

Selección de tecnologías para proyectos industriales*

Oscar Gil Girón**

EL AUTOR ARGUMENTA LA NECESIDAD DE SELECCIONAR TECNOLOGIA ADECUADA PARA ALCANZAR LA INDEPENDENCIA TECNOLÓGICA Y/O ECONOMICA DE UN PAIS. EXPONE ALGUNOS CRITERIOS DE SELECCION QUE DEBEN SER CONSIDERADOS EN LOS ESTUDIOS DE PREINVERSION DE PROYECTOS.

1. La necesidad de seleccionar tecnologías

La selección de tecnologías es muy importante, especialmente para el desarrollo económico de los países centroamericanos que desean solventar la crisis de sus mercados de divisas, independizándose de la importación de materias primas, maquinaria, equipo y, consecuentemente, de tecnología.

En los países del Tercer Mundo es urgente una adecuada transferencia de tecnología. Desafortunadamente, en muchos de éstos aún no es aplicado el criterio expuesto por Baranson¹ al decir que: "La clave para el crecimiento y el desarrollo de largo plazo radica en la adquisición de

la capacidad para el diseño y manejo técnico de sistemas industriales, que a su vez exigen el desarrollo de la capacidad autóctona para el diseño de productos, la ingeniería de procesos y el diseño y construcción de equipos".

Para que el proceso de transferencia de tecnología² se efectúe, debe haber un donador y un receptor a un mismo nivel de comunicación, para evitar la pérdida de la información. Pero esto no sucede en todos los casos y da lugar a transferencias imperfectas debidas principalmente a que muchas veces las tecnologías han sido diseñadas para ambientes diferentes al del país que desea utilizarlas.

Los "paquetes tecnológicos"

En la región centroamericana es usual que la tecnología sea transferida por "paquete", es decir mediante la adquisición de un conjunto de maquinaria, equipo y técnicas de operación. En el desglose de costos de estos "paquetes", rara vez aparece diferenciado el rubro de ingeniería o diseño, que es el más importante en el costo de la tecnología. Por el contrario, en los concursos para licitación son solicitados generalmente detalles cuya importancia dentro del conjunto es despreciable.

* Tomado de la Revista ICAITI Año 1, No. 3 de Julio-Septiembre 1985, y reproducido con autorización del autor.

** Ingeniero Químico. Jefe de la Sección de Ingeniería Química de la División de Servicios Técnicos Industriales del ICAITI.

1. Baranson, Jack. *Norte-Sur, transferencia de tecnología*. Ediciones Tres Tiempos, 1983.

2. La tecnología incluye "conocimientos científicos y de ingeniería, procedimientos técnicos, procedimientos propios (*know-how*), prácticas industriales, organización técnica, aplicación e interpretación de códigos, especificaciones y prácticas estándar de diseño". Yenak, J. D. *Transfer Technology Effectively*. Hydrocarbon Processing, June 1978, p. 167.

La experiencia ha demostrado que muchas tecnologías que han sido transferidas de los países industrializados a los subdesarrollados han causado trastornos en las costumbres y en el ambiente. Más lamentable aún es que han sido transferidas tecnologías que ya no eran utilizadas en el país de origen, por ser perjudiciales.

La selección adecuada de tecnologías es, por esto, de gran importancia para alcanzar la independencia tecnológica y/o económica de un país. Por ese motivo es necesario que en los estudios de preinversión se le conceda especial atención a este aspecto, con lo cual podrán ser establecidas las bases, tanto para la transferencia de tecnología como para los resultados económicos de la operación.

2. La generación de los criterios para la selección

A la formulación y evaluación de proyectos corresponde una gama de tecnologías disponibles para realizarlos, pero una será la más conveniente para utilizarla en la empresa y/o el país.

Para elegir esta tecnología que se aproxima más al grado óptimo, es necesario atender a las siguientes condiciones:

- Conocimientos básicos del concepto y la utilidad de las tecnologías específicas.
- Experiencias anteriores en el mismo campo.
- Regulaciones legales vigentes para el proyecto concreto.
- Exigencias del dueño del proyecto.

De las anteriores, las dos primeras tienen mayor influencia dentro de un proceso de transferencia de tecnología y ori-

ginan, directa o indirectamente, las dos últimas condiciones.

En lo que respecta a las distintas disciplinas o grupos que comúnmente participan en la generación de los criterios de selección, en seguida se refieren los más usuales, así como los normalmente aplicados.

Criterios económicos

Dentro de este grupo predominan dos orientaciones que se complementan: la empresarial y la nacional. Los indicadores que usualmente son utilizados para la segunda, son los siguientes:

- Inversión requerida para generar un puesto de trabajo.
- Valor agregado.
- Minimización del costo de la producción mediante la reducción de las inversiones y la optimización en el uso de los recursos.
- Generación o ahorro de divisas. Representa la diferencia anual entre el valor de las ventas al exterior o el ahorro por sustitución de las importaciones, y los costos en moneda extranjera (incluida la depreciación de la maquinaria y el equipo importados, los costos de las materias primas y auxiliares y los bienes y servicios importados). Obviamente, un valor negativo sería un factor en contra de la tecnología en evaluación (este indicador es de máxima importancia, sobre todo en crisis como la actual).

Respecto a los criterios empresariales, los más importantes son los que se refieren a la maximización de la rentabilidad del capital. Estos están relacionados con:

- Rendimientos. Utilización de insumos (materias primas y auxiliares, energía, mano de obra).

- Costo del equipo, tanto de adquisición como de mantenimiento.

Criterios de ingeniería

Estos criterios están más íntimamente ligados con los aspectos tecnológicos y, a su vez, están influidos por los puntos de vista nacional y empresarial, ya indicados. Sin embargo, no es fácil separarlos porque convergen en los fines, tal como lo indica Baranson.³

“La industria en los países en desarrollo ha crecido detrás de barreras protectoras en mercados de pequeño tamaño. Esto ha resultado en el establecimiento de pequeñas plantas con costos que son altos al compararlos con los de productos importados similares. Dentro de este marco, los ajustes en la variedad de la producción (*product mix*) o las técnicas de producción, son de ventaja limitada. Para contrarrestar la economía de escalas,⁴ los ingenieros piensan en términos del incremento en la investigación y desarrollo de procesos. Sostengo que lo que se necesita realmente es una política que limite la industrialización a un nivel de eficiencia en el costo, evitando la sustitución chauvinista de importaciones y el acoso agresivo de los mercados externos”.

“En adición a los problemas de descalamamiento⁵ dentro de un marco económico, los ingenieros en las economías en desarrollo, también enfren-

tan el reto de diseñar sistemas industriales que maximicen el empleo y conserven los factores de la producción tales como el intercambio extranjero y el equipo principal. Es dentro de esta política industrial revisada, que los ajustes técnicos en el diseño de productos, variedad en la producción y técnicas productivas pueden ser las más efectivas”.

Los criterios tecnológicos se refieren principalmente a la adecuación de los procesos, de la maquinaria y del equipo, al estado de las condiciones locales de la técnica y al estímulo en el desarrollo nacional de la ingeniería, la tecnología o la artesanía. Sin embargo, hay aspectos que trascienden del campo tecnológico o que se confunden con él, como suele ocurrir, ya que normalmente la finalidad de la ingeniería está fuertemente condicionada por el factor económico.

Los temas usualmente evaluados en los proyectos de preinversión son los siguientes:

- Grado de complejidad y de automatización.
- Grado de desagregación del “paquete tecnológico”.
- Funcionalidad y versatilidad.
- Balance energético y másico.

3. Discusión de los criterios de selección

La validez de los criterios expuestos depende del punto de vista, ya que la selección de tecnologías está influida principalmente por criterios económicos y de ingeniería. En algunos casos puede encontrarse conflicto a nivel micro-económico, por ejemplo, cuando se prevé poner en marcha un proceso con dos opciones: una intensiva en mano de obra y otra de baja utilización de mano de obra.

3. Baranson, Jack. *An Economic Lesson from Developing Countries*. Chemical Technology, January 1972, pp.10-13.

4. Se entiende por “economía de escalas” los costos resultantes como consecuencia del tamaño de la planta o la empresa; por regla general, una planta de mayor capacidad o tamaño rinde productos de menor costo unitario que una más pequeña.

5. El término “descalamiento” se usa aquí para significar el procedimiento de diseñar una planta industrial a partir del diseño de una planta similar de mucha mayor capacidad. (En inglés *scaling-down*).

Podría ser que la primera rindiera un producto a costo mayor que la otra, lo cual motivaría al empresario a elegir la segunda. Al contrario, un representante del Estado, consciente de la problemática socioeconómica de un país en desarrollo con alto nivel de desempleo, optaría por el proceso intensivo en mano de obra, aunque el costo empresarial fuera mayor, lo cual sustentaría aduciendo que "efectivamente hoy es mayor, gracias a lo cual, a largo plazo será mejor".

Muchos ingenieros, economistas y científicos se inclinan por el desarrollo y la utilización de tecnologías intermedias en los países en desarrollo. Simón⁶ indica que: "Incontables papeles se han escrito por expertos de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), fundaciones y una miríada de organizaciones internacionales, todos señalando la desesperada necesidad de una tecnología intermedia como la que opera en Huashan.⁷ Cuando se trasladan estas sugerencias a la mesa de dibujo y al campo, sin embargo, encontramos que muy poco se ha alcanzado. A pesar de las enormes cantidades de dinero y tiempo utilizados en estudios no hay, para propósitos prácticos, una tecnología intermedia disponible para la aplicación directa donde se le requiere. Desafortunadamente, la mayoría de los países del Tercer Mundo prefieren el papel del men-

digo o del extorsionista con la esperanza de que los países desarrollados donarán sus portentosas plantas de capital intensivas automatizadas que, como se ha observado, muy frecuentemente no están preparados para operar o mantener".

La búsqueda de una tecnología intermedia como un criterio normativo para la selección de tecnologías, se justifica al comprender que tal tecnología no es, de ninguna manera, primitiva o rudimentaria, sino que desdeña la opción mecánica por el "paquete tecnológico", optimiza la utilización de los conocimientos tomando lo mejor que se encuentre disponible en el mercado internacional y empleando al mayor grado posible los recursos locales gradualmente, y buscando siempre los mejores resultados económicos. Esta actitud se contrapone a la tradicional que, por comodidad o por otras razones, opta por comprar el "paquete tecnológico", con lo cual son transferidos conjuntos de tecnología cuyos elementos no se ajustan perfectamente a las características y a las necesidades del país importador, ya que han sido desarrollados y diseñados para ser usados en otros ambientes.

En efecto, esta utilización trae consigo, entre otras cosas, las siguientes ventajas:

- Disminución de la dependencia tecnológica.
- Estímulo por el desarrollo de la ingeniería local.
- Fuerte inducción de efectos económicos con el estímulo de otras actividades, como la industria metal mecánica y la creación de numerosos empleos.
- Mayor adecuación de los procesos de producción, tanto a las materias primas locales como a la calificación del personal disponible para la operación de las plantas.
- Mayor versatilidad en la producción, lo que permite orientar más convenientemente

6. Simon, Eric. *A Peasant Built Ammonia Plant*. Chemical Technology, October 1975, pp. 582-584.

7. Huashan es un pueblo de la China Continental donde en los años 1970 se construyó y puso en operación —por campesinos— una planta de amoníaco de 1000 toneladas/año, según refiere Simon.⁶ Lógicamente, estos campesinos recibieron un entrenamiento adecuado en otra planta similar. Al regresar con la experiencia y dibujos de la planta, construyeron buena parte del equipo y montaron la planta. Experiencias similares han ocurrido en Centroamérica, algunas protagonizadas por el mismo ICAITI.

temente el mercado que por lo general es pequeño y especializado.

Este desarrollo no es posible sin la importación, en cierto grado y bajo ciertas condiciones, de tecnología, maquinaria y equipo. Sin embargo, para que la dependencia se reduzca a lo necesario y produzca efectos favorables para la socioeconomía del país, es necesario que tal desarrollo se efectúe sobre la base de un recurso humano capaz de reconocer entre lo que puede y conviene hacer localmente y lo que conviene importar en tecnología y equipo; además debería robustecerse la capacidad metal mecánica para construir.

Lo importante es poseer la capacidad de discernimiento, lo cual es difícil, pues

no sólo requiere elemento humano calificado y motivado, sino experiencia, que es la que permite lograr el enfoque justo.

En la práctica, este criterio para la selección de tecnología tiene fuertes obstáculos. Los principales son la inercia por la costumbre y lo usual, así como la tradicional desconfianza por las realizaciones locales, todo lo cual corresponde al estado de evolución de los países subdesarrollados.

Lo expuesto significa que, si se busca una industrialización cada vez mayor y económicamente más eficiente a corto y largo plazo, es necesario poner atención tanto en la selección de las tecnologías que serán utilizadas en el medio como en su desarrollo y adaptación. □