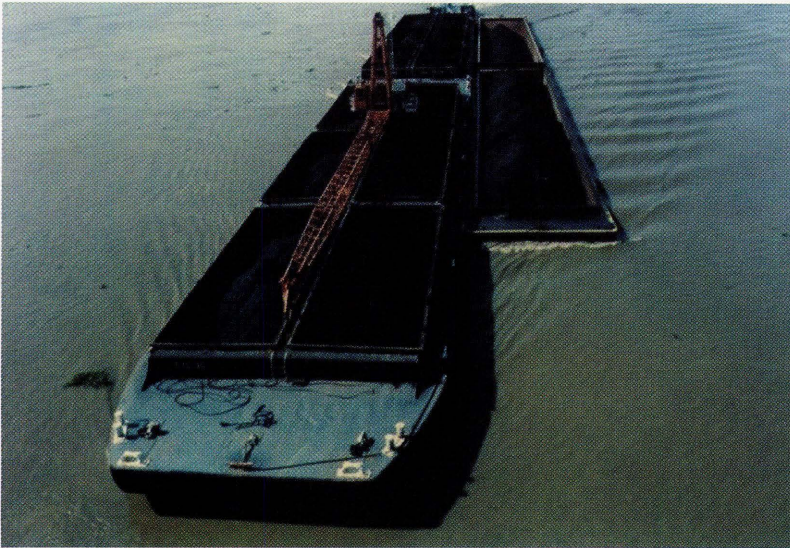


# TELEMETRÍA PARA REMOLCADORES de la Flota Fluvial Carbonera Ltda.



48

Investigador principal:  
Humberto Campanella

Los yacimientos de carbón de alta calidad descubiertos en la Jagua de Ibirico en el Cesar, obligaron a abrir puertos en Matecaña y Tamalameque, y a que la empresa Flota Fluvial Carbonera Ltda. adquiriera tres remolcadores para su transporte. Esto fue entre 1986 y 1992. Durante 1997 y 1998, el valor del flete que se mantuvo sin incremento fue el resultado de las mejoras de la eficiencia y la productividad de la empresa. Con esto en mente, en el 2002 la empresa se propuso realizar mejoras a sus procesos de operación y mantenimiento.

La Flota cuenta con un grupo de remolcadores fluviales para el transporte de materias primas. En un principio, la empresa operaba con módems CDPD que integraba eventos puntuales de alarma del barco y la señal de posicionamiento del remolcador, adquirida a través de un sis-

tema de posición global (GPS). Esta información se transmitía hasta el centro de operaciones de FFC en Barranquilla, donde se procesaba con el soporte de una aplicación comercial. Sin embargo, este sistema no permitía conocer variables de operación de los remolcadores como temperatura, presión de aceite, RPM del motor, profundidad de los canales navegables, flujo de combustible, ni nivel de combustible en los tanques, entre otros. Por otro lado, la aplicación utilizada no permitía la integración de variables numéricas adicionales al posicionamiento de la flota si no tan sólo alarmas de tipo encendido / apagado. Igualmente no se generaban reportes históricos y los mapas digitales que daban soporte a la visualización de la posición no tenían la precisión requerida, obteniéndose en ocasiones apreciaciones erradas sobre la localización de las embarcaciones (como por ejemplo, que navegaban en tierra firme).

En cuanto a la navegación de los remolcadores, esta se realizaba siguiendo métodos tradicionales de orientación, basados en los accidentes geográficos y la experiencia de los operarios. Para la navegación nocturna, y debido a la oscuridad, estos métodos presentan severas limitaciones.

Debido a una serie de circunstancias se planteó, entonces, un sistema de telemetría que diera solución a los problemas y limitaciones que conllevaban las condiciones de operación. Este sistema debía ser aplicable a cualquiera de los remolcadores de la flota, aunque se instalaría inicialmente en un remolcador, a modo de prototipo.



# EL PROYECTO



**B**ajo la dirección del Ingeniero electrónico Humberto Campanella Pineda, se realizó un proyecto en conjunto con la Flota Fluvial Carbonera Ltda –FCC– y la Universidad del Norte con el apoyo financiero de Colciencias con el fin de reducir los costos de operación y mantenimiento de la Flota.

El proyecto desarrolló un sistema de telemetría para los remolcadores de la Flota Fluvial Carbonera Ltda. El prototipo del sistema, que se instaló inicialmente en el Remolcador Dibulla, cuenta con dos componentes, uno hardware y otro software. El primero es un circuito de adquisición y digitalización que procesa diversas señales provenientes de los tanques de combustible de los remolcadores, la profundidad del calado y el estado de las variables de los motores, tales como velocidad, presión, temperatura, y flujo de combustible. La Figura 1 ilustra el aspecto físico del prototipo que se instaló en la cabina del "Dibulla".

Este circuito se integró a bordo con un sistema de

control de acceso de los operarios del remolcador manejado mediante lectura de huellas digitales, por un lado, y con un módem de comunicación satelital que provee igualmente posicionamiento GPS, por el otro. El procesamiento del sistema de telemetría está gobernado por un dispositivo programable FPGA que controla la comunicación con los periféricos mencionados, así como con un PC a bordo que ejecuta uno de los módulos del software del sistema.

El componente software es una aplicación de gestión que realiza el seguimiento y atención de eventos y fallas que puedan darse en la operación de los remolcadores, así como el post-proceso de la información enviada satelitalmente desde la embarcación y recibida en el centro de operaciones de la empresa en Barranquilla. La aplicación fue diseñada modularmente y permite la supervisión del estado actual de operación del remolcador a través de una interfaz gráfica, la cual se actualiza periódicamente cada quince a veinte minutos. La Figura 2. ilustra una de las vistas de la aplicación de gestión, el Ship Status Manager, específicamente la pantalla principal a bordo del remolcador.



FIGURA 1. SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE SEÑALES DE PROTOTIPO



FIGURA 2. VISTA DE LA APLICACIÓN DE GESTIÓN DE TELEMETRÍA. PANTALLA PRINCIPAL DE SHIP STATUS MANAGER.



## EL PROYECTO

### INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

El análisis de la operación del sistema a la fecha, evidencian una mejora en la precisión de las medidas de consumo de combustible, factor que justificó la realización del proyecto, y que permitirá una reducción en los costos de operación de la empresa. De igual manera la automatización de las medidas de las variables de los motores, el control del acceso a la embarcación, y la generación de reportes operativos en línea permitirán a la empresa generar procedimientos de control y automatización de la navegación, reducción del error en las medidas y la toma de decisiones oportunas, con lo cual se lograrán tomar correctivos sobre la marcha.

### IMPACTO DEL PROYECTO

El desarrollo de este sistema de telemetría, le permite a la FFC tener mayor control de la operación de sus remolcadores. Entre los principales logros se pueden destacar:

Tecnificación y mejoramiento de la navegación de los remolcadores. Debido a la incorporación de la interfaz gráfica con mapas que se actualizan en tiempo real y a los reportes históricos, la navegación se puede tecnificar siguiendo diferentes criterios.

Aumento en el control de la operación y mantenimiento de los remolcadores. Mediante la lectura de variables de los motores, posición y profundidad se pueden validar las rutinas de operación y mantenimiento. Aún más, se pueden comparar las medidas tomadas por los diferentes sensores y validar los diferentes métodos de acuerdo con la coherencia de las mismas. Una muestra de este hecho se aprecia comparando las medidas del sensor de flujo de combustible y el sensor de presión que calcula el volumen de combustible en los tanques.

Aumento de control en la gestión del recurso humano que opera los remolcadores. Aunque no se tienen registros de la situación anterior a la instalación del sistema de telemetría, el lector de huellas permite conocer las personas que abordan el remolcador y por tanto asignar responsabilidades ante eventualidades a bordo.

Disminución del fraude por robo y costos de compra de combustible de los remolcadores. No se tienen datos precisos de la situación anterior al sistema. Pese a ello, el control del consumo de combustible en la operación y del nivel del mismo en una localización del río dada hacen presumible la eventual disminución del fraude por robo, si existió. Adicionalmente se ha propuesto a la empresa el inicio de una rutina preventiva de fraude por robo en el llenado de los tanques.

Conocimiento estadístico de la navegación. Mediante las herramientas de generación de reportes históricos de la aplicación de gestión, se dará inicio a rutinas de

mantenimiento preventivo.

Aumento en los ingresos de la empresa. Las primeras pruebas del sistema demostraron una precisión mejor que el anterior sistema de medición (manual), con lo que las diferencias entre el aforo real del remolcador y las mediciones realizadas se disminuyen en al menos un 2,62%. Esto equivale a una ganancia de más de 1.000 galones al mes (12.000 al año) por remolcador. Si este sistema se extiende a toda la flota de remolcadores de la empresa, 11 en total, se podría hablar de más de 130.000 galones al año de combustible ahorrado. Tomando como referencia un costo por galón de \$2.330, la empresa ahorrará más de \$300 millones en un año.

Generación y transferencia de conocimiento para FFC mediante su participación directa en el proceso de desarrollo tecnológico. A través del proyecto la empresa contrató al ingeniero electrónico Juan Carlos Niebles quien asumió la transferencia del conocimiento generado. De igual manera participó en el desarrollo del prototipo con ideas y trabajo de campo y será responsable de la operación del sistema.

### CONCLUSIONES

Se construyó un sistema de telemetría para los remolcadores de la Flota Fluvial Carbonera Ltda., empresa de transporte de carga por canales fluviales. El prototipo construido fue instalado en el Remolcador Dibulla y puesto en operación de forma exitosa. El diseño del hardware y el software de gestión permitirán la futura instalación del sistema en los otros remolcadores

que hacen parte de la flota de la empresa. La integración del software de gestión y el sistema de adquisición de señales permite a la empresa la oportuna supervisión de la operación de los remolcadores, la cual se fundamenta tanto en la lectura de las señales a bordo como en la inclusión de un sistema de reportes operativos, el cual informa al centro de gestión en las instalaciones de la empresa en la ciudad de Barranquilla sobre las novedades a bordo como el cargue o descargue de mercancías, entre otros. Como principal elemento de justificación para haber encarado este proyecto, se encuentra la mejora en la medición del combustible almacenado en los tanques del remolcador. Debido a la continua operación de las embarcaciones y su consiguiente volumen de combustible consumido, la innovación introducida por el proyecto permitiría a la empresa reducir considerablemente el gasto en compra de combustible o, lo que es equivalente, conocer y gestionar el uso del líquido adquirido. Las primeras pruebas del sistema demostraron una precisión mejor que el anterior sistema de medición (manual), con lo que las diferencias entre el aforo real del remolcador y las mediciones realizadas se disminuyen en al menos un 2,62%.

