

4484

800-011  
I-011  
20033

INFORME FINAL

PROYECTO FONTEC  
202 - 3361

**DISEÑO Y FABRICACIÓN DE EQUIPO DE MONTAJE  
DE CLISÉS POR MICROPUNTO COMPUTACIONAL  
PARA FLEXOGRAFIA**

## PRESENTACIÓN

En el último decenio, se constata que el país ha sabido enfrentar con éxito el desafío impuesto por la política de apertura en los mercados internacionales, alcanzando un crecimiento y desarrollo económico sustentable, con un sector empresarial dinámico, innovador y capaz de adaptarse rápidamente a las señales del mercado.

Sin embargo, nuestra estrategia de desarrollo, fundada en el mayor esfuerzo exportador y en un esquema que principalmente hace uso de las ventajas comparativas que dan los recursos naturales y la abundancia relativa de la mano de obra, tenderá a agotarse rápidamente como consecuencia del propio progreso nacional. Por consiguiente, resulta determinante afrontar una segunda fase exportadora que debe estar caracterizada por la incorporación de un mayor valor agregado de inteligencia, conocimientos y tecnologías a nuestros productos, a fin de hacerlos más competitivos.

Para abordar el proceso de modernización y reconversión de la estructura productiva del país, reviste vital importancia el papel que cumplen las innovaciones tecnológicas, toda vez que ellas confieren sustentación real a la competitividad de nuestra oferta exportable. Para ello, el Gobierno ofrece instrumentos financieros que promueven e incentivan la innovación y el desarrollo tecnológico de las empresas productoras de bienes y servicios.

El Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y Productivo FONTEC, organismo creado por CORFO, cuenta con los recursos necesarios para financiar Proyectos de Innovación Tecnológica, formulados por las empresas del sector privado nacional para la introducción o adaptación y desarrollo de productos, procesos o de equipos.

Las Líneas de financiamiento de este Fondo incluyen, además, el apoyo a la ejecución de proyectos de Inversión en Infraestructura Tecnológica y de Centros de Transferencia Tecnológica a objeto que las empresas dispongan de sus propias instalaciones de control de calidad y de investigación y desarrollo de nuevos productos o procesos.

De este modo se tiende a la incorporación del concepto "Empresa - País", en la comunidad nacional, donde no es sólo una empresa aislada la que compete con productos de calidad, sino que es la "Marca - País" la que se hace presente en los mercados internacionales.

El Proyecto que se presenta, constituye un valioso aporte al cumplimiento de los objetivos y metas anteriormente comentados.

FONTEC - CORFO

<b>Código Proyecto</b>	<b>202-3361</b>
<b>Título proyecto</b>	<b>"DISEÑO Y FABRICACIÓN DE EQUIPO DE MONTAJE DE CLISÉS POR MICROPUNTO, COMPUTACIONAL PARA FLEXOGRAFIA"</b>
<b>Entidad Ejecutora</b>	<b>INGENIERIA DE FLEXOGRAFIA Y CONVERSIÓN S.A.</b>

## **I. RESUMEN EJECUTIVO**

El uso de las máquinas rotativas flexográficas en la industria de la imprenta para la impresión de policromías o fotos, especialmente en sustratos destinados por ejemplo, a envases flexibles para alimentos, ha traído consigo una gran exigencia en cuanto a la superposición exacta de los colores para lograr los tonos que la componen. Para obtener los diferentes tonos de la policromía, las tramas o puntos correspondientes a los diferentes colores base (siam, magenta, azul, negro) se deben sobreponer con gran exactitud de manera de generar los tonos perfectos a simple vista de la foto. En la práctica los negativos de la foto son traspasados a planchas llamadas clichés, mediante un proceso de sensibilización del material de que están hechas, que es un foto polímero. En las máquinas flexográficas rotativas el trabajo de montaje consiste en asegurar el calce perfecto de los clichés sobre los cilindros porta-clichés de la máquina, correspondientes a los colores base, es decir, deben quedar en perfecto registro. A los colores base indicados, se pueden agregar en la máquina rotativa otros colores, de manera que en una máquina se puede imprimir en base a 4 o más colores.

El montaje de los clichés en la máquina es comúnmente realizado mediante prueba y error por un operario, es decir, se van montando sucesivamente los clichés y se va revisando las pruebas de impresión, trabajo que puede tomar varias horas, ocupando horas productivas de la máquina y con una gran pérdida de material.

Para evitar los inconvenientes indicados, se han desarrollado máquinas montadoras de clichés que permiten hacer el montaje en los cilindros porta-clichés fuera de la máquina rotativa, logrando el calce de los mismos usando un sistema de tratamiento de imágenes y la tecnología de micropuntos. Estos son pequeños puntos grabados en la placa cliché los cuales son proyectados mediante un sistema de video incorporado en la máquina montadora. De esta forma el montaje se puede hacer con gran precisión en un tiempo mucho menor fuera de la máquina impresora y sin ocupar horas productivas de la máquina rotativa que es de alto costo.

## II. EXPOSICIÓN DEL PROBLEMA

El principal objetivo del proyecto es diseñar y construir un prototipo de una máquina de montaje de clichés, la que permite el pre-registro de los clichés fuera de la máquina impresora rotativa, de tal manera que mientras la impresora trabaja e imprime, se puede preparar y pre-registrar los clisés para el siguiente trabajo. Esta operación de montaje se debe lograr con una exactitud tal que el resultado de la superposición de colores en la máquina impresora sea perfecta a simple vista.

Se establecieron las siguientes características técnicas que debe ofrecer el equipo:

- Equipo de montaje de planchas flexográficas en cilindros de ancho de camisa entre 600 hasta 1000 mm
- sistema de micropunto de 2 cámaras con lente de aumento hasta una magnificación de 100x
- 2 monitores de blanco y negro de 13 pulgadas para el despliegue de los micropuntos con una resolución de +/- 0,1 mm con una tarjeta electrónica para generación de cruces de registro
- sistema de indexado circunferencial que permite el posicionamiento angular de los fotopolímeros con exactitud
- guías lineales de alta precisión con recirculación de bolas para el desplazamiento de las cámaras con ausencia de juego

En consecuencia, el desarrollo del proyecto de innovación consiste en diseñar y construir una máquina de bajo costo y que permita hacer el montaje de los clichés con gran calidad de registro. El alto costo de las máquina montadoras en el mercado internacional hacen que la industria no pueda hacer la inversión correspondiente, perdiendo competitividad por inferior calidad o mayor costo de los productos impresos.

## III. METODOLOGIA Y PLAN DE TRABAJO

En una primera etapa, se estudió la tecnología existente y el estado del arte de las máquinas para el montaje y prueba de clichés, consultando a proveedores, empresas usuarios de esta tecnología y la información en sitios web, catálogos, etc. Esto permitió establecer los requisitos técnicos que debe tener una máquina para satisfacer las necesidades de la industria que utiliza máquinas rotativas flexográficas para la impresión. A continuación se centró la atención a solucionar y desarrollar los problemas específicos para lograr la construcción de una máquina con las características antes descritas.

Los aspectos del proyecto en los cuales se ha debido centrar especialmente la atención se resumen en los siguientes apartados:

- Diseño de la configuración y prueba del sistema de micropunto para el montaje de clichés con aumento de 100x, consistente en dos cámaras video CCD blanco/negro,

montadas sobre guías lineales de precisión, dos monitores CCTV provistos con tarjetas generadoras de cruces en el monitor para el registro de los micropuntos. Gran parte de la actividades en relación a este aspecto consistió en una investigación de los diferentes componentes disponibles en el mercado de instrumentación y su interconexión de manera de lograr la funcionalidad requerida del sistema. Entre los componentes estudiados se tienen: cámaras, lentes, monitores, y tarjeta de conexión, estudiados tanto desde el punto de vista técnico y económico.

- Diseño y fabricación de una máquina para el montaje de cilindros, formado por un bastidor suficientemente rígido y fuerte para soportar el cilindro con guías para el posicionamiento preciso de las cámaras, mecanismos de precisión para el desplazamiento tanto del cilindro y las cámaras.

#### Fuentes de información consultadas:

- (1) cámaras CCD: [www.casaroyal.cl](http://www.casaroyal.cl) ; [www.pulnix.com](http://www.pulnix.com) ; [www.edmundoptics.com](http://www.edmundoptics.com);
- (2) lentes: [www.rodenstock.cl](http://www.rodenstock.cl) ; [www.edmundoptics.com](http://www.edmundoptics.com);
- (3) guías lineales: [www.ina.com](http://www.ina.com) ;
- (4) máquinas de montaje y sacapruedas: [www.jmheaford.co.uk](http://www.jmheaford.co.uk) ; [www.amecoproof.com](http://www.amecoproof.com) ; [www.tectonicinternational.com](http://www.tectonicinternational.com)

#### Etapas de desarrollo del proyecto

La Tabla Gantt presenta las etapas desarrolladas del proyecto al 5° mes de avance. En la parte II se describen las actividades correspondientes de cada una de las etapas indicadas en la carta.

- Etapa de Ingeniería básica: se hizo un estudio del estado del arte de las máquinas montadoras y se establecieron los objetivos técnicos del proyecto. Se diseñó la configuración del sistema y se hizo una selección inicial de los principales componentes. Se realizó un estudio de costos de los componentes del sistema, como cámaras, monitores, lentes, guías, a través de proveedores y consultas en internet, con el objeto de poder generar esquemas del sistema y planos de conjunto.
- Etapa de Diseño: se diseñó el bastidor de la máquina y se definieron los mecanismos para el ajuste de las cámaras, y se obtuvo la disposición espacial mediante dibujos en CAD.
- Selección de proveedores: Se hizo la selección definitiva de los componentes y se hicieron las especificaciones de las piezas y estructuras a construir y se elaboran las listas correspondientes con sus costos y el presupuesto de gastos. Al mismo tiempo se elaboraron las ordenes de compra y de fabricación a los proveedores.

- Montaje y Pruebas: Se hizo un seguimiento de la fabricación de las partes que se encargaron a los fabricantes para la construcción del bastidor, a fin de comprobar el cumplimiento de las especificaciones de diseño. Durante esta etapa se hizo el montaje de los componentes del sistema en la máquina y se realizaron pruebas de registro mediante micropuntos. Estas pruebas permitieron diagnosticar y resolver algunos problemas en cuanto a exactitud en el registro. Se hicieron ensayos de calibración con los dos monitores y se inspeccionó la exactitud general del sistema..

ACTIVIDADES	MESES							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>I ETAPA DE INGENIERIA BASICA</b>								
investigación de sistemas y diseño funcional	x	x	x					
Selección de cámaras y lentes		x	x	x				
Selección y configuración sistema			x	x	x	x	x	x
<b>II ETAPA DE DISEÑO</b>								
Diseño sistema mecánico				x	x	x	x	
Diseño CAD				x	x	x	x	
<b>III ETAPA SELECCIÓN DE PROVEEDORES</b>								
Especificaciones y listas de componentes					x	x	x	
Selección de proveedores					x	x	x	
Fabricación de partes y piezas					x	x	x	x
<b>INFORME DE AVANCE</b>							x	
<b>IV ETAPA DE MONTAJE Y PRUEBAS</b>								
Inspecciones y pruebas subconjuntos						x	x	x
Montaje y pruebas de funcionamiento							x	x
<b>V. RESULTADOS</b>								
Preparación y entrega informe final								x
<b>INFORME FINAL</b>								
								x

#### IV. RESULTADOS OBTENIDOS

##### a. Diseño y fabricación de una máquina para el montaje de cilindros

Esta máquina está formada por una estructura de gran rigidez para dar la estabilidad necesaria a la máquina, empleando secciones de acero estructural ASTM A-36 soldadas a dos piezas laterales nervadas de acero fundido y los mecanismos para el desplazamiento vertical y sujeción del cilindro y guías para el posicionamiento de las cámaras.

Las caras de la bancada donde van montadas las reglas y guías de precisión han sido terminadas mediante rectificado. La figura 1 muestra una vista en CAD de las guías de precisión que van montadas sobre la bancada.

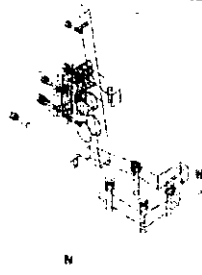


Fig. 1 Guías para el posicionamiento de las cámaras

En la figura 2 se presenta una vista de la máquina terminada, en la cual se aprecia el mecanismo de desplazamiento vertical del porta cilindro, mediante un reductor manual de reducción 30:1, las guías y las cámaras y monitores, mostrando la cruz generada electrónicamente.



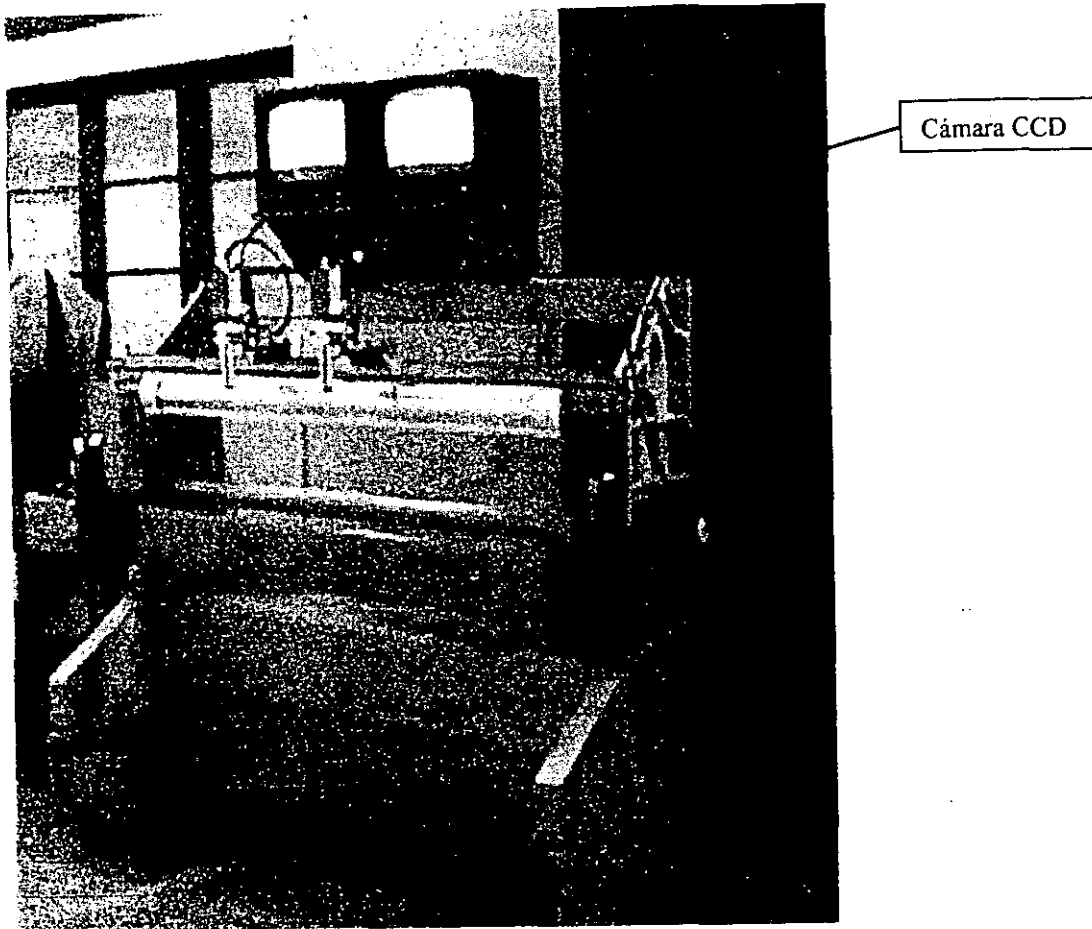


Fig. 2 Vista de la máquina terminada

### b. Selección de componentes

Las principales decisiones en relación con la selección de componentes, para obtener la configuración funcional del sistema basado en la tecnología de micropunto para el montaje, fueron expuestas en el informe de avance. En esta parte se confirman y modifican algunos datos referente a los componentes seleccionados del sistema.

#### - Cámara video CCD:

Estos son sensores de imagen de estado sólido que son dispositivos llamados de acoplamiento de carga. La selección de la cámara se basa en la determinación de algunos factores del sistema, entre los cuales se tienen: el campo de visión, la resolución, distancia de trabajo y profundidad de campo.

cámara Blanco/negro CCD analógica TOPICA TP-2000, [www.casaroyal.cl](http://www.casaroyal.cl), de las siguientes características:

formato 1/3" => tamaño sensor hor.: 4,8 mm; tamaño sensor diag.: 6,0 mm  
resolución (TVL): 580 líneas TV horizontal

lente: CS o C, que corresponde a un rosca de 32 hilos/pulg y distancia focal al sensor: 12,52 mm para CS  
 pixels de resolución TV: 768 H x 494 V

Resolución cámara: 
$$\frac{HTV \cdot 1,333}{2 \cdot \text{tamaño sensor diag.}} = 80,5 \text{ lp/mm (pares línea/mm)}$$

En consecuencia, la resolución es el inverso, o sea: 12,4  $\mu$ m

Mag primaria requerida: tamaño sensor hor./ campo de visión = 4,8/2,4 = 2 x  
 Nota: se supone un campo de visión de 2,5 mm

Mag. Sistema: Mag pimaria x 330/ tamaño sensor hor.= 110 x

Exactitud medición: (pixels error)x campo visión/ píxel H = 19,53  $\mu$ m  
 Donde se supuso un error de 3 pixels

Monitor CCTV: tamaño diag.: 13" o 330 mm

Conclusiones: Se concluye que este sistema tendría una magnificación de 110 x, y el lente es de 2 x de aumento, que corresponde a la magnificación primaria requerida del lente. La resolución de la cámara permite detectar objetos sobre 12,4  $\mu$ m, que es adecuada porque es menor a la resolución exigida de +/- 0,1 mm. Como los objetos a medir son planos no hay un requerimiento en cuanto a profundidad de campo. Tampoco existen problemas de contraste, puesto que los micropuntos son negros sobre un fondo claro.

El tubo con el lente fue suministrado por la empresa "Rodenstock", [www.rodenstock.cl](http://www.rodenstock.cl), con las características antes señaladas. La superficie interior del tubo del lente se pintó negra.

Guías lineales de precisión:

Para el guiado exacto de las cámaras se ha considerado el uso de carriles guía con sistema de recirculación de bolas, los cuales permiten el guiado con ausencia total de juegos. El posicionamiento de los carriles se logra mediante un tornillo micrométrico para cada cámara. Las guías consideradas se encuentran en la pág. web del proveedor "INA" que está asociado a las conocida marca de componentes rodantes FAG: [www.ina.com](http://www.ina.com).

Guías seleccionados del catálogo INE

Porta-cámara	Carros porta-cámara	Guías
Horizontal	KWE 25	TKD 25
Vertical	KWE 15	TKD 15

Con la definición de los componentes más importantes que se requieren para el logro de los objetivos técnicos propuestos, se obtuvo la configuración del sistema mostrada en la Figura 3. Las pruebas preliminares realizadas con el tipo de cámara seleccionada junto con su lente de magnificación han sido satisfactorios. La conexión del sistema de cámara es directo al monitor pasando por una tarjeta electrónica para generar las cruces de registro en el monitor.

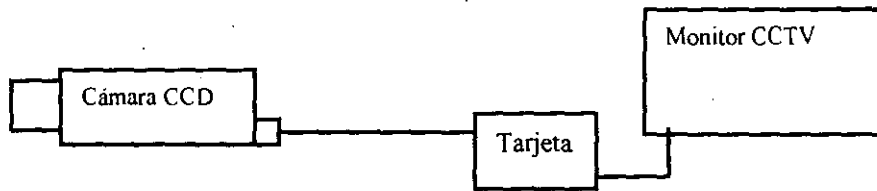


Fig. 3 Conexión cámara - tarjeta - monitor

que sirve para generar las cruces de referencia en el monitor, como se aprecia en la Fig. 4. El propósito es lograr el calce perfecto de los micropuntos con la cruz, y de esta manera hacer la operación de pre-registro de los clichés.

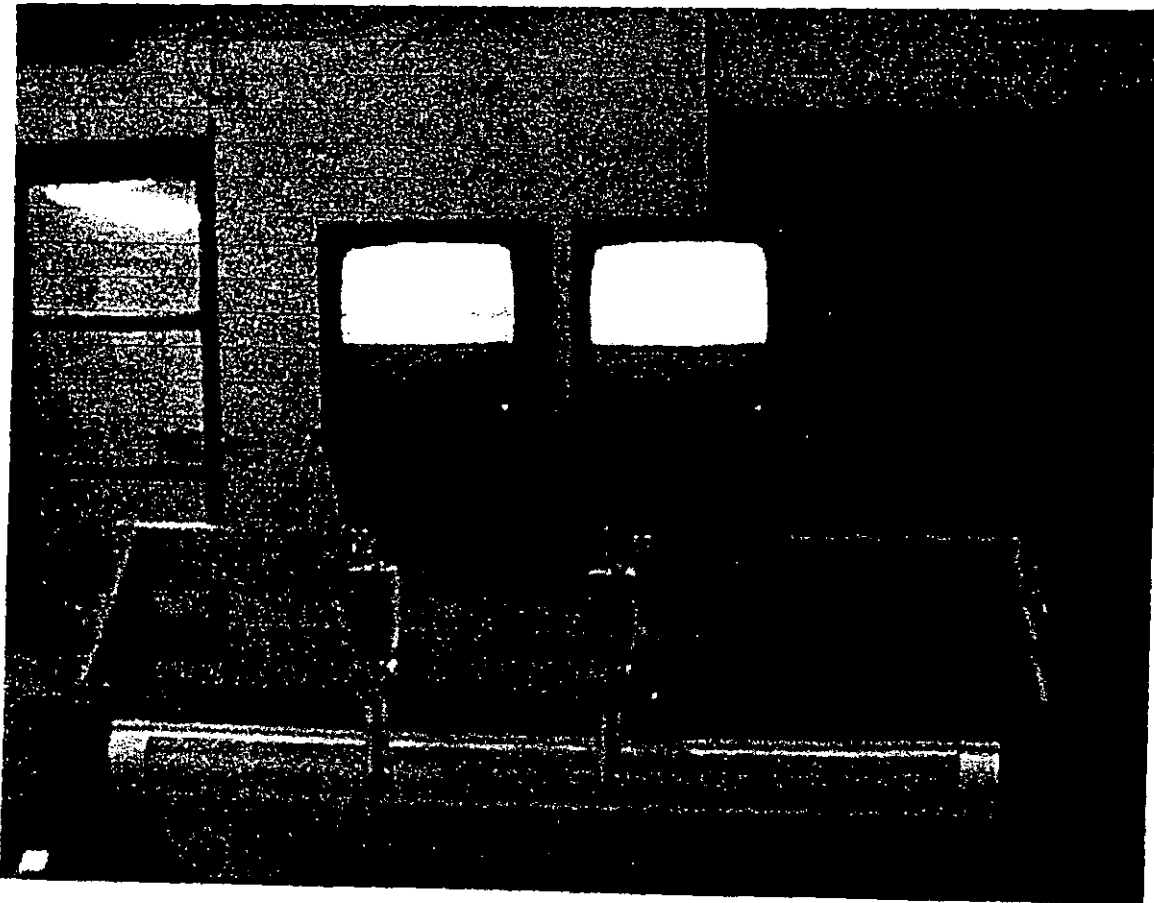


Fig. 4. Sistema de cámara - monitor

En la figura 4, se observa el empleo de 2 monitores, de acuerdo con la conexión indicada en la Fig. 3, lo que permite el control de los dos micropuntos del cliché. El posicionamiento de los clichés sobre el cilindro permite lograr el calce de los micropuntos respecto de la cruz en los monitores, asegurando de esta manera el registro de los diferentes clichés correspondiente a cada color en la máquina rotativa.

Se hicieron varios ensayos de verificación para comprobar la calidad de la máquina durante el ajuste de las guías y de los carros porta cámaras:

- paralelismo de guías y cilindro para diferentes posiciones en el plano vertical del cilindro porta-cliché
- calce de un micropunto en los dos monitores respecto de las respectivas cruces de registro
- linealidad de las guías en la máquina

## **V. IMPACTOS DEL PROYECTO**

Los impactos que se prevén y que se derivan del desarrollo de la máquina montadora serían los siguientes:

- un notable aumento de la calidad y velocidad de respuesta de aquellas empresas que emplean máquinas rotativas flexográficas y que usen la técnica de micropunto y máquinas montadoras de clichés
- considerando el bajo costo de la máquina desarrollada respecto de similares ofrecidas en el mercado internacional, se prevé gran interés en la adquisición, no sólo en el mercado latinoamericano: a la fecha existe interés por parte de una impresora nacional y otras dos en Perú y Méjico. Este hecho permite augurar que es posible cumplir con los objetivos establecidos en la evaluación económica del proyecto.