



Impacto Económico y Social de ALBA II



José García Montalvo (Universitat Pompeu Fabra)

Josep Maria Raya (Tecnocampus, Universitat Pompeu Fabra)



Octubre 2023



Índice

Resumen ejecutivo	3
1. Introducción	4
2. Impacto Económico	5
2.1. Metodología	5
2.2. Datos para el análisis: inversión y coeficientes técnicos	5
2.3. El vector de la demanda	5
2.4. La matriz de contabilidad social	6
2.5. Resultados	6
3. Impacto socioeconómico	7
3.1. Metodología	7
3.2. Supuestos básicos	7
3.3. Análisis financiero: resultados	7
3.4. Análisis económico	8
3.4.1. Beneficio por desarrollo de nuevos productos	8
3.4.2. Beneficio por la red de conocimientos y de contactos	8
3.4.3. Beneficio por la investigación	9
3.4.4. Beneficio por desarrollo de capital humano	9
3.4.5. Beneficio por desarrollo del capital social	9
3.4.6. Beneficio para los visitantes	9
3.4.7. Beneficio para la imagen del destino	9
3.4.8. Costes sociales	10
3.4.9. Resultados del análisis económico	10
4. Conclusión	11
5. Bibliografía	12

Resumen ejecutivo

Aspectos generales

Este informe presenta el estudio del Impacto Económico y Social de la construcción y puesta en funcionamiento del Sincrotrón ALBA II, proyecto de modernización de Sincrotrón ALBA, para transformarlo en un sincrotrón de cuarta generación.

El proyecto consiste en la modernización de la fuente de luz Sincrotrón ALBA para mejorar las actuales prestaciones del acelerador, así como de la luz sincrotrón emitida, en particular de su poder de resolución y coherencia. Además, se actualizará el equipamiento de 14 laboratorios de luz sincrotrón y se construirán tres laboratorios adicionales, dos de ellos con longitudes de cerca de 200 metros que permiten la instalación de novedosas técnicas de luz sincrotrón que situarán a ALBA II en la frontera del estado del arte.

Los análisis aplican al periodo 2024-2056, basados en el presupuesto de gastos e inversiones 2024-2038 que supone una inversión diferencial de 162.7 millones de euros con respecto al escenario de no modernizar ALBA.

Objetivos

- Reforzar la posición competitiva de España y la Unión Europea en materia de grandes instalaciones científicas.
- Facilitar el acceso de científicos y empresas del sur de la Unión Europea a una fuente de luz sincrotrón.
- Aumentar la utilización del potencial científico y tecnológico de Cataluña y España.
- Mejorar la capacidad del sistema de ciencia y tecnología español y su colaboración con otras grandes instalaciones científicas europeas.
- Facilitar la mejora de la competitividad de las empresas españolas.
- Mejorar el bienestar de los ciudadanos a partir de las aplicaciones de la luz sincrotrón al desarrollo de materiales avanzados para la energía, para la industria de semiconductores, nuevas soluciones para la salud, cambio climático, medio ambiente, etc.

Supuestos del análisis de impacto social

La metodología de este análisis coste-beneficio consiste en cuantificar, en términos monetarios, los beneficios y los costes (incluyendo externalidades) que comporta sobre el conjunto de la sociedad una determinada inversión, y permite, de esta forma, la comparación directa de los resultados con los costes a partir del valor neto de la inversión.

Se considera un periodo de funcionamiento de 25 años, tras la finalización de la construcción.

El escenario básico considera una tasa de inflación del 3%, una tasa de descuento del 3%, 188 días de apertura anual de la instalación y 2 años desde el momento de la puesta en marcha de una línea experimental hasta su saturación.

Principales resultados de impacto social

- El análisis económico en el escenario básico proporciona un valor actualizado neto de 544 millones de euros, una ratio coste beneficio de 1.37 y una tasa interna de rentabilidad de 20.3% anual. Es decir, **cada euro invertido en ALBA II, tiene un retorno social anual de 1.20 euros**. Esta cifra supone más del doble de la tasa obtenida en ALBA que ya era elevada, pues no es habitual que las tasas de rentabilidad superen los dos dígitos. Ello es debido a que la nueva inversión en ALBA II aprovecha gran parte de la inversión en ALBA, incrementando la rentabilidad de la misma.
- El **beneficio social monetizado acumulado ascenderá a 2,112 millones de euros durante el periodo 2024-2056**, cifra que compara muy favorablemente con los costes de la infraestructura.

Supuestos del análisis de impacto económico

La metodología adoptada es el modelo input-output que calcula los impactos directos, indirectos e inducidos recogiendo los flujos de transacciones intersectoriales o intermedias en una determinada región o país por un año concreto, así como los diferentes vectores de la demanda final y los inputs primarios.

Se considera el impacto económico sobre tres magnitudes: producción, valor añadido y empleo.

Se distinguen tres fases: el periodo de funcionamiento y aprovisionamiento (2024-2029), el periodo de construcción (2030-2031) y el periodo de funcionamiento (2032-2056).

Principales resultados del análisis de impacto económico

En el conjunto del periodo (funcionamiento, construcción y funcionamiento) se generará un **impacto de 1,123 millones de euros** (lo que implica un **multiplicador de 1.9 por cada euro** producción directa en ALBA II), un **valor añadido de casi 346 millones de euros (multiplicador de 1.94 por cada euro** valor añadido directo en ALBA II) y **361 empleos a tiempo completo (multiplicador de 4.36 por cada empleo** directo en ALBA II).

1. Introducción

En 2003 y en 2010 se realizaron dos estudios del impacto económico y social de ALBA: uno antes del inicio de la inversión o evaluación ex - ante y otro antes de la entrada en funcionamiento o evaluación ex - post (García-Montalvo and Raya Vilchez, 2005; Raya and Garcia-Montalvo, 2016). Estos estudios de impacto económico y análisis coste-beneficio (Raya Vilchez and Moreno-Torres, 2013), permiten transmitir a la sociedad de una manera cuantificada el efecto económico y social de la construcción/mejora de una determinada infraestructura.

El estudio de 2010, realizado al finalizar la fase de construcción inicial, suponía operación durante 25 años con 7 líneas de luz a partir de 2011. El análisis financiero concluyó que la tasa interna de rendimiento era del 6,4% y la ratio beneficio sobre coste de 1,18. El análisis económico en el escenario básico proporcionaba un valor actualizado neto de 147,7 millones de euros, una tasa interna de rentabilidad del 7,9% y una ratio beneficio sobre coste de 1,35. Hoy en 2023, con 10 líneas de luz operando y 4 más en construcción con una inversión pública parecida aunque ligeramente incrementada, se puede manifestar sin duda alguna que estas previsiones del escenario básico conservador han sido superadas. Esto confirma a la vez, el sentido y la validez de la metodología aplicada al estudio de impacto socio-económico, en el contexto de ALBA, como instrumento de valoración de la inversión a realizar.

Los desarrollos en la tecnología de las fuentes de luz de sincrotrón están impulsando en todo el mundo la evolución a la cuarta generación, que a través de un haz de fotones mucho más brillante abre nuevas ventanas a la exploración de los detalles de la materia. El Sincrotrón ALBA ha comenzado recientemente el diseño del proyecto ALBA II, que incluye renovar el acelerador que funciona como fuente de luz, construir nuevas líneas experimentales, y renovar las actuales, así como las infraestructuras de datos y otros servicios. ALBA II tendrá mayores capacidades de resolución, de análisis de datos, de rapidez en la experimentación, para seguir ofreciendo los mejores instrumentos competitivos a nivel internacional a la comunidad científica e industrial. La renovación está basada en la reutilización optimizada de los desarrollos de la mayoría de las infraestructuras existentes.

Se prevé realizar el diseño y la construcción de ALBA II en paralelo a la operación de ALBA hasta 2029, dedicar 2030 y 2031 a la desinstalación del acelerador actual, instalación y puesta en marcha del nuevo acelerador y de las nuevas beamlines. ALBA II entraría en funcionamiento en el año 2032, veinte años después del inicio de la operación de ALBA.

El estudio de impacto económico, y coste-beneficio, original fue realizado por el mismo núcleo de investigadores que ha realizado el estudio del impacto de este cambio a un Sincrotrón de 4ª Generación.

El objetivo es realizar un análisis del Impacto Económico (en términos de producción, valor añadido bruto (VAB) y empleo) y Social (valorando aspectos tales como los efectos de ALBA II en la investigación y la formación) de la inversión que transforma ALBA en ALBA II, un sincrotrón de 4ª generación. Por lo tanto, se trata de una nueva evaluación ex - ante. Todos los análisis se aplican al periodo 2024-2056: periodo de inversión y puesta en funcionamiento de ALBA II y sus nuevas líneas. El periodo utilizado es el horizonte mínimo que se ha encontrado en la literatura de proyectos de inversión en infraestructuras tecnológicas (25 años) desde la puesta en marcha de ALBA II (prevista para 2032). Dada la distribución de ingresos y costes, aumentar el horizonte temporal implica aumentar la rentabilidad de la inversión.

El presente estudio se estructura como sigue. En la sección 2 se presenta el análisis de impacto económico que incluye una descripción de la metodología, datos de análisis, vector de demanda, matriz de resultados y una exposición de los resultados. En la sección 3 se presenta el impacto social utilizando la metodología análisis coste-beneficio y los resultados obtenidos. Finalmente, se procede a realizar unas breves conclusiones.

2. Impacto Económico

El impacto económico de la fuente de luz sincrotrón ALBA II se analiza teniendo en cuenta tanto la inversión inicial como los gastos asociados a su funcionamiento hasta el final del periodo de utilización. La metodología empleada es el cálculo basado en las tablas “input-output”, que es la forma estándar en este tipo de estudios y que ya fue utilizada en la estimación de 2003 y de 2010.

2.1. Metodología

La evaluación del impacto económico de una infraestructura se realiza a partir de la información de las Tablas input-output (TIO), las cuales recogen los flujos de transacciones intersectoriales o intermedias en una determinada región o país por un año concreto, así como los diferentes vectores de la demanda final y los inputs primarios. Las Tablas input-output muestran de manera desagregada información sobre:

- Las transacciones intermedias de bienes y servicios entre los sectores productivos de una economía.
- Las compras finales de bienes y servicios por parte de los consumidores, las empresas, el sector público y el sector exterior (en forma de exportaciones).
- Los pagos de las empresas a los factores primarios, al sector público (en forma de imposición) y al sector exterior (en forma de importaciones).

Con esta información estadística es posible desarrollar un modelo input-output de la economía en el cual las variaciones en el nivel global de actividad económica de los sectores productivos están explicadas por las variaciones que se producen en las demandas finales, con una particularidad destacable: las interdependencias sectoriales permiten computar el efecto cruzado de un cambio en la demanda final del bien o servicio ofrecido por un sector sobre el índice de actividad global del resto de sectores. El efecto concreto sobre un sector dependerá, naturalmente, de la estructura que tenga su tecnología de producción en relación con los bienes y servicios necesarios en su actividad productiva, pero que son producidos y provienen del resto de sectores.

La ventaja fundamental del análisis input-output es su capacidad para medir el efecto de la interdependencia productiva entre sectores y distinguir entre el impacto directo y el impacto indirecto. El impacto directo mide el efecto sobre la actividad de un sector de tener que ajustar, en primera instancia, su producción para satisfacer los nuevos niveles de demanda final. El impacto indirecto mide, por su parte, los ajustes en los niveles de producción de todos los sectores en respuesta a las nuevas demandas de inputs que son necesarias para poder acomodar el nivel de producción del sector en que originariamente recae la nueva demanda final. Dado que cada sector proveedor de inputs requiere también inputs del resto de sectores, el impacto indirecto capta el ajuste secuencial de todos los sectores

para satisfacer mutuamente sus necesidades de inputs en respuesta a los cambios promovidos en la demanda final.

El cálculo de los efectos directos e indirectos corta la secuencia de influencias económicas en la generación de rentas factoriales. Aun así, el flujo circular de la renta en el mundo real no se detiene en esta etapa, sino que la generación de nuevas rentas contribuye a una ampliación de la capacidad adquisitiva de los consumidores receptores de estas nuevas rentas y, por lo tanto, tiene un efecto adicional sobre la demanda final. Por ejemplo, el aumento en la remuneración de los asalariados puede llevar a un crecimiento del consumo de los hogares en productos de los varios sectores de la economía. Los efectos causados por el incremento en la demanda final por parte de los hogares son los que se conocen como efectos inducidos.

En este punto se utiliza la información sobre los coeficientes técnicos de trabajo, que miden los requerimientos de ocupación por unidad de producción, para calcular el efecto sobre la ocupación de un cambio en la demanda final. De forma similar, se utiliza la información sobre el valor añadido unitario (salarios y otras rentas, principalmente rentas del capital) para calcular el efecto sobre el valor añadido.

2.2. Datos para el análisis: inversión y coeficientes técnicos

El análisis de impacto económico requiere de dos inputs básicos: la inversión del proyecto y los coeficientes técnicos de la matriz de contabilidad social (SAM). El primer paso consiste en calcular la inversión en la fase de construcción, y desglosarla por su origen sectorial.

2.3. El vector de la demanda

El vector de demanda indica el incremento de la demanda debido a la construcción y el funcionamiento de la fuente de luz sincrotrón ALBA II. Para el cálculo del impacto económico de ALBA II se ha utilizado la información sobre los vectores de inversión y gastos de funcionamiento previstos proporcionados por ALBA para el periodo analizado y mostrados en la figura 1. El coste total que incluye la construcción del nuevo acelerador, de tres líneas experimentales, de nuevas infraestructuras de datos, más las inversiones extra de desarrollo continuo, operación, mantenimiento y personal, para los 15 años desde el 2024 al 2038, suma 1000 M€.

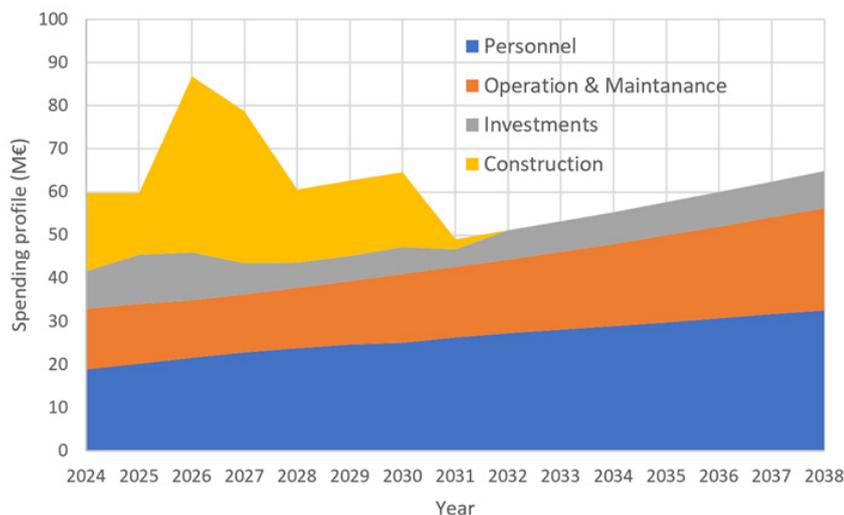


Figura 1.- Evolución anual de las inversiones y gastos de funcionamiento previstos para ALBA y ALBA II

La fase de construcción de ALBA II se desarrolla entre 2024 y 2031 con unas inversiones totales de 162.7 millones de euros, representadas anualmente en color amarillo en la Figura 1. Los gastos e inversiones de operación de ALBA coexisten con dicha fase de construcción y se extienden más allá de 2031 para permitir la operación de ALBA II, como se representa de forma anual en colores azul, naranja y gris en la Figura 1. Los gastos e inversiones de operación de ALBA II se han extrapolado al periodo 2039-2056 exclusivamente para poder realizar el presente estudio de impacto económico y social.

2.4. La matriz de contabilidad social

Asimismo, se han utilizado los multiplicadores calculados en 2010 con la información sobre la estructura económica catalana procedente de las citadas Tablas Input-Output, la Contabilidad Regional y de Alcaide Guindo (2010). Como hemos visto, las TIO ofrecen el detalle desagregado sectorialmente de las cuentas de producción, renta y gasto. Para cerrar el flujo circular de la renta hace falta datos sobre ingresos y gastos del sector privado, el sector exterior y el sector público, así como de sus respectivos déficits o

superávits (contribución al ahorro agregado de la comunidad). Con este objetivo se construyen matrices de contabilidad social (SAM) a partir de las TIO input-output (Llop, 2012).

2.5. Resultados

Se considera el impacto económico sobre tres magnitudes: producción, valor añadido y empleo. El punto de partida es el vector de demanda calculado a partir de la asignación a los diferentes sectores económicos de los gastos obtenidos según el presupuesto de gastos e inversiones 2024-2038. De estos gastos se han excluido los de personal y la partida de usuarios y otras transferencias. El resto de partidas (inversiones, gastos corrientes, de funcionamiento y financieros), suponen casi un 60% del presupuesto. Los resultados se pueden observar en la Tabla 1. Las partidas analizadas generan un impacto de 1123 millones de euros (lo que implica un multiplicador de 1.9 por cada euro producción directa en ALBA II), un valor añadido de casi 346 millones de euros (multiplicador de 1.94 por cada euro valor añadido directo en ALBA II) y 361 empleos a tiempo completo (multiplicador de 4.36 por cada empleo directo en ALBA II).

PIB (2024-2038)	DIRECTO	INDIRECTO	INDUCIDO	TOTAL
Agricultura, ganadería, pesca e industrias extractivas	5,000	14,880	227,246	247,127
Industria, construcción y energía	533,974,229	132,248,728	345,688,892	1,011,911,849
Servicios	58,196,021	7,268,745	45,821,100	111,285,866
Total	592,175,250	139,532,354	391,737,238	1,123,444,842
EMPLEO (2024-2038)				
Agricultura, ganadería, pesca e industrias extractivas	0.0	0.00	0.0	0.0
Industria, construcción y energía	61	81	149	290
Servicios	22	13	37	71
Total	83	94	186	361
VALOR AÑADIDO (2024-2038)				
Agricultura, ganadería, pesca e industrias extractivas	0	0	0	0
Industria, construcción y energía	142,650,382	29,730,722	108,017,874	280,398,978
Servicios	35,707,718	4,392,110	25,972,462	66,072,147
Total	178,358,100	34,122,832	133,990,336	346,471,124

Fuente: elaboración propia. Tabla 1.- Impacto económico de ALBA II (euros)

3. Impacto socioeconómico

Hay que tener en cuenta, que la metodología de análisis input-output, al ser una simplificación esquemática de la realidad, presenta ciertas limitaciones puesto que no considera, por ejemplo, factores monetarios, fiscales o laborales. Por otro lado, las hipótesis de linealidad y estabilidad de los coeficientes técnicos y el carácter estático del análisis son las principales restricciones intrínsecas al modelo (Munoz, 2010). Asimismo, algunos autores (Taks et al., 2011) destacan que muchas de las críticas en los estudios de impacto económico basados en el análisis input-output están relacionadas con el uso de multiplicadores de impacto sobredimensionados (especialmente en los aspectos relativos a los visitantes y no depurar por time-switchers o visitantes casuales), como indica Matheson (2009), y en la no consideración de las externalidades positivas y negativos, como destacan (Barget and Gouguet, 2007).

3.1. Metodología

Es por ello que se considera adecuado acompañar el estudio de impacto económico con una metodología de análisis coste-beneficio (Policy, 2014). El análisis coste-beneficio (ACB) es un instrumento que tiene como objeto evaluar los proyectos de inversión desde el punto de vista de las necesidades de la sociedad, y permitir así establecer prioridades en la hora de tomar decisiones (De Rus, 2010). El ACB consiste en cuantificar, en términos monetarios, los beneficios y los costes que comporta sobre el conjunto de la sociedad una determinada inversión, y permite, de esta forma, la comparación directa de los resultados con los costes a partir del valor neto de la inversión. Así, cuando los beneficios superen los costes (valor neto positivo), estará económicamente justificada esta actividad.

Su principal problema recae en las dificultades para expresar todos los efectos relevantes de una inversión pública, como la dedicada a ALBA II, a una magnitud monetaria. La economía considera beneficio social todo aquello que contribuye a aumentar el bienestar de las personas, y coste social como todo aquello que contribuye a reducirlo. Por lo tanto, un beneficio o un coste de una gran infraestructura de investigación no es solo aquello que produce una ganancia monetaria, sino todo el que mejora o empeora el bienestar, definido este a partir de las preferencias individuales dada una determinada distribución de la renta. La consecuencia de esto es que los beneficios y los costes de una inversión pública tienen que adoptar una perspectiva social, tal y como se ha señalado antes.

3.2. Supuestos básicos

Para el cálculo del impacto socioeconómico la metodología en esta propuesta (ACB) sigue los principios expuestos en (Florio, 2019; Florio et al., 2008). Algunos supuestos habituales que se realizan son:

- Se considera un horizonte temporal de 25 años, una vez esté en funcionamiento ALBA II. Esta hipótesis está basada en que se trata de una inversión asimilable a las energéticas, que el periodo de construcción se extenderá durante 8 años (2024-2031) y que el periodo de funcionamiento mediano de este tipo de instalaciones es de 25 años según los estándares internacionales (2032-2056). De hecho, en aras de ser conservadores se escoge el límite inferior recomendado (entre 25 y 30 años).
- Se considera como valor residual el valor de los terrenos donde se ubica la instalación, calculados a precios corrientes. La base es el cálculo del valor neto descontado de la inversión en ALBA II. El escenario básico considera una tasa de inflación del 3%¹ y una tasa de descuento del 3%.

Dentro de la metodología del coste beneficio se suelen distinguir dos partes. En primer lugar, el análisis financiero en el que se evalúa la parte financiera de la inversión sin corregir por precios en condiciones no competitivas ni incorporar las externalidades positivas o negativas. En segundo lugar, en el análisis económico, se parte del análisis financiero y se tiene en consideración las externalidades así como las correcciones de los precios obtenidos en condiciones no competitivas (si es el caso).

3.3. Análisis financiero: resultados

Los indicadores más utilizados para el análisis financiero son la tasa de rentabilidad interna (TIR), el valor financiero neto actualizado (VAN) y la ratio de beneficio sobre coste (B/C).

La TIR se define como la tasa de rentabilidad que iguala a cero el valor actualizado neto de la inversión. Por tanto:

$$VAN(S) = \sum_{t=0}^n S_t (1 + TIR)^t = 0$$

donde S_n son los flujos netos en el momento n . El documento "Guide to Cost benefit analysis of investment projects" preparado por la Unidad de Evaluación de la DG de Política Regional de la Comisión Europea señala que un TIR reducido, o incluso negativo, no invalida el proyecto, condicionado a que pueda conseguir sus objetivos.

El VAN se define como valor presente descontado de los flujos netos generados por el proyecto.

$$VAN(S) = \sum_{t=0}^n a_t S_t = \frac{S_0}{(1+i)^0} + \frac{S_1}{(1+i)^1} + \dots + \frac{S_n}{(1+i)^n}$$

donde a_t es el factor de descuento e i el tipo de interés (o

¹ Aunque actualmente la inflación se sitúa en el 3.5% y la subyacente en el 5.8%. En cualquier caso, los análisis de sensibilidad muestran que un aumento de la inflación aumenta el VAN y el TIR del proyecto (pues el flujo de ingresos es mayor que el de costes)

coste de oportunidad de los fondos).

La ratio B/C es la relación entre el valor actual de los beneficios y el valor actual de los costes incluyendo las inversiones.

Utilizando los datos y los supuestos expuestos en las secciones anteriores, en el escenario básico resulta en un valor actualizado neto de 217 millones de euros y una tasa interna de rendimiento del 9.7% (Tabla 2). Los resultados superan ampliamente los obtenidos en 2010, el motivo es que los ingresos son superiores (pues en lugar de 7 líneas experimentales, durante el periodo hay activas entre 10 y 17) y los costes inferiores, pues el grueso de la inversión ya se realizó antes de 2010. Los ingresos por uso industrial y los costes de inversión y funcionamiento de ALBA II se han obtenido de las cuentas de ALBA. El ingreso financiero obtenido por las horas de utilización de ALBA II por parte de los investigadores, se ha obtenido de una manera similar a lo calculado en 2010, pero ahora con la información de los costes de ALBA². El ingreso por cada "shift" se actualiza utilizando la misma tasa de inflación (3%) y se reduce a medida que va aumentando el número de líneas experimentales hasta que en 2033 ya está saturada la decimoséptima línea. Respecto a la demanda se calcula suponiendo una utilización del 98% -prácticamente saturación- que es la demanda actual (5227 "shifts"). Esta demanda va aumentando desde las 10 líneas actuales a las 17, suponiendo que cada nueva línea se satura en 2 años, que es el máximo observado hasta el momento.

VAN	217 216 751 €
TIR	9,7%
B/C	1.14

Fuente: elaboración propia. Tabla 2.- Resultados del Análisis Financiero

3.4. Análisis económico

El análisis económico tiene como objetivo determinar la contribución global del proyecto al bienestar de la región o el país. Por tanto el sujeto de interés en este caso es toda la sociedad y no solo el propietario de la infraestructura. Para realizar la transición entre el análisis financiero y el análisis económico deben tenerse en consideración correcciones de los resultados financieros para tener en cuenta las externalidades, la conversión en precios de mercado de bienes y servicios adquiridos en condiciones no competitivas.

La guía del coste beneficio preparada por la Unidad de Evaluación de la Dirección general de Política Regional de la Comisión Europea. (Policy, 2014) y Florio, (2019) recomiendan tener en cuenta las siguientes externalidades positivas en las infraestructuras tecnológicas. En este sentido, se recomienda realizar una valoración monetaria de aspectos

² Si lo calculamos exactamente igual que en 2010, es decir, teniendo en cuenta la cuota anual española en el ESRF y el número efectivo de "shift" conseguidos, se obtendría un coste unitario de 7.751 euros por "shift". Rango muy similar al obtenido con los costes unitarios de ALBA en el periodo considerado.

tales como: la generación de conocimiento (patentes y publicaciones), el desarrollo del capital humano (doctores y post-doctores), el desarrollo del capital social (conferencias, visitas), los beneficios para los proveedores o los beneficios para la imagen de Barcelona. En el apartado de costes también se recomienda incluir una valoración monetaria de los costes medioambientales. Para todos estos casos aportan guías para su cálculo.

Para el cálculo de los valores monetarios de las externalidades citadas con anterioridad, en todos los casos, se calcula el beneficio social para el último año del que dispone información (habitualmente 2021 o 2022) y se proyecta dicho beneficio al futuro considerando el cambio en el número de líneas experimentales, la tasa de descuento y la tasa de inflación. Este enfoque es conservador especialmente en aquellos aspectos donde es lógico esperar un crecimiento exponencial (tal y como ha sucedido hasta el momento) como es el caso del valor de los aspectos relativos a la investigación. A continuación se comentan los principales aspectos y cómo se han calculado.

3.4.1. Beneficio por desarrollo de nuevos productos

Florio et al., (2008) recomienda calcular el beneficio por el desarrollo de nuevos productos a partir del valor económico de las patentes. En el caso de ALBA el número de patentes son, en estos momentos 16, un promedio de 2 anuales. Ponemos la cifra en contexto. Según datos de la Oficina de Patentes España, las universidades catalanas solicitaron un total de 298 patentes en la última década. Es decir, en 7 años (2015-2021), sólo ALBA ha solicitado más de un 5% de las mismas. El valor de estas patentes está ligado al número de citas recibidas a posteriori. Como estas patentes son recientes, resulta complicado valorar este aspecto con esta vía. Siguiendo a Ceccagnoli et al., (2005), se valoran las patentes en 300.000 € aunque Sartori et al., (2014) opta por un valor más conservador (85.000€) extraído de European Investment Bank (2013)³.

3.4.2. Beneficio por la red de conocimientos y de contactos

Otros negocios también se pueden beneficiar de la red de conocimiento y de contactos que supone la relación comercial con ALBA. Para hacer este cálculo se ha tomado el multiplicador medio de los sectores por la rentabilidad de cada sector usando la base de datos SABI que contiene 1,7 millones de empresas españolas y todos los datos contables y ratios económico-financieros. Se ha tomado la media ponderada del EBITDA sobre ventas. Con el valor de turnover de 1.43 y el 14.7 % de rentabilidad en 2019, este componente tiene una aportación de 1.8 millones en 2021.

3.4.3. Beneficio por la investigación

El beneficio de la investigación es uno de los principales beneficios sociales de las infraestructuras científicas. Se

³ Cabe poner en valor aunque sea cualitativamente el hecho de que ALBA ha sido citado en 337 documentos que han contribuido a crear patentes (Catalano et al., 2021)

considera los beneficios a partir de las citas de los artículos por científicos que no pertenecen a ALBA. Como suele ser habitual, las citas han sufrido un crecimiento desde el nacimiento de ALBA (40 en 2011) a la actualidad (entorno a las 10.500 en 2021). La forma de cálculo habitual del valor de cada cita, incluye el coste del tiempo del investigador, desde la descarga de la publicación hasta su cita. Este coste se evalúa al salario medio de los investigadores del campo. Así, el valor obtenido para 2021 es de 63.862€.

3.4.4. Beneficio por desarrollo de capital humano

Es evidente que una infraestructura científica como ALBA es instrumental en el desarrollo del capital humano, es decir, la creación de conocimientos, habilidades y competencias que son necesarias fuera del ámbito estricto de la investigación. Las infraestructuras de investigación son fundamentalmente un centro de talento. Los estudiantes no pagan una tasa por su formación en una infraestructura de investigación, pero reciben formación a partir de recursos de terceras partes (becas, etc.). De esta forma se crea una externalidad. Las técnicas de la economía de la educación permiten obtener el incremento en el capital humano disponible para la sociedad. El capital humano contribuye al crecimiento y la productividad de la economía. Así, los estudiantes de doctorado y postdoctorado acceden a un aprender practicando, difícil de obtener fuera de estas instituciones. Los salarios reflejan estas habilidades obtenidas durante la estancia en una gran infraestructura científica. El beneficio de la formación de los doctorandos se calcula por su mayor salario futuro, debidamente descontado, (rendimiento de la educación) por las externalidades positivas del hecho de trabajar en ALBA. Este parámetro se calcula como es estándar en la literatura (asumiendo que se retiran a los 65 años). Esta prima por haber trabajado en ALBA -alrededor del 5%- se aplica al conjunto de pre-doctorados, doctorados y post-doctorados. El importe final para 2021 es de 2.25 millones de euros.

3.4.5. Beneficio por desarrollo del capital social

En cuanto al desarrollo del capital social, a lo largo del año los investigadores organizan seminarios académicos, workshops, cursos y conferencias que atraen a un conjunto de visitantes de toda Europa. Por ejemplo, en 2019-2020 y 2021 están fuertemente influenciados por la situación pandémica- 1.225 personas visitaron ALBA bien como ponentes invitados o bien como participantes en seminarios y talleres. La disposición a pagar de los visitantes se calcula mediante el método del coste del viaje (sumando los costes transporte, alojamiento, inscripción, y el coste de oportunidad en términos de esos días de salario de los asistentes). Suponiendo una disposición a pagar una media de 2.000 euros (Sartori et al, 2017), el resultado para nuestro caso es de 1.856.000 €.

3.4.6. Beneficio para los visitantes

Otros beneficios adicionales considerados en esta aproximación a la valoración socioeconómica de ALBA II son el beneficio para los visitantes o el valor para la imagen del

territorio⁴. A la largo del año ALBA es visitado por escuelas, empresas, personal de otras universidades. Por ejemplo, en 2019 estos visitantes fueron alrededor de 17.000. Estos visitantes son beneficiarios de ALBA en tanto en cuanto su disponibilidad a pagar por la visita es superior al precio que efectivamente pagan (la visita es gratuita). Tal y como sucede en otras actividades recreativas, la mejor manera de aproximar la disponibilidad a pagar es a través del método del coste del viaje Clawson and Knetsch, (2013), que asume que los costes financieros y económicos de cada visitante permiten aproximar la disponibilidad a pagar. Siguiendo un enfoque conservador hemos utilizado los datos de la encuesta de movilidad del área de Barcelona en 2018. Ello implica suponer que los desplazamientos vienen de esa zona y suponen unos 16,70 euros por visitante, suponiendo que no realiza ningún gasto adicional. Para 2021, ello implica un beneficio para los visitantes de 117.240€.

3.4.7. Beneficio para la imagen del destino

Adicionalmente, otros visitantes realizan una visita virtual a ALBA a través de la página web o a través de las redes sociales. Asimismo, está el beneficio para la imagen del destino. La notoriedad de ALBA es otro de los beneficios al territorio, en particular a Cerdanyola del Vallès, Barcelona, Cataluña y España. Una manera habitual de medir esta notoriedad es a través de las noticias que se generan en los medios de comunicación, ya sean tradicionales-prensa, radio, TV- o digitales-redes sociales, página web. Estas noticias se pueden entender como impactos publicitarios que de manera implícita aumentan la notoriedad del territorio y suelen ser valorados mediante clipping. En 2021, dicho valor ha sido de 342.055€.

3.4.8. Costes sociales

Finalmente, en cuanto a los costes sociales, se estima que el valor del coste medioambiental de ALBAII, el coste se obtiene aplicando el precio por tonelada de 86.6€⁵, al consumo de 48 GWh/y a la media ponderada de las emisiones de CO2 por kWh de las empresas eléctricas españolas (0.30 kg/kWh)⁶. El coste medioambiental en 2021, por lo tanto, se estima en 524.120€.

3.4.9. Resultados del análisis económico

Con todo, el análisis económico en el escenario básico proporciona un valor actualizado neto de 544 millones de euros y una tasa interna de rentabilidad de 20,3% anual. Es decir, cada euro invertido en ALBA II, tiene un retorno social de 1,20 euros al año.

4 Otros posibles beneficios como el valor de “no uso” no se ha calculado pues para ello es necesario tener encuestas con un cuestionario con el objetivo de obtener la disponibilidad a pagar por tener la infraestructura (se use o no). En el caso del Large Hadron Collider, (Florio et al., 2016) estiman que compensa el 24 % de los costes totales

5 www.sendeco2.com

6 Comisión nacional del Mercado de la Competencia

VAN	544 409 863 €
TIR	20,30%
B/C	1.37

Fuente: elaboración propia. Tabla 3.- Resultados del Análisis Económico

La figura 2 resume la distribución del valor actual neto acumulado de los beneficios de ALBA II según cada componente. ALBA II tendrá un beneficio monetizado acumulado de 2112 millones de euros durante el periodo 2024-2056, según los datos recogidos en esta fase relativamente temprana del proyecto. Teniendo en cuenta que no todas las actividades, productos y resultados pueden monetizarse con precisión en esta fase, esta cifra ya se compara muy favorablemente con los costes de la infraestructura. Los principales beneficios acumulados son aquellos que proceden del beneficio financiero o valor para los usuarios (acceso) y el beneficio de la investigación en términos de publicaciones científicas, acumulando entre ambos beneficios prácticamente el 90% del total de los beneficios sociales netos acumulados de ALBA II.

Asimismo, la figura 3 presenta la distribución del Valor Actual Neto a lo largo del tiempo. Como puede observarse, una vez puesto en funcionamiento ALBA II (2032) el VAN tiene una tendencia claramente creciente que continuaría si se amplía el horizonte temporal (algo que podría suceder fácilmente hasta 2060) y ofrecería retornos de la inversión mucho más elevados.

Distribución del Beneficio Acumulado

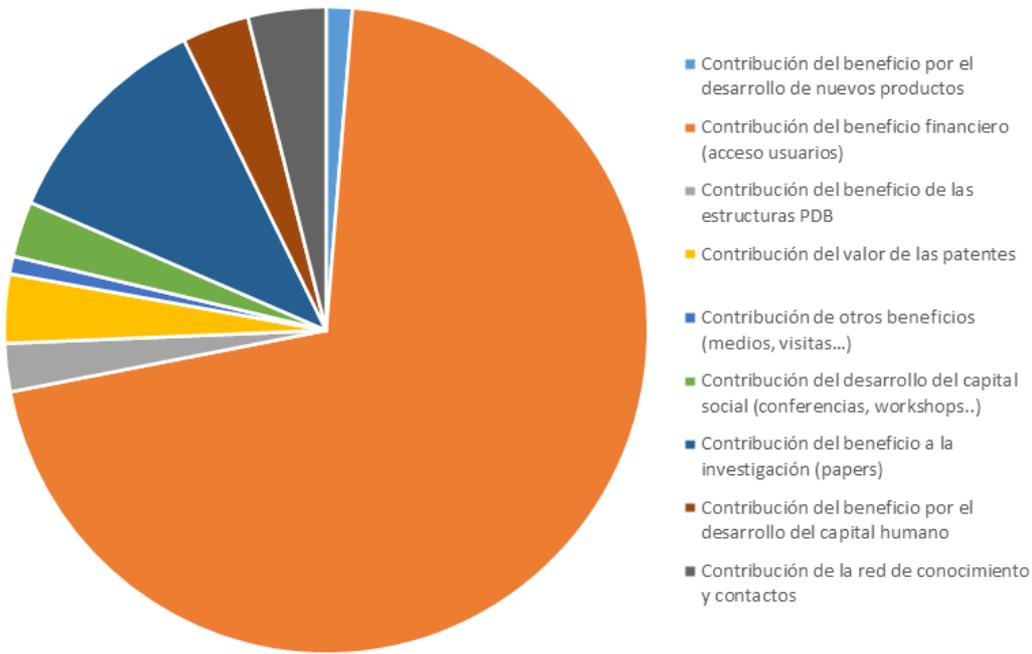


Figura 2.- Distribución del valor actual neto acumulado de los beneficios de ALBA II

Evolución del VAN durante el periodo 2024-2056

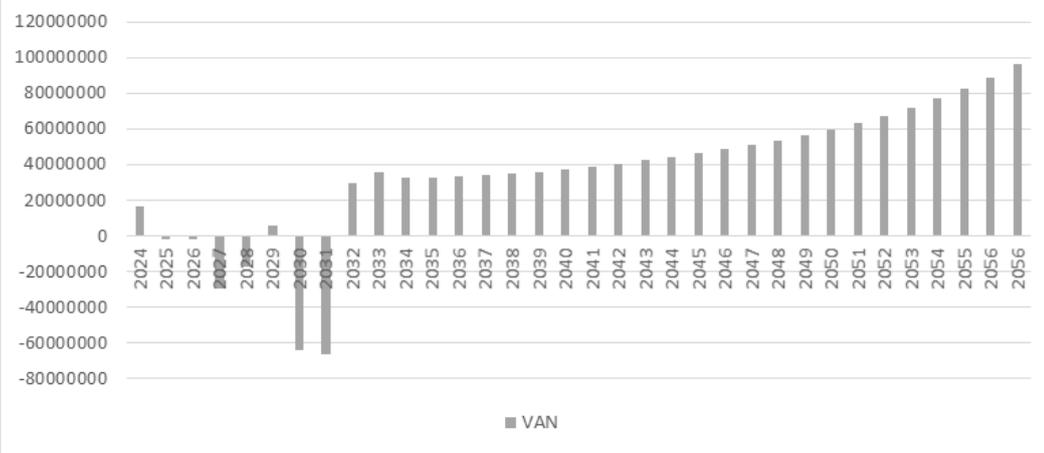


Figura 3.- Distribución del Valor Actual Neto

4. Conclusión

El presente trabajo ha presentado el cálculo actualizado del impacto económico y social de la construcción y funcionamiento de la modernización de ALBA a ALBA II, un sincrotrón de 4ª generación, así como el análisis coste-beneficio de esta infraestructura científica.

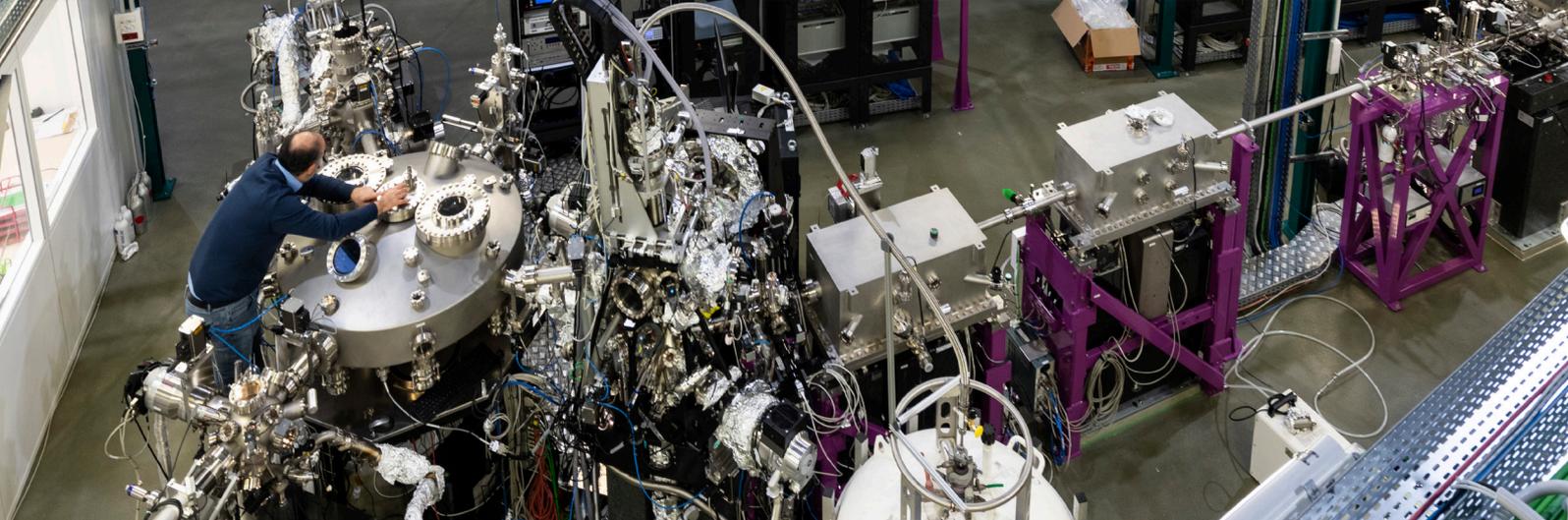
El impacto económico calculado evidencia que ALBA II genera un **impacto de 1123 millones de euros, un valor añadido de 346 millones de euros y 361 empleos a tiempo completo**. A estas cifras hay que añadir un **beneficio monetizado acumulado de 2112 millones de euros y una rentabilidad social del 20.3%**.

Podemos concluir por lo tanto, que **la tasa de rentabilidad de la inversión en ALBA II es muy elevada**. Para poner en contexto, es **más del doble de la tasa obtenida en ALBA que ya era elevada**, pues no es habitual que las tasas de rentabilidad superen los dos dígitos. Ello es debido a que la nueva inversión en ALBA II aprovecha gran parte de la inversión en ALBA, incrementando la rentabilidad de la misma.

Además, como se ha comentado, los supuestos que se han realizado son absolutamente conservadores. Comenzando, por el horizonte temporal. De cara al futuro, el trabajo del cálculo del impacto económico y social de ALBA II podría verse favorecido de una actualización de los datos, así como un recálculo de los multiplicadores de impacto económico y un ejercicio de impacto socioeconómico que incorpora un análisis de sensibilidad a los supuestos iniciales y un ejercicio de simulación que otorgue un enfoque probabilístico a los resultados posibles.

5. Bibliografía

- Alcaide Guindo, P., 2010. Avance de las magnitudes económicas españolas en 2009 y serie provisional del " Balance Económico Regional": años 2000 a 2009. Cuad. Inf. económica 1-64.
- Barget, E., Gouguet, J.J., 2007. The Total Economic Value of Sporting Events Theory and Practice. J. Sports Econom. 8, 165-182. doi:10.1177/1527002505279349
- Catalano, G., López, G.G., Sánchez, A., Vignetti, S., 2021. From scientific experiments to innovation: Impact pathways of a Synchrotron Light Facility. Ann. Public Coop. Econ. 92, 447-472.
- Ceccagnoli, M., Gambardella, A., Giuri, P., Licht, G., Mariani, M., 2005. Study on evaluating the knowledge economy-What are patents actually worth? The value of patents for today's economy and society. Eur. Comm. DG Intern. Mark. Tender No. MARKT/2004/09/E, Final Rep. Lot 1.
- Clawson, M., Knetsch, J.L., 2013. Economics of outdoor recreation. Routledge.
- De Rus, G., 2010. Introduction to cost-benefit analysis: looking for reasonable shortcuts. Edward Elgar Publishing.
- Florio, M., 2019. Investing in Science: Social Cost-Benefit Analysis of Research Infrastructures, The MIT Press. MIT Press.
- Florio, M., Finzi, U., Genco, M., Levarlet, F., Maffii, S., Tracogna, A., Vignetti, S., 2008. Guide to cost-benefit analysis of investment projects. Eval. Unit, DG Reg. Policy, Eur. Comm.
- Florio, M., Forte, S., Sirtori, E., 2016. Forecasting the socio-economic impact of the Large Hadron Collider: A cost-benefit analysis to 2025 and beyond. Technol. Forecast. Soc. Change 112, 38-53.
- García-Montalvo, J., Raya Vilchez, J.M., 2005. Potenciant la nova economia a Catalunya: una anàlisi econòmica de la font de llum de sincrotró del Vallès (ALBA). Coneix. i Soc. Rev. d'Universitats, Recer. i Soc. la Inf. 32-59.
- Llop, M., 2012. The role of saving and investment in a SAM price model. Ann. Reg. Sci. 48, 339-357.
- Matheson, V.A., 2009. Economic multipliers and mega-event analysis. Int. J. Sport Financ. 4, 63.
- Muñoz, J., 2010. Evaluación del impacto sobre la ocupación total catalana de la crisis inmobiliaria a partir de una simulación con las tablas input-output de Cataluña. XVII Jornadas Estadística las Comunidades Auton. (Caceres, 20-23 Oct. 2010).
- Policy, U., 2014. Guide to Cost-benefit Analysis of Investment Projects. Policy 2014, 2020.
- Raya, J.M., García-Montalvo, J.G., 2016. Anàlisi cost-benefici i d'impacte econòmic del sincrotró ALBA. Nota d'Economia 115-125.
- Raya Vilchez, J., Moreno-Torres, I., 2013. Guia pràctica 9: introducció a l'avaluació econòmica. Col·lecció l'avalua de guies pràctiques.
- Sartori, D., Catalano, G., Genco, M., Pancotti, C., Sirtori, E., Vignetti, S., Bo, C., 2014. Guide to cost-benefit analysis of investment projects. Economic appraisal tool for cohesion policy 2014-2020.
- Taks, M., Kesenne, S., Chalip, L., Green, B.C., Martyn, S., 2011. Economic impact analysis versus cost benefit analysis: The case of a medium-sized sport event. Int. J. Sport Financ. 6, 187.





Generalitat de Catalunya
**Departament de Recerca
i Universitats**

Sincrotrón ALBA - www.cells.es

Carrer de la Llum 2-26, 08290 Cerdanyola del Vallès (Barcelona)