

# Manual para la Evaluación de Inversiones en Eficiencia Energética en el Sector Textil

---

Dirigido a  
Instituciones Financieras

---

**CAF** BANCO DE DESARROLLO  
DE AMÉRICA LATINA





# Glosario

**20 Tex:** peso en gramos de 1.000 metros de hilo. Por ejemplo, un hilo de 20 Tex quiere decir que 1.000 metros de hilo pesan 20 gramos.

**Boiler horse power (BHP):** un caballo de vapor es una unidad de medida de potencia de calderas que equivale a 33.471 BTU/h.

**Biomasa:** energía procedente del aprovechamiento de la materia orgánica generada en algún proceso biológico, el aprovechamiento de la energía de la biomasa se puede hacer, por ejemplo por combustión.

**BTU:** Unidad Térmica Británica. Unidad para medir el calor, un BTU es la energía requerida para elevar la temperatura de una libra de agua un grado Fahrenheit.

**Ciclo de vida:** es una herramienta de diseño que investiga y evalúa los impactos ambientales de un producto o servicio durante todas las etapas de su vida: extracción, producción, distribución, uso y disposición final.

**Cogeneración de energía:** producción de energía eléctrica y térmica aprovechable en los procesos industriales y comerciales a partir de una misma fuente de energía.

**Carbon Trust:** organización global sin ánimo de lucro que ha creado programas como Carbon Trust Carbon Standard y Carbon Trust Water Standard, para medir y reducir el impacto ambiental de corporaciones, productos y servicios.

**Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>):** es el principal gas de efecto invernadero emitido principalmente a través del uso del transporte y la industria, la producción de energía eléctrica, la agricultura y la deforestación.

**Eficiencia energética:** es la forma de gestionar y limitar el crecimiento del consumo de energía. Un proceso más eficiente puede producir más bienes o servicios con la misma o menor cantidad de energía. Por ejemplo, una bombilla fluorescente compacta (CFL) utiliza menos energía que una bombilla incandescente para producir la misma cantidad de luz.

**Efluentes:** descarga de aguas residuales empleadas en los procesos industriales, urbanos o agrícolas.

**Enconado:** proceso textil en el cual se lleva a cabo una purificación del hilo mediante la eliminación de impurezas como son hilos gruesos, cortos, sucios o rotos.

**Formaldehído:** es un compuesto químico altamente volátil y muy inflamable. Es uno de los compuestos orgánicos básicos más utilizados en la industria química y textil. El uso de este producto se ha prohibido en algunos países debido al alto riesgo para la salud de quien manipula esta sustancia.

**Gases de efecto invernadero (GEI):** los gases de efecto invernadero son la principal causa del calentamiento global. La mayoría de estas sustancias como el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>), los óxidos nitrosos(NO<sub>x</sub>), entre otros, son liberados a la atmósfera por la actividad humana.

**Inversiones en producción más limpia:** inversiones que pueden demostrar un beneficio ambiental para disminuir la contaminación del aire, el suelo y/o el agua.

**kW:** es una unidad de medida de la potencia (1kW es equivalente a 1.000 W) de los aparatos eléctricos.

**kWh:** equivalente a mil vatios-hora, es una unidad utilizada para medir la energía eléctrica consumida o utilizada en determinado tiempo.

**Línea de base:** situación energética y ambiental actual sin ninguna mejora implementada.

**Líneas de financiamiento “verde”:** líneas de financiamiento que buscan el desarrollo de proyectos que promuevan la protección y conservación del medio ambiente, como proyectos de eficiencia energética, energía renovable y/o producción más limpia. Dichos proyectos, deben contar con la revisión y verificación de los beneficios ambientales que se obtienen después de la inversión.

**MJ:** MegaJulio es un múltiplo (Mega prefijo del sistema internacional equivalente a  $\times 10^6$ ) de la unidad de medida métrica Julios utilizada para medir energía, trabajo y calor.

**Periodo de retorno simple:** es la cantidad de tiempo que demora una inversión en pagarse basado en el flujo de caja del proyecto. Por ejemplo, el período de retorno simple de una inversión de 300 USD con ahorros anuales de 100 USD tiene un periodo de retorno simple de 3 años.

**Sello CarbonTrust:** certificación que mide el aporte de las acciones frente al cambio climático de empresas, productos y servicios.

**Valor ex ante:** valor de una variable medida antes de desarrollar los proyectos de eficiencia energética.

**Valor ex post:** valor de una variable medida después de desarrollar los proyectos de eficiencia energética.



# Tabla de conversiones

En la tabla 1 se presentan las unidades utilizadas en este manual, las cuales sirven como referencia para las diferentes conversiones de unidades que se encuentran a lo largo del documento.

**Tabla 1.** Tabla de conversión de unidades.

Potencia	kilowatt (kW)	HP	BTU/h
kilowatt (kW)	1	1.341	3.412,14
HP	0,754	1	2.544.43
BTU/h	0,00293	0,0003928	1

Energía	Kilowatt-hora (kWh)	Jules	GigaJules	PetaJules	BTU
kilowatt-hora (kWh)	1	3.600.000	0,0036	3,6 e-9	3.412,14
Jules	0,000000278	1	1e-9	1e-15	0,0009478
GigaJules	277,7	1e+9	1	1e-6	947817
PetaJules	2,77 e+8	1e+15	1e+6	1	9,47e+11



## 1. Presentación

CAF -Banco de desarrollo de América Latina- tiene como misión impulsar el desarrollo sostenible y la integración regional, mediante el financiamiento de proyectos de los sectores público y privado, la provisión de cooperación técnica y otros servicios especializados. Constituido en 1970 y conformado en la actualidad por 19 países 17 de América Latina y el Caribe, junto a España y Portugal y 13 bancos privados, es una de las principales fuentes de financiamiento multilateral y un importante generador de conocimiento para la región.

CAF adelanta el desarrollo del Programa de Eficiencia Energética desde la Demanda (EE-D) y Negocios Verdes (NV) con Instituciones Financieras (IF's), cuyo objetivo principal es fomentar una mayor inversión de empresas Latinoamericanas en NV y EE-D, para lo cual CAF pone a disposición (I) financiamiento a través de las líneas de crédito que CAF mantiene con Instituciones Financieras (IF's), (II) asistencia técnica, y (III) fortalecimiento de mercados en negocios verdes y de eficiencia energética.

Este manual tiene como objetivo fortalecer los programas ambientales y sociales de las IF's y mejorar sus capacidades para identificar, evaluar y financiar proyectos de EE, asimismo, gestionar los riesgos ambientales y sociales asociados con los proyectos que financian.

Incluye aspectos técnicos, ambientales y de inversión, criterios de elegibilidad de proyectos para ser financiados por las IF's y los mecanismos de monitoreo, reporte y verificación de los beneficios ambientales generados por las inversiones realizadas.

Este manual es parte de un conjunto de documentos que comprenden los sectores y tecnologías con mayor potencial para llevar a cabo inversiones en eficiencia energética. En la tabla 2 se presenta el conjunto de documentos elaborados para el Programa de Eficiencia Energética desde la Demanda (EE-D) y Negocios Verdes (NV) con Instituciones Financieras (IF's).

**Tabla 2.** Manuales por sector y guías por tipo de proyecto

Manuales Por Sector											
Guías Por Tipo De Proyecto	Alimentos y bebidas	Textiles	Cemento	Pulpa y papel	Siderurgia y metal mecánica	Agroindustria	Hoteles y hospitales	Alumbrado público	Grandes superficies	Transporte	
	Motores de alta eficiencia	✓	✓	✓	✓	✓					
	Cogeneración de energía	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓		
	Sustitución de combustibles	✓	✓	✓	✓		✓			✓	
	Iluminación de alta eficiencia	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓		
	Calderas y sistemas de vapor	✓	✓		✓		✓				
	Aire acondicionado						✓		✓		
	Refrigeración	✓							✓		
	Calentamiento de agua con energía solar						✓				
	Hornos			✓		✓					
	Aire comprimido	✓	✓	✓	✓	✓					
	Energía solar fotovoltaica						✓	✓	✓		
Automatización de procesos						✓	✓	✓			

Así por ejemplo, se elaboró la guía para el desarrollo de proyectos de motores de alta eficiencia, que es aplicable a sectores como cemento, textiles y alimentos y bebidas.



## 2. Aplicabilidad del manual

El manual de eficiencia energética del sector textil para IF's, incluye información relevante relacionada al proceso de producción, consumos energéticos y potencial de eficiencia energética para los diferentes procesos de fabricación textil. Los valores presentados en este manual son indicativos puesto que las diferentes plantas pueden variar en su configuración y tamaño, ubicación geográfica, las características de operación y el tipo de producto terminado, la oferta local de materias primas, entre otros factores.

Los consumos de energía térmica y eléctrica sirven como referencia sobre las mejores prácticas del sector y definen los indicadores de consumo para determinar las mejoras razonables por inversiones en diferentes proyectos. Se considera como buena práctica, comparar estos indicadores de referencia para identificar el potencial de mejora en cuanto a cambios tecnológicos que pueden ser elegibles a través de una línea de financiación que busque beneficios ambientales.

El manual presenta los proyectos con mayor potencial mostrando los diferentes niveles de inversión, posibles períodos de retorno y los ahorros estimados frente a los diferentes cambios tecnológicos; también presenta el proceso de monitoreo, reporte y verificación, con el objetivo de medir los diferentes beneficios ambientales obtenidos en la implementación de los proyectos.

Las oportunidades de eficiencia energética financiables a través de líneas verdes son las más comunes para este sector, teniendo en cuenta el estado de la tecnología actual y las mejores prácticas del mercado. No significa que sean los únicos proyectos financiables, pero si los más comunes que requieren de financiación.



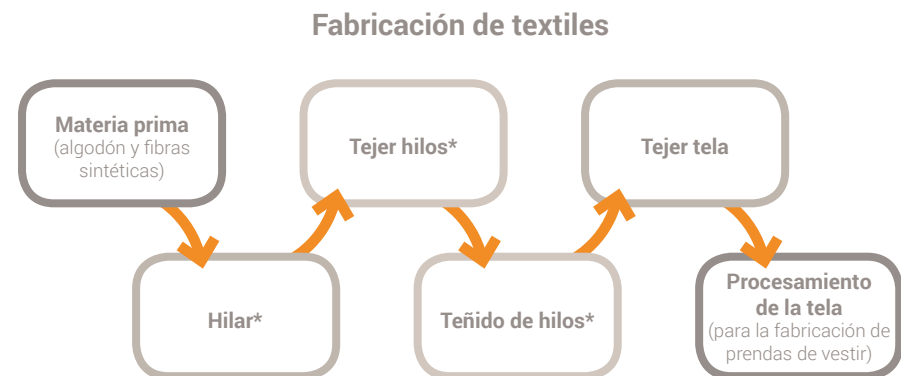


### 3. Descripción del sector textil

La industria textil tiene una de las cadenas de producción más complejas en la fabricación industrial. Generalmente, es un sector heterogéneo el cual está dominado por las pequeñas y medianas empresas, su producción se caracteriza principalmente por la fabricación orientada a tres diferentes productos: ropa, ropa y elementos para el hogar y para uso industrial.

La fabricación de textiles es compleja debido a la amplia variedad de sustratos, procesos, maquinaria, componentes utilizados y los acabados de los diferentes productos. En la figura 1 se presenta un diagrama de flujo generalizado, que representa los diversos procesos textiles que están involucrados desde la transformación de materias primas hasta obtener un producto terminado. Generalmente todos estos procesos no suceden en una sola instalación, no obstante, existen plantas que tienen varios pasos del proceso integrados. Asimismo, existen varios nichos y productos especializados que se han desarrollado en la industria textil que implican el uso de etapas de procesamiento especiales que no se muestran en la figura 1.

**Figura 1.** Proceso general de producción textil desde el punto de vista energético.<sup>1</sup>



\*Algunos procesos requieren calor

<sup>1</sup> <http://solwedish.com/solutions/iph/textile-industry/>

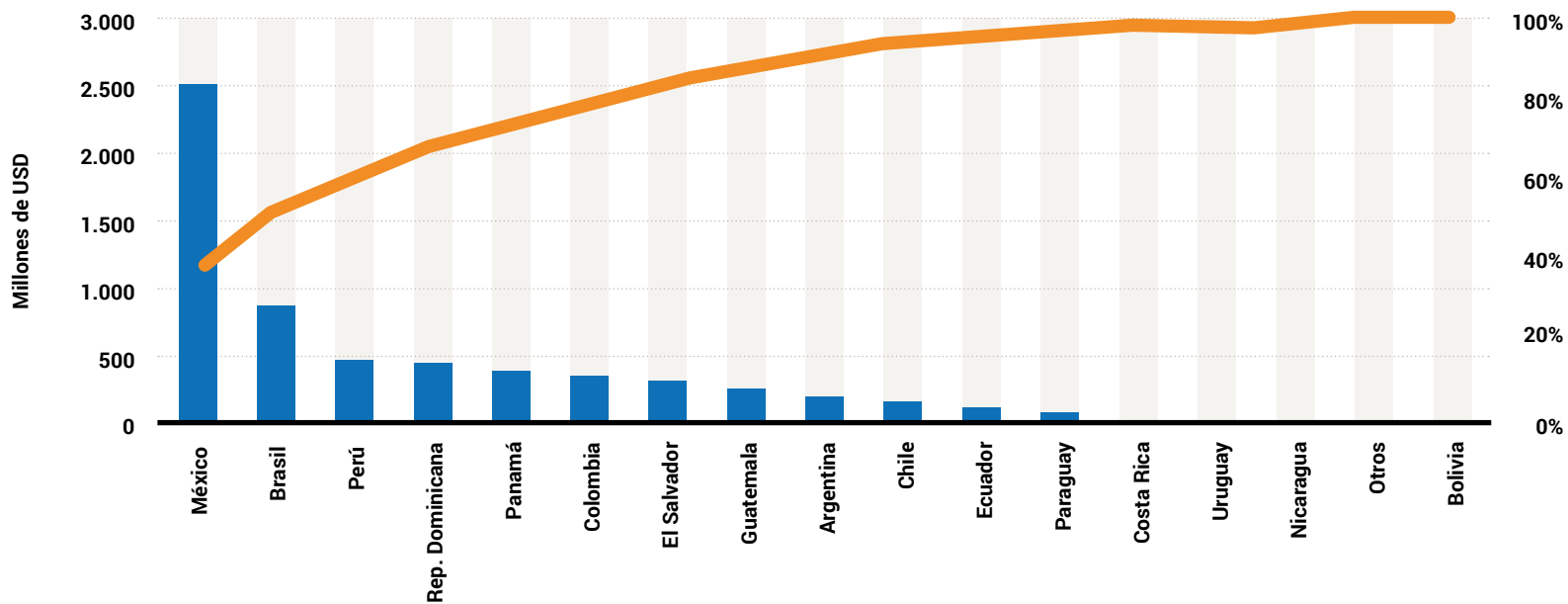
Según la Organización Mundial de Comercio (WTO por sus siglas en inglés), la fabricación de textiles a nivel mundial está dominada por la producción en Asia, en donde las exportaciones de textiles en el 2014 alcanzaron el 60% del mercado global. China es el mayor exportador mundial con cerca del 36% de las exportaciones, seguido por la Unión Europea con el 28% y Norte América con el 6%. Centroamérica y Suramérica representan cerca del 2% de las exportaciones mundiales.

Dentro de las exportaciones de textiles en Latinoamérica, se resalta que los mayores exportadores de textiles son México, Brasil y Perú, con cerca del 60% de las exportaciones de la región como se muestra en la figura 2.

**Centro y Sur América** representan el **2%** de las exportaciones de textiles a nivel mundial.

Los mayores exportadores son **México, Brasil y Perú.**

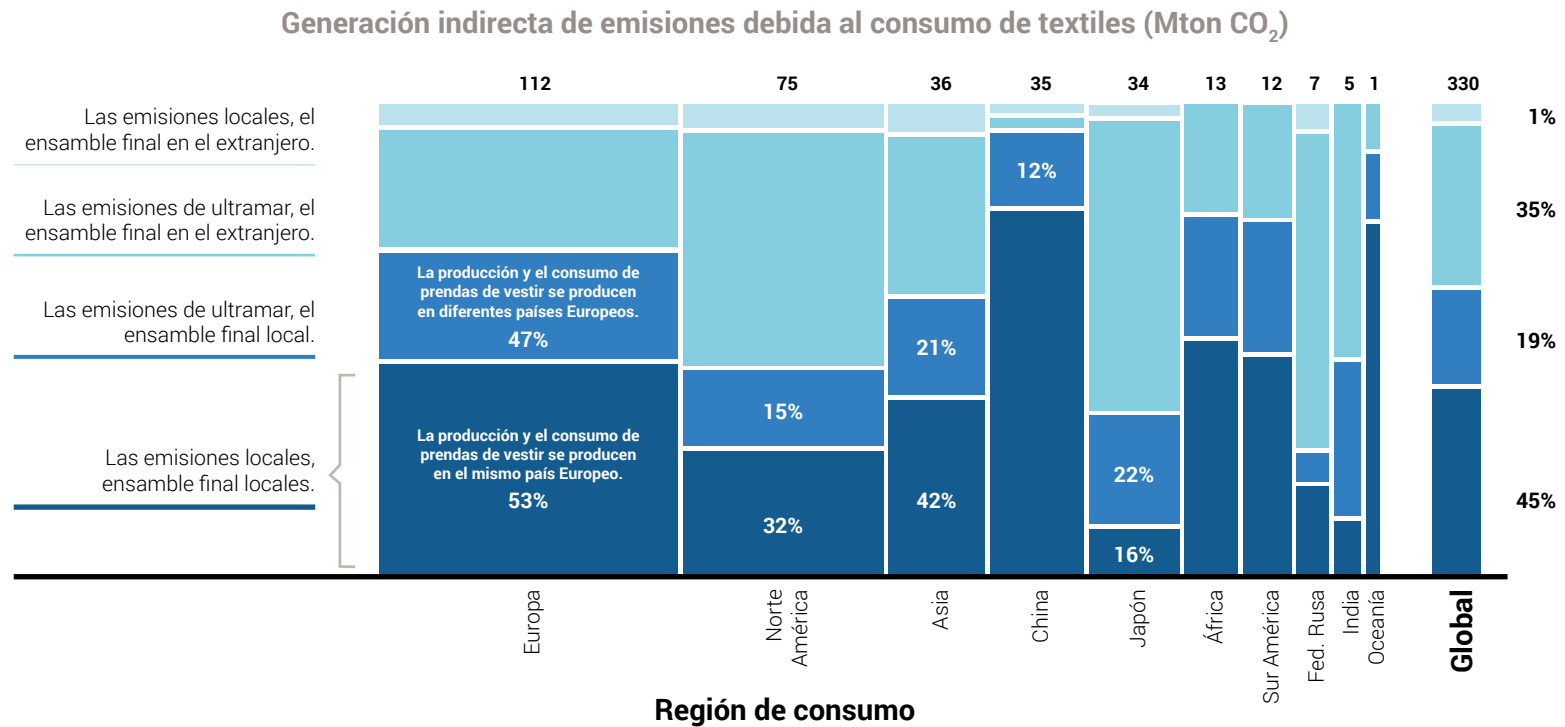
**Figura 2.** Exportaciones textiles de América Latina para 2014.<sup>2</sup>



<sup>2</sup> <http://comtrade.un.org/labs/data-explorer/#>

Se estima que el sector textil produjo el 9% de las emisiones globales de GEI<sup>3</sup> en 2014, dichas emisiones se produjeron en una amplia gama de subsectores y regiones diferentes; China es el mayor generador de emisiones asociadas a la producción mundial de textiles de algodón. La mitad de las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector provienen del uso de electricidad. Latinoamérica representa cerca del 2% de las emisiones globales de CO<sub>2</sub> de la industria textil, en la figura 3 se presentan las emisiones por región y según el proceso en la cadena de valor.

**Figura 3.** Emisiones globales de la industria textil por región según el ciclo de vida.<sup>4</sup>



De acuerdo con la figura 3, por el modelo de producción de textiles en otros continentes, es posible afirmar que se importan emisiones asociadas al producto textil, de esta forma Europa es el mayor generador de emisiones textiles a pesar de que la mayor producción se hace en China.

<sup>3</sup> <https://www.carbontrust.com/media/38358/ctc793-international-carbon-flows-clothing.pdf>  
<sup>4</sup> <https://www.carbontrust.com/media/38358/ctc793-international-carbon-flows-clothing.pdf>



#### 4. Caracterización energética del proceso

Las fibras textiles son clasificadas principalmente en dos categorías; naturales y sintéticas. Las fibras naturales en su mayoría provienen del algodón, un producto agrícola que utiliza grandes cantidades de agua, pesticidas y fertilizantes químicos. La producción de algodón consume cantidades mínimas de energía de manera directa. Por el contrario, las fibras sintéticas utilizan una cantidad significativa de energía en el proceso de producción.

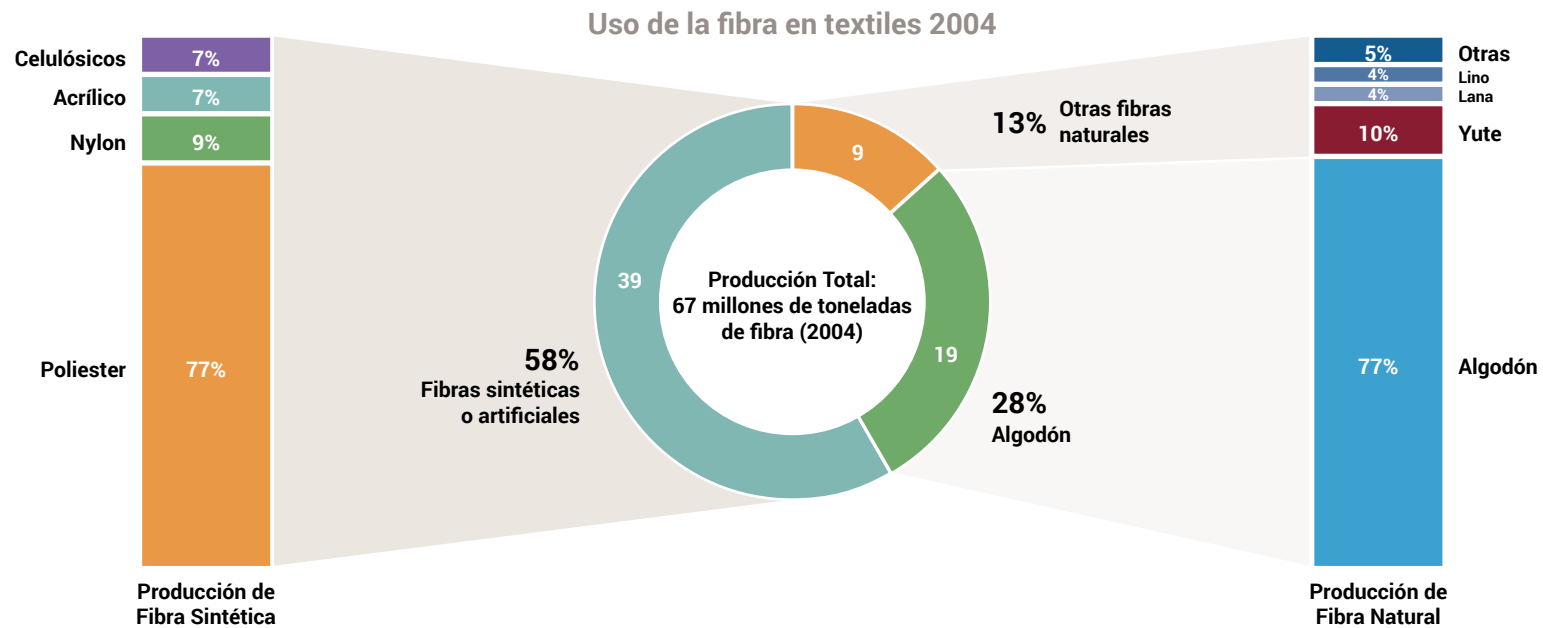
El algodón y el poliéster dominan la fabricación de textiles a nivel global, ambos suministran más del 85% de toda la fibra utilizada en la producción. En la figura 4 se presenta la distribución de la producción

mundial en 2004, según el tipo de fibra, el algodón representa cerca del 28% de la producción mundial (y el 77% de las fibras naturales); de manera similar, el poliéster constituye el 77% de la producción de fibras sintéticas.

La producción de fibras naturales se ha duplicado en los últimos 30 años, hasta el 2007 el algodón ha sido el que más ha contribuido a esta tendencia. Al mismo tiempo, la demanda global de fibras se ha incrementado de manera constante entre 1990 y 2004, gran parte de este aumento ha sido cubierto por la producción de fibras sintéticas, principalmente poliéster.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> <https://www.carbontrust.com/media/38358/ctc793-international-carbon-flows-clothing.pdf>

**Figura 4.** Fibras utilizadas en 2004 por la industria textil.<sup>6</sup>



El proceso de hilado incluye procesos de separación y unión de fibras, ventilación y otros que requieren una gran cantidad de energía eléctrica y aire comprimido. Los principales equipos del proceso de producción en los sistemas de hilado son motores de mediana potencia, intensivos en el uso de energía eléctrica.

En el proceso de estructuración del tejido existen tres métodos principales: tejido plano, tejido de punto y textiles no tejidos o aglomerados, el proceso de producción y el tipo de maquinaria utilizada varía según el método utilizado. Generalmente son operaciones en seco y la mayoría del consumo energético es de carácter eléctrico.

Dentro del proceso húmedo se pueden clasificar las siguientes etapas de producción: pretratamiento, blanqueamiento, lavado, tintura/impresión y postratamiento. En todos los procesos húmedos se requiere agua caliente, vapor de agua y/o aire caliente, los cuales son producidos principalmente a través de energía térmica y algunos pocos casos usando electricidad.

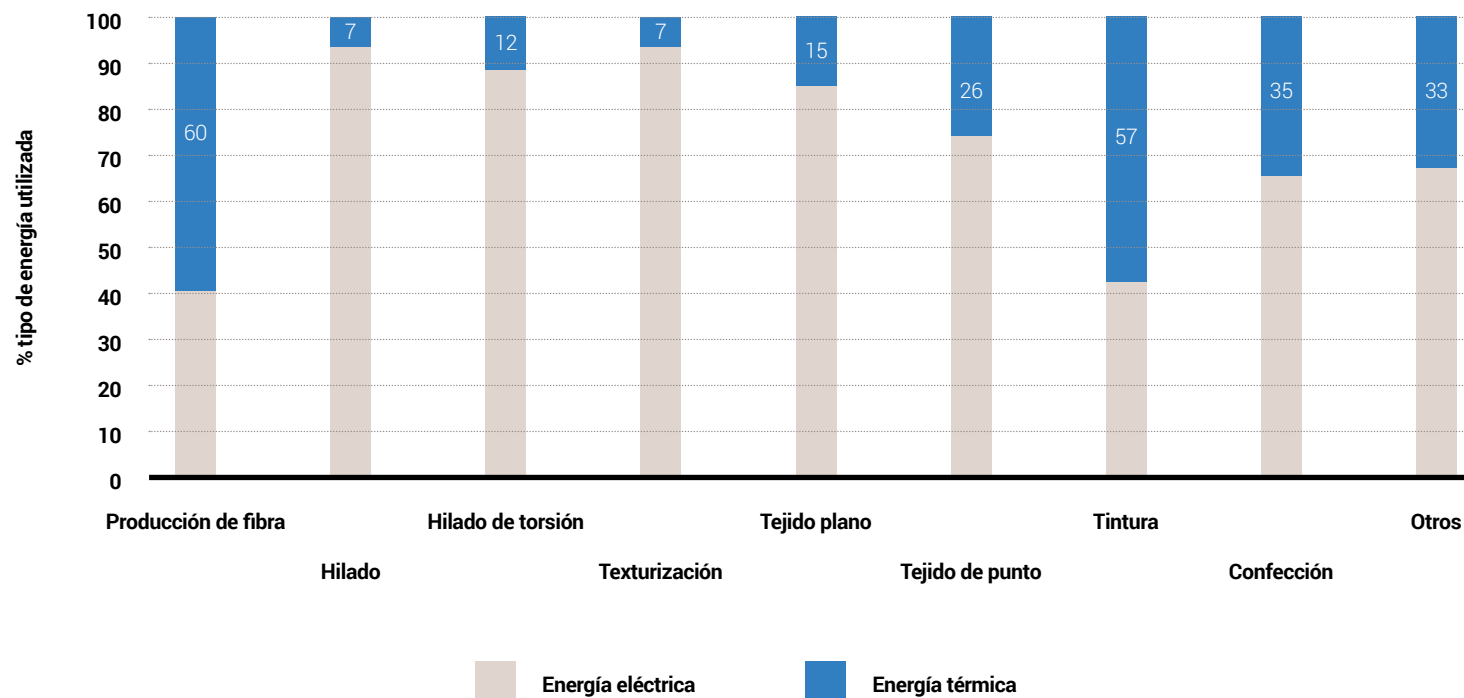
La confección de prendas es un proceso intensivo en mano de obra. El corte, costura y planchado generalmente utiliza maquinaria que consume energía eléctrica para el proceso productivo. No obstante, este no representa un consumo significativo de energía en plantas integradas y por tanto no se incluye en este manual.

<sup>6</sup> <https://www.carbontrust.com/media/38358/ctc793-international-carbon-flows-clothing.pdf>

La industria textil está compuesta por gran cantidad de plantas en los diferentes países que pueden consumir una cantidad significativa de energía, la proporción de energía consumida depende de la estructura y el nivel de procesamiento en cada país. Por ejemplo, la industria textil en China representa cerca del 3,6% del consumo industrial (EIA, 2014), mientras que para Argentina la industria textil representa solo el 0,6% (EIA, 2014) del consumo del sector industrial del país.

La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI), estima que el porcentaje de consumo de electricidad y el consumo de energía térmica en la producción textil es del 93% para el hilado, 85% para la estructuración del tejido, 43% para el proceso húmedo y 65% para el proceso de confección de prendas. El resto de la energía utilizada en la producción proviene de fuentes de energía térmica no renovable como el diésel, carbón o gas natural. En la figura 5 se presenta el porcentaje del tipo de energía utilizada según el proceso de fabricación textil.

**Figura 5.** Tipo de energía utilizada según el proceso en porcentaje.<sup>7</sup>



<sup>7</sup> Handbook of Life Cycle Assessment (LCA) of Textiles and Clothing

La distribución de usos finales de energía eléctrica y energía térmica se presentan en la figura 6. El proceso de hilado es el mayor consumidor de electricidad (41%), seguido por el proceso de estructuración del tejido (18%). El proceso de blanqueamiento y de acabado consume la mayor parte de la energía térmica (35%). Una parte significativa de la energía térmica se pierde en el proceso de generación y distribución de vapor (35%).<sup>8</sup>

La distribución de los usos de la energía en sector textil es la siguiente:

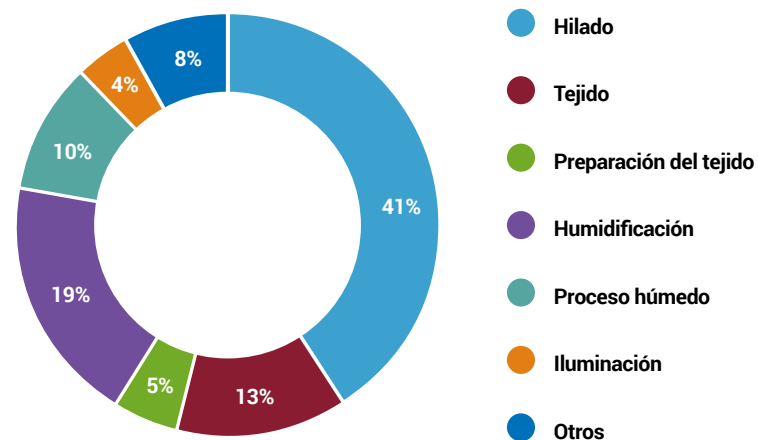
- ▶ El hilado consume el **41%** de la energía eléctrica y la estructuración del tejido el **18%**.
- ▶ Los procesos de blanqueado y de acabado consumen el **35%** de la energía térmica.
- ▶ Las pérdidas en caldera y distribución de vapor son del **35%**.

<sup>8</sup> Handbook of Life Cycle Assessment (LCA) of Textiles and Clothing.

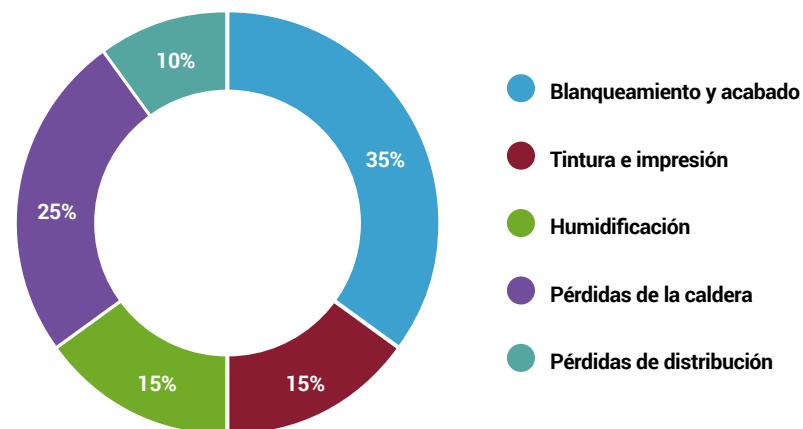
<sup>9</sup> Handbook of Life Cycle Assessment (LCA) of Textiles and Clothing.

**Figura 6.** Uso final de la energía eléctrica y térmica en el proceso textil.<sup>9</sup>

#### Uso final de la energía eléctrica



#### Uso final de la energía térmica



La proporción del costo total de la energía en la producción textil varía dependiendo del país. En la tabla 3 se presentan los factores de costos para diferentes países en la producción de hilos (20 Tex<sup>10</sup>). El costo de la energía es usualmente el tercer o cuarto más alto en los costos de producción.

Se estima que el costo de producción relacionado con la energía varía entre el 5 y el 10% para el hilado, entre el 5 y el 8% para los procesos de estructuración del tejido y entre el 5 y el 8% para los procesos de confección.<sup>12</sup>

**Tabla 3.** Participación de los costos de fabricación textil para diferentes países producción de hilo 20 Tex.<sup>11</sup>

Factores de costo	Brasil	China	India	Italia	Corea	Turquía	USA
Materia prima	50%	61%	51%	40%	53%	49%	44%
Manejo de residuos	7%	11%	7%	6%	8%	8%	6%
Mano de obra	2%	2%	2%	24%	8%	4%	19%
Energía	5%	8%	12%	10%	6%	9%	6%
Materiales adicionales	4%	4%	5%	3%	4%	4%	4%
Capital	32%	14%	23%	17%	21%	26%	21%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**Nota:** aunque no existen valores puntuales para todos los países de Latinoamérica, se pueden tomar los valores de Brasil como referencia para la región.

<sup>10</sup> La definición del Tex es "peso en gramos de 1.000 metros de hilo". Por ejemplo, un hilo de 20 Tex, quiere decir que 1.000 metros de hilo pesan 20 gramos.

<sup>11</sup> [https://www.energystar.gov/sites/default/files/buildings/tools/EE\\_Guidebook\\_for\\_Textile\\_industry.pdf](https://www.energystar.gov/sites/default/files/buildings/tools/EE_Guidebook_for_Textile_industry.pdf)

<sup>12</sup> Handbook of Life Cycle Assessment (LCA) of Textiles and Clothing.



En la tabla 4 se presentan ejemplos de indicadores específicos para el consumo de energía y agua. Se debe tener en cuenta que los valores presentados son de referencia y sirven para comparar y conocer el potencial de mejora en las diferentes etapas del proceso. El valor superior en el rango se refiere a fábricas que también tengan secciones de hilatura, torsión y enconado.

**Tabla 4.** Consumo de energía y agua en la producción textil.<sup>13</sup>

Proceso	Electricidad (kWh/kg)	Energía térmica (MJ/kg)	Consumo de agua (l/kg)
Lavado de lana	0,3	3,5	2-6
Acabado de hilos	-	-	70 - 120
Tintura de hilos	0,8 – 1,1	13 - 16	15 – 30 (tintura) 30 – 50 (aclarado)
Tintura de fibras cortas	0,1 – 0,4	4 -14	4 – 5 (tintura) 4 – 20 (aclarado)
Acabado de tejidos de punto	1 - 6	10 - 60	70 - 120
Acabado de tejidos	0,5 – 1,5	30 - 70	50 - 100
Acabado de tejidos tinturas	-	-	<200



### Evalúe el potencial de EE de la planta:

- ▶ Compare el indicador de consumo de energía térmica.
- ▶ Compare el indicador de consumo de energía eléctrica.
- ▶ Si estos valores superan los indicadores en la tabla 4, existe potencial de proyectos de EE.

<sup>13</sup> Comisión Europea (2003b). Los datos relativos a los “valores de referencia de la industria” proceden de un número limitado de instalaciones. -Guías IFC sobre medio ambiente, salud y seguridad para la fabricación de textiles



## 5. Proyectos de eficiencia energética con mayor potencial

En este capítulo se presentan las oportunidades de eficiencia energética en la industria textil. Se incluyen las diferentes opciones de optimización de equipos, así como el reemplazo de maquinaria obsoleta con tecnología de última generación. Deben considerarse con cuidado especial las opciones de optimización de tecnologías viejas, ya que las tecnologías de última generación, si bien tienen costos de capital altos, generan ahorros de energía, agua, materias primas, disminuyen los reprocesos y aumentan la calidad, haciendo rentable su adquisición.

En la tabla 5 se presentan los proyectos de eficiencia energética que se desarrollan comúnmente en la industria textil. Se presenta el tipo de proyecto, el potencial de ahorro energético si se realiza el cambio tecnológico, el período de retorno simple estimado (el cual puede variar según el precio de la energía en los diferentes países), el nivel de inversión aproximado y los beneficios adicionales que pueden servir como argumentos para presentar un proyecto de eficiencia energética para financiación.



**Tabla 5.** Oportunidades de reducción del consumo de energía y beneficios ambientales para el sector.<sup>14</sup>

Tipo de proyecto	Línea base de la industria	Ahorro energético potencial	Período de retorno simple	Nivel de inversión por proyecto	Beneficios adicionales
<b>Instalación o reemplazo de motores de alta eficiencia.</b>	Motores de eficiencia estándar (80 y 85%).	10 – 15%	2 a 5 años.	Para motores grandes (más de 300 kW) 75 USD/kW. Para motores pequeños (entre 30 y 300 kW) 120 y 140 USD/kW.	Vida útil más larga, menos costos de mantenimiento, menos vibraciones y alta confiabilidad en los procesos.
<b>Máquinas de cardado de alta velocidad.</b>	Máquinas de cardado de convencionales.	10 – 20%	2 a 5 años.	100.000 USD por máquina.	Aumento de productividad del 33% comparado con la línea base de la industria.
<b>Sistemas de automatización y control para dispensar químicos e insumos en el proceso de tintura.</b>	NA	15 - 20%	1,3 a 7,5 años dependiendo del tipo de equipo.	Puede variar entre 355.000 a 477.000 USD por equipo.	Aumenta la eficiencia del proceso, reduce la mano de obra y los costos de materia prima por lote, reduce los riesgos laborales para el personal y reduce la contaminación.
<b>Instalación de equipos de secado por microondas.</b>	Secado de tinturas con calor directo (vapor).	90%	Menor a 5 años.	450.000 USD por equipo.	Mayor uniformidad y calidad en el producto final.
<b>Sistemas de iluminación de alta eficiencia.</b>	Sistemas de eficiencia estándar tubos fluorescentes T8, T12.	10 – 30%	2 a 4 años.	100.000 a 1.000.000 USD por proyecto.	Vida útil más larga, mayor confort para los trabajadores, mejor distribución de la iluminación.
<b>Instalación de calderas de alta eficiencia.</b>	Calderas de baja eficiencia (60 y 70%) sin recuperación de calor.	20 – 30%	3 a 5 años.	Entre 1.500 y 2.000 USD por BHP instalado.	Reducción del tamaño del equipo, menor uso de energía térmica, reducción de contaminación.

<sup>14</sup> [https://www.energystar.gov/sites/default/files/buildings/tools/EE\\_Guidebook\\_for\\_Textile\\_industry.pdf](https://www.energystar.gov/sites/default/files/buildings/tools/EE_Guidebook_for_Textile_industry.pdf)

**Continuación Tabla 5.** Oportunidades de reducción del consumo de energía y beneficios ambientales para el sector.

Tipo de proyecto	Línea base de la industria	Ahorro energético potencial	Período de retorno simple	Nivel de inversión por proyecto	Beneficios adicionales
<b>Instalación de sistemas de recuperación de calor en calderas.</b>	Sin sistemas de recuperación de calor.	Hasta 50%	Menor a 3 años.	Entre 16.000 y 100.000 USD dependiendo del sistema.	Utilización del calor residual, reducción de riesgos laborales, menores emisiones de CO <sub>2</sub> .
<b>Instalación de sistemas de cogeneración.</b>	NA	Ahorros de combustible entre 10 y 30%. Ahorro de energía eléctrica 30%.	3 a 4 años.	2.500 USD por kW instalado.	Utilización de calor residual, menores emisiones de CO <sub>2</sub> .
<b>Instalación de extractores eólicos en los sistemas de ventilación.</b>	NA	Los ahorros estimados dependen del número de aerogeneradores instalados y la cantidad de ventiladores remplazados.	NA	Entre 6.100 y 9.100 USD por sistema instalado.	Utilización de energía renovables, mejora en la calidad del aire con la utilización de filtros apropiados.
<b>Uso de energía solar para el secado de fibras sintéticas.</b>	Equipos convencionales de secado que utilizan combustibles fósiles o energía eléctrica.	Hasta 50%.	Menor a un año.	2.700 USD por equipo	Utilización de energía renovables.



El **sector textil** tiene potencial de eficiencia energética a través de:

- ▶ Instalación de motores de alta eficiencia.
- ▶ Reemplazo de calderas antiguas por calderas de alta eficiencia.
- ▶ Instalación de sistemas de cogeneración.
- ▶ Instalación de sistemas de secado por microondas.



## 6. Análisis de riesgos técnicos ambientales y sociales

En la tabla 6 se presentan los principales riesgos técnicos, ambientales y sociales que deben tenerse en cuenta al analizar inversiones en eficiencia energética en el sector textil así como las acciones para su mitigación.

**Tabla 6.** Riesgos técnicos, ambientales y sociales.

Riesgo	Tipo	Acción para su mitigación
<b>Disposición final de equipos de proceso y residuos que pueden ser considerados peligrosos.</b>	<b>Ambiental</b>	Asegurarse de que se cumple con los estándares de disposición local y se utilizan proveedores especializados y certificados.
<b>La industria textil puede generar contaminación ambiental con efluentes del proceso húmedo y con las emisiones de sus sistemas de combustión para la generación de vapor y calor.</b>	<b>Ambiental/Técnico</b>	Certificar que se cuenta con los sistemas para tratar los efluentes y las emisiones de gases y cumplir los límites establecidos la regulación local.



**Continuación Tabla 6.** Riesgos técnicos, ambientales y sociales.

Riesgo	Tipo	Acción para su mitigación
<b>En el proceso de secado y tintura de algunas fibras sintéticas se pueden presentar riesgos de contaminación atmosférica y explosión por concentración en los niveles de formaldehídos.</b>	<b>Ambiental/Técnico</b>	Asegurar que se instalen los debidos filtros y ventilación en el sistema de secado de fibras para no generar riesgos laborales para los operarios y para el medio ambiente.
<b>Ahorros en los proyectos de eficiencia energética.</b>	<b>Técnico/Financiero</b>	Asegurar que el diseño del proyecto es correcto y que se usan tecnologías con certificación de EE.



## 7. Criterios de elegibilidad

Los criterios de elegibilidad que se recomiendan para aprobar la financiación de los proyectos por parte de las IF's son los siguientes:



**Reducción del consumo de energía eléctrica:** cualquier proyecto de inversión para reducción del consumo de energía eléctrica, debe reducir el consumo de energía en el proceso específico o de la planta de producción en su totalidad, como mínimo en un 10%.



**Reducción del consumo de combustible:** un proyecto de inversión para reducir el consumo de combustible en una planta de producción textil, debería reducir como mínimo en un 5% el consumo del combustible utilizado.



**Reducción de emisiones de GEI:** los niveles de reducción de emisiones que pueden lograr las inversiones en eficiencia energética en el sector textil, dependen de la fuente de

energía eléctrica que se usa para el proceso y el tipo de combustible que se utiliza en el proceso húmedo. Los proyectos con mayor reducción de emisiones de GEI son aquellos que reducen el consumo de carbón, gas natural o diésel. En términos generales, una inversión en proyectos de eficiencia energética, debería reducir las emisiones del proceso en al menos un 5%.



**Período de retorno simple de la inversión:** las inversiones en EE en el sector textil son principalmente en bienes de capital, con lo cual, el tiempo de retorno simple del proyecto no debería ser mayor de 8 años para que los flujos de caja de los ahorros permitan retornar la inversión con una rentabilidad razonable en un período de 8 a 10 años.

Para que el proyecto de EE sea elegible, se debe cumplir el criterio de reducción de consumo de energía eléctrica y/o consumo de combustibles, el criterio de reducción de emisiones de GEI y el criterio de periodo de retorno de la inversión de manera simultanea.



## 8. Monitoreo, reporte y verificación del proyecto

Para medir el impacto en los diferentes proyectos de inversión en EE se pueden utilizar 3 indicadores que se presentan en la tabla 7 y que deben ser medidos antes y después de hacer los proyectos. El sector textil produce gran variedad de productos intermedios y finales, en este caso se sugiere establecer el indicador por Kg de producto terminado, aunque también podría medirse por m<sup>2</sup> o por unidad de producto.

**Tabla 7.** Indicadores de mejora de eficiencia energética en el sector textil.

Indicador	Unidad	Valor Exante	Valor Expost
Energía térmica	MJ/kg		
Energía eléctrica	kWh/kg		
Emisiones GEI	Kg CO <sub>2</sub> /kg		

Los indicadores para evaluar el beneficio anual de una inversión en eficiencia energética, resultan de multiplicar la diferencia entre el valor exante y el valor expost de los indicadores sugeridos en la tabla 7 por la producción anual de la planta en el año posterior al que se realizó la inversión. De esta forma, los indicadores que se recomienda usar son los siguientes:

**Tabla 8.** Indicadores de verificación de mejora de eficiencia energética en el sector textil.

Indicador	Unidad	Valor
Reducción del consumo de energía térmica.	MJ/año	
Reducción del consumo de energía eléctrica.	kWh/año	
Reducción de emisiones de GEI.	Kg CO <sub>2</sub> /año	





## 9. Caso de estudio

Una empresa de fabricación de textiles que cuenta con una planta de producción especializada en procesos de hilado y tintura. Durante el último año la empresa analizó la posibilidad de realizar un cambio en su línea de producción de hilos, ya que el costo de la energía se ha incrementado de manera considerable; de esta manera, se decidió sobre el cambio a motores de alta eficiencia en las máquinas de hilado con un monto de inversión de 300.000 USD. Con el reemplazo de los motores se espera un ahorro cercano al 15% en el consumo de energía eléctrica de la línea de producción.

Durante el mismo año, la compañía realizó una producción anual de 6.500 toneladas de producto terminado. Los ingenieros de la planta aseguran que el consumo de energía eléctrica de la línea de producción de hilos es de 9.750 MWh/año. Se desea calcular los beneficios ambientales y energéticos del cambio de motores en la línea de producción. Para el ejemplo se ha tomado el factor de emisión de energía eléctrica de Brasil 0,087 kg CO<sub>2</sub>/kWh (IEA, 2010).





En la tabla 12 se presentan los resultados de los cálculos; dado que es un proyecto de ahorro de energía eléctrica, los valores de energía térmica no aplican. Para calcular el valor ex ante se divide el consumo de energía eléctrica 9.750 MWh/año por la producción 6.500 toneladas/año como resultado se obtiene 1,5 kWh/kg. El valor ex post se obtiene dividiendo el consumo eléctrico después de la implementación del proyecto 8.287 MWh/año (15% menos del consumo inicial según el cálculo del proyecto) por la producción anual que no cambia, obteniendo así un valor de 1,27 kWh/kg.

Para calcular el valor ex ante de las emisiones se multiplica el consumo eléctrico 1,5 kWh/kg por el factor de emisión del país 0,087 kg CO<sub>2</sub>/kWh, obteniendo un valor de 0,1305 kg CO<sub>2</sub>/kg. Para el valor ex post se realiza el mismo ejercicio con el consumo eléctrico después del proyecto (1,27 kWh/kg), obteniendo un valor de 0,11 kg CO<sub>2</sub>/kg. Los ahorros económicos anuales que genera el proyecto son de 150.000 USD, con lo cual el período de retorno simple de 2 años.

**Tabla 12.** Indicadores de monitoreo caso de estudio.

Indicador	Unidad	Valor Ex ante	Valor Ex post	Diferencia
<b>Energía térmica</b>	MJ/kg	N/A	N/A	N/A
<b>Energía eléctrica</b>	kWh/kg	1,5	1,27	0,23
<b>Emisiones GEI</b>	Kg CO <sub>2</sub> /kg	0,1305	0,11	0,02001

En la tabla 13 se presenta, el resumen de los beneficios ambientales anuales del proyecto. Para calcular la reducción de consumo de energía eléctrica se multiplica la diferencia por la producción anual. En este caso, este proyecto alcanzó una reducción de 1.495.000 kWh/año; además, este proyecto permite reducir las emisiones de GEI en 130.065 kg CO<sub>2</sub>/año.

**Tabla 13.** Indicadores de mejora caso de estudio.

Indicador	Unidad	Valor
Reducción del consumo de energía térmica	MJ/año	N/A
Reducción del consumo de energía eléctrica	kWh/año	$0,23 \times 6.500.000 = 1.495.000$
Reducción de Emisiones de GEI	Kg CO <sub>2</sub> /año	$0,02001 \times 6.500.000 = 130.065$



**Aplicación de criterios de elegibilidad:** el proyecto es elegible para ser financiado a través de líneas verdes porque cumple con los criterios establecidos.

#### Criterios de elegibilidad



Reducción del consumo energético del 15%, mayor al 10%.



Reducción de emisiones de GEI del 15%, mayor al 10%.



Un período retorno simple la inversión de 2 años, menor a 5 años.



# Referencias

- Comisión Europea. 2003b. Prevención y control integrados de la contaminación (PPC), Documento de referencia de las mejores técnicas disponibles para la industria textil. Sevilla, España.
- Energy-Efficiency Improvement Opportunities for the Textile Industry.  
[https://www.energystar.gov/sites/default/files/buildings/tools/EE\\_Guidebook\\_for\\_Textile\\_industry.pdf](https://www.energystar.gov/sites/default/files/buildings/tools/EE_Guidebook_for_Textile_industry.pdf)
- Guías IFC sobre medio ambiente, salud y seguridad para la fabricación de textiles.  
<http://www.ifc.org/wps/wcm/connect/7f75dc0048855690ba44fa6a6515bb18/0000199659ESes%2BTextiles%2BManufacturing%2Bre-v%2Bcc.pdf?MOD=AJPERES>
- Handbook of Life Cycle Assessment (LCA) of Textiles and Clothing.
- International Carbon Flows – Clothing.  
<https://www.carbontrust.com/media/38358/ctc793-international-carbon-flows-clothing.pdf>
- World Trade Organization Database.  
<https://www.wto.org/>

## Guía para la Evaluación de Elegibilidad de Financiación de Proyectos de Eficiencia Energética

---

**Editor:** CAF

**Dirección Corporativa de Ambiente y Cambio Climático (DACC)**

Ligia Castro de Doens, directora corporativa

**Dirección Sectores Productivo y Financiero Región Norte (VSPF)**

Mauricio Salazar, director

---

**Autor:**

MGM International

---

**Coordinación y edición general**

Camilo Rojas (DACC)

Jaily Gómez (VSPF)

René Gómez García (DACC)

---

**Diseño Gráfico y Diagramación:**

Tundra Taller Creativo | tundra.pe

---

**Fotos:**

Pixabay.com

Shutterstock

---