



CONSIDERACIONES PARA EL DESARROLLO DE UN MOLINETE HIDROGRÁFICO DE PRECISIÓN DE BAJO COSTO

González, Gustavo J.⁽¹⁻⁴⁾, Cova, Walter J. D.⁽⁴⁻⁵⁾, Jazni, Jorge E.⁽¹⁻⁴⁾, Salomone, Javier E.⁽³⁾, Olmedo, Sergio D.⁽¹⁾, Farchetto, Sergio J.^(*)⁽¹⁾, Carrara Sergio D.⁽¹⁾, Gutiérrez, Francisco G.⁽¹⁾, Weber, Juan F.⁽²⁾

¹ CUDAR - Centro Universitario de Desarrollo en Automación y Robótica
Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Córdoba.
Maestro M. López esq. Cruz Roja Argentina, Ciudad Universitaria,
CP (X5016ZAA) – Córdoba – Argentina.

gczewin@hotmail.com

ggonzalez@scdt.frc.utn.edu.ar

² Laboratorio de Hidráulica, Departamento de Ingeniería Civil, Facultad Regional Córdoba, UTN

³ Departamento de Ingeniería Mecánica, Facultad Regional Córdoba, UTN

⁴ Dpto. Sist. Electromecánicos, Centro de Invest. Aplicadas, Instituto Universitario Aeronáutico.

⁵ Departamento de Ingeniería Electrónica, Facultad Regional La Rioja, UTN

RESUMEN.

Este trabajo contempla como objetivo presentar los conceptos utilizados para el desarrollo de un molinete hidrográfico (o correntímetro) de precisión de bajo costo con indicación digital, atendiendo las necesidades planteadas por el Laboratorio de Hidráulica de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba. De acuerdo al estudio de antecedentes realizado de los diferentes esquemas utilizados [1] y a la tecnología disponible, se decidió encarar una investigación de tipo aplicada consistente en el desarrollo de un instrumento mecánico-electrónico para atender a las especificaciones requeridas, especialmente en lo que refiere a aspectos técnicos de minimización de cuplas de rozamiento y a costos.

Se formula un modelo físico-matemático [2], con el que se dedujeron las relaciones constructivas y operativas que constituyeron hipótesis de funcionamiento que fueron contrastadas una vez construido el modelo de laboratorio del instrumento.

El dispositivo consiste de un molinete de dos palas planas opuestas y caladas según un ángulo determinado con respecto al eje de rotación y fijas a un cuerpo fusiforme. El conjunto, completamente metálico, se estabiliza vía dos bujes de acero inoxidable que absorben cargas radiales y un cojinete del tipo pivote - rubí que soporta las cargas axiales. Las cargas radiales se minimizan al estar el conjunto diseñado de manera de conseguir un equilibrio colineal del empuje arquimediano.

El sistema de adquisición electrónico de mediciones está formado por un dispositivo portátil, con una memoria no volátil donde se almacenan los datos de las mediciones realizadas; permitiendo el mismo mediante un enlace RS232, descargar la información en una PC.

Finalmente se presentan y analizan los resultados de la calibración donde se corrobora que el molinete cubre adecuadamente las necesidades de trabajo planteadas, mostrando un desempeño de calidad, contemplando alcanzar una transferencia de los conocimientos al medio industrial.

Palabras Claves: molinete, rozamiento, costos, equilibrio, datos.

Tercer Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica

III CAIM 2012



UTN.BA
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL BUENOS AIRES



1. INTRODUCCIÓN

En función de necesidades de prestación planteadas en el Laboratorio de Hidráulica del Depto. de Ingeniería Civil de la UTN-FRC, se detecta la carencia de instrumentación económica para medición de bajas velocidades de corrientes de agua y caudales en canales abiertos.

Si bien estos equipos se consiguen en el país, siendo de procedencia nacional o importados, su elevado costo hace que la adquisición se vea dificultada por los bajos presupuestos disponibles en las instituciones públicas donde resultan necesarios. El alto costo de estos equipos está relacionado tanto con la utilización de dispositivos que manejan una tecnología sofisticada de adquisición y procesamiento de datos o el empleo de componentes mecánicos sujetos a elevados requerimientos de precisión para vincular partes móviles y fijas; especialmente cuando la minimización de rozamientos es un requerimiento insoslayable para sensar velocidades de flujo de rango reducido.

La medición de velocidades de corrientes de agua y caudales en canales abiertos (aforometría) constituye una rama altamente desarrollada de los ensayos hidrológicos. Los instrumentos utilizados y en especial aquellos destinados a la medición de bajas velocidades de corriente resultan onerosos, ya que emplean tecnologías especiales destinadas a minimizar los errores de medición y a maximizar su confiabilidad.

El objetivo del presente trabajo es presentar los criterios utilizados en el desarrollo de un elemento portátil que cumpla las funciones de sensor y dispositivo final de lectura digital, que asegure resultados precisos con rapidez y sencillez operativa y sea utilizable en la medición de velocidades de corrientes en aguas poco profundas (hasta 3 m) como lo son las de canales, lagos o esteros, que se encuentren en el rango comprendido entre 0,1 m/s a 3 m/s. Asimismo se intenta que pueda ser utilizado en laboratorios de hidráulica, tanto para aplicaciones académicas como para la prestación de servicios.

En la Sección 2, se realizan consideraciones atinentes al diseño de los subsistemas mecánico y electrónico que integran el instrumento. Por su parte la Sección 3 presenta la formulación de un modelo matemático del funcionamiento del dispositivo; mientras que, finalmente, en la Sección 4 se analiza su funcionamiento y las conclusiones.

2. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

2.1. Sensor primario.

El estado del arte indica que se utilizan diferentes tipos tales como: sensores acústicos o Doppler, tubos de Pitot, el sensor basado en la inclinación de un elemento de arrastre, el molinete con rotor a eje vertical respecto del campo de flujo (o rotor Savonius) y el molinete con rotor a hélice axial (paralelo al campo del flujo), entre otros. Cada uno de ellos con sus relativas ventajas y desventajas dependiendo del medio de utilización. Es así que el sensor basado en señales acústicas es usado preferentemente en la medición de las corrientes marítimas. El de tubos de Pitot, requiere el cambio de estos tubos en función de la profundidad y de la velocidad de las corrientes de agua a medir (Gallego-Huidobro, 1984). El sensor basado en la inclinación de un elemento de arrastre, si bien es bastante económico, en la medición influyen aspectos tales como la determinación del coeficiente de resistencia del elemento sensor, donde se debe considerar el número de Reynolds como función de la velocidad del flujo, el tamaño y la forma del objeto (Hernández-Walls et al., 2004). El rotor de Savonius mide el valor de la velocidad con alguna imprecisión al no poderse establecer con exactitud la dirección del flujo de agua. Por su parte, el sensor con rotor axial puede tener inconvenientes en la medición cuando se encuentre influido por oleajes importantes.

En el presente trabajo se considera que el sensor de rotor a hélice axial es el más apropiado para el uso al que está destinado según requerimientos ya que, las olas que se pueden encontrar son ínfimas y no inducirán errores al momento de medir. Al mismo tiempo es uno de los sensores primarios que requieren menor atención previa a su utilización operativa. Además la tecnología que requiere su construcción no presenta grandes inconvenientes por ser casi todas sus piezas prácticamente (exceptuando la hélice) sólidos de revolución.

Se mostrarán a continuación las partes esenciales del instrumento, abordándose en primer término la mecánica del sensor con su transductor a señal eléctrica-electrónica, posteriormente, el dispositivo electrónico final de visualización y almacenamiento de datos.

2.2. Partes mecánicas.

El molinete fue concebido como un elemento conformado por diferentes piezas metálicas mecanizadas, que brindan la posibilidad de armarlo fácilmente. Asimismo, sus partes poseen un diseño y disposición tal, que permiten acercarse con precisión suficiente al equilibrio hidrostático del molinete sumergido. Esto se realiza con el fin de minimizar la generación de fuerzas capaces de producir rozamientos que desvirtúen la medición y que además, puedan provocar un desgaste acelerado de las superficies en contacto relativas al movimiento.

Básicamente al molinete se lo puede considerar como dos partes, una fija y otra móvil que posee dos palas. Estas partes se vinculan a través de dos bujes de acero inoxidable, capaces de absorber las cargas radiales, tomados a las tapas laterales de la parte móvil. El extremo anterior cuenta con un cojinete del tipo pivote-rubí destinado a soportar las cargas axiales que produce el movimiento de la masa fluídica. Los bujes tienen como vínculo un eje de acero inoxidable, el cual termina con una punta que hace de pivote y por el otro extremo toma la forma necesaria para configurar el soporte por donde se toma el conjunto para que realice su trabajo.

La Figura 1 muestra en corte (sin las palas) al conjunto móvil (negro) y el fijo (blanco), habiéndose identificado con un rayado los cojinetes. Cabe destacar que para solucionar la situación de equilibrio, no sólo se debe contemplar la igualdad entre el peso del cuerpo y el empuje producido por el líquido, sino que además estas fuerzas deben trabajar de manera colineal; a fin de neutralizar las cuplas de rozamiento; o sea, el centro de empuje debe estar sobre el mismo eje vertical que el del centro de gravedad del molinete, considerando al dispositivo sumergido. Evidentemente al ser mayoritariamente un sólido de revolución, ambos centros (empuje y gravedad) se encontrarán sobre el mismo eje horizontal. Las palas, al estar dispuestas simétricamente con respecto al eje de giro, también contribuyen a que el centro de gravedad del conjunto se encuentre sobre ese mismo eje.

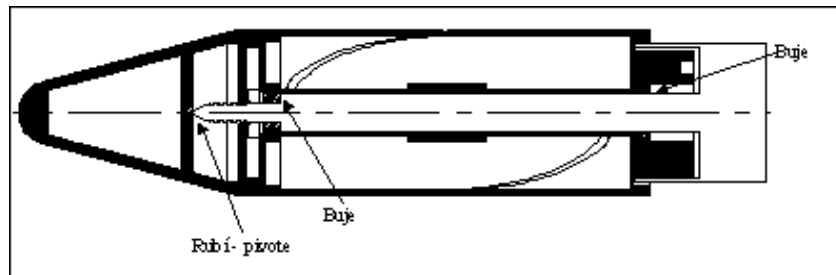


Figura 1 Corte longitudinal

Para lograr este requerimiento se realizó el diseño del molinete con un software de CAD, planteando cada una de sus partes como modelo sólido, verificando así que los volúmenes de los materiales utilizados afectados por su densidad másica respectiva, se correspondieran o equilibraran al empuje producido por el volumen de la cámara de flotación, cotejándose al mismo tiempo la posición del centro de gravedad. Esta tarea fue posible realizarla fácilmente, ya que este utilitario de diseño permitió observar rápidamente la situación de pesos y centros de empuje y gravedad a través de su comando de "propiedades másicas".

En la Figura 2 se destaca en corte (sin las palas) con color negro la zona donde se ubicaron cámaras de flotación y en rayado las piezas extremas que se fueron modificando hasta lograr el equilibrio mencionado anteriormente. Como se observa, estas piezas contemplan la posibilidad de modificar fácilmente su forma alargándolas o acortándolas para variar su peso y posición del centro de masas sobre el eje de giro.

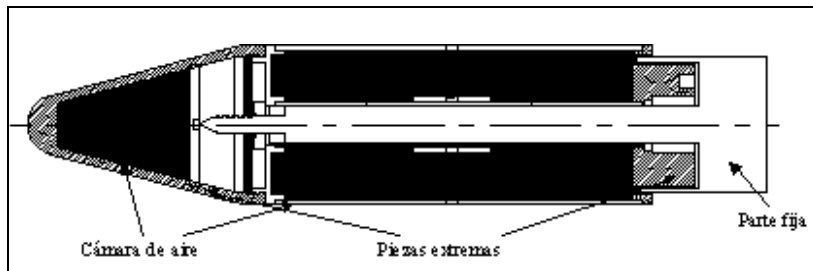


Figura 2 Ubicación de cámaras de flotación

Una vez obtenidos los requerimientos mencionados, se aprovechó el volumen de la pieza posterior para albergar una de las partes del dispositivo sensor. Su forma es tal que se complementa con la parte fija del molinete creando un laberinto que imposibilita el ingreso de partículas que puedan afectar su funcionamiento.

La Figura 3 permite apreciar la zona que se encuentra en contacto con líquido el cual ha sido destacado con color negro.



Figura 3 Zona ocupada por el fluido

Siendo los molinetes elementos mecánicos de elaboración compleja, se aspira al abaratamiento de los costos de fabricación. En este sentido se debe considerar que el maquinado helicoidal de las palas de la hélice es uno de los aspectos de fundamental incidencia en el costo. Además, normalmente se encuentra que las palas forman parte del cuerpo principal móvil, conformados a partir de una única masa de material en bruto. Si bien esta pieza puede ser metálica y maquinada mediante una fresa por CNC, o bien de plástico inyectado en matrices previamente conformadas, los costos de fabricación son de alta incidencia en el valor final del instrumento.

Con el objeto de reducir costos es que se han considerado dos palas planas, que se encuentran insertadas a través de caladuras en el cuerpo principal, introduciéndose en la cámara interior hasta hacer tope con una pieza fija al eje móvil, quien posee otra caladura coincidente con la anterior y sirve a modo de guía para la posterior fijación de la pala con técnicas de pegado o soldado.

Las palas se encuentran decaladas a 25° con respecto al eje de giro. Este ángulo surge como consecuencia de adecuar la velocidad de rotación que adquiere el instrumento con las velocidades lineales a medir del fluido y la fricción axial que produce la fuerza generada sobre las superficie de las mismas. En la Figura 4 se puede observar un corte del dispositivo y la disposición de las palas, como así también una fotografía del mismo.

En cuanto a la conversión del giro de la pieza móvil en señal, entre los distintos transductores analizados, el más simple y el que mejor se adapta a la aplicación es el interruptor eléctrico activado a través de un campo magnético (reed switch). Para su utilización se fijaron dos imanes a la parte móvil y el interruptor a la parte fija (soporte) del molinete.

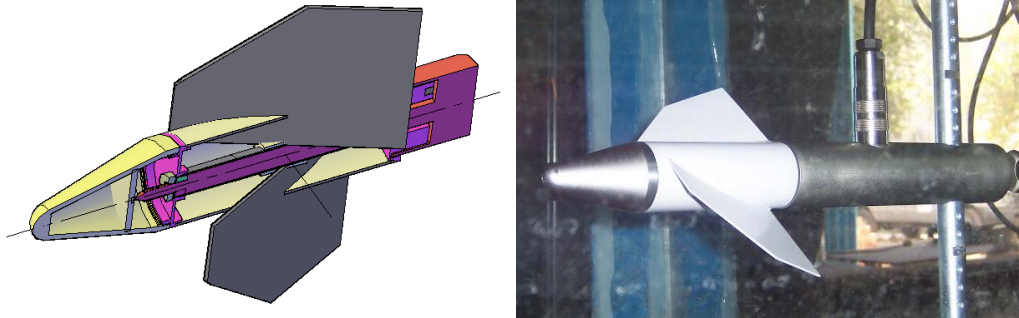


Figura 4 Corte 3D y fotografía

2.3. Subsistema electrónico

En la figura 5 se muestra un esquema general de la electrónica encargada de sensor y almacenar los datos que entrega el molinete. En la misma, podemos diferenciar tres elementos fundamentales: el sensor de rotación, el controlador y el dispositivo de visualización y procesamiento final, en este caso una PC. A continuación se describirá el funcionamiento y relación de cada uno de ellos.

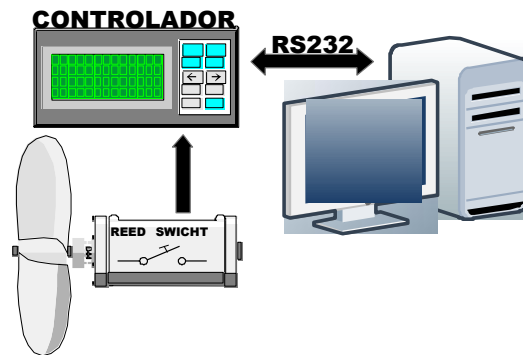


Figura 5 Esquema general

2.3.1. Sensor de rotación.

Este elemento se encarga de sensor el desplazamiento rotacional del molinete, mediante de interfaz entre el rotor y la electrónica encargada de registrar dicho movimiento. El sensor de rotación está constituido por dos imanes de alto rendimiento, los cuales se disponen en la parte móvil del molinete, y de un "reed switch" que cierra un circuito eléctrico cada vez que el campo magnético de los imanes pasa sobre él. La salida del sensor de rotación es una señal eléctrica, de onda cuadrada, cuya resolución permite discriminar el movimiento de media vuelta del molinete. Es importante mencionar que esta parte del sistema opera sumergida, razón por la cual el conector del cable que lleva la señal eléctrica proveniente del sensor, se ha implementado cumpliendo con la norma IEC529 estándar IP67, de tolerancia a la inmersión en agua. En la Figura 6. se muestra una fotografía del conector en cuestión.



Figura 6 Conector

Tercer Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica

III CAIM 2012



2.3.2. Controlador.

El controlador toma la señal que entrega el sensor rotación y permite almacenar y visualizar la cantidad de rotaciones que efectúa el molinete, dentro de una ventana de tiempo de ensayo previamente configurada desde 1 a 99 segundos. Luego de finalizado el tiempo de ensayo, se puede observar en un display LCD la cantidad de vueltas que realizó el molinete en la ventana de tiempo seleccionada. Esta información se puede almacenar en una memoria interna (no volátil), hasta un máximo de veinte ensayos. En la Figura 7 se muestra el diagrama de bloques de la constitución interna del controlador.

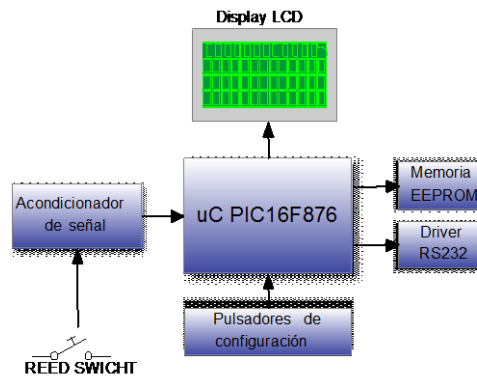


Figura 7 Diagrama en bloques

El núcleo del dispositivo se encuentra constituido por un microcontrolador PIC16F876, de la empresa MICROCHIP. El mismo muestra la cantidad de vueltas por segundo en un display LCD de 16x2 caracteres, almacena las mediciones en una memoria interna y envía los datos de las mediciones almacenadas a una PC mediante una conexión RS232. Esto se lleva a cabo en función de la configuración previamente ajustada mediante pulsadores externos, los cuales son de tipo membrana debido a que son los que mejor performance tienen ante usos intensivos, por lo que son los más confiables en aplicaciones industriales. En la Figura 8 se puede observar el gabinete contenedor de la electrónica con sus pulsadores.



Figura 8 Gabinete de la electrónica

Un menú permite decidir si guardar o no un ensayo, como así también brinda la posibilidad de borrar toda la información almacenada. A cada ensayo almacenado se le asigna un número, la ventana de tiempo en que se realizó y la cantidad de revoluciones realizadas por el molinete.

También se cuenta con una señal sonora que, con diferentes tonos, indica: el pulsado de una tecla, la finalización del tiempo de ensayo, saturación de capacidad de almacenamiento, entre otros. Esto forma parte de la interacción del sistema con el usuario.

Ya que el sistema debe ser portátil, se alimenta el mismo a través de una batería recargable de 9V. La información relevada por el controlador no se pierde al retirar las baterías ya que la memoria interna donde se almacena es no volátil (EEPROM). El microcontrolador programa dicha memoria mediante el protocolo I2C.



3. MODELO FÍSICO-MATEMÁTICO

El modelo físico matemático que describe la dinámica del correntímetro [2] empleado en la etapa de diseño es el siguiente:

$$J \frac{d\omega}{dt} + \delta VA r_{rms}^2 \omega = \delta VA r_{rms}^2 \omega_i - F_{dt} r_m - T_p \quad (1)$$

$$\omega_i = V \tan(\beta) / r_{rms} \quad (2)$$

$$F_{dt} = \frac{0.074}{2} \delta V^2 R_e^{-0.2} SN \sin(\beta) \quad (3)$$

$$R_e = V \frac{a_p}{\nu} \quad (4)$$

Donde:

J: Momento de inercia axial del rotor

ω : Velocidad angular del rotor

δ : Densidad másica del fluido

F_{dt} : Componente tangencial de la fuerza de fricción del fluido

A: Área de pasaje

r_{rms} : Valor medio cuadrático del radio

T_p : Cupla resistente parásita

a_p : Cuerda media de las palas

V: Velocidad del fluido

r_m : Radio medio

ω_i : Velocidad de rotación ideal

β : Ángulo entre los planos de las palas y el eje

S: Área de las palas

N: Número total de palas del rotor

R_e : Número de Reynolds basado en la cuerda de las palas

ν : Viscosidad cinemática del fluido

Del modelo matemático surgieron relaciones constructivas que debieron ser respetadas para obtener una buena la linealidad de operación. El desempeño hidráulico del modelo de laboratorio realizado no exhibió efectos no lineales dentro de los rangos de medición ensayados.

4. DESEMPEÑO HIDRÁULICO

4.1. Tareas de calibración

La calibración de un molinete exige medir un número suficiente de pares de valores (velocidad de giro N ; velocidad de la corriente V que permita establecer una relación funcional de la forma $V = f(N)$, En este sentido, se destacan dos métodos experimentales:

- Aguas quietas y aparato en movimiento. Es el método más confiable. Sin embargo, requiere una infraestructura experimental consistente en un canal de aguas quietas y un carro sobre el que se monta el molinete y que se desplaza a velocidad conocida, pudiéndose variar dicha velocidad. La longitud de canal necesaria es de varias decenas de metros.
- Aparato quieto y aguas en movimiento. Es el método más común, requiere contar con un canal experimental equipado de un sistema de bombeo y de una longitud suficiente para atenuar olas y turbulencias.

Este último método fue el empleado, en un canal de laboratorio de 50 cm de ancho, 14 m de longitud con una bomba que permite recircular un caudal máximo de 1200 l/s.

Además se contó con un Velocímetro Acústico Doppler (ADV) que fue utilizado como instrumento patrón de calibración. Este aparato permite medir y registrar (con frecuencias de muestreo de hasta 50 Hz) las tres componentes de la velocidad en un volumen de control del orden de 1 cm³ con un alto grado de confiabilidad. En el estudio presente sólo fue necesario considerar la componente principal (longitudinal) la cual se utilizó como velocidad de referencia en la calibración.

Tercer Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica

III CAIM 2012



Figura 9 *Setup experimental*

Se midió la velocidad del flujo con el ADV y a una cierta distancia aguas abajo se midió la velocidad de giro del molinete de modo que, intentando minimizar la influencia mutua de los equipos, se garantizara la correspondencia de velocidades. En la Figura 9 se puede apreciar el setup experimental montado.

Se varió tanto el caudal (con la válvula de retorno del sistema de bombeo) como el nivel de restitución del canal (por medio de una compuerta ubicada aguas abajo) para lograr un rango de velocidades entre los 10 y los 75 cm/s. Velocidades menores a 10 cm/s no hubieran permitido mantener el molinete completamente sumergido, mientras que no fue posible alcanzar en este canal velocidades superiores al límite indicado. Se realizaron en total 89 observaciones experimentales.

Con el objeto de ampliar el rango de validez de la ecuación empírica que relacionara V versus N , se realizó una campaña de medición en el dique denominado Mal Paso, localidad de Dumesnil (Provincia de Córdoba). En este sitio se realizaron 40 observaciones experimentales. Como instrumento patrón se utilizó un molinete calibrado, modelo SIAP n° 15428, hélice no. 3. La curva de calibración de este molinete fue contrastada y se garantiza su correlación para el rango de velocidades entre 0.05 y 1.75 m/s. En la Figura 10 pueden apreciarse las tareas de campaña.



Figura 10 *Tareas de campaña*

4.2. Resultados

En la Tabla 1 se muestran los coeficientes de correlación lineal entre los valores de velocidad obtenidos en los dos puntos mencionados.

Tabla 1 *Coefficientes de correlación de cada serie*

Sitio	R^2
Laboratorio	0,9991
Canal de campaña	0,9780

La figura 11 muestra las velocidades de la corriente en función del número de vueltas por minuto de giro del molinete, conjuntamente con la recta de regresión obtenida. Puede observarse en general la alta calidad de la correlación, lo cual es un indicador de la calidad del instrumento calibrado.

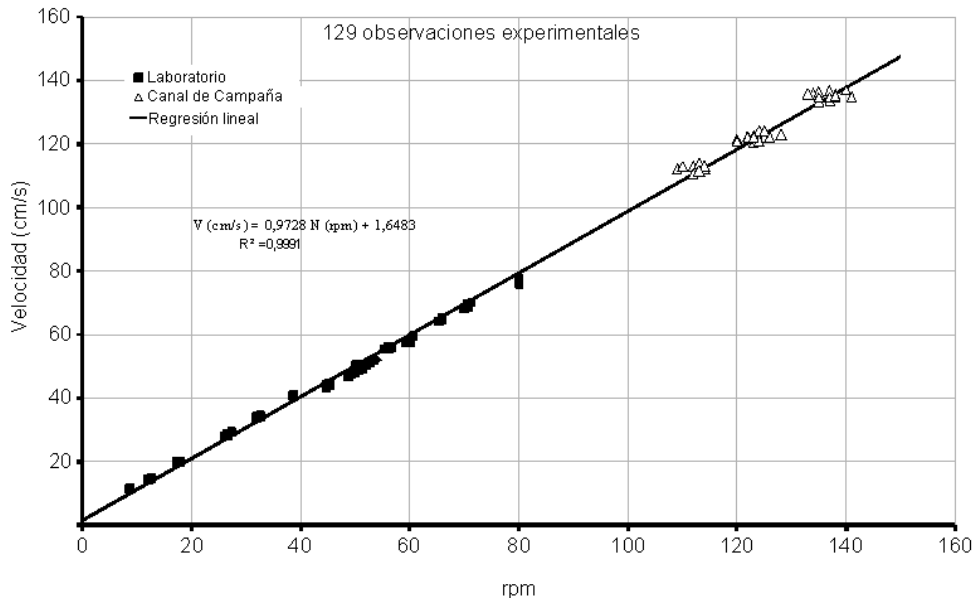


Figura 11 Curva de calibración del molinete

La recta de regresión obtenida responde a la ecuación:

$$V(\text{cm/s}) = 0,9728 N(\text{rpm}) + 1,6483 \quad (5)$$

válida para

$$10 \text{ cm/s} < V < 140 \text{ cm/s} \quad (6)$$

con un coeficiente de determinación $R^2 = 0,9991$. Puede verse que a pesar de lo atípico del diseño de su hélice, el molinete bajo estudio responde a la curva universal del molinete:

$$V = aN + b \quad (7)$$

El término independiente b de esta ecuación representa el *umbral*: velocidad teórica en la cual el molinete se encuentra en estado incipiente de movimiento, es decir, con velocidades de flujo por debajo de b la acción dinámica transmitida por el flujo a las palas se equilibra con la fricción, permaneciendo en reposo; por encima, se produce el movimiento. Esto no ha sido corroborado experimentalmente, ya que no fue posible armar el setup experimental necesario para alcanzar dicha velocidad de umbral. Sin embargo, se pudo observar que las menores velocidades registradas (del orden de 10 cm/s) transmitían movimiento al rotor en forma regular. A los fines prácticos, un umbral b de esta magnitud es totalmente compatible con las velocidades que se esperan medir en la etapa de explotación del equipo en cauces naturales.

Un parámetro que caracteriza la calidad de las estimaciones de velocidad a realizar con el molinete en estudio es el desvío estándar de las estimaciones, dado por:



$$\sigma_e = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (V_i - V_i')^2}{n}} \quad (8)$$

donde V_i , V_i' representan los pares de velocidades medidas y calculadas con la Ecuación (5), respectivamente. Este estadístico resultó para la serie en cuestión:

$$\sigma_e = 1,721 \text{ cm/s} \quad (9)$$

Por otro lado, asumiendo un error de lectura de $\pm \frac{1}{2}$ vuelta, y reemplazando en la Ecuación (5), se tiene una error de lectura de $\pm 2,135$ cm/s; esto lleva a concluir que en buena parte de los casos la incertidumbre en la estimación estará entre 2 y 3 cm/s; valores que son porcentualmente compatibles con mediciones por encima de 30 cm/s, aunque resultan pobres en velocidades menores.

Por todo lo indicado, se concluye que el molinete en estudio cubre adecuadamente las necesidades de trabajo del Laboratorio de Hidráulica, mostrando un desempeño de calidad comparable a otros equipos del mercado.

5. IMÁGENES DE PROTOTIPOS A ESCALA SEMIINDUSTRIAL

Se realizó la transferencia del desarrollo mecánico a la empresa HOKUN quien realizó los prototipos que se observan en las siguientes figuras:



Figura 12 Modelo de desarrollo de laboratorio

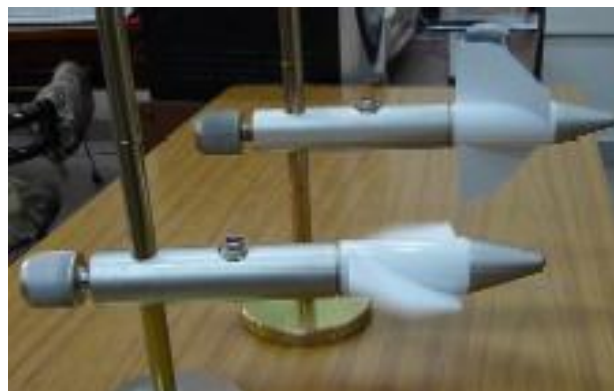


Figura 13 Prototipos funcionales

Tercer Congreso Argentino de Ingeniería Mecánica

III CAIM 2012



6. REFERENCIAS

- [1] Hernández-Walls R., Luna-Hernández J. R., Rojas-Mayoral E., 2004: Dispositivo electrónico, de fácil construcción, para medir la velocidad de un fluido. Ingeniería hidráulica en México , vol.XIX, núm.4, pp.121-128. México
- [2] González G. J., Cova W. J. D., Jazni J. E., Olmedo S. D., Farchetto S. J., Carrara S. D., Weber J. F., Salomone J. E., 2010: Definición conceptual de un correntímetro de precisión de bajo costo para estudios hidrográficos - AADECA 2010 –XXIIº Congreso Argentino de Control Automático. Buenos Aires - Argentina