

## FICHA INFORMATIVA DE PROYECTOS

**Coordinación:** HIDRAULICA  
**Subcoordinación:** HIDRAULICA URBANA  
**Jefe de proyecto:** CARLOS EDUARDO MARIANO

**Clave:** HC 0850.3 (TECATE)  
**Título del proyecto:** EVALUACION DE LA EFICIENCIA FISICA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE TECATE, B. C.

### Problemática:

En Tecate, como en otras ciudades de Baja California, y debido a la baja disponibilidad del recurso hídrico, realiza anualmente trabajos de recuperación y control de pérdidas volumétricas en el sistema de distribución de agua potable de la ciudad. Sin embargo, los procesos inmersos en la determinación de los parámetros de la ecuación de la eficiencia física por su naturaleza son sensibles a errores de tipo humano o sistemático que podrían ocasionar inexactitudes en la cuantificación de las variables inmersas en la determinación de las eficiencias físicas de los organismos mencionados.

### Objetivo:

Calificar el valor de eficiencia física reportada por los organismos operadores de los sistemas de agua potable de las ciudades de Tecate.

### Resultados y/o productos:

1. Verificación de medidores instalados a la entrada y salida de potabilizadoras a través del empleo de medidores calibrados para determinar la desviación media de las mediciones realizadas por los organismos respecto a los medidores testigo.

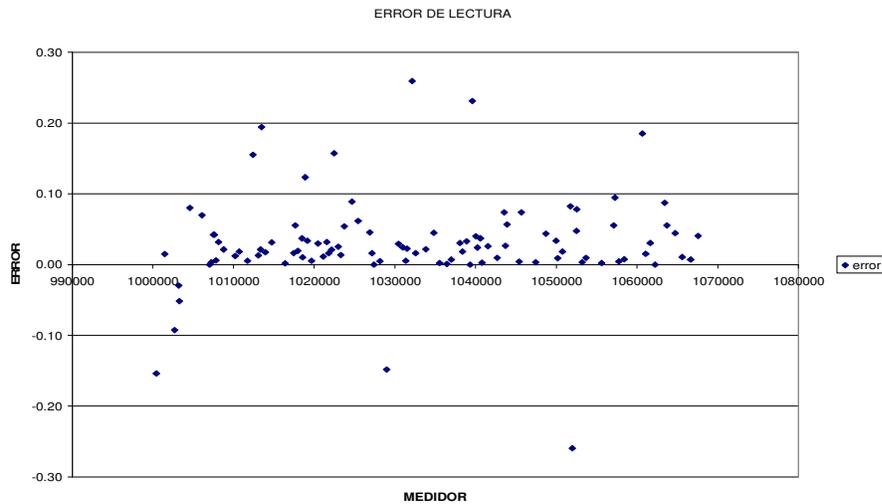


2. Verificación a través de muestreo de las inexactitudes de los medidores instalados en conexiones de servicio.

**RESUMEN DE RESULTADOS DE LA VERIFICACION DE MEDIDORES EN SITIO (404 MEDIDORES) CESPTe**

MARCA DEL MEDIDOR	ERROR	PROPORCION	CONSUMO PROPORCIONAL	VOLUMEN DEBIDO AL ERROR	CONSUMO CORREGIDO
ABB	-0.3770%	2.2333%	11,197.3623	-42.2174	11,239.5797
KENT	-0.0572%	62.9417%	315,585.4289	-180.3596	315,765.7885
NB	0.9595%	0.0128%	64.3527	0.6175	63.7352
ELSTER	-0.1060%	34.7951%	174,460.0526	-184.8524	174,644.9050
IBERCONTA	-0.0972%	0.0086%	42.9018	-0.0417	42.9435
MEXICANO	0.0223%	0.0043%	21.4509	0.0048	21.4461
ACTARIS	1.0184%	0.0043%	21.4509	0.2184	21.2324
SUMA	1.3628%	100.0000%	501,393.00		
			CONSUMO DE ENERO A MAYO 2008	DIFERENCIA DEBIDA AL ERROR	CONSUMO CORREGIDO POR EL ERROR
			501,393.00	-406.63	501,799.6304
			<b>ERROR DE MEDICION DE CONSUMO</b>		<b>-0.0811%</b>

3. Verificación del proceso de levantamiento de lecturas de medidores instalados en conexiones de servicio a través de muestreo.



4. En la verificación del proceso de captura y análisis de valores levantados de la lectura de medidores instalados en conexiones de servicio se registraron simultáneamente en los dos medidores a cada 5 minutos, durante un tiempo de prueba de una hora, se tomó el dato del indicador instantáneo, así como del totalizador.



5. Verificación de los volúmenes procesados y facturados.

	<b>INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA</b> <b>EVALUACIÓN DE EFICIENCIA FÍSICA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE TECATE</b> <b>BAJA CALIFORNIA</b>	
	<b>FICHA PARA LAS PRUEBAS DE VERIFICACIÓN A MACRO MEDIDORES</b>	

FECHA	UBICACIÓN Y REFERENCIAS	COLONIA	POZO No.
29 ABRIL 2008		SAN PABLO	AGUAS FRIAS # 4

FOTO: UBICACIÓN GPS	FOTO: GENERAL DEL POZO	CARACTERÍSTICAS DEL MACROMEDIDOR	
		No. DE SERIE	06-08676-03
		TIPO	PROPELA
		MARCA	MC CROMETER
		OPERANDO (SI) O (NO)	SI
		CARACTERÍSTICAS DEL POZO	
		HORAS DE OPERACIÓN	24 HRS.
		DIAS A LA SEMANA	7 DIAS
		PROBLEMAS DE ARENA	NO
		PRESIÓN (psi) - (kg/cm <sup>2</sup> )	113 / 7.94
		CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA	
		DIAMETRO DE LA TUBERÍA	3"
		TIPO DE MATERIAL	ACERO
FOTO: SEPARACIÓN DE SENSORES	FOTO: INSTALACIÓN DEL EQUIPO	CARACTERÍSTICAS DEL MEDIDOR DEL IMTA	
		No. DE SERIE	29585
		TIPO	ULTRASONICO
		MODELO	DCT-7088
		CONFIGURACIÓN DEL EQUIPO DEL IMTA	
		MATERIAL DE LA TUBERÍA	ACERO
		DIAMETRO EXTERNO (mm)	89.126
		DIAMETRO INTERNO (mm)	78.276
		ESPESOR ( e ) EN (mm)	5.425
		POSICIÓN DE SENSORES	V
		SEPARACIÓN SENSORES (mm)	61.35

TOMA DE LECTURAS SIMULTANEAS EN AMBOS MEDIDORES EN UNA HORA		
TIEMPO en MINUTOS:	IMTA (L/S)	CESPTe (L/S)
11:10	6.91	7.00
11:15	6.76	7-8
11:20	6.10	7-8
11:25	6.24	6-8
11:30	6.63	7
11:35	6.03	7.5
11:40	6.64	7.3
11:45	6.40	6-8
11:50	6.51	6-8
11:55	6.18	6-7
12:00	6.51	7-8
12:05	6.25	7-8
12:10	6.33	7-8

OBSERVACIONES: LECTURA INICIAL: 72445.0 LECTURA FINAL: 72463.9 TIEMPO DE PRUEBA: UNA HORA - LA AGUJA INDICADORA OSCILA ENTRE 7 A 8 l/s, ES LENTO SU MOVIMIENTO

6. Exactitud del proceso de la evaluación de eficiencia física que realiza la CESPTe

<p>VOLUMEN SUMINISTRADO AL SISTEMA (CORREGIDO PARA LOS ERRORES IDENTIFICADOS)</p> <p>ENERO - MAYO 2008 3,274,292.86 3,274,292.59</p> <p>0.27 100.00%</p> <p>0.00</p>	<p>CONSUMO AUTORIZADO</p> <p>2,871,320.52 87.6928%</p>	<p>CONSUMO AUTORIZADO FACTURADO</p> <p>2,870,249.00 87.660%</p>	<p>CONSUMO MEDIDO FACTURADO</p> <p>2,870,249.00</p> <p>CONSUMO FACTURADO NO MEDIDO</p> <p>0.00</p> <p>CONSUMO NO FACTURADO MEDIDO</p> <p>0.00</p> <p>CONSUMO NO MEDIDO NO FACTURADO</p> <p>1,071.52</p>
	<p>PERDIDAS DE AGUA</p> <p>402,972.07 12.31%</p>	<p>CONSUMO AUTORIZADO NO FACTURADO</p> <p>1,071.52 0.0327%</p>	<p>CONSUMO NO AUTORIZADO</p> <p>95,579.29</p> <p>ERRORES DE MEDICION DE VOLUMENES</p> <p>2,327.78</p> <p>ERRORES EN EL MANEJO DE INFORMACION</p> <p>0.00</p>
		<p>PERDIDAS APARENTES</p> <p>97,907.07 2.9902%</p>	<p>FUGAS EN LINEAS DE DISTRIBUCION O CONDUCCION</p> <p>5,065.00</p> <p>FUGAS EN CONEXIONES DE SERVICIO ANTES DEL PUNTO DE MEDICION, DESFOGUES Y DERRAMES</p> <p>300,000.00</p>
		<p>PERDIDAS REALES</p> <p>305,065.00 9.3170%</p>	

7. Eficiencia física calificada para un período mensual del año 2008 de los sistemas de agua potable.

La eficiencia física para el periodo de enero a mayo del 2008 es igual al 87.69%

8. Para una determinación de oportunidades de mejora en cada uno de los procesos evaluados es preciso resaltar que la macro medición de la CESPTe requiere de mantenimiento y reparación de los medidores dañados y de los que operan mal.

9. Informe final de actividades.

**Metodología y desarrollo:**

Primero se llevó a cabo un análisis de la terminología, los conceptos, procedimientos y cálculos relativos a las eficiencias empleados, con el fin de identificar posibles diferencias con los criterios manejados con el IMTA, la CNA y algunas entidades internacionales para así plantear su homologación de manera conjunta con la ciudad de Tecate, haciendo una visita técnica a las fuentes de abastecimiento.

El segundo paso fue la revisión y análisis de las eficiencias reportadas, así como de los datos con los cuales se determinaron, investigando y valorando sus posibles fuentes de errores.

PRODUCCIÓN CORREGIDA DEL PERIODO 2008 AL MES DE MAYO											
FUENTE DE ABSTECIMIENTO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PRODUCCION TOTAL (m3)	% DE ERROR	VOLUMEN ERRADO (m3)	VOLUMEN CORREGIDO (m3)	
	PRODUCCIÓN (m3)										
10 - A	6,288	7,244	7,987	8,364	7,517	3,373	37,400	-16.83	-6,294	31,106	
10.00	15,000	12,022	11,715	12,373	11,725	9,189	62,835	-27.81	-17,474	45,361	
PB -12	9,018	22,550	23,967	22,693	22,906	20,904	101,134	2.36	2,387	103,521	
PB - 7	4,685	4,073	4,090	4,775	5,570	6,604	23,193	37.32	8,656	31,849	
PB - 15	14,993	12,438	2,358	2,654	2,771	1,634	35,214	78.1	27,502	62,716	
<b>PB - 17</b>	<b>2,115</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3,628</b>	<b>5,710</b>	<b>8,130</b>	11,453	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11,453</b>	
SAN PABLO	10,324	10,399	12,974	11,323	10,485	9,979	55,505	1.16	644	56,149	
AGUAS FRIAS 3	8,398	7,620	7,603	7,432	6,605	3,845	37,658	3.06	1,152	38,810	
AGUAS FRIAS 4	15,838	17,790	18,101	16,822	17,084	9,057	85,635	18.25	15,628	101,263	
PB - 14	15,375	14,520	15,557	15,812	15,673	14,623	76,937	-12.76	-9,817	67,120	
CUAUHTEMOC-2	16,232	16,514	15,792	16,596	16,761	16,657	81,895	-20.14	-16,494	65,401	
SERRANO	6,724	4,602	6,484	6,023	4,199	1,863	28,032	53.62	15,031	43,063	
<b>FC - 2</b>	<b>4,039</b>	<b>4,003</b>	<b>3,990</b>	<b>3,839</b>	<b>4,039</b>	<b>3,877</b>	19,910	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>19,910</b>	
FC - 1	4,169	4,050	4,543	3,872	4,039	1,958	20,673	12.82	2,650	23,323	
<b>6H</b>	<b>3,564</b>	<b>3,753</b>	<b>3,958</b>	<b>3,871</b>	<b>3,931</b>	<b>3,883</b>	19,077	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>19,077</b>	
PB - 6	32,084	29,626	31,297	27,572	31,276	30,375	151,855	3.42	5,193	157,048	
Las AURAS	466,813	421,906	475,299	508,076	484,921	603,584	2,357,015	1.51	35,591	2,392,606	
<b>VOLUMEN TOTAL EXTRAIDO (m3)</b>	<b>635,659</b>	<b>593,110</b>	<b>645,715</b>	<b>675,725</b>	<b>655,212</b>	<b>749,535</b>	<b>3,205,421</b>			<b>3,269,776</b>	<b>-2.01%</b>

El tercer paso se realizó la ejecución de las siguientes labores de campo y gabinete:

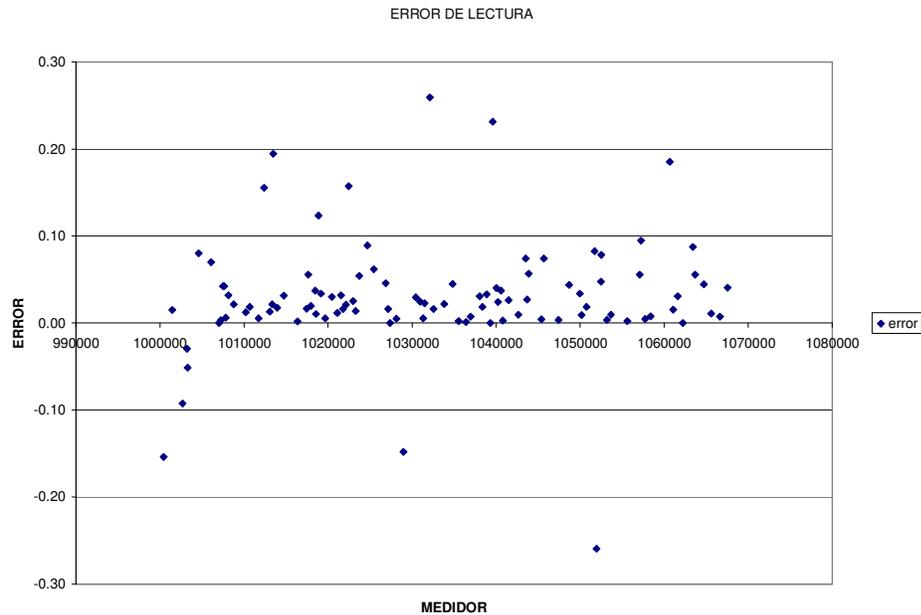
- Macromedición:** Se instalaron sensores ultrasónicos se hizo en apego a las especificaciones del fabricante para medidores de tipo ultrasónico de velocidad en tránsito de sensores secos. La normativa dicta que deben existir al menos cinco diámetros aguas arriba y abajo del punto de medición de cualquier accesorio que perturbe el gasto. Se tuvo especial cuidado en la separación de los sensores, en la medición del diámetro de las tuberías y de la medición del espesor de las mismas. Para esto se empleó una cinta de rangos debidamente calibrada y un medidor de espesores de tubería metálicas, con lo que se garantiza completa confianza de los valores empleados como parámetros para la configuración del medidor de tipo ultrasónico empleado. Los trabajos en su totalidad estuvieron supervisados por el personal de la CESPTE, quien tuvo el cuidado de verificar los criterios de instalación de los medidores testigo. En todos los casos le CESPTE tomo registro en paralelo de los valores de gasto y volumen que se fueron registrando en las hojas de control. Con esto se busco la verificación cruzada de los errores calculados. La supervisión por parte de CESPTE estuvo endiente de los valores de aforo y se discutieron las causas de los resultados obtenidos. Se comentaron además alternativas de mejora para lograr mediciones confiables con los equipos propiedad de las CESPTE y de la verificación periódica de los mismos. La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** busca ilustrar el proceso interactivo que se llevó a cabo a raíz de la instalación y verificación de equipos por parte del personal de la CESPTE, quien mostró interés por realizar de mejor forma su trabajo y tener capacidad de generar valores de volúmenes producidos confiables. En toma de lecturas a medidor del IMTA y al de la CESPTE, se registraron simultáneamente en los dos medidores a cada 5 minutos, durante un tiempo de prueba de una hora, se tomó el dato del indicador instantáneo, así como del totalizador.

PRODUCCIÓN CORREGIDA DEL PERIODO 2008 AL MES DE MAYO											
FUENTE DE ABSTECIMIENTO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PRODUCCION TOTAL (m3)	% DE ERROR	VOLUMEN ERRADO (m3)	VOLUMEN CORREGIDO (m3)	
	PRODUCCIÓN (m3)										
10 -A	6,288	7,244	7,987	8,364	7,517	3,373	37,400	-16.83	-6,294	31,106	
10.00	15,000	12,022	11,715	12,373	11,725	9,189	62,835	-27.81	-17,474	45,361	
PB -12	9,018	22,550	23,967	22,693	22,906	20,904	101,134	2.36	2,387	103,521	
PB - 7	4,685	4,073	4,090	4,775	5,570	6,604	23,193	37.32	8,656	31,849	
PB - 15	14,993	12,438	2,358	2,654	2,771	1,634	35,214	78.1	27,502	62,716	
<b>PB - 17</b>	<b>2,115</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3,628</b>	<b>5,710</b>	<b>8,130</b>	11,453	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>11,453</b>	
SAN PABLO	10,324	10,399	12,974	11,323	10,485	9,979	55,505	1.16	644	56,149	
AGUAS FRIAS 3	8,398	7,620	7,603	7,432	6,605	3,845	37,658	3.06	1,152	38,810	
AGUAS FRIAS 4	15,838	17,790	18,101	16,822	17,084	9,057	85,635	18.25	15,628	101,263	
PB - 14	15,375	14,520	15,557	15,812	15,673	14,623	76,937	-12.76	-9,817	67,120	
CUAUHTEMOC-2	16,232	16,514	15,792	16,596	16,761	16,657	81,895	-20.14	-16,494	65,401	
SERRANO	6,724	4,602	6,484	6,023	4,199	1,863	28,032	53.62	15,031	43,063	
<b>FC - 2</b>	<b>4,039</b>	<b>4,003</b>	<b>3,990</b>	<b>3,839</b>	<b>4,039</b>	<b>3,877</b>	19,910	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>19,910</b>	
FC - 1	4,169	4,050	4,543	3,872	4,039	1,958	20,679	12.82	2,650	23,323	
<b>6H</b>	<b>3,564</b>	<b>3,753</b>	<b>3,958</b>	<b>3,871</b>	<b>3,931</b>	<b>3,883</b>	19,077	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>19,077</b>	
PB - 6	32,084	29,626	31,297	27,572	31,276	30,375	151,855	3.42	5,193	157,048	
Las AURAS	466,813	421,906	475,299	508,076	484,921	603,584	2,357,015	1.51	35,591	2,392,606	
<b>VOLUMEN TOTAL EXTRAIDO (m3)</b>	<b>635,659</b>	<b>593,110</b>	<b>645,715</b>	<b>675,725</b>	<b>655,212</b>	<b>749,535</b>	<b>3,205,421</b>			<b>3,269,776</b>	<b>-2.01%</b>

- b) Micromedición: Se obtiene los errores de exactitud de los micromedidores, a través de una muestra aleatoria representativa (aproximadamente 400).

Código	Concepto	Número de tomas	%	Número de muestra
<b>AA</b>	Sin información	522	2.23%	8
<b>AB</b>	Marca desconocida	2	0.01%	2
<b>B2</b>	Brasileño 3/4	1	0.00%	1
<b>I2</b>	ISO91 3/4"	5	0.02%	2
<b>K1</b>	KENT 1/2"	14,586	62.40%	228
<b>K2</b>	KENT 3/4"	70	0.30%	3
<b>K3</b>	KENT 1"	7	0.03%	2
<b>K4</b>	KENT 2"	49	0.21%	2
<b>M1</b>	MEXICANO 1/2"	1	0.00%	1
<b>T2</b>	TWA 374"	3	0.01%	2
<b>Vacias</b>		8,128	34.77%	153
<b>Total</b>		23,374	100.00%	404

- c) Consumos de cuota fija: Se tomo una muestra representativa de aproximadamente 60 micromedidores a usuarios con cuota fija seleccionados aleatoriamente, para obtener su consumo unitario durante una semana. Esta actividad se complemento con las estadísticas de consumos registrados por los organismos operadores. Los porcentajes de representatividad de estos consumos calculados con base en la información de facturación de la CESPTe son iguales a 0.1352% para el mes de septiembre e igual a 0.1025% para el mes de enero que son los valores extremos.
- d) Lecturas: El proceso de lectura de consumos se realizó confrontando las lecturas generadas por la CESPTe para el periodo del mes de mayo con las lecturas levantadas por el personal del IMTA para el mismo periodo. La base de comparación son 200 micro medidores previamente verificados en su exactitud de medición.



- e) Captura y procesamiento de datos para facturación: Se evaluó grado de seguridad que se tiene en el proceso de captura de datos de lectura, hasta la emisión de la facturación, mediante una verificación de los procedimientos empleados. Como resultado del análisis presentado se obtiene un error final igual a -0.0811% de submedición, obtenido a partir del cociente del los volúmenes consumidos corregidos tras ser afectados por los errores obtenidos para cada una de las marcas de medidores entre el volumen consumido de acuerdo a la facturación del organismo. El error obtenido indica que el organismo esta dejando de facturar un total de 406 m<sup>3</sup> para el periodo de enero a mayo del 2008.

Un cuarto paso fue el de seleccionar un periodo mensual del año 2008, para determinar la eficiencia física correspondiente, utilizando los criterios homologados y corrigiendo según los errores obtenidos antes. Se toma el periodo de enero a mayo del 2008 es igual a una eficiencia física de 87.69%.

Finalmente se elaboro un informe final de actividades y resultados, que incluyan el dictamen final de eficiencia, con su nivel de confianza. Se integro a este informe el detalle de las acciones de mejora identificadas a lo largo del todo el proceso de verificación realizado, con énfasis en aquellas que de acuerdo con el organismo operador son prioritarias o de mayor relevancia e impacto.

Es importante mencionar que, para que el estudio se llevara a cabo con éxito, las dependencias proporcionaron al IMTA la información que se solicito y otorgo facilidades para realizar los trabajos de campo.