

La experiencia de Cotecmar

en la implementación de mecanismos
de transferencia tecnológica para el
Proyecto Offshore Patrol Vessel - OPV

✦ por: **Capitán de Fragata Oscar Tascón**
Ing(s). José David Quintero y Alejandro Sejnau
Cotecmar



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, entre otras modalidades); los mecanismos (entrenamiento, software, información técnica referente a la tecnología transferida y otros más), 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

“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”

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 delega las grandes compras en Defensa a países líderes de la industria a nivel mundial (EE.UU., 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 en 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 (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.



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 cómo, 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 (TT) pues resulta ser 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 este último (Lee, et al., 2010). Dicho proceso puede darse entre disciplinas científicas, profesiones, industrias, sectores económicos, regiones geográficas ó sociedades (Reisman, 1989, citado por Lee, et al., 2010).

En la literatura se evidencia que la TT 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.

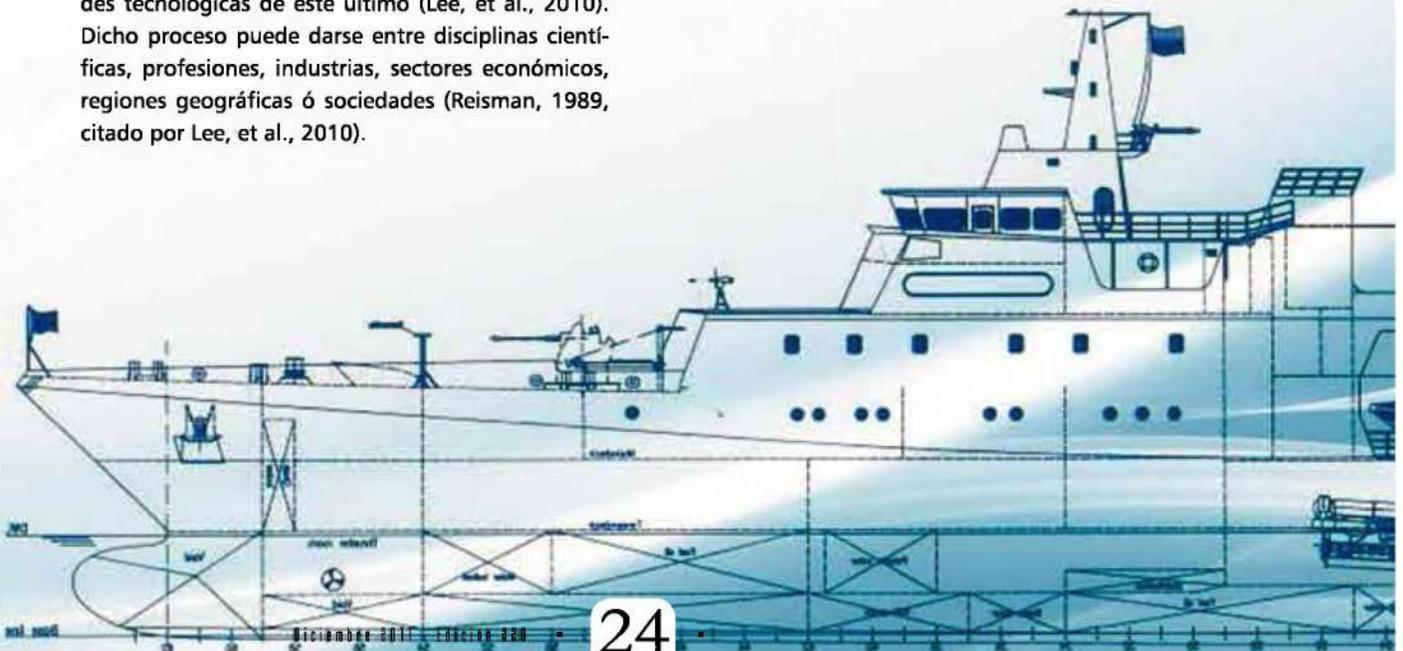
Tabla 1. Cuatro tipos de contexto de Transferencia Tecnológica

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

Fuente: Amesse y Cohendet (2001)

Unidad de análisis: Proyecto Offshore Patrol Vessel - OPV

El buque tipo Offshore Patrol Vessel – OPV constituye uno de los principales proyectos del Plan Orión



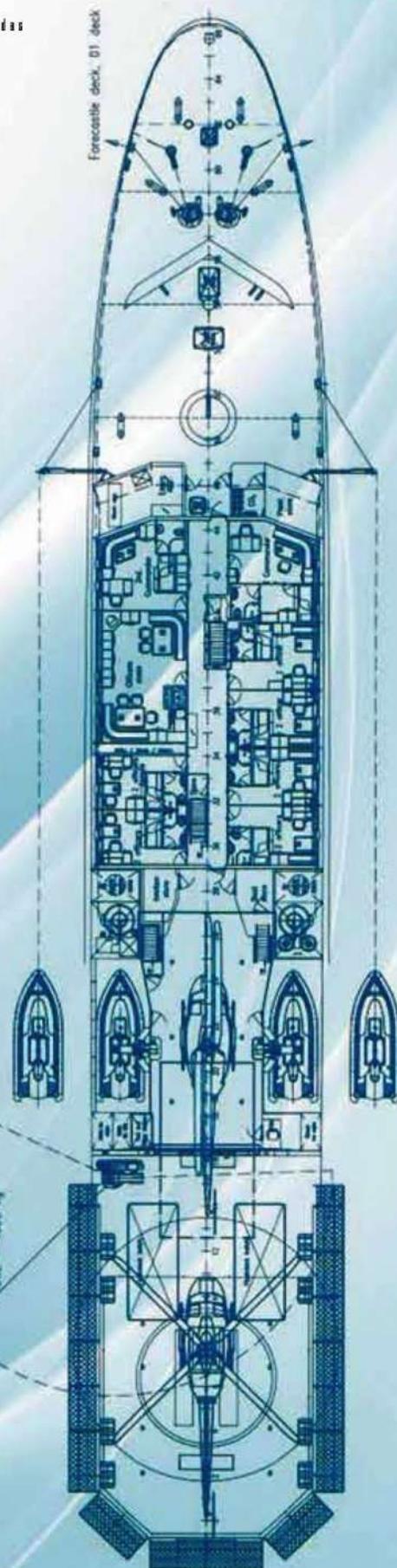
de la Armada Nacional 2007 – 2011, el cual abarca el fortalecimiento de las capacidades navales, aeronavales, de guardacostas, fluviales, terrestres y de apoyo, y constituye la columna vertebral y los cimientos del desarrollo naval colombiano de los próximos 20 años.

El 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 que se tuvieron 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.

Metodología

El estudio se desarrolló en tres (3) fases:

- se efectuó un análisis de la línea base de condiciones tecnológicas y del personal de la Corporación, identificada por el astillero licenciatante al iniciar el proyecto, considerando seis (6) procesos clave: fabricación del casco, equipamiento, ingeniería, almacenamiento, pruebas y entrega y estrategia constructiva
- se definieron los criterios de efectividad de la TT al interior de la organización (Ver Tabla 2), con el propósito de evaluar el impacto de la misma en los procesos y las personas para el caso en estudio. En esta fase se utilizó la herramienta desarrollada por A&P Appledore para categorizar



los niveles tecnológicos de los astilleros y se diseñaron dos cuestionarios para evaluar el aprendizaje, la apropiación y aplicación de conocimientos impartidos en los programas de TT. 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%.

- se analizó el impacto del proyecto en el astillero licenciante, donde se evidenció una considerable optimización del diseño durante el proceso.

Tabla 2. 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

Resultados

Fase 1 – Línea Base

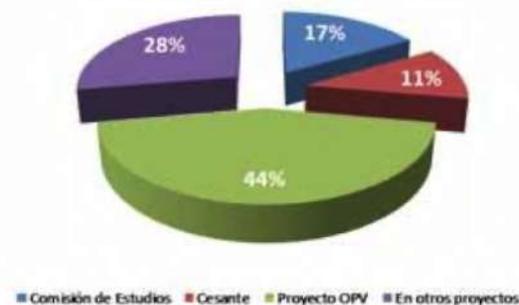
Analizando el informe de diagnóstico del astillero Fassmer que data de diciembre de 2008, se evidencia que en general se considera que Cotecmar presentaba capacidades para atender el proyecto, pero existían debilidades en el personal en materia de acomodaciones (Outfitting), alineación de propulsión,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

Fase 2 – Efectividad de la TT al interior de la Organización

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 éste, el cual se encuentra en fase final de construcción. Por su parte, el 28% fue asignado a otros pro-

yectos, el 17% están en comisión internacional de estudios de maestría de acuerdo con el 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

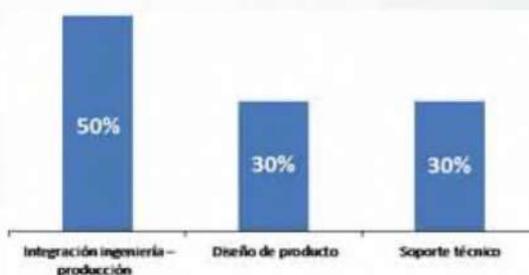
Con relación a las áreas temáticas incluidas en el programas de TT, se evidencia que la de mayor impacto fue la integración ingeniería – producción, donde el 50% del personal participó en este tipo de actividades, seguido de diseño de producto y sopor-



La construcción de un buque de esta envergadura no presenta antecedentes en Colombia, implicando un importante avance en la industria naval del país.

te técnico, ambos con un 30% (Ver Gráfico 2). Así mismo, 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

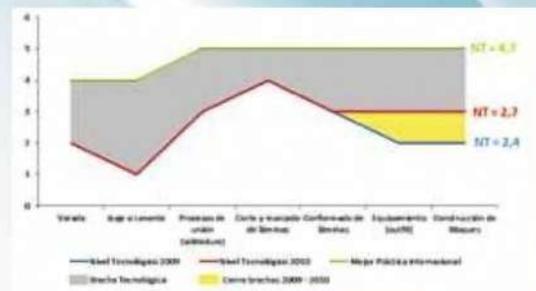


Fuente: elaboración propia

En lo que respecta a procesos asociados a la actividad astillera, se tomaron como referencia los niveles tecnológicos promedio y de acuerdo con 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.



Fase 3 – Efectividad de la TT con el astillero licenciante

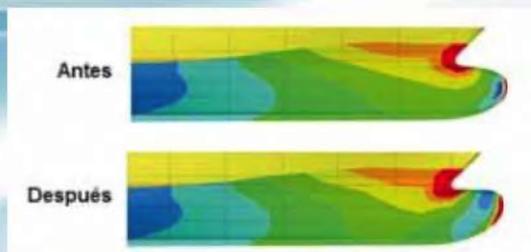
Uno de los temas críticos asociados al desempeño del buque, y en especial para este proyecto, es la velocidad. Es por eso que en conjunto con Fassmer y con la participación del laboratorio alemán HSVA se encaminaron los esfuerzos al análisis y desarrollo de opciones tecnológicas y modificaciones a las formas del casco que garantizaran el desempeño del buque. Dentro de las prácticas llevadas a cabo en un proceso estándar de diseño naval, se encuentra establecido el desarrollo de pruebas de canal del buque, en las cuales se realizan pruebas hidrodinámicas con un modelo a escala del casco, con el fin de predecir con un alto nivel de confianza la resistencia del agua a la que será sometido el buque y con ello poder determinar la potencia de los motores necesaria para alcanzar la velocidad deseada.

Como requerimiento presentado por la Armada de Colombia, la OPV debería alcanzar una velocidad de 18 nudos con una planta de propulsión compuesta por dos líneas de ejes con hélices de paso variable,

impulsadas por un motor diesel cada una. Con el fin de poder garantizar lo anterior, se adelantaron las pruebas de canal probando diferentes configuraciones de apéndices, más específicamente placas interceptoras y cuñas, con lo que se determinó la utilización de un interceptor con una longitud de 180mm cuyo propósito, en términos generales, es contribuir a modificar la distribución de presiones en el espejo del buque mejorando el flujo en la popa y disminuir el trimado dinámico a popa.

Con la implementación de este interceptor, se logró reducir la potencia necesaria para alcanzar 18 nudos en un 5% y al mismo tiempo se redujo el trimado dinámico a popa en 0,2 grados. Sin embargo, las investigaciones no finalizaron con este resultado, las observaciones siguientes indicaron que el desempeño del casco podía ser mejorado aún más, mediante la modificación de las formas del cuerpo de proa del buque. En esta etapa se implementó el uso de CFD's con el propósito de analizar los cambios a la proa del buque y posteriormente, realizar de nuevo las pruebas en el canal. En el Gráfico 4 se pueden observar las variaciones realizadas a la forma de proa del buque.

Gráfico 4. Antes y después de las formas de la popa del buque



Fuente: información Proyecto OPV

Discusión

En el proceso de Transferencia Tecnológica realizado en Cotecmar participó principalmente, personal con gran experiencia en las áreas de trabajo que desempeñaban, lo cual deja entrever la intención de la Corporación de vincular personal clave en el proyecto de construcción de OPV, así como en los programas de asistencia técnica, capacitación y entrenamiento para reforzar sus conocimientos y habilidades.

Además del fortalecimiento de los conocimientos técnicos, el personal vinculado también pudo obtener otros conocimientos de soporte como la gestión de 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 el control y seguimiento de los mismos, lo que permitió fortalecer los procesos de apoyo de la Corporación.

El programa tuvo éxito en la medida en que el 90% del personal que participó en el programa de TT 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 respecto a las buenas prác-

ticas internacionales correspondió a dos de las áreas que Fassmer consideró 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.

La utilización de un canal de pruebas fue de vital importancia para la determinación de la mejor configuración del buque, con el propósito de alcanzar los requerimientos de desempeño exigidos por la Armada Nacional. Esta experiencia permitió lograr una significativa optimización del diseño del buque. ☞

Bibliografía

- AMESE, F., COHENDET, P. Technology transfer revisited from the perspective of the knowledge-based economy. *Research Policy* n. 30, pp. 1459–1478, 2001.
- BESSANT, J., RUSH, H. Building bridges for innovation: the role of consultants in technology transfer. *Research Policy* n. 24, pp. 97-114, 1995.
- BOZEMAN, B. Technology transfer and public policy: a review of research and theory. *Research Policy* n. 29, pp. 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, pp. 135–150, 2010.
- REISMAN, A. Technology transfer: a taxonomic view. *Journal of Technology Transfer* v. 3-4, n. 14, pp. 31–36, 1989.