

Implementación de Mecanismos de Transferencia Tecnológica como Estrategia de Consolidación de la Industria Astillera en Colombia. Caso de Estudio: Proyecto Offshore Patrol Vessel – OPV

Alejandro Sejnau - COTECMAR
Milena Ortega - COTECMAR
Iván Castilla - COTECMAR
Jose Quintero - COTECMAR

Resumen

El propósito de este trabajo es analizar la efectividad de la implementación de mecanismos de Transferencia Tecnológica, tomando como referencia el proyecto de construcción de un buque Patrullero de Zona Económica Exclusiva (OPV, por sus siglas en inglés) para la Armada Nacional de Colombia, el cual fue ejecutado por la Corporación de Ciencia y Tecnología para el desarrollo de la Industria Naval, Marítima y Fluvial Colombiana – COTECMAR con el licenciamiento del diseño desarrollado por parte del astillero alemán FASSMER. Este buque presenta un alto nivel de complejidad con capacidad para interdicción marítima, protección de medio ambiente, búsqueda y rescate, atención de desastres, seguridad marítima, entre otros, lo que implicó una importante posibilidad de fortalecimiento de la industria Naval del país, razón por la cual fueron implementados mecanismos de transferencia de conocimientos y tecnología. El estudio se desarrolló en dos fases: Primero, se efectuó la identificación de la línea base de la organización ejecutora del proyecto con base en las capacidades industriales y el personal; segundo, se identificaron los criterios de efectividad de la transferencia y se valoró su impacto en los procesos y en las personas. Como resultado, se registra en el presente trabajo la evidencia de adquisición de nuevos conocimientos y habilidades asociados a los procesos críticos de la Organización, lo que ha posibilitado el incremento de su posición tecnológica a nivel internacional.

1. Introducción

En un contexto amplio, la Transferencia Tecnológica (TT) puede entenderse como un proceso complejo que involucra la identificación de requerimientos tecnológicos en una organización, la selección de la modalidad de contratación y formalización (joint venture, cooperación en investigación y desarrollo, entrenamiento, licenciamiento, etc.), los mecanismos (entrenamiento, software, información técnica referente a la tecnología transferida, etc.), así como una completa implementación, absorción y mejoramiento de los conocimientos tecnológicos adquiridos. Ésta constituye un elemento esencial principalmente para países en vía de desarrollo y sectores industriales incipientes en la medida que facilita la apropiación de conocimientos y habilidades, insumos fundamentales para crecimiento sostenible y supervivencia de las organizaciones en el mercado.

La industria de Defensa Latinoamericana tradicionalmente relega las grandes compras en defensa a países líderes de la industria a nivel mundial (EEUU, Alemania, España, entre otros), por lo cual deben adoptarse estrategias que faciliten el desarrollo tecnológico regional de manera gradual con miras a incrementar la postura competitiva y tecnológica en el mercado. En Colombia, por ejemplo, el Ministerio de Defensa destinó recientemente un importante monto de recursos públicos para el fortalecimiento de sus capacidades operacionales aras de soportar su política de Seguridad Democrática. En este proceso resultó fundamental el desarrollo de políticas en materia de Transferencia Tecnológica, así como el apoyo de entidades como la Corporación de Ciencia y Tecnología para el desarrollo de la industria Naval, Marítima y Fluvial (en adelante COTECMAR) cuya gestión facilitó la transferencia tecnológica y de conocimientos con el propósito de apropiar paulatinamente capacidades que permitirán a la industria naval consolidarse como un sector de Clase Mundial.

2. Transferencia Tecnológica: Un análisis de la literatura

Al analizar la postura tecnológica de las economías en vía de desarrollo, es común identificar un rezago industrial que impacta directamente la balanza comercial por la incapacidad de producción endógena de tecnología. De esta manera se evidencia como algunos sectores importan una gran cantidad de bienes y servicios, lo que trae consigo un significativo costo de oportunidad local. Castellanos (2007) explica que estos países deben propender por desarrollar estrategias que les permitan pasar de ser consumidores de tecnologías a generadores de capacidades.

La pregunta es simple: Dadas estas condiciones, ¿Qué alternativas existen en materia de desarrollo económico y tecnológico? Aunque el portafolio de soluciones puede ser muy diverso, es importante resaltar el papel que potencialmente podría jugar la Transferencia Tecnológica (en adelante TT). La TT es un tema complejo, para el cual no se encuentra concertada una teoría general, ni modelos ó estructuras (Lee, et al., 2010). Sin embargo, se identifica un creciente interés en la literatura científica, con múltiples aportes conceptuales y empíricos.

La TT puede ser definida como un proceso en el cual un proveedor de tecnología comunica y transmite la tecnología a través de múltiples actividades a un receptor, con las cuales se incrementan las capacidades tecnológicas de éste último (Lee, et al., 2010). Este proceso puede darse entre disciplinas científicas, profesiones, industrias, sectores económicos, regiones geográficas ó sociedades (Reisman, 1989, citado por Lee, et al., 2010).

Bessant and Rush (1995) indican que cada organización presenta sus características particulares en lo relacionado a absorber y asimilar una nueva tecnología. Los autores plantean que cada organización debería 1) Desarrollar una Estrategia Tecnológica, 2) Explorar continuamente las opciones tecnológicas disponibles, 3) Efectuar

benchmarking, 4) Seleccionar la opción más apropiada, 5) Adquirir la Tecnología, 6) Implementarla y 7) Apropiarla en los procesos de la Organización. De esta manera la organización puede paulatinamente incrementar su participación en el mercado dada la adquisición de nuevas capacidades tecnológicas.

En la literatura se evidencia que la Transferencia Tecnológica presenta dos (2) enfoques: Interno, enfocado a la Organización, sus procesos y/o entidades subsidiarias; y Externo, orientado a la interacción que se presenta entre organizaciones independientes. Amesse y Cohendet (2001) contrastan lo anterior con la decisión de desarrollar tecnología ó 'reproducirla', identificando de esta manera cuatro tipologías de Transferencia (Ver Tabla 1). Para efectos del presente trabajo se hará énfasis en la TT como producto de compra de Tecnología probada.

Tabla 1. Cuatro tipos de contexto de Transferencia Tecnológica

	Dentro de la Organización	Entre Organizaciones
Desarrollo de Tecnología	Gestión Tecnológica	Subcontratación de la I+D
Reproducción y Difusión de Tecnología	Transferencia a otras áreas ó entidades subsidiarias	Compra ó Venta de Tecnología Probada

Fuente: Amesse y Cohendet (2001)

De igual manera es importante analizar, además de la tipología y los mecanismos más apropiados de acuerdo al contexto, las medidas de desempeño que permitan valorar el impacto resultante de las actividades de TT. Bozeman (2000), por ejemplo, explica que muy pocos autores son claros al momento de conceptualizar la efectividad de la TT, por lo que recopila diversos criterios para entender de manera holística el proceso de Transferencia (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Criterios de Efectividad de la Transferencia Tecnológica

Criterio de Efectividad	Pregunta Base	Fundamento Teórico
Impacto directo en los procesos	¿Fue Transferida la Tecnología?	Teoría clásica de la Organización
Impacto en el Mercado	¿La tecnología transferida tuvo un impacto en las ventas de la empresa?	Teoría microeconómica de la empresa
Desarrollo Económico	¿La Transferencia Tecnológica condujo al desarrollo económico regional?	Ciencia regional y finanzas públicas
Político	¿El agente tecnológico ó el receptor se beneficiaron políticamente por participar en la Transferencia Tecnológica?	Teoría del intercambio político
Costo de Oportunidad	¿Cuál fue el impacto de la Transferencia Tecnológica en el uso alternativo de recursos?	Políticas económicas, análisis costo/beneficio
Capital Científico y Técnico	¿La Transferencia Tecnológica generó nuevas capacidades para desarrollar y usar la investigación?	Teoría del Capital Social

Fuente: Adaptado de Bozeman (2000)

3. Unidad de análisis: Proyecto Offshore Patrol Vessel - OPV

El Buque tipo Offshore Patrol Vessel – OPV constituye uno de los principales proyectos del Plan Orión de la Armada Nacional 2007 – 2011. Dicho plan abarca en general el fortalecimiento de las capacidades navales, aeronavales, de guardacostas, fluviales, terrestres y de apoyo, y constituye la columna vertebral y los cimientos del desarrollo naval Colombiano de los próximos 20 años. El principal reto del Plan estuvo representado por la industria Naval, dado su alto nivel de exigencia tecnológica y la cuantía de las inversiones, superiores a los 1.000 millones de dólares.

El OPV es un buque de 80 metros de eslora, tiene capacidad para interdicción marítima, protección de medio ambiente, búsqueda y rescate, atención de desastres, seguridad marítima, entre otros. La construcción de un buque de esta envergadura no presenta antecedentes en Colombia, implicando un importante avance en la industria naval del país. La ejecución de este proyecto estuvo a cargo de COTECMAR, el cual a su vez efectuó una invitación cerrada a ofertar a astilleros internacionales para el licenciamiento de un diseño

probado y la asistencia técnica, en donde la posibilidad de Transferencia Tecnológica en el proveedor fue uno de los factores tenidos en cuenta al momento de definir la mejor oferta. Como resultado de este riguroso proceso se escogió al astillero Alemán FASSMER, entidad con más de 150 años de experiencia en la industria de construcción Naval. Para desarrollar el proyecto se estructuró un programa de Transferencia Tecnológica representado por actividades de Asistencia Técnica, Capacitación y Entrenamiento.

4. Metodología

El estudio se desarrolló básicamente en dos (2) fases: Primero, se efectuó un análisis de la línea base de condiciones tecnológicas y del personal de la Corporación, identificada por el astillero licenciante al iniciar el proyecto. Esto se desarrolló con base en seis (6) procesos claves: Fabricación del Casco, Outfitting (acomodaciones), Ingeniería, Almacenamiento, Pruebas y Entrega y Estrategia Constructiva; Segundo, se definieron los criterios de efectividad de la TT (Ver Tabla 3), con el propósito de evaluar el impacto de la misma en los procesos y las personas para el caso en estudio, de acuerdo a los aportes de Bozeman (2000). Para analizar el impacto en los procesos de la Organización, se utilizó el enfoque desarrollado por A&P Appledore para categorizar los niveles tecnológicos de los astilleros y sus correspondientes procesos analizando la unidad de análisis antes y después del proyecto; y en lo que respecta a las personas, se diseñaron dos cuestionarios para evaluar el aprendizaje, la apropiación y aplicación de conocimientos impartidos en los programas de TT del proyecto.

En los cuestionarios utilizados se analizaron cinco (5) factores: La cantidad de mecanismos de TT aplicados en el grupo de individuos, categorizándolos en Licenciamiento de Diseño, Capacitación y Entrenamiento o Asistencia Técnica; las características de la TT, analizando si estaba representado por actividades técnicas o de gestión; la aplicación directa o indirecta de la TT en sus funciones; los resultados en el desempeño de las funciones, identificando el nivel de apropiación de las actividades de Transferencia; y la experiencia previa del personal. Con esto, se efectuó un análisis de las correlaciones existentes entre los factores.

Los instrumentos se aplicaron al 56% del personal participante en programas de TT en el marco del proyecto, con un nivel de confianza del 90%.

Tabla 3. Criterios de Efectividad de la Transferencia Tecnológica en el proyecto OPV

Criterio de Efectividad	Instrumento
Procesos	Análisis del Nivel Tecnológico antes y después del proyecto.
Capital Científico y Técnico	Cuestionario de impacto en el personal que participó en los programas de TT (Ingeniería y Producción)

Fuente: Elaboración propia

5. Resultados

5.1 Fase 1 – Línea Base

Analizando el informe de diagnóstico del astillero FASSMER que data de Diciembre de 2008, se evidencia que en general se considera que COTECMAR presentaba capacidades para atender el proyecto, pero existían debilidades en el personal en materia de acomodaciones (Outfitting), alineación de propulsión, doblado de perfiles y fabricación de estructuras. En términos de capacidades industriales, se indica que eran en general apropiadas para desarrollar el proyecto.

5.2 Fase 2 – Efectividad de la TT

Considerando la ocupación actual del personal que participó en los programas de Transferencia Tecnológica en el marco del proyecto, se evidencia que el 44% de los funcionarios continúan trabajando para el proyecto, el cual se encuentra en fase final de construcción. Por su parte, el 28% fue asignado a otros proyectos, el 17% están en comisión internacional de estudios de maestría de acuerdo al programa de formación de la Organización, y el 11% restante no labora con la compañía (Ver gráfico 1).

Gráfico 1. Rotación del personal participante en los programas de Transferencia Tecnológica

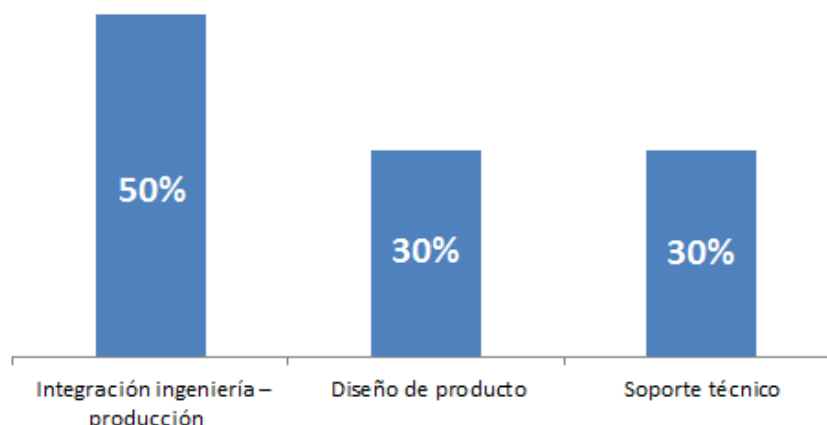


Fuente: Elaboración propia

Con relación a las áreas temáticas incluidas en el programas de TT, se evidencia que la de mayor impacto fue la integración ingeniería – producción, donde el 50% del personal participó en este tipo de actividades, seguido de diseño de producto y soporte técnico,

ambos con un 30% (Ver gráfico 2). Asimismo, el 90% del personal indicó que el programa en general le permitió tener un mejor desempeño en sus funciones.

Gráfico 2. Principales áreas fortalecidas con el programa de Transferencia Tecnológica



Fuente: Elaboración propia

Por su parte, al analizar las correlaciones existentes entre los factores inherentes a la Transferencia Tecnológica, se identifica que existe una correlación positiva con significancia estadística entre la cantidad de mecanismos utilizados en el personal y el nivel de apropiación de los mismos, como se evidencia en la Tabla 4. Las demás correlaciones existentes no presentan significancia estadística.

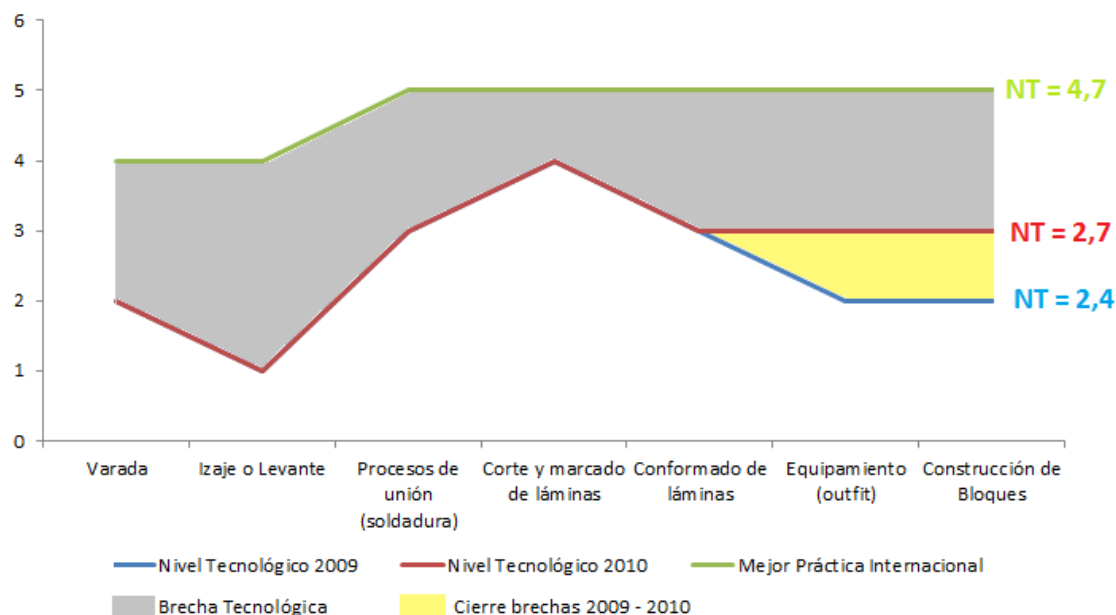
Tabla 4. Correlaciones entre los factores asociados a la Transferencia Tecnológica

	No Mec TT	Aplic	Carac	Exp	Result
No Mec TT		0,3273	0,1021	-0,3227	0,6667
Aplic	0,3273		0,5345	-0,4226	0,2182
Carac	0,1021	0,5345		0,1318	0,4082
Exp	-0,3227	-0,4226	0,1318		0,2152
Result	0,6667	0,2182	0,4082	0,2152	
	-10	-10	-10	-10	-10
	0,3559	0,3559	0,1114	0,2237	0,5447
	-10	-10	-10	-10	-10
	0,7791	0,1114	0,1114	0,7167	0,2415
	0,363	0,2237	0,7167		0,5505
	0,0353	0,5447	0,2415	0,5505	

Fuente: Elaboración propia

En lo que respecta a procesos asociados a la actividad astillera, se tomaron como referencia los niveles tecnológicos promedio y de acuerdo a los procesos clave de la actividad astillera resultantes en los diagnósticos tecnológicos 2009 (2.4) y 2010 (2.7), los cuales representan importantes estadios del proyecto OPV, en sus actividades de inicio y en su fase de finalización. Estos resultados se contrastaron con los niveles correspondientes a las mejores prácticas internacionales (4.7), como se muestra en el gráfico 3.

Gráfico 3. Análisis tecnológico de COTECMAR 2009 - 2010



Fuente: Diagnósticos Tecnológicos COTECMAR 2009 – 2010

Al analizar específicamente el aporte en el cierre de brechas, se evidencia un incremento de 13% del nivel tecnológico de la Corporación, con un fortalecimiento significativo de las áreas de equipamiento y construcción de bloques, incrementando un (1) punto completo el nivel de estas dos actividades.

6. Discusión

En el proceso de transferencia tecnológica realizado en Cotecmar participó principalmente personal con gran experiencia en las áreas de trabajo en las cuales se desempeñaban, lo cual está directamente relacionado con la intención de la Corporación de vincular en el proyecto de construcción de OPV el personal de mayor experiencia en cada una de las áreas críticas del proceso ofreciendo asistencia técnica, capacitación y entrenamiento para reforzar estos niveles de experiencia.

Si bien el programa de Transferencia Tecnológica estuvo orientado a ofrecer conocimientos técnicos relacionados con cada una de las áreas productivas, el personal vinculado también pudo obtener conocimientos relacionados con la gestión de los proyectos, especialmente en lo que se refiere a la integración de la ingeniería con los procesos de producción del buque, la planificación de los proyectos y en menor medida el control y seguimiento de los mismos, lo que permitió, además de incorporar conceptos de integralidad a los proyectos de construcción de buques, fortalecer los métodos de Gerencia de Proyectos llevados a cabo por la Corporación.

Otros procesos que fueron fortalecidos y que impactan en gran medida a Cotecmar son el proceso de Diseño de productos, el cual con la transferencia recibida no solo pudo desarrollar habilidades para el proyecto de OPV, quedando capacidad instalada para el desarrollo de otros proyectos de diseño. Igualmente, la Corporación adquirió importantes herramientas en el tema logístico, permitiéndole fortalecer sus procesos de soporte dentro de los proyectos de construcción.

Al analizar los factores identificados para estudiar el impacto del programa de TT en el personal, se evidenció que existe una correlación positiva significativa entre la cantidad de mecanismos utilizados y el nivel de apropiación en el puesto de trabajo, lo que podría explicar la necesidad de manejar soluciones de transferencia combinadas como estrategia para tener un mayor impacto en los procesos.

El programa tuvo éxito en la medida en que el 90% del personal que participó en el programa de transferencia tecnológica tuvo un mayor desempeño en sus áreas de trabajo, con la aplicación de nuevos conocimientos y la conjugación de éstos con sus niveles de experiencia y la distribución del trabajo asignado en la Corporación para los proyectos de construcción de buques. También se considera positivo el hecho de que el cierre de brechas tecnológicas con respecto a las buenas prácticas internacionales correspondió a dos de las áreas que FASSMER considero que requerían mejora ó un mayor dominio por parte de la Organización, como lo fue el equipamiento y la construcción de bloques. Sin embargo, es importante resaltar que la Organización debe propender por retener el personal que recibe este tipo de programas y de localizarlo dentro de la organización para que explote su potencial, considerando las tasas de rotación identificadas.

7. Referencias Bibliográficas

AMESSE, F., COHENDET, P. Technology transfer revisited from the perspective of the knowledge-based economy. **Research Policy** n. 30, p. 1459–1478, 2001.

BESSANT, J., RUSH, H. Building bridges for innovation: the role of consultants in technology transfer. **Research Policy** n. 24, p 97-114, 1995.

BOZEMAN, B. Technology transfer and public policy: a review of research and theory. **Research Policy** n. 29, p. 627–655, 2000.

CASTELLANOS, O. **Gestión Tecnológica: de un enfoque tradicional a la inteligencia.** Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional de Colombia, 2007.

LEE, A.H.I., WANG, W., LIN, T., An evaluation framework for technology transfer of new equipment in high technology industry. **Technological Forecasting & Social Change** n. 77, p. 135–150, 2010.

REISMAN, A. Technology transfer: a taxonomic view. **Journal of Technology Transfer** v. 3-4, n. 14, p. 31–36, 1989.