$\sum_{i < 2019} \gamma_i + \sum_{i > 2019} \gamma^* * m_i$$

Donde:

- $l$ : Año
- $\gamma_i$ : Valor unitario de la patente en el año  $i$
- $\gamma^*$ : Valor promedio de las patentes anteriores al año 2019
- $m_i$ : Cantidad de patentes proyectadas al año  $i$

Licencias:

$$\sum_{i < 2019}^{2019} \beta_i + \sum_{i > 2019}^n \beta^* * m_{2019} * \delta_i$$

Donde

- $i$  = Año
- $\beta_i$  = Valor unitario de la licencia en el año  $i$
- $\beta^*$  = Valor promedio de las licencias anteriores al año 2019
- $m_{2019}$  = Cantidad de licencias del año 2019
- $\delta_i$  = Factor de crecimiento de la cantidad de licencias en el año  $i$

La limitación de este método es la capacidad de poder estimar con precisión la cantidad de patentes futuras y el factor de crecimiento de las licencias. En ocasiones, no se cuenta con la valoración de la patente si no que con el mercado asociado que podría generar. En este último caso, se opta por hacer proyecciones de inserción en el mercado, de manera de calcular más realistamente y evitar la doble contabilización del beneficio. La limitación de este método es la capacidad de poder estimar con precisión la cantidad de patentes futuras y el factor de crecimiento de las licencias, lo cual se deriva de la disponibilidad de información al respecto.

- **Ingresos por spin-off:** En este caso el centro a partir de los desarrollos y/o productos que genera, crea o emerge de este una empresa la cual toma dicho desarrollo y lo introduce en los mercados respectivos.

Forma de cálculo: Debido a que los montos previos al año 2019 ya se encuentran realizados, se considerarán esos montos directamente para el cálculo de beneficios sociales. Mientras que, posterior al 2019, se proyectarán los beneficios recibidos a partir de los ingresos recibidos en el 2019 a los cuales se les aplicará un factor de crecimiento anual, y se proyectará la cantidad de spin-off del centro a partir de entrevistas que den cuenta de sus expectativas productivas para el futuro.

$$\sum_{i < 2019}^{2019} \pi_i * m_i + \sum_{i > 2019}^{2029} \pi_{2019} * \varphi * m_i$$

- $\pi_i$ : Ingresos promedio por empresa en el año i
  - $m_i$ : Cantidad de (spin-off) empresas en el año i. Para proyectar la cantidad de empresas se recopilará información con los centros respecto de su capacidad y expectativas productivas, debido a que no es razonable asignar factores de crecimiento a la cantidad de empresas.
  - $\varphi_i$ : Factor de crecimiento de ingresos promedio por empresa en el año i
- **Formación de capital humano especializado:** Trabajar en el centro entrega una oportunidad para aumentar el conocimiento respecto a investigación de frontera en las áreas del centro. Esto representa un beneficio para el investigador, ya que está aumentando su nivel de capital humano, que de otra forma tendría que adquirir pagando por educación formal. El centro es una opción atractiva para el desarrollo profesional y académico de investigadores, por lo cual estos prefieren desempeñarse en el país en lugar de ir a otros. Esto genera empleo en investigación científica, y paga salarios mayores a los que en promedio podrían recibir en tal sector de la economía.

Se debe considerar un elemento adicional en este caso, no necesariamente porque estén los investigadores jóvenes desarrollando funciones en el centro, implicará que de no estar no podrían seguir estudios superiores, en este sentido la atribución de los beneficios de capital humano al centros sólo de debería considerar de forma parcial, de modo que se aplica una tasa de atribución de los beneficios del capital humano.

Forma de cálculo: Se multiplicará la cantidad de estudiantes que, producto de participar del centro, continúan con sus estudios de magister o doctorado, lo cual les permite en el futuro recibir un diferencial de salario en comparación a lo que recibirían de no haber proseguido sus estudios de posgrado. Dicho de otra forma, esta cantidad de estudiantes se multiplica por la diferencia anual entre los salarios de un doctor con un magíster, y entre un magíster y un pregrado el salario anual. Para los primeros datos se usará información proveniente de los centros, mientras que para los salarios se utiliza información de la plataforma Salary Expert<sup>35</sup>. Además, se ponderará por el precio social de la mano de obra calificada, calculado por el Ministerio de Desarrollo Social.

Debido a que los montos previos al año 2019 ya se encuentran realizados, se considerarán la cantidad efectiva de estudiantes durante esos años para el cálculo de beneficios sociales. Mientras que, posterior al 2019, se proyectarán los beneficios recibidos a partir de factores de crecimiento en la cantidad de estudiantes, según las proyecciones del centro.

---

<sup>35</sup> <https://www.salaryexpert.com/>

$$\sum_{i < 2019} \sum_{j=1}^m \alpha * dw_{i,j} * E_{i,j} * P_s + \sum_{i > 2019} \sum_{j=1}^m \alpha * dw_{2019,j} * E_{2019,j} * \rho_{i,j} * P_s$$

- i: Año
- j: Grado académico
- $\alpha$ : tasa de atribución
- $dw_{i,j}$ : Diferencial Salarial
- $E_{i,j}$ : Cantidad de estudiantes
- $P_s$ : Precio social de la mano de obra calificada
- $\rho_{i,j}$ : Tasa de crecimiento en el año i de los estudiantes que prosiguen sus estudios

Las tasas de crecimiento de los estudiantes que prosiguen sus estudios pueden aplicarse de distinta manera según la realidad del centro. La limitante en este beneficio es lograr proyectar la cantidad de estudiantes que en el futuro prosiguen sus estudios, o la misma cantidad en períodos pasados, lo cual depende de la información disponible.

#### Indirectos

- **Aumento de productividad empresas<sup>36</sup>:** Producto de contratos de I+D y servicios comercializados a empresas nacionales, es posible que el centro aumente la productividad de estas, a través del trabajo en conjunto con la empresa para la solución de una problemática específica. Estas mejoras en productividad se pueden dar por medio de la optimización de la operación de la empresa, la reducción de costos, la mejora del producto, etc.

Forma de cálculo: Se mide el incremento en productividad que experimentan las empresas, en un cierto porcentaje, producto de utilizar servicios o establecer contratos con el centro. Se realiza la multiplicación de la cantidad promedio de nuevas empresas con contrato/servicio por año, por el porcentaje de aumento de productividad, por la productividad promedio del sector y una curva de logro para el ajuste paulatino y temporal de los aumentos de productividad. Tales aumentos año tras año. Debido a que los montos previos al año 2019 ya se encuentran realizados, se considerará la cantidad de empresas alcanzadas efectivas durante esos años para el cálculo de beneficios sociales. Mientras que, posterior al 2019, se proyectará la cantidad de empresas alcanzadas. Este beneficio se medirá en función de que la información disponible lo permita.

$$\sum_{i < 2019} \sum_{j=1}^m A_{i,j} * m_{i,j} * A_j^* * \rho_{i,j}$$

<sup>36</sup> Como hace notar el Foro Económico Mundial en sus 12 pilares de la competitividad (disponible en: <http://reports.weforum.org/global-competitiveness-report-2014-2015/methodology/#read>), parte de la productividad del país se explica por su adopción de tecnologías e innovación, la cual en este caso se logra gracias a los esfuerzos del instituto en la colaboración con la institución privada.

Donde:

- $A_{i,j}$  es el aumento de productividad generado en la industria j en el año i
  - $m_{i,j}$  es la cantidad de empresas alcanzadas en la industria j en el año i
  - $A_j^*$  es la productividad promedio de la industria j
  - $\rho_{i,j}$  es el factor de la curva de logro del año i en la industria j
- 
- **Externalidades:** El trabajo de los Institutos puede generar externalidades asociadas a su ámbito de investigación, como puede ser en medioambiente (reducción de contaminación) o salud (reducción de gastos y aumento de esperanza de vida). Para poder aplicar metodologías de medición de estas externalidades se considera la revisión de literatura especializada y entrevistas con los directores de los Institutos para la detección de esas posibles externalidades. También se considera las entrevistas a expertos como Ramón López<sup>37</sup>, Eugenio Figueroa<sup>38</sup>, Verónica Kunze<sup>39</sup>, Claudia Cerda<sup>40</sup> y Benito González<sup>41</sup>.

Forma de cálculo: Debido a que las externalidades al año 2019 ya se realizaron, se considerarán directamente en base a información del centro, mientras que las posteriores al año 2019 se proyectarán a partir de aplicar un factor de crecimiento a las externalidades del año 2019. Ciertamente, la valoración particular de la externalidad cambiará según el centro.

$$\sum_{i < 2019}^{2019} e_i + \sum_{i > 2019}^n e_{2019} * \delta_i$$

Donde:

- $i$ : Año
  - $e_i$ : Externalidad del año i
  - $\delta_i$ : Factor de crecimiento de la externalidad en el año i
- 
- **Inversión Inicial:** Se utiliza como inversión inicial los recursos aportados por Milenio antes de la etapa actual, así como también los aportes pecuniarios de otras fuentes.

---

<sup>37</sup> Experto en áreas de sostenibilidad ambiental. Reseña biográfica disponible en <http://econ.uchile.cl/es/academico/ramlopez>

<sup>38</sup> Experto en áreas de sostenibilidad ambiental. Reseña biográfica disponible en <http://econ.uchile.cl/es/academico/efiguero>

<sup>39</sup> Experta en evaluación de políticas públicas.

<sup>40</sup> Experta en el área de impacto ambiental. Reseña biográfica disponible en <http://www.uchile.cl/portafolio-academico/impresion.jsf?username=clcerdaj>

<sup>41</sup> Experto en el área de biodiversidad. Reseña biográfica disponible en <http://www.uchile.cl/portafolio-academico/impresion.jsf?username=bengonza>

## **Metodología de Núcleos**

En el caso particular de los Núcleos si bien se siguió los elementos señalados anteriormente, a continuación, se especifica en detalle:

a) La metodología utilizada para realizar la estimación de los Núcleos comienza por seleccionar para la evaluación, a aquellos que presenten una mayor cantidad de información verificable según los criterios de factibilidad.

b) De acuerdo a los criterios solo los Núcleos que cuenten con nivel 3 son factibles de ser medidos. Estos fueron:

- Núcleo Milenio de Ecología y Manejo Sustentable de Islas Oceánicas (ESMOI)
- Núcleo Milenio Trazadores De Metales En Zonas De Subducción (NMTM)
- Núcleo Milenio de Enfermedades asociadas a Canales Iónicos (MiNICAD).

c) Una vez seleccionados los tres Núcleos se procederá a realizarse el análisis costo beneficio para estos.

- Primeramente, se identificó el beneficio de formación de capital humano en cada uno de ellos y a este se le agregó un beneficio particular asociado a cada Núcleo. En el caso de ESMOI se identificó la externalidad de ahorro en limpieza de playas; para NMTM fue el beneficio directo de Ingreso por contratos y servicios con la industria; y para MiNICAD fue la externalidad de ahorro en costo de enfermedades.
- Una vez identificados los beneficios medibles por Núcleo, se procedió al cálculo del VAN Social por separado identificándose, además, la TIR y el IVAN de cada uno. Esto permitirá ver el beneficio social que estos aportan de manera desagregada.
- Posteriormente, se procedió a calcular el VAN Social en conjunto de los 3 Núcleos, identificando la TIR y el IVAN agregado, además de realizar la sensibilización conjunta de estos de manera de poder visualizar de forma agregada los resultados obtenidos por los Núcleos y, por tanto, los beneficios sociales que estos aportan.

## **Metodología en el caso de Núcleos**

La estimación de los Núcleos comenzó por seleccionar para la evaluación, a aquellos que presenten una mayor cantidad de información verificable según los Criterios de factibilidad (Ver anexo 6: Núcleos)

De acuerdo a los criterios solo los Núcleos que cuenten con nivel 3 son factibles de ser medidos. Estos son:

- Núcleo Milenio de Ecología y Manejo Sustentable de Islas Oceánicas (ESMOI)
- Núcleo Milenio Trazadores De Metales En Zonas De Subducción (NMTM)
- Núcleo Milenio de Enfermedades asociadas a Canales Iónicos (MiNICAD).

Una vez seleccionados los tres Núcleos se procedió al Análisis Costo Beneficio. Primeramente, se identificó el beneficio de formación de capital humano en cada uno de ellos y a este, se le agregó un beneficio particular del Núcleo. En el caso de ESMOI se identificó la externalidad de Ahorro en limpieza de playas; para NMTM fue el beneficio directo de Ingreso por contratos y servicios con la industria; y para MiNICAD fue la externalidad de Ahorro en costo de enfermedades.

A estos beneficios, se les asignó un porcentaje en base a la probabilidad de que el beneficio logre concretarse por parte del Núcleo. La tabla a continuación resume el beneficio y la probabilidad estimada de éxito de esa dicha por Núcleo.

**Tabla 30: Estado de avance de desarrollos, productos y/o servicios**

Sigla	Núcleo	"Desarrollo" /Producto	Beneficio	Probabilidad de éxito	Estado
<b>ESMOI</b>	Núcleo Milenio de Ecología y Manejo Sustentable de las Islas Oceánicas	Externalidad: Los datos generados son utilizado para disminuir el plástico en los mares	Ahorro del costo de limpieza de playas debido a la contaminación del plástico	Media (51%)	Activo. El Núcleo provee información a través de sus investigaciones.
<b>NMTM</b>	Núcleo Milenio Trazadores de Metales en Zonas de Subducción	Ingresos por contratos y servicios	Ingresos por contratos y servicios con ciertas partes de la industria	Alta (70%)	Activo. Según las memorias el Núcleo contó con ingresos por contratos con la industria.
<b>MiNICAD</b>	Núcleo Milenio de Enfermedades asociadas a canales iónicos	Desarrollo de técnicas de imagenología, bioquímica avanzada y proteómica para el estudio de la regulación de los canales iónicos.	Tratamientos alternativos a las enfermedades de canales iónicos	Media (50%)	Activo. El Núcleo informa que es una de sus principales actividades relacionadas con la comunidad

Además de lo anterior, se define que la formación de capital humano tiene una tasa de apropiación de 70% debido a que es algo que todos los Núcleos realizan todos los años según la información contenida en las memorias.

Una vez identificados los beneficios medibles y la probabilidad de éxito por Núcleo, se procedió al cálculo del VAN Social por separado identificándose, además, la TIR y el IVAN de cada uno. Esto permitirá ver el beneficio social que estos aportan de manera desagregada.

Posteriormente, se procedió a calcular el VAN Social en conjunto de los 3 Núcleos, identificando la TIR y el IVAN agregado, además de realizar la sensibilización conjunta de estos de manera de poder visualizar de forma agregada los resultados obtenidos por los Núcleos y, por tanto, los beneficios sociales que estos aportan.

### IV.3. Supuestos transversales.

A continuación, se detallan los supuestos transversales a Institutos y Núcleos para la evaluación costo beneficio, de forma tal que la estimación en cada caso considera estos supuestos como bases, y no es necesario repetirlos de modo sistemático.

- **Horizonte de evaluación:** Para evaluar los centros se asumió un período de 10 años. Este horizonte de tiempo contempla el inicio de los beneficios y las variaciones en demanda que se dan en cada uno de los productos desarrollados en el periodo.
- **Años considerados:** El año base del estudio es el año 2019, y las proyecciones comienzan desde ese año.
- **Diferencial salarial del capital humano<sup>42</sup>:** Se define como la diferencia entre el salario percibido por un grado académico y el grado académico inferior. Por ejemplo, la diferencia entre el salario de un doctor con el de un magíster. Cuando no se cuenta con esta información desde los centros, se obtiene a partir de información de la plataforma Salary Expert para los salarios de mercado asociados a diferentes años de experiencia profesional.
- **Precios Sociales:** En la construcción de flujos económicos, se utilizó, según sea el caso, los precios sociales tales como el factor de ajuste para la mano de obra calificada (0,98) para el caso de maestrías, doctorados, profesionales y técnicos especializados<sup>43</sup>.
- **Tasa social de descuento:** La tasa social de descuento utilizada es de un 6% anual, según información proporcionada por Ministerio de Desarrollo Social. Dicha tasa se utiliza para traer flujos de dinero del futuro al presente, o para llevarlos del pasado al futuro. El rango para sensibilizar dicha tasa es entre 4% y 12%. Dicho rango se obtiene a partir de revisar tasas de descuento social en diferentes países de la región.

---

<sup>42</sup> Representa el beneficio del aumento de demanda por capital humano especializado en particular, demanda por doctores, magísteres, profesionales y técnicos.

<sup>43</sup> El precio social del trabajo corresponde al costo marginal en que incurre la sociedad por emplear un trabajador adicional de cierta calificación. Para uniformar criterios respecto de la calificación de la mano de obra, se define: a) Mano de Obra Calificada: trabajadores que desempeñan actividades cuya ejecución requiere estudios previos o vasta experiencia, por ejemplo: profesionales, técnicos, obreros especializados. Entre estos últimos se debe considerar maestros de primera en general, ya sean mecánicos, electricistas, albañiles, pintores, carpinteros u otros. b) Mano de Obra Semi Calificada: trabajadores que desempeñan actividades para las cuales no se requiere estudios previos y que, teniendo experiencia, esta no es suficiente para ser clasificados como maestros de primera. c) Mano de Obra no Calificada: trabajadores que desempeñan actividades cuya ejecución no requiere de estudios ni experiencia previa, por ejemplo: jornaleros, cargadores, personas sin oficio definido. [Fuente: Subsecretaría de Evaluación Social (2018). Precios Sociales 2018.]

- **Cifras a peso del 2019:** Las cifras se expresan en pesos del 2019, para lo cual se utiliza como factor de ajuste en la información pasada la tasa de variación del IPC según información de Dirección de presupuesto del Ministerio de Hacienda. Para las cifras proyectadas a partir del año 2019, los flujos construidos se expresan en pesos de este año.
- **Aumento de productividad:** En el caso de los incrementos en productividad producto de la transferencia que llevan a cabo los centros hacia las empresas, el parámetro utilizado es del 10% de incremento en productividad. Este valor es conservador, y se encuentra fundamentado por el conjunto de evaluaciones<sup>44</sup> que se ha llevado a cabo en la región con respecto al mejoramiento en esta variable.
- **Sensibilización de variables:** Respecto de las variables utilizadas en el modelo de sensibilización, se trabaja con las que se consideran más relevantes desde la perspectiva del programa y del funcionamiento del centro en particular.
- **Probabilidad de éxito:** Finalmente, se considera una probabilidad de éxito para cada centro a partir del grado de desarrollo de sus innovaciones y la factibilidad de que logren insertarse en los mercados, según la información proporcionada en memorias, entrevistas o por la búsqueda de antecedentes del proyecto.

Aquellos desarrollos con baja probabilidad de ser insertados o concretados se les asignó una probabilidad del 30%, a aquellos con una probabilidad media, se les asignó el 50%, mientras que a aquellos con una probabilidad alta se les asignó un 70%. Dichos valores fueron ponderados por las importancias relativas de los beneficios en valor presente de los flujos del centro en el año cero. En la siguiente tabla se presentan los beneficios según centro y la probabilidad de éxito asociada a cada dentro.

**Tabla 31: Productos del centro junto a sus estados de avance**

Centro	Producto/Desarrollo	Beneficio	Estado de avance	Factor de probabilidad centro
Instituto de Dinámica Celular y Biotecnología	Vacuna contra el alcoholismo	Ahorro de costos médicos asociados al alcoholismo.	Se contaba con un prototipo de vacuna, de manera que el centro llegó a comprometer la adecuación de infraestructura en el Hospital San Borja Arriarán para las pruebas clínicas. Sin embargo, debido a que no existía la reglamentación de la ley 20.120, no se logró llevar a cabo las pruebas clínicas. Actualmente, la única posibilidad es realizar las pruebas clínicas en el exterior, para lo cual no se cuenta con recursos, ni existe interés de la industria farmacéutica chilena.	31%

<sup>44</sup> Ver libro: ¿Cómo repensar el Desarrollo Productivo?. Banco Interamericano de Desarrollo, año 2017

	Detergente frío basado en nueva enzima	Comercialización de nuevo producto con un valor agregado distinto: el detergente limpia mejor en agua fría que caliente.	Se llegó a valorar el mercado potencial para el detergente en USD 81 MM. Sin embargo, no se logró llegar a un acuerdo con alguna empresa privada, en parte debido a los royalties del 60% exigidos por la UCH.	
Instituto de Biología Integrativa	Cerveza con levadura nativa de la Región de Los Lagos	Comercialización de nuevo producto con valor agregado distinto: se utiliza levadura nativa de Chile en la elaboración.	Se han producido exitosamente los primeros lotes experimentales de 60 litros con cervecería Sayka, se espera ampliar la producción a 500 litros mensuales desde marzo, e involucrar a más cervecerías de la zona de Valdivia.	31%
	Prevención de <i>Botrytis cinerea</i>	Ahorro de costos asociados a una menor merma de productos agrícolas de exportación chilena.	El tratamiento consiste en iluminar continuamente con luz artificial a los productos agrícolas, lo cual ha sido estudiado en laboratorio. Sin embargo, se requiere realizar pruebas experimentales. Se postuló el proyecto a un FONDEF, pero no se logró adjudicar debido a que se consideró un proceso muy ambicioso. Actualmente se encuentra detenido por falta de recursos para realizar pruebas experimentales del tratamiento.	
Instituto Fundamentos de los Datos	Integración de datos servicios públicos	Aumentos de productividad y eficiencia: La mayor disponibilidad de datos y su integración permite agilizar tramitaciones y dotar de información a la sociedad civil en su conjunto.	Se está trabajando con el Ministerio de Transportes, mientras que se está evaluando con qué datos cuenta el INE y SERVEL. Sin embargo, se indicó que aún queda mucho tiempo de desarrollo.	32%
Instituto de Oceanografía	Prevención de fertilización con hierro	Ahorro de costos: Se previno una catástrofe medioambiental que hubiese afectado a la industria acuícola.	La campaña de prevención se realizó el 2017, y desembocó en que no se realizó la fertilización que podría haber implicado una marea roja. No se ha obtenido desde el centro información que entregue más detalles al respecto de la magnitud real de la fertilización y cómo podría haber actuado.	31%
	Nueva tecnología de exploración oceanográfica	Comercialización de nuevos productos asociados a la nueva tecnología	No se ha obtenido información desde el centro respecto al estado de dichas tecnologías. Por lo que se asumió que ésta se encuentra sólo en la fase de prototipo, dada la información de las memorias.	
Instituto de Astrofísica	Descubrimiento de Exoplanetas	Beneficio telescopio por cantidad potencial de exoplanetas a encontrar	El Instituto se encuentra trabajando en la implementación de un nuevo telescopio TESS el cual está destinado a identificar gigantes calientes. Este comenzará a implementarse en los próximos años, lo que aumentará potencialmente la cantidad de exoplanetas a descubrir.	70%

	ALeRCE	Ahorro salario Astrónomo	Es un software que permite procesar más rápido la gran cantidad de información que se maneja. Este comenzó a implementarse hace poco acá en Chile, aún está en proceso de mejoras, pero se encuentra en un estado avanzado de desarrollo. El objetivo final es ampliarse y desarrollarse en los observatorios de otros países en los próximos años.	
Instituto de Óptica	Claves Cuánticas	Ahorro por descarga de Software Ilegalmente	Se encuentra en etapa de desarrollo. Esperan poder ampliarlo a futuro en el corto plazo.	30%
Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería	Sistema Predictivo de Accidentes Viales (SPAV)	Ahorro por prevención de accidentes en autopistas	Este sistema predictivo actualmente se está implementado en la autopista central, y aunque aún se está mejorando, se espera en el futuro poder expandirlo a otras autopistas.	58%
	Herramientas de prevención de incendios forestales	Ahorro por prevención de Incendios Forestales	Estas herramientas actualmente se encuentran en periodo de implementación temprana, aún no hay un plan completamente desarrollado, pero el Instituto se encuentra trabajando con distintas organizaciones nacionales e internacionales para poder comenzar a realizar prontamente su implementación.	
	Nueva metodología de ChileCompra	Ahorro mejoras en transacciones Convenio Marco Alimentos	Este proyecto tuvo una primera implementación en Convenio Marco Alimentos en el año 2019, utilizando los datos recabados del año 2017 y 2018, donde se obtuvo una mejora significativa de los tiempos de transacción. Actualmente se está trabajando en su implementación para el año 2020, y también en poder ampliarla a otros rubros dentro de ChileCompra, y no solo en Alimentos.	
Centro de Estudios Científicos	Ingresos Privados	Ingresos por contratos y servicios	El Centro recibe mucho financiamiento de otras fuentes privadas desde los primeros años de funcionamiento y hasta el día de hoy, además, tiene un contrato con una empresa privada no identificada.	51%
	Detección de anomalías termales	Ahorro prevención de desastres naturales	Actualmente se cuenta con radares ya instalados en distintas zonas cercanas a volcanes, que se encuentran en pleno funcionamiento y que son monitoreados constantemente por el Centro y las instituciones a cargo.	
	Medicamentos antidiabéticos y anticancerígenos	Ahorro en gastos por diabetes y cáncer	Inicialmente fue una solicitud de licencia, la cual se encuentra aún en etapa de experimentación y se espera que en los próximos años se implemente completamente.	
Instituto para la Investigación de Imperfecciones de Mercado y Políticas Públicas	Base de Datos Mapuche	Ahorro de costos por conflicto mapuche	Actualmente la base está en línea y es un producto público generado por el centro. Sin embargo, esta ha sido atacada en múltiples ocasiones por lo que su difusión se ve afectada por este hecho.	70%
	Sistema de Admisión Escolar	Ahorro de costos por generación de sistema de inscripción en colegios	El sistema se aplica desde 2016. Actualmente abarca el 80% de colegios a nivel nacional	
Instituto para la Investigación en Depresión y Personalidad	Capacitaciones sobre Riesgo Suicida	Disminución de Suicidios	El centro ha realizado talleres de capacitación durante el último año a profesionales del área de la salud que tratan a pacientes con riesgos suicida, entregando mejores herramientas para la terapia. Actualmente han asistido 100 - 150 profesionales.	30%
Centro Interdisciplinario de Neurociencia de Valparaíso	Tratamiento distrofia muscular con Boldina	Ahorro de costos asociados a la distrofia muscular de Duchenne	No se ha obtenido información desde el centro respecto al estado de dichas tecnologías.	50%

Instituto de Neurociencia y Biotecnología	Diagnóstico Alzheimer	Ahorro de costos asociados a un tratamiento temprano de la enfermedad.	Se han hecho las primeras pruebas de estos procedimientos con personas permitiendo ampliar este estudio, sin embargo, la investigación y las pruebas siguen siendo principalmente en animales.	30%
	Tratamiento Parkinson	Ahorro de costos sociales asociados al Parkinson	Los principales avances con pacientes se han realizado con investigadores del centro fuera del Instituto, como clínicas, por ejemplo. Los avances son lentos debido a que las leyes chilenas son restrictivas respecto a investigación con animales o estudios clínicos con personas.	
Instituto de Inmunología e Inmunoterapia	Vacunas cáncer melanoma y próstata	Ingresos por la comercialización de vacunas	Ya se comercializan las vacunas y se patentaron fuera de Chile. Se está a la espera de la aprobación a nivel internacional para comercializarlas en Chile.	51%
	Centro de Manufactura Nacional de Vacunas	Ahorro de costos por importación de vacunas	Se adquirió el terreno y está en proceso de construcción.	
Instituto de Ecología y Biodiversidad	Mitigación del Cambio Climático en Áreas Protegidas	Beneficios por prevención de liberación de carbono	El centro ha diseñado planes de conservación para más de 40.000 hectáreas, los cuales se están implementando	70%
	Mejoramiento de ventas industria del Vino	Aumento de ventas de las viñas	El centro entregó planes para incluir la biodiversidad y sustentabilidad en el proceso productivo de las viñas. Actualmente se trabaja con un total de viñas que representan el 72% de las exportaciones de vino en Chile.	

## III. Resultados de la Evaluación Programa Milenio.

### III.1 Resultados cualitativos a nivel del programa

Los aspectos asociados a la evaluación cualitativa a nivel de programa corresponden a ámbitos y características del diseño y operación del programa Milenio. A través de múltiples entrevistas realizadas a directores de centros y representantes de algunas entidades seleccionadas de los sectores público, privado y académico, además de la información aportada a través de la encuesta a directores y directores alternos de centros Milenio, se identificaron un conjunto de aspectos que se consideran de interés para el nivel programa los que se presentan a continuación.

#### III.1.1 Apreciación general del programa

Una de las primeras interrogantes abordadas en el trabajo de campo corresponde al nivel de conocimiento e información que diversos agentes institucionales disponen del programa Milenio. En términos generales, las entrevistas realizadas dan cuenta que el nivel de conocimiento e información sobre el programa varía dependiendo del tipo de entidad o institución de que se trate y su cercanía funcional con el programa.

Como es de esperar, las universidades, por su relación con la ejecución de los proyectos, y las entidades públicas con tareas o responsabilidades relacionadas con la operación del programa disponen de un mayor nivel de conocimiento e información del conjunto de programas públicos que operan en el área de ciencia, tecnología e innovación. Estas entidades públicas incluyen las agencias de promoción CONICYT y CORFO y a los ministerios de los cuales dependen.

Otras entidades públicas como el Ministerio de Educación y el Ministerio de Medio Ambiente disponen de aproximaciones distintas respecto de este tipo de programas. Por sus funciones MINEDUC dispone de una identificación relativamente precisa del tipo de programa, objetivos y características de su operación. El MMA, en cambio, tiene un conocimiento más general del programa Milenio y no dispone de una relación actualizada y detallada de los proyectos que se adjudican a través de los distintos mecanismos de asignación de los programas públicos que operan en esta área.<sup>45</sup> El caso del MMA puede ser considerado como un ejemplo del tipo de institución pública no relacionada, pero que puede presentar requerimientos de información específica asociada al trabajo de los centros y el programa.

En el caso de las universidades, el nivel de conocimiento respecto del programa es alto y relativamente completo. Esto significa que los encargados de las áreas de promoción de la ciencia, tecnología e innovación disponen de un nivel de conocimiento y comprensión del programa que incluye además de los aspectos generales, su marco reglamentario y características operativas, y les permite una adecuada diferenciación de otros programas públicos. En algunos casos, las instancias universitarias disponen además de información relativamente detallada sobre los centros apoyados por el programa.

A nivel del sector privado, las instituciones consultadas dan cuenta de un conocimiento muy general del programa. Tanto el colegio de Ingenieros como ACTI y SOFOFA apenas distinguen el programa Milenio de otros programas públicos en el área de ciencia, tecnología e información. En el caso de

---

<sup>45</sup> La reunión solicitada al Ministerio de Salud no se ha realizado aún.

SOFOFA, su departamento SOFOFA HUB ha recabado mayor información sobre algunos centros Milenio, particularmente respecto de aquellos que desarrollan actividades en el área de biotecnología, dado que es el ámbito de trabajo de un proyecto adjudicado por CORFO a SOFOFA en 2018.<sup>46</sup>

### **Programa con alto prestigio**

Las conversaciones con distintos actores dan cuenta de una importante característica asociada al programa Milenio. Se trata de una percepción relativamente generalizada, particularmente a nivel de los centros, de acuerdo a la cual el programa es asociado a los más altos niveles de excelencia para el desarrollo de investigación en Chile. El prestigio del programa es compartido por un grupo relativamente numeroso de directores de Institutos y Núcleos. Dada su propia experiencia, algunos directores de centros destacan los niveles de selectividad de proyectos y grupos de trabajo del programa cuyo estándar se encontraría por encima del resto de los programas públicos del área de promoción de la actividad científica.<sup>47</sup>

### **Adhesión a la inversión pública en el programa**

Para los segmentos institucionales consultados existe una mirada común respecto de la misión u objetivo del programa en cuanto a los siguientes alcances:

- el programa Milenio es identificado, reconocido y valorado como un programa que apoya el desarrollo de la investigación científica en el país <sup>48</sup> y;
- es necesario impulsar e invertir en programas como Milenio y, en general, este tipo de programas e iniciativas públicas para el desarrollo de la ciencia en el país.

Es necesario desatacar que, salvo para entidades públicas relacionadas, no son claras las diferencias que puede haber en los objetivos y alcances entre el programa Milenio y otros programas de esta área como FONDAP y Basal. Más allá de estas diferencias, se puede afirmar que existe un relativo consenso respecto a la apreciación que a través de este tipo de programas Chile ha desarrollado de manera muy importante su capacidad de generar conocimiento científico.

### **III.1.2 Orientaciones de Milenio y la generación de beneficios no académicos**

De acuerdo a sus objetivos, el programa Milenio apoya el desarrollo de actividades de investigación científica en el país apoyando la constitución de grupos de trabajo y la creación de centros para este

---

<sup>46</sup> En el proceso de gestión de entrevistas la presidencia de la SOFOFA comunicó su escaso nivel de conocimiento del programa. La entrevista se realizó con la dirección de SOFOFA HUB. Esta área de SOFOFA está a cargo de la ejecución del proyecto Centro de Biotecnología Traslacional (CBT) que cuenta con el financiamiento de CORFO.

<sup>47</sup> Esta percepción seguramente se debe a un escaso conocimiento de los sistemas de evaluación de otros programas públicos y no es compartida por los encargados de la promoción de la ciencia, tecnología e innovación en las universidades consultadas que conocen con mayor detalle las exigencias y estándares de los procesos productivos de evaluación y selección de proyectos en otros programas públicos nacionales que presentan de un estándares y exigencias semejantes.

<sup>48</sup> Los objetivos del programa han sido definidos de la siguiente manera: “La Iniciativa Científica Milenio es un programa del Ministerio de Economía, Fomento y Turismo de Chile, que fomenta el desarrollo de centros de investigación de excelencia en el país”. “En el largo plazo, el objetivo del programa es mejorar la calidad e impacto de la investigación chilena. Para cumplir esta misión Milenio se sustenta en cuatro pilares: investigación competitiva a nivel internacional, formación de nuevos científicos, formación y mantención de redes internacionales de colaboración y promoción del conocimiento hacia la sociedad.” Véase <http://www.iniciativamilenio.cl/objetivos-del-programa/>.

fin. Su modelo de trabajo considera el desarrollo de investigación científica, a la vez que se realiza un proceso de formación de capital humano, particularmente orientado a nuevos científicos, y de creación y participación en redes internacionales de colaboración. Un área de promoción de la difusión del conocimiento y vinculación con el medio permite la realización de un conjunto de actividades no académicas complementarias.

En términos generales, las entrevistas realizadas al conjunto de directores de Institutos y Núcleos reafirman la idea de que la misión ***principal del programa es la investigación fundamental para posibilitar la producción de conocimiento científico en el país***. Aunque no hay un consenso unánime, los investigadores a cargo de los centros del programa coinciden en algunos aspectos que caracterizan su comprensión sobre las orientaciones del programa. Entre ellos se deben destacar los siguientes:

- Desde el inicio de sus operaciones el programa apoya el desarrollo de investigación básica con el propósito de generar conocimiento científico. Este foco es compartido por casi la totalidad de los directores de centros con pocas excepciones particularmente entre algunos directores de Núcleo.
- Los responsables de los centros Milenio que operan en el programa entienden que la actividad de investigación científica es su tarea y obligación principal.
- El balance entre las actividades y resultados académicos y las actividades y resultados no académicos de los centros del programa está caracterizado por el alto peso relativo que mantienen la actividad de desarrollo de investigación básica y los resultados que ello genera.
- La producción e impacto de la investigación de excelencia desarrollada por los centros es verificada a través de indicadores asociados a las publicaciones que estas originan (factores de impacto de las publicaciones).<sup>49</sup>
- La percepción respecto del tipo de conocimiento generado por centros del programa es que se trata, en general, de conocimiento de frontera. Esto significa que los investigadores a cargo de los centros opinan que la producción de investigaciones de los centros Milenio es novedosa y bien recibida a nivel internacional. Esto ocurre particularmente, porque el estándar de sus publicaciones y porque las áreas en que se desarrolla el trabajo de investigación corresponden a ámbitos con desafíos relevantes, en los que normalmente no existía el conocimiento científico suficiente al momento de iniciar el trabajo como centro del programa.
- Adicionalmente, la percepción de los encargados de los centros es que se trata en muchos casos de ámbitos que presentan nuevos desafíos en torno a fenómenos singulares respecto de los cuales los centros Milenio han planteado nuevas preguntas y enfoques de trabajo distintos. En algunos casos, esta singularidad es atribuida a la utilización de enfoques de trabajo basados en la convergencia de varias disciplinas (enfoque transdisciplinar).

---

<sup>49</sup> Esta es considerada una regla clave para los centros. Esto evita el posible debate respecto de otras posibilidades de evaluación de la calidad de las investigaciones y sobre el nivel de uso de los resultados publicados fuera del sistema académico. Para una discusión interesante respecto de los desafíos de la evaluación de la investigación científica véase EuropeanUniversityAssociation (2019).

## **Adhesión al enfoque del programa**

Los responsables de los centros valoran de manera muy importante su participación en el programa. La mayoría de los directores de Núcleos e Institutos comparten la percepción de que el programa Milenio les entrega un alto nivel de libertad para desarrollar sus investigaciones. En palabras de un director de centro “Milenio permite libertad científica, a diferencia de FONDECYT. Se puede ir cambiando la ruta para llegar al objetivo. Eso permite avances más inesperados. Genera la posibilidad de poder interactuar de manera distinta con los investigadores. Potencia la creatividad y la curiosidad”.

¿Es distinto esto para otros programas que apoyan la actividad científica? En general, en todos estos programas son los propios científicos e investigadores los que proponen qué y cómo realizar las investigaciones. De la misma manera que Milenio, los programas FONDAP y Basal seleccionan proyectos a través de esquemas de revisión de pares y cuentan con evaluadores y paneles internacionales para ello. A partir de esta selección, las agencias Milenio y CONICYT cuentan distintos esquemas de trabajo para su seguimiento. Las principales diferencias entre estos programas se dan en las posibilidades de cambiar el rumbo de las agendas de investigación y en los indicadores de desempeño asociados a la generación de resultados e impactos no académicos. El esquema de trabajo de Milenio permite la reorientación de las agendas de investigación en el tiempo a la vez que mantiene como la exigencia principal para la producción de resultados e impactos no académicos, el desarrollo de actividades propuestas en el marco del componente de Proyección al Medio Externo (PME).

## **Los resultados e impactos no académicos**

Una preocupación muy importante a nivel de las políticas públicas de apoyo a la ciencia y la tecnología se asocia a la identificación y comprensión de las formas en que la producción científica aporta valor a la sociedad. De acuerdo al Consejo Nacional para la Innovación y el Desarrollo (CNID), “el impacto de dicha contribución suele ir más allá de la creación de conocimiento de excelencia, buscando dar cuenta de su aporte a objetivos sociales y políticos, usualmente agrupados bajo la noción de impacto “no académico” de la investigación. Esto incluye la dimensión económica, social, cultural, ambiental y política” (Alvial, 2018).

Los resultados e impactos no académicos incluyen una diversidad de actividades que pueden ayudar a generar impactos basados, por una parte, en los resultados de las investigaciones, tales como prototipos, nuevos productos y procesos, solicitudes de patentes, patentes, licenciamientos, creación de nuevas empresas, entre otros, y, por otra, impactos basados en las capacidades científicas y técnicas disponibles que permiten la provisión de información técnica útil para la toma de decisiones de agentes públicos y privados, la formación y capacitación de personas para el trabajo y la suscripción de contratos especializados de soporte técnico con los sectores público y privado, entre otros.

De acuerdo a las opiniones de los directores de Institutos y Núcleos recogidas en las entrevistas, el enfoque del programa permite mantener el *proceso de generación de conocimiento como la preocupación principal del trabajo de los centros*. Esto constituye un factor altamente valorado por los investigadores responsables ya que no los obliga a la generación de resultados e impactos no académicos.

Para muchos de los responsables de los centros el enfoque de trabajo predominante corresponde a una generalización del enfoque de investigación traslacional. De acuerdo a este enfoque, la madurez del trabajo de investigación que se desarrolla en el centro es clave. Muchos directores opinan que se requiere un tiempo relativamente extenso para el desarrollo de la agenda de investigación que permita disponer de resultados robustos en el tiempo. A partir de la obtención de estos resultados recién será posible identificar posibilidades de utilización y aplicación.

No obstante, esta visión, compartida particularmente por la mayoría los responsables de los Núcleos del programa, la mayoría de los centros Milenio cuentan entre sus logros la generación de resultados e impactos no académicos.

### **III.1.3 La contribución de Milenio**

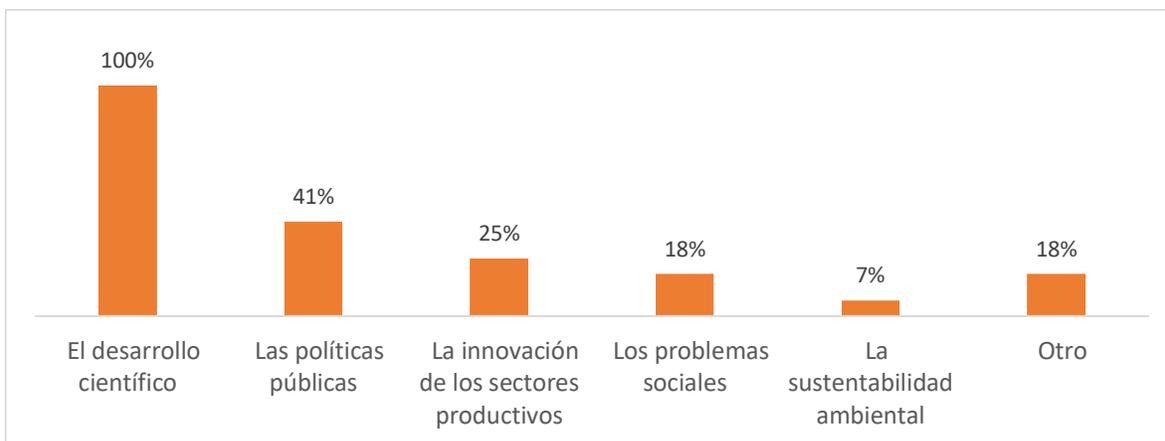
Sin perjuicio de la vocación del programa por la investigación fundamental, la mayoría de los centros Milenio declara su interés por la difusión del conocimiento que se genera y la utilización de los resultados que se alcancen. El siguiente Gráfico da cuenta de la opinión de los directores de centros Milenio respecto de cómo se realiza la contribución del programa al desarrollo del país.

En la totalidad de los casos los investigadores señalan que esta contribución se realiza a través del desarrollo científico. La segunda respuesta muestra una distribución que sitúa las políticas públicas como el principal ámbito de aporte (41%), seguido de la innovación de los sectores productivos y los problemas sociales. Es interesante que solo el 7% de los directores y directores alternos ven en la sustentabilidad ambiental una posibilidad de contribución del programa.<sup>50</sup>

**Gráfico 14: Principales ámbitos de contribución del programa**

---

<sup>50</sup> Esta pregunta solicitaba seleccionar 2 alternativas.

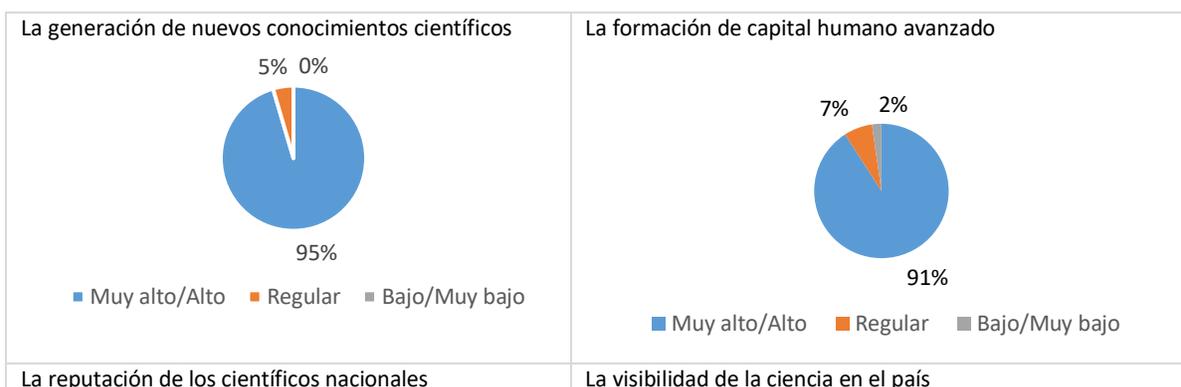


Fuente: Encuesta Institutos y Núcleos del Programa Milenio, 2019.

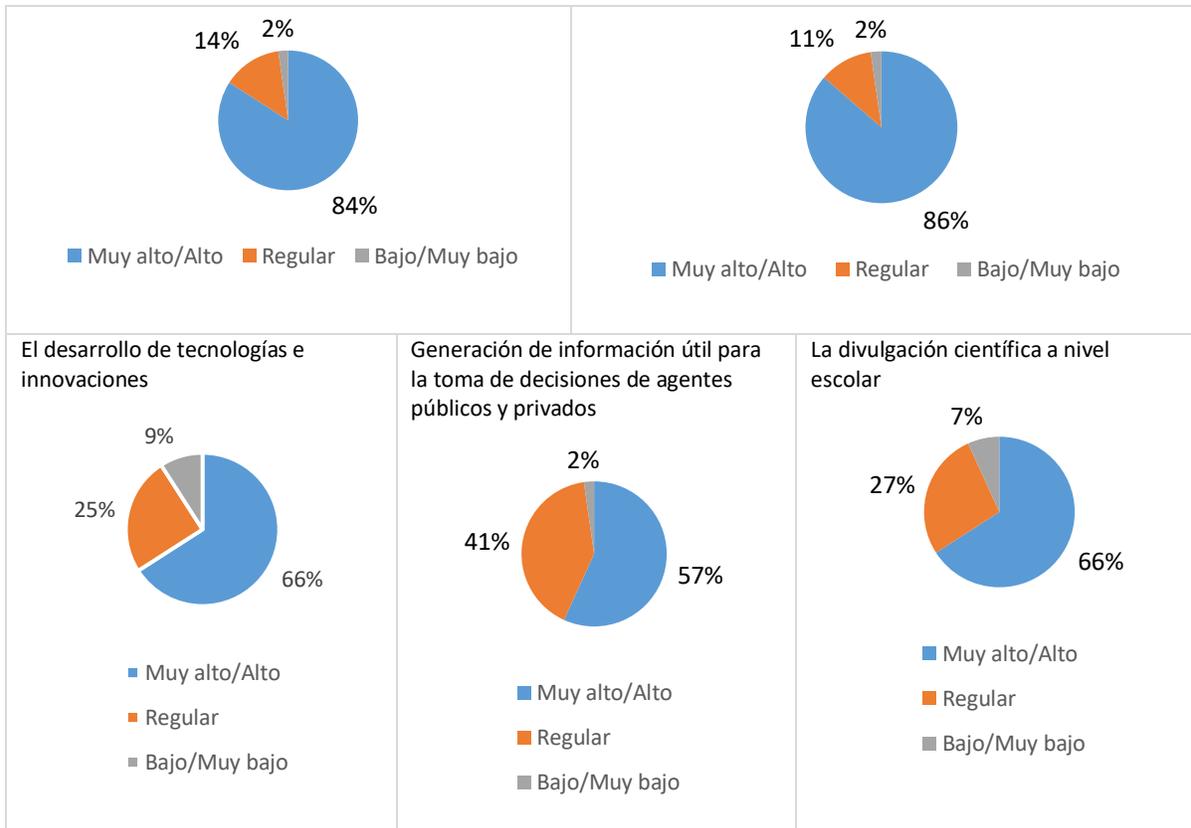
La percepción de los encargados de los centros respecto de las áreas o ámbitos en los cuales se ha registrado hasta ahora el mayor aporte del programa se presenta en el panel del Gráfico 15.<sup>51</sup> Las áreas de mayor valoración corresponden a los ámbitos de trabajo principales del programa: la generación de nuevos conocimientos científicos y la formación de capital humano avanzado dan cuenta de un 99% y un 90% de alta o muy alta calificación de su aporte, respectivamente. Algo parecido ocurre con la valoración de la contribución del programa a la reputación de los científicos nacionales y la visibilidad de la ciencia en el país, que muestra en torno del 85% de las respuestas con calificación alta o muy alta.

Aunque las valoraciones altas o muy altas se mantienen con las más altas preferencias en todas las áreas, su participación relativa es menor en el caso de la generación de información útil para la toma de decisiones de agentes públicos y privados, el desarrollo de tecnologías e innovaciones y la divulgación científica a nivel escolar. La evaluación de estos ámbitos da cuenta de una valoración muy baja, baja o regular que alcanza a un 43%, 33% y un 34% de las respuestas, respectivamente, como se aprecia en el Gráfico 15.

**Gráfico 15: Calificación de ámbitos seleccionados de contribución del programa**



<sup>51</sup> Las respuestas se han agrupado en 3 niveles. La pregunta original de la encuesta consideraba 5 niveles de calificación.

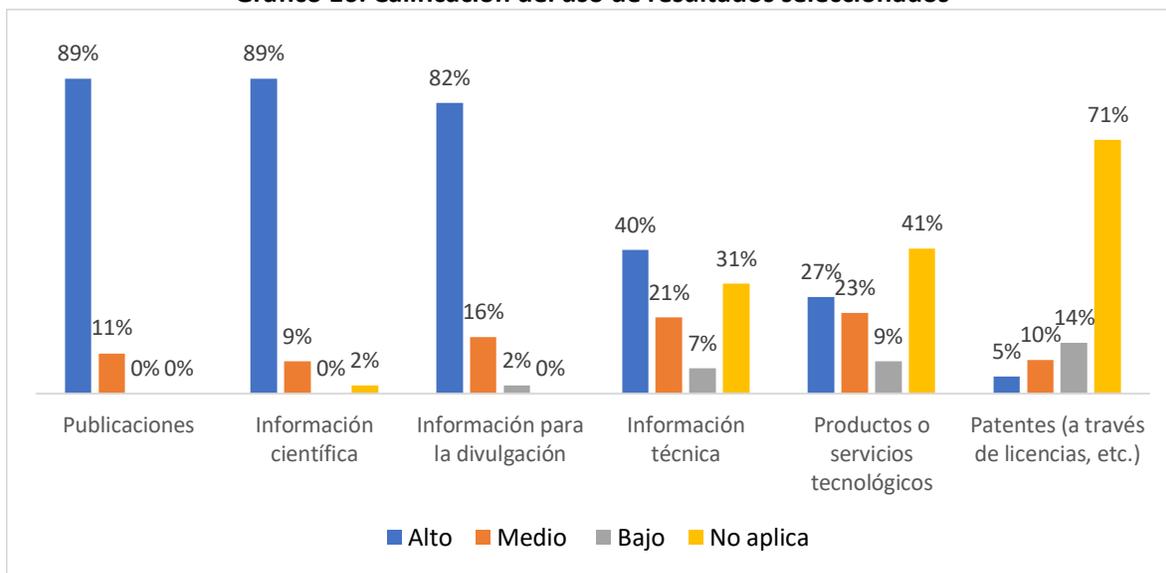


Fuente: Encuesta Institutos y Núcleos del programa Milenio, 2019.

### III.1.4 El uso de resultados del programa

Aunque en la práctica el programa no exige que se generen resultados e impactos no académicos, los centros del programa Milenio producen una familia de “bienes y servicios” que incluyen los productos y resultados no académicos. Una aproximación a la utilización de los resultados de los centros es la que se obtiene de las valoraciones entregadas por directores y directores alternos respecto del nivel de uso que pueden tener algunos de los resultados producidos por los centros del programa. Véase el siguiente Gráfico. Aunque hay diferencias entre los centros, las valoraciones más altas dan cuenta nuevamente de la importancia de la actividad de investigación representada en publicaciones, información científica e información para la divulgación como los principales productos del programa.

**Gráfico 16: Calificación del uso de resultados seleccionados**

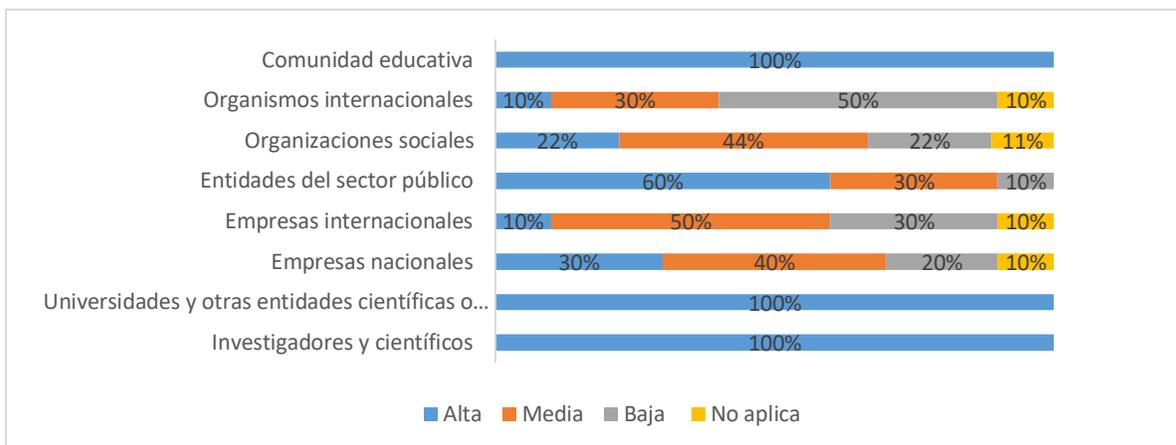


Fuente: Encuesta Institutos y Núcleos del Programa Milenio, 2019.

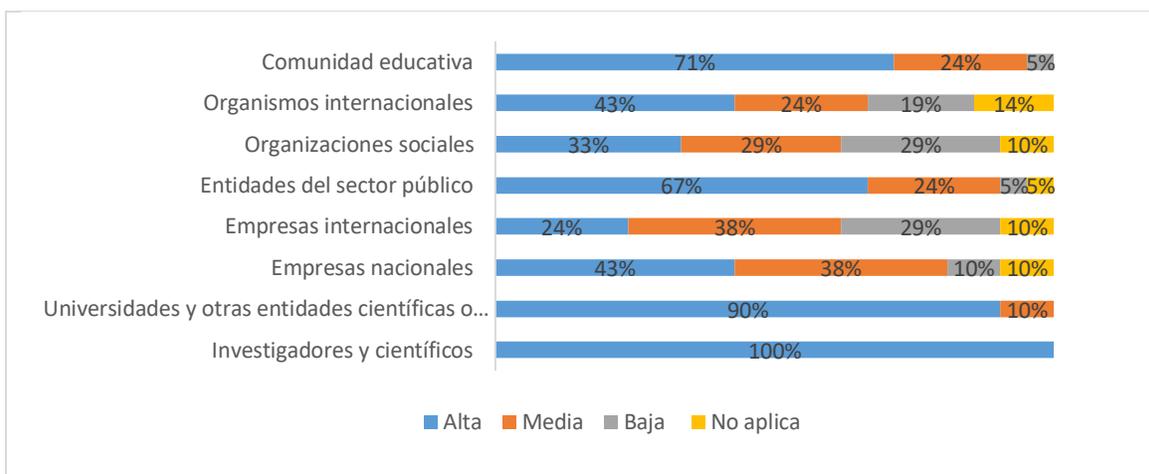
### Los destinatarios de los resultados del programa

¿Qué importancia tienen los destinatarios de los principales resultados del centro? Este aspecto es importante ya que permite “cerrar el círculo” de la especialización del programa. Como se puede apreciar en los siguientes Gráficos, para los Institutos y Núcleos del programa los principales destinatarios de los resultados que producen corresponden, por una parte, a investigadores, científicos, universidades y otras entidades científicas y, por otra, a la comunidad educativa dada la alta importancia que presenta para el programa las actividades de difusión. Es interesante la importancia asignada a las entidades públicas y a las organizaciones sociales por los Institutos y Núcleos de ciencias sociales, lo que probablemente representa la relación entre los desafíos de investigación con problemas sociales y de política pública a nivel nacional.

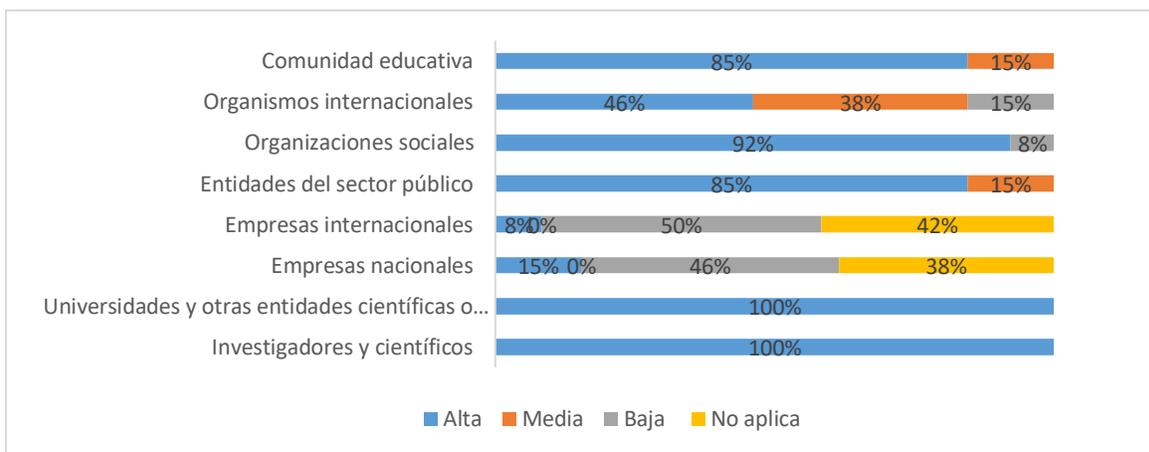
**Gráfico 17: Importancia de los destinatarios de resultados. Institutos Cs. Naturales y Exactas**



**Gráfico 18: Importancia de los destinatarios de resultados. Núcleos Cs. Naturales y Exactas**



**Gráfico 19: Importancia de los destinatarios de resultados. Institutos y núcleos Cs. Sociales**

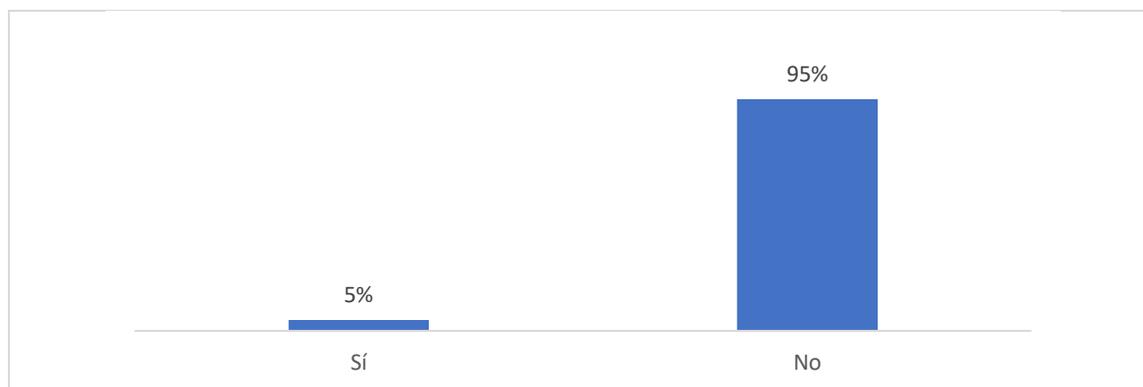


Fuente: Encuesta Institutos y Núcleos del Programa Milenio, 2019.

### III.1.5 El programa Milenio como plataforma

Uno de los aspectos de mayor interés que surge de las entrevistas a directores de centros es la influencia del programa en la creación y mantención de los centros. Este aspecto queda representado en las respuestas a la pregunta de si se habría creado el centro sin el financiamiento del programa. Véase el Gráfico 20. La adicionalidad de un programa es relevante ya que permite testear algunos aspectos de la robustez de su diseño. En el caso de Milenio, la mayor parte de las experiencias de creación de centros que se recogieron tienen como experiencia previa la exploración individual de los temas por parte de algunos investigadores. El modelo propuesto por el programa, basado en el trabajo de investigación en esquemas de asociatividad, colaboración y multidisciplinariedad, resulta ser un modelo atractivo para los investigadores ya que les permite transitar desde la experiencia de la investigación individual a la investigación asociativa.

**Gráfico 20: Importancia de Milenio en la creación de centros ¿Sin el financiamiento del programa se habría creado el centro en que Ud. trabaja?**



Fuente: Encuesta Institutos y Núcleos del Programa Milenio, 2019.

En términos prácticos, el programa es asimilado y comprendido como una plataforma que incentiva la interacción y cooperación entre investigadores y entidades relacionadas con los centros, la que se hace necesaria para la generación del conocimiento. Según un director de centro “el programa milenio genera capacidad de conformar equipos de trabajo (multidisciplinario y colaborativo) para enfrentar problemas complejos, que no podrían ser abordados de otra manera”.

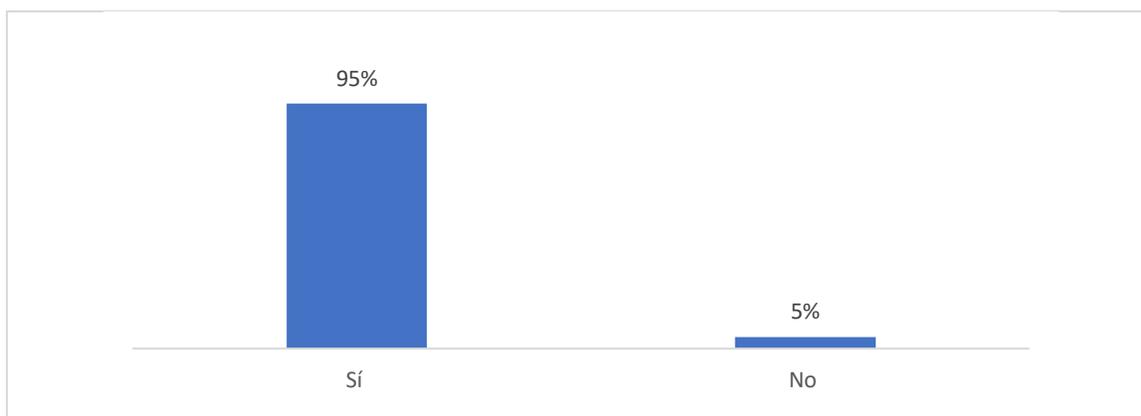
Desde el punto de vista financiero, los centros financiados por el programa no operan exclusivamente con los recursos que Milenio aporta directamente. En general, el programa Milenio como otros programas de fomento a la actividad científica, complementan sus recursos con otras fuentes.

Algunas características del financiamiento de los centros Milenio son las siguientes:

- Para completar el total de financiamiento que utilizan los centros, en casi todos los casos se recurre a otros fondos públicos.
- Aunque el programa no exige financiamiento de terceros, como si lo hacen los programas FONDAP y Basal, cerca de la mitad de los centros cuenta con financiamiento proveniente de fondos internacionales y un tercio contabiliza algún tipo de aporte del sector privado.
- El aporte de entidades albergantes es reconocido en menos del 60% de los centros del programa. Esto es interesante ya que de acuerdo al programa es esperable la participación y aportes de las entidades albergantes en todos los centros apoyados.

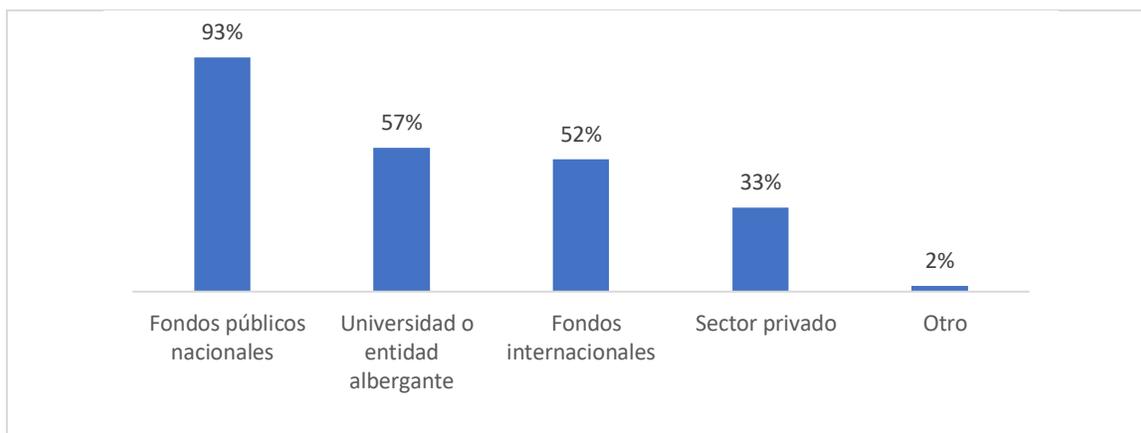
- En el financiamiento utilizado por los centros en casi todos los casos se recurre al financiamiento concursable provisto por FONDECYT.
- El financiamiento de equipamiento e infraestructura por parte del programa es importante para cerca de dos tercios de los Institutos y Núcleos de ciencias naturales y exactas. Como es de esperar es de menor relevancia para los Institutos y Núcleos de ciencias sociales.
- El apoyo de FONDEQUIP es reconocido por el 40% de los responsables de centros del programa. En general el financiamiento del programa es utilizado para la compra de equipos menores.
- El apoyo de otros programas de fomento a la ciencia, tecnología e innovación es considerado en el financiamiento de los centros con distintas frecuencias. Estos incluyen los programas PIA, FONDEF, FONDAP y el Programa Regional de CONICYT. Adicionalmente, algunos centros dan cuenta de la contabilización de proyectos financiados por CORFO.

**Gráfico 21: Importancia de fuentes de financiamiento adicionales a Milenio ¿Para el desarrollo de las actividades del centro ha contado con financiamiento adicional al provisto por el programa?**



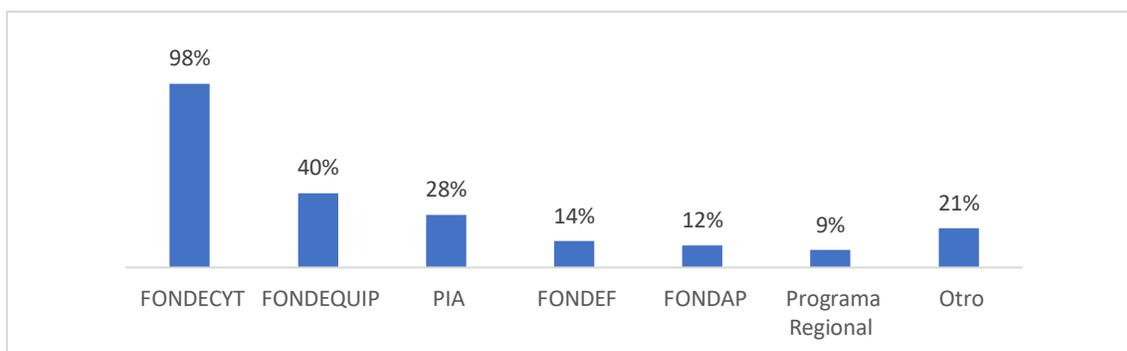
Fuente: Encuesta Institutos y Núcleos del Programa Milenio, 2019.

**Gráfico 22: Importancia de otras fuentes de financiamiento**

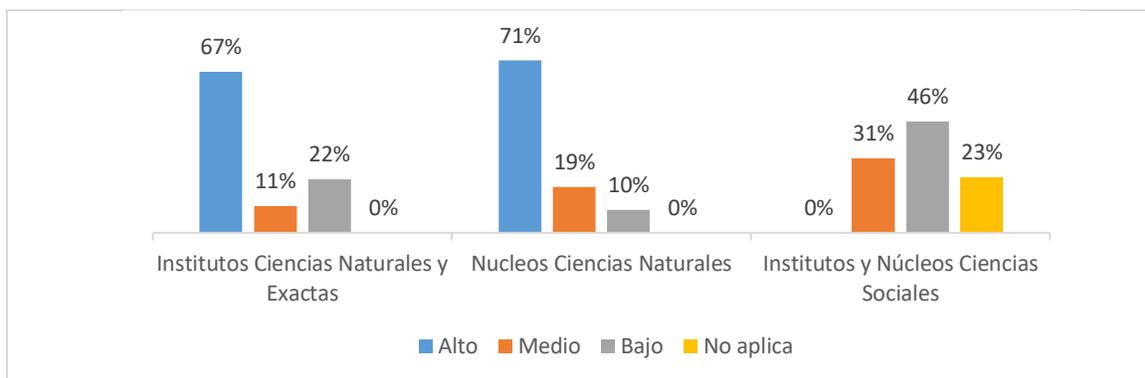


Fuente: Encuesta Institutos y Núcleos del Programa Milenio, 2019.

**Gráfico 23: Importancia de los programas públicos en el financiamiento**



**Gráfico 24: Importancia del financiamiento del programa en equipamiento e infraestructura**

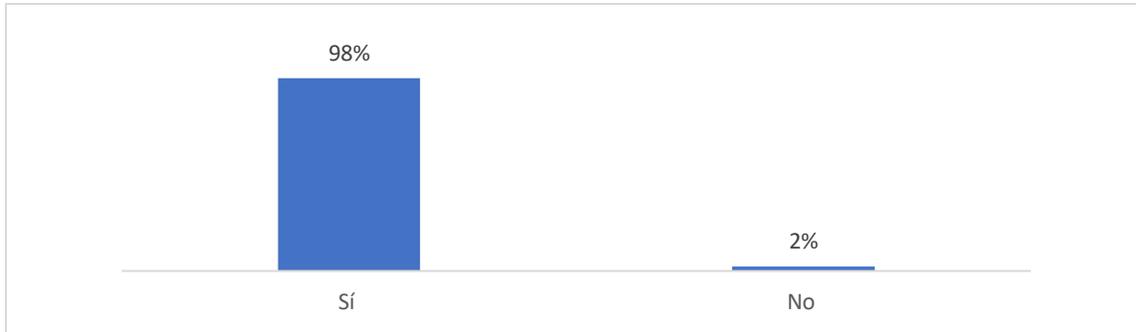


Fuente: Encuesta Institutos y Núcleos del Programa Milenio, 2019.

### III.1.6 Capital humano

En la mayoría de los casos, el grupo base a partir del cual se constituyen los centros del programa está formado por investigadores que cuentan con trayectoria en los temas que luego abordan los centros. En general son investigadores entre los cuales había algún contacto y colaboración. Aunque existe un acuerdo casi unánime de los responsables de los centros en cuanto a haber logrado la constitución de los equipos de trabajo con la idoneidad técnica y científica necesaria como se representa en el siguiente Gráfico, el capital humano especializado es uno de los factores críticos que enfrenta a futuro el desarrollo científico en el país.

**Gráfico 25: Disponibilidad de equipo con el nivel técnico y científico necesario**

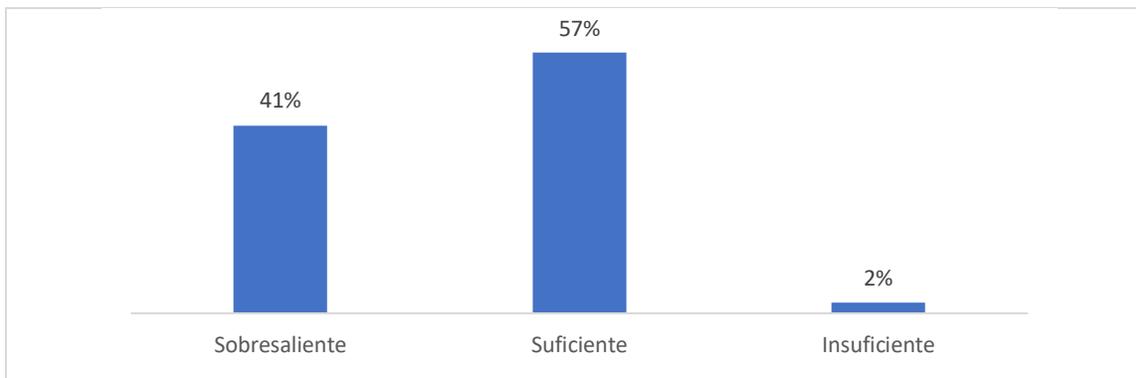


Fuente: Encuesta Institutos y Núcleos del Programa Milenio, 2019.

En cuanto a la disponibilidad futura de recursos humanos especializados, la situación en los centros es disímil. En algunos casos se señala que el sistema formativo local provee suficientes profesionales capacitados y especializados y que su atracción a los centros está sólo limitada por los recursos financieros disponibles. Sin embargo, hay otros casos, donde la existencia de profesionales en determinadas disciplinas es escasa, lo que también ocurre en algunos dominios científicos necesarios para la especialización de determinados temas relacionados con características propias del trabajo científico en Chile. En estos casos, la formación de capital humano y la atracción de talentos científicos resultan fundamentales y constituyen un aspecto clave del trabajo mismo de los centros.

En el siguiente Gráfico se presenta la opinión de los directores de Institutos y Núcleos respecto del trabajo realizado para formar nuevos investigadores. Aunque un grupo importante entiende que este trabajo se ha realizado sin errores, un poco menos del 60% de los directores aprecia que esta tarea se ha logrado solo de manera suficiente. Existe una amplia gama de ideas propuestas por los responsables de los centros a modo de medidas para mejorar este proceso. Estas incluyen la disponibilidad de fondos bajo distintos mecanismos para garantizar el proceso formativo. Este aspecto es considerado clave y es probablemente una de las debilidades de los programas de apoyo a la investigación.

**Gráfico26: Calificación de trabajo del centro en la formación de nuevos investigadores**



Fuente: Encuesta Institutos y Núcleos del Programa Milenio, 2019.

La disponibilidad de becas es un factor que afecta la competitividad del programa. CONICYT y otras fuentes de provisión de becas como algunas universidades son fundamentales para tener

postdoctorados en los equipos de los centros. Es “la forma” de tener este capital humano especializado dentro de los equipos. Aunque este es un problema del sistema CTI en general, incide en la disponibilidad y formación de capital humano especializado que colabore en los centros del programa. Para un director de centro “respecto a capital humano, hay un aspecto del sistema chileno que hace más difícil la disposición de gente preparada...Si se tuviera un sistema para asegurar becas, sería más simple tener capital humano a nivel de postdoctorados. Para tener capital humano avanzado, hay que alimentar la pirámide, que se enriquece con postdoctorados”.

A diferencia de casos de países desarrollados, en los cuales los programas de apoyo al desarrollo científico cuentan con recursos para llamar a concurso apostdoctorados para completar algunas posiciones, programas como Milenio dependen de la obtención de apoyo externo al programa. En palabras de un investigador: “Acá hay que encontrar un postdoctorado que va a postular a becas Conicyt y esperar un año si ganó la beca para invitarlo a trabajar”.

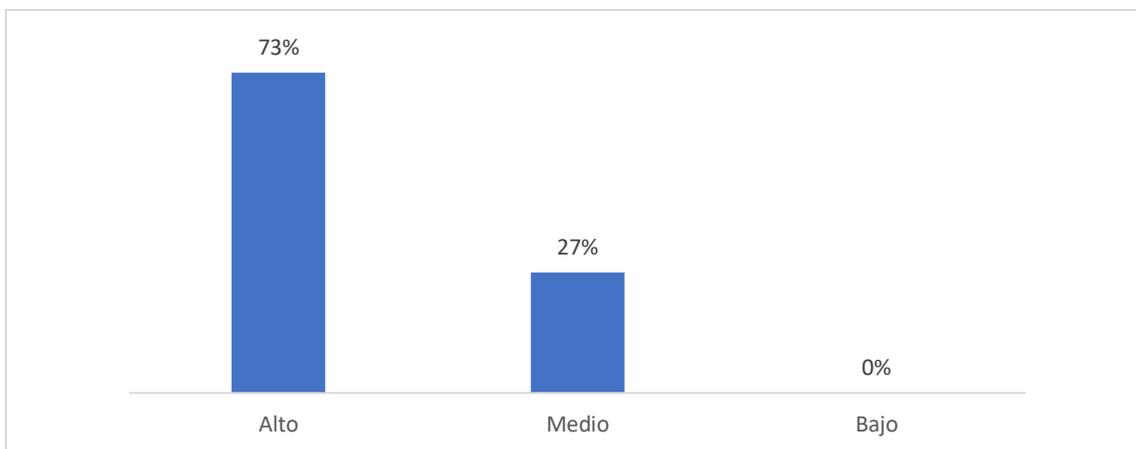
En términos de la continuidad de investigadores jóvenes, se destaca por parte de algunos directores que algunos postdoctorados deben necesariamente postular a otras fuentes de financiamiento como FONDECYT de manera de mantenerse dentro del Núcleo a través de subsidios cruzados.

Un aspecto resaltado por algunos directores de Núcleos es que existe una tensión importante entre su carga académica (muy alta y demandante) y el tiempo de dedicación efectiva al trabajo del centro el que terminan desarrollando en base a la sobrecarga de su jornada. Adicionalmente, algunos directores de Núcleos e Institutos plantean que es difícil encontrar buenos candidatos para los cargos ya que los horizontes de trabajo que se les ofrece son limitados frente a otros centros en países desarrollados.

Otros factores que pueden afectar el desempeño del programa en el área de capital humano se asocian al tipo de participación que pueden tener los estudiantes de doctorados y magíster en Chile. En la mayoría de los programas formativos, los primeros años consideran esquemas de clases en aula y solo al final de su formación, en el desarrollo de la tesis, participan en investigación.

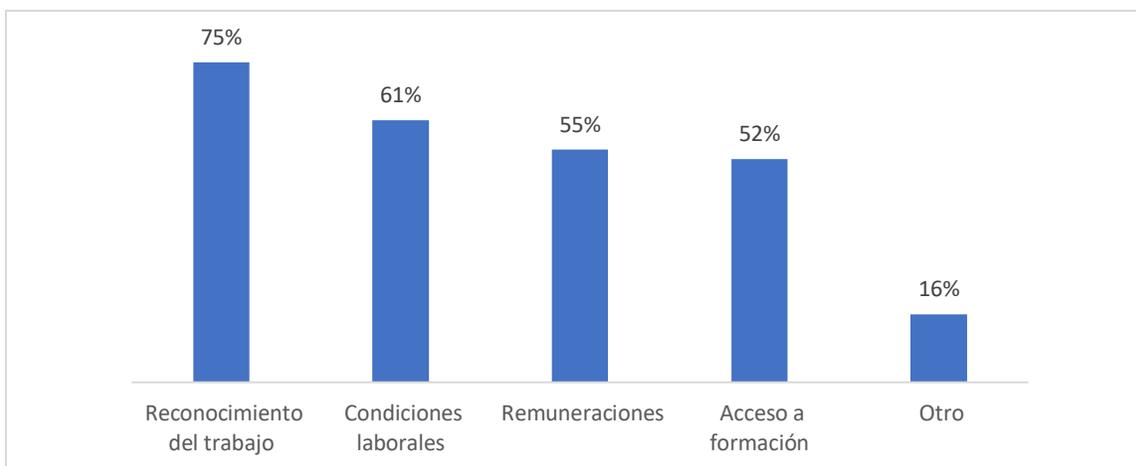
Sin perjuicio de las aprensiones planteadas por los responsables de los centros, éstos estiman que los nuevos investigadores muestran buenos o altos índices de satisfacción en su trabajo. De acuerdo con la información recabada en la encuesta esto se explicaría particularmente por el reconocimiento a su trabajo, además de buenas condiciones laborales. Esta apreciación de los directores se puede observar en los Gráficos 27 y 28. El nivel de satisfacción de los nuevos investigadores es considerado un aspecto muy importante por los directores de centros ya que, de acuerdo a las opiniones entregadas en las entrevistas, consideran que los investigadores jóvenes reciben bajas remuneraciones, en muchos casos sin garantía de financiamiento de leyes sociales y en situación de alta incertidumbre en su continuidad laboral.

**Gráfico 27: Calificación del nivel de satisfacción de nuevos investigadores de acuerdo a directores de centros Milenio**



Fuente: Encuesta Institutos y Núcleos del Programa Milenio, 2019.

**Gráfico 28: Aspectos que influyen en el nivel de satisfacción de los nuevos investigadores**



Fuente: Encuesta Institutos y Núcleos del Programa Milenio, 2019.

### III.1.7 El modelo de trabajo de Milenio

#### El programa como incubadora de centros de investigación

Considerando la trayectoria del programa es posible afirmar que el modelo de trabajo de Milenio apunta a la incubación de centros para el desarrollo de la actividad científica en el país. De acuerdo con la información del programa, 10 de los 14 Institutos que han sido beneficiarios del programa fueron Núcleos. El modelo de financiamiento contempla además etapas que diferencian de manera relativamente nítida las fases de constitución y desarrollo de actividades como Núcleos e Institutos. Durante el desarrollo de este estudio se identificaron algunos temas considerados de interés para algunas fases de trabajo del programa. Este es un aspecto muy interesante ya que se dispone de una primera etapa de tipo experimental para el programa en la cual se puede asumir un mayor riesgo. En esta fase inicial no sería tan grave la equivocación en la selección. Es importante señalar que casi todos los Núcleos esperan su desarrollo futuro como Institutos.

(i) Evaluación de propuestas en la postulación

En general, los responsables de los centros consideran que el proceso de evaluación realizado por el Comité de Programa, integrado por expertos internacionales, es muy exigente y funciona de manera adecuada. El nivel de la evaluación de las postulaciones y la relativa baja tasa de selección colaboran con una percepción de los investigadores de haber sido seleccionados por un programa de muy alto estándar de investigación. En general, la sensación de participar en un programa de gran prestigio y reputación es compartida entre los directores de los centros.

Es importante señalar que no se tuvo acceso a los procedimientos de definición de los integrantes del comité de programa. Las entrevistas realizadas hasta ahora dan cuenta de algunos elementos de interés.<sup>52</sup>

La impresión de los integrantes del comité es que los científicos e investigadores nacionales disponen de un buen nivel en el contexto de América Latina.

En general, la cantidad de investigadores que desarrollan actividades de investigación científica en Chile es considerada relativamente baja. Asimismo, el número de investigadores que pueden considerarse destacados a nivel internacional, particularmente en el primer mundo, es también relativamente pequeño, aunque si se destaca el buen nivel de los científicos nacionales a nivel latinoamericano.

La calidad de las propuestas es considerada adecuada particularmente en el caso de ciencias naturales y exactas. En el caso de las ciencias sociales, los aportes de las investigaciones no son considerados significativos a nivel internacional. Aparentemente, la componente idiosincrática de las investigaciones y la promoción del enfoque multidisciplinario limitan sus posibilidades de un aporte mayor. En efecto, aunque el abordaje conceptual o teórico de “temas locales”, integrados bajo enfoques multidisciplinarios, permite la producción de publicaciones internacionales con los estándares requeridos, el conocimiento generado se encuentra todavía distante de ser considerado como conocimiento de frontera.

Dada la diversidad de dominios de los expertos internacionales que integran el comité de programa, aparentemente las áreas de trabajo aparecen relativamente bien cubiertas. En el proceso de selección de algunos proyectos, sin embargo, se requeriría de especialistas del área. Para un director de centro “la forma de evaluación a los postulantes debiera ser más especializada. No había conocimiento específico en matemáticas. Debiera ser más profesional. Se debiera reunir a científicos más específicos”.

Los expertos internacionales disponen de feedback del programa al momento de realizar las evaluaciones. Aparentemente, no tienen retroalimentación respecto del avance de los proyectos

---

<sup>52</sup> Se entrevistó a tres miembros del comité de programa. Uno del área de ciencias sociales, con una trayectoria de participación relativamente larga, y dos del área de ciencias naturales y exactas, con una participación incipiente en el comité.

que seleccionaron. Este es el caso general que incluye la selección en el área de ciencias naturales y exactas, así como en ciencias sociales.

(ii) La puesta en marcha de los Núcleos

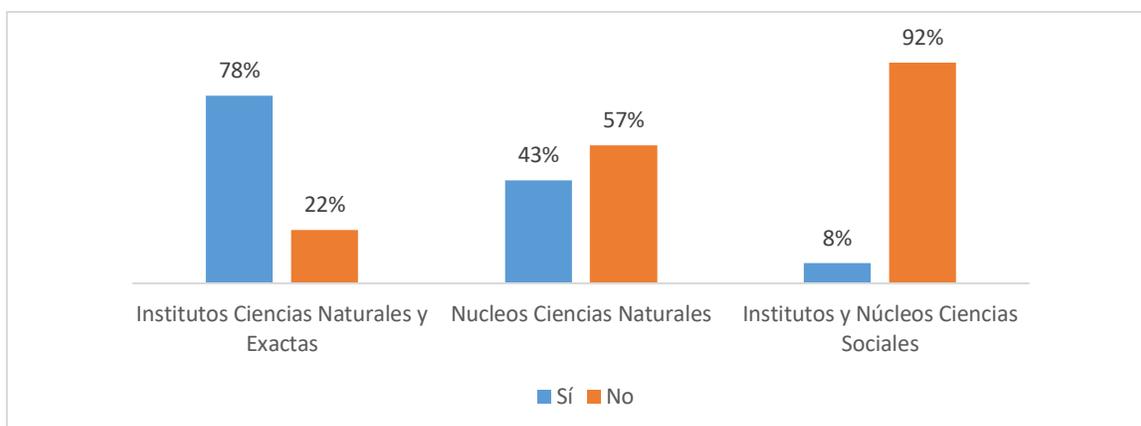
Una de las etapas consideradas críticas por algunos responsables de centros corresponde a los primeros 3 años de operación de los Núcleos. En esta etapa se debe poner en marcha el Núcleo. Ello implica un acuerdo respecto de un conjunto de aspectos asociados a la coordinación e integración de los investigadores principales, la adscripción de nuevos investigadores y, particularmente, la puesta en operación del enfoque de trabajo propuesto. En muchos casos, el enfoque multidisciplinario obliga a un análisis que permita definir en términos muy prácticos que significará esto en el futuro trabajo del Núcleo.

Un aspecto de interés que fue levantado por directores de Núcleos que se encuentran en los primeros 3 años de operación, es que no disponen de feedback técnico del programa para afrontar la postulación a la segunda etapa de trabajo (segundos 3 años). En muchos de casos se reclama la falta de respuesta al primer informe que reporta el período de trabajo de entre uno y dos años, privándolos de una valiosa retroalimentación para encarar su postulación a la renovación.

(iii) El período de apoyo y la continuidad de los Núcleos

Un tema que emerge del trabajo de campo del estudio es el período de apoyo a los Núcleos que considera 3 años más una renovación por otros 3. En la mayoría de los casos, los plazos establecidos para la implementación de Núcleos en su primera y segunda etapa no son cuestionados dado que se considera que corresponden a las “reglas del juego”. En algunos casos, sin embargo, se plantea la dificultad que tienen del período de 3 años para el logro de resultados. Esto es especialmente crítico en el desarrollo de investigaciones que algunos directores califican como un “ciclo de producción más largo”, ya que la generación de resultados es relativamente más lenta por las características de la disciplina y por la importancia del trabajo experimental y de campo. El siguiente Gráfico muestra la apreciación que hacen directores de centros sobre este período.

**Gráfico 29: Apreciación del horizonte de financiamiento de Núcleos Milenio ¿Considera Ud. suficiente el horizonte de financiamiento?**



Fuente: Encuesta Institutos y Núcleos del Programa Milenio, 2019.

#### (iv) El soporte a la operación de los centros

El programa entrega soporte para la operación de los centros seleccionados. A nivel de directores de centros existe una opinión relativamente generalizada respecto de la adecuada colaboración del programa en el acompañamiento que realiza en el área administrativa. Se considera ágil y de “atención bastante personalizada”. Para el buen funcionamiento de un centro, en cualquier caso, los responsables de los centros entienden que se requiere la contratación de un contador u otro profesional, que realice la gestión administrativa, rendición de gastos y realización de informes mensuales. En general, se valora positivamente la flexibilidad del programa para manejar el financiamiento y reasignar ítems de gastos.<sup>53</sup>

La vinculación con el medio corresponde a un ámbito de trabajo que debe desarrollarse de manera complementaria a las actividades principales por los centros del programa Milenio. El trabajo de soporte del programa en esta área es muy bien evaluado por Núcleos e Institutos. También se evalúa de muy buena forma el apoyo que les da la administración del programa en difusión a través de un esfuerzo constante de incorporación en eventos de difusión o en publicaciones de los avances de los centros a través de distintos medios.

Para muchos de los responsables de los centros inicialmente el trabajo en esta área era una obligación a la cual no le asignaban mucha utilidad. Los resultados del trabajo del componente PME, particularmente en el ámbito de la difusión, han permitido que la mayoría de los investigadores del centro hayan asimilado estas actividades como un complemento necesario a las actividades de investigación.

El acompañamiento técnico por parte de personal del programa es un área no cubierta por Milenio. En general, no es identificada como una necesidad. Para algunos directores de los centros se estima innecesario un soporte de este tipo ya que consideran que no corresponde por la naturaleza de la actividad científica o porque sería muy difícil tener este tipo de apoyo con el nivel de expertise que se requeriría. En el caso de los Institutos, aunque no todos disponen de la misma estructura en la

<sup>53</sup> Solo en un caso de un núcleo surgió una visión opuesta, donde se plantea demasiada burocracia del programa en lo administrativo y arbitrariedad respecto a cómo se genera la rendición de algunos gastos.

administración de las corporaciones que han formado, la existencia de comités técnicos (del tipo *Steering Committee*), formados por científicos y profesionales les permite la posibilidad abordar desafíos científicos y técnicos en temas específicos. En general, hay una muy buena apreciación respecto de este tipo de comités.

(v) El financiamiento de la operación

En general, existe una comprensión relativamente generalizada respecto que los recursos que el programa entrega, corresponden a una suerte de financiamiento basal.<sup>54</sup>

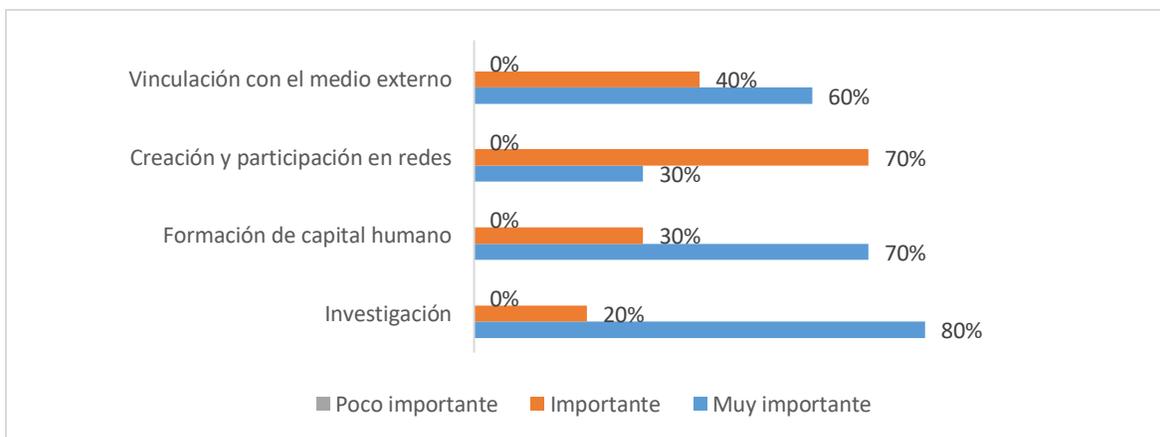
Un aspecto que llama la atención en el financiamiento de los centros es la diferencia en la regla de subsidio que establece una menor cantidad de recursos para los Institutos y Núcleos del área de las ciencias sociales. No es conocido el fundamento que justifique la diferencia de asignación de subsidio entre ciencias naturales y ciencias sociales. Una de las posibles explicaciones que se dan a este diferencial es la idea que las ciencias sociales no requieren equipos y que gran parte de su trabajo es de gabinete y que tampoco se considera el trabajo de campo que se requiere para realizar las investigaciones ni el manejo de datos que supondría un centro con investigación más robusta.

Las Gráficos 30, 31 y 32 a continuación presentan la calificación de los requerimientos de financiamiento por área aportadas por los directos y directores alternos de los centros. Aunque no se dispuso de la estructura de gastos de los centros para cotejar estas opiniones, es posible que la calificación “muy importante” entregada por los Institutos del área de ciencias naturales y exactas ofrezca una aproximación a la importancia relativa de los gastos por área en situación de régimen. En el caso de los centros de ciencias sociales la mayor importancia relativa de todas las áreas se puede asociar a la menor disponibilidad de recursos.

**Gráfico30: Calificación de los requerimientos de financiamiento.  
Institutos Cs. Naturales y Exactas**

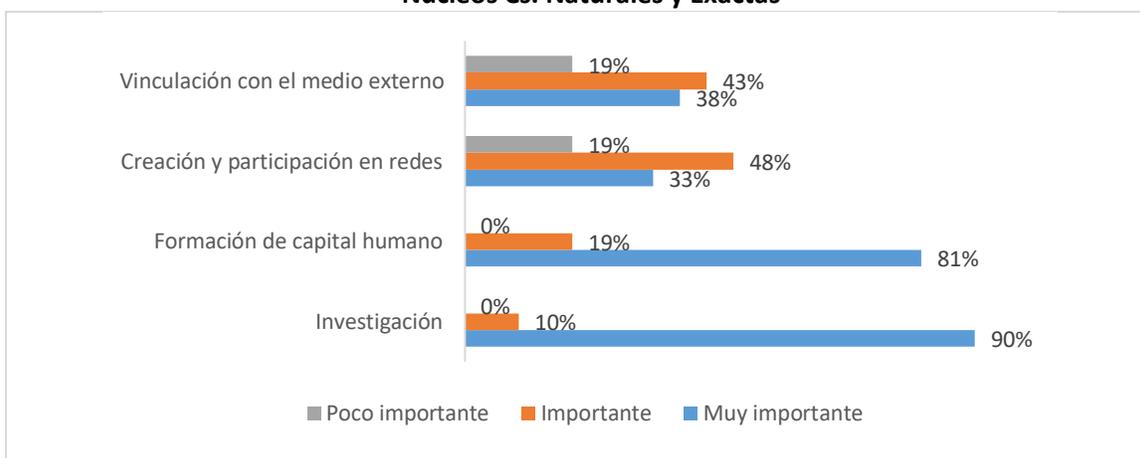
---

<sup>54</sup>Esto significa que los recursos aportados por el programa, si bien son considerados importantes, no podrían por sí mismos financiar todas las actividades de los centros al menos en las escalas de trabajo que éstos han definido. Como se vio anteriormente, la existencia de otras fuentes de financiamiento, que incluye generalmente FONDECYT y otros fondos públicos, hace posible que los centros realicen el conjunto de actividades que reportan. Además, los recursos de Milenio no pueden solventar inversiones importantes, grandes en infraestructura o compra de grandes equipos. Estas inversiones deben realizarse con otras fuentes.



Fuente: Encuesta Institutos y Núcleos del Programa Milenio, 2019.

**Gráfico31: Calificación de los requerimientos de financiamiento. Núcleos Cs. Naturales y Exactas**



Fuente: Encuesta Institutos y Núcleos del Programa Milenio, 2019.

**Gráfico32: Calificación de los requerimientos de financiamiento. Institutos y Núcleos Cs. Sociales**



Fuente: Encuesta Institutos y Núcleos del Programa Milenio, 2019.

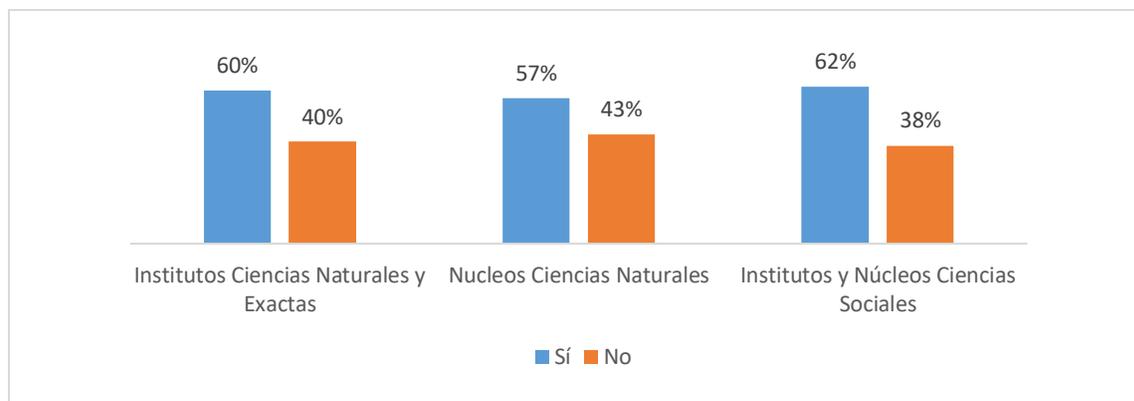
(vi) Continuidad de los Institutos en el tiempo

¿Qué ocurre con los Institutos cuando están vigentes o no? Un instituto del programa cuando termina su periodo de financiamiento de 10 años, debe hacer una renovación para continuar en situación de vigente. Si un instituto no es evaluado satisfactoriamente al quinto año de operación, también finaliza su vigencia en el programa.

La situación de la continuidad de los Institutos, al término de su segunda etapa de 5 años, es un tema recurrente para los directores. Al finalizar los 10 años, los institutos que deseen continuar en Milenio, pueden hacerlo, deben llevar a cabo una renovación. En la práctica, esto significa que compiten por los mismos cupos disponibles que las propuestas nuevas. Las bases actuales indican dos características básicas para postular en la categoría de renovación: debe cambiarse al director o director alterno, pero deben mantener al menos a un 40% de los investigadores asociados del Instituto a renovar. Esta situación parece inadecuada y poco eficiente, generando además incertidumbre respecto de la continuidad del centro.

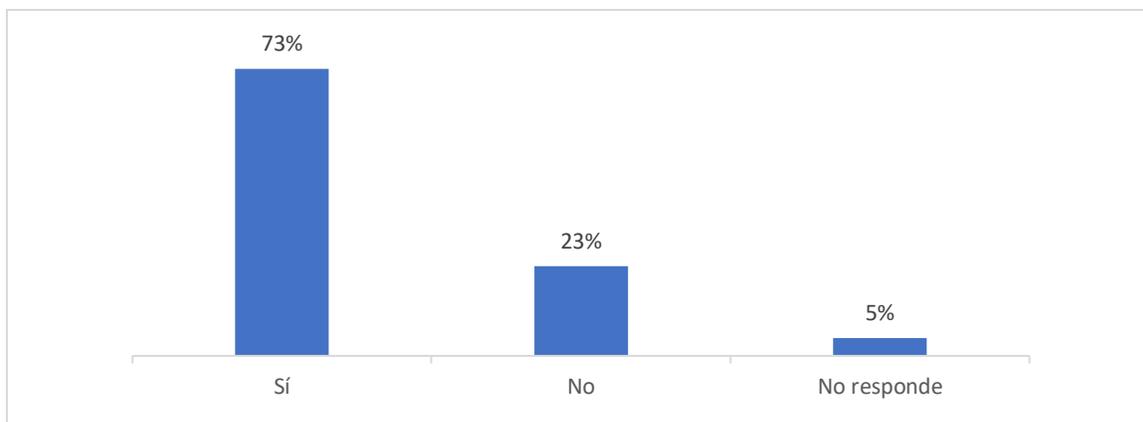
Las Gráficas 33 y 34 dan cuenta de las opiniones de los responsables de los centros en esta materia. Se puede constatar que el horizonte de financiamiento de los Institutos del programa es un tema muy opinable, el cual posiblemente no ha sido lo suficientemente zanjado en el marco del análisis de una política de centros de investigación en el país realizado en los últimos años por el CNID y por CONICYT. Respecto de la necesidad de disponer de más de una renovación para los Institutos del programa la opinión mayoritaria de los directores de centros reafirma esta preocupación.

**Gráfico33: Apreciación del horizonte financiamiento de Institutos Milenio ¿Considera Ud. suficiente el horizonte de financiamiento?**



Fuente: Encuesta Institutos y Núcleos del Programa Milenio, 2019.

**Gráfico34: Apreciación respecto de una segunda renovación para Institutos ¿Considera Ud. que el programa debiera permitir postular a más de una renovación?**



Fuente: Encuesta Institutos y Núcleos del Programa Milenio, 2019.

### III.1.8 La autonomía de los centros Milenio

Como se vio anteriormente el Programa Milenio otorga una plataforma para realizar investigación científica, la cual es percibida por los responsables de los centros como un espacio de trabajo que cuenta con muchos grados de libertad y autonomía.

Durante la etapa de trabajo como Núcleos, las interacciones con el programa consideran la presentación inicial del proyecto y los reportes anuales de avance, además de informes de tipo financiero. En general, los Núcleos realizan el desarrollo de su investigación sin tener un feedback o discusión técnica de manera directa con el programa (lo que eventualmente podría generar alertas o correcciones de ser necesarias). Este modelo genera que los encargados de los Núcleos no se sientan sujetos al control de sus actividades, así como tampoco respecto de las decisiones técnicas que tomen o los cambios que implementen en el proceso.

Para reafirmar este modelo de autonomía, el manejo de los recursos recae directamente en las personas responsables de la ejecución del proyecto (director y director alterno), a quienes el programa transfiere directamente los recursos. Esto permite mayor agilidad en decisiones de gasto, pero también genera un cierto nivel de exposición al riesgo para los responsables de los Núcleos asociado a las transacciones que realizan (por ejemplo, las contrataciones de personal realizadas directamente por el director lo exponen a posibles litigios de tipo laboral). Este riesgo no puede ser compartido por las entidades albergantes.

Es importante advertir que la titularidad de un subsidio público basado en las personas encargadas genera limitaciones. El hecho de no tener personalidad jurídica propia impide la generación de convenios u otros mecanismos formales de colaboración con otras instituciones. Estos convenios deben realizarlos directamente las universidades. Por esta razón, en muchos casos, se generan relaciones informales con investigadores de otras universidades.

En el caso de los Institutos, la obligación de tener personalidad jurídica propia ha facilitado la creación de entidades independientes de las universidades albergantes, las que normalmente corresponden a corporaciones sin fines de lucro, generando así esquemas institucionales con importantes grados de autonomía. Esto se refleja directamente en aspectos de gestión, generación de convenios de colaboración formales, participación en redes establecidas de investigadores, etc. Esta autonomía también se observa en términos de las relaciones que genera con las propias universidades albergantes, generando un vínculo más cercano con las facultades a las que pertenecen. Es importante advertir que este modelo, si bien es aceptado en la práctica, puede

generar un cierto nivel de desalineamiento respecto de las políticas universitarias de promoción de la actividad científica.

El modelo de autonomía de los Institutos y Núcleos Milenio genera un vínculo débil del programa con la institucionalidad pública de educación. En el ámbito del proceso de acreditación de las universidades, el Ministerio de Educación se vincula directamente con las autoridades universitarias. En este contexto, la independencia relativa que tienen los centros Milenio respecto de las autoridades de las entidades universitarias albergantes hace que no sean visibles para los responsables de las políticas públicas en educación superior.

### **III.1.9 La disparidad de las regiones**

La alta concentración de los Núcleos e Institutos Milenio en la Región Metropolitana, con el 72% de los 36 centros vigentes, muestra la dificultad que existe en regiones para acceder a financiamiento de investigación científica de excelencia. Los otros 10 centros (23%) que tienen presencia regional, se distribuyen en la Región del Biobío (4), con la mayor concentración después de Santiago, seguido por los Ríos y Valparaíso, cada uno con 2 centros, y luego las regiones de Antofagasta y Coquimbo, cada una con 1 centro.

Desde el punto de vista de los directores de centros ubicados en regiones más pequeñas, la distancia importa en relación a las otras regiones donde se encuentran los otros investigadores y sus respectivas universidades. Esto tiene relación con un mayor esfuerzo que supone la coordinación del trabajo de investigación, en términos de gestión y comunicación, como en relación a los costos de traslado. Estos últimos, entendiéndolos como una barrera adicional para el trabajo de los investigadores, deben ser absorbidos por los mismos recursos que pueden ser asignados a centros ubicados, por ejemplo, en la Región Metropolitana, con la mayoría de sus socios instalados en la misma región.

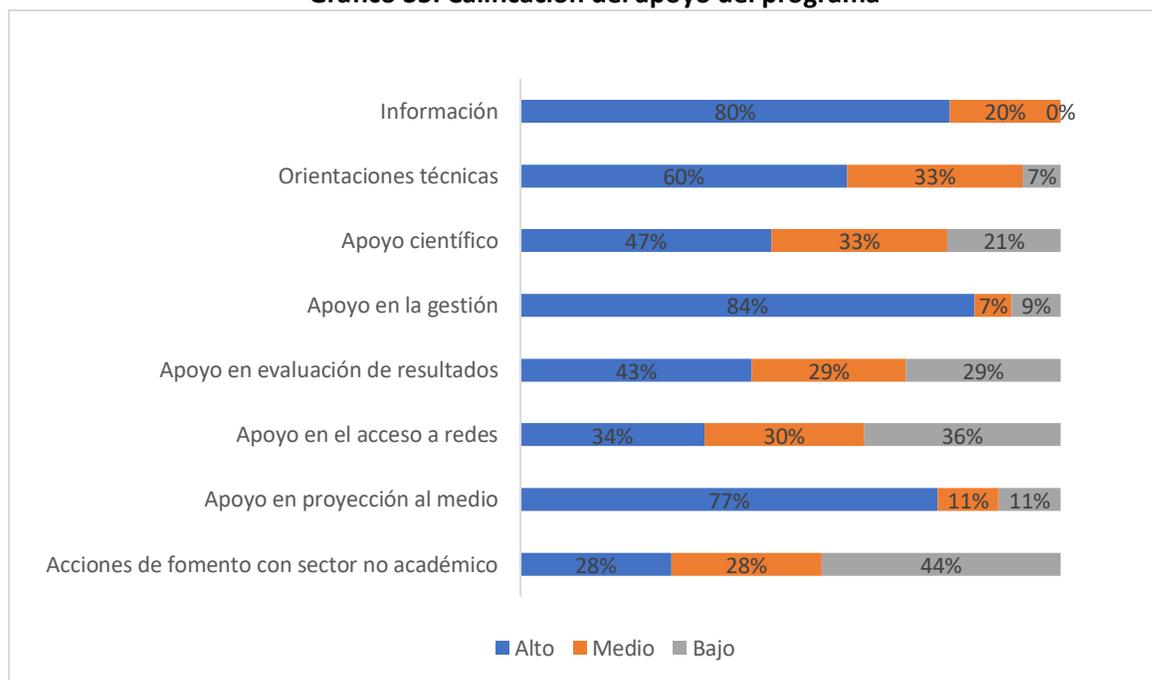
En relación a las universidades de tamaño medio en regiones que han logrado acceder a financiamiento de la Iniciativa Milenio, es importante señalar que éstas deben realizar una importante inversión en capital humano, contratando investigadores de excelencia como parte de su plantel de académicos, para lograr así una masa crítica para el desarrollo de investigación científica y lograr atracción de recursos externos para su financiamiento. Esto es lo que se observa por ejemplo en la Universidad Austral y la Universidad de Valparaíso. En menor escala está presente en la Universidad Federico Santa María, con recursos más acotados, pero con focalización de sus recursos en determinadas disciplinas. Distinta es la situación de Concepción, que es una región con un importante desarrollo de instituciones de educación superior, con capacidad de atracción de académicos de primera línea y con tradición en investigación, innovación y desarrollo tecnológico.

Lo anterior da cuenta de la gran desventaja en que se encuentran universidades regionales, pequeñas y con menores recursos. No tienen posibilidades de invertir para atraer a investigadores de excelencia a sus instituciones lo que hace parte luego de un círculo vicioso. No pueden generar investigación y siguen quedando rezagadas en tanto desarrollo de conocimiento de frontera, captación de mejores postulantes a estudiar en dichas universidades, menor captación de recursos y por último menor prestigio.

### III.1.10 Las funciones de apoyo del programa

En general, la mayoría de los responsables de Núcleos e Institutos manifiestan un alto grado de satisfacción por el soporte y las funciones de apoyo del programa. Esto ha sido resaltado para la entrega de información, el apoyo en aspectos administrativos y particularmente en las funciones del programa en la componente de Proyección al medio externo. En el caso de las orientaciones técnicas, éstas corresponden a las orientaciones realizadas por expertos internacionales en los procesos de selección y evaluación periódica de los proyectos. Véase el Gráfico35.

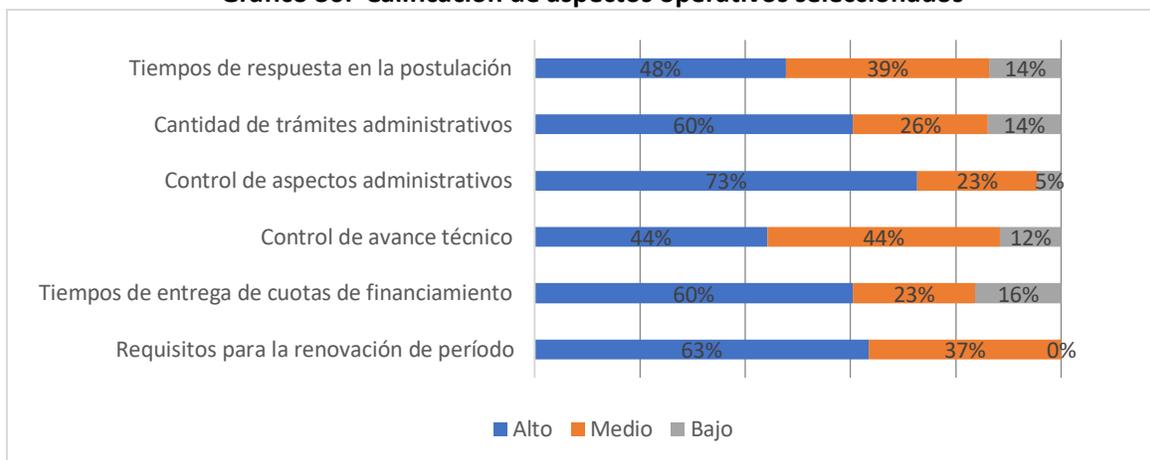
**Gráfico 35: Calificación del apoyo del programa**



Fuente: Encuesta Institutos y Núcleos del Programa Milenio, 2019.

El diseño operativo del programa también es reconocido como muy adecuado por los responsables de los centros. El siguiente gráfico da cuenta de la calificación del desempeño de algunos procesos que caracterizan el programa en su operación. Si se toman en conjunto las calificaciones que corresponden al grupo de respuestas “alto” (que agrega las calificaciones “alto” y “muy alto” de la encuesta) y al grupo “medio”, éstas superan el 80% de las respuestas para todos los procesos consultados. El control de aspectos administrativos debe relevarse por su alta calificación. Ello es importante dado que se trata de un aspecto normalmente reclamado como un aspecto deficitario en los programas públicos de apoyo a la ciencia, tecnología e innovación en el país.

**Gráfico 36: Calificación de aspectos operativos seleccionados**



Fuente: Encuesta Institutos y Núcleos del Programa Milenio, 2019.

### III.1.11 Los obstáculos al desarrollo de los centros

Los principales obstáculos para el desarrollo de los centros se presentan en el Gráfico 37. En países de mayor desarrollo el rol de la demanda privada por conocimiento científico y tecnológico es clave para completar un modelo de trabajo que integra el sistema académico con los sectores productivos, aportando recursos y justificando además la inversión pública en esta área. De igual manera, el rol que juega el sector público como demandante de información puede constituir un motor o dinamizador clave para la generación y uso de información y conocimiento científico. Ambos temas son relevados por los directores de los centros.

Un aspecto de diseño de algunos programas en Chile es el supuesto que los proyectos que financian podrán conseguir recursos adicionales en otros programas públicos de apoyo que cuentan con fines específicos. En el caso de Milenio esto ocurre en los ámbitos de financiamiento de equipamiento y de formación de capital humano avanzado. Ambos temas son cruciales para garantizar el desarrollo de las actividades de los centros.

**Gráfico 37: Principales obstáculos que afectan el desarrollo de los centros**



Fuente: Encuesta Institutos y Núcleos del Programa Milenio, 2019.

## III.2 Resultados cualitativos a nivel de centros del programa

En esta sección se presentan aspectos relacionados con la evaluación cualitativa a nivel de los Centros del Programa. La información presentada en esta sección recoge aspectos tratados en las entrevistas realizadas a directores de centros y la información aportada por los directores y directores alternos de Institutos y Núcleos.

### III.2.1 El apoyo a la creación de Institutos por el programa Milenio.

Entre las principales características del desarrollo de las capacidades científicas y tecnológicas en Chile, debe considerarse que el país presenta un menor desarrollo relativo en cuanto a la cantidad de instituciones de investigación y desarrollo tecnológico, así como de redes y grupos de investigación apoyados con financiamiento público. Un segundo aspecto que diferencia el desempeño chileno respecto de los países más grandes de la región y, particularmente de los países desarrollados, es que las entidades de investigación locales corresponden a centros e Institutos de un tamaño relativamente más pequeño. En general, Chile no dispone hasta ahora de instituciones de gran envergadura en ningún área de trabajo en cuanto a la cantidad de investigadores.<sup>55</sup>

En el caso de Milenio, en la actualidad operan 14 de los Institutos creados o apoyados en sus fases iniciales por el programa. La siguiente tabla presenta la dotación base de los 10 Institutos que mantienen contrato vigente con el programa. Estos centros corresponden a corporaciones especialmente creadas para el desarrollo de investigación de excelencia en el país y cuentan con una base de investigadores que varía entre 8 y 35 profesionales si se consideran los investigadores asociados y adjuntos. Estas cifras ofrecen una aproximación relativa al tamaño de los Institutos Milenio. No se dispuso de información respecto de las jornadas de trabajo equivalente de los investigadores que declaran los Institutos. Muchos de ellos trabajan parcialmente en los centros, así como también lo hacen en otros proyectos independientes del programa. Este aspecto no parece ser un tema controvertido a nivel de los responsables de los Institutos. De hecho, no hay una reflexión respecto del tamaño efectivo que deben tener los centros en el tiempo.

En cuanto a los niveles de autonomía, en la práctica muchos de los Institutos Milenio disponen de un dispositivo institucional que les entrega flexibilidad en sus operaciones respecto de las entidades

---

<sup>55</sup>Como se vio en una sección anterior, desde finales de la década de los 90 en Chile ha llevado a cabo un proceso de inversión en la creación, desarrollo y mantención de capacidades especialmente dedicadas al desarrollo científico y tecnológico. A través de varios programas públicos el país ha venido dotándose de una diversidad de centros con distintos tipos de especialización para abordar desafíos en el área de ciencia, tecnología e innovación. La mayoría corresponde a centros y entidades dependientes de las universidades, mientras algunos corresponden a nuevas entidades autónomas que fueron creados y trabajan en el contexto de entidades universitarias que los albergan. Muy pocos centros corresponden a entidades privadas.

que los albergan, pero no operan como entidades autónomas en el sentido de disponer de una plena independencia en su desarrollo técnico, económico y financiero.

Hasta ahora, esta característica es relativamente nítida en al menos 7 casos de Institutos Milenio. Una posible excepción la pueden constituir el Instituto Milenio Centro Interdisciplinario de Neurociencia de Valparaíso (CINV) y el Instituto de Neurociencia Biomédica (BNI), que corresponden a las entidades de mayor trayectoria en este grupo.<sup>56</sup>

**Tabla 32: Investigadores asociados y adjuntos de los Institutos Milenio**

Institutos	Año de inicio	Investigadores Asociados	Investigadores Adjuntos	Total
Instituto Milenio e Inmunología e Inmunoterapia, IMII.	2011	12	11	23
Instituto de Neurociencia Biomédica, BNI.	2011	5	10	15
Instituto Milenio Centro Interdisciplinario de Neurociencia de Valparaíso, CINV.	2011	15	12	27
Instituto Milenio de Oceanografía Integrativa IMO.	2013	7	8	15
Instituto Milenio de Astrofísica, MAS.	2013	12	12	24
Instituto Milenio para la Investigación en Depresión y Personalidad, MIDAP.	2014	13	22	35
Instituto Milenio para las imperfecciones del mercado y políticas públicas, MIPP.	2014	5	3	8
Instituto Milenio de Biología Integrativa de Sistemas y Sintética, iBio.	2017	6	5	11
Instituto Milenio de Investigación en Óptica, MIRO.	2017	6	2	8
Instituto Milenio de Investigación sobre Fundamentos de los Datos, IMFO	2018	13	7	20

Fuente: Sitios web de los Institutos.

En cuanto a Institutos egresados del programa, es interesante relevar algunas características.<sup>57</sup>

- El Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería (ISCI) cuenta con 50 investigadores considerando distintas categorías de trabajo.<sup>58</sup> Se trata de un Instituto que declara un nivel de actividad muy

<sup>56</sup> Durante el desarrollo de este estudio no fue posible acceder a una entrevista con el responsable del Instituto Milenio e Inmunología e Inmunoterapia (IMII).

<sup>57</sup> Hasta la fecha no se fue posible realizar entrevistas con los encargados del Instituto de Ecología y Biodiversidad y el Instituto de Biología Fundamental y Aplicada.

<sup>58</sup> Véase <https://isci.cl/nosotros/investigadores/>.

importante en las áreas de desarrollo científico y tecnológico, así como en actividades de innovación. La contribución del programa Milenio no es claramente identificable ya que en su período de operación en el programa contó con un financiamiento casi simultáneo del programa FONDAP.

- El Centro de Estudios Científicos (CECs) cuenta en la actualidad con “14 investigadores a tiempo completo: 8 en biología, 2 en glaciología y 4 en física. Hay 45 estudiantes: 24 graduados y 21 de pre-grado que están siendo entrenados en todas las áreas de investigación del CECs y además cuenta con 8 becarios postdoctorales (4 físicos, 2 glaciólogos y 2 biólogos)”.<sup>59</sup> En este caso se trata de una entidad plenamente autónoma que ha avanzado desde la generación de conocimiento en sus primeras etapas hasta el desarrollo tecnológico y de innovaciones en la actualidad.

Finalmente, existen 2 casos de Institutos cerrados por el programa. En ambos casos las razones de cierre de los proyectos se relacionan con el incumplimiento de las orientaciones del programa en cuanto a mantener un modelo de trabajo de los centros basado en la interacción de los investigadores del centro. De cualquier forma, el trabajo de ambos Institutos ha sido continuado a través de otras entidades. En el caso del Instituto Milenio de Estudios Avanzados en Biología Celular y Biotecnología la institución de continuidad es el Centro de Biotecnología de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Chile. En el caso del Instituto de Dinámica Celular y Biotecnología, el nuevo centro corresponde al Centro de Biotecnología y Bioingeniería de la facultad de Ingeniería de la Universidad de Chile.

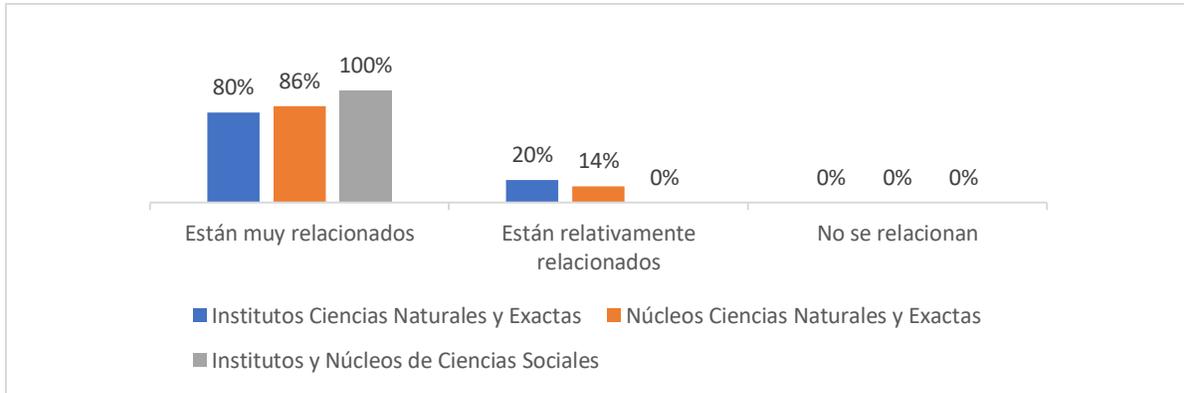
### **III.2.2 Resultados de la investigación de los centros Milenio**

En esta sección se presentan algunos atributos de la actividad de investigación de los centros. Los siguientes Gráficos dan cuenta de la calificación que hacen los responsables de Núcleos e Institutos respecto de algunos aspectos que caracterizan esta actividad. Un primer tipo de aspecto se asocia a la percepción de que existe una estrecha relación entre los resultados esperados de la actividad de investigación con temáticas relevantes para el país. Esto es válido para la mayoría de los directores de centros y no presenta matices para el grupo de Institutos y Núcleos de ciencias sociales.

#### **Gráfico 38: Relación de los resultados de la investigación con temas relevantes para el país**

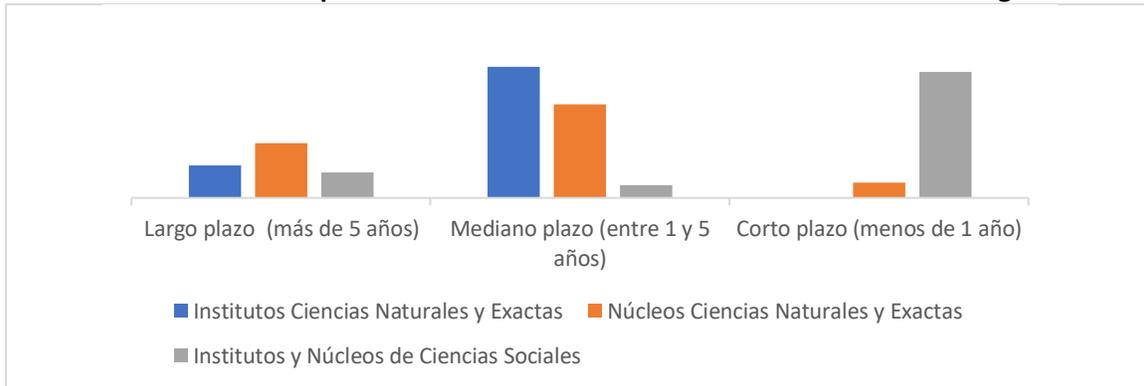
---

<sup>59</sup> Véase <http://www.cecs.cl/website/index.php/es/acerca-del-cecs/equipo-cientifico>.



Un segundo tipo de aspecto a relevar es que la mayoría de los responsables de los Institutos y Núcleos del área de ciencias naturales y exactas estiman que los resultados más relevantes se alcanzan en el mediano plazo. Esto parece una subestimación de los programas de investigación que desarrollan los centros milenio, particularmente, si se considera la producción de resultados de los centros de mayor trayectoria. En el caso de Institutos y Núcleos del área de ciencias sociales, la expectativa de entrega de resultados en el corto plazo puede reflejar que una alta participación de investigaciones y estudios de corto plazo.

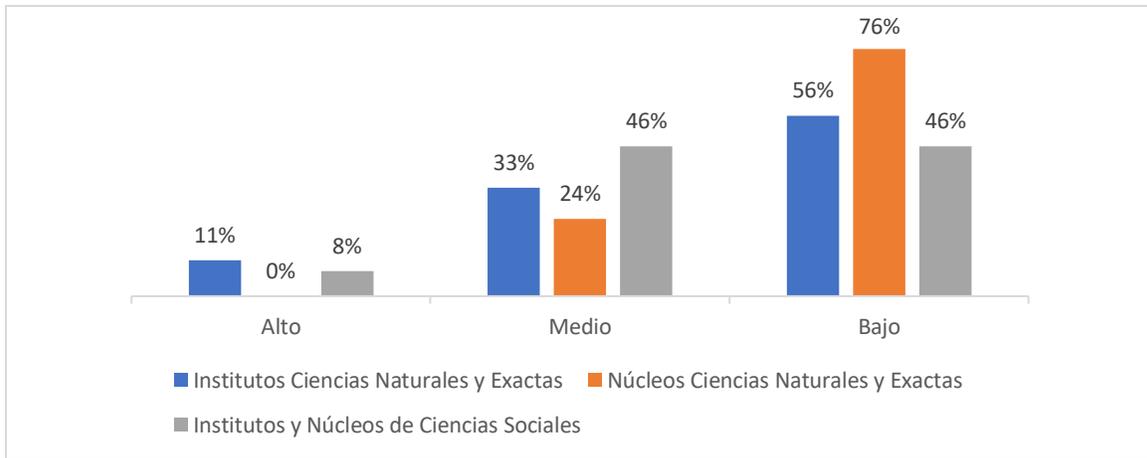
**Gráfico39: Plazos para alcanzar los resultados más relevantes de la investigación**



Fuente: Encuesta Institutos y Núcleos del Programa Milenio, 2019.

Los responsables de los centros entregan una visión interesante sobre los niveles de riesgo de las investigaciones que realizan. La estimación generalizada es que los riesgos de alcanzar los resultados propuestos son medios o bajos. Esta apreciación es llamativa en esta área, pero puede ser razonable en el contexto de un modelo de investigación flexible del tipo blue sky, en el cual la generación de nuevos conocimientos no se asocia a la resolución de problemas científico-tecnológicos complejos y/o que conduzcan a la generación de soluciones tecnológicas.

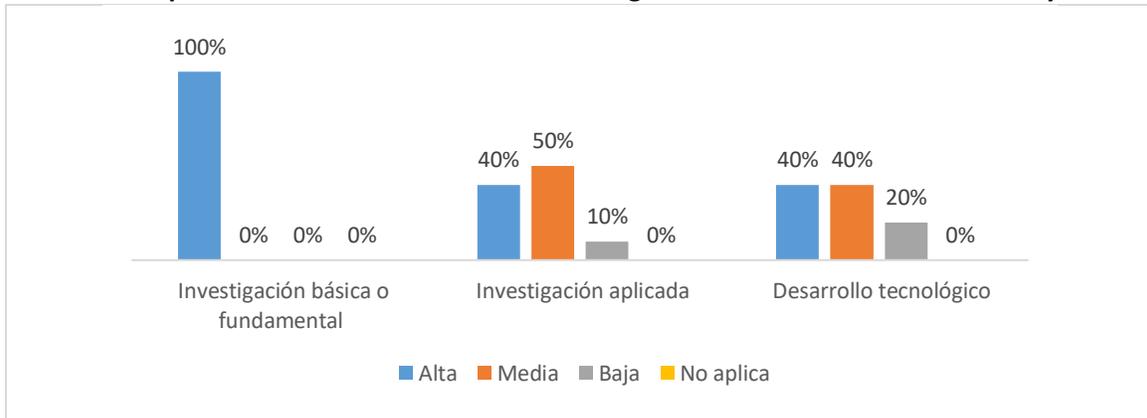
**Gráfico40: Calificación de riesgos de alcanzar resultados de la investigación**



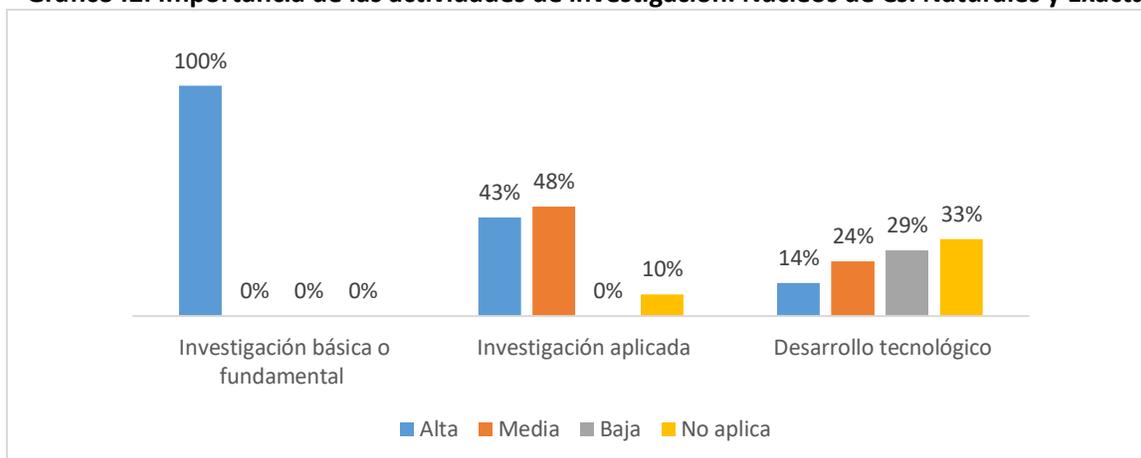
Fuente: Encuesta Institutos y Núcleos del Programa Milenio, 2019.

Los Gráficos 41, 42 y 43 muestran la importancia de los tipos de investigación. Dadas las orientaciones del programa discutidas en la sección anterior, los Institutos y Núcleos del área de ciencias naturales y exactas estiman que la investigación básica o fundamental es por lejos la más importante de su quehacer. Para un poco más del 40% de los directores de centros la investigación aplicada también puede catalogarse de alta importancia. El desarrollo tecnológico, a su turno, tiene una calificación semejante en el caso de los Institutos y es ostensiblemente menos relevante en el caso de los Núcleos. En el caso de los Institutos y Núcleos del área de ciencias sociales la investigación aplicada emerge como el principal tipo de investigación en importancia.

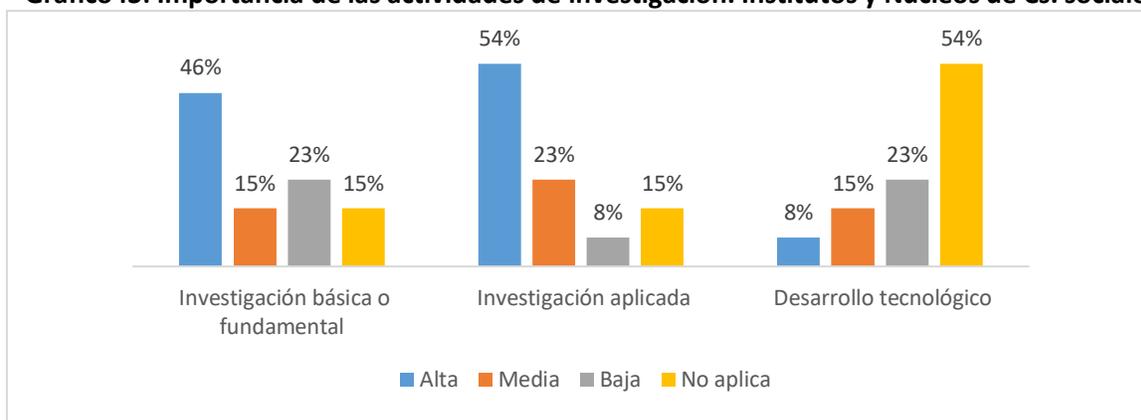
**Gráfico 41: Importancia de las actividades de investigación. Institutos de Cs. Naturales y Exactas**



**Gráfico42: Importancia de las actividades de investigación. Núcleos de Cs. Naturales y Exactas**



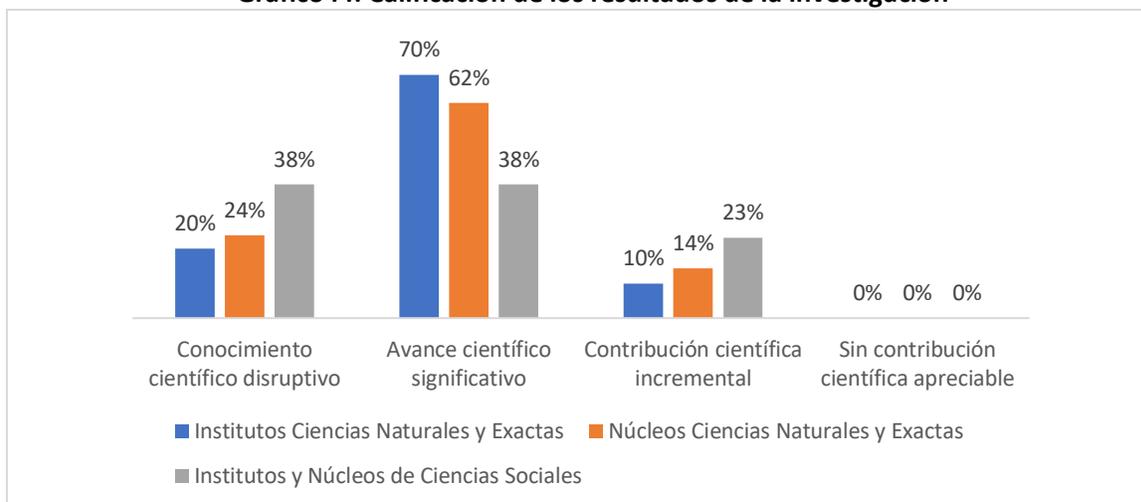
**Gráfico43: Importancia de las actividades de investigación. Institutos y Núcleos de Cs. sociales**



Fuente: Encuesta Institutos y Núcleos del Programa Milenio, 2019.

¿Cuán de frontera es la investigación que realizan los centros Milenio? El siguiente Gráfico muestra en el caso de los Institutos de ciencias naturales y exactas que un 20% de los directores estiman que se trata de investigaciones que generan conocimiento científico disruptivo, mientras un 70% opina que aportan con un avance científico significativo. Para los Núcleos de esta área las calificaciones son mayores en el primer caso y menores en el segundo. En el caso de los Institutos y Núcleos de ciencias sociales la estimación de aporte de conocimiento científico disruptivo es todavía más alta y al mismo nivel que el aporte de avance científico significativo. En todo caso, la agregación de ambas categorías de este grupo es la menor. En esta perspectiva un director de centro definió que “El objetivo del centro es hacer investigación del más alto nivel posible, tener resultados que hagan que el resto del mundo se fije en uno”.

**Gráfico44: Calificación de los resultados de la investigación**



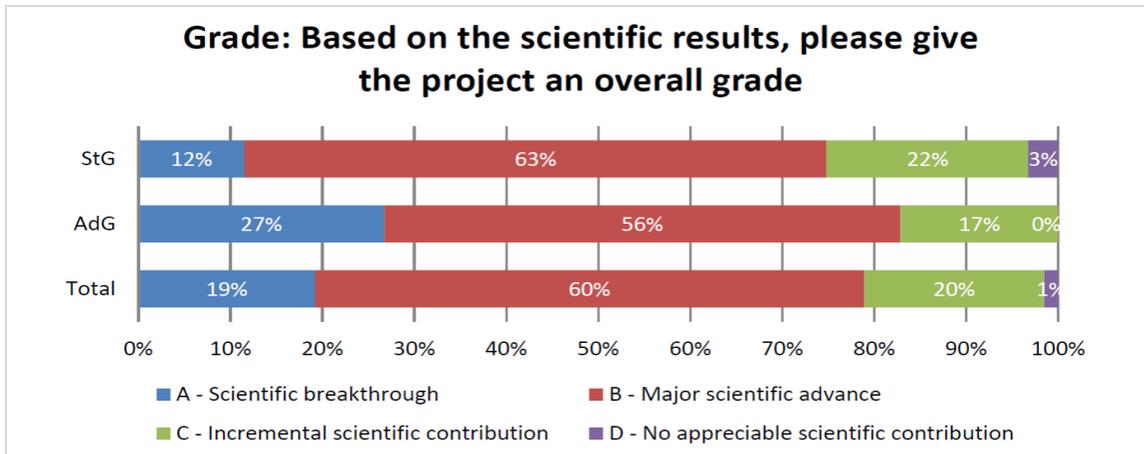
Fuente: Encuesta Institutos y Núcleos del Programa Milenio, 2019.

Aunque el análisis del grado de contribución de las investigaciones se realiza normalmente como una calificación de los resultados de las investigaciones ya concluidas y es una tarea que típicamente desarrollan expertos independientes, el ejercicio de auto calificación de los directores de los centros es útil para evaluar el aporte de los centros al desarrollo científico.

¿Cuán razonable puede ser esta auto calificación? Para disponer de una comparación aproximada a la razonabilidad de estos resultados se presenta en el siguiente Gráfico los resultados de la evaluación cualitativa independiente de resultados de proyectos de 2017, desarrollada por el *European Research Council* para una muestra de proyectos terminados. Estos resultados dan cuenta de un 19% de proyectos que aportan conocimiento científico disruptivo y un 60% con aporte de avance científico significativo.<sup>60</sup>

**Gráfico45: ERC. Calificación de los resultados de la investigación, 2017/a**

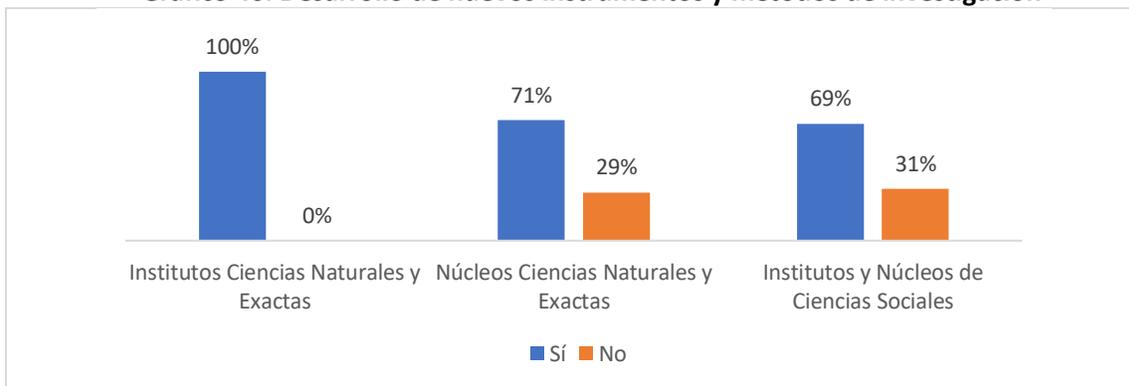
<sup>60</sup>La “Evaluación Cualitativa de proyectos terminados financiados por el Consejo Europeo de Investigación” (European Research Council, 2017) busca responder a preguntas relacionadas con el impacto científico, la introducción de nuevas metodologías, interdisciplinariedad, y el impacto económico y social de cada proyecto financiado por el Consejo Europeo de Investigación. Con este objetivo se realizó una evaluación ex – post de tipo cualitativa, para la cual se seleccionó de un total de 470 proyectos terminados entre el 1 de julio de 2014 y el 30 de junio de 2015, una muestra representativa de 223 proyectos, junto con 14 proyectos adicionales de proyectos que no fueron seleccionados en 2016. La evaluación fue realizada por científicos de alto nivel seleccionados por el Consejo Científico, quienes fueron organizados en 25 paneles, cada uno compuesto por 3 ó 4 científicos. Para evitar conflictos de interés de los evaluadores, se excluyó a aquellos que hubiesen postulado o sido beneficiarios del subsidio otorgado para el desarrollo de proyectos del Consejo Europeo de Investigación. Asimismo, se excluyó de la evaluación a aquellos científicos que participaron en la selección de proyectos a financiar.



a/ Los proyectos corresponde a 2 tipos de convocatoria: Starting Grants (StG) y Advanced Grant (AdG).  
 Fuente: European Research Council (2017).

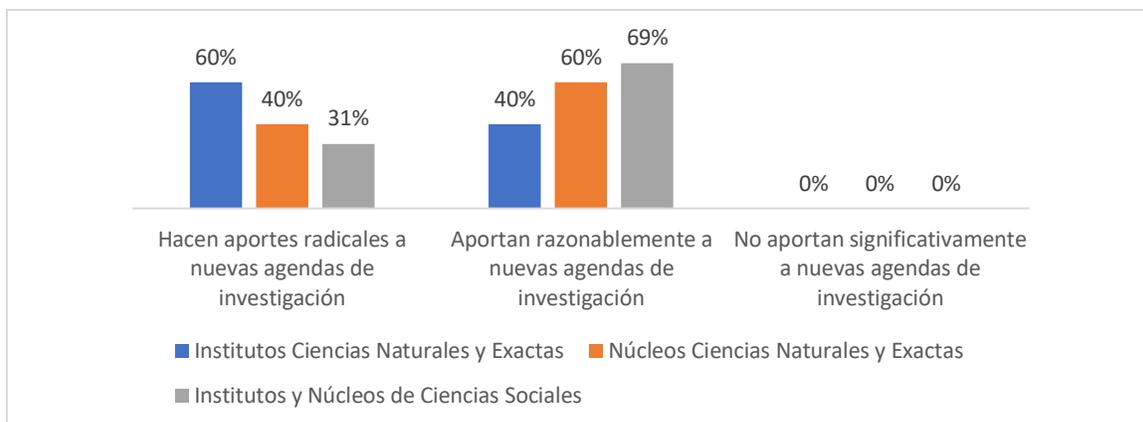
Las Gráficos 46, 47 y 48 dan cuenta de la percepción del aporte que realizan los centros al desarrollo de nuevos instrumentos y métodos de investigación, así como a nuevas agendas de investigación y a la promoción de cambios de paradigmas en su campo de trabajo. Estos niveles de respuesta reafirman la idea que los responsables de los centros consideran que los desafíos de investigación en los que trabajan requieren de nuevas herramientas y enfoques metodológicos. El estudio del *European Research Council* ofrece algunos resultados de la evaluación independiente de 2017 que se deben tener en consideración. Menos del 60% de los proyectos europeos logra desarrollar de manera significativa o muy significativamente nuevos instrumentos y métodos de investigación. Cerca de un 65% de los proyectos han sido efectivos para abrir nuevas agendas de investigación o impulsar cambios de paradigmas en áreas de trabajo determinadas.

**Gráfico 46: Desarrollo de nuevos instrumentos y métodos de investigación**



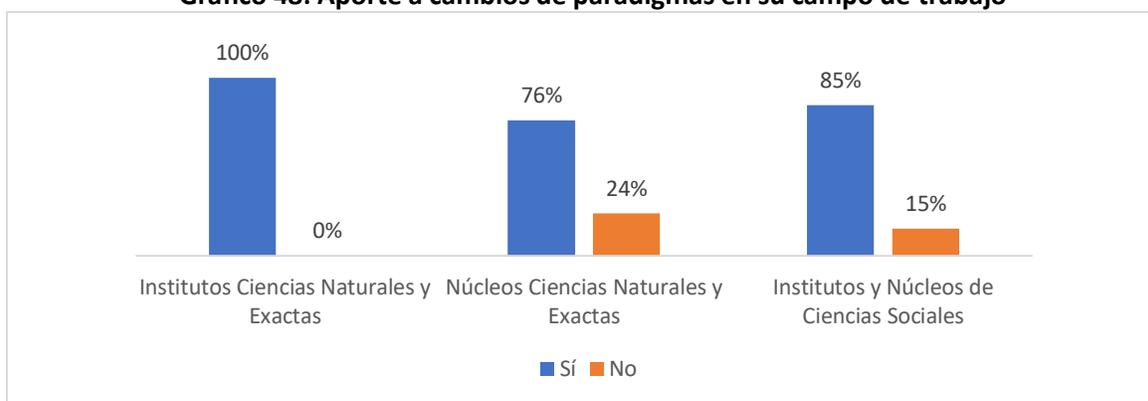
Fuente: Encuesta Institutos y Núcleos del Programa Milenio, 2019.

**Gráfico 47: Aporte a nuevas agendas de investigación en su campo de trabajo**



Fuente: Encuesta Institutos y Núcleos del Programa Milenio, 2019.

**Gráfico 48: Aporte a cambios de paradigmas en su campo de trabajo**



Fuente: Encuesta Institutos y Núcleos del Programa Milenio, 2019.

### III.2.3 Resultados no académicos de los centros del programa

Un aspecto interesante del desarrollo reciente de los centros es su aporte a la producción de resultados no académicos. Los siguientes gráficos dan cuenta de los principales tipos de resultados señalados por los responsables de los centros en las cuatro áreas principales del programa en el período 2014-2018. Se debe resaltar la percepción de un grupo importante de directores (ver gráfico siguiente) sobre el aporte metodológico del programa y que poco más de un tercio de los proyectos han incursionado en la innovación de productos y procesos. Un grupo de directores agrega que esta área ha permitido su participación y aporte al diseño y evaluación de políticas públicas.

**Gráfico49: Percepción de directores sobre principales logros en el área de investigación y desarrollo 2014-2018**



Fuente: Encuesta Institutos y Núcleos del Programa Milenio, 2019.

La creación y participación en redes de colaboración aparece como un área que coopera con algunos resultados asociados a la innovación de productos y procesos. Lo más relevante de esta área es el acceso y participación de los equipos de los centros a proyectos colaborativos dentro y fuera del país.

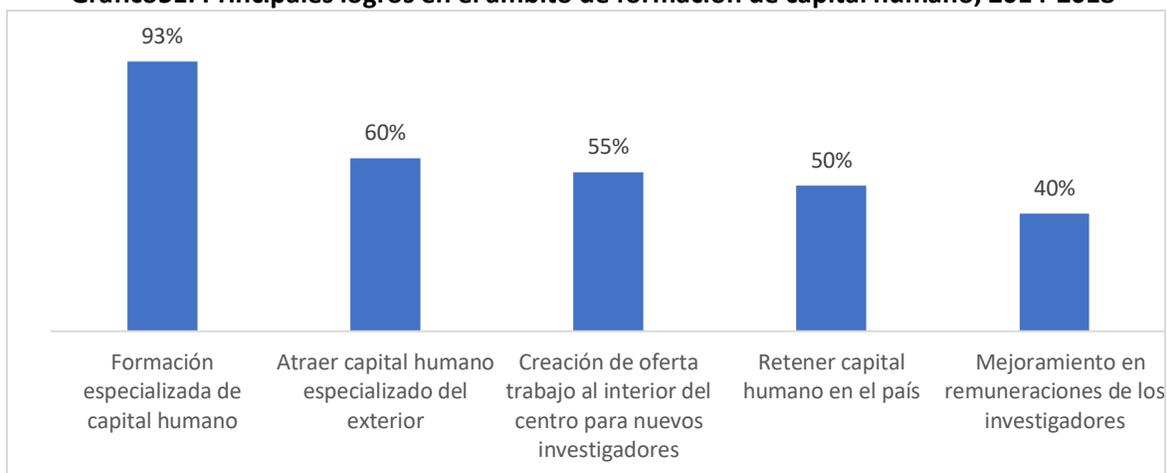
**Gráfico50: Principales logros en el ámbito de las redes de cooperación, 2014-2018**



Fuente: Encuesta Institutos y Núcleos del Programa Milenio, 2019.

En el ámbito de la formación y desarrollo del capital humano los aportes de los centros dan cuenta de manera muy importante de la actividad de formación y especialización de personas. En general, la gran mayoría de los centros han incursionado en la formación de actores distintos a investigadores y alumnos del sistema académico. Como parte de estos resultados debe resaltarse los efectos en la empleabilidad de capital humano especializado en los centros.

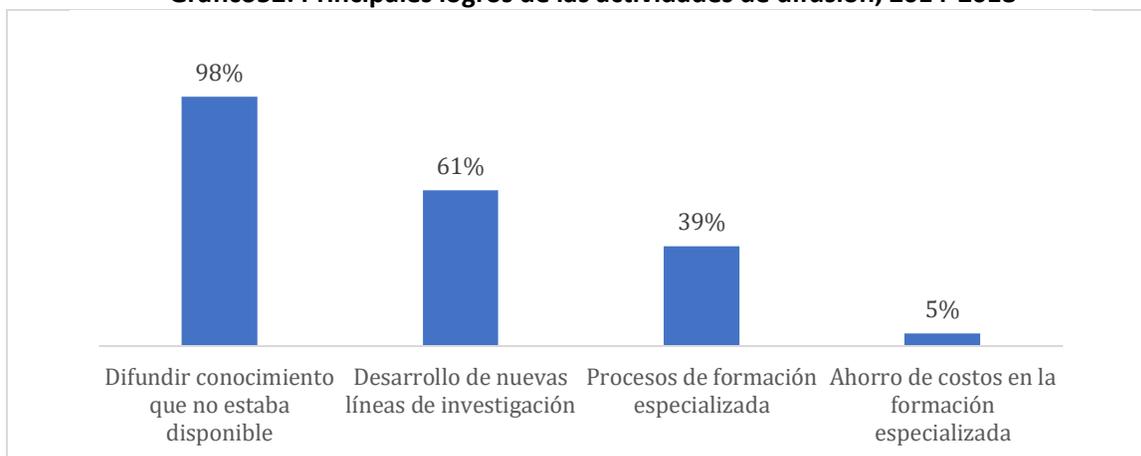
**Gráfico51: Principales logros en el ámbito de formación de capital humano, 2014-2018**



Fuente: Encuesta Institutos y Núcleos del Programa Milenio, 2019.

Finalmente, la amplia adhesión al modelo de trabajo del programa explica que casi todos los centros destacan su aporte a la difusión de conocimiento que no estaba previamente disponible. El trabajo de difusión es considerado clave para el involucramiento de personas ajenas al ámbito del desarrollo científico. La difusión en el área científica propiamente tal permite facilitar el acceso y participación en nuevas líneas de trabajo.

**Gráfico52: Principales logros de las actividades de difusión, 2014-2018**



Fuente: Encuesta Institutos y Núcleos del Programa Milenio, 2019.

Lo anterior, es coherente respecto de la estructura de beneficios que se ha generado para la obtención de indicadores tales como el VAN Social, TIR, e IVAN. Tal como se aprecia del gráfico anterior, la estructura de los beneficios sociales fundamentalmente se debe a la existencia de externalidades que se generan como parte de desarrollos, productos y/o servicios generados.

### III.3 Resultados del análisis costo beneficio

Del análisis cualitativo se desprenden un conjunto de elementos que delinear los resultados del ACB. En particular, es posible mencionar que tanto los Institutos como Núcleos, perciben como el principal logro los desarrollos metodológicos no existentes, los que no necesariamente se traducirán en “servicios” que permitan estimar beneficios potenciales.

En segundo lugar, la creación de productos y/o procesos, así como, prototipos presentan una menor percepción de logro, pero sin que necesariamente se consolide la relación con el mercado o la sostenibilidad de los mismo. En el caso de licenciamientos, patentes, la generación de nuevas empresas, prácticamente no se percibe como parte de logros por parte de directores o encargados.

Por tanto, los resultados no académicos que se utilizar para la estimación de beneficios están expuestos naturalmente a un nivel de concreción menor, con más elementos de incertidumbre y con menor factibilidad de plasmarse en términos de su sostenibilidad.

Este elemento es transversal a la hora de estimar los beneficios sociales, de modo que no es de extrañar que existan centros con alto beneficios potenciales versus centros con bajos beneficios potenciales, e incluso negativos. Sin embargo, resalta el hecho que una gran proporción de institutos presente un VAN social positivo.

### III.3.1 Resultados ACB Institutos

A continuación, se presentan los resultados del análisis costos beneficio para los Institutos en primer lugar, y luego para Núcleos. Los indicadores reportados son el VAN social, Inversión Milenio, Tasa interna de retorno (TIR), Tasa social de descuento (TSD), IVAN Milenio y el IVAN Agregado, Razón TIR/TSD y VAN social probabilístico. También se muestran el promedio simple y el promedio ponderado según el nivel de recursos destinados por el programa.

Estos indicadores han sido calculados para Institutos, y por áreas agregadas según clasificación OECD. La tabla que a continuación se presenta corresponde al primer caso. Se debe considerar que el VAN social entrega información asociada al mejoramiento en bienestar económico que generan los Institutos, el cual se expresa en términos monetarios cuando es posible cuantificar los beneficios identificados a partir de prototipos, productos y/o servicios generados por el programa.

**Tabla 33: Resultados ACB Institutos**

Sigla	Institutos	VAN Social	Inversión Milenio	TIR	TSD	IVAN Milenio	IVAN Agregado	TIR/TDS	V so P
IMII	Instituto en Inmunología e Inmunoterapia	1.887	7.826	7%	6%	0,24	0,02	1,2	-1.
BNI	Instituto de Neurociencia y Biotecnología	2.358	13.835	6%	6%	0,17	0,02	1,0	51
CINV	Centro Interdisciplinario de Neurociencia de Valparaíso	5.732	6.497	8%	6%	0,88	0,08	1,3	4.
ICDB	Instituto Milenio de Dinámica Celular y Biotecnología	-11.339	6.304	-9%	6%	-1,8	-0,61	-1,5	-4.
IBIO	Instituto de Biología Integrativa	-2.579	6.853	2%	6%	-0,38	-0,12	0,3	-3.

<b>IEB</b>	Instituto de Ecología y Biodiversidad	15.217	13.176	38%	6%	1,15	0,32	6,3	29
<b>MIRO</b>	Instituto Milenio de Investigación en Óptica	2.612	16.182	37%	6%	0,16	0,1	6,2	7.
<b>MAS</b>	Instituto de Astrofísica	1.765	6.129	7%	6%	0,29	0,05	1,2	-7.
<b>CECS</b>	Centro de Estudios Científicos	6.230	13.248	9%	6%	0,47	0,14	1,5	6.
<b>MIDAP</b>	Instituto para la Investigación en Depresión y Personalidad	3.887	2.872	18%	6%	1,35	0,51	3,0	4.
<b>MIPP</b>	Instituto Milenio de Investigación de Imperfecciones de Mercado y Políticas Públicas	2.279	3.006	30%	6%	0,76	0,49	5,0	7.
<b>ISCI</b>	Instituto Milenio Sistema Complejos de Ingeniería	12.281	6.129	16%	6%	2	0,42	2,7	5.
<b>IMFD</b>	Instituto Milenio Fundamento de los Datos	2.883	6.484	14%	6%	0,44	0,42	2,3	2.
<b>IMO</b>	Instituto de Oceanografía	-6.070	25.451		6%	-0,63	-0,24		-6.
	Promedio Simple de Institutos	2.653	9.571	14%	6%	0,36	0,11	2,35	6.
	Promedio ponderado (*)	2.157	13.245	13%	6%	0,20	0,05	2,16	8.

Se aprecia, por tanto, un VAN social promedio positivo de \$2.653 millones de pesos, esto evidencia que los Institutos, a nivel agregado, generan beneficios económicos potenciales debido a los desarrollos-prototipos, productos y/o servicios que se generan debido a la investigación que llevan a cabo, aun cuando como se señaló anteriormente, este no es el objetivo declarado del programa.

Al respecto se debe considerar que los beneficios son potenciales, en el sentido que aún se requiere traducir dichas invenciones en innovaciones propiamente tales, considerando el hecho que deben ser introducidas en el mercado o bien que los beneficios que se generen puedan llegar efectivamente a la población beneficiaria de tales desarrollos.

Se aprecia una tasa interna de retorno, esto es, la tasa a cuál el VAN social se hace cero, del 14%, superior a la Tasa Social de Descuento (TSD) en al menos un 100%. Esto refleja que los flujos pueden ser descontados a una tasa mayor que el costo alternativo de utilización de recursos público (TSD) e incluso en ese caso se generan beneficios económicos positivos, dando cuenta de un incremento en bienestar.

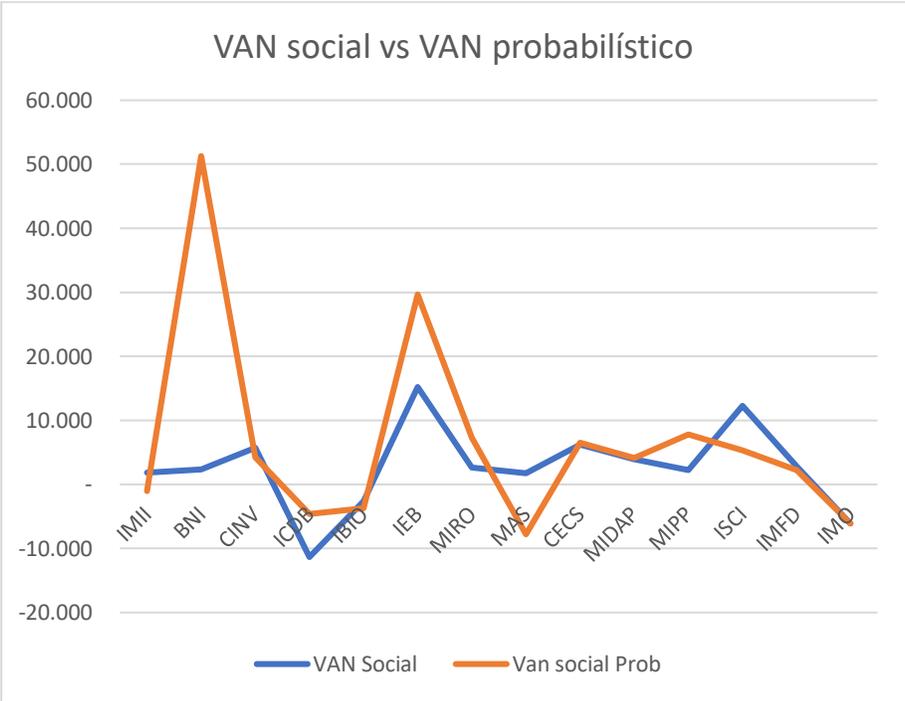
El retorno por peso adicional de VAN invertido en el proyecto es 0,36(o 36%), es decir, por cada peso invertido se obtiene 0,39 unidades adicionales. Este valor es un monto razonable para proyectos de innovación, donde se espera que el retorno asociado sea mayor que las tasa promedio de sectores maduros, juntamente por este elemento disruptivo que involucra.

Al analizar la razón entre VAN social probabilístico (el valor medio), el cual considera los rangos de variación para variables claves de modo de incorporar el riesgo asociados a dicha estimación, con el VAN social inicial (caso base), se aprecia mayoritariamente valores positivos y mayor que la unidad en términos promedio. Lo anterior implica que aún en el caso de proyectos riesgosos el valor más

probable de obtener en caso de llevar a cabo los desarrollos o los productos y/o servicios arrojaría resultados positivos.

La mayor diferencia de ratio se da para el caso Instituto de Neurociencia y Biotecnología (BNI), en este caso se refleja que dicho Instituto presenta una alta capacidad para generar beneficios económicos potenciales, aun considerando los factores limitantes o factores de riesgo existente. A diferencia de la situación que acontece en el caso del IMO, donde ambos son negativos, y por tanto, el valor negativo estimado se refuerza cuando se incorporan los elementos restrictivos o de riesgo asociados

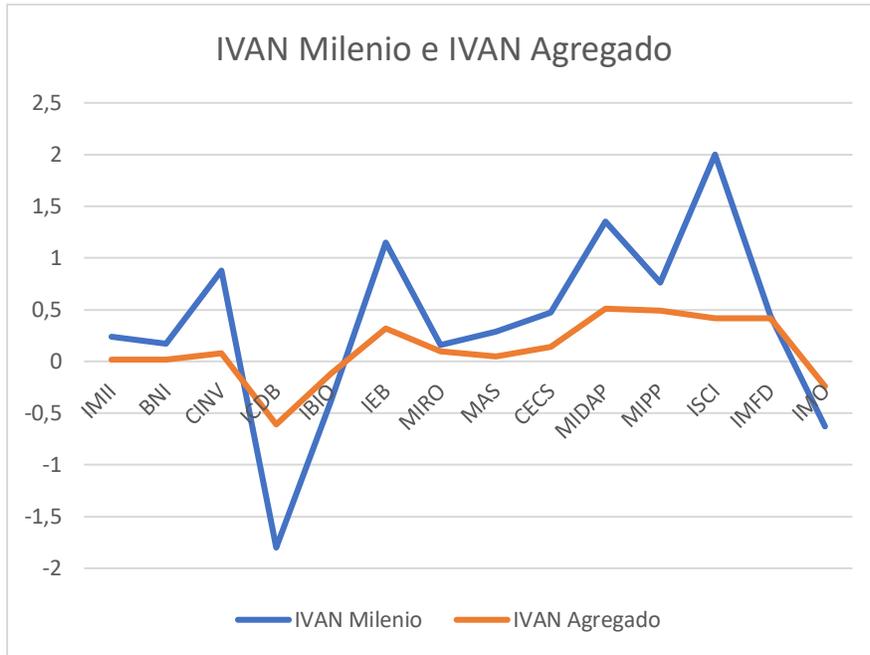
**Gráfico53: VAN social versus VAN probabilístico**



En el caso del IVAN milenio de 0,36, implica que por cada peso invertido se obtienen 0,39 pesos adicionales, es decir, evidencia el retorno por peso invertido. A nivel de Institutos, se aprecian mayoritariamente valores de retorno por peso invertido positivos.

Cuando se analiza los retornos por peso invertido, considerando el conjunto de recursos públicos recibidos también presente un valor positivo pero menor, cercano al 0,11. Se aprecia dos casos donde el IVAN Milenio es inferior a cero.

**Gráfico 54: IVAN Milenio e IVAN agregado**



La tabla que se presenta a continuación muestra los promedios para el conjunto de indicadores según áreas de conocimiento. El VAN social promedio más alto se aprecia en el área de Ingeniería y Tecnología con \$12.281 millones de pesos, y el menor VAN social está en el área de ciencias Biológicas, esto se explica porque dos de los tres centros en esta área presentan un resultado no positivo, que se debe a que la posibilidad de concretar los beneficios económicos se encuentra más distante del mercado, o bien presentan restricciones institucionales que hacen poco probable la concreción de los beneficios.

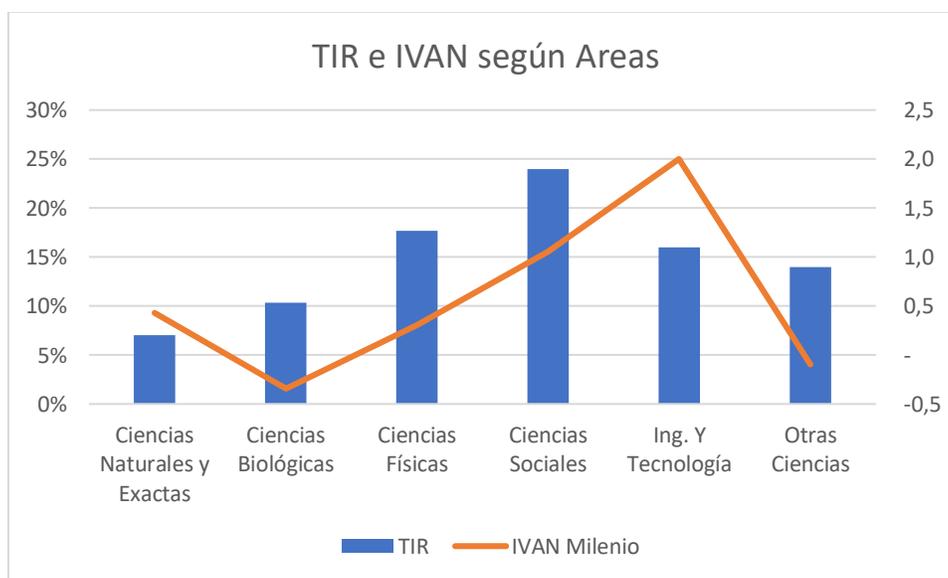
Las áreas que muestran resultados positivos en términos del VAN social, se deben a que los desarrollados, productos y/o servicios se encuentran más cercanos a mercados, y/o estrategias de sostenibilidad económica por parte de los Institutos.

**Tabla 34: Resultados según áreas OCDE**

Resultados Promedio simple según Áreas	VAN Social	Inversión Milenio	TIR	TSD	IVAN Milenio	IVAN Agregado	TIR/TDS	Van social Prob	Van Prob/Van social
--	------------	-------------------	-----	-----	--------------	---------------	---------	-----------------	---------------------

<b>Ciencias médicas y de la Salud</b>	3.326	9.386	7%	6%	0,4	0,04	1,2	18.142	7,3
<b>Ciencias Biológicas</b>	433	8.778	10%	6%	-0,3	-0,14	1,7	7.110	1,4
<b>Ciencias Físicas</b>	3.536	11.853	18%	6%	0,3	0,10	2,9	2.024	-0,2
<b>Ciencias Sociales</b>	3.083	2.939	24%	6%	1,1	0,50	4,0	6.007	2,3
<b>Ing. Y Tecnología (Electrica, electronica e informatica)</b>	12.281	6.129	16%	6%	2,0	0,42	2,7	5.350	0,4
<b>Otras Ciencias (Ciencia de la Tierra y MA)</b>	-1.594	15.968	14%	6%	-0,1	0,09	2,3	-1.946	0,1

Las tasas de internas de retorno promedio por áreas presentan un mínimo de 7% y máximo de 24% esto se explica en parte por la estructura de flujos de fondos para cada uno de los Institutos bajo estudio, en la medida que los retornos sean mayores al final del periodo, respecto de flujos con valores más altos al inicio, las TIR presentan un valor menor.



## **Instituto en Inmunología e Inmunoterapia**

El Instituto en Inmunología e Inmunoterapia (IMI)<sup>61</sup> se forma en el año 2011 como una fundación sin fines de lucro que trabaja con investigadores de la Pontificia Universidad Católica de Chile, la Universidad de Chile y la Universidad Andrés Bello. Es un instituto vigente, ha recibido financiamiento Milenio desde el 2011 hasta la fecha.

El VAN social obtenido por el Centro es positivo con un valor de \$1.887 millones de pesos, con una TIR positiva de 7%, superior a la tasa social de descuento, lo cual se debe a que existen beneficios que se van a concretar debido principalmente a que este tiene más acercamiento con la industria y sus productos presentan un alto nivel de avance.

Los beneficios a estimar fueron:

- Formación de capital humano especializado
- Ahorro costos de importación de vacunas e Ingresos por ventas de vacunas

De ambos, el Ingreso por venta de vacunas el que representa una mayor proporción del VAN social con un 74%.

El Instituto ha desarrollado vacunas para tratar el cáncer que ya están en la etapa final de estudios clínicos fuera de Chile y poseen una contraparte en Brasil que está dispuesta a comercializarla. En relación con esto, es que debido a que en Chile realizar testeos en personas se encuentra prohibido por lo que el costo de realizar este tipo de producto es alto ya que se debe realizar en el extranjero. Lo anterior se considera un riesgo institucional que posee el centro para el desarrollo de sus productos. Además, poseen riesgos tecnológicos debido a que el desarrollo de vacunas puede ser complejo a nivel de creación en especial al desarrollar un Centro de Manufactura Nacional de Vacunas ya que este necesita ser construido desde cero.

## **Instituto de Neurociencia y Biotecnología**

El Instituto de Neurociencia y Biotecnología<sup>62</sup>(BNI) se forma en el año 2011, a partir de la unión de científicos que eran parte del Núcleo Milenio “Centro de Neurociencias Integradas” y científicos del Núcleo Milenio “Morfogénesis neural”.

El VAN obtenido por el Centro es positivo con un valor de \$2.358 millones de pesos, con una TIR positiva de 6%, igual a la tasa social de descuento, lo cual se debe a que existen beneficios que se van a concretar debido principalmente a que este tiene grandes avances en investigación de ciencia básica, siendo los líderes de esta área en cuanto a Institutos.

Los beneficios a estimar fueron:

- Formación de capital humano especializado
- Ahorro costos Alzheimer
- Ahorro de costos Parkinson;

---

<sup>61</sup> Para mayor información consultar el siguiente [enlace](#).

<sup>62</sup> Para mayor información consultar el siguiente [enlace](#).

De estos, el ahorro en costos asociado al Alzheimer representa la mayor proporción del VAN social, con un 88%. Sin embargo, a pesar de que sus investigaciones poseen altos beneficios sociales, presentan riesgos institucionales considerables debido a que sus desarrollos en cuanto a enfermedades neuronales degenerativas requieren de estudios clínicos con humanos, lo cual está altamente controlado en Chile. Sus descubrimientos, como protocolos de detección temprana de Alzheimer y tratamiento de Parkinson con electrodos, generan beneficios sociales de gran escala, sin embargo, poseen una baja factibilidad debido a los riesgos anteriormente mencionados. Por su parte, el tratamiento de Parkinson también posee riesgos tecnológicos debido a que el desarrollo de estos dispositivos que se insertan en los pacientes pueden ser complejos de desarrollar y tener un alto costo investigativo.

### **Centro Interdisciplinario de Neurociencia de Valparaíso<sup>63</sup>**

El Centro Interdisciplinario de Neurociencia de Valparaíso (CINV)<sup>64</sup> pasa a ser Instituto milenio en el año 2011, siendo anteriormente un centro que pertenecía a la Universidad de Valparaíso.

El VAN obtenido por el Centro es positivo alcanzando los \$5.732 millones, con una TIR positiva de 8%, superior a la tasa social de descuento, lo cual se debe a que existen beneficios que se van a concretar debido principalmente a que este tiene grandes avances en ámbitos académicos de la ciencia, y a su vez encontrar aplicaciones a estos nuevos descubrimientos, como lo es el caso del tratamiento de distrofia muscular con boldina, el cual se considera altamente relevante y positivo para la sociedad.

Los beneficios a estimar fueron:

- Formación de capital humano especializado
- Ahorro costos Distrofia Muscular Duchenne

De ambos, el ahorro en costos asociado a la Distrofia Muscular Duchenne representa prácticamente la totalidad del beneficio.

El Centro posee riesgos institucionales menores en comparación a otros debido a que el extracto de boldo es un elemento permitido ya que posee compuestos naturales, por lo que no tiene problemas con leyes de experimentación. Es posible que posea riesgos tecnológicos dado que, si se desea generar medicamentos en base a este componente, podría tener algún grado de dificultad con los procesos de extracción del principio activo del boldo, información que se desconoce debido a que no pudo ser levantada por falta de respuesta del Centro.

### **Instituto de Dinámica Celular y Biotecnología**

El Instituto Milenio de Dinámica Celular y Biotecnología se formó el año 2007 y tuvo, durante su funcionamiento con los fondos de Milenio (2007-2011), como objetivo “realizar investigación de frontera en función y dinámica celular y desarrollar modelos de sistemas biológicos importantes usando un enfoque moderno de Biología de Sistemas (...) para obtener soluciones originales a

---

<sup>63</sup>El centro se encuentra vigente desde el año 2011.

<sup>64</sup> Para mayor información consultar el siguiente [enlace](#).

problemas biológicos tradicionales” (Instituto de Dinámica Celular y Biotecnología, 2011). Actualmente continúa funcionando.

El VAN obtenido por el Centro es negativo de un valor de \$-11.339 millones de pesos, con una TIR negativa de -9%, lo cual se debe a que el centro, durante su funcionamiento con Milenio, logró generar inversiones que podrían traducirse en beneficios sociales, pero que no han podido desarrollarse de forma de realizar las etapas de pruebas e insertarse en los mercados

Los beneficios estimados fueron:

- Formación de capital humano especializado
- Desarrollo de vacuna contra el Alcoholismo
- Generación de detergente en frío

De estos, la generación de detergente en frío es el que representa una mayor proporción del VAN social con un 53,2%.

Tanto el ahorro de costos, en el caso de la vacuna contra el alcoholismo o la ampliación de mercados como en el caso del uso de una nueva enzima para detergente, se encuentran lejanas de las pruebas industriales necesarias, por lo que se perfila un alto riesgo de que puedan ser realmente implementadas, lo que se traduce en una baja probabilidad de éxito. En este sentido, tampoco se ha logrado vincular de manera constante a empresas privadas, y el centro tampoco ha logrado establecer actividades comerciales desde sus capacidades instaladas. En términos institucionales, se puede indicar que las restricciones de la ley 20.120 obstaculizan la concreción de los beneficios asociados a la vacuna contra el alcoholismo, ya que dificultan sus pruebas clínicas.

### **Instituto de Biología Integrativa**

El Instituto de Biología Integrativa (iBiO)<sup>65</sup> se formó en el año 2018 a partir de dos Núcleos Milenio: el de Biología Sintética y Biología de Sistemas Vegetales, y el de Biología Fúngica Integrativa y Sintética. Actualmente continúa funcionando con financiamiento de Milenio.

El VAN obtenido por el Centro es negativo ( \$-3.532 millones de pesos), con una TIR positiva de 2%, lo cual se debe a que el Centro cuenta con diversos riesgos que afectan la estimación de los beneficios que este puede llegar a obtener.

Los beneficios estimados fueron:

- Formación de capital humano especializado
- Creación de nueva cerveza
- Prevención de enfermedades agrícolas

De estos, la prevención de enfermedades agrícolas es el que representa una mayor proporción del VAN social con un 99,4%.

Primeramente, se presenta un nivel mediano de riesgo tecnológico, debido a que cuenta con un proyecto de innovación en un estado avanzado, y otro detenido. Respecto de sus riesgos

---

<sup>65</sup> Para mayor información, revisar el siguiente [enlace](#).

comerciales, el centro actualmente no comercializa servicios o genera contratos con montos altos, haciéndolo principalmente a precio-costo, lo cual afecta su capacidad de sostenibilidad financiera, volviéndolo dependiente de fondos de otras instituciones. En relación con la comercialización de servicios, si bien se vislumbra que en el futuro los comercialice, no se espera que sea por altos montos sino en pequeñas cantidades. En términos de la relación con la institucionalidad, un elemento que dificulta la capacidad de vinculación con empresas privadas consiste en la proporción de ingresos del centro exigidos por la PUC, correspondientes al 50%.

### **Instituto de Ecología y Biodiversidad**

El Instituto Milenio de Ecología y Biodiversidad (IEB)<sup>66</sup> se formó en el año 2006 y tuvo como objetivo, durante su financiamiento con Milenio (2006-2015), la investigación centrada en las ciencias de la biodiversidad, con investigación en áreas de cambio climático, sustentabilidad, ecología y paleoecología, entre otras. Actualmente se mantiene funcionando.

El VAN obtenido por el Centro es positivo de \$15.127 millones de pesos, con una TIR positiva del 38%. Este VAN es el más alto de los centros evaluados, lo cual se explica en que el centro logró relacionarse con instituciones públicas y privadas de manera de llegar a una fase de aplicación de los conocimientos e innovaciones del centro, a diferencia de otros centros que sólo llegaron a etapas de diseño, pero no de implementación.

En relación con lo anterior, los beneficios estimados fueron:

- Formación de capital humano especializado
- Ingresos por comercialización de servicios
- Mitigación del cambio climático
- Mejora en ventas de la industria del vino

De estos, la mitigación del cambio climático representa una mayor proporción del VAN social con un 89,0%.

Primeramente, se presenta un nivel bajo de riesgo tecnológico, debido a que sus proyectos ya están siendo implementados. Respecto de sus riesgos comerciales, el centro actualmente comercializa servicios o genera contratos, pero se encuentran subvalorados en relación al aporte que representan para las instituciones que los contratan, ya que el centro es un referente único en la entrega de estos servicios. Por lo que, en relación con la comercialización de servicios, si bien se vislumbra que en el futuro los sigan realizando, e incluso aumenten en cantidad, no se espera que sea por montos suficientes para asegurar la continuidad financiera del centro. En términos de riesgos institucionales, no se aprecia elementos que limiten la continuidad del centro, pero sí les representa dificultades la carencia en competencias asociadas al derecho, como la redacción de contratos e inscripción de propiedad intelectual.

### **Instituto de Investigación en Óptica<sup>67</sup>**

---

<sup>66</sup> Para mayor información, revisar el siguiente [enlace](#).

<sup>67</sup> El instituto entró en vigencia en 2018, y se mantiene funcionando actualmente.

El Instituto Milenio de Investigación en Óptica (MIRO)<sup>68</sup>, es un centro de investigación de excelencia que inició como Núcleo en el año 2012 y finalizó en el año 2017, y desde el año 2018 pasó a ser un Instituto Milenio.

El VAN obtenido por el Centro es positivo con un valor de \$2.612 millones de pesos, con una TIR positiva de 37%, superior a la tasa social de descuento, lo cual se debe a que este ha logrado introducirse como pionero en la investigación de la luz y sus distintas características y aplicaciones con diferentes beneficios que tienen una alta probabilidad de concretarse.

Los beneficios a estimar fueron:

- Formación de capital humano especializado
- Ahorro software ilegal

De estos, el Ahorro software ilegal el que representa una mayor proporción del VAN social con un 99,6%.

En cuanto al riesgo tecnológico, MIRO tiene un alto riesgo, debido a que la mayoría de sus proyectos están en etapas tempranas de desarrollo, como por ejemplo lo relacionado a la creación cuántica, lo que hace que se necesite la creación de otras tecnologías para poder desarrollarse completamente. El riesgo comercial es bajo puesto que los proyectos que actualmente se están realizando, tienen un alto impacto en el mercado, por lo que una vez desarrollados, podrían ser fácilmente comercializados. El riesgo institucional es bajo, debido a que MIRO inició como un Núcleo, y actualmente, desde el año 2018, es un Instituto, por lo que se encuentra bien consolidado.

### **Instituto de Astrofísica<sup>69</sup>**

El Instituto de Astrofísica (MAS) se forma en el año 2013<sup>70</sup>, encontrándose vigente hasta el año 2023. Se forma a partir de dos Núcleos Milenio: el de Estudios de Supernovas (MCSS) y para la Vía Láctea (MWM).

El VAN obtenido por el Centro es positivo con un valor de \$6.229 millones de pesos, con una TIR positiva de 10%, superior a la tasa social de descuento, lo cual se debe a cuenta con diferentes beneficios que tienen una alta probabilidad de concretarse logrado ser un exponente en el estudio del universo en Chile.

Los beneficios a estimar fueron:

- Formación de capital humano especializado
- Beneficio del telescopio según la cantidad potencial de exoplanetas que puede encontrar
- Ahorro salario astrónomo

De estos, el Ahorro salario astrónomo el que representa una mayor proporción del VAN social con un 99,4%

En cuanto al riesgo tecnológico, MAS tiene un alto riesgo, debido a que el área de la Astronomía requiere mucho desarrollo tecnológico y a un ritmo acelerado de manera de hacer frente a los

---

<sup>68</sup> Para más información: <http://www.iniciativamilenio.cl/miro/>

<sup>69</sup> El instituto entró en vigencia en 2013, y se mantiene funcionando actualmente.

<sup>70</sup> Para mayor información consultar en el siguiente [enlace](#)

diferentes descubrimientos que se suscitan contantemente en esta área. El riesgo comercial es alto debido a que los proyectos que actualmente se están desarrollando, no tienen un enfoque hacia el mercado, incluso cuando muchos descubrimientos astronómicos terminan por ser implementados en la vida cotidiana, no se realizan con ese propósito. El riesgo institucional no es muy alto, debido a que MAS ya lleva 7 años en funcionamiento y aún le quedan otros 3 hasta el año 2023.

### **Centro de Estudios Científicos<sup>71</sup>**

El Instituto se formó en el año 1984<sup>72</sup> como el Centro de Estudios Científicos de Santiago (CECS) y actualmente se reconoce como una organización privada sin fines de lucro. Participó de la Iniciativa Milenio entre los años 2004 y 2010, por lo que actualmente no se encuentra vigente, para posteriormente, en el año 2007, adjudicarse el ingreso al Programa de Financiamiento Basal de CONICYT.

El VAN obtenido por el Centro es positivo con un valor de \$6.230 millones de pesos, con una TIR positiva de 9%, superior a la tasa social de descuento, lo cual se debe a que cuenta con diferentes beneficios que tienen una alta probabilidad de concretarse, sobre todo teniendo en cuenta que el Centro dejó de pertenecer a Milenio en el año 2010 y, continúa funcionando hasta el día de hoy debido a que es financieramente sustentable.

Los beneficios a estimar fueron:

- Ingresos por servicios y contratos
- Formación de capital humano especializado
- Ahorro prevención de desastres naturales
- Ahorro gastos por diabetes y cáncer

De estos, el ahorro en gastos por diabetes y cáncer es el que representa una mayor proporción del VAN social, con un 91,5%.

En cuanto al riesgo tecnológico, CECS tiene un alto riesgo, debido a que las áreas de desarrollo del Centro requieren nueva tecnología, tanto desarrollada por ellos como por otras instituciones, de manera de poder seguir generando proyectos. El riesgo comercial es alto debido a que los proyectos que actualmente se están desarrollando, no tienen un enfoque hacia el mercado y, por tanto, no se realizan con ese propósito. El riesgo institucional no es muy alto, debido a que CECS es uno de los Institutos más antiguos, y el cual actualmente no está vigente en el programa, pero si participa de otras instancias gubernamentales.

### **Instituto para la Investigación en Depresión y Personalidad<sup>73</sup>**

---

<sup>71</sup> El instituto entró en vigencia en 2004, y dejó de funcionar como Milenio en 2010.

<sup>72</sup> Para mayor información consultar el siguiente [enlace](#)

<sup>73</sup> El centro se encuentra vigente desde el año 2015.

El Instituto para la Investigación en Depresión y Personalidad (MIDAP)<sup>74</sup> se forma en el año 2015, a partir de la ampliación de las líneas investigativas del Núcleo Milenio “Intervención psicológica y Cambio en Depresión”.

El VAN obtenido por el Centro es positivo con un valor de \$3.887 millones de pesos, con una TIR positiva de 18%, superior a la tasa social de descuento, lo cual se debe a que cuenta con diferentes beneficios que tienen una alta probabilidad de concretarse, pero también, ya que ha logrado grandes avances a nivel académico y de estudios, pero la generación de productos o desarrollos que permitan obtener beneficios sociales es relativamente baja.

Los beneficios a estimar fueron:

- Formación de capital humano especializado
- Beneficio social por disminución del nivel de suicidio juvenil

De ambos, la disminución del nivel de suicidio juvenil el que representa prácticamente la totalidad del beneficio.

Al ser un Instituto focalizado en ciencias sociales es complejo poder obtener productos comercializables, sin embargo, fue posible obtener un beneficio social considerable en cuanto a las capacitaciones en Riesgo Suicida, que, si bien no tiene un gran alcance dado que los talleres son un producto nuevo del centro, se considera que tiene un beneficio potencial considerable en los próximos años.

### **Instituto para la Investigación de Imperfecciones de Mercado y Políticas Públicas**

El Instituto Milenio de Investigación de Imperfecciones de Mercado y Políticas Públicas (MIPP)<sup>75</sup> se forma en el año 2014, es un centro académico que desarrolla y difunde conocimientos económicos y relacionados, se encuentra vigente y ha recibido financiamiento desde 2014 a la fecha.

El VAN obtenido por el Centro es positivo con un valor de \$2.279 millones de pesos, con una TIR positiva de 30%, superior a la tasa social de descuento, lo cual se debe a que este cuenta con diferentes beneficios que tienen una alta probabilidad de concretarse. Al poseer la TIR más alta de todos los Institutos se considera que es uno de los Centros más viables a nivel de proyectos.

Los beneficios a estimar fueron:

- Ingresos por Contratos o servicios con la Industria
- Formación de capital humano especializado
- Reducción de costos conflicto mapuche
- Reducción costos trámites de admisión de escuelas

De estos, la Reducción de costos trámites de admisión de escuelas, el que representa una mayor proporción del VAN social con un 98%.

Además, el Centro se ha relacionado bien con la industria, generando productos que en la actualidad son ampliamente utilizados, como lo es el Sistema de Admisión Escolar, el cual genera uno de los beneficios sociales más importantes del programa. Por su parte, la base de datos mapuche

---

<sup>74</sup> Para mayor información consultar el siguiente [enlace](#).

<sup>75</sup> Para mayor información consultar el siguiente [enlace](#).

(Mapuche Data Project) es un producto que tuvo un gran riesgo tecnológico en un principio debido a que la obtención de esta requirió considerable horas hombre en su desarrollo. No poseen grandes topes en cuanto a los riesgos institucionales en los productos que han desarrollado a la fecha.

### **Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería<sup>76</sup>**

El Instituto Milenio Sistema Complejos de Ingeniería (ISCI)<sup>77</sup>, es un centro de investigación de excelencia que inició en el año 2007 y finalizó en el año 2017 y que tiene como objetivo la realización de investigación de frontera y sus aplicaciones relevantes en problemas donde interactúan infraestructura, comportamiento humano y gestión.

El VAN obtenido por el Centro es positivo con un valor de \$13.931 millones de pesos, con una TIR positiva de 17%, superior a la tasa social de descuento, lo cual se debe a este cuenta con diferentes beneficios que tienen una alta probabilidad de concretarse, algunos ya funcionando, y que generan múltiples beneficios para la sociedad.

Los beneficios a estimar fueron:

- Formación de Capital Humano especializado
- Ahorro en accidentes en autopistas
- Ahorro por incendios forestales
- Ahorro mejoras en transacciones de Convenio Marco de alimentos

De estos, el Ahorro en incendios forestales el que representa una mayor proporción del VAN social con un 64%

En cuanto al riesgo tecnológico, el ISCI tiene un bajo riesgo, debido a que la mayoría de sus proyectos o están siendo implementados o están en proceso de implementarse, por lo tanto, no necesitan de mayor tecnología para realizarse. El riesgo comercial también es bajo ya que ISCI ha logrado llegar al mercado he implementar sus proyectos y productos en diversas áreas como la Autopista o el Convenio Marco. El riesgo institucional es también bajo debido a las mismas razones anteriormente mencionadas.

### **Instituto de Fundamento de los Datos**

El Instituto Milenio Fundamento de los Datos<sup>78</sup> se formó el año 2018, y está compuesto por 35 investigadores de las áreas de ciencia de la computación, estadística, ciencia política y comunicaciones, entre otras, para trabajar problemas en ciencia de datos vinculados con la adquisición de datos, estructuración, análisis, visualización, estudio del impacto de los datos en la comunicación social y también sus efectos sociopolíticos. Actualmente opera con financiamiento de Milenio hasta el año 2028.

---

<sup>76</sup> El instituto entró en vigencia en 2012, y dejó de ser parte de Milenio el 2016.

<sup>77</sup> Para mayor información dirigirse al siguiente [enlace](#)

<sup>78</sup> Para mayor información, visitar el siguiente [enlace](#)

El VAN obtenido por el Centro es positivo con un valor de \$1.987 millones de pesos, con una TIR positiva de 9%, superior a la tasa social de descuento, lo cual se debe a este cuenta con diferentes beneficios.

Los beneficios estimados fueron:

- Formación de Capital Humano especializado
- Ingresos por contratos
- Integración de datos de servicios públicos

De estos, la Integración de datos de servicios públicos es el que representa una mayor proporción del VAN social con un 97,5%.

Si bien los beneficios son positivos, se perfilan a partir de una actividad altamente riesgosa que corresponde a la integración de datos públicos, lo cual aún no se ha logrado internacionalmente y tiene un alto tiempo de maduración. En términos comerciales, el centro si bien ha generado algunos ingresos por sí mismo, no constituye algo común, lo cual afecta su sostenibilidad financiera en el largo plazo. A partir de lo anterior, se puede concluir que es probable que el centro continúe funcionando principalmente con los aportes de Milenio, por lo que la factibilidad de continuidad disminuye considerablemente posterior al financiamiento de Milenio, ya que el centro no obtiene fondos de otras instituciones y sus ingresos por comercialización de servicios o contratos son escasos. En términos institucionales, no se aprecia que existan barreras.

### **Instituto de Oceanografía**

El Instituto de Oceanografía (IMO)<sup>79</sup> se forma en el año 2013, siendo albergado por la Universidad de Concepción y la Pontificia Universidad Católica de Chile. Actualmente continúa funcionando con financiamiento de Milenio hasta el año 2023.

El VAN obtenido por el Centro es negativo con un valor de \$-6.070 millones de pesos, y a diferencia de los otros, la TIR es imposible de definir, debido a que los flujos futuros son siempre negativos, lo cual se debe a que este cuenta con diferentes beneficios que generan flujos positivos, pero éstos son considerablemente menores a los fondos e inversiones recibidos por el centro, los cuales son contabilizados como un costo.

Los beneficios considerados fueron:

- Formación de Capital Humano especializado
- Patentes
- Ingresos por servicios
- Prevención de marea roja

De ambos, la Prevención de marea roja el que representa una mayor proporción del VAN social con un 98,1%.

No se aprecia una gran comercialización de servicios por parte del centro, lo cual afecta su autonomía financiera. Respecto de la institucionalidad existente, no se aprecian barreras para el centro. Finalmente, la continuidad del centro se ve difícil de lograr con a la misma escala que tiene actualmente, debido a que luego de que se acabe el financiamiento de Milenio, contará con muchos

---

<sup>79</sup> Para mayor información, visitar el siguiente [enlace](#)

menos recursos si estos continúan proviniendo casi exclusivamente de los fondos de otras instituciones o programas.

### III.3.2 Resultados ACB Núcleos.

En el caso de los Núcleos se entregan los resultados en términos del flujo de beneficios y costos y el VAN social para cada caso.

Tabla 35: Flujo de beneficios y costos sociales (en miles de pesos del 2019)

Flujos Económicos Netos	Años										
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
<u>ESMOI</u>	-1.676	-881	-706	-531	-357	-182	-7	168	343	431	520
<u>NMTM</u>	-430	-61	161	179	197	216	235	254	350	292	311
<u>MiNICAD</u>	203	-73	535	1.143	1.751	3.164	3.772	4.380	4.988	5.596	6.204
<b>Flujo Agregado Neto</b>	<b>-1.903</b>	<b>-1.015</b>	<b>-10</b>	<b>791</b>	<b>1.592</b>	<b>3.198</b>	<b>4.000</b>	<b>4.801</b>	<b>5.681</b>	<b>6.319</b>	<b>7.035</b>

Indicador	Valor
<b>VAN social ESMOI</b>	-3.132
<b>VAN Social NMTM</b>	1.023
<b>VAN Social MINICAD</b>	20.798
VAN Social Agregado (en millones de CLP)	18.689
VAN Social Agregado(en millones de USD)	27
TIR	45%

El Núcleo Milenio de Ecología y Manejo Sustentable de Islas Oceánicas, ESMOI, presenta un VAN Social Negativo (\$-3.132 millones de pesos) y, por tanto, una TIR negativa (-14%). Esto se debe principalmente a que los costos que presenta este Núcleo superan a los beneficios identificados, en este caso, la formación de capital humano y ahorro en limpieza de playas, no logran compensar los costos identificados, si bien la investigación que se lleva a cabo es de frontera, no necesariamente tiene salida al mercado o encuentra mecanismos para que esto puede acontecer. Por lo tanto, los flujos resultantes en la estimación en su mayoría son negativos.

El Núcleo Milenio Trazadores de Metales en Zonas de Subducción, NMTM, presenta un VAN Social Positivo (\$1.023 millones de pesos), y una TIR positiva (30%). Esto es debido a que los flujos son positivos a partir del segundo año, lo que se explica por los ingresos por contratos y servicios orientados a la industria, los que son altos y tienen una probabilidad de éxito alta

El Núcleo Milenio de Enfermedades Asociadas a los Canales Iónicos, MINICAD, presenta un VAN Social Positivo (\$20.798 millones de pesos) y una TIR sin poder ser identificada. Esto se debe a que los flujos son prácticamente positivos desde el inicio de la estimación, por lo cual se dificulta la estimación de la TIR<sup>80</sup>. Los flujos de MINICAD son los más altos de los tres Núcleos, lo que se debe, por un lado, a los altos ingresos, y por otro, por una apropiación alta de la formación de capital humano.

Al momento de agrupar los VAN Sociales de los Núcleos, se aprecia que de manera agregada estos logran generar beneficios sociales importantes, lo cual se evidencia con el VAN social positivos (\$18.968 millones de pesos), al igual que la tasa interna retorno (45%), la cual es mayor a la tasa social descuento (6%).

Respecto a las variables o elementos que influyen en los resultados, o que los hacen más sensibles, se puede señalar los siguiente:

- La cantidad anual que continúa un PhD del Núcleo NMTM y la tasa de atribución del centro, son relevantes para la obtención de los resultados.
- El riesgo tecnológico asociado a los Núcleos es alto debido a que las áreas de desarrollo de los 3 requieren de nueva tecnología, tanto desarrollada por ellos como por otras instituciones, de manera de poder seguir generando proyectos.
- El riesgo comercial también es alto al hacer una mirada de forma conjunta, debido a que los proyectos que actualmente se están desarrollando no necesariamente presentan un direccionamiento hacia mercados y, por tanto, no se realizan con ese propósito, sin embargo, para NMTM no existe un riesgo comercial debido a que el centro cuenta con contratos y servicios con la industria.
- Por último, la continuidad del centro se presenta con una probabilidad bastante alta. Por un lado, MINICAD se encuentra recién en su primer período de 3 años, por lo que podría adjudicarse otros 3 años y seguir funcionando bajo el financiamiento de Milenio. Por otro lado, ESMOI y NMTM se encuentran finalizando su segundo período de 3 años, pero pueden postular para convertirse en un Instituto

---

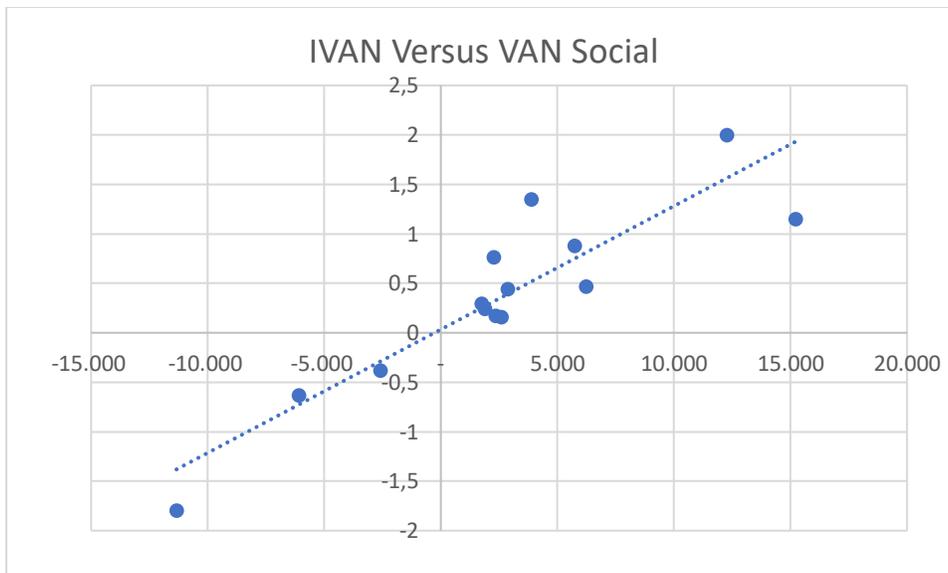
<sup>80</sup> Recordemos que la TIR es la tasa que vuelve el VAN cero, y por tanto, si los flujos son siempre positivos, el VAN nunca será cero.

#### IV. Conclusiones del estudio.

Se presenta a continuación las conclusiones del análisis cualitativo y cuantitativo del estudio. En términos generales, el análisis de la producción de resultados no académicos da cuenta que los Institutos y Núcleos valoran los recursos recibidos por el programa lo que les ha permitido llevar a cabo un conjunto significativo de desarrollos que presentan potenciales beneficios económicos. En este sentido, se aprecia que la gran mayoría de centros estudiados exhiben beneficios económicos potenciales importantes. Esto significa valores positivos para el VAN social y para el retorno de cada peso invertido, como se aprecia en el gráfico siguiente donde el eje horizontal corresponde al monto de VAN social expresado en miles de pesos y el eje vertical corresponde al retorno por peso invertido.

Se debe relevar además la línea de tendencia que presenta el gráfico 55 la cual muestra una relación positiva entre ambas variables analizadas. En general, la mayor rentabilidad por peso invertido, y mayor VAN social se da en instituciones que tienen un mayor tiempo en términos relativos funcionamiento, más cercanía a mercados, y menores barreras institucionales.

**Gráfico 55: IVAN versus VAN Social**



Junto con lo anterior, es importante señalar, que los Institutos que presentan un mayor VAN social y mayor retorno por peso invertido, esto es, aquellos que se encuentran en la parte superior del cuadrante, donde se encuentran los valores positivos, presentan un mayor número de años de funcionamiento. Lo anterior, es del todo coherente con el hecho que se requiere de tiempo de maduración para que los desarrollos tecnológicos puedan concretarse y genera un valor económico social, que puede ser medido por la vía de mercados, representando la generación de un beneficio también privado, así como también, la valoración económica asociada al ahorro de recursos por parte del Estado.

Desde una perspectiva amplia, la producción de resultados no académicos es un elemento que se genera como parte de funcionamiento del programa, aun cuando no sea necesariamente su foco, es considerado un aspecto clave para los programas de apoyo al desarrollo científico. Dependiendo de la especialización de un programa, que en el caso de Milenio corresponde a la promoción de investigación básica o fundamental, existe un conjunto amplio de posibilidades de generación de resultados no académicos que incluye, además de los bienes y servicios innovadores y tecnológicos, la formación de capital humano no académico, la provisión de información útil basada en el conocimiento científico, particularmente para la toma de decisiones a nivel de políticas públicas, y la prestación de servicios técnicos de alta especialización, entre otros.

Se estima que el balance en la oferta de bienes y servicios no académicos debe abordarse en el espacio de política de promoción de centros. Es razonable que esta oferta sea distinta dependiendo de la especialización de los centros y que solo unos pocos posean aptitudes para producir y comercializar bienes y servicios innovadores y tecnológicos a través del mercado, mientras en la mayoría de los casos se pueda esperar un mayor aporte a través de la promoción del uso de la información y las capacidades que se generan con el programa.

#### **IV.1 Conclusiones análisis cualitativo**

La revisión de los antecedentes recabados a través del trabajo de campo de este estudio permite la identificación de algunos aspectos de interés a nivel del desempeño de los centros y del diseño y operación del programa Milenio.

i) En cuanto a la apreciación general del programa, Milenio es un programa conocido a nivel del sector público, con un mayor nivel de conocimiento en aquellos servicios y ministerios relacionados con el fomento de la ciencia, tecnología e innovación, pero con una aproximación más vaga y general por parte de representantes del sector privado. A nivel del sector público no relacionado con el programa, no se dispone información regular de los programas públicos. Aunque esto puede generalizarse para la mayoría de los programas públicos, es especialmente importante para aquellos asociados a la producción de conocimiento. En el caso de Milenio un grupo de importante de proyectos genera y mantiene información con potencial de utilización a nivel de políticas públicas.

ii) La orientación del programa apunta a la promoción de investigación del tipo *blue sky* en base a actividades de investigación básica o fundamental. Gracias a esta especialización se espera posibilitar la producción de conocimiento científico en el país. Este foco es compartido por los directores de los Institutos y Núcleos del programa. De esta forma, los responsables de los centros entienden que la actividad de investigación científica es su principal obligación.

iii) El grado de adhesión al programa de los responsables de los centros es muy alto. Ello se explica por una percepción compartida en torno a la libertad para investigar y la alta selectividad del programa en su proceso de postulación, atributos que no tendrían otros programas públicos nacionales. La libertad en términos de áreas y /o temas de investigación es un rasgo importante que

da cuenta de actividades de investigación básica guiadas por preguntas planteadas por los investigadores de los centros y su agenda de investigación.

iv) Existe una percepción relativamente generalizada a nivel de los responsables de los centros respecto de que el programa produce conocimiento de frontera, es novedosa y bien recibida a nivel internacional. Ello por cuanto el trabajo de investigación se desarrolla en ámbitos con desafíos relevantes, en los que normalmente no existía el conocimiento científico suficiente al momento de iniciar el trabajo como centro del programa. Un grupo importante de Institutos y Núcleos estima que las investigaciones generan conocimiento científico disruptivo o que aportan con un avance científico significativo.<sup>81</sup> Un aspecto relevante respecto del aporte científico de los centros Milenio es que encaran desafíos en torno a fenómenos singulares lo que aparentemente ha incentivado a los centros al desarrollo de nuevos instrumentos y métodos de investigación, nuevas agendas de investigación y cambios de paradigmas en su campo de trabajo.

v) A nivel de resultados, aunque el alto peso relativo que mantienen la actividad de desarrollo de investigación básica y los resultados que ello genera determina de manera muy importante el conjunto de “bienes y servicios” producidos por los centros, un grupo relevante de éstos da cuenta del interés en la realización de actividades asociadas a la generación de algunos resultados e impactos no académicos. Esto es particularmente importante para aquellos Institutos del programa que disponen de una mayor trayectoria de trabajo. Esto sugiere la idea de una implementación paulatina en el tiempo del denominado enfoque traslacional. Es importante señalar que la menor producción relativa de bienes y servicios no académicos es consistente con la importancia asignada a investigadores y científicos, universidades y otras entidades científicas junto a la comunidad educativa como los destinatarios principales de los resultados de los centros.

vi) De cualquier forma, se estima que los aportes no académicos del programa son hasta ahora modestos. Este tipo de resultados, que involucran ámbitos tales como la formación de recursos humanos más allá del espacio académico, la producción y provisión de información útil, la prestación de servicios técnicos de alta especialización y la generación de bienes y servicios innovadores (a través de actividades innovadoras, patentes, entre otros), parece estar relegado a un segundo plano. Es importante señalar ello colabora con la mantención de dudas respecto del retorno que puede generar la inversión pública en actividades científicas. Por ello es necesario explorar mecanismos que apoyen diversas vías para la utilización de resultados generados por los centros del programa.

vii) El modelo del trabajo del programa es percibido como una plataforma que promueve la investigación a través de esquemas de asociatividad, colaboración y multidisciplinariedad, el cual

---

<sup>81</sup> Aunque se trata de una auto evaluación, las estimaciones no son muy distantes de las evaluaciones independientes realizadas por el European Research Council al menos para Institutos y núcleos de ciencias naturales y exactas.

resulta muy atractivo para el tránsito desde la experiencia de la investigación individual a la investigación asociativa.

viii) Respecto del financiamiento de los centros existe una comprensión relativamente generalizada de que se trata de un aporte con características de financiamiento basal. Esto significa que los recursos aportados por el programa no podrían por sí mismos financiar todas las actividades de los centros, al menos en las escalas de trabajo que éstos han definido. Gracias a los recursos aportados por otras fuentes de financiamiento, que incluye en casi todos los casos FONDECYT y otros fondos públicos, permite la adscripción de investigadores, particularmente los más jóvenes, y la realización de las inversiones más importantes como infraestructura o compra de grandes equipos. Este esfuerzo conjunto es el que permite, en términos financieros, que los centros realicen el conjunto de actividades que reportan.

ix) Un aspecto que se debe explorar en el marco del análisis de política pública para la promoción de centros científicos y tecnológicos es la diferencia en la regla de subsidio de los programas públicos existentes. Lo propio ocurre con las exigencias de aportes de otras fuentes. En el caso del programa Milenio, tampoco es clara la diferencia entre Institutos y Núcleos del área de las ciencias sociales en relación al área de ciencias naturales y exactas en términos de asignación de recursos. Es decir, no existe un conjunto de criterios que permitan direccionar o focalizar si fuese el caso en una u otra área.

x) El modelo de incubación de centros de Milenio es un caso interesante para la discusión de política pública asociada a la creación de centros que formen y mantengan capacidades científicas y tecnológicas. El apoyo a Núcleos como primera fase de la creación de Institutos permite disponer de una suerte de “primera etapa de tipo experimental” en la cual se puede asumir un mayor riesgo y el costo de la equivocación en la selección no es tan alto si se considera que previene de inversiones públicas de mayor envergadura. De cualquier forma, se debe revisar la extensión de los períodos de ejecución de los Núcleos considerando el nivel de desarrollo que efectivamente alcanzan en los primeros tres años.

xi) Un aspecto relevante del diseño del programa se relaciona con el modelo de autonomía de los Núcleos e Institutos. A nivel de Núcleos, el modelo tipo “FONDECYT extendido” entraña riesgos de tipo operativo para los responsables. En el caso de los Institutos, los riesgos son más bien de tipo estratégico ya que no son considerados las políticas y regulaciones de las universidades en esta área. El desalineamiento entre el programa y las directrices universitarias puede perturbar el proceso de constitución efectiva de nuevas entidades. En la práctica, para un número importante de los Institutos, su constitución como corporación no se ha reflejado aún en niveles de independencia institucional efectivos.

xii) Una preocupación que debe ser abordada a nivel de la política pública de promoción de centros científicos y tecnológicos, es la desventaja en que se encuentran las universidades regionales particularmente aquellas de menor tamaño y con menores recursos. En general, los resultados de

la asignación de centros del programa reproducen la alta concentración en la Región Metropolitana y en las dos principales universidades nacionales. Este aspecto requiere de la exploración de medidas complementarias que ayuden a superar las brechas que inhiben la participación de universidades regionales en el programa.

xiii) Finalmente, en relación con los procesos productivos, hay una opinión relativamente extendida a nivel de los responsables de los centros sobre el adecuado desempeño del programa. Esto considera tanto el soporte administrativo como los tiempos involucrados en los procesos principales del programa. La vinculación con el medio corresponde a un ámbito de trabajo que debe desarrollarse de manera complementaria a las actividades principales por los centros del programa Milenio. El trabajo de apoyo del programa en la vinculación con el medio es altamente valorado en las tareas de difusión e incorporación en eventos de difusión o en publicaciones de los avances de los centros a través de distintos medios.

## IV.2 Conclusiones análisis cuantitativo

La literatura sugiere que la aplicación del ACB se utiliza fundamentalmente desde una perspectiva ex ante, con el fin de orientar la asignación de recursos en el área de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI). Sin embargo, la experiencia reciente del estudio Milenio deja en evidencia, como es en el caso del estudio de los Centros Milenio, la pertinencia del enfoque para identificar y estimar los beneficios económicos potenciales ex post. El concepto de beneficios potenciales se refiere a que, dado los tiempos requeridos para la maduración de los “desarrollos”, entendidos estos en un sentido amplio, como productos de la investigación por líneas o áreas de los centros y que son factibles de obtener en el mediano plazo, requieren de mecanismos que permitan concretar dichos beneficios, la existencia de estos mecanismos requieren competencias técnicas y capacidades de articulación que no necesariamente se encuentran presentes en los equipos de investigación.

En el caso de los indicadores obtenidos, en general, se aprecia un aporte en términos **de un VAN social positivo** para el conjunto de Institutos y Núcleos, así como también un **IVAN promedio del 0,39** para el caso de Institutos. En este sentido, se hace factible la construcción de indicadores que permitan una articulación tanto metodológica como presupuestaria con los actores relevantes del sistema nacional de innovación. Dentro de este contexto la aplicación del ACB permite concluir los siguientes aspectos en cuestión:

i) **Carencia de un componente de desarrollo de modelos de negocios e indicadores asociados a resultados.** Se aprecia que, en los equipos de investigación o en la dirección ejecutiva de los centros, la articulación con el medio en el ámbito del desarrollo de modelos de sostenibilidad financiera basados en el conocimiento de los centros o en su conjunto de innovaciones no es parte de sus capacidades instaladas y tampoco es necesariamente del interés de éstos, dado que en su concepción los centros están pensados como centros de investigación de excelencia. Por lo tanto, aquí se encuentra invisibilizada una “fase” que emerge posterior a los desarrollos o prototipos

elaborados, y que consiste en la vinculación hacia la sostenibilidad financiera y/u obtención de beneficios sociales y/o económicos.

**ii) Los tiempos de maduración asociados a los productos o desarrollos de las líneas son heterogéneas.** Uno de los elementos que deja en evidencia la aplicación del ACB, a partir de examinar las fichas de evaluación, es la heterogeneidad necesaria en las líneas o áreas de investigación de los centros para que estos puedan generar conocimientos factibles de constituirse en “desarrollos”, o productos y/o servicios. Poder desarrollar esas áreas de investigación hasta un punto en que se encuentre alguna innovación requiere de un horizonte temporal relativamente amplio, el cual depende de un conjunto de factores no necesariamente controlables por parte del centro ni factibles de solucionar dentro del horizonte inicial de financiamiento, como pueden ser lograr la vinculación con otra institución interesada, la adecuación de infraestructura para la realización de pruebas, o el cumplimiento de protocolos administrativos de las universidades o legislativos. Además, la vinculación con otras instituciones y fondos estatales no permite identificar una pertenencia exclusiva de los productos o desarrollos con el origen de los fondos en particular.

**iii) Sistema de información incompleto del estado de los desarrollos productos y/o procesos de centros.** Para poder conocer y evaluar el grado de avance de los productos, servicios, desarrollos o resultados de líneas, es un requisito fundamental que los centros provean de información que permita una sistematización coherente e integrada. Tanto la información de recursos de diferentes financiamientos, como la integración de los avances y resultados en una base de indicadores del programa, aún se encuentra en desarrollo. Actualmente, la información se entrega a partir de memorias anuales, las cuales tienen el problema, como registro información en cuanto a los ámbitos asociados a beneficios económicos sociales, de que no entregan información que permita llevar a cabo una medición del impacto no académico de la ciencia. Esto, debido a que las memorias enuncian información, pero no se realizan precisiones en términos de valores económicos asociados, tiempos de desarrollo estimados y/o proyección de resultados. Más aún, respecto de los ingresos de los centros, es posible notar que en las memorias estos no siempre mantienen coherencia respecto de los ingresos pasados, y que, como se indicó desde Milenio, los centros no están obligados a dar cuenta de ingresos distintos a Milenio, lo que impide evaluar cómo ha logrado insertarse en la sociedad o en ecosistemas en términos económicos.

**iv) Bajo nivel de capital humano destinado a la vinculación con los mercados.** Un elemento que se deben considerar son las capacidades de los equipos, los recursos y el tiempo necesarios, para acercar los desarrollos de los centros al mercado o sectores productivos. En general, esto no se encuentra dentro de las funciones de los centros, y sus capacidades en este ámbito son bajas, salvo algunas excepciones. La coordinación con el sector privado no se encuentra afianzada en los centros, y tampoco es parte de sus objetivos principales. La coordinación con dicho sector en un elemento que requiere de condiciones previas, como puede ser, por ejemplo, la asignación de recursos particulares para la contratación de personas que cuentan con el conocimiento y experticia para vincular a los centros con el mercado y la industria privada.

**v) Inexistencia de una tasa social de descuento para proyecto de ciencia, tecnología e innovación.**

Metodológicamente el sistema nacional de inversión pública descuenta los proyectos que requieren financiamiento público a una tasa del 6% anual, la cual se obtiene a partir de utilizar la metodología tradicional para la estimación del costo de oportunidad de utilizar los fondos o recursos públicos por parte del Estado. Sin embargo, metodológicamente existe una carencia respecto de cuál es la tasa pertinente para proyectos CTI, que incorpore de forma efectiva la incertidumbre asociados a la obtención de resultados, y el ciclo de la generación de desarrollados por parte de los centros.

vii) **Valoración de los investigadores del Programa.** Los investigadores asociados a los centros Milenio valoran el programa, debido a que les permite realizar gastos más flexibles, lo cual a su vez facilita el desarrollo de las investigaciones de frontera. En relación con esto, es importante tener en cuenta que el objetivo principal de Milenio ha sido planteado principalmente como investigación de frontera y excelencia, y no como una plataforma exclusiva de innovación y desarrollo.

## **V. Recomendaciones**

Las recomendaciones y propuestas que se presentan en esta sección han sido agrupadas en cuatro ámbitos principales. El primero se orienta a aspectos relacionados con la evaluabilidad del programa, el segundo ámbito recoge aspectos asociados a las condiciones necesarias para apoyar el impacto de algunos resultados no académicos, el tercero se asocia a aspectos operativos y diseño del programa y el cuarto da cuenta de algunos aspectos de reforzamiento de los centros Milenio.

### **V.I. Recomendaciones a nivel de política**

**i) Reforzamiento del apoyo de Milenio en su rol de promotor de las actividades de desarrollo científico**

El marco nacional de apoyo público a las actividades de ciencia, tecnología e innovación puede generar confusiones por un cierto nivel de duplicidad en los objetivos y alcances de algunos programas. Ello ocurre particularmente entre los programas FONDAP y Milenio y, en una relativa menor medida entre estos dos programas y los centros científicos tecnológicos de excelencia que cuentan con Financiamiento Basal del Programa de Investigación Asociativa (PIA) y los centros apoyados a través del programa Centros regionales. En efecto, más allá de las reglas específicas respecto del financiamiento y otras estipulaciones establecidas en las bases de cada programa en cuanto a los resultados e impactos esperados, no resultan nítidas las diferencias que existen entre los centros apoyados por uno u otro programa.

Dicho de otra forma, la mayoría de los centros beneficiarios de los programas públicos podrían ser apoyados por cualquiera de estos cuatro programas. En este contexto, surge una recomendación de tipo estratégica que apunta al reforzamiento del apoyo de Milenio en su rol de promotor de las

actividades de desarrollo científico. La implementación de una propuesta en esta línea depende del diseño de la política pública de apoyo al desarrollo de los centros científicos y tecnológicos nacionales.<sup>82</sup>

El desafío de especialización del programa Milenio es el apoyo a centros especialmente dedicados a la generación de conocimiento y el desarrollo científico nacional. En la práctica, sin embargo, los centros beneficiarios del programa realizan un conjunto de actividades en el ámbito de ciencia, tecnología e innovación. Dependiendo de la política nacional que defina la orientación de los distintos programas públicos, en el caso de Milenio su apoyo a las actividades científicas puede considerar también el apoyo a centros con propósitos más amplios, incluyendo centros no beneficiarios del programa, pero con una identificación y seguimiento claros respecto de las actividades que se promueven.<sup>83</sup>

## **ii) Resultados e impactos del programa: Diseño de un sistema de gestión y seguimiento de la formación y adscripción de investigadores.**

¿Qué tipo de resultados e impactos se le debe exigir al programa Milenio? Desde su puesta en marcha, las herramientas de gestión para el monitoreo y evaluación del programa, principalmente a través de las diversas formulaciones de su marco lógico y/o de la teoría del cambio, han incorporado tanto los resultados e impactos académicos como los no académicos.

A nivel de sus resultados e impactos académicos, el programa enfrenta como desafíos principales la formación de nuevos investigadores y científicos nacionales y asegurar que las investigaciones que desarrollan los centros beneficiarios sean de excelencia y el conocimiento científico generado tenga atributos de conocimiento de frontera.

El apoyo del programa a la formación de nuevos investigadores y científicos nacionales no dispone de metas e indicadores que orienten estimaciones de la contribución que realiza. Aunque como se ha visto anteriormente la inversión de Milenio puede tener efectos positivos sobre la cantidad de investigadores y sus salarios, existen algunas distorsiones que se generan por la operación simultánea de programas públicos. La principal recomendación en este campo es el diseño e implementación de un sistema de gestión y seguimiento de la formación y adscripción de investigadores que agregue y consolide los resultados de los programas públicos.

En cuanto a la calidad de la investigación apoyada por el programa, sin perjuicio de que Milenio dispone de un sistema de selección basado en la evaluación de expertos internacionales la que opera como una evaluación de *input*, se estima que resulta importante disponer de comparaciones

---

<sup>82</sup>En la actualidad el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación se encuentra elaborando un plan para los centros científicos y tecnológicos nacionales. Este considera en una primera etapa el trabajo con los programas Milenio, FONDAP, Financiamiento basal y Centros Regionales.

<sup>83</sup>Hasta ahora la política se ha focalizado principalmente como un esfuerzo de coordinación de la asignación de recursos y el funcionamiento de los programas públicos, manteniéndose en un segundo plano los requerimientos y metas que se pudieran establecer respecto de cuántos centros y de qué características es necesario disponer en el país.

respecto del nivel y aporte del conocimiento científico que efectivamente resulta de las investigaciones realizadas por los centros. Este tipo de evaluación permitiría conocer la calidad y el tipo de *outcome* que genera el programa. Para ello se recomienda gestionar la integración a un sistema de evaluación internacionalmente, como el que dispone el European Research Council (ERC) que evalúa y califica los atributos del conocimiento científico generado con soporte de fondos públicos según niveles (disruptivo, significativo, incremental o simplemente sin una contribución apreciable). Esta comparabilidad puede resultar clave para orientar los esfuerzos futuros del programa.

En cuanto a las actividades y resultados no académicos, a nivel de su formulación el programa ha definido su interés en la promoción de posibles impactos en competitividad y productividad como dimensiones relevantes para evaluar el desempeño del programa. Hasta ahora es difícil evaluar la contribución del programa a estos objetivos. Ello se debe en parte a la concurrencia de diversos fondos que colaboran simultáneamente con los mismos grupos de investigadores y la ausencia de un sistema común de gestión de indicadores de resultados e impactos de los fondos públicos.

La revisión del trabajo realizado por los distintos centros del programa da cuenta que, sobre una base común de desarrollo de actividades de investigación, formación de nuevos investigadores y de difusión de algunos de sus resultados a la comunidad, solo algunos centros están interesados y son capaces de desarrollar de manera sistemática actividades “agua abajo”. Esto significa que sólo una fracción de los centros beneficiarios del programa busca cubrir de manera relativamente completa las etapas que van desde la generación de conocimiento hasta la producción y comercialización de soluciones, bienes y servicios innovadores en el mercado y, por lo tanto, son susceptibles de aportar al programa con resultados evaluables en las áreas de competitividad y productividad. Se debe considerar además que los centros que cuentan con actividades innovadoras y de desarrollo tecnológico suelen buscar apoyos en otros programas de mayor especialización en el área como FONDEF y las líneas de promoción de la innovación de CORFO.

## **V.II. Recomendaciones para fortalecer resultados no académicos**

- i) Incorporación de resultados verificables en estos tres ámbitos: Actividades, resultados e impactos y su respectivo monitoreo.**

¿Cuáles son entonces los resultados e impactos no académicos que pueden exigirse al programa? Sobre la base de las actividades de desarrollo científico, las principales actividades no académicas identificadas corresponden a la formación y especialización de capital humano no académico, la generación y provisión de información técnica y la oferta de capacidades científicas. Estas actividades son comunes a todos los centros beneficiarios y se estima deben constituirse como una base mínima exigible para la generación de impactos no académicos.

La recomendación en el ámbito de actividades no académicas apunta entonces a la incorporación de resultados verificables en estos tres ámbitos. En lo formal, esto implica además una reformulación de la teoría del cambio del programa considerando que la inversión en actividades

de desarrollo científico permite obtener resultados en la formación de capital humano no académico, la generación y provisión de información técnica y la oferta de capacidades científicas.

Sin perjuicio de la demanda que puede levantar el sector privado por formación de capital humano, información y servicios especializados asociados a estas actividades, un aspecto que parece clave es la exigencia mínima al programa de promover que los resultados de estas actividades sean utilizados por parte del sector público. La siguiente tabla presenta de manera esquemática las tres áreas de actividad y los tipos de resultado e impacto que debieran ser exigibles para el programa.

Tabla 34: Esquematización de actividades, resultados e impactos de interés público

Actividades	Tipo de resultados	Tipo de impacto
<b>Formación y especialización de capital humano no académico</b>	Capacitación y entrenamiento técnico de oficiales públicos	Mayor eficiencia de la función pública Mayor productividad de oficiales públicos
<b>Provisión de información</b>	Generación y empaquetamiento de información útil para políticas públicas	Mayor eficacia de las políticas públicas sectoriales
<b>Disponibilidad de capacidades científicas</b>	Acceso recurrente a través de contratos técnicos de alta especialización Colaboración de investigadores en ámbitos específicos de interés	Resolución de problemas de política pública relevantes

Fuente: Elaboración propia.

La identificación de resultados no académicos de interés público supone un esfuerzo de monitoreo por parte de la Secretaría ejecutiva del programa Milenio. En la práctica, a partir de la definición de algunos resultados no académicos específicos en cada centro, el rol de esa secretaría resulta clave para identificar y gestionar la aproximación a la demanda pública potencial. Es importante señalar que este tipo de proceso se caracteriza por altos costos de transacción, particularmente para entidades ajenas al sector público.

Sin perjuicio de la importancia resultados no académicos de interés público, un conjunto importante de centros produce resultados cuyos impactos dependen de las capacidades de operación de mercado que dispongan. Para el programa es importante fortalecer sus capacidades para el monitoreo de este tipo de actividades, así como para apoyar a los centros en su desarrollo. Las siguientes recomendaciones se orientan a este tipo de proceso de fortalecimiento.

**ii) Incorporación de indicadores en torno a productos y resultados vinculados al ámbito de competitividad del programa de forma explícita.**

Si bien a nivel de evaluaciones existentes del programa la contribución hacia el ámbito de la competitividad y bienestar social se encuentra a nivel de fin, es factible generar indicadores por parte del programa que puedan ir en esta dirección: a nivel de producto o resultados e impacto, (ver tabla siguiente). La construcción de estos requiere que los centros envíen información de forma continua, con periodicidad a lo menos anual. En este sentido, es recomendable un sistema de llenado en línea de indicadores que se quieran implementar.

**Tabla 36:  
Indicadores de productos y resultado/impacto**

	Tipo de indicador		
	Proceso	Producto	Resultado/Impacto
Indicadores asociados a competitividad económica	No se detectan	1. Cantidad de patentes adjudicadas. 2. Tasa de crecimiento de contratos y/o servicios comercializados. 3. Tasa de crecimiento de ingresos por contratos y servicios comercializados. 4. Cantidad de empresas (spin-off) creadas por el centro. 5. Tasa de crecimiento de ingresos recibidos por el centro por spin-off. 6. Cantidad de licencias entregadas por el centro.	1. Indicadores de mejoras en bienestar particulares a innovaciones creadas por los centros (ahorro de tiempo, costos, mejora de esperanza de vida, etc.) 2. Tasa de aumento de productividad de las empresas que solicitan servicios del centro. 3. Tasa de crecimiento del valor promedio de las patentes.
Externalidades			Innovaciones de mercado asociadas a los productos del centro pueden implicar externalidades, mediante factores como reducción de tiempos de traslado, disminución de la contaminación o mejora de los procesos médicos. Asimismo, el uso de estas innovaciones o la asesoría de los centros pueden implicar aumentos en la productividad de las empresas, lo cual constituye un beneficio social.

**iii) Creación de un componente dentro del programa asociado al desarrollo de mecanismos de vinculación al mercado, y/o asociado al desarrollo de sustentabilidad.**

Un ámbito de intervención inmediata que va en directa relación con hacer madurar los beneficios económicos potenciales se refiere al desarrollo de un componente dentro del programa que permita la prospección y apoyo para el desarrollo de innovaciones en presencia o ausencia de mercados. Lo anterior, implica el desarrollo de modelos de sustentabilidad tecnológica e innovativa, que puedan ser llevados a cabo por los propios centros, o bien co-ejecutado directamente por parte del programa.

**iv) Instalación de capacidades en los equipos de investigación a través de un programa de formación en modelos de negocios en el área de CTI.**

En la misma línea anterior, la implementación de un programa de formación en diseño de programas CTI y modelos de negocios en este ámbito, puede contribuir a instalar capacidades dentro de los centros para la comercialización de su conocimiento. Dicho programa puede ser anual y similar a las convocatorias que hace el Ministerio de Desarrollo Social para formar recursos humanos en el

ámbito de la evaluación social de proyectos, donde en dichas convocatorias el llamado a participar se da para diferentes profesionales que trabajan en el proceso de inversión pública.

En el caso del programa este llamado puede ser a nivel de investigadores tanto del ámbito público como privado, de diferentes actores institucionales, además, de los considerados directamente de los centros. Esto permitirá en el mediano plazo contar con profesionales formados tanto en el ámbito público como privado en conocimientos, como en diseño e implementación de modelos relevantes.

**v) Diseño e implementación de un sistema integrado de Información y seguimiento de Fondos según fuentes.**

Actualmente el registro de información en cuanto a fuentes de financiamiento obtenidas por los Centros es auto declarativo, por tanto, no se dispone un registro único con respecto a dichos fondos. Estos registros tampoco se encuentran disponibles en una base de datos que permita analizar la complementariedad de las fuentes de financiamiento. Por tanto, implementar un sistema integrado de información, ayudaría a reducir estos costos de transacción y permitir un seguimiento más preciso en torno a uso de fondos públicos.

**vi) Mejoramiento técnico de las memorias a través de la incorporación de indicadores de rentabilidad social.**

Dado que el instrumento primordial de seguimiento y monitoreo del programa corresponde a las memorias, estas deben mejorarse técnicamente respecto a los elementos que deben estar contenidas en estas, al menos al momento de cierre o finalización de financiamientos, así como también al momento de aprobar la continuación en particular de cada centro. Se debe incorporar, al menos, información específica en torno a la generación de beneficios económicos sociales, como VAN social, retorno por peso invertido, así como la medición de las principales externalidades generadas y flujos sociales asociados a innovaciones de los centros junto con el ciclo de concreción de dichos beneficios, además de las condiciones necesarias para que dichos beneficio puedan traducirse en beneficios sociales.

**vii) Implementación de auditorías de Innovación.**

Dentro del contexto anterior, un instrumento utilizado como parte del seguimiento de los programas es la aplicación de auditorías de calidad asociadas al desarrollo de innovaciones, de modo que la verificación in situ permita efectivamente contribuir a analizar los potenciales económicos sociales que se deriven de los desarrollos y prototipos, o bien, bienes y servicios desarrollado así como también su demanda potencial.

**viii) Reconsideración de los royalties exigidos por universidades.**

Es común que las Universidades exijan royalties respecto de los descubrimientos e innovaciones generados por los centros albergados en las mismas. Estos pueden ser muy altos como para generar interés en instituciones privadas. Por ejemplo, según se indicó en una entrevista la directora del Instituto de Dinámica Celular y Biotecnología, la Universidad de Chile exige un royalty de 60%,

mientras que desde el Instituto de Biología Integrativa y de Sistemas se nos indicó que la Pontificia Universidad Católica de Chile exige un 50%. Estos valores son muy altos como para atraer a inversionistas privados, de manera que se sugiere llevar a cabo una negociación que permita reducirlos.

**ix) Realización de ferias Tecnológicas para desarrollos tecnológicos en ciencias básicas.**

Una feria es un evento industrial, social, económico y cultural —establecido, temporal, periódico o anual— que se lleva a cabo en una sede o lugar de eventos y que llega a abarcar generalmente un tema o propósito común. En este contexto realizar ferias tecnológicas orientadas a inversionistas potenciales, puede constituir un mecanismo de articulación entre ciencia y sector privado, llevada a cabo por Milenio.

**x) Valoración en el currículum de investigadores la generación de desarrollos tecnológicos.**

Uno de los desincentivos para la generación de desarrollos tecnológicos es el tiempo que los investigadores deben deberán dedicar ya sea a la obtención final del desarrollo tecnológico o los esfuerzos destinados a la articulación, por tanto, se debe incorporar en la puntuación de los cv este hecho, de modo, que junto con la publicación de papers también sea factible y sea sujeto de reconocimiento dentro de las postulaciones este elemento.

**xi) Llevar a cabo encuentros de mejores prácticas de vinculación con la industria entre Institutos.**

Un ámbito que surge de entrevistas realizadas es la heterogénea capacidad para vincularse con el mundo privado, así como la generación de red de contacto, y desarrollo de modelos de negocios. En este sentido, encuentros que permitan compartir experiencias exitosas, y/o instalar capacidades a partir del trabajo entre centros será relevante para los próximos años.

**V.III. Recomendaciones a nivel de programa**

**i) Revisión de las condiciones de financiamiento con el objeto de que no exista diferenciación por área.**

A nivel del financiamiento del programa, el desarrollo del estudio permitió identificar como recomendación principal la evaluación de la regla de subsidio que diferencia por el aporte público áreas de trabajo. Esta diferenciación en el apoyo financiero aparentemente no tiene fundamentos sólidos que la respalden. En esta perspectiva, la recomendación apunta a disponer de una única regla de financiamiento para centros con independencia del área a la que pertenezcan. Esto significa eliminar la discriminación respecto de la actividad en el área de ciencias sociales. En la práctica, el programa debiera operar con montos máximos para todas propuestas provenientes de cualquier área científica, mientras la definición de los recursos a asignar a los proyectos seleccionados debe realizarse en base al examen y justificación de las actividades y costos propuestos.

**ii) Modificar años asociados a periodos de operación de los centros.**

Un segundo tipo de recomendación se relaciona con los períodos de financiamiento de los centros. Considerando que seis años puede ser un período máximo razonable para la etapa de trabajo de los Núcleos, se sugiere revisar la distribución entre el primer período de operación y su renovación. Dados los esfuerzos relativos a organización y puesta en marcha de estos centros que se registran principalmente durante el primer año, la recomendación es aumentar el primer período de operación de los Núcleos a 4 años en tanto se disminuye su renovación a 2 años.

En el caso de los Institutos, la propuesta apunta a mantener que se renueve el financiamiento más de un período. Debiera mantenerse el sistema de renovaciones sin límite disminuyendo de esta forma la incertidumbre en la continuidad de centros especialmente dedicados a la generación de conocimiento y el desarrollo científico nacional.

### **iii) Reforzamiento del sistema de formación de los investigadores integrados a los centros.**

Uno de los aspectos de alta relevancia identificados en este estudio es el proceso de incorporación de nuevos investigadores. Los resultados de muchos centros en esta área, en particular a nivel de Núcleos, apuntan a la necesidad de garantizar el proceso formativo, el cual en la actualidad es altamente dependiente del financiamiento de otros programas de apoyo a la disponibilidad de becas. Las recomendaciones apuntan a la revisión de los mecanismos de financiamiento que posibiliten becar investigadores en los períodos que se requiere por los centros. Ello es posible a través de fondos especialmente dedicados para llamar a concursos por los propios centros o bien a través de la definición de cupos en los programas correspondientes para centros que se encuentran en operación.

### **iv) Perfeccionamiento del proceso de creación de centros**

La decisión de crear nuevas entidades especializadas en el área del desarrollo científico y tecnológico supone un proceso relativamente robusto en el cual participen los agentes institucionales que tendrán grados de involucramiento relevantes en su operación y funcionamiento. Este proceso debiera mantenerse bajo la tutela de la autoridad administrativa que corresponda considerando que el rol de programas como Milenio u otros programas públicos es facilitar su implementación. A partir de la creación y operación del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación es razonable esperar una revisión de cuáles programas públicos tendrán como objetivo apoyar la creación de nuevas entidades científico-tecnológicas.

En el contexto actual, para la creación legal de los Institutos Milenio es altamente recomendable iniciar un proceso de incorporación de las universidades albergantes, tanto en la evaluación de la decisión de creación de un centro como en el análisis de posibles mecanismos de participación en su funcionamiento. Ello debe redundar en la disminución de costos de transacción entre Institutos y entidades albergantes así como en la posibilidad de robustecer el principal de la organización.

A nivel de Núcleos se sugiere revisar el modelo actual en el cual recae la responsabilidad y los riesgos asociados a procesos de compra y contratación en el director y el director alterno del proyecto. Es posible en este caso también la incorporación contractual de las universidades albergantes.

#### **v) Superación de brechas regionales a partir de mejorar la posibilidad de participación de universidades de menor tamaño**

Un primer tipo de recomendación apunta a mejorar las posibilidades de participación en los concursos del programa para universidades de menor tamaño, particularmente en el caso de universidades regionales. La propuesta en este ámbito apunta a establecer mecanismos de coordinación con los gobiernos regionales para facilitar la inversión conjunta en la atracción de científicos e investigadores con trayectoria a las regiones. A partir de esta preinversión conjunta se espera mejorar las posibilidades de participación de las regiones.

Un segundo nivel de propuesta se orienta al desarrollo de esfuerzos complementarios para apoyar el trabajo de centros que operan en regiones de menor tamaño. En este tipo de regiones el ecosistema de ciencia, tecnología e innovación presenta brechas muy importantes cuando se le compara con la Región Metropolitana e incluso con las regiones de Valparaíso y Biobío. La propuesta en este caso es apoyar a los centros de las regiones con déficits en el ecosistema a través de un financiamiento especial para estadías de entre tres y seis meses de científicos y expertos en temas relevantes para los centros. Un mecanismo de apoyo de este tipo debe apoyar prioritariamente a centros que desarrollan sus actividades en ciudades y regiones de menor dinamismo en esta área lo que excluye preliminarmente a las regiones de Valparaíso, Biobío y Metropolitana.

#### **V.IV. Recomendaciones a nivel de los centros**

Los 14 Institutos financiados presentan algunas diferencias respecto de los resultados no académicos que producen y las condiciones bajo las cuales se facilitan que éstos se materialicen como impactos. A continuación, se presentan recomendaciones para los Institutos del programa ordenadas en 4 grandes grupos de centros.

##### **(i) Institutos con orientaciones a ciclo en completo en CTI**

#### **Instituto de Inmunología e Inmunoterapia<sup>84</sup>**

El centro cuenta con amplia información sobre sus distintas investigaciones, sin embargo, el proceso de comunicación fue complejo y no se pudo obtener mayor detalle sobre los logros del centro. La información obtenida desde las memorias sirvió para poder identificar los principales beneficios económicos que genera el Instituto.

Respecto a la formación de capital humano, el centro posee una gran capacidad para recibir estudiantes dentro de sus diversas áreas de investigación, tanto a nivel nacional como internacional.

---

<sup>84</sup> Sin embargo, se debe considerar que la información no fue suficiente para generar una estimación completamente precisa dado que se utilizaron datos secundarios para ciertos supuestos. Se recomienda entregar información más detallada sobre proyectos que ya estén en la fase final de ejecución o estén con un desarrollo avanzado dentro de las memorias.

Se recomienda poder sistematizar toda la información respecto a los estudiantes que se encuentran en el centro, para poder determinar más fácilmente el destino de estos luego de completar sus estudios en el Instituto.

Respecto a su situación financiera, cuentan con una gran cantidad de recursos públicos y capacidad de generar recursos de forma independiente. Además de Milenio, poseen recursos de FONDECYT, CORFO y FONDEF, que en algunos casos son cifras superiores a lo entregado por Milenio. Por lo que se recomienda continuar con la postulación a este tipo de iniciativa.

En cuanto a los productos generados por el Instituto, se considera que cuentan con un gran avance en su desarrollo, principalmente en vacunas. A pesar de presentar las mismas dificultades que otros centros respecto a las limitaciones legales el centro ha logrado salir a países extranjeros a realizar las pruebas necesarias para poder comercializar sus productos. Se recomienda, de todas formas, unirse con otros Institutos para poder disminuir estos riesgos institucionales a nivel nacional y poder avanzar de forma más eficiente a nivel científico. No se posee información sobre el desarrollo de servicios comercializables, lo cual sería una forma de recibir ingresos de forma constante y estable, entonces se recomienda considerar esta opción en caso de no generar ningún tipo de servicio.

Los beneficios sociales del centro se consideran altamente factibles debido al gran nivel de avance que presentan, sin embargo, presentan un alto riesgo tecnológico ya que la construcción de un centro de manufactura nacional de vacunas requiere de elevados niveles de inversión en tecnología, además de que existe la posibilidad de que llevar la teoría a la práctica sea más costoso de lo considerado inicialmente. A pesar de lo anterior, los beneficios potenciales de lograr el desarrollo completo de las vacunas para el tratamiento del cáncer de melanoma y próstata, junto con el centro de manufactura de vacunas son considerables, así que se recomienda tener precaución con los riesgos anteriormente mencionados, pero llegar hasta la fase final de estos proyectos.

Finalmente, respecto a la continuidad del centro posterior al término de contrato con la iniciativa Milenio, se proyecta que este podrá continuar con su funcionamiento a través de la generación de ingresos propios en venta de productos y la obtención de recursos de entidades públicas y privadas. En este caso el programa podría contribuir al desarrollo de la estrategia de sostenibilidad.

### **Instituto de Neurociencia y Biotecnología**

El centro cuenta con amplia información sobre las investigaciones que realiza, sin embargo, esto no se encuentra sistematizado, por lo que, al ser un Instituto con varios investigadores trabajando la información puede ser algo confusa y no todos tienen acceso a ella. Dentro de la memoria se encuentra bien resumida la información, pero los científicos en sí no tienen mucho conocimiento sobre todas las actividades que existen dentro del centro, así que se recomienda generar instancias donde esta información pueda ser compartida dentro del centro, lo que podría generar un mayor número de colaboraciones entre investigadores.

En cuanto a formación de capital humano, el Instituto cuenta con una amplia y desarrollada gama de ofertas de estudio de la cual participa un número considerable de estudiantes en distintos niveles académicos, sin embargo, podría ser útil, al momento de presentar la información, sistematizar esta

información, para conocer el destino de estos estudiantes posterior a terminar sus estudios en el centro.

Respecto a la comercialización de productos, esta se encuentra más desarrollada en el ámbito tecnológico que de neurociencia, lo mismo con los servicios comercializados, aunque estos representan una fuente de ingresos estable para el centro. Al realizar investigación básica es más complejo sacar del ámbito académico los descubrimientos que realizan.

Lo anterior se encuentra principalmente relacionado con los riesgos institucionales que enfrentan, ya que según expresó el centro, a nivel nacional existen múltiples leyes que limitan la investigación y los estudios clínicos, impidiendo tratar a pacientes o especies más cercanas al ser humano, como el mono. Es un riesgo tecnológico importante, que no solo enfrenta y limita a este Instituto, sino que en su mayoría los centros biológicos o con investigación relacionada a las personas tienen dificultades al momento de desarrollar productos o protocolos que tengan intervención directa con humanos. Se recomienda enfrentar estas dificultades de forma conjunta, con apoyo de las entidades correspondientes, para ver cómo mejorar el escenario actual de la ciencia.

Sus beneficios sociales se consideran que son complejos de lograr en el corto plazo debido a las limitaciones mencionadas anteriormente, por lo mismo es necesario poner énfasis a esta problemática para que la investigación básica que realizan logre alcanzar el nivel más desarrollado y sea aplicable, de lo contrario los beneficios por estos descubrimientos no alcanzarán a la sociedad.

En cuanto a los recursos públicos, el centro ha sido capaz de generar un alto nivel de financiamiento y se destaca a nivel académico, lo que hace probable la adquisición de más fondos públicos a futuro. Además, cuenta con los servicios que comercializa, lo que permite decir que es un Instituto sostenible.

Finalmente, se puede proyectar la continuidad del centro posterior al periodo de financiamiento realizado por Milenio, ya que ha logrado realizar conexiones con la industria y estabilizarse como institución científica a través de los años desde su formación.

### **Centro Interdisciplinario de Neurociencia de Valparaíso**

El centro no cuenta con información suficiente en las memorias para poder determinar los beneficios sociales que generan las investigaciones que realizan. Sus beneficios fueron obtenidos a través de la información entregada en la página del centro. Se recomienda incorporar información más clara y específica de investigaciones que ya estén en una etapa avanzada y que se encuentren relacionadas a la generación de productos o servicios comercializables, al igual que se hace con investigaciones del ámbito académico.

Respecto a la formación de capital humano, el centro presenta información muy clara respecto a los estudiantes que recibe y los programas de los que participa, además sobre el destino de estos estudiantes posterior a su participación en el centro. No se generan recomendaciones en esta área debido al buen trabajo realizado.

En cuanto a los servicios y contratos con la industria generados, se mencionó en la entrevista cualitativa que tenían deseos de patentar su tratamiento relacionado a la boldina, pero no se obtuvo mayor información sobre este elemento debido a la falta de comunicación. Se recomienda seguir adelante con este proyecto debido al alto impacto social que tiene este descubrimiento.

Debido a que se trata del área de la salud es posible que el beneficio social encontrado tenga riesgos tecnológicos e institucionales, ya sea por la dificultad de procesar la boldina y transformarla en un medicamento o debido a leyes que limitan los estudios clínicos con pacientes, respectivamente. Dado que la boldina en sí es un componente ya utilizado a nivel nacional, se considera que este riesgo es menor en comparación a nuevas tecnologías desarrolladas y que no han sido aprobadas por ninguna entidad. Se recomienda, en caso de encontrar limitaciones legales o tecnológicas, aliarse con otros Institutos del área que presenten dificultades similares para poder buscar posibles soluciones a estas barreras.

Desde una perspectiva de recursos públicos, es un centro que utiliza una amplia gama de recursos públicos debido a su alta necesidad de financiamiento, pero que a través de los años ha logrado generar otras instancias de financiamiento que permite considerarle un centro con un buen nivel de sostenibilidad. Se recomienda continuar en la búsqueda de oportunidades de financiamiento que permitan obtener recursos públicos por periodos prolongados, debido a que las investigaciones que llevan a cabo suelen durar varios años, por lo que disminuye la eficiencia del centro al tener fondos públicos de corta duración.

En cuanto a su vinculación con otras entidades, es un centro con varias conexiones a nivel país, en particular, fuera de la capital debido a su objetivo de descentralizar el conocimiento. Además, ha logrado generar vínculos con el extranjero para ampliar su nivel de investigación. Se recomienda relacionar sus redes de colaboración con la expansión del beneficio social que pueden generar con sus productos, para que el beneficio incluya el impacto en el extranjero.

Finalmente, la continuidad del centro puede proyectarse al futuro de forma estable. Es un centro con una larga trayectoria en investigación que nació de forma independiente, por lo que se considera que es capaz de sostener su funcionamiento luego del término de financiamiento recibido por Milenio.

## **(ii) Institutos de mayor especialización científica**

### **Instituto de Biología Integrativa**

El centro muestra que tiene capacidad de recopilar información y saber de cuál dispone, lo cual es positivo. Cabe destacar que, al preguntar al centro por detalles respecto de cómo benefició a los productores de cerveza las asesorías y capacitaciones que han realizado, se sabía qué efectos se podían producir, pero no se contaba con información en términos cuantitativos de los cambios generados en los procesos productivos y la calidad de la cerveza, además de posibles cambios en la rentabilidad de los productores, ya sea por la vía de menores costos o mayores ingresos. En este sentido, se le recomienda al centro realizar un seguimiento de aquellos productores e instituciones, no sólo de cerveza, para saber cuál es el impacto que tiene el centro al respecto.

Respecto a la formación de capital humano, se comentó en la entrevista realizada que cuentan con información de cuáles han sido las instituciones y cargos que posteriormente han tenido los estudiantes e investigadores del centro. Se le sugiere al centro sistematizarla, para poder saber cuál es el impacto que ha tenido el centro en este sentido.

Comercialmente, el centro ha logrado generar instancias para la venta de servicios. Según se comentó en una entrevista, se ha hecho usualmente a precio costo, de manera de maximizar el acceso a estas instancias. Desde una perspectiva social esto es positivo, ya que maximiza la cantidad de personas que pueden acceder a servicios de calidad asociados a la experticia del centro. Sin embargo, se le recomienda al centro introducir cierto margen de ganancia que le permita proyectar su continuidad en el tiempo, en particular para cuando el financiamiento de Milenio finalice.

En término de las innovaciones generadas por el centro, ya se cuenta con un producto experimental, que consiste en el uso de levadura nativa para la elaboración de cerveza, que, si bien no se vislumbra que genere grandes ingresos para el centro, es un éxito en términos de lograr vincularse con el mundo privado y la sociedad. Respecto de tratamientos y soluciones aplicadas a la agricultura, el centro también ha logrado avanzar en estos ámbitos; incluso con una solución relativamente sencilla para las infecciones por *Botrytis cinerea*. Por lo que ve que el centro logra generar soluciones tecnológicas, y se le recomienda continuar con las gestiones y acciones que lo han permitido.

Institucionalmente, se tiene que la Pontificia Universidad Católica exige un 50% sobre los ingresos del centro, lo cual puede afectar negativamente la capacidad financiera del centro. Se recomienda verosibilidad de establecer nuevos acuerdos en torno a este porcentaje, en pos de asegurar la continuidad centro y sostenibilidad del centro, o bien que este tenga una progresiva hasta llegar al 50%

Respecto de la capacidad del centro para concretar beneficios sociales, se aprecia que el centro logra tener desarrollos interesantes y relevantes para la sociedad, pero que es difícil lograr vincular a otros actores y obtener el financiamiento necesario para llevar a cabo las pruebas industriales necesarias. Se sugiere al respecto articular estos procesos con Milenio a nivel de programa, de manera de recibir apoyo en términos de personal que pueda apoyar o liderar las gestiones administrativas relacionadas.

Finalmente, se aprecia que, a pesar de llevar poco tiempo con un Instituto del programa, el centro logra generar productos relevantes y recibir financiamiento de múltiples fuentes, por lo que es esperable que el centro logre tener continuidad en el tiempo, por lo que se le recomienda continuar con las gestiones y acciones que ha estado realizando.

### **Instituto Fundamento de los Datos**

El centro presenta dificultades para la recolección y sistematización de información. Esto, debido a que, si bien se logró coordinar entrevistas con el centro, no se logró obtener mayor documentación respecto de los productos del centro, lo cual hubiese permitido proyectar de forma más certera los beneficios económicos asociados al centro. Según se pudo observar, esto podría deberse a falta de personal dedicado a estas labores, por lo que se le recomienda aumentar la dotación de personas trabajando en este ámbito.

Respecto a la formación de capital humano, según se pudo saber en una entrevista con el centro, éste tiene dificultades para retener a los estudiantes e investigadores, debido a que reciben ofertas de grandes empresas en el rubro de la tecnología. Esto da cuenta de que el centro es exitoso en aumentar el capital humano de las personas que pasan por el centro. Se le recomienda al centro, al igual que los anteriores, llevar un registro de los destinos de sus estudiantes, de manera de poder dimensionar de mejor manera el impacto.

En relación con los proyectos vinculados con la sociedad, destaca su esfuerzo por integrar los datos del sector público. En base a lo conversado con el centro, aún no se logran avances significativos, si bien se está trabajando en ello. Se recomienda evaluar la posibilidad de destinar mayor cantidad de personas para el proyecto, ya sea desde las reparticiones públicas involucradas o desde el mismo centro. Es importante notar que este proyecto se perfila como riesgoso, debido a que requiere una gran cantidad de años para su maduración, en función de la información obtenida por el centro.

Sobre la comercialización de servicios del centro, puede notarse que, hasta el momento, sólo ha recibido un ingreso por este motivo, por lo que no consiste en algo habitual. Asimismo, ha obtenido pocos fondos de otras instituciones. En relación con esto, no se puede proyectar continuidad del centro, ya que depende casi exclusivamente de fondos de Milenio. Por lo tanto, se le recomienda obtener fondos de otras instancias e instituciones, además de explorar la posibilidad de comercializar servicios asociados a la experticia del centro, tales como generación de bases de datos integradas.

Institucionalmente no se detectan barreras para el desarrollo del centro.

Finalmente, cabe hacer notar que en la actualidad el uso de tecnologías de la información, además de conocimiento ciencias de la computación, se ha vuelto una necesidad en diversos sectores económicos, por lo que es factible que el centro pueda hacer uso de su experticia en ciencias de la computación para abordar esa demanda, a la vez que esto podría permitirle recibir recursos que aseguren su sostenibilidad financiera en el largo plazo.

### **Instituto de Oceanografía<sup>85</sup>**

En relación con lo anterior, en las memorias destaca el desarrollo de tecnología con motivo de la exploración realizada por el centro a la fosa de Atacama, además de la creación de un titulador de oxígeno disuelto. Estos elementos podrían ser comercializados, permitiéndole mayores ingresos al centro, dado que el centro, actualmente, no comercializa ningún producto o servicio. Debido a la ausencia de información, no puede calificarse de forma precisa qué tan riesgoso es el desarrollo de esas tecnologías.

Sobre la formación de capital humano, no se cuenta con información que de cuenta qué es lo que ocurre con los estudiantes e investigadores una vez que se retiran del centro. Por lo que se le recomienda al centro mantener un registro de esa información, de manera de poder dimensionar el impacto del centro en esta área.

Respecto de la situación financiera del centro, puede apreciarse que logra obtener de forma consistente una gran cantidad de fondos externos, usualmente por montos mayores a los que recibe desde Milenio, por lo que se le recomienda al centro continuar con el trabajo que permite esos ingresos.

En términos de vinculación con instituciones públicas y privadas, puede darse cuenta de que el centro participó en la prevención de marea roja en Chile. Asimismo, participó en la política nacional oceánica. Estos elementos dan cuenta de que el centro cuenta con una experticia que podría ser

transmitida a actores de la industria acuícola, ya sea mediante la prestación de servicios o colaboración, pudiendo convertir ese conocimiento en un beneficio social. Se le recomienda al centro mantener este tipo de trabajo.

Derivado de lo anterior, puede desprenderse de que existe una relación de colaboración con la institucionalidad en Chile, a la vez que no se aprecian barreras al desarrollo del centro a partir de la legislación e instituciones actuales. Por lo tanto, se le recomienda continuar con las acciones que han permitido este resultado.

Finalmente, la continuidad del centro puede proyectarse incluso después de que se dejen de recibir fondos desde Milenio. Sin embargo, es recomendable considerar la comercialización de servicios, ya que los ingresos por otros fondos públicos y privados cuentan con una mayor incertidumbre, lo que podría disminuirse al darle una menor importancia relativa versus otras posibilidades de ingresos para el centro.

### **Instituto Óptica**

Respecto del manejo de información del centro, se logró tener acceso a las memorias, y al interior de ellas se pudo encontrar información que permitió la identificación de beneficios sociales, pero esta fue insuficiente para poder proyectar de forma certera los beneficios sociales en términos económicos. En este sentido, se solicitó documentos para valorar los beneficios económicos pero actual según indicó el centro, pero no se obtuvo respuesta, de manera que no se pudo conocer cuál era el grado de sistematización del registro de información del centro. Se logró conversar con el Centro lo cual permitió identificar un beneficio derivado del trabajo con claves cuánticas, este se encuentra aún en etapas iniciales. Sin embargo, la recomendación es que el centro sistematice el registro de variables relevantes asociadas a la proyección que puede tener una innovación del centro en el mercado o en su uso por la sociedad.

Respecto a la formación de capital humano, se recomienda que el centro realice un mayor seguimiento de los estudiantes e investigadores y de cuáles son las instituciones y cargos en los que se desempeñan luego de salir del centro, además de preguntarles cómo creen que les aportó su paso por el centro en sus desafíos académicos y/o profesionales actuales. La recopilación de estos datos permitirá conocer el impacto del Centro en términos de la formación de capital humano.

En cuanto a la forma de financiamiento, el Centro depende principalmente del financiamiento por parte de Milenio. Si bien, existen planes de generar una start up en un futuro, actualmente no es capaz de sostenerse a si mismo. En relación con esto es que la recomendación es el explorar la posibilidad de financiarse mediante la creación de esta start up, pero también de buscar otros servicios relacionados que podrían ser de interés para el mercado.

Las dificultades actuales que enfrenta el Centro se relacionan con la necesidad de mayor tecnología que les permita poder desarrollar los diferentes proyectos, tales como las computadoras cuánticas, las cuales si bien, se esperan retornos comerciales en un futuro, aún no se cuenta con ningún prototipo viable que haya sido desarrollado en ninguna parte.

Finalmente, sobre la continuidad del Centro, este inicialmente se formó como un Núcleo, y el año 2018 pasó a ser Instituto, dependiendo del financiamiento de Milenio desde sus orígenes, hasta el

día de hoy. Es por esto, que es importante que en un futuro cercano el Centro logre encontrar financiamiento para poder proyectar una vez finalice su contrato con el programa.

### **Instituto Astrofísica**

Respecto del manejo de información del centro, se logró tener acceso a las memorias, y al interior de ellas se pudo encontrar información que permitió la identificación de beneficios sociales, pero esta fue insuficiente para poder proyectar de forma certera los beneficios sociales en términos económicos. En este sentido, se solicitó documentos para valorar los beneficios económicos, si bien se obtuvo respuesta, no se recibió la información solicitada de manera que no se pudo conocer cuál era el grado de sistematización del registro de información del centro. La principal recomendación es que el centro sistematice el registro de variables relevantes asociadas a la proyección que puede tener una innovación del centro en el mercado o en su uso por la sociedad.

Respecto a la formación de capital humano, se recomienda que el centro realice un mayor seguimiento de los estudiantes e investigadores y de cuáles son las instituciones y cargos en los que se desempeñan luego de salir del centro, además de preguntarles cómo creen que les aportó su paso por el centro en sus desafíos académicos y/o profesionales actuales. La recopilación de estos datos permitirá conocer el impacto del Centro en términos de la formación de capital humano.

Las dificultades actuales que enfrenta el Centro se relacionan con la necesidad de mayor tecnología que les permita poder desarrollar los diferentes proyectos, además de que la mayoría de estos requieren de grandes cantidades de recursos económicos y de tiempo, ya que demoran años en realizarse. Se recomienda mantener y generar redes con otros observatorios, de manera de contar con mayor ayuda.

En cuanto a lo comercial, debido a la naturaleza del Instituto, enfrenta grandes dificultades para poder acercar sus proyectos hacia el área privada, si bien se han desarrollado diversos descubrimientos en cuanto a la tecnología utilizada para investigar el espacio, estos no tienen un propósito definido en el área comercial, debido a que venderlos no es la razón por la que fueron creados. La recomendación sería el intentar buscar y generar redes con entidades privadas o públicas que podrían verse beneficiados por los descubrimientos hechos.

Finalmente, sobre la continuidad del Centro, este depende casi completamente del financiamiento de Milenio desde sus orígenes, hasta el día de hoy. Es por esto, que es importante que en un futuro cercano el Centro logre encontrar financiamiento para poder proyectarse una vez finalice su contrato con el programa.

### **(iii) Institutos de Ciencias Sociales**

#### **Instituto para la Investigación en Depresión y Personalidad**

El centro, al estar dentro del área de ciencias sociales, no presenta información respecto a productos o servicios comercializados con la industria. Sin embargo, posee un buen manejo de información respecto a las investigaciones que trabaja y elementos a nivel de administración, por lo que pudieron entregar de forma eficiente la información solicitada dentro del estudio.

Respecto a la formación de capital humano, cada año es capaz de recibir a un mayor número de estudiantes para que estos puedan profundizar sus estudios en alguna de sus líneas de investigación. Se recomienda sistematizar esta información para poder visualizar de forma más clara el número de estudiantes por área y su destino posterior a su estancia en el Instituto o si continúan su profesión dentro del mismo.

El centro presenta grandes avances y estudios en materia de depresión y riesgo suicida, lo que se consideró su principal beneficio social, sin embargo, no se pudo estimar de forma precisa el alcance que tienen sus investigaciones y programas en los que trabajan. Se considera que los beneficios económicos potenciales que tienen son alcanzables en la medida que sus Cursos de Capacitación “Jornada de actualización sobre Riesgo suicida: evaluación y manejo” lleguen a un mayor número de profesionales que trabajan con personas con riesgo suicida. El impacto social que genera este tipo de iniciativas es considerable. Se recomienda al centro ampliar la cobertura de este, en particular, considerando que a nivel país existe un déficit en cuanto a la importancia que se le da a la salud mental.

No se considera que el Instituto presente riesgos institucionales o tecnológicos para la realización de sus actividades.

Desde la perspectiva de recursos públicos, el centro cuenta con financiamiento desde muchos sectores como CONICYT y FONDECYT, pero a su vez ha logrado establecer contacto con la Universidad Católica que le ha entregado fondos y con entidades extranjeras. Sin embargo, su principal fuente de recursos corresponde a Milenio, por lo que, se recomienda al centro buscar algún método de financiamiento que provenga de ellos, ya sean patentes, servicios comercializables o contratos con la industria para poder sostenerse económicamente a futuro.

Finalmente, la continuidad del centro a futuro se considera posible en la medida que logre el punto anterior respecto a financiamiento. Para estos Institutos es más complejo conseguir financiamientos prolongados o por grandes montos de parte de entidades públicas, para lo cual es necesario generar una capacidad propia de generar estos recursos. En particular, que actualmente existe una mayor oportunidad a nivel nacional debido a que se le está dando la importancia que merece el área de la salud mental.

### **Instituto para la Investigación de Imperfecciones de Mercado y Políticas Públicas**

El centro cuenta con información disponible en sus memorias sobre los productos que ha desarrollado, lo que permitió identificar los beneficios sociales que genera. Sin embargo, esta información no era suficiente para estimar estos beneficios de forma precisa a nivel económico. El Instituto cuenta información clara sobre sus productos principales en cuanto a estado y alcance, su deficiencia se encuentra ligada a la claridad de costos asociados a sus distintos proyectos. En general, la información es manejada por cada investigador por lo que se complicó la recolección de estos datos.

En cuanto a la formación de capital humano se comentó en la entrevista que se tiene un gran nivel de intercambio de estudiantes entre distintos centros del área de investigación, y que también reciben investigadores de otros países que realizan sus doctorados o postdoctorados en el centro,

sin embargo, varios vuelven a sus países luego de realizar sus estudios por lo que esta formación de capital humano sale del país y no se posee mucha información sobre lo que ocurre posteriormente con estos estudiantes. Se sugiere sistematizar esta información para poder expresarla de forma más clara en las memorias.

Respecto a la comercialización de servicios o productos, el centro ha logrado establecer contacto con la industria y generar servicios, lo cual le ha generado ingresos en los últimos años, aunque son cifras pequeñas, lo que impediría al Instituto subsistir de estos servicios. Mientras que el producto que generaron, base de datos mapuche, es un producto público, por lo que el centro no percibe ingresos por este. Se recomienda ampliar el nivel de servicios que comercializa con la industria, lo que permitiría proyectar su continuidad en el tiempo.

Desde una perspectiva de recursos públicos, es un centro que todavía no puede financiarse por cuenta propia, lo que lo hace altamente dependiente de los fondos públicos, que entregan ingresos por períodos acotados. Se recomienda al centro buscar formas de ingresar en mayor medida a la industria para, en un futuro, poder sostenerse de forma particular.

Es posible que, al ser un Instituto de ciencias sociales que ha tenido productos entregados en formato digital como el Sistema de Admisión Escolar que corresponde a un algoritmo y la base de datos mapuche, presente riesgos tecnológicos importantes respecto a sus productos. Se recomienda destinar recursos a contratar personal especializado en el área para disminuir el riesgo tecnológico de que alguno de estos productos pierda su efectividad o su alcance.

Los beneficios económicos analizados llevan un gran porcentaje de avance a la fecha ya que la base de datos ya se encuentra en línea y el SAE es un sistema que actualmente se utiliza ampliamente a nivel nacional. Es importante que, para que los beneficios logren todo su potencial, el centro verifique constantemente la funcionalidad de sus productos. Por ejemplo, que la base de datos se encuentre en línea y no eliminada debido a ataques cibernéticos.

Finalmente, se destaca que el centro ha logrado un avance considerable en sus años de funcionamiento, logrando generar la base de datos mapuches, una iniciativa única en el país y ser parte de un proyecto ambicioso como lo fue el SAE, en conjunto con el Ministerio de Educación. Además, de ser capaz de generar vínculo con instituciones como el Banco Central, por lo que se espera que logre tener continuidad en el tiempo.

#### **(iv) Institutos egresados**

##### **Instituto de Sistemas Complejos de Ingeniería**

Respecto del manejo de información del centro, se logró tener acceso a las memorias, y al interior de ellas se pudo encontrar información que permitió la identificación de beneficios sociales, pero esta fue insuficiente para poder proyectar de forma certera los beneficios sociales en términos económicos, debido principalmente a que este dejó de participar en el programa en el año 2016. En este sentido, se accedió a la página web del Instituto, desde donde se obtuvo mucha información con respecto a los estados actuales en los que se encuentran los distintos proyectos nombrados en las memorias. Se solicitaron documentos para valorar los beneficios económicos pero el Centro no

se encontraba en condiciones de otorgar más de lo que ya se encontraba en las memorias, de manera que no se pudo conocer cuál era el grado de sistematización del registro de información del centro. La recomendación es que el centro sistematice el registro de variables relevantes asociadas a la proyección que puede tener una innovación del centro en el mercado o en su uso por la sociedad.

Respecto a la formación de capital humano, se recomienda que el centro realice un mayor seguimiento de los estudiantes e investigadores y de cuáles son las instituciones y cargos en los que se desempeñan luego de salir del centro, además de preguntarles cómo creen que les aportó su paso por el centro en sus desafíos académicos y/o profesionales actuales. La recopilación de estos datos permitirá conocer el impacto del Centro en términos de la formación de capital humano.

En cuanto al financiamiento, el Centro recibió apoyo financiero desde Milenio hasta el año 2016, sin embargo, contaba con financiamiento desde otras fuentes, las cuales, una vez terminado su contrato, les permitió mantenerse funcionando. Es más, fue tanto el financiamiento que recibió, que este Instituto no renovó contrato y, por tanto, no completó el período máximo permitido de 10 años.

Comercialmente el Centro ha logrado trabajar tanto con entidades privadas como públicas en el desarrollo de diversos proyectos, los cuales cuentan con altos grados de implementación. El primero es con la Autopista Central para poder desarrollar un sistema que le permita anticiparse a la ocurrencia de accidentes automovilísticos. Un segundo proyecto importante generado por el Centro son las herramientas que se encuentran desarrollando para poder detener y prevenir incendios forestales. Un tercer proyecto tiene que ver con la optimización de las transacciones realizadas en la plataforma de Convenio Marco. Estos tres proyectos generan grandes beneficios sociales, sin embargo, es necesario que desde el Centro exista una mayor precisión de los costos y ganancias asociadas a estos, debido a que en la página web, no es mucha la información que se puede obtener al respecto.

Finalmente, el Instituto dejó de participar del programa Milenio desde el año 2016, año desde el cual ha logrado mantenerse vigente proyectándose en el tiempo.

### **Instituto de Dinámica Celular y Biotecnología**

Respecto del manejo de información del centro, se logró tener acceso a las memorias, y al interior de ellas se pudo encontrar información que permitió la identificación de beneficios sociales, pero esta fue insuficiente para poder proyectar de forma certera los beneficios sociales en términos económicos, si bien se indicó el mercado potencial de uno de sus desarrollos: la enzima para un detergente que se disuelve y actúa mejor en agua fría que caliente. En este sentido, se solicitó documentos para valorar los beneficios económicos a los correos electrónicos según indicó el centro, pero no se obtuvo respuesta, de manera que no se pudo conocer cuál era el grado de sistematización del registro de información del centro. Sin embargo, la recomendación es que el centro sistematice el registro de variables relevantes asociadas a la proyección que puede tener una innovación del centro en el mercado o en su uso por la sociedad.

Respecto a la formación de capital humano, se recomienda que el centro realice un seguimiento de los estudiantes e investigadores de cuáles son las instituciones y cargos en los que se desempeñan luego de salir del centro, además de preguntarles cómo creen que les aportó su paso por el centro

en sus desafíos académicos y/o profesionales actuales. Esto permite conocer cuál es el impacto del centro en términos de la formación de capital humano.

Respecto de la comercialización de productos y servicios se puede notar que son realizadas de manera regular. Esto genera que una dependencia de la obtención de becas y fondos estatales o privados para investigación, poniendo en riesgo la continuidad del centro, dada la incertidumbre asociada a la obtención de esos fondos. Esto ocurrió cuando al centro no se le renovó su permanencia en Milenio al término del quinto año, lo cual lo puso en un fuerte estrés financiero que amenazó su continuidad. A partir de una entrevista realizada al centro que se pudo saber que logra vincular a sus estudiantes e investigadores con becas de CONICYT u otro tipo, lo cual permite aliviar los costos del centro.

Desde una perspectiva de recursos públicos, no parece razonable financiar de manera acotada a un centro que luego no podrá sostenerse por sí mismo. En este sentido, la recomendación para el centro es que explore la posibilidad de financiarse mediante la comercialización de servicios asociados a la experticia que tenga en ciertas áreas del conocimiento.

En relación con lo anterior, cabe destacar que una dificultad enfrentada por el Instituto es la ley 20.120, la cual no permitió el desarrollo de la vacuna contra el alcoholismo en Chile. Esta situación no le ocurrió solamente a este centro, por lo que se sugiere que se trabaje en conjunto con otras instituciones que se ven afectadas, de manera de poder generar una propuesta que facilite el desarrollo de la ciencia en Chile, en el marco de la mencionada ley.

Cabe destacar también que el centro generó productos interesantes con el potencial de generar beneficios económicos para la sociedad. Sin embargo, estos se vieron detenidos, principalmente por factores ajenos al centro.

Finalmente, sobre la continuidad del centro, puede destacarse que ha logrado mantenerse funcionando desde el fin de su financiamiento con Milenio, lo cual muestra que puede proyectarse en el tiempo.

### **Centro de Estudios Científicos**

Respecto del manejo de información del centro, se logró tener acceso a las memorias, y al interior de ellas se pudo encontrar información que permitió la identificación de beneficios sociales, pero esta fue insuficiente para poder proyectar de forma certera los beneficios sociales en términos económicos debido principalmente, a que este Centro dejó de pertenecer al programa en el año 2010, por lo tanto, la información referente a la situación actual de los proyectos que estaban desarrollando no estaba actualizada. Además de lo anterior, al ser las memorias del año 2010 o anteriores, el formato también era diferente al de otros Centros, lo que ralentizó la lectura y análisis de estas. En este sentido, se solicitó documentos para valorar los beneficios económicos pero actual según indicó el centro, pero no se obtuvo respuesta, de manera que no se pudo conocer cuál era el grado de sistematización del registro de información del centro. Se logró conversar con el Centro lo cual permitió identificar diferentes beneficios y cuál era la situación actual de estos. Sin embargo, la recomendación es que el centro sistematice el registro de variables relevantes asociadas a la proyección que puede tener una innovación del centro en el mercado o en su uso por la sociedad.

Respecto a la formación de capital humano, se recomienda que el centro realice un mayor seguimiento de los estudiantes e investigadores y de cuáles son las instituciones y cargos en los que se desempeñan luego de salir del centro, además de preguntarles cómo creen que les aportó su paso por el centro en sus desafíos académicos y/o profesionales actuales. La recopilación de estos datos permitirá conocer el impacto del Centro en términos de la formación de capital humano.

Las dificultades actuales que enfrenta el Centro se relacionan con la necesidad de mayor tecnología que les permita poder desarrollar los diferentes proyectos. Debido a que las tres áreas de estudio del Centro requieren de ir actualizando constantemente el conocimiento con el que cuentan.

En cuanto al tema comercial, el Centro recibió una solicitud de patente, y si bien, siguen trabajando en ese hasta el día de hoy, esto no ha prosperado como ellos esperaban. En la entrevista telefónica comentaban que ellos tienen liberada la información que han encontrado, y que la idea es que la persona que con esta información logre encontrar algo que genere ganancias, debe entregarle cierto porcentaje al Centro lo cual, hasta el momento, no ha ocurrido.

En relación con el financiamiento, el Centro recibió apoyo financiero desde Milenio hasta el año 2010 y posteriormente se adjudicó el fondo basal. Actualmente, cuenta con financiamiento desde Conycit, sin embargo, desde sus inicios, el Centros ha recibido financiamiento desde otras fuentes tanto privadas como públicas, y tanto nacionales como extranjeras. Esto le permite seguir funcionando sin contratiempos hasta el día de hoy. La recomendación en este caso sería poder seguir manteniendo el nivel de financiamiento e incluso intentar aumentarlo para así poder seguir ampliando la cobertura de los proyectos que pueden desarrollar.

Finalmente, el Instituto dejó de participar del programa Milenio desde el año 2010, año desde el cual ha logrado mantenerse vigente proyectándose en el tiempo sin mayor dificultad.

## **Instituto de Ecología y Biodiversidad**

El centro presenta buenos niveles de información. Ya que en las memorias existía información que permitía entender los proyectos del centro a un nivel mediano de profundidad, y se contaba con estudios que permitían entrar en mayores detalles. El nivel de detalle respecto del trabajo del centro podría ser mayor. En consecuencia, se le recomienda al centro por lo menos mantener esa política, e idealmente mejorar la profundidad de los estudios respecto de los proyectos que hacen. o aumentar la cantidad de los mismos.

Respecto a la formación de capital humano, el centro logró contar con una gran cantidad anual de estudiantes, cercana a los 100, y se le recomienda seguir con ese alto nivel. Para poder dimensionar mejor el efecto, se le recomienda al centro hacer un seguimiento sistemático de cuál es el desarrollo académico o profesional posterior, ya que evidencia anecdótica en entrevistas realizadas al centro sugiere que se logra una buena inserción en el sector privado en temáticas asociadas a la innovación.

En relación al riesgo tecnológico del centro, éste es bajo, ya que se ha mostrado que su conocimiento y experticia tienen aplicaciones prácticas que están siendo llevadas a cabo. En este sentido, la recomendación está orientada hacia la comercialización de esa experticia. Según se pudo saber a partir de información del centro, éste tiene problemas para cobrar apropiadamente por sus servicios, lo cual queda de manifiesto en que sus ingresos anuales son del orden de los 100 millones

de pesos. Por lo tanto, se le recomienda al centro desarrollar un plan de negocios de sus servicios y cobrar más por los mismos.

Institucionalmente las barreras que se detectan provienen de las universidades albergantes, las cuales exigen derechos sobre la propiedad intelectual o royalties muy grandes. Asimismo, el centro cuenta con pocas capacidades en derecho. Se le recomienda contar con abogados dentro de sus equipos de trabajo, y negociar con las universidades que éstas disminuyan su participación en los beneficios del centro asociados a propiedad intelectual como patentes y licencias.

Finalmente, se puede apreciar que la continuidad del centro se ve amenazada, en tanto dependen en gran parte de fondos externos, como Milenio y Basal. Éste último se acaba en los próximos años. De manera que, para que el centro pueda asegurar su continuidad, se le recomienda comercializar servicios en base a la experticia demostrada del centro. De esta manera, se evitar llegar a depender de otro fondo en el futuro.

## Bibliografía

- Aninat, I., & Hernando, A. (2019). *Mapeando el laberinto de la Política Pública Indígena en Chile*. Centro de Estudios Públicos.
- BNI. (2018). *BNI Annual Report*.
- Bohingamu Mudiyansele, S., Watts, J., Abimanyi-Ochom, J., L, L., Murphy, A., Morris, M., & Lansek, R. (2017). *Cost of Living with Parkinson's Disease over 12 Months in Australia: A Prospective Cohort Study*.
- Boingboing. (2011). *Cosmic Commodities: How much is a new planet worth?* Obtenido de Boing Boing: <https://boingboing.net/2011/02/03/cosmic-commodities-h.html>
- CECMED. (2017). *Resumen de las características del producto CIMAvax*. Centro para el control estatal de medicamentos, equipos y dispositivos médicos.
- CINV. (2018). *CINV ANNUAL PROGRESS REPORT*.
- Condon, M. (18 de Abril de 2016). *State of the Planet*. Obtenido de Earth Institute Columbia University: <https://blogs.ei.columbia.edu/2016/04/18/project-calculates-the-cost-of-social-conflict/>
- Diario Financiero. (23 de Octubre de 2019). Costos materiales por conflicto social superaría los US\$1.000 millones. *Diario Financiero*.
- EFE. (29 de Octubre de 2015). Científicos chilenos detectan Esquizofrenia y Alzheimer mediante movimientos oculares. *La Tercera*.
- EFE. (27 de Enero de 2019). Investigación chilena obtiene resultados positivos contra la demencia. *La Tercera*.
- Garcés, B. (21 de Enero de 2019). *El Librero*. Obtenido de <https://ellibero.cl/actualidad/cifras-clave-para-entrar-al-debate-del-proyecto-admision-justa/>
- González, C. (Agosto de 2018). *Sochinf*. Obtenido de <http://www.sochinf.cl/portal/templates/sochinf2008/documentos/2018/presentaciones/vacunas/2.pdf>
- IMII. (2018). *Guidelines for Annual Reports of MSI Institutes and Nuclei*.
- Instituto de Dinámica Celular y Biotecnología. (2011). *Annual Progress Report*.
- Instituto Milenio de Biología Integrativa. (2018). *Memoria Anual*.
- Krebs, M., González, L., Rivera, A., Herrera, P., & Melis, F. (2012). *Adherencia a Psicoterapia en Pacientes con Trastornos de Ansiedad*.
- Landfeldt, E., Lindgren, P., Bell, C., Schmitt, C., Guglieri, M., Straub, V., . . . Bushby, K. (2014). *The burden of Duchenne muscular dystrophy*.

- Larrondo, L., & Canessa, P. (2018). The Clock Keeps on Ticking: Emerging Roles for Circadian Regulation in the Control of Fungal Physiology and Pathogenesis. En M. Rodrigues, *Fungal Physiology and Immunopathogenesis*. doi:[https://doi.org/10.1007/82\\_2018\\_143](https://doi.org/10.1007/82_2018_143)
- Laughlin, G. (s.f.). *Gregory P. Laughlin*. Obtenido de <http://www.ucolick.org/~laugh/>
- López, J. (16 de Noviembre de 2016). *Info-farmacia*. Obtenido de <http://www.info-farmacia.com/historia/cimavax-efg-inmunoterapia-cubana-contr-el-cancer>
- Medicina, C. F. (19 de Julio de 2017). *Noticias Universidad de Chile*. Obtenido de <http://www.medicina.uchile.cl/noticias/tecnica-chilena-contr-el-parkinson-muestra-resultados-a-nivel-mundial>
- MIDAP. (2018). *Annual Report of MIDAP Institute*.
- MINSAL. (23 de 01 de 2019). *Ministerio de Salud*. Obtenido de [https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2019/01/2019.01.23\\_PLAN-NACIONAL-DE-CANCER\\_web.pdf](https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2019/01/2019.01.23_PLAN-NACIONAL-DE-CANCER_web.pdf)
- MIPP. (2018). *Guidelines for Annual Reports of MSI Institutes and Nuclei*.
- MIPP. (s.f.). *Mapuche Data Project*. Obtenido de <http://mapuchedataproject.cl/datos-de-conflicto/>
- Muñoz, D. (04 de Enero de 2016). *FayerWayer*. Obtenido de <https://www.fayerwayer.com/2016/01/en-marcha-proyecto-para-crear-centro-nacional-de-vacunas-en-chile/>
- OMS. (Junio de 2012). *Organización Mundial de la Salud*. Obtenido de <https://www.who.int/bulletin/volumes/90/6/12-020612/es/>
- Rodríguez, P. (2017). *Estudio Intensivo de Datos en Políticas Públicas*. Ministerio de Hacienda.
- Rojas, G. (06 de Enero de 2017). *Servicio Nacional del Patrimonio Cultural*. Obtenido de Museo Nacional de Historia Natural: [https://www.mnhn.gob.cl/613/w3-article-73682.html?\\_noredirect=1](https://www.mnhn.gob.cl/613/w3-article-73682.html?_noredirect=1)
- Seminario, L. (2017). *Estimación del Costo Social por Fallecimiento Prematuro*.
- Universidad de Chile. (2012). *Primera vacuna contra el alcoholismo desarrollada en la UCH será probada en pacientes chilenos*. Obtenido de Universidad de Chile: <https://www.uchile.cl/noticias/84415/primera-vacuna-contr-el-alcoholismo-es-desarrollada-en-la-uch>
- Universidad de Chile. (s.f.). *Universidad de Chile*. Obtenido de Las fases de los ensayos clínicos de vacunas y medicamentos: <https://www.uchile.cl/portal/investigacion/centro-interdisciplinario-de-estudios-en-bioetica/documentos/76032/las-fases-de-los-ensayos-clinicos-de-vacunas-y-medicamentos>
- Urquieta, C. (24 de Octubre de 2019). Dura Pérdida para el Metro: no tiene seguros para estaciones ni trenes. *CIPER*.

Watkins, K., Paddock, S., Hudson, T., Ounpraseuth, S., Schrader, A., Hepner, K., & Sullivan, G. (2016). *Association between quality measures and mortality in individuals with co-occurring mental health and substance use disorders*.

Alvial C. (2018). "Revisión de sistemas de evaluación de impacto no académico de la investigación a nivel internacional". Documento de Trabajo N°3. CNID, Diciembre 2018.

CNID (2016). "Lineamientos para una Política Nacional de Centros de Investigación". Documento de Trabajo N°3. ([http://www.cnid.cl/wp-content/uploads/2016/04/informe\\_politicas\\_ci\\_6.pdf](http://www.cnid.cl/wp-content/uploads/2016/04/informe_politicas_ci_6.pdf))

CONICYT (2013). "Evaluación de los programas Fondecyt, PIA/FONDAP y FONDEF. Informe de Paneles de Evaluación Internacionales".

CONICYT (2018). "Informe del Consejo de CONICYT 2015-2018".

European Research Council (2017). "Qualitative Evaluation of completed Projects funded by the European Research Council". Horizon 2020. European Union Funding for Research & Innovation. European Commission, 2017.

Guimón J. (2013) Research Centers of Excellence in Chile. Banco Mundial. The Innovation Policy Platform, Case Study. World Bank, 2013.

OECD (2014), Promoting Research Excellence: New Approaches to Funding, OECD Publishing.

<http://dx.doi.org/10.1787/9789264207462-en>

OCDE, 2015. "Public research centres and knowledge triangle: the case of Chile". ([http://www.cnid.cl/wp-content/uploads/2016/01/DSTI\\_STP\\_TIP2015-informe-final-OCDE.pdf](http://www.cnid.cl/wp-content/uploads/2016/01/DSTI_STP_TIP2015-informe-final-OCDE.pdf))

Saenen B. y Borrell-Damián L. (2019). "Reflections on University Research Assessment Key concepts, issues and actors." EUA Briefing. European University Association. April, 2019.

World Bank (1999). "Project Appraisal Document on a Proposed Learning and Innovation Loan (LIL) in the Amount of US\$5 Million to the Republic of Chile for a Millennium Science Initiative Project." Report 19130. Human and Social Development Group, Latin America and the Caribbean Regional Office, April 1

## Webgrafía

- CNA. Todos los documentos. Recuperado 16 octubre, 2019, de <https://www.cnachile.cl/SiteAssets/Forms/AllItems.aspx?RootFolder=%2fSiteAssets%2fLists>
- CNID (2016). "Lineamientos para una Política Nacional de Centros de Investigación". Documento de Trabajo N°3. [http://www.cnid.cl/wp-content/uploads/2016/04/informe\\_politicas\\_ci\\_6.pdf](http://www.cnid.cl/wp-content/uploads/2016/04/informe_politicas_ci_6.pdf)
- MIDESO. Metodologías y Precios Sociales - Clasificación Vigente. Recuperado 16 octubre, 2019, de <http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/evaluacion-iniciativas-de-inversion/evaluacion-ex-ante/metodologias-y-precios-sociales-nuevos-sectores/>

- Metodología de evaluación ex post sector salud, Página web, Ministerio de Desarrollo Social. <http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/download/metodologia-evaluacion-ex-post-sector-salud-2005/?wpdmdl=413>
- Milenio. Institutos y Núcleos Milenio. Recuperado 16 octubre, 2019, de <http://www.iniciativamilenio.cl/Institutos-y-nucleos-milenio/>
- Propuesta Metodológica Evaluación ex post Proyectos de Educación. Ministerio de Desarrollo Social. <http://sni.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/download/metodologia-evaluacion-ex-post-sector-educacion-2005/?wpdmdl=411>
- Universidad de Chile. Portafolio Académico - Benito Alejandro González Pérez. Recuperado 16 octubre, 2019, de <http://www.uchile.cl/portafolio-academico/impresion.jsf?username=bengonza>
- Universidad de Chile. Portafolio Académico - Claudia Loreto Cerda Jimenez. Recuperado 16 octubre, 2019, de <http://www.uchile.cl/portafolio-academico/impresion.jsf?username=clcerdaj>
- Universidad de Chile. Portafolio Académico Ramón López. Recuperado 16 octubre, 2019, de <http://econ.uchile.cl/es/academico/ramlopez>
- Universidad de Chile. Portafolio Académico Eugenio Figueroa. Recuperado 16 octubre, 2019, de <http://econ.uchile.cl/es/academico/efiguero>
- World Economic. Methodology. Recuperado 16 octubre, 2019, de <http://reports.weforum.org/global-competitiveness-report-2014-2015/methodology/>