



Figura 1. Boya marina, Puerto Morelos, Quintana Roo

Antecedentes

El grupo de Ingeniería de Costas y Puertos del Instituto de Ingeniería de la UNAM instaló en Puerto Morelos, Quintana Roo, una boya marina para la medición de temperatura, presión barométrica, salinidad, oleaje, humedad, dirección y velocidad de viento. Dicha boya, que fue comprada a la empresa de origen noruego NORTEK, presentó una falla repentina quedando fuera de operación.

El grupo de Ingeniería de Costas y Puertos se ha propuesto reparar y/o reconstruir la boya mencionada.

Objetivo

Revisar la boya para determinar la causa de la falla y proceder al reemplazo o reconstrucción de las partes dañadas e instalar el o los dispositivos que eviten en lo posible una futura falla. Su desarrollo permitirá recabar información más detallada del comportamiento del entorno costero como lo es por ejemplo la influencia de factores físicos (temperatura, humedad, presión, etc.) en los bancos coralinos.

INTRODUCCIÓN

La comprensión del océano y del entorno marino así como del papel que ambos desempeñan en el tiempo y en el clima depende directamente de la capacidad de observar su estructura y variabilidad. Aunque los métodos tradicionales han suministrado, a lo largo de la historia, mediciones marinas valiosas, la necesidad cada vez mayor de contar con datos de todo el mundo sobre el medio marino en tiempo real y en tiempo real aproximado exige que se exploten plenamente todos los avances de la tecnología en materia de sensores, plataformas, redes de medición y telemetría de datos.

Las primeras mediciones mediante boyas a la deriva de que se tiene noticia fueron llevadas a cabo por Leonardo da Vinci (1452-1519), para medir la velocidad del agua de las corrientes lo cual hacía lanzando al agua un simple flotador, consistente en un vástago compensado y una vejiga de flotación, y midiendo la distancia recorrida corriente abajo al cabo de cierto tiempo pudo obtener datos suficientes para calcular el caudal real de la corriente.

La utilización de las boyas a la deriva en oceanografía, principalmente para medir las corrientes, tiene una larga historia, aunque la localización de las boyas ha supuesto siempre dificultades. La concepción e instalación de sistemas seguros de satélites que pueden detectar plataformas superficiales en todo el mundo, significó la posibilidad de realizar mediciones tanto de las corrientes en alta mar como del medio ambiente. En el último decenio la tecnología de los satélites ha progresado de modo tal que hoy en día existen plataformas dotadas de material electrónico de costo relativamente bajo que pueden facilitar datos en tiempo real y sin discontinuidad.

La boya en Puerto Morelos.

Entre los criterios para el diseño de la boya debe incluirse el que esta cuente con un perfil bajo para minimizar la tracción eólica y una baja tracción superficial del casco a fin de poder utilizar la boya en una configuración de ancla flotante con mínimos efectos de la corriente superficial. Por lo común, los casos de las boyas consisten en una pieza moldeada de fibra de vidrio o aluminio con relleno de poliuretano. La energía procede habitualmente de pilas alcalinas, de manganeso o de litio con el apoyo de celdas solares. Para la obtención de datos de meteorología marina en tiempo real la antena debe mantenerse fuera del agua a fin de permitir una telemetría óptima al satélite o radio de comunicación por lo que en la mayoría de los casos las boyas consisten en una pértiga y una anilla de flotación.

La boya que se rehabilito en el desarrollo de este trabajo está compuesta de un flotador de resinas termoplásticas, *foam*, de 61 cm de ancho y 155 cm de diámetro con una estructura de acero

galvanizado de aproximadamente 240 cm de largo y 33 cm de diámetro montada al centro del flotador. En el interior de la estructura de acero se encuentra el compartimiento para albergar todos los componentes electrónicos. La boya tiene una boyancia o flotabilidad de 900 kg. En la parte superior de la boya se encuentra una torre donde se localiza un GPS que transmite su posición vía satélite cada 6 horas. También tiene una luz color ámbar que es visible hasta un radio de 3.7 km. La energía para toda la boya es obtenida de cuatro paneles solares controlados por un regulador de potencia y almacenada en dos paquetes de baterías de gel de 12 V cada una. Todos los sensores con excepción de los sensores de salinidad y temperatura del mar son provistos de energía de 12 V, vía el sistema de la boya.

El equipo que utiliza el sistema se describe brevemente a continuación:

- *Vaisala HUMICAP*, sensores de humedad y temperatura

El intervalo de medición para el sensor de humedad es de 0.8 a 100% de humedad relativa y para la temperatura es de -39°C a +60°C, con una resolución de 0.2°C.

- *Vaisala*, sensor de presión atmosférica

Con un intervalo de muestreo de los 600 hPa a los 1060 hPa.

- *YSI*, sensor de temperatura del aire

Mantiene una tolerancia de $\pm 0.1^\circ\text{C}$, en un intervalo de 0°C a 75°C.

- *Gill*, Anemómetro de viento sónico

El intervalo de velocidad es de 0 m/s a 60 m/s con una resolución de 0.01 m/s y para la dirección el intervalo es de 0° a 359° con una precisión de $\pm 3^\circ$ y una resolución de 1°.

-*KVW*, compás electrónico

Provee de la información necesaria para la orientación del viento en una escala de 0° a 359°, referido al norte magnético.

-*ZENO*, Datalogger

Todos los sensores de la estación meteorológica y los de calidad del agua son reportados en el datalogger.

-*Sea-Bird MicroCAT C-T*, Temperatura y salinidad del agua de mar

Esta unidad es equipada con un sistema de bombeo que empuja el agua dentro de los sensores de temperatura y conductividad.

- *AWAC Nortek*, Perfilador de corrientes acústico y sensor de presión.

A partir de un equipo acústico ubicado en el fondo del mar conocido como *AWAC (Acoustic Wave And Current)*, por sus siglas en inglés) se obtiene todo el perfil de la corriente, así como el espectro del oleaje direccional. Este equipo está comunicado vía módems acústicos marca *Benthos*, con la boya para posterior envío de los datos.

-*Benthos*, Módems Acústicos

El sistema de comunicación acústico es manufacturado por *Benthos*. En el fondo del mar se localiza el módem acústico transmisor montado y conectado al *AWAC*

-*Free Waves*, Radio Módems

El sistema de radio comunicación opera entre las frecuencias de 902 MHz a 928 MHz con un alcance de 96.5 km en línea de vista a través de los protocolos RS232.

1. VARIABLES A MEDIR

El clima es el resultado de numerosos factores que actúan conjuntamente. Los accidentes geográficos, como montañas y mares, influyen decisivamente en sus características.

Para determinar estas características podemos considerar como esenciales un reducido grupo de elementos: la temperatura, la humedad y la presión del aire. Sus combinaciones definen tanto el tiempo meteorológico de un momento concreto como el clima de una zona de la Tierra.

Para definir el proyecto se abordarán de manera general las variables a medir, así como su utilización en las estaciones oceanográficas, estableciendo con esto las necesidades a cubrir con la boya.

A pesar de que no en todas las variables se tomó parte, debido a que durante la revisión del sistema se encontró que únicamente presentan daños los elementos montados propiamente en la boya, descartando principalmente al perfilador de corrientes acústico y sensor de presión así como los módems acústicos ya que estos se manejan de manera independiente estando ubicados al fondo del mar, como ya es mencionado anteriormente en la descripción de estos equipos.

1.1 Temperatura

Posiblemente la temperatura es la medida más común en meteorología. Al ser combinada con otros parámetros como: presión atmosférica, velocidad del viento y humedad; nos da idea de las condiciones exteriores e incluso ayuda en la predicción del estado del tiempo.