

**MEDICION Y PRONOSTICO DE OLAS
EN EL EMBALSE CASA DE PIEDRA**

**INFORME DE AVANCE N° 1
Diciembre 2001**

Informe LHA - 212 -01-01
Proyecto INA N° 120

MEDICION Y PRONOSTICO DE OLAS EN EL EMBALSE CASA DE PIEDRA

INFORME DE AVANCE N° 1 Diciembre 2001

RESUMEN: Se presenta una descripción de las actividades desarrolladas en el primer trimestre de vigencia del contrato. Estas incluyeron la definición de las características técnicas del instrumental de medición, y tareas relativas al procesamiento de registros de viento.

PALABRAS CLAVE: embalses - protección de taludes – olas – medición de olas – Casa de Piedra

DIRECTOR DEL LABORATORIO DE HIDRAULICA

Ing. Julio C. De Lío

INFORME PRODUCIDO POR

Ing. R. CASTELLANO

EQUIPO DE TRABAJO

Ing. G. TATONE
Ing. A. GRANDE
Téc. C. HASPERT
Téc. A.J. CHIELENS

INDICE DE MATERIAS

INTRODUCCIÓN.....	1
1. MEDICION DE OLAS.....	2
1.1. Características de las olas a medir.....	2
1.2. Características del instrumento	6
1.3. Requerimientos de ubicación	6
1.4. Requerimientos de mantenimiento y atención	7
1.5. Verificación del equipo	7
1.6. Procesamiento de la información medida	8
1.7. Diseño del sistema de fondeo	9
1.7.1. Principio de medición.....	10
1.7.2. Condiciones locales.....	12
1.2.3. Oscilación del sistema.....	13
1.7.4. Materiales	15
1.7.6. Muerto de anclaje	16
1.7.7. Dimensionamiento del sistema de fondeo.....	16
1.7.8. Fondeo del sistema	17
2. MEDICION DE VIENTOS	19
2.1. Características del instrumento	19
2.2. Requerimientos de ubicación	20
2.3. Requerimientos de mantenimiento y atención	20
2.4. Procesamiento de la información medida	20
3. ANÁLISIS DE VIENTOS	22
3.1. Datos disponibles	22
3.2. Programa de procesamiento	23
3.3. Resultados	24
3.3.1. Rosa de vientos.....	24
3.3.2. Curvas de intensidad-duración	26
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	27
ANEXO I CONTRATO.....	28
ANEXO II GUIA MINIMA DE PROGRAMACIÓN DEL OLIGRAFO.....	29

INDICE DE FIGURAS

1. Plano de Ubicación
2. Espectros de densidad de energía
3. Salida gráfica del procesamiento de datos
4. Esquema de fondeo
5. Coeficiente de atenuación de la presión
6. Mínimo para distintas profundidades y períodos
7. Amplitud del movimiento de una boya sumergida
8. Pontón para fondeo y recuperación del olígrafo
9. Rosa De Vientos (1997-2001)
10. Curva de Intensidad –Duración (WSW, 1997)

MEDICION Y PRONOSTICO DE OLAS EN EL EMBALSE CASA DE PIEDRA

Informe de Avance N° 1.

Diciembre 2001

INTRODUCCIÓN

El presente Informe de Avance describe las tareas realizadas en el marco del convenio suscripto el día 28 de agosto de 2001 entre el ENTE EJECUTIVO PRESA EMBALSE CASA DE PIEDRA y el INSTITUTO NACIONAL DEL AGUA (INA). El Acta de iniciación de tareas fue suscripta el 17 de septiembre de 2001.

Los términos del contrato se incluyen en el **Anexo I** al presente Informe de Avance. De acuerdo a la Cláusula Sexta del contrato, corresponde la presentación de Informes de Avance trimestrales, de los cuales éste es primero.

Se describe el avance de tareas realizado entre el 17/09/01 y el 17/12/01, las que han consistido esencialmente en:

- Determinación del tipo de instrumento para medición de olas.
- Seguimiento del proceso de compra del equipo.
- Análisis del software de instalación y operación del instrumento y de procesamiento de resultados.
- Prueba hidráulica del equipo.
- Diseño del sistema de fondeo.
- Determinación del instrumental de medición de vientos
- Implementación de la metodología para el análisis de registros de vientos

Las tareas indicadas han sido agrupadas en el ítem 1. *Medición de Olas* y 2. *Medición de Vientos*, que se desarrollan a continuación.

1. MEDICION DE OLAS

En este apartado se desarrolla la tarea indicada en los ítems a) y b) de la Cláusula Segunda del Convenio, consistente en seleccionar un instrumento adecuado al propósito, y asesorar en la instalación y puesta en operación del mismo.

A los efectos de determinar las cualidades básicas que debe satisfacer el instrumento para medición de olas, se analizaron en primer lugar las características de las olas presentes en el embalse sobre la base de estudios previos y métodos de cálculo simples.

1.1. Características de las olas a medir

El objetivo final del estudio es caracterizar la respuesta del enrocado de protección del talud interno de la represa a la acción del oleaje. La medición de olas tiene el propósito de permitir la calibración de un modelo de pronóstico basado en la medición del viento.

A partir de un estudio previo (Ref. [1]) surge que, dada la extensión limitada del embalse (Figura 1), las máximas olas generadas por viento en el embalse de Casa de Piedra serán del orden de los 2,00 a 2.50 m (altura significativa) en el lugar más expuesto, con un período de pico T_p del orden de los 5,5 a 6,5 segundos, considerando que la generación de olas se realiza en aguas profundas con vientos entre 50 y 100 Km/h y un fetch máximo (correspondiente a la dirección WSW) de unos 40 Km.

Así, los vientos de la dirección indicada tendrán la capacidad de generar las olas más altas, pero dada la particular geometría del embalse y la ubicación de la represa, estas olas extremas actúan sobre un tramo limitado del cuerpo de la represa, donde precisamente se han observado los daños más marcados. Esta situación es de particular interés para la determinación de la ubicación del instrumento.

El espectro de densidad de energía $S(f)$ es una representación del contenido de energía de las olas (proporcional al cuadrado de la altura de ola) en cada intervalo de frecuencia Δf considerado. El área total bajo la función $S(f)$ es proporcional a la energía total contenida en todas las olas. La altura significativa H_s , utilizada en ingeniería para el diseño de obras es una medida de esa energía total. Su valor puede determinarse a partir del conocimiento de la función $S(f)$ y ésta a su vez del cómputo de la transformada rápida de Fourier (FFT) de un registro temporal de la

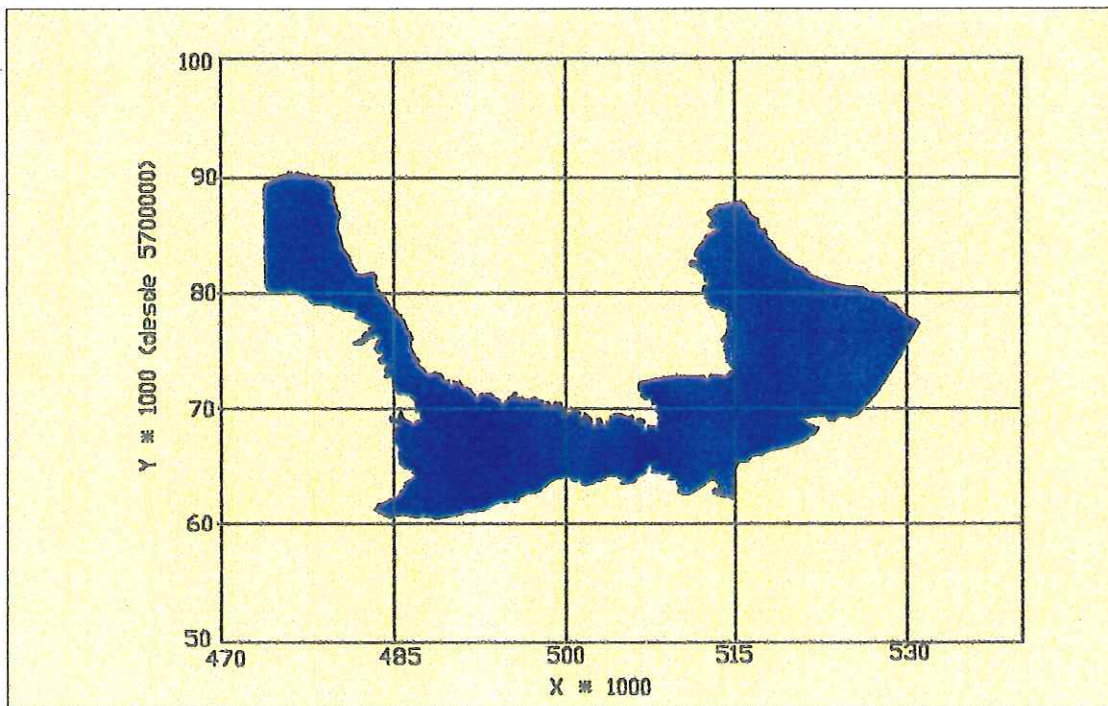
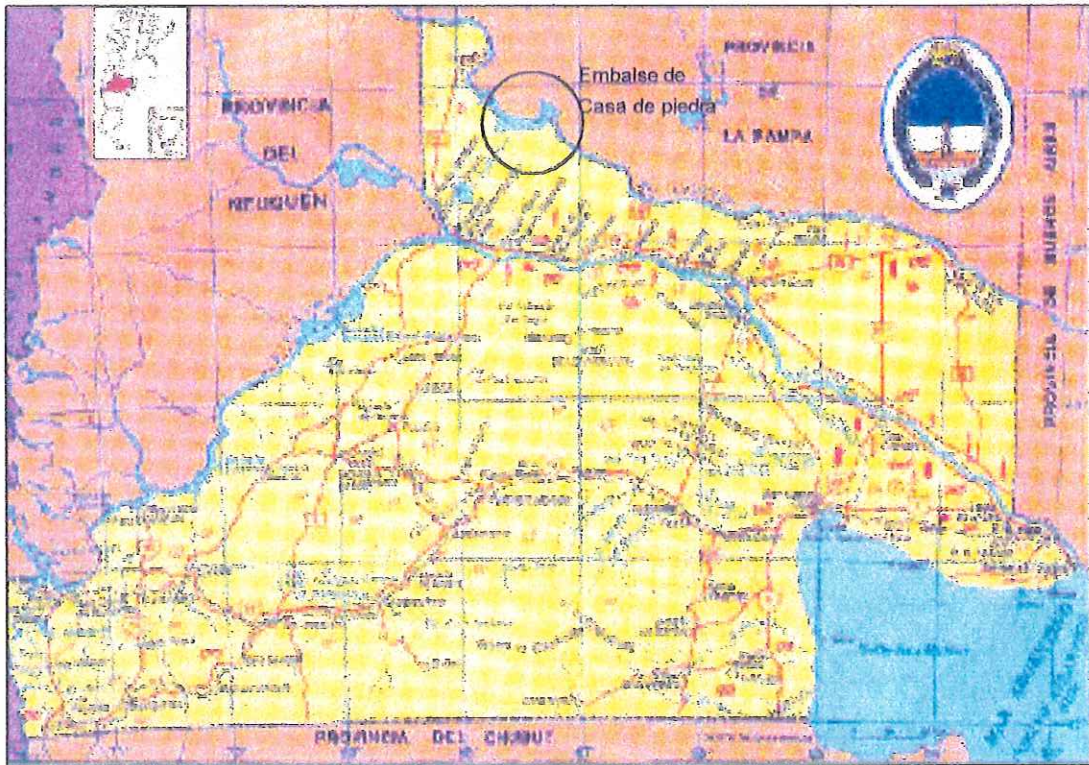


Figura 1

posición de la superficie libre efectuado mediante un instrumento de medición.

Sobre la base de una gran cantidad de mediciones de olas, se han formulado diversos modelos empíricos para la estructura del espectro de densidad de energía $S(f)$, en función de la frecuencia f (Ref.2).

Aunque los modelos empíricos describen $S(f)$ para f variando desde 0 a ∞ , en la práctica, y a los efectos del cálculo de H_s será suficiente considerar un valor acotado para ambas frecuencias f (frecuencia de corte). Esto es importante en el momento de decidir los rangos de frecuencia que el instrumento de medición de olas debe poder detectar.

En la **Figura 2** se muestra el espectro de densidad de energía $S(f)$ (espectro JONSWAP) para un fetch de 45 Km (máximo en el embalse Casa de Piedra) y velocidades de viento de 20, 40, 80 y 100 Km/h. La altura de ola significativa calculada en cada caso fue de 0.59 m , 1.09 m, 2.04 m y 2.59 m.

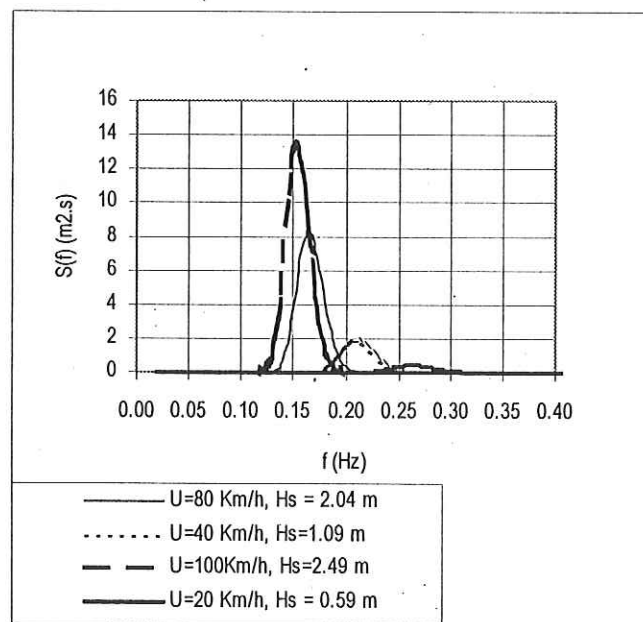


FIGURA 2

Particularmente la **Figura 2** muestra, para cada uno de los casos indicados, la frecuencia máxima para las que la función $S(f)$ adquiere

valores de interés práctico. En el caso de vientos de 20 Km/h y $H_s = 0.59$ m, la máxima frecuencia que se requiere para describir adecuadamente la función de densidad espectral, y por lo tanto para determinar H_s , es de 0.33 Hz, es decir equivalente a olas de 3 segundos de período.

Lo expuesto indica que el límite de 0.33 Hz para la frecuencia de corte es adecuado para describir el rango práctico de las olas que pueden presentarse en el embalse y calcular los parámetros característicos asociados.

Cuando se realiza la transformada de Fourier mediante la discretización de un registro temporal (en este caso de presiones) en N valores muestreados con un intervalo de tiempo Δt (en este caso 0.2 segundos). El resultado de la FFT (Transformada Rápida de Fourier) es una función de la frecuencia f (en este caso la función de densidad de energía $S(f)$) definida con un intervalo de frecuencia Δf dado por:

$$\Delta f = \frac{1}{N \cdot \Delta t} \quad (1)$$

Aunque matemáticamente existen infinitas ondas (de distintas amplitudes) en cualquier intervalo de ancho Δf , puede considerarse una única onda de amplitud a que resulta dada por:

$$a = \sqrt{2 \cdot \Delta f \cdot S(f)} \quad (2)$$

Suponiendo que el procesamiento de la señal registrada, discretizada con un intervalo de muestreo de 200 ms (equivalente a una frecuencia de muestreo = 5Hz), se realiza por bloques de 512 valores, resulta $\Delta f \cong 0.01$ Hz. De los cálculos realizados para el caso $U = 20$ Km/h surge que para $f \cong 0.33$ Hz resulta $S(f) \cong 0.0474$ m²/Hz y $H = 2a \cong 0.06$ m.

Es decir que para definir adecuadamente el espectro y evaluar con precisión la energía total contenida para el caso indicado, será necesario que el instrumento puede detectar como mínimo olas del orden de 6 cm de altura y 0.33 Hz de frecuencia ($T = 3$ s).

El truncamiento en una frecuencia menor induce errores en la determinación de los parámetros espectrales. Por ejemplo si $f_{\max} = 0.29$ Hz ($T = 3.45$ s) resulta, al integrar la función $S(f)$, un valor de altura significativa $H_s \cong 0.56$ m es decir con un error del orden del 5% respecto

del valor verdadero. En este caso la altura de ola en el intervalo de frecuencia alrededor del valor de corte resulta de 10 cm.

1.2. Características del instrumento

En virtud de la dificultad que implica el tendido de un cable sobre el talud de la represa para adquisición de datos remota y alimentación eléctrica, y del riesgo de daño del mismo en caso de temporales y movimiento del enrocado, y teniendo en cuenta por otra parte la facilidad de acceso al sitio de emplazamiento mediante un bote, se optó por un instrumento autónomo.

Dadas las características técnicas especificadas por el fabricante, se ha considerado como adecuado al propósito un equipo WTG/S4A fabricado por INTEROCEAN SYSTEMS. Se trata de un equipo que responde a las características básicas indicadas más abajo y cuyo detalle se encuentra en la especificación provista por el fabricante:

Frecuencia de muestreo: 5Hz, es decir 5 muestras de presión por segundo.

Programable: La extensión de los registros puede ser programada, al igual que el intervalo entre registros, o sea el número de registros por día.

Memoria interna: 20 Mb, no volátil. Esto permite almacenar 8 millones de datos. Para una configuración de medición de 1 registro de 14 minutos (4096 datos) una vez cada 2 horas a una frecuencia de medición de 5 Hz, resulta en una autonomía aproximada de 3 meses.

Resolución: 4 mm. Es la mínima variación de columna de agua detectable por el sensor de presión.

Dimensiones: el instrumento es de forma esférica, de diámetro 25 cm y peso de 11 Kg en aire.

1.3. Requerimientos de ubicación

El instrumento tiene dimensiones adecuadas para ser instalado en aguas relativamente poco profundas y un sistema de anclaje de dimensiones moderadas, lo que facilita las tareas de instalación en el sitio de medición.

En el área próxima a la represa, en el tramo donde se estima se presentan las olas más altas que afectan el talud, la profundidad es del

orden de 15 m y las olas de más de 4.5 segundos de período son influenciadas por la morfología del fondo. Por esta razón será preferible un área plana donde se minimicen efectos locales que modifiquen la altura de las olas o donde existan reflexiones considerables de estructuras próximas.

1.4. Requerimientos de mantenimiento y atención

La autonomía de baterías es función de la configuración de muestreo, pero para la programación indicada más arriba es del orden de los 12 meses para baterías de litio. La lectura de datos deberá realizarse como máximo dentro del plazo de autonomía de la memoria indicado más arriba. Una boya auxiliar flotante mantendrá en la superficie el extremo del cable de adquisición, conectado en su otro extremo al olígrafo. El operativo de recuperación de datos consistirá en conectar el extremo del cable a una notebook y se procederá a la transferencia de la información almacenada, la que será procesada en gabinete.

En la maniobra de recuperación de datos que coincida con el fin de la vida útil de las baterías, se procederá a retirar el instrumento del agua, y efectuar el cambio de las mismas y/o el mantenimiento de la toma de presión si fuese necesario, como así también verificación del sistema de sujeción. El equipo será a continuación reinstalado en su posición.

Se recomienda de todas maneras que el procedimiento de inspección y/o mantenimiento sea realizado por períodos no mayores de 6 meses.

1.5. Verificación del equipo

El software de aplicación del instrumento fue instalado en PC del LHA, para familiarizarse con los procedimientos de programación para adquisición y el recuperado de los datos. A tal efecto se ha programado el instrumento para verificar la programación en sí, como así también verificar los valores leídos.

Como primer aproximación se realizó una prueba estática, verificando los valores leídos por el instrumento, cuando es expuesto a una columna de agua de altura conocida. Luego se implementó un sistema dinámico, de amplitud y período variables, con el fin de simular una ola, a lo que el instrumento respondió satisfactoriamente. El archivo de datos así obtenido, se utilizó también para familiarizarse con el software de procesamiento.

Se ha preparado una *Guía Mínima* para la programación del instrumento, para facilitar su operación en el campo, la misma se detalla en el **ANEXO 2**.

El manual de programación es parte del software provisto por el fabricante y puede ser consultado en todo momento.

1.6. Procesamiento de la información medida

En virtud de la recomendación efectuada, se adquirió el software Wave for Windows provisto como opcional por INTEROCEAN S.A., que permite transformar los datos de presión en altura de ola (teniendo en cuenta la profundidad del instrumento) y obtener los parámetros espectrales y presentar resultados en forma gráfica.

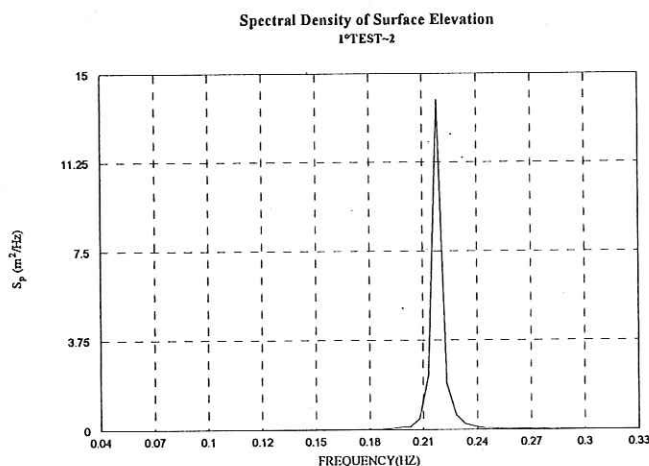


FIGURA 3

La instalación del software presentó dificultades en algunas PC, y se efectuaron consultas a los efectos de diagnosticar y solucionar el problema. Se realizaron pruebas de procesamiento de una señal adquirida por el instrumento.

La **Figura 3** muestra un ejemplo de salida gráfica para el espectro de densidad de energía correspondiente a una prueba hidráulica efectuada con el instrumento.

Sobre la base del manual provisto por el fabricante, se trabaja en la redacción de una Manual de Uso en el que se sintetizarán los procedimientos para el procesamiento de registros.

1.7. Diseño del sistema de fondeo

El sistema de fondeo consistirá en un peso muerto, una boya sumergida y un vínculo entre ambos dado por una línea que será mantenida tensa mediante el empuje provisto por la boya sumergida. El instrumento quedará fijado sobre esta línea tensa, según se indica en la **Figura 4**.

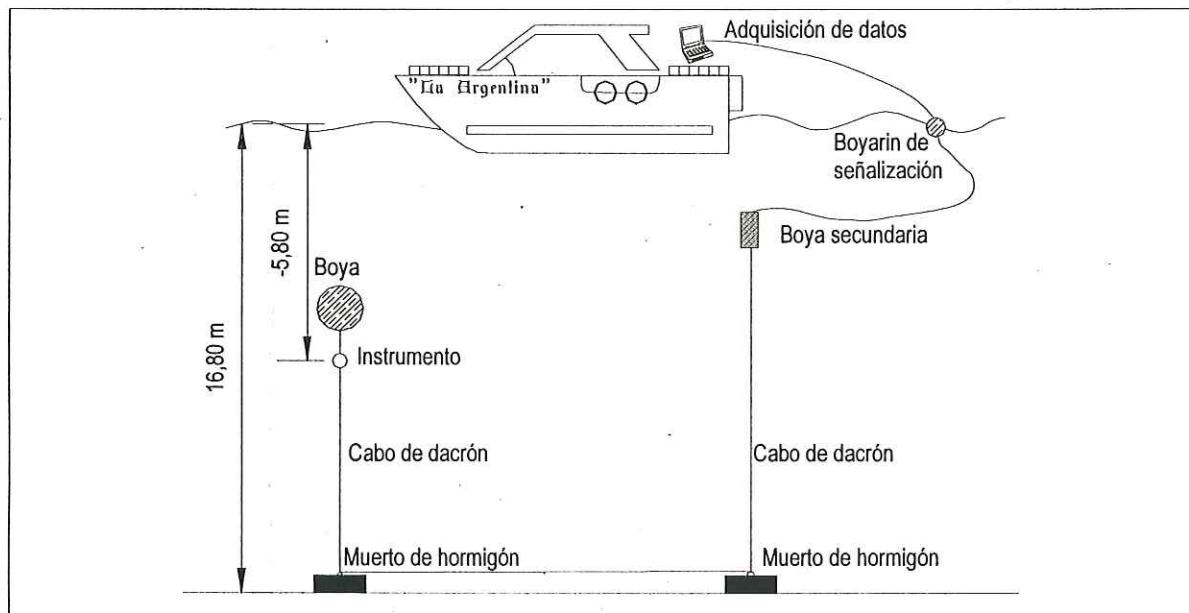


FIGURA 4

La profundidad más conveniente para colocar el instrumento debe ser analizada desde dos condiciones contrapuestas. Una de ellas involucra el principio de medición, que es determinando la variación de presión debida a la ola, y que disminuye a medida que aumenta la profundidad del instrumento y se reduce el período de las olas. Se requiere por ello que el instrumento se halle lo suficientemente cerca de la superficie libre particularmente para detectar ondas de corto período.

La segunda condición es el movimiento periódico u oscilación del sistema de fondeo (inducido por el oleaje), que produce lecturas de presión

interpretadas como "olas" y que depende de las características dinámicas del conjunto, de la fuerza de excitación y de la atenuación del movimiento debida al agua. Este aspecto se analiza en 1.7.3.

1.7.1. Principio de medición.

El principio de funcionamiento del instrumento se fundamenta en la medición de la modificación de la presión hidrostática inducida por el paso de las olas. La presión total (hidrostática +inducida por el paso de las olas) depende de la profundidad z en la cual se halla el instrumento , de la profundidad total en el lugar D , del período de las olas T y de la masa específica del agua ρ , según la siguiente relación:

$$P = \rho g z + \rho g a \frac{\cosh(k(z + D))}{\cosh(kD)} \cos(kx - \sigma t) \quad (3)$$

donde $k=2\pi/L$ el numero de onda, $\sigma=2\pi/T$ la frecuencia , L = longitud de onda, $a = H/2$ = amplitud de la ola y H la altura de la ola.

La variación de presión debida al paso de una ola, $\Delta p = P_{\max} - P_{\min}$ resulta:

$$\Delta p = \rho g H \frac{\cosh(k(z + D))}{\cosh(kD)} = \rho g H K \quad (4)$$

donde K es un coeficiente que depende de z , D y de T a través de la longitud de onda L .

En la **Figura 5** se muestra la variación de K con la profundidad para varios períodos de ola. Para períodos cortos la presión inducida por olas de altura H se atenúan rápidamente con la profundidad.

La medición de Δp mediante un sensor de presión permite determinar H a través de:

$$H = \frac{\Delta p}{\rho g K} \quad (5)$$

Puesto que la resolución del instrumento es en este caso de 4 mm, el mínimo valor H_{\min} detectable por el instrumento, es decir la resolución en altura de ola, es una función de la profundidad total D en el lugar, la

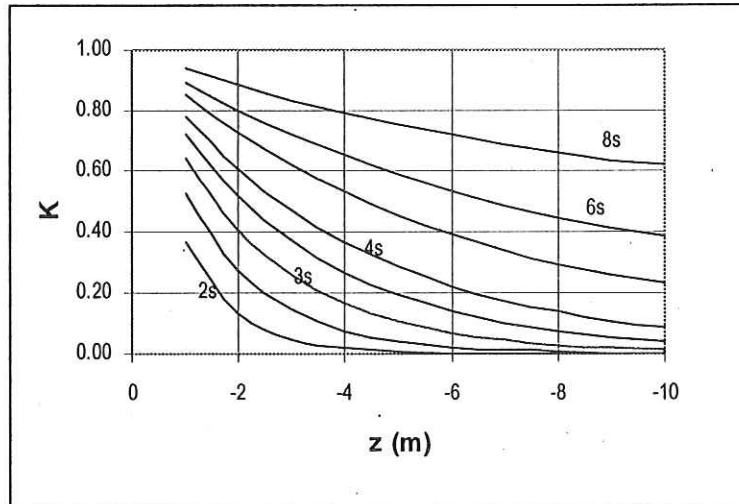


FIGURA 5

profundidad z a que se encuentra el instrumento bajo la superficie libre y el período T .

La **Figura 6** muestra valores de H_{\min} para distintos valores de z y T suponiendo $D = 16.8$ m. De la misma surge que, ubicado a una profundidad bajo la superficie libre de hasta 5.80 m, el instrumento será capaz de detectar olas de 0.05 m de amplitud y 3 segundos de período mínimo (equivalente a 0.33 Hz),

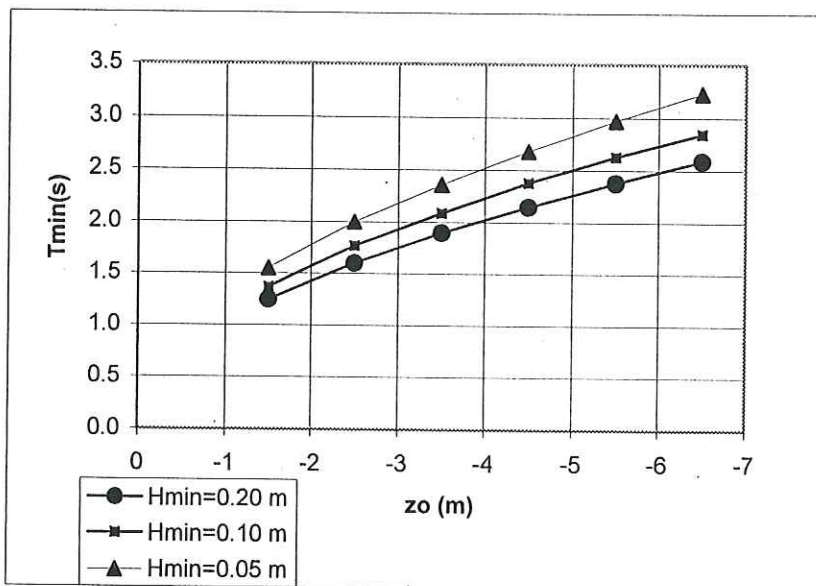


FIGURA 6

lo que permite la determinación precisa del espectro de energía y los parámetros asociados, aún para olas de pequeña amplitud tal como se mostró en 1.1. Para períodos más largos la resolución en altura de ola es considerablemente mejor.

1.7.2. Condiciones locales.

La información provista por el Ente Casa de Piedra en cuanto a previsión de niveles de embalse para el primer semestre del año es la siguiente:

Tabla Nº 1: Niveles de embalse

Cota terreno natural: 265.00 m

Fecha	Cota embalse	Profundidad
01-Nov-01	278.12	13.12
01-Dic-01	279.49	14.49
01-Ene-02	281.46	16.46
15-Ene-02	281.78	16.78
01-Feb-02	281.68	16.68
01-Mar-02	281.1	16.1
01-Abr-02	280.76	15.76
01-May-02	280.68	15.68
01-Jun-02	280.63	15.63

De la **Tabla 1** surge que en el lugar de emplazamiento previsto deberá considerarse para el primer semestre una profundidad de embalse inicial de 15.6 m y que alcanza los 16.8 m hacia el final del período.

De la **Figura 6** surge que a una profundidad máxima de 5.80 m bajo la superficie libre el instrumento tendrá la resolución adecuada (5 cm de altura de ola y 3 segundos de período) para la determinación del espectro de densidad de energía de olas, aún para alturas significativas tan pequeñas como 0.60 m.

De acuerdo a lo expuesto, para una profundidad local máxima $D = 16.80$ m, prevista en el embalse en el primer semestre de 2002, el instrumento deberá quedar localizado a una distancia desde el fondo no menor que $R = 16.80 - 5.80 = 11$ m.

1.2.3. Oscilación del sistema

El instrumento será fijado a un sistema de sujeción que consistirá básicamente en un muerto de anclaje de peso adecuado, vinculado a un cable que será mantenido tenso y en posición vertical mediante el empuje provisto por una boya sumergida.

Dada esta concepción del sistema de fondeo, un aspecto importante a considerar es la oscilación del conjunto debido a las olas. Un sistema como el propuesto se comporta como un péndulo invertido, en el que la fuerza de excitación del sistema es el arrastre que la velocidad orbital de las olas ejercen sobre la boya y el instrumento. La fuerza equilibrante es la componente tangencial debida al empuje provisto por la boya.

El apartamiento del instrumento de la posición vertical genera una trayectoria en arco, en cuyo extremo la profundidad z resulta incrementada en un valor Δz dado por:

$$\Delta z = R (1 - \cos \theta) \quad (6)$$

donde R es la longitud del vínculo al muerto de anclaje y θ el ángulo de apartamiento desde la posición vertical.

Esta variación momentánea de z es detectada y registrada por el instrumento (la frecuencia de muestreo es de 5 valores por segundo) y se traducirá en una altura de ola ficticia ΔH a través de la relación [5].

La oscilación del sistema debe ser considerada a los efectos de evaluar su influencia en la medición de la altura de ola. Con este propósito se realizaron ensayos en un modelo hidráulico en escala 1:30.

Escala de longitudes 30
 Escala de tiempos 5.477
 Escala de pesos 27.000

Diámetro de la boya 0.0192 m
 Peso de la boya 0.15 gramos
 Profundidad total 0.50 m
 Profundidad de la boya 0.21 m

En la **Foto 1**, tomada con un tiempo de exposición mayor que el período de movimiento del sistema, se aprecia el desplazamiento de una boya de aproximadamente 2 cm de diámetro. El espaciamiento de la cuadrícula de referencia es de 2 cm.

Los resultados se presentan en la **Figura 7**, en la que A1 es el apartamiento desde la posición de reposo.

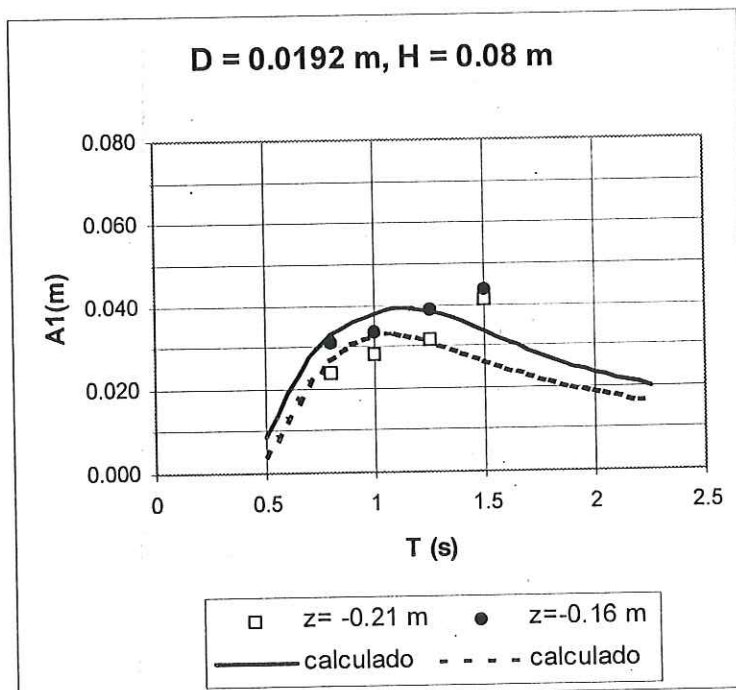


FIGURA 7

Puede notarse que para las características del sistema estudiado, la amplitud del movimiento aumenta con el período de las olas (la **Figura 7**

corresponde a una altura de ola constante, de 0.08 m). La boya ubicada a mayor profundidad presenta un desplazamiento menor que la más superficial.

Teniendo en cuenta la escala de tiempos y de longitudes indicadas, se desprende de esta **Figura 7** que las olas más altas probables de ocurrir en el embalse ($H_s \cong 2.4$ m, $T \cong 6.7$ s), inducirán oscilaciones con una amplitud máxima A_1 del orden de 1.2 m para $z = -6.30$ m y 0.90 m para $z = -4.80$ m. Considerando $A_1 = 1.10$ m para $z = -5.80$, el ángulo resultante es $\theta = \text{atan}(A/R) = 5.7$ grados y $\Delta z = R(1 - \cos \theta) = 0.0545$ m. El valor de K para estas condiciones surge de la **Figura 5** y es $K = 0.614$.

El error inducido en la altura de ola para $z = -5.80$ m $T = 6.7$ s y $D = 16.80$ m es

$$\Delta H = \frac{\Delta z}{K} = \frac{0.0545}{0.614} = 0.089 \text{ m} \quad (7)$$

Dado el período T considerado, este error se asocia en este caso a una altura de ola $H = 2.40$ m, lo que significa un error inferior a 5% del valor de las mayores alturas de ola H .

Cabe señalar que los resultados de un modelo físico resultan afectados de efectos de escala debido a la viscosidad exagerada en el modelo, y los resultados no son extrapolables linealmente a valores de prototipo. En el modelo, los bajos valores del número de Reynolds ($Re = U \cdot d / \nu$) son causa de valores mayores del coeficiente de arrastre C_D que determina la fuerza hidrodinámica actuante sobre una boya sumergida. En cambio, el empuje de la boya y el peso propio (que determinan la fuerza equilibrante del sistema) no dependen de la viscosidad y están representados en escala.

Finalmente, se aplicó un modelo matemático (Ref. [3]) utilizado para describir el movimiento de una boya sumergida. El modelo resuelve la ecuación de movimiento del sistema dada por:

$$x + 2q \dot{x} + \omega_o^2 x = \frac{1}{m + m'} \{P(t) + F(t)\}$$

donde

m : masa de la esfera

m' : masa agregada

$$2q = C/(m+m')$$

C : coeficiente de atenuación

x: distancia desde la posición de reposo

\dot{x} , \ddot{x} : derivadas primera y segunda, respecto del tiempo.

P(t): fuerza externa actuando sobre la esfera

F(t) resistencia del fluido

La fuerza P(t) es la resultante de la presión externa ejercida por las olas, y se determina a partir de la altura de ola H y el período T de las olas. El término F(t) representa las fuerzas de resistencia del fluido que son función de la velocidad relativa entre fluido y la boya y de la viscosidad del fluido.

Para el cálculo se utilizaron para las variables los mismos valores que los del modelo físico, resultando las curvas que se indican en la **Figura 7**. Aunque existen apartamientos entre valores calculados y medidos, puede apreciarse que los valores de apartamiento calculados son del mismo orden que los medidos: 30 y 40 mm para profundidades de -0.21 y -0.16 m respectivamente y para T = 1.25 s.

El modelo matemático fue utilizado para calcular el movimiento del sistema real con los siguientes valores para las variables:

Profundidad del agua : 16.50 m

Diámetro de la boya: 0.55 m

Profundidad de la boya: de -2 m a -8 m.

Peso específico de la boya: 170 Kg/m³

Peso específico del agua: 1000 Kg/m³.

Altura de ola: 2.4 m

Período de la ola: 6 s

TABLA 2 - Apartamientos calculados para H = 2.4 m T = 6 s

Z (m)	R (m)	A1 (m)	θ	Δz (m)	Kz	ΔH (m)	$\Delta H/H$ (%)
-2	14.5	1.44	0.098986	0.071	0.802	0.089	3.7
-3	13.5	1.32	0.097468	0.064	0.720	0.089	3.7
-4	12.5	1.20	0.095707	0.057	0.647	0.088	3.7
-5	11.5	1.09	0.094500	0.051	0.584	0.088	3.7
-6	10.5	0.98	0.093064	0.045	0.528	0.086	3.6
-7	9.5	0.90	0.094455	0.042	0.480	0.088	3.7
-8	8.5	0.84	0.098504	0.041	0.438	0.094	3.9

En la **Tabla 2** se presentan, en función de la profundidad z de la boya, los resultados de amplitud de su movimiento $A1$, la variación de profundidad Δz en el extremo de la trayectoria (ec. 6), el coeficiente de corrección Kz (ec. 4), y el error en altura de ola ΔH inducido por la oscilación del sistema (ec. 5).

De manera similar, la **Tabla 3** muestra los resultados para $H = 1$ m y $T = 3.5$ segundos.

TABLA 3 – Apartamiento calculado para $H = 1$ m $T = 3.5$ s

Z (m)	R (m)	A1 (m)	θ	Δz (m)	Kz	ΔH (m)	$\Delta H/H$ (%)
-2	14.5	0.54	0.03722	0.010	0.518	0.019	1.9
-3	13.5	0.41	0.03036	0.006	0.373	0.017	1.7
-4	12.5	0.31	0.02479	0.004	0.269	0.014	1.4
-5	11.5	0.24	0.02087	0.003	0.194	0.013	1.3
-6	10.5	0.18	0.01714	0.002	0.139	0.011	1.1
-7	9.5	0.13	0.01368	0.001	0.100	0.009	0.9
-8	8.5	0.10	0.01176	0.001	0.072	0.008	0.8

Estos resultados muestran que:

1. El movimiento del sistema es menor a mayor profundidad.
2. El coeficiente de corrección Kz disminuye con la profundidad y esta reducción es más importante para períodos más cortos.
3. El error en altura de ola inducido por la oscilación del sistema ($\Delta H = \Delta z / Kz$) es más sensible al aumento de la profundidad para los períodos más cortos.
4. Independientemente de la profundidad de ubicación de la boya, el error inducido por la oscilación del sistema es inferior al 4%.

De esta manera la profundidad de ubicación de la boya y el instrumento dependerá especialmente de la resolución deseada para la medición de altura de ola y según lo expuesto en 1.7.1. no deberá ser mayor que 5.8 m bajo la superficie libre.

1.7.4. Materiales

A los efectos de evitar el riesgo de corrosión galvánica todos los componentes metálicos (grilletes, cáncamos, guardacabos) del sistema de

fondeo serán del mismo metal. Se ha optado en este caso por acero inoxidable.

La línea de vinculación entre el muerto de anclaje y la boya será de Dacrón de 12 mm con una resistencia a rotura de aproximadamente 2800 Kg y una deformación (estiramiento) máxima a rotura de 7 %.

La boya sumergida que mantendrá tenso el cabo de dacrón será de material plástico.

La línea de vinculación entre muertos y boya secundaria será de dacrón de 10 mm.

1.7.5. Muerto de anclaje

Los ensayos en el modelo se utilizaron también para analizar el comportamiento del sistema con distintos pesos muertos. Se utilizaron muertos de peso P equivalentes a una, dos y tres veces el empuje E de la boya. Los muertos de peso $P = E$ mostraron ser inestables y oscilan debido a las fuerzas dinámicas inducidas por la boya sumergida.

Los muertos de peso $P = 2 E$ mostraron ser suficientes para mantener fija la boya aún con olas de altura $H = 2.50$ m

1.7.6. Dimensionamiento del sistema de fondeo

El esquema de fondeo se muestra en la **Figura 4**. Las dimensiones y características de sus componentes son las siguientes:

- Boya principal esférica de diámetro $D = 0.57$ m
- Empuje neto (descontado el peso propio) $E = 55$ Kg.
- Cabo de dacron de 12 mm de diámetro.
- Cabo de dacrón secundario de 10 mm de diámetro.
- Boya secundaria cilíndrica.
- Muerto de anclaje principal. Peso sumergido $P_s = 2 * E = 110$ Kg
- Peso en el aire $P_a = 200$ Kg
- Peso específico del hormigón $\gamma = 2300$ Kg/m³
- Dimensiones : $0.75 \times 0.75 \times 0.16$ m (= 0.09 m³).
- Profundidad local inicial (fin de diciembre 2001) $d = 15.60$ m.
- Profundidad inicial del instrumento $z = -4.50$ m
- Profundidad final (junio 2002) $d = 16.80$ m
- Profundidad final del instrumento $z = -5.80$ m

1.7.7. Fondeo del sistema

El sistema de fondeo será armado en tierra y será transportado al sitio de emplazamiento para su colocación.

Dadas las importantes dimensiones de los muertos de anclaje y la complejidad de la maniobra de fondeo, se ha diseñado un pontón que servirá para trasladar el conjunto al punto de emplazamiento mediante el remolque de un bote.

De acuerdo a los requerimientos planteados, se diseñó un elemento de transporte para los componentes del sistema de fondeo. Estos consisten en el propio instrumento de medición, el muerto de anclaje que asegura su posición en el fondo la boya que provee empuje vertical, manteniendo tensa la línea de sujeción y sosteniendo al instrumento, y los demás elementos complementarios (cabos, muerto secundario, boyarines).

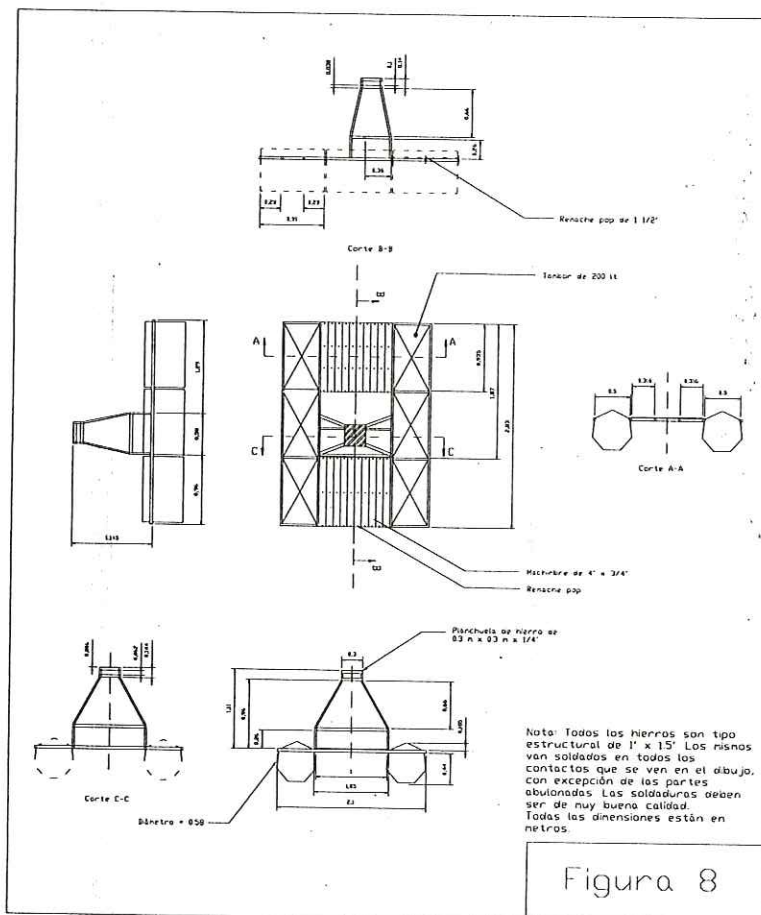
Ellos imponen al diseño ciertas condiciones de necesario cumplimiento como una capacidad de flotación, el montaje de un dispositivo de carga (malacate) para el descenso controlado del sistema y un diseño tal que provea espacio y comodidad suficiente para los operarios y la realización de la maniobra de fondeo.

Se tuvo que tener en cuenta que los componentes debían estar disponibles en la obra, en especial los de flotación para lo cual se decidió utilizar tambores de 200 litros. La cantidad a utilizar se definió en seis por la necesidad de asegurar una pequeña sumersión, dando una capacidad de carga total de 1200 Kg., alcanzando el agua –en esa posición- la parte superior de la balsa.

La estructura debe ser suficientemente resistente y rígida para soportar tanto los esfuerzos de torsión y flexión a que somete la flotación a cualquier embarcación (y en especial a esta que tiene seis elementos de flotación separados que se deben vincular) y para poder manipular el muerto.

Puesto que se dispone de transporte adecuado en el lugar se decidió diseñar un elemento único que tiene la ventaja de ser más rígido que la armazón anterior, asegurando un mejor desempeño frente a uno modular que tendría la ventaja de mayor facilidad de transporte.

El pontón (Figura 8) queda entonces formado por un marco de perfiles de hierro de sección rectangular hueca, dispuestos de manera de contener a los flotadores. Los hierros son del tipo estructural de 1" por 1 ½" de acero ADN 420 y están soldados en todos sus puntos de contacto. La soldadura se prefiere que sea de arco y es importante que sea de buena calidad, pues de ella depende la correcta vinculación de los componentes del marco. Este último está compuesto -básicamente - por una estructura



plana encargada de dar la fijación a los tambores y de una superior donde se dispone el dispositivo de carga. La parte plana donde se colocan los tambores tiene dos zonas exclusivas para el desempeño de los operarios, dispuestas con un piso de machimbre o -si es disponible- chapón, que es de mejor durabilidad.

El elemento de carga es un cabrestante manual de una capacidad de carga de 1000 Kg. con un carrete cargado con un cabo de polietileno de 10 mm de diámetro y de 40-45 m de longitud.

Las medidas y detalles de construcción se pueden ver en la Figura 8.

2. MEDICION DE VIENTOS

En la actualidad la estación de medición se halla ubicada sobre un muro de guía a la entrada al vertedero (**Foto 2**). Este muro de unos 10 m de altura, conjuntamente con la represa, constituyen un obstáculo de considerables dimensiones que perturban fuertemente el flujo, produciendo aceleración y turbulencias, alterando en consecuencia la representatividad de las mediciones. De común acuerdo con el Ente Casa de Piedra se convino en instalar una nueva estación en un sitio lo menos afectado posible por la represa y la geografía local. Se acordó además que ambas estaciones (la nueva y la existente) realizaran mediciones simultáneamente, a los efectos de permitir correlacionarlas y eventualmente derivar coeficientes de corrección para la última.

La medición de vientos está dirigida a generar información que será utilizada como entrada en el cálculo de altura de ola mediante métodos empíricos. En este sentido se requiere un equipo que permita la medición y registro de intensidad y dirección de viento en una rosa de cómo mínimo 36 direcciones. Dado que la estación estará ubicada fuera del ámbito de la central y la represa, se requerirá de un equipo autónomo, con capacidad de almacenamiento de datos no menor de 15 días, para una frecuencia de medición de 1 registro cada media hora.

A los efectos de posibilitar la realización de correcciones en el procedimiento de cálculo de olas, se requiere adicionalmente el registro de temperatura del aire.

El equipo WEATHER WIZARD III y el sistema de almacenamiento WEATHERLINK, fabricado por DAVIS INSTRUMENTS, se adapta al requerimiento indicado más arriba y puede ser recomendado para el presente propósito, siendo además de destacar que el mismo presenta una buena relación calidad /precio y soporte técnico local.

2.1. Características del instrumento

El instrumento representa una configuración básica de una estación meteorológica que monitorea y almacena los datos de intensidad y dirección de viento, y temperatura.

Rango de medición: dirección del viento incrementos de 1 o 10° .
Velocidad del viento hasta 280 Km/h. Velocidad de viento máximo con indicación de hora y fecha. Temperaturas de -45°C a + 60°C.

Almacenamiento: permite el almacenamiento de datos durante 30 días para una frecuencia de medición de 30 minutos.

Toma de datos: un software específico permite configurar el sistema y obtener los datos almacenados vía un puerto RS232 de una PC.

Alimentación: Conjunto de panel solar, regulador de tensión y batería o alimentación a 220 VAC, según el sitio de instalación.

2.2. Requerimientos de ubicación

La *Guía Nro. 8: Guide to Meteorological Instrument and Methods of Observation, de la World Meteorological Organization* recomienda en principio la instalación de la estación en terreno abierto, a 10 m de altura, definiéndose como terreno abierto aquel que es plano y en el cual los eventuales obstáculos se halla a mas de 10 veces la altura del obstáculo, desde la estación de medición.

Cuando esto no es viable, una posibilidad es medir a mayor altura, para lo cual no existen normas establecidas, la recomendación es hacer la medición a una altura de por lo menos 4 veces la altura del obstáculo.

De acuerdo con esto, se identificó en la margen izquierda un sitio potencialmente adecuado.

2.3. Requerimientos de mantenimiento y atención

Se requiere acceder a la estación periódicamente a los efectos de recuperar los datos registrados. Se recomienda que esta operación se realice cada 15 días.

La estación requiere de mínimo mantenimiento, pero se recomienda efectuar una inspección ocular de su estado general en oportunidad de recuperar datos.

2.4. Procesamiento de la información medida

El módulo WEATHER LINK permite realizar el procesamiento de los datos y produce salidas gráficas. Permite además exportar los datos a hojas de cálculo.

Al margen de ello dentro del marco del convenio, se diseñarán programas de procesamiento específicos para el tratamiento y análisis de la información.

3. ANÁLISIS DE VIENTOS

3.1. Datos disponibles

Los registros de viento analizados corresponden al período comprendido entre el 22-01-97 (16:30 hs) hasta el 28-08-2001. El instrumento utilizado es una estación DAVIS ubicada en el muro de guía norte (**Foto 2**)

Los registros presentan algunas discontinuidades según el siguiente detalle:

1997 24 días
 1998 25 días
 1999 59 días
 2000 76 días
 2001 9 días

Los registros se han efectuado con intervalos variables de 5 a 30 minutos. Las variables registradas son: humedad, temperatura, velocidad del viento (media y máxima), precipitación, presión atmosférica, y duración del registro.

Un ejemplo de salida de datos se muestra en la **Tabla 4**.

TABLA 4 Registro de Viento

Fecha	Hora	Indice T.Hum	Temp Externa	Factor Viento	Máx Temp	Min Temp..	Hum Externa	Rocío	Velocidad					Temp Interna	Hum Interna	Dur Min
									Media	Máx	Dir	Lluvia	Bar			
01/03/1997	00:00	26	24.9	22.9	25	24.9	69	18.9	17.7	29	ENE	0	979	26.7	62	10
01/03/1997	00:10	26.1	24.8	22.3	24.9	24.6	70	18.8	20.9	29	NE	0	979	26.7	62	10
01/03/1997	00:20	25.7	24.5	22.5	24.7	24.3	73	19	16.1	24	NE	0	979	26.7	62	10
01/03/1997	00:30	25.7	24.3	22.9	24.4	24.2	73	19.2	12.9	19	NE	0	979	26.7	62	10
01/03/1997	00:40	25.7	24.4	23.3	24.6	24.4	72	19.2	11.3	18	NE	0	979	26.7	62	10
01/03/1997	00:50	25.6	24.6	23.2	24.7	24.4	70	18.9	12.9	19	ENE	0	979	26.7	62	10
01/03/1997	01:00	25.9	24.7	23.1	24.8	24.7	68	18.7	14.5	21	ENE	0	979	26.7	62	10
01/03/1997	01:10	25.4	25.1	24.1	25.2	24.8	64	18.3	11.3	23	ENE	0	979	26.7	62	10
01/03/1997	01:20	26.3	25.4	25.4	25.4	25.2	63	17.9	6.4	18	E	0	979	26.7	62	10
01/03/1997	01:30	26.2	25.4	25.4	25.4	25.4	62	17.8	3.2	8	SE	0	979	26.7	61	10
01/03/1997	01:40	26.2	25.4	25.4	25.5	25.4	61	17.5	1.6	6.4	SE	0	979	26.8	61	10
01/03/1997	01:50	26.2	25.5	25.5	25.5	25.4	61	17.4	1.6	6.4	S	0	979	26.8	60	10
01/03/1997	02:00	26.2	25.4	25.4	25.4	25.4	61	17.4	1.6	6.4	SSE	0	979	26.7	60	10
01/03/1997	02:10	26.1	25.4	25.4	25.5	25.4	59	17.1	1.6	6.4	SSE	0	979	26.7	60	10
01/03/1997	02:20	26.1	25.7	25.7	25.8	25.5	59	17.1	3.2	9.7	E	0	979	26.7	59	10
01/03/1997	02:30	26	25.7	25.7	25.8	25.7	58	17	4.8	9.7	ESE	0	979	26.8	59	10
01/03/1997	02:40	26.1	25.8	25.4	25.8	25.7	59	17.1	8	13	ENE	0	979	26.8	59	10

3.2. Programa de procesamiento

Se desarrollo un programa computacional que permite la lectura y procesamiento de los registros de interés, a saber la fecha, hora, dirección e intensidad del viento (V media en el período de registro).

El programa lee un archivo de entrada secuencialmente y selecciona registros que cumplen con determinada condición de búsqueda. La condición de búsqueda está dada por la dirección del viento y un rango de intensidades del viento. Cuando sólo se fija una velocidad mínima, se buscan todos los registros que igualan o superan esa velocidad.

Se denominará evento a una secuencia continua de registros que cumplen con una condición de búsqueda determinada. El programa calcula la duración de cada evento, en horas. Un evento finaliza cuando deja de cumplirse alguna de las condiciones de búsqueda.

El resultado de la ejecución del programa es una tabla de valores que indica la cantidad de eventos y duración de cada uno, ordenados en forma decreciente por duración, para las condiciones de búsqueda prefijadas. Un ejemplo se muestra en la **Tabla 5**.

Tabla 5

Dirección = " WSW "

Velocidad mínima (Km/h)= 30.0

Nro de casos	Duración (horas)
1	10.5
1	9
1	7.5
1	6.5
1	6
1	5.5
4	5
1	4.75
6	4.5
4	4
4	3.5
1	3.17
1	3.08
6	3
5	2.5
1	2.08
9	2
1	1.83
1	1.75
2	1.67
1	1.58
14	1.5
3	1.17

21	1
1	0.83
6	0.75
4	0.67
4	0.58
91	0.5
2	0.42
13	0.33
18	0.25
24	0.17
35	0.08

Total de horas = 312.09

Horas de calma = 132.08

Horas sin dirección = 7.58

3.3. Resultados

El programa de procesamiento de datos permite determinar la rosa de vientos (en este caso en 16 direcciones) y las curvas de Intensidad-duración, las que serán de interés para establecer

3.3.1. Rosa de vientos

La rosa de vientos se determinó para todo el período de medición (Enero 1997 a Agosto 2001).

Los datos de viento están clasificados según las direcciones registradas, es decir en 16 sectores de dirección, cada uno de 22,5 grados.

Para cada dirección y umbral inferior se determinó el número de horas que cumplen con la condición de búsqueda impuesta. Para la intensidad del viento se usaron intervalos de clase de 10 Km/h.

El programa calcula también la cantidad de horas de calma y el total de horas registradas en todo el período.

Con la cantidad total de horas registradas como base (100%) se determinó el porcentaje de horas de viento para una dirección determinada e intervalos de intensidad de 10 Km/h.

La rosa de vientos resultante se muestra en la **Figura 9**.

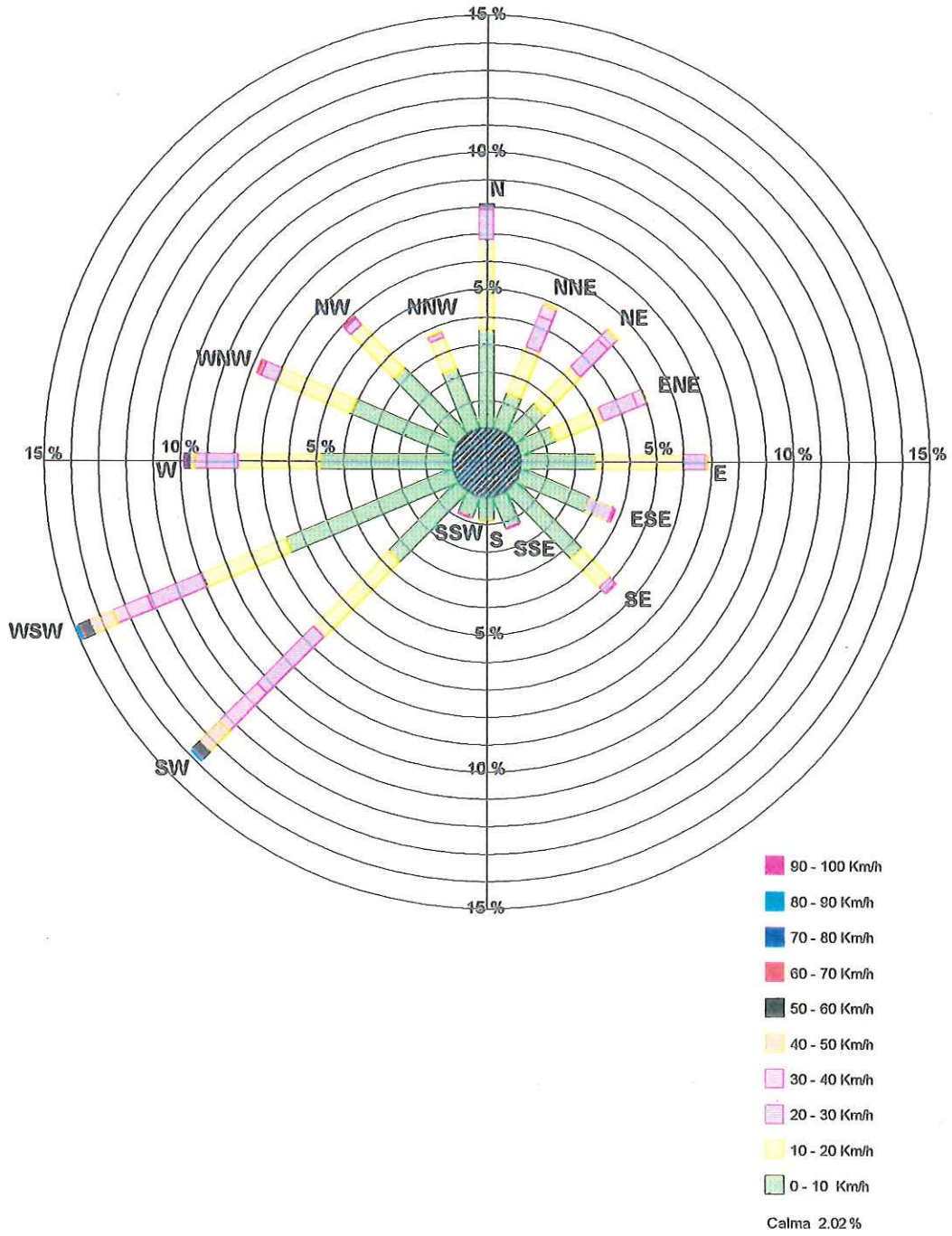


Figura 9

3.3.2. Curvas de intensidad-duración

El programa será utilizado para determinar curvas de Intensidad-duración para las direcciones de interés y los años de registro disponibles.

La metodología en este caso consiste en:

1. Establecer la dirección del viento que se desea analizar. Fijar, en sucesivos pasos, umbrales para la velocidad mínima: 0, 10, 20, 30 etc. Km/h.
2. Para cada uno de los umbrales de velocidad indicados ejecutar el programa y obtener la Tabla 3 de cantidad y duración de los eventos que cumplen la condición de búsqueda indicada en 1.
3. De cada Tabla extraer la duración máxima del evento correspondiente a la condición de búsqueda.
4. Con los valores obtenidos en 3) construir un gráfico Duración - Intensidad, donde Duración es la **duración máxima del evento** que iguala o supera la Intensidad indicada en el eje de ordenadas.

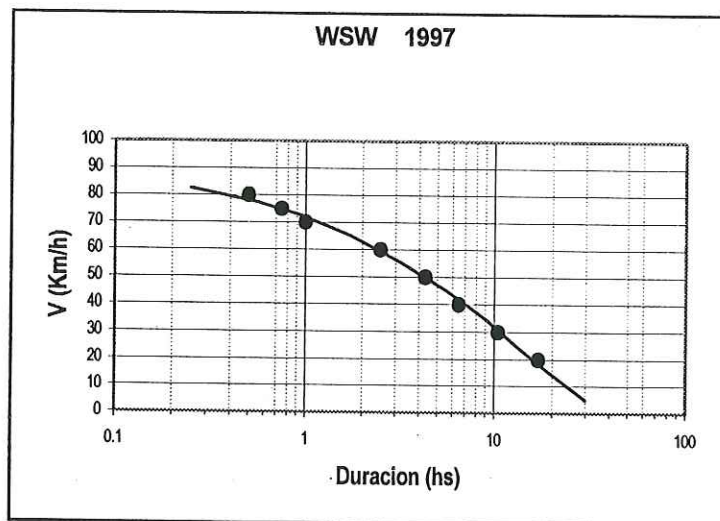


FIGURA 10

Un ejemplo se ha determinado para la dirección WSW y el año 1997, y se presenta en la **Figura 10**.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. *Las olas en el embalse Casa de Piedra*. C. MAZIO., Julio, 1993
2. *Handbook of Coastal and Ocean Engineering*. John Herbich, Editor. Gulf Publishing Company, 1991
3. *Study on Vibration of Submerged Spheres Caused by Surface Waves*. Hiroshi Shi-igai, Tsugio Kono. Coastal Engineering in Japan, Vol. 12, 1969.

FOTOS

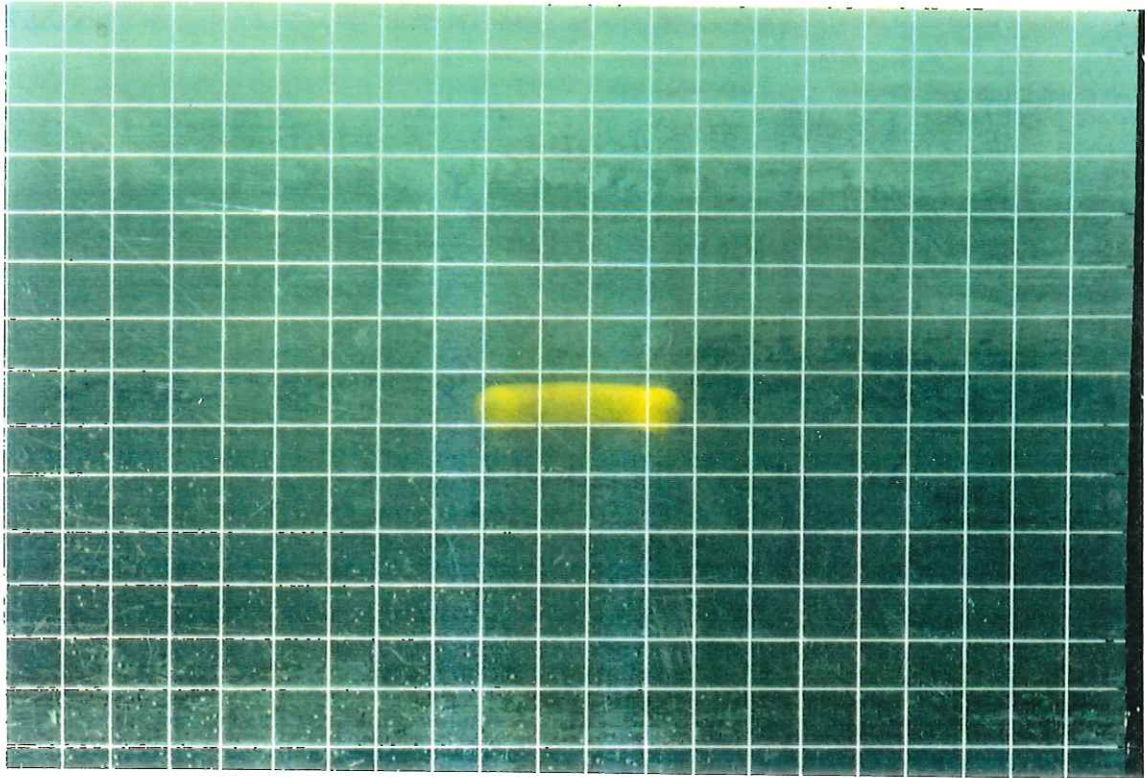


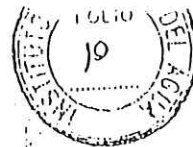
FOTO 1



FOTO 2

Anexo I CONTRATO

Nº 120 CONVENIO



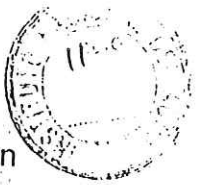
Entre el ENTE EJECUTIVO PRESA EMBALSE CASA DE PIEDRA, en adelante "EL ENTE", con domicilio en Villegas 194, de la ciudad de Santa Rosa, Provincia De La Pampa, representado en este acto por el Señor Presidente del Directorio, Ing. Alberto F. Belossi., por una parte, y por la otra el INSTITUTO NACIONAL DEL AGUA, en adelante "EL INA", con domicilio en la autopista Ezeiza-Cañuelas, tramo Jorge Newbery Km 1,62, Provincia de Buenos Aires, representado por su Presidente, Ing. Adolfo Luis CERIONI, convienen celebrar el presente CONVENIO, sujeto a las siguientes Cláusulas:-----

CLAUSULA PRIMERA : OBJETO DEL CONVENIO. El objeto del presente Convenio es determinar las características y comportamiento de las olas generadas por el viento en el embalse del dique Casa de Piedra, en el río Colorado a efectos de establecer una previsión de ocurrencia de eventos extremos, de analizar sus efectos sobre la protección del talud y permitir la programación racional de tareas de mantenimiento del mismo.-----

CLAUSULA SEGUNDA: DEFINICIÓN DE LOS TRABAJOS. Para lograr los objetivos enumerados en la Cláusula Primera, "EL INA", a través del Laboratorio de Hidráulica, se compromete a realizar las siguientes tareas, de acuerdo con la Propuesta Metodológica y el Plan de Trabajo que, como **Anexo I** forman parte integrante del presente Convenio:

- a) Recomendará a "EL ENTE" el tipo de instrumental a ser utilizado para la medición de olas y el sitio de emplazamiento y metodología de montaje del mismo a los fines del Convenio.-----
- b) Asesorará a "EL ENTE" en la adquisición y procesamiento de datos, supervisará la instalación y pondrá en operación el olígrafo.-----
- c) Organizará y evaluará la información que se obtenga mediante el olígrafo.-----
- d) Analizará los datos meteorológicos recogidos hasta la fecha en el lugar y establecerá una descripción estadística de los mismos. Esta será actualizada a medida que se incorpore nueva información en el curso del desarrollo del presente convenio. -----
- e) Implementará un modelo matemático de predicción de olas a partir de vientos que quedará disponible y operando en Casa de Piedra. El

[Handwritten signatures and initials]



1120

modelo será ajustado y validado con los resultados de la medición simultánea de olas y vientos obtenidos en el curso de la duración del presente Convenio.-----

- f) El modelo matemático será utilizado, conjuntamente con la descripción estadística del régimen de vientos, para predecir la probabilidad de ocurrencia de eventos extremos de altura de ola.-----
- g) Cuantificará mediante la aplicación de relaciones empíricas, el desarrollo del daño sobre la protección de enrocado del talud interno del dique debido a la acción de olas extraordinarias.-----

CLAUSULA TERCERA: PLAZOS DE EJECUCIÓN. Las tareas descriptas en la Cláusula Segunda tendrán una duración total de 12 (doce) meses a partir de su iniciación, según el Cronograma del Anexo I.-----

CLAUSULA CUARTA: COSTO Y FORMA DE PAGO DE LOS TRABAJOS. "EL ENTE" abonará a "EL INA" a través de la FUNDACIÓN ARGENTINA, en adelante "LA FUNDACIÓN", ésta última en su carácter de Unidad de Vinculación Técnica (UVT) de "EL INA" la suma total de \$ 38.000 (PESOS TREINTA Y OCHO MIL) para los gastos que demandan la ejecución de los trabajos, según el detalle del Anexo I. Dichos pagos se efectuarán contra facturas presentadas a "EL ENTE" por la UVT y por cuenta y orden de "EL INA".-----

CLAUSULA QUINTA: COMPROMISOS DE LAS PARTES. Son compromisos de "EL ENTE":-----

- 1) La adquisición del instrumental destinado a la medición de olas.-----
- 2) La provisión de un lugar físico en el Dique Casa de Piedra para la ubicación del instrumental, como así también la construcción de las instalaciones accesorias necesarias para la fijación del instrumento y la adquisición de datos.-----
- 3) La extracción in situ de los datos medidos, y su transmisión o envío, conjuntamente con la información meteorológica, a "EL INA".-----
- 4) La toma de todos los recaudos necesarios para facilitar el ingreso a la zona de la represa al personal de "EL INA".-----
- 5) Hacer efectivos en tiempo y forma los pagos establecidos en el Item 4 del Anexo I.-----

Son compromisos de "EL INA":-----

- 1) Ejecutar en tiempo y forma la totalidad de las tareas enunciadas en la CLAUSULA SEGUNDA y el Anexo I.-----
- 2) Adiestrar a los agentes designados por "EL ENTE" a efectos de verificar el normal funcionamiento, y mantenimiento del instrumental, y capacitarlo en el procesamiento de los datos adquiridos y en el manejo del modelo de predicción de olas. La función encomendada no generará relación de dependencia.-----
- 3) Presentar los informes indicados en la CLAUSULA SEXTA en los plazos establecidos en el Anexo I.-----

CLAUSULA SEXTA: INFORMES. "EL INA" presentará un Informe Final que comprenderá:-----

- 1) Descripción de las técnicas de medición de olas y vientos.-----
- 2) Resultados de las mediciones realizadas.-----
- 3) Análisis estadístico de datos de viento correspondientes a la estación meteorológica local.-----
- 4) Implementación del modelo de pronóstico de olas. Manual del Usuario.-----
- 5) Descripción de las técnicas de análisis de eventos extremos. Establecimiento de una relación funcional entre altura de ola y recurrencia.-----

En forma trimestral será presentado un Informe de Avance con una descripción sucinta de las tareas efectuadas en el período correspondiente.----

"EL ENTE" podrá realizar objeciones o pedido de aclaraciones a los informes dentro de un lapso de treinta (30) días a partir de su presentación, vencido el cual se considera el informe como aprobado.-----

CLAUSULA SÉPTIMA: INICIACIÓN DE LOS TRABAJOS. Para la iniciación de los trabajos se suscribirá un Acta de Iniciación, sujeta al cumplimiento de as siguientes condiciones: a) la suscripción del presente Convenio. b) la designación de responsables de ambas partes según lo indicado en la CLAUSULA OCTAVA, y c) la efectivización de un pago en concepto de anticipo del 15% del monto total, lo que representa la suma de \$ 5.700 (PESOS CINCO MILSETECIENTOS) que "EL ENTE" abonará a "EL INA" de acuerdo a la modalidad establecida en la CLAUSULA CUARTA.-----

[Handwritten signatures and initials]

CLAUSULA OCTAVA. RESPONSABLES DEL DESARROLLO DEL

CONVENIO. Luego de la firma del presente Convenio "EL INA" y "EL ENTE" se comunicarán mutuamente y por escrito el nombre de los responsables de las relaciones y otras cuestiones que puedan surgir para el desarrollo del Convenio.-----

CLAUSULA NOVENA: DISPONIBILIDAD DE DATOS Y RESULTADOS.

La propiedad intelectual de la información que se genere a partir de las mediciones que se realicen será de exclusividad de "EL ENTE". En el caso de que "EL INA" requiera dicha información para su utilización ya sea en trabajos de experimentación, de desarrollo tecnológico, en procesos de transferencia y cooperación científica, o en publicaciones de carácter científico, deberá solicitar autorización previa a "EL ENTE".-----

CLAUSULA DECIMA: RESCISION.

Cualquiera de las partes contratantes podrá rescindir el presente Convenio comunicando su decisión a la otra con sesenta (60) días de anticipación. En caso de que alguna de las partes por causa de caso fortuito o fuerza mayor contemplados en el Artículo 514 del Código Civil, fundado y admitido por la otra parte, no pudiera cumplimentar las obligaciones emergentes del presente, podrá rescindir el Convenio.-----

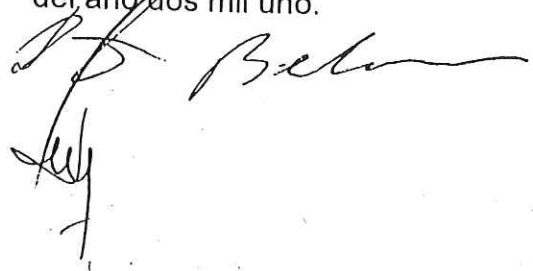
CLAUSULA DECIMO PRIMERA: DOMICILIO DE LAS PARTES.

A todos los efectos legales las partes se constituyen en los siguientes domicilios "EL ENTE" en la calle Villegas 194 de la ciudad de Santa Rosa, provincia de La Pampa, y "EL INA" en Autopista Ezeiza-Cañuelas, Tramo Jorge Newbery, Km 1.620, Ezeiza, Prov. de Buenos -----

CLAUSULA DECIMO SEGUNDA: TRIBUNALES COMPETENTES.

Las divergencias que pudieran surgir en el cumplimiento y ejecución del presente Convenio serán sometidas a la jurisdicción de los Tribunales Federales de la Capital Federal.-----

Para cumplimentar el presente Convenio en todas sus partes se suscriben dos ejemplares del mismo tenor en Buenos Aires, a los *veintiocho* días del mes *agosto* del año *dos mil uno*.



Ing. Adolfo Lulo CERIONI
Presidente INA



ANEXO I TERMINOS DE REFERENCIA

1. INTRODUCCION

A solicitud del ENTE EJECUTIVO PRESA EMBALSE CASA DE PIEDRA, se ha elaborado la presente Propuesta Metodológica destinada a describir el clima de olas generadas por acción del viento en el embalse de la represa Casa de Piedra ubicada sobre el río Colorado, límite entre las provincias de La Pampa y Río Negro.

2. OBJETIVOS

La caracterización del clima de olas está destinada a establecer una relación funcional entre la magnitud de eventos extremos y su probabilidad de ocurrencia a largo plazo, así como también a estimar el daño probable que pudiera originarse en el enrocado que protege el talud interno de la represa. Se pretende de esta manera disponer de criterios racionales para la programación de tareas de reparación y mantenimiento del talud.

3. METODOLOGÍA

La metodología que se propone se basa en el desarrollo de las siguientes etapas:

- 1) La implementación y ajuste de un modelo matemático de pronóstico de olas mediante la medición simultánea de vientos y olas por un período mínimo de un año.
- 2) La caracterización del régimen de vientos a partir del análisis de series de datos más prolongadas (del orden de 5 a 10 años), obtenidas en el lugar y/o en otros puntos de registro. Análisis de relación intensidad-duración de eventos significativos. La



determinación de la probabilidad de ocurrencia de eventos meteorológicos extremos para períodos de retorno mayores que el período de registro disponible.

- 3) La aplicación del modelo matemático de pronóstico de olas ajustado, para los eventos extremos determinados en 2).
- 4) Determinación del daño probable del enrocado para los eventos extremos de olas calculados en 3).

3.1.1. Medición de olas

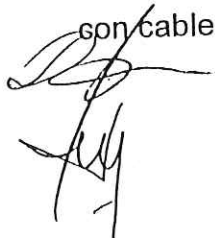
La determinación de las propiedades del clima de olas regional hace necesaria la recolección de datos a lo largo de un período prolongado, de manera de permitir mejorar la confianza en las extrapolaciones a largo plazo.

Se propone el desarrollo de un programa de medición de olas con una duración mínima de un año, y con la recomendación de extenderlo a un período más prolongado.

La medición de olas se realizará en una estación ubicada en las proximidades del talud de la presa. Se prevé la instalación de la estación de referencia en correspondencia con el tramo de talud de mayor exposición. Para realizar la selección del instrumental más adecuado para la medición de olas se evaluarán tanto los aspectos técnicos del equipo como las condiciones operativas, de instalación y mantenimiento.

Las características sobresalientes del equipo deberán ser:

- Medición y registro del nivel de agua en función del tiempo mediante un transductor de presión.
- Frecuencia de muestreo: no menor de 5 Hz. Resolución 4 mm.
- Posibilidad de acceso a los datos en forma remota, mediante conexión con cable.

 B. J.

- Memoria para almacenamiento de datos de olas y niveles. Posibilidad de programación para la obtención de registros.
- Autonomía: en función de las condiciones de muestreo: mínimo de 20 días para registros de 4096 datos cada dos horas, a 5 Hz de frecuencia de muestreo.

Se estima tentativamente, la obtención, en forma simultánea, de 8 a 12 registros diarios, de 15 a 20 minutos de duración cada uno.

3.1.2. Medición de vientos

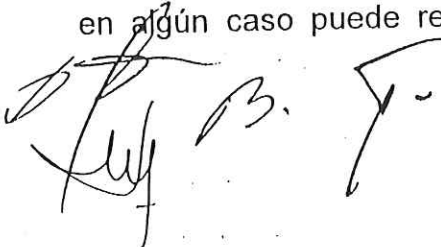
Dado que el mecanismo generador de las olas es el viento actuante sobre la superficie del embalse, simultáneamente con el registro de olas, se propone medir (u obtener de servicios especializados), datos de vientos en una estación ubicada en las proximidades del mismo.

Se prevé que se realice el registro de vientos (intensidad y dirección), tarea que quedará a cargo del ENTE que actualmente opera una estación DAVIES.

3.1.3. Predicción de olas

Se desarrollará y ajustará un modelo de predicción de altura y período de olas generadas por viento. Su ajuste se realizará sobre los datos de vientos adquiridos en el curso de las mediciones previstas en el programa de trabajo, y que por su intensidad y duración sean considerados significativos.

El modelo permitirá el cálculo de diversos parámetros referidos a las olas, a partir de la intensidad de viento, su duración, y la distancia sobre la cual sopla (fetch). La predicción se hará para el punto de medición de olas, lo que en algún caso puede requerir del cálculo de transformación de olas por



efecto de la geometría del embalse. Los resultados del cálculo serán comparados con las mediciones efectuadas, lo que permitirá el ajuste y validación del modelo.

3.2. Análisis de vientos

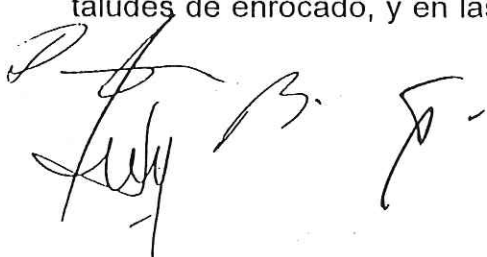
Se analizará la base de datos de vientos disponible en el lugar hasta la fecha, de manera de identificar eventos extraordinarios independientes para distintas direcciones de procedencia. Dado que el desarrollo del oleaje es una función tanto de la intensidad como de la duración del viento, se analizará la tendencia de esta relación para situaciones significativas, es decir en tanto resulten generadoras de olas de consideración para la obra. Deberá en primer lugar determinarse un umbral a partir del cual un evento puede ser considerado extraordinario. Este umbral deberá ser tal que permita la identificación de varias situaciones extraordinarias por año, claramente independientes entre sí y con un espaciamiento temporal adecuado.

3.3. Recurrencia de eventos extremos

Sobre la base de las curvas de intensidad-duración del viento para las direcciones características, se aplicará el modelo de predicción de olas a los efectos de determinar la altura y período de las olas y su probabilidad de ocurrencia.

3.4. Pronóstico del daño

El pronóstico de estimación de daño para el talud de enrocado se realizará mediante las relaciones empíricas propuestas por van der Meer para taludes de enrocado, y en las cuales intervienen explícitamente, además de



la altura significativa de la ola, su período, la duración y otras características del talud.

Se intentará en primera instancia verificar estas fórmulas para episodios de daño registrados.

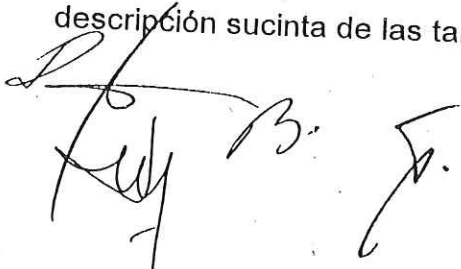
Se analizará la influencia del nivel del embalse tanto en la generación de olas como en la determinación del daño probable.

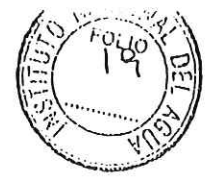
3.5. Resultados

Los resultados serán volcados en un Informe Final que contenga:

- Técnicas de medición de olas y viento
- Resultados de las mediciones
- Descripción y validación del modelo de pronóstico de olas
- Aplicación del modelo de pronóstico
- Descripción de las técnicas de análisis de valores extremos de ola. Relación funcional entre altura de ola y recurrencia.
- Estimación del daño probable sobre el talud. Influencia del nivel de embalse.

Un Informe de Avance será elaborado en forma trimestral, con una descripción sucinta de las tareas efectuadas en el período correspondiente.





3120

4. PRESUPUESTO Y FORMA DE PAGO

El presente presupuesto está basado en un año de mediciones y procesamiento de datos, e incluye una campaña de instalación y cinco campañas bimensuales de inspección y mantenimiento. La adquisición y costos de instalación y operación de los equipos de medición corren por cuenta del ENTE EJECUTIVO PRESA EMBALSE CASA DE PIEDRA.

El costo total para la realización de las tareas descriptas en el apartado 3. asciende a la suma de \$ 38.000 (PESOS TREINTA Y OCHO MIL).

Forma de pago

Al inicio de las tareas 15%	\$ 5.700
90 días - Entrega De Informe de avance 1 (15%)	\$ 5.700
180 días - Entrega de Informe de avance 2 (15%)	\$ 5.700
270 días - Entrega de Informe de Avance 3 (15%)	\$ 5.700
360 días - Entrega de Informe Final (15%)	\$ 5.700
A la aprobación Informe Final (25%)	\$ 9.500

5. CRONOGRAMA DE TAREAS

Tarea	MES												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1. Asesoramiento para adquisición y montaje de instrumental y adquisición de datos	■	■											
2. Tratamiento de datos de olas		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
3. Análisis del régimen de vientos			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4. Implementación y ajuste de modelo matemático de olas			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5. Predicción de olas extremas					■	■	■	■	■	■	■	■	■
6. Estimación del daño probable						■	■	■	■	■	■	■	■
7. Informes				●			●			●			●

[Handwritten signature]



120

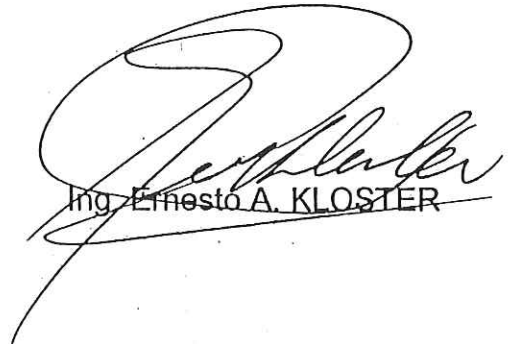
ACTA DE INICIACION DE TAREAS

Entre el *Instituto Nacional de Agua (INA)* y el *Ente Ejecutivo Presa Embalse Casa de Piedra*, y de acuerdo a los términos establecidos en la Cláusula Séptima del Convenio suscripto entre ambas partes con fecha 28 de agosto de 2001, habiéndose por otra parte dado cumplimiento al pago inicial estipulado en la misma Cláusula Séptima, se suscribe la presente **Acta de Iniciación de Tareas**, a los.....17 días del mes de septiembre de 2001, considerándose ésta como fecha de inicio de las tareas de *Medición y Pronóstico de Olas en el Embalse Casa de Piedra*, y cuya duración total prevista es de 12 meses

Por otra parte, y de acuerdo a los establecido en la Cláusula Octava del citado Convenio, las partes designan como Responsables del desarrollo del Proyecto, el INA al Ing. Roberto D. CASTELLANO y al Ing. Gabriel TATONE en carácter de titular y suplente respectivamente, y el ENTE al Ing. Ernesto A. KLOSTER como titular y al Ing. Gustavo E. Campetella como suplente.



Ing. Roberto D. CASTELLANO



Ing. Ernesto A. KLOSTER

ANEXO II

GUIA MINIMA DE PROGRAMACIÓN DEL OLIGRAFO

WTG/S4A

INSTRUCCIONES MÍNIMAS DE CONFIGURACIÓN Y RECUPERACIÓN DE DATOS.

Diciembre 2001

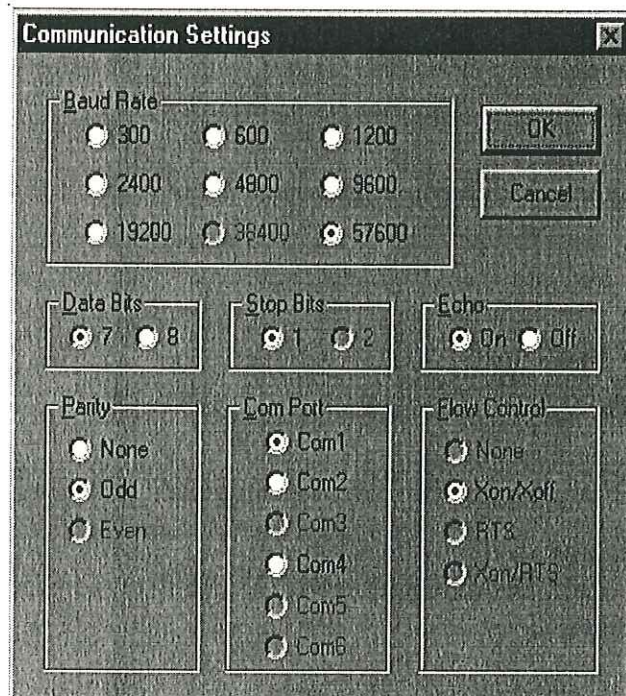
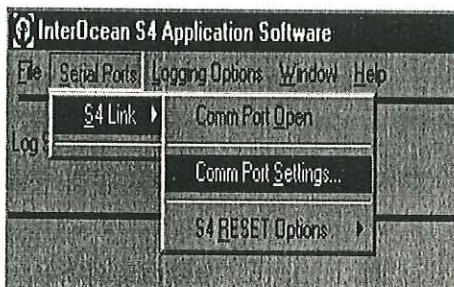
Como primer medida, en Configuración Regional de su PC ajuste la fecha con el formato: **MM/dd/aaaa**. Reinicie su PC

Instrucciones para conectar el sistema.

- Comenzar con todos los cables desconectados.
- Arrancar el soft de aplicación del WTG/S4A.
- Alimentar a la interface S110A (220 VAC o 12 VDC) verificando la posición de la llave en S110A.
- Conectar el cable de entrada/salida del S110A al WTG/S4A.
- Conectar el cable del puerto serie entre el S110A y la PC (puerto COM1 o COM2).

Instrucciones para iniciar una adquisición.

- Arrancado el soft de aplicación del WTG/S4A.
- Seleccione en el menú principal **Serial Port > S4 Link**
 - o En la opción **Comm Port Settings** ajuste a los siguientes valores.



o En la opción **S4 RESET Options** verifique que se encuentre seleccionada la opción **Direct Connect (Using S110A)**.

o En la opción **Comm Port Open** haga clic sobre esta opción para dejarla activa,.

- En el menú principal **Logging Options > S4 setup and configuration**

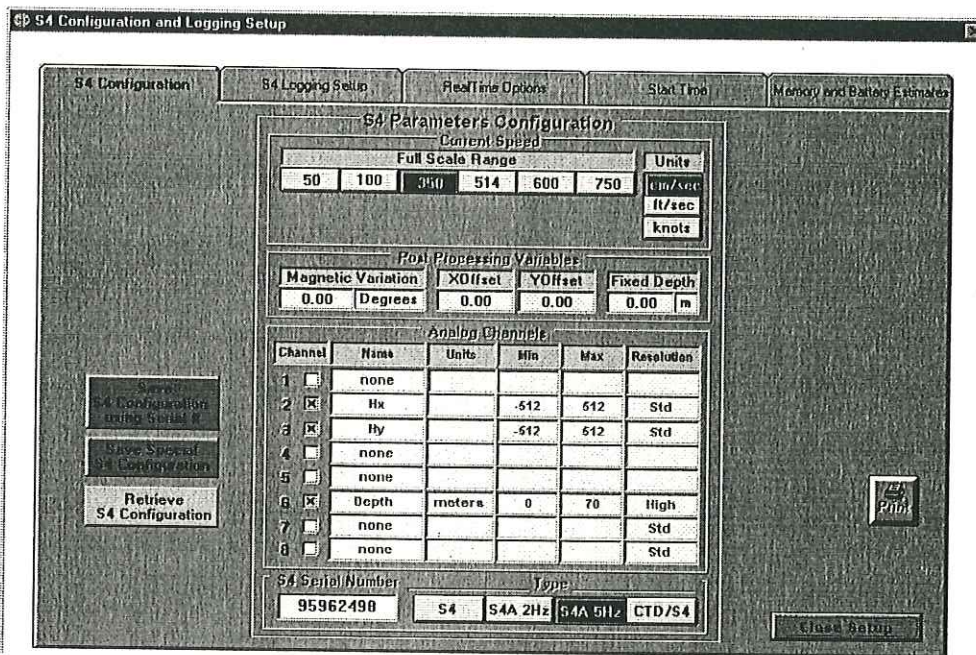
= En la opción **S4 Configuration**. Haga los siguientes ajustes:

S4 serial number > 95962498

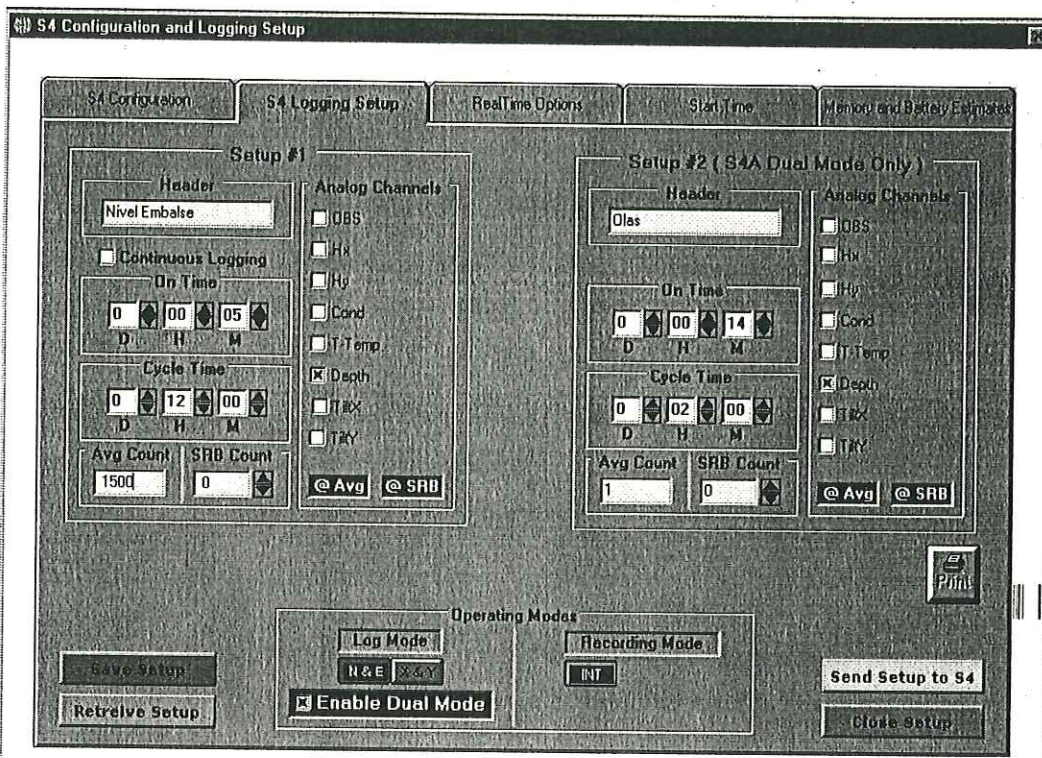
Seleccione **Type > S4A 5Hz**.- Haga clic en el canal 6. Aparecerá una nueva ventana.

Seleccione **Depth** y luego **OK**. Se habrá seleccionado la medición de niveles y olas en el embalse.

(Se debe grabar esta configuración (**Save Special S4 Configuration**) en un archivo (con un nombre nemotécnico) para acceder a él, por medio de **Retrieve S4 Configuration**)



= En la opción **S4 Logging Setup**



Habilite **Enable dual Mode**, para tener acceso a programar en forma independiente la medición de olas y niveles del embalse.

Dentro de **SETUP #1**

- **Header** Nombre del proceso, pe. **Nivel del embalse**.
- **On Time**, tiempo neto de medición, pe. **10 min**
- **Cycle Time**, tiempo entre tiempos netos de medición, pe. **12 hs**.
- **Avg Count**, número de mediciones (entre 1 y 65535) a las que se les efectuará un promedio y ese valor será almacenado, pe. **3000**.(No puede ser 0).
- **@Avg**, indicará que canal/es serán guardados en memoria con el promedio indicado en **Avg Count**.
- **SRB Count**, este número indica cada cuantos (0 y 255) datos almacenados (datos individuales o promediados) se guardará un registro especial con fecha, hora y opcionalmente lecturas de algún canal analógico, pe. **Ninguno**
- **@SRB**, indica en que canal analógico se requiere un registro SRB, pe. **Ninguno**

Dentro de **SETUP #2**

- **Header** Nombre del proceso, pe. **Olas**.
- **On Time**, tiempo neto de medición, pe. **14 min** (4096 datos).
- **Cycle Time**, tiempo entre tiempos netos de medición, pe. **2 hs**.
- **Avg Count**, número de mediciones (entre 1 y 65535) a las que se le efectuará un promedio y ese valor será almacenado, pe. **1** (Sin promediar)(No puede ser 0).
- **@Avg**, indicará a que canal/es serán guardados en memoria con el promedio indicado en **Avg Count**, pe **1** (No puede ser 0)

- **SRB Count**, este número indica cada cuantos (0 y 255) datos almacenados (datos individuales o promediados) se guardará un registro especial con fecha, hora y opcionalmente lecturas de algún canal analógico, pe. **Ninguno**

Se debe en este momento efectuar el gravado de esta programación con **Save Setup**, para recordar en el futuro este tipo particular de programación, es conveniente utilizar el mismo nombre que el utilizado para **S4 Configuration**.

Con los valores de **On Time** y **Cycle Time** seleccionados para ambos bloques tendremos las siguientes autonomías:

Vida útil de la batería de Litio: 7,6 meses a 25° C .

Tiempo para llenar la memoria: 83 días.

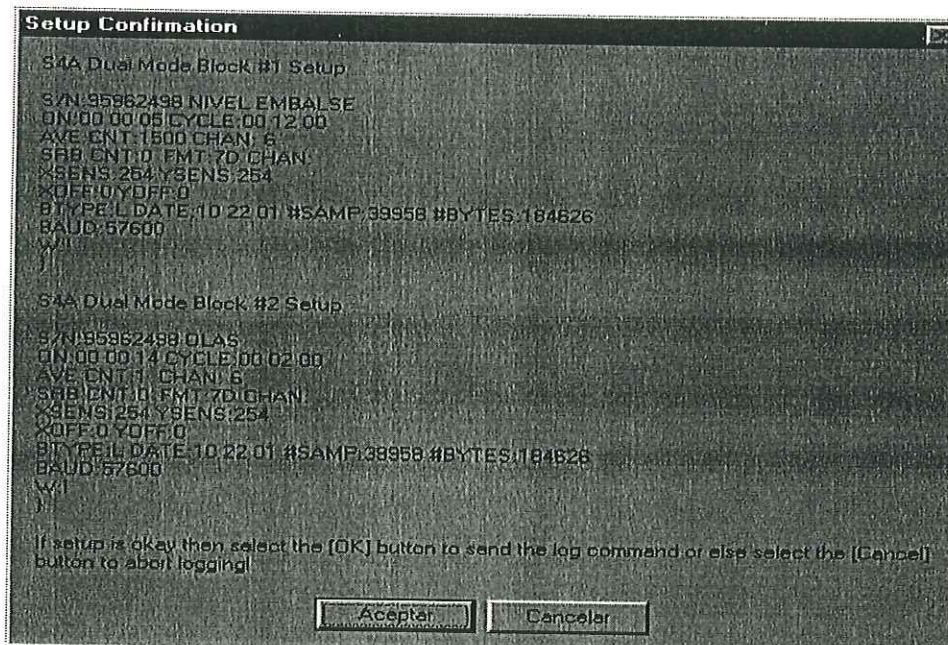
- = En la opción **Start Time**, se tiene la opción de comenzar la medición en forma inmediato o a futuro. Cuando es seleccionado a futuro se deberá indicar la hora y fecha de inicio.

Comenzar una medición.

En este momento (luego de efectuar todas las selecciones en configuración y muestreo), al presionar **Send Setup to S4**, se iniciará un nuevo periodo de medición (si el sistema esta conectado como se indicó al principio).

Al presionar el botón **Send Setup to S4**, la PC encenderá y enviará los comandos de configuración y muestreo al S4A. Luego que éste comando ha sido enviado, se encenderá la luz roja del S110A y luego de unos segundos se podrá verificar los valores seleccionados en la ventana **Setup Configuration**, que se verá automáticamente en la pantalla. Si los selecciones son correctos presionar **OK**, en este caso una nueva ventana de confirmación de configuración se verá en pantalla. Si no lo son, presionar **Cancel** y realizar las correcciones en las ventanas **S4 Configuration** y **S4 Logging Setup** y presionar nuevamente el botón **Send Setup to S4**. El instrumento se hallará en este momento "midiendo".

Desconectar la interface S110A.



Detener la medición

- Comenzar con todos los cables desconectados.
- Arrancar el soft de aplicación del WTG/S4A.
- Alimentar a la interface S110A (220 VAC o 12 VDC).
- Conectar el cable de entrada/salida del S110A al WTG/S4A
- Habrá del menú principal **Windows** la opción **S4 Terminal**, se verá la ventana **S4 Communications Terminal**
- Conectar el cable serie entre el S110A y la PC (puerto COM1 o COM2).
- Si el indicador luminoso del S1100A esta "encendido", indica que el WTG/S4A esta encendido.

Emita un comando **QQ** en la ventana **S4 Communications Terminal**; si aparece:

"}" indicará que el WTG/S4A ha dejado de muestrear (se detuvo la medición).

Si aparece:

"EO" indicará que el instrumento no estaba muestreando.

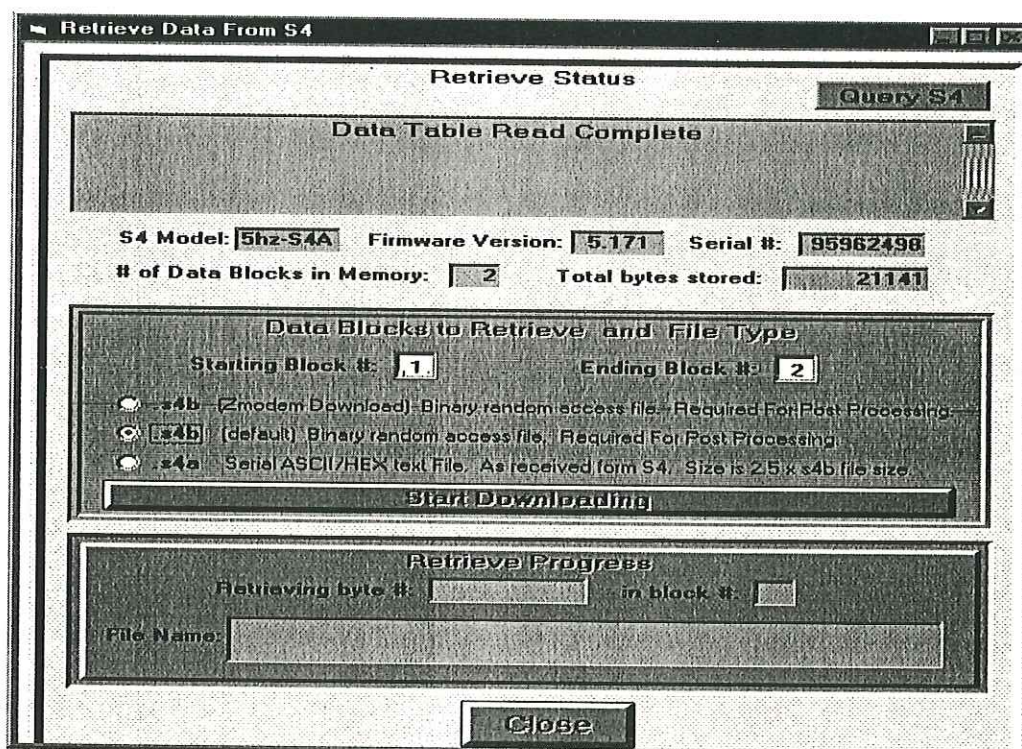
- Si el indicador luminoso del S110A esta "apagado", indica que el S4A esta apagado o en stand by (encendido pero no esta midiendo). En este caso presione el botón **S4 Reset** en la ventana **S4 Communications Terminal** para enviar una señal de reset al S4A para activarlo y así detener el muestreo como se indicó precedentemente.

Recuperar los datos del S4A

Si el muestreo no ha sido detenido, lo primero que hay que realizar antes de recuperar los datos del instrumento es **detener la medición** (tal como se ha descrito precedentemente).

Para recuperar los datos seleccione en el menú principal **File > Retrieve File from S4**. En ese momento aparecerá la ventana de comunicación **Retrieve Data From S4**. Automáticamente la ventana **S4 Communications Terminal** indicará el estado del S4A, cuando ello termine seleccione el modo **.s4b** (default) y se podrá comenzar con la recuperación de los datos presionando el botón **Start Downloading** en la ventana **Retrieve Data From S4** seleccionando, además el nombre del archivo y la localización del mismo.

Si se ha muestreado en la **Option dual mode** automáticamente se generarán dos archivos (a y b) con los dos bloques muestreados. Luego de finalizada la recuperación de los datos, el S4A será automáticamente apagado.



Apagar el S4A

Si se desea detener al instrumento en cualquier momento, que no sea luego de una recuperación de datos situación en la que se realiza automáticamente, se deberá estar en comunicación con el S4A.. Es decir:

- Comenzar con todos los cables desconectados.
- Arranque el soft de aplicación del WTG/S4A.
- Alimentar a la interface S110A (220 VAC o 12 VDC).
- Conectar el cable de entrada/salida del S110A al WTG/S4A..
- Conectar el cable serie entre el S110A y la PC (puerto COM1 o COM2).

- Si el indicador luminoso del S1100A esta "encendido", indica que el WTG/S4A esta encendido. Si el S4A esta encendido asegúrese que no este muestreando. Emita un comando "QQ" en la ventana **S4 Communications Terminal**, si luego de algunos segundos aparece:

"}" : indicará que el WTG/S4A estuvo muestreando.

Si aparece

"EO}" : indicará que el instrumento no estaba muestreando.

Entonces se deberá apagar el instrumento.

Emita un comando "OS" en la ventana **S4 Communications Terminal**, para apagar el equipo

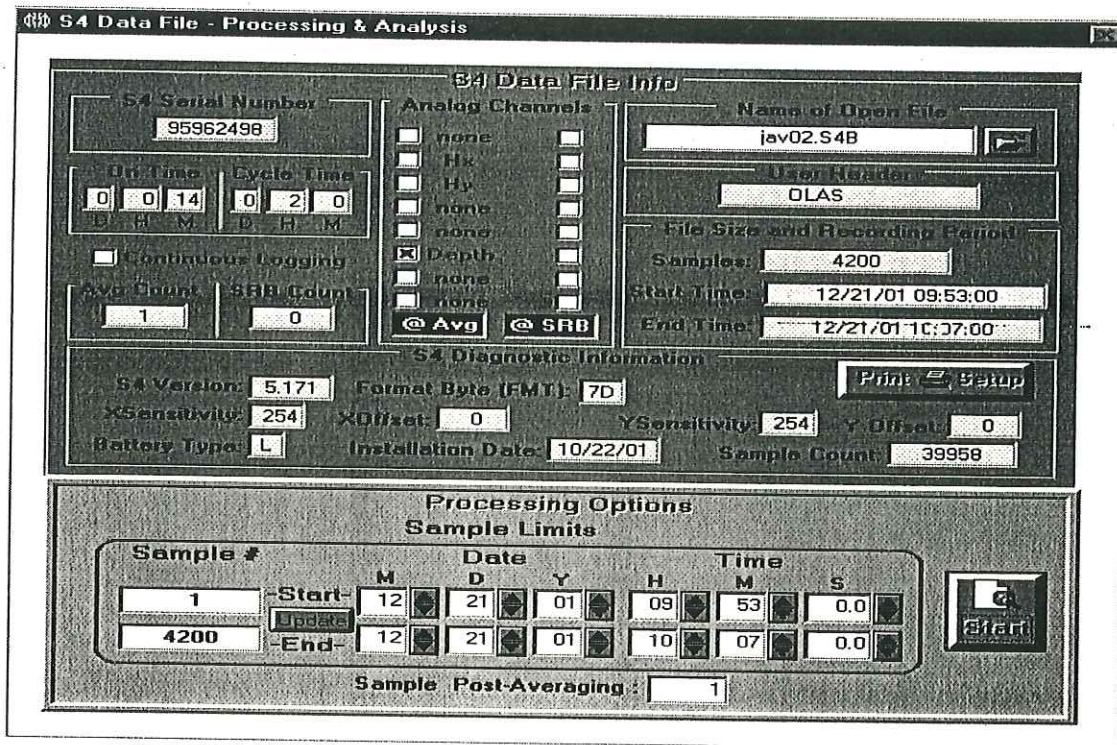
- Si el S4A se encuentra en un muestreo cíclico y el indicador luminoso del S110A se encuentra "apagado", entonces se deberá resetear el S4A para detener el muestreo y entonces apagar el equipo. Presione entonces el botón **S4 Reset** en la ventana **S4 Communications Terminal**. El indicador luminoso del S110A se encenderá, comenzará a indicar la configuración en la ventana **S4 Communications Terminal**, a su termino emita un comando "OS".

Recuperar archivos ya adquiridos

Recordar: en Configuración Regional de su PC, ajuste la fecha como: **MM/dd/aaaa** y reinicie su PC.

Par abrir un archivo para visualización y procesamiento, seleccione en el menú principal **File > Open Existing .s4b File**. Ubique el archivo deseado y selecciónelo. Cuando el archivo es recuperado del disco (o de algún soporte magnético), el número de serie del instrumento es leído (dentro del archivo seleccionado) y el driver del disco de su PC buscará el archivo de Configuración con el que se realizo esa medición a partir del número de serie leído. Si ese archivo no se encuentra en esa PC, deberá Ud. tratar de regenerarlo las ventanas de **S4 Configuration** y grabarlo, o en su defecto tratar de recuperar el archivo en la misma PC que se configuro la medición y además se grabo esa configuración. Si el archivo de configuración correspondiente al número de serie leído en el archivo seleccionado es encontrado, se verá la ventana **S4 Data File – Processing & Analysis**.

Esta ventana indicará la configuración del equipo, la fecha de inicio y finalización, etc. Seleccione el intervalo de datos a graficar y presione **Start**.



Se abrirá entonces la ventana **S4 Processed Data** que representa la tabla de datos adquiridos, de acuerdo a la configuración realizada.

Presione el botón **Setup** en la barra del menú principal. Se abrirá la ventana **Graph Setup**. Seleccione en ella el tipo de gráfico **Overlay**, y seleccione para el canal "x" el tiempo (es decir Time) y para el canal "y" la profundidad (es decir Depth). Todos los demás canales se eliminarán (es decir seleccionar la opción None). Presionar el botón **Initialice and Prewiev Graph Setup**, se abrirá una nueva ventana **S4 Data Graphs** con el formato del gráfico seleccionado. Aparecerá en este momento un nuevo botón (**Plot**) en la barra principal. Presionando este botón, se mostrará el gráfico de los datos seleccionados. Para reescalar el gráfico se podrá: regresar a la ventana **Graph Setup** o marcar una zona del gráfico con el mouse.

0	Serial No.	95962498	Version:	5.171	XOffset:	0.00							
1	Header:	OLAS			YOffset:	0.00							
2	Date/Time	12/21/2001	10:25:23										
3	Sample #	Date	Time	dec S	none	Depth	none	none	Hdg		Sal	Dens	
4		MM/DD/YYYY	hh:mm:ss	.s		meters			deg		PSU	Kg/m ³	
5	1	12/21/2001	09:53:00	0.0		1.030							
6	2	12/21/2001	09:53:00	0.2		1.042							
7	3	12/21/2001	09:53:00	0.4		1.042							
8	4	12/21/2001	09:53:00	0.6		1.042							
9	5	12/21/2001	09:53:00	0.8		1.042							
10	6	12/21/2001	09:53:01	0.0		1.042							
11	7	12/21/2001	09:53:01	0.2		1.030							
12	8	12/21/2001	09:53:01	0.4		1.042							
13	9	12/21/2001	09:53:01	0.6		1.042							
14	10	12/21/2001	09:53:01	0.8		1.042							
15	11	12/21/2001	09:53:02	0.0		1.042							
16	12	12/21/2001	09:53:02	0.2		1.042							
17	13	12/21/2001	09:53:02	0.4		1.042							
18	14	12/21/2001	09:53:02	0.6		1.042							
19	15	12/21/2001	09:53:02	0.8		1.042							
20	16	12/21/2001	09:53:03	0.0		1.042							
21	17	12/21/2001	09:53:03	0.2		1.042							
22	18	12/21/2001	09:53:03	0.4		1.042							
23	19	12/21/2001	09:53:03	0.6		1.042							
24	20	12/21/2001	09:53:03	0.8		1.042							
25	21	12/21/2001	09:53:04	0.0		1.042							
26	22	12/21/2001	09:53:04	0.2		1.042							
27	23	12/21/2001	09:53:04	0.4		1.042							
28	24	12/21/2001	09:53:04	0.6		1.042							

Baud Rate

Establecer la comunicación con el S4A cuando se desconoce el valor de Baud Rate

El instrumento ha sido configurado para comunicarse con la PC a la máxima velocidad, es decir 57600 Baudios. Si por alguna circunstancia se pierde la comunicación, proceder de la siguiente manera:

- En la ventana **Communication Settings** del Application Software, seleccione la mínima velocidad, es decir 300 baudios.
- Presione el switch **S4 Reset** de la interface S110A.
- Luego de unos 10 segundos aparecerá en la ventana **S4 Communication Terminal** el se visualizará "S}".
- Escriba "IOS".
- La respuesta "S}" se cambiará por "}", entonces escriba "RS".
- Cuando la información del setup es mostrada (luego de algunos segundos), anote el valor de Baud rate mostrado.
- Cambie el valor de baud rate en la ventana **Communications settings** por este valor.
- Presione el botón **S4 Reset** en la ventana **S4 Communication Terminal** para reencender el S4A a la velocidad programada.

Cambiar la velocidad de comunicación

Se supone en este caso que ya se tiene establecida la comunicación. Para el cambio de velocidad proceda de la siguiente manera:

- En la ventana **S4 Communication Terminal** escriba **Uxxxx/p** (xxxx es la nueva velocidad de transmisión).
- En la ventana aparecerá "U(nuevo valor de baud rate)/p ¿ Y/N".

- Si el nuevo valor es correcto escriba "Y".
- En la ventana aparecerá el mensaje "ok}".
- Cambie entonces el nuevo valor de Baud rate en la ventana **Communication Settings** para efectuar una nueva configuración.
- Regrese a la ventan **S4 Communication Terminal** y presione <Enter>, Si el valor de baud rate es el mismo el instrumento S4A y el Application Software, aparecerá el mensaje "}" en respuesta a la concordancia de valores.