




USO DE PISTOLAS RADÁRICAS DE VELOCIDAD SUPERFICIAL (SVR) PARA LA ELABORACIÓN DE CURVAS DE CALIBRACIÓN H-Q

Instructivo: IN-DHI-001

Versión: 01

SUBDIRECCIÓN DE PREDICCIÓN HIDROLÓGICA - DIRECCIÓN DE HIDROLOGÍA

Elaborado por: Jesús David Sosa Sarmiento Especialista en Hidrología Subdirección de Predicción Hidrológica Darwin Santos Villar Especialista en Hidrología Subdirección de Predicción Hidrológica	Firma:
Revisado por: Sonia del Carmen Huamán Lozano Directora Unidad de Modernización y Gestión de la Calidad	Firma:
Aprobado por: Oscar Gustavo Felipe Obando Director Dirección de Hidrología	Firma:

	INSTRUCTIVO	Código	IN-DHI-001
	USO DE PISTOLAS RADÁRICAS DE VELOCIDAD SUPERFICIAL (SVR) PARA LA ELABORACIÓN DE CURVAS DE CALIBRACIÓN H-Q	Versión	01
		Página	2 de 8

1. OBJETIVO

Estandarizar las acciones de medición de la velocidad superficial con el uso de la pistola radárica (SVR) para la elaboración de curvas de calibración H-Q.

2. ALCANCE

El presente instructivo es aplicable para el manejo de las pistolas radáricas de velocidad superficial (SVR) de marca Viatronics, modelo SVR – 3 PRO.

3. RESPONSABILIDAD

3.1. Personal Hidrólogo

Encargado del uso de la pistola radárica de velocidad superficial (SVR) en las campañas de aforo.

4. DESARROLLO

4.1. MATERIALES REQUERIDOS

- 01 pistola radárica de velocidad superficial (SVR)
- 01 cargador de baterías de la pistola radárica

4.2. CONDICIONES DE EJECUCIÓN DE LA ACTIVIDAD

Las Direcciones Zonales que tengan pistola radárica deberán hacer uso de la misma durante cada comisión de aforos a fin de medir la velocidad superficial.

4.3. OPERACIONES PREVIAS



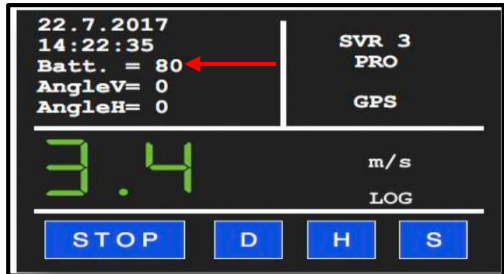
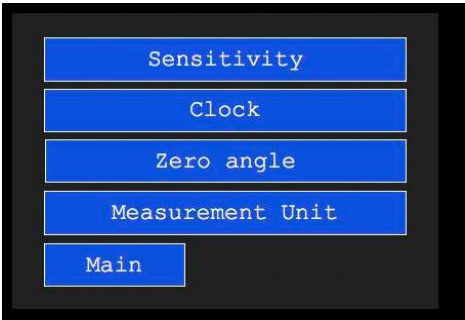
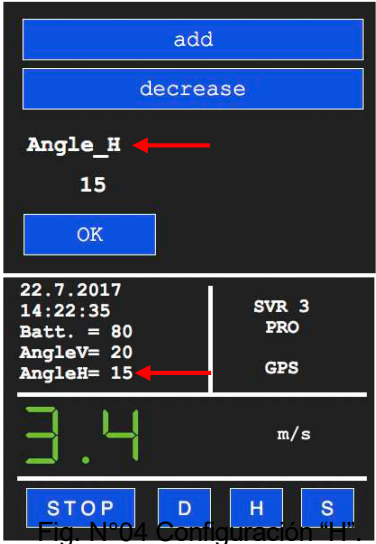
Nº	Actividad
01	<p>Configuración preliminar Identificar el cargador y la batería.</p> <p>La batería del SVR (Makita Lithium-Ion - 18 V – 1.5 Ah) debe cargarse antes que la unidad se ponga en funcionamiento.</p> <p>La batería se carga mediante el uso de un cargador independiente que se proporciona con la unidad.</p> <div style="text-align: right;">  </div>

Fig. N°01 Cargador y batería.

	INSTRUCTIVO	Código	IN-DHI-001
	USO DE PISTOLAS RADÁRICAS DE VELOCIDAD SUPERFICIAL (SVR) PARA LA ELABORACIÓN DE CURVAS DE CALIBRACIÓN H-Q	Versión	01
		Página	3 de 8

Nº	Actividad
02	Verificación del nivel de batería  <p style="text-align: center;">Fig. N°02 Registrador del nivel de la Batería.</p>
03	Botón de configuración S <ul style="list-style-type: none"> La selección de la «sensibilidad» de la pistola radárica tiene un rango de 1 – 8 (de menos a más sensible); está en función a la altura (permite realizar medición hasta 100 m. de distancia) y turbidez del agua. «Clock» para actualizar fecha y hora. «Calibración del sensor de inclinación vertical» se realiza colocando la unidad encima de un objeto nivelado horizontalmente, para luego presionar el botón de (Zero angle), calibrando el ángulo de inclinación. «Unidad de medida» seleccione la unidad de medida en (m/s).  <p style="text-align: center;">Fig. N°03 Configuración "S".</p>
04	Botón de ajuste del ángulo horizontal H <ul style="list-style-type: none"> Tener en cuenta que esta actividad se desarrolla únicamente en situaciones donde no se cuente con puentes o carro huaro para su medición en el mismo flujo del río. Se configura el ángulo de medición horizontal para la función de corrección del ángulo del coseno. El ángulo se aumenta (add) o disminuye (decrease) en incrementos de un grado. Después de realizar el ajuste de ángulo horizontal, este es visible en la pantalla principal (15°). Cuando se inicia la medición, la corrección del ángulo del coseno se realiza basándose en este valor. Si el data logger está activado, todos los valores guardados también se corrigen de acuerdo con la configuración del ángulo de coseno horizontal preestablecida.  <p style="text-align: center;">Fig. N°04 Configuración "H".</p>

Nº	Actividad
----	-----------

- Por otro lado, el efecto coseno hace que el dispositivo de radar muestre una velocidad menor que la velocidad real de la superficie del agua.

Esta condición existe siempre que la trayectoria del objetivo (la dirección del flujo de agua) no es paralela a la antena de la pistola radárica. A medida que aumenta el ángulo horizontal (giro) entre la antena y las direcciones de viaje del objetivo, la velocidad mostrada disminuye. Lo ideal, un ángulo de cero (0°) es lo mejor.

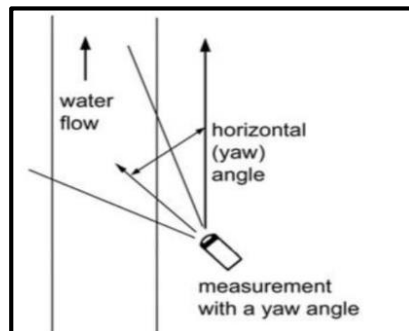


Fig. N°05 Efecto del ángulo horizontal

05 **Botón de registrador de datos** D

- La «**habilitación del registrador de datos**» se activa presionando (Datalog On) y en la pantalla principal aparecerá por las iniciales (LOG) debajo de m/s. Esto permitirá grabar las mediciones en la memoria SVR para su posterior descarga.

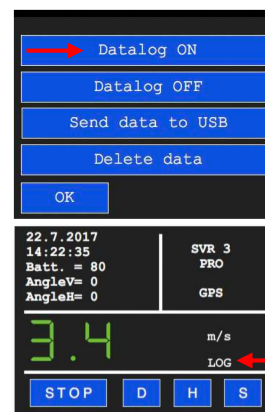


Fig. N°06 Registrador de datos.

06 **Fase de campo**

Luego de la configuración preliminar, se recomienda tomar 10 lecturas instantáneas por cada perfil, considerado también en la medición a un ángulo vertical de 45° (método convencional) a una sensibilidad de 4.

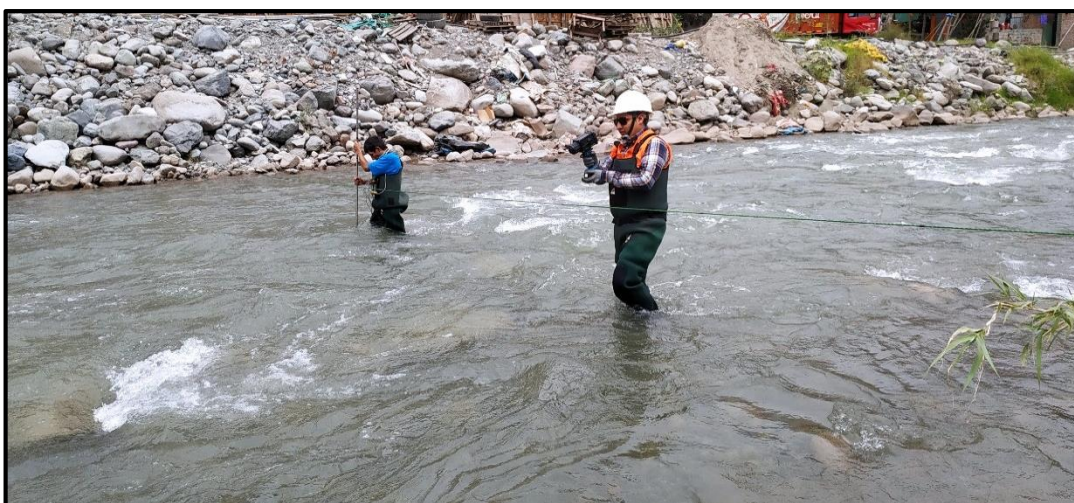

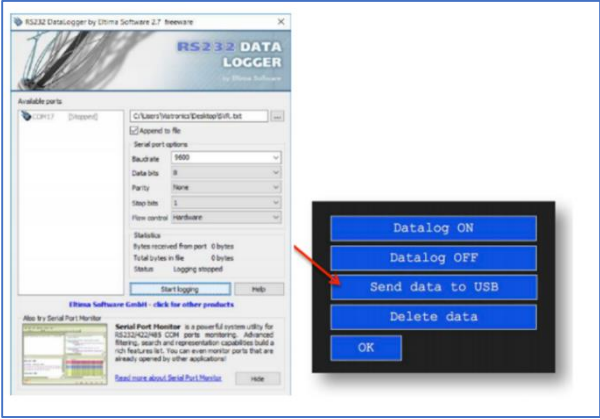


Fig. N°07 Toma de medidas de datos.

	INSTRUCTIVO	Código	IN-DHI-001
	USO DE PISTOLAS RADÁRICAS DE VELOCIDAD SUPERFICIAL (SVR) PARA LA ELABORACIÓN DE CURVAS DE CALIBRACIÓN H-Q	Versión	01
		Página	5 de 8

Nº	Actividad
07	<p>Fase de gabinete:</p> <p>Acabada la medición pulsar “STOP” -> “D” -> “Datalog OFF” -> “OK”</p> <p>Descarga de datos</p> <ul style="list-style-type: none"> Instalar “RS232 Data Logger” o “Hercules” Conectar el cable computador - SVR Identificar el puerto COM Rutear a una carpeta y a un archivo .TXT presionar “START LOGGING” esperar que se establezca el SVR. Pulsar “D” -> “Send data to USB” -> “OK” Esperar unos segundos y “STOP LOGGING” Visualizar los datos en el archivo creado. <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Fig. N°08 Descarga de datos.</p>

08 **Formato de Plantilla de aforos: (Método Correntómetro)**

Formato de aforo con pistola radárica de velocidad superficial (SVR) y procesamiento de datos (Tabla N°01) y aforo con correntómetro (Tabla N°02) para la generación del **índice de velocidad** (Tabla N°03) que permita calibrar la curva H-Q para fines de eventos extremos.

Para fines explicativos, se usa como ejemplo el procesamiento de aforo con pistola radárica en el río San Mateo, estación hidrológica San Mateo realizado el día 25/05/2022

Tabla N°01.- Formato de aforo con pistola radárica

AFORO CON PISTOLA RADAR - EST. SAN MATEO																
AFORO 1 CON PISTOLA RADAR																
Ancho Sección (m)		Estación		San Mateo		Nivel (m)		0.38		Fecha		Observación				
7.0		SONDEOS		VELOCIDAD SUPERFICIAL CON PISTOLA								SECCION			DESCARGA	
Hora	Angulo	PTOS.	Distancia al punto (m)	Profund. (m)	Velocidad Superficial Inclinada (m/s)			Velocidad pistola Media	Velocidad pistola Media	Velocidad pistola en el tramo	Prof. Media	Ancho	Area	Caudales Parciales		
Sensitividad		M.I	0	0.00	1.90	2.00	2.00	1.97	1.97							
4		1	1	0.50	2.10	2.00	2.00	2.03	2.03	2.00	0.25	0.50	0.13	0.25		
Modelo Pistola		2	1	1.00	2.20	1.70	2.10	2.00	2.00	2.02	0.75	0.50	0.38	0.76		
SVR-3 PRO		3	2	1.15	2.10	1.90	1.90	1.97	1.97	1.98	1.08	1.00	1.08	2.13		
Numero Serie		4	3	1.30	2.50	2.40	2.40	2.43	2.43	2.20	1.23	1.00	1.23	2.70		
		5	4	1.20	2.10	2.80	3.10	2.67	2.67	2.55	1.25	1.00	1.25	3.19		
		6	5	0.93	2.70	2.50	2.80	2.67	2.67	1.07	1.00	1.00	1.07	2.84		
		7	6	1.06	2.00	1.90	2.20	2.03	2.03	2.35	1.00	1.00	1.00	2.34		
		M.D	7	0.78	1.30	1.40	1.30	1.33	1.33	1.68	0.92	1.00	0.92	1.55		
2.181														15.748		

El caudal obtenido con la pistola radárica es de 15.74 m³/s



INSTRUCTIVO
USO DE PISTOLAS RADÁRICAS DE VELOCIDAD SUPERFICIAL (SVR) PARA LA ELABORACIÓN DE CURVAS DE CALIBRACIÓN H-Q

Código	IN-DHI-001
Versión	01
Página	6 de 8

Nº Actividad

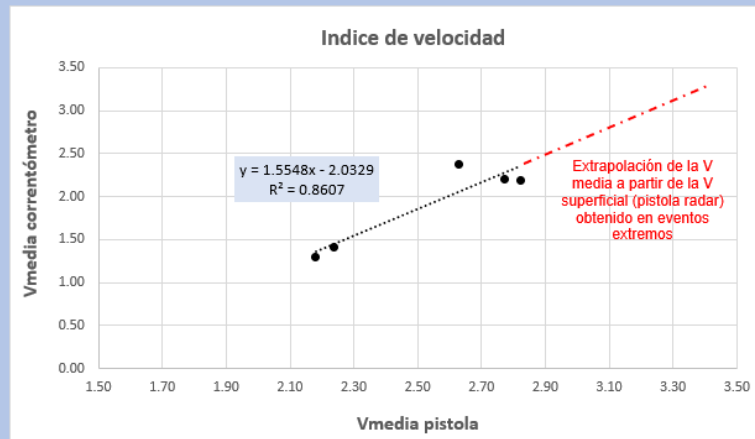
Tabla N°02.- Formato de aforo con correntómetro.

AFORO EHASAN MATEO															
MEDICIÓN DE CAUDALES - DIRECCIÓN GENERAL DE HIDROLOGÍA Y RECURSOS HÍDRICOS															
ESTACION	San Mateo	HORA INICIAL	16:30 hrs	LECTURA DE ESCALA :	CORRENTO.	: C-31	328251	HELIP-3-302345							
RIO	San Mateo	HORA INICIAL	17:30 hrs	INICIAL	0.38	MET-AFORO	: SUSP.								
CUENCA	Rimac	FECHA	25/05/2022	FINAL	0.38	REV. POR SEÑAL	: 30 seg								
				PROMEDIO	0.38	AFORADOR	: ACCIAPM								
AREA TOTAL:	7.03	m ²	VELOCIDAD MEDIA:	1.294	m/s	DESCARGA TOTAL:	9.914	m ³ /s							
TRABAJO DE CAMPO					TRABAJO DE GABINETE										
SONDEOS			CORRENTOMETRO			VELOCIDAD			SECCION		DESCARGAS		OBSERVACIONES		
PTOS.	DISTAN. AL PTO	PROFUND.	PROFUND. DE OBSERVAION	REV.	TIEMPO	N	EN EL PTO	EN SUPERF.	MED. EN EL TRAMO	PROFUND. MEDIA	ANCHO	AREA			
	m	m	método	metros	segundos		m/seg.	m/seg.	m/seg.	m	m	m ²	m ³ /seg.		
MARGEN IZQUIERDA															
MI	0.0	0.00	0.6	0.0	0	30	0.0	0.006	0.01						
1	0.5	0.50	0.6	0.3	36	30	1.2	1.241	1.24	0.624	0.250	0.50	0.13	0.08	SUSPENSION
2	1.0	1.00	0.2	0.2	57	30	1.9	1.969	1.24	1.241	0.750	0.50	0.38	0.47	N < 0.18
			0.6	0.6	36	30	1.2	1.241							V= 0.9451 * N+ 0.0210
3	2.0	1.15	0.2	0.2	53	30	1.8	1.830	1.48	1.363	1.075	1.00	1.08	1.46	0.18 <-N+ 1.26
			0.8	0.9	33	30	1.1	1.138							V= 1.0292 * N+ 0.006
4	3.0	1.30	0.2	0.3	62	30	2.1	2.143	1.41	1.449	1.225	1.00	1.23	1.78	1.2600 <-N+ 2.3800
			0.6	0.8	41	30	1.4	1.414							V= 1.0411 * N+ -0.0090
5	4.0	1.20	0.2	0.2	73	30	2.4	2.524	1.90	1.657	1.250	1.00	1.25	2.07	2.38 <-N+ 4.84
			0.6	0.7	55	30	1.8	1.900							V= 1.0306 * N+ 0.0160
6	5.0	0.93	0.2	0.2	62	30	2.1	2.143	1.59	1.744	1.065	1.00	1.07	1.86	
			0.8	0.7	30	30	1.0	1.035							
7	6.0	1.06	0.2	0.2	37	30	1.2	1.275	1.24	1.415	0.995	1.00	1.00	1.41	
			0.6	0.6	36	30	1.2	1.241							
M.D	7.0	0.78	0.6	0.5	14	30	0.5	0.486	0.49	0.864	0.920	1.00	0.92	0.79	
MAX.TIR	1.30														
PROM.	0.88						1.439		1.294	0.94	7.00	7.03	9.914		

El caudal obtenido con el correntómetro es de 9.91 m³/s.

Tabla N°03 Generación del índice de velocidad para la EHA San Mateo

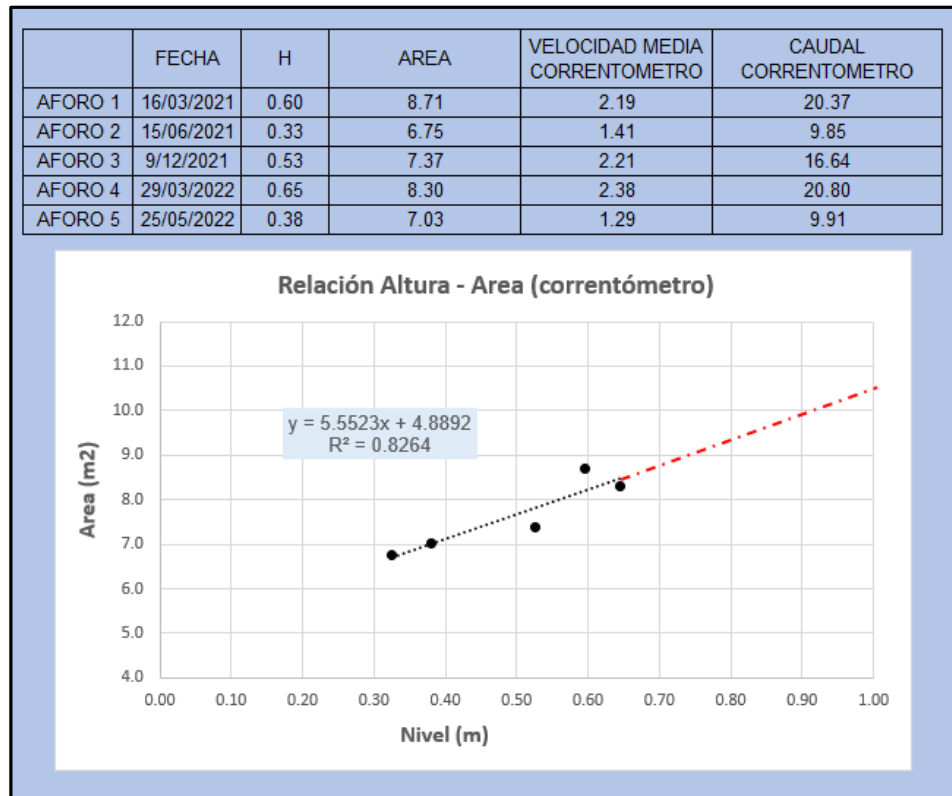
PROCESAMIENTO DE LA VELOCIDAD MEDIA Y CAUDAL CON CORRENTOMETRO VS PISTOLA PARA DIFERENTES AFOROS						
	FECHA	H	VELOCIDAD MEDIA CORRENTOMETRO	VELOCIDAD MEDIA PISTOLA	CAUDAL CORRENTOMETRO	CAUDAL PISTOLA
AFORO 1	16/03/2021	0.60	2.19	2.82	20.37	22.41
AFORO 2	15/06/2021	0.33	1.41	2.24	9.85	15.23
AFORO 3	9/12/2021	0.53	2.21	2.77	16.64	20.85
AFORO 4	29/03/2022	0.65	2.38	2.63	20.80	23.31
AFORO 5	25/05/2022	0.38	1.29	2.18	9.91	15.74



Nº	Actividad
----	-----------

09 Con los 5 aforos obtenidos en San Mateo, se determina la relación (ecuación) entre el área de la sección y el nivel del río (Tabla N°04). Así se procederá a estimar el área que corresponde a un nivel en un evento máximo.

Tabla N°04 Relación Altura-Área para la EHA San Mateo




Estimación de caudal: (Método Correntómetro)

Finalmente, en la época de avenida se realiza el aforo únicamente con la pistola radárica, en la **Estación Hidrológica San Mateo** para un nivel de agua de 1 metro, y en base a las ecuaciones de las Tablas N°03 y N°04, se obtiene la velocidad media y área mojada de dicha estación, para determinar el caudal correspondiente a un nivel de 1 metro.

Tabla N°05 Formato de caudal estimado con la pistola radárica calibrada

FECHA	VALORES ESTIMADOS DEL CAUDAL EN CAMPO USANDO PISTOLA (MÉTODO CORRENTOMETRO)										
NIVEL (m)	SONDEOS		VELOCIDAD SUPERFICIAL CON PISTOLA					AREA (m2)	DESCARGA (m3/s)		
Ancho Sección (m)	PTOS.	Distancia al punto (m)	Velocidad Superficial inclinada			Velocidad pistola media	Velocidad pistola corregida	Velocidad pistola en el tramo	Velocidad estimada Ec. Tabla N°03	Area estimada Ec. Tabla N°04	CAUDAL
8.0											
Hora	Angulo										
	45										
Marca Pistola	M.D.	0.0	1.08	1.00	1.10	1.06		-			
VIATRONICS	1	1.6	3.12	3.10	3.13	3.12		2.09			
Modelo Pistola	2	3.2	4.32	4.26	4.30	4.29		3.71			
SVR-3 PRO	3	4.8	3.72	3.62	3.68	3.67		3.98	2.92	10.16	29.66
Numero Serie	4	6.4	3.00	2.90	2.95	2.95		3.31			
	M.I.	8.0	2.76	2.65	2.75	2.72		2.84			
								3.185			

	INSTRUCTIVO	Código	IN-DHI-001
	USO DE PISTOLAS RADÁRICAS DE VELOCIDAD SUPERFICIAL (SVR) PARA LA ELABORACIÓN DE CURVAS DE CALIBRACIÓN H-Q	Versión	01
		Página	8 de 8

5. TABLA HISTÓRICA DE CAMBIOS

Versión	Detalle de cambios
01	Versión Inicial