



UNIDAD INGENIERIA DE MANTENIMIENTO

SUPERINTENDENCIA DE MANTENIMIENTO

**ESTANDAR DE INGENIERIA
REFINERIA TALARA**

VOLUMEN 1

LISTA DE TRABAJOS DE MANTENIMIENTO

ESTANDAR	TITULO
SI1-99-65 Rev. 1 (AGO 2014)	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION DE CONTOMETROS DEL TIPO DESPLAZAMIENTO POSITIVO (PD-METER)

ELABORA:

ING. JORGE RODRIGUEZ RODRIGUEZ

SUPERVISOR UNIDAD INGENIERIA DE MANTENIMIENTO

PROPONE:

ING. VICTOR ESPINOZA GARCIA.

JEFE UNIDAD INGENIERIA DE MANTENIMIENTO

APRUEBA:

ING. TEODORO MARTINEZ PONCE

SUPERINTENDENTE DE MANTENIMIENTO

 Unidad Ing. de Mantenimiento Refinería Talara	ESTANDAR DE INGENIERIA		
	AGO 14 Rev. 1 JRR	PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION DE CONTOMETROS DEL TIPO DESPLAZAMIENTO POSITIVO (PD-METER)	SI1-99-65 Pág. 2 de 10

[Índice de Estándares de Ingeniería](#)

[Lista de trabajos de Mantenimiento SI1](#)

[Índice de Inspección de Equipos No Rotativos](#)

1. OBJETIVO.

Establecer el procedimiento para la calibración de los Sistemas de Despacho en las plantas de ventas.

2. ALCANCE:

El presente Estándar es de aplicación para los sistemas de despacho que desarrollen actividades de comercialización de Combustibles Líquidos y Otros Productos Derivados de los Hidrocarburos; que cuenten con computador de flujo Accuload y medidores de tipo desplazamiento positivo.

3. CONSIDERACIONES GENERALES:

La calibración es una prueba, durante la cual un valor conocido (patrón) es comparado con la medición del equipo para su verificación, ajuste, rectificación y documentación. (*Calibración a Technician's Guide isa*)

Para el caso de los contómetros esta verificación y ajuste es denominado Proving

La calibración de los sistemas de despacho es necesaria debido al desgaste continuo de las partes mecánicas de los mismos, (blade, rotor, bearings, housing etc.) lo cual ocasiona una variación de los factores de medición.

4. FRECUENCIA DE CALIBRACION:

La comprobación/calibración de un contometro se realizara según orden de ocurrencia:

- Cada seis meses (según DS-045-2001)
- Cada 10 millones de galones (para el caso de Prime 4)
- Requerimiento de personal operativo

Mayor detalle consultar Estándar **SI4-81-00**

5. ERRORES PERMISIBLES:

Según International Recommendation OIML R 117-1 Los Sistemas de Despacho de Planta de ventas son de **clase 0.5** y la precisión para esta clase está dado por la siguiente tabla

Clase 0.5	Aplicación
0.5%	Sistemas de medición ¹
0.3%	Medidor de Flujo

Nota

Si el medidor está equipado con un dispositivo de ajuste o corrección, es suficiente verificar si las curvas de errores se encuentren dentro de una desviación igual a 2 veces la especificada.²

¹ Para Nuestro Procedimiento se tomara 0.5% debido a que involucre todo el sistema

² En nuestro caso estos valores son mayores a la Desviación Mínima Especificada OIML R 117-1

 <p>Unidad Ing. de Mantenimiento Refinería Talara</p>	<p style="text-align: center;">ESTANDAR DE INGENIERIA</p>		
	<p>AGO 14</p>	<p style="text-align: center;">PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION DE CONTOMETROS DEL TIPO DESPLAZAMIENTO POSITIVO (PD-METER)</p>	
	<p>Rev. 1 JRR</p>		<p>S11-99-65 Pág. 3 de 10</p>

6. EQUIPOS Y MATERIALES:

- Serafín con capacidad no menor a la cantidad de volumen despachada en 1 minuto en operación normal; de preferencia $1\frac{1}{2}$ veces el volumen despachado en 1 min. (API MPMS Capitulo 4.4)

Debe cumplir los requerimientos establecidos en API MPMS 4.4 y NMP 009-99 como:

- Estar provisto por termómetros certificados, y debe tener una precisión de $\frac{1}{2}^{\circ}\text{F}$ o $\frac{1}{4}^{\circ}\text{C}$; para una capacidad mayor a 500 galones se usara 3 termómetros.
- Estar provisto de válvulas de evacuación.
- Debe tener placas de vidrio o tubos de vidrio fijados al cuello, sobre los cuales se graben las marcas de escala correspondiente a la capacidad nominal y variaciones de al menos 1% de la capacidad nominal.

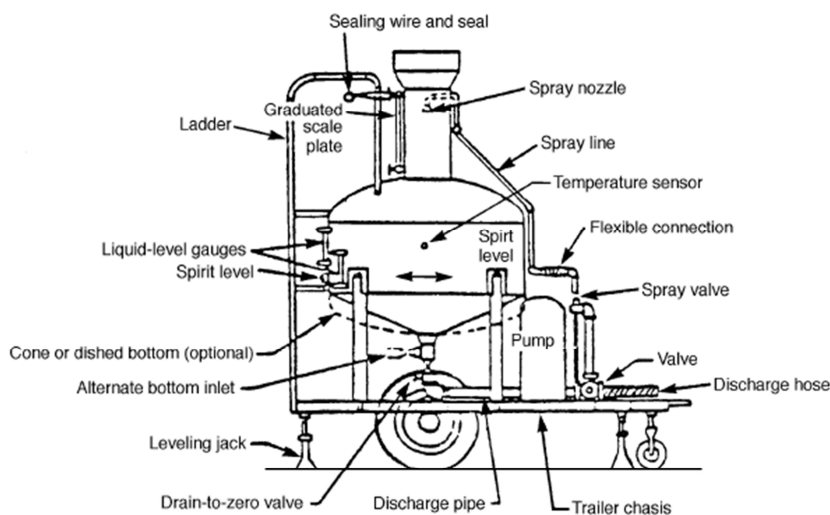


Figure 5—Open Portable Prover Tank With Pump Assembly

- Camión cisterna disponible durante todo el proceso de la calibración.
- Bomba de trasiego.
- Implementos de Seguridad
 - Arnés de Seguridad (de ser necesario)
 - EPP (casco, guantes ,lentes, mascarilla)
 - Extintor en el área.
 - Avisos de Seguridad (conos cintas etc.)
- Formato de Calibración
- Permiso de Trabajo

 <p>Unidad Ing. de Mantenimiento Refinería Talara</p>	<p style="text-align: center;">ESTANDAR DE INGENIERIA</p>		
	<p>AGO 14</p>	<p style="text-align: center;">PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION DE CONTOMETROS DEL TIPO DESPLAZAMIENTO POSITIVO (PD-METER)</p>	<p>SI1-99-65</p>
	<p>Rev. 1 JRR</p>		<p>Pág. 4 de 10</p>

7. CONSIDERACIONES PREVIAS:

Previo a la calibración se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- El llenado del permiso de trabajo es obligatorio antes de empezar con las labores de calibración.
- La calibración deberá ser realizada a las condiciones normales de operación flujo, temperatura, presión.
- Las líneas no deben tener presencia de aire o gas atrapado.
- Asegurarse que no existan problemas por suciedad o algún defecto en los filtros.
- Verificar funcionamiento de válvula set-stop
- Verificar validez del certificado de calibración del serafín.
- Revisar la programación del Accuload:
 - Flow Rates (Alto, medio, bajo)
 - Meter Factor, trips
 - Densidad (*Mayor detalle ver Tabla 1*)
- Previo al inicio de las operaciones se debe actualizar el coeficiente de expansión térmica alpha de los productos; para lo cual se deberá actualizar el valor de la densidad (gasolinas) en el **formato 2** adjunto

Tabla 1

Parámetro	Descripción	Parámetro	Descripción
201	Low Flow Start Rate	301	Minimum batch Amount
202	Low Flow Start Amount	302	Meter Factor 1
205	High Flow Rate	303	Flow Rate 1
201	Minimum Flow Rate	304	Meter Factor 2
202	High Flow Rate	305	Flow Rate 2
204	Flow Tolerance Percentage	306	Meter Factor 3
206	First Trip Amount	307	Flow Rate 3
207	Second Trip Amount	412	Reference Density

8. PROCEDIMIENTO:

1. Verificar las consideraciones planteadas en el punto 7.
2. Anotar las características, y datos requeridos por el formato de calibración; asimismo anotar los totalizadores.
3. Ubicar y nivelar el serafín en una posición horizontal. Verificar el nivel con los indicadores.
4. Verificar que el serafín se encuentre vacío, limpio y las válvulas de bloqueo en posición para el ingreso del producto.
5. Conectar el brazo de carga al acoplador del patrón volumétrico, conectar el cable de tierra y conectar el sobrellenado a la cisterna; de no ser posible poner en modo bypass.
6. La calibración se dará en 3 flujos Máximo, Mínimo e Intermedio. (comandos ver **ANEXO 1**)³

³ Los flujos varían de acuerdo a la capacidad del sistema

 <p>Unidad Ing. de Mantenimiento Refinería Talara</p>	<p style="text-align: center;">ESTANDAR DE INGENIERIA</p>		
	<p>AGO 14</p>	<p style="text-align: center;">PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION DE CONTOMETROS DEL TIPO DESPLAZAMIENTO POSITIVO (PD-METER)</p>	<p>SI1-99-65</p>
	<p>Rev. 1 JRR</p>		<p>Pág. 5 de 10</p>

7. Programar y despachar 560⁴ galones, verificar:
 - a. **High Flow Rate** (Parámetro 202); modificarlo según el flujo a calibrar.
 - b. **Densidad del Producto** (Parámetro 412) (API); modificarla de ser necesario.
8. Realizar el llenado del serafín con producto (mojado del serafín) 1 o 2 veces para equilibrar la temperatura del sistema medidor prover (serafín). Considerar una diferencia de temperatura de 1 o 2 °F. (mn06146 rev 0.1).
En cada despacho se deberá tener un personal atento en el llenado del serafín a fin de evitar derrame de producto.
9. Realizar el trasiego del serafín hacia la cisterna dispuesta para lo cual se debe realizar lo siguiente:
 - a. Alinear válvulas para descarga a cisterna
 - b. Arrancar bomba de trasiego
10. Entre cada corrida, y antes de cerrar la válvula de drenaje se recomienda dejar que escurra el prover por 30 seg. (mn06146 rev0.1)(NMP-009-1999).
11. Poner el nivel del serafín en Cero. (Ver anexo 10.2)
12. Programar y despachar 560⁵ galones (sin aditivo) a **Flujo Alto**, Flow Rate 1 (303) y anotar su correspondiente meter factor 1 (302).
13. Una vez acabado el despacho se toma lectura y registrar en el formato de calibración:
 - a. Volumen grueso (GV)(2 decimales Dynamic Display/Load Arm xx⁶/Batch)
 - b. Temperaturas indicadas en Accuload
 - c. Volumen del serafín
 - d. Temperatura del serafín.
14. Repetir 2 veces los pasos 9 al 13 (3 corridas como mínimo.) y verificar si se tiene una repetibilidad de 0.05% (API MPMS 12.2.3) ⁷

$$R\% = \left(\frac{Max\ MF - Min\ MF}{Min\ MF} \right) \times 100$$

15. Si el error es mayor al indicado en punto 5. Ingresar el MF optimizado (para el flujo correspondiente) el cual es el producto del MF promedio de las 3 corridas por el MF antiguo. (mn06146 rev0.1); en caso contrario continuar las pruebas a otros flujos.
 Si se tuvo que implementar el nuevo MF. Se deberá realizar 3 corridas adicionales para verificar que el error no supere lo indicado en el punto 5 y mantenga la repetibilidad.

⁴ Esta cantidad depende de la capacidad del serafín

⁵ Esta cantidad depende de la capacidad del serafín

⁶ Número de Brazo de despacho

⁷ Si no se cumple Se debe verificar las condiciones de operación y repetir la Prueba. De persistir esta condición se deberá programar la intervención del meter.

 <p>Unidad Ing. de Mantenimiento Refinería Talara</p>	<p style="text-align: center;">ESTANDAR DE INGENIERIA</p>		
	<p>AGO 14</p> <p>Rev. 1 JRR</p>	<p style="text-align: center;">PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION DE CONTOMETROS DEL TIPO DESPLAZAMIENTO POSITIVO (PD-METER)</p>	<p>S11-99-65</p> <p>Pág. 6 de 10</p>

$$\text{Nuevo MF} = \text{MF promedio} \times \text{MF antiguo}^8$$

Mayor detalle de los cálculos del formato ver anexo 10.3

16. Realizar trasiego paso 9
17. Programar el **High Flow Rate** para flujo medio, Flow Rate 2 (305) y realizar los pasos 11 al 16. Para este caso se modificara, de ser necesario⁹, el Meter Factor 2 (304)
18. Programar el **High Flow Rate** para flujo bajo, Flow Rate 3 (307) y realizar los pasos 11 al 16. Para este caso se modificara, de ser necesario, el Meter Factor 3 (306)
19. Reportar los totalizadores a personal operativo acabada la calibración.
20. Después de terminada la calibración:
 - Desconecte el serafín y bomba de trasiego
 - Retirar el Brazo de carga del serafín con cuidado de no derramar producto.
 - Desconecte el cable a tierra y recójalo
 - Suba las bases de los anclajes del serafín y proceda a ubicarlo en su sitio
 - Dejar limpiar el área de trabajo
 - Verificar las condiciones iniciales de la operación
21. Registrar toda la información en la Hoja de Reporte de Calibración y recoger las firmas de los representantes de las áreas involucradas.

9. REFERENCIAS

ITEM	DOCUMENTO	ORGANIZACION	DESCRIPCION
1	MANUAL API MPMS 4.4	AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE	MANUAL OF PRETOLEUM MEASUREMENT STANDARTS CHAPTER 4 – PROVING SYSTEMS-TANK PROVERS
2	DECRETO SUPREMO N 045-2001	MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS	REGLAMENTO PARA LA COMERCIALIZACION DE COMBUSTIBLES LIQUIDOS Y OTROS DERIVADOS DE LOS HIDROCARBUROS
3	BULLETING MN06146	FMC TECHNOLOGIES, SMITH METER	TANK PROVING GUIDE
4	BULLETING MN3010	FMC TECHNOLOGIES, SMITH METER	SMITH METER MODEL 210 DIGITAL ELECTRO-HIDRAULIC SET STOP
5	NORMA METROLOGICA PERUANA NMP 009-1999	INDECOPI	SISTEMA DE MEDICION PARA LIQUIDOS DISTINTOS AL AGUA
6	NORMA METROLOGICA PERUANA NMP 008-1999	INDECOPI	SURTIDORES Y DISPENSADORES DE COMBUSTIBLE
7	OIML R 117-1	ORGANISATION INTERNATIONALE DE METROLOGIE LEGALE	DYNAMIC MEASURING SYSTEMS FOR LIQUIDS OTHER THAN WATER
8	MANUAL API MPMS 12.2.3	AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE	MANUAL OF PRETOLEUM MEASUREMENT STANDARTS CHAPTER 12.2.3 – MANUAL OF PRETOLEUM MEASUREMENT STANDARTS CHAPTER 4 – PROVING SYSTEMS-TANK PROVERS

⁸ MF considerar 5 decimales

⁹ Error máximo Punto 5

 <p>Unidad Ing. de Mantenimiento Refinería Talara</p>	<p style="text-align: center;">ESTANDAR DE INGENIERIA</p>		
	<p>AGO 14</p>	<p>PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION DE CONTOMETROS DEL TIPO DESPLAZAMIENTO POSITIVO (PD-METER)</p>	
	<p>Rev. 1 JRR</p>		<p>SI1-99-65 Pág. 7 de 10</p>

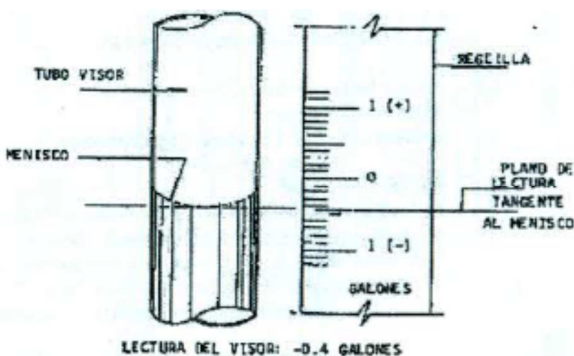
10. ANEXOS

10.1 Configuración de Parámetros en Accuload:

- **Despacho**
 - a) Pulsar SET
 - b) Pulsar ENTER
 - c) Seleccionar Receta (pulsar Enter)
 - d) Digitar Numero de Galones a Enviar
 - e) Pulsar START
- **Ajuste de Meter Factor:**
 - a) Pulsar ENTER
 - b) Seleccionar Program Mode Menu
 - c) Digitar la clave
 - d) Seleccionar Brazo de Despacho
 - e) Seleccionar el medidor
 - f) Seleccionar Producto
 - g) Seleccionar High Flow Rate
 - h) Digitar el Flujo a calibrar
 - i) Enter y salir
- **Ajuste High Flow Rate**
 - a) Pulsar ENTER
 - b) Seleccionar Program Mode Menu
 - c) Digitar la clave
 - d) Seleccionar Brazo de Despacho
 - e) Seleccionar el medidor
 - f) Seleccionar Producto
 - g) Seleccionar High Flow Rate
 - h) Digitar el Flujo a calibrar
 - i) Enter y salir

10.2 Lectura de Visores:

Una vez que se establezca el nivel en el cuello del Serafín y no exista espuma, lea la mirilla de forma perpendicular al visor; para caso de productos livianos se lee debajo del menisco y para pesados por encima del mismo; si existe una desviación con respecto al cero. Sume o reste el valor según sea el caso al final del despacho





Unidad Ing. de
Mantenimiento
Refinería Talara

AGO 14

Rev. 1
JRR

ESTANDAR DE INGENIERIA

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION DE
CONTOMETROS DEL TIPO DESPLAZAMIENTO
POSITIVO (PD-METER)

S11-99-65

Pág. 8 de 10

10.3 Cálculos del Formato de Calibración

Volumen Grueso (GV)

$$GV = \frac{MF \times \text{Input Pulses}}{K \text{ Factor}}$$

MF=Meter Factor

Volumen Grueso Corregido

$$GSV = \frac{CTPL \times MF \times \text{Input Pulses}}{K \text{ Factor}}$$

Dónde:

$$CTPL = CPL \times CTL$$

$$CPL=1$$

$$CTL = e^{(-\alpha \times \Delta T(1+0.8\alpha \times \Delta T))}$$

$$\alpha = \frac{k_0}{\rho_{60}} + \frac{k_1}{\rho_{60}} + k_2$$

(VER TABLA AD))

Volumen Prover Corregido (CPV)

$$CPV = \text{Base Prover Volumen} \times CCFP$$

Dónde:

Factor de corrección combinado CCFP

$$CCFP = CTSP \times CTLP$$

Corrección por Temperatura del Metal del Prover CTSP

$$CTSP = 1 + ((\Delta T) \times Y)$$

$$Y=0.0000186$$


Corrección por Temperatura del Líquido CTLP

$$CTLP = e^{(-\alpha \times \Delta T(1+0.8\alpha \times \Delta T))}$$

Meter Factor

$$MF=GSV/CPV$$

		Density Range(kg/m³)	K_0	K_1	K_2
Crude Oil		$610.6 \leq \rho_{60} < 1163.5$	341.0957	0.0	0.0
Products	Fuel Oils	$838.3127 \leq \rho_{60} \leq 1163.5$	103.8720	0.2701	0.0
	Jet Fuels	$787.5195 \leq \rho_{60} < 838.3127$	330.3010	0.0	0.0
	Transition Zone	$770.3520 \leq \rho_{60} < 787.5195$	1489.0670	0.0	-0.00186840
	Gasolines	$610.6 \leq \rho_{60} < 770.3520$	192.4571	0.2438	0.0
Lubricating Oil		$800.9 \leq \rho_{60} < 1163.5$	0.0	0.34878	0.0

		Petróleos del Perú - PETROPERU S.A. Refinería Talara													
		HOJA DE CALIBRACIÓN MEDIDORES DE FLUJO DEL TIPO DESPLAZAMIENTO POSITIVO										Formato de Calibración N° PVP-01-2009-			
Planta de Ventas-Aeropuerto				Planta de Ventas-Talara						Planta de Ventas-Piura					
DATOS DEL CONTROLADOR	1	N° de TAG						WE-3							
	2	N° de Serie						Accuload-II							
	3	Tipo						FMS - Smith Meter							
	4	Fabricante						Modelo: STM-ALII-XUS-O-STM-STD-147							
	5	Modelo						Contómetro N° 6							
DATOS DEL MEDIDOR	6	N° de TAG						WD-61807P							
	7	N° de Serie						PRIME4							
	8	Modelo						FS4							
	9	Fabricante						Smith Meter							
	10	Tipo						Desplazamiento Positivo							
	11	Producto						Gasolina 84							
RESULTADO DE LAS CORRIDAS	12	Valor Patrón del Serafin (Gal)				560		Error Permisible para el despacho				0.50%			
	13	Fecha de Calibración del Serafin						Temperatura de Referencia				60 °F			
	14	Temperatura de Calibración del Serafin				20 °C									
	15	Flujo para Factor 1 (GPM)													
	16	Flujo para Fact/r 2 (GPM)				228		Top.							
	17	Factor antiguo a Ajustar (MF) =				0.99537									
	18	Probador Volumétrico (Serafin)													
	19	CorriSa N° 1	Pasada	Temp. (°F)	Vp (Gal)	Cts	Ctl	Vol.Corr. (Gal)	Temp. (°F)	Vm (Gal)	Ctl	Cpl	Vol.Corr. (Gal)	Factor	Erbor (Gal)
	20		1												
	21		2												
	22		3												
	23		4												
	24	Repetibilidad =												#iDIV/0!	#iDIV/0!
	25	+romedio												#iDIV/0!	#iDIV/0!
	26	Nuevo Factor (MF) =		#iDIV/0!		(Factor antiguo X Factor promedio de corrida N° 1)									
	27	Probador Volumétrico (Serafin)													
	28	Corrida F° 2	Pasada	Temp. (°F)	Vp (Gal)	Cts	Ctl	Vol.Corr. (Gal)	Temp. (°F)	Vm (Gal)	Ctl	Cpl	Vol.Corr. (Gal)	Factor	Erbor (Gal)
	29		1												
	30		2												
	31		3												
32	4														
33	Repetibilidad =												#iDIV/0!	#iDIV/0!	
34	+romedio												#iDIV/0!	#iDIV/0!	
Observaciones															
Dependencia		Nombre						Firma				Fecha			
Tec. Instrumentacion UMPL:															
Encargado Instrumentos UMPL:															
Supervisor Instrumentos UMPL:															
Supervisor Planta de Ventas Piura															
Error (Gal)		Volumen del Patrón Serafin - Volumen indicado en el Accuload						Galones							
Factor		Volumen del Patrón Serafin / Volumen indicado en el Accuload						Sin Unidades							
Hecho por L.R.T./J.A.R. Setiembre 2002/Actualizado JRR agosto 2014 26/08/2014															

PETROLEOS DEL PERU S.A.

GERENCIA REFINERIA TALARA

FORMATO 2:**CALCULO DE COEFICIENTE ALPHA**

Densidad Agua 999,016						
Densidad API	Producto	Densidad (API)	Densidad Específica	K0	K1	Alfa
0 a 100.0	Crudo			341,0957	0,0000	
0 a 37.0	Diesel 2	33,5	856,7319	103,8720	0,2701	0,0004568
37.1 a 47.9	Kerosene	41,0	819,4827	330,3010	0,0000	0,0004918
	Turbo	43,0	810,0903	330,3010	0,0000	0,0005033
52.1 a 85.0	Gasolina 84	60,0	738,1763	192,4571	0,2438	0,0006835
	Gasolina 90	59,0	742,0513	192,4571	0,2438	0,0006781
	Gasolina 95	59,5	740,1087	192,4571	0,2438	0,0006808
-10.0 a 45.0	Aceites Lubricantes			144,0427	0,1896	
	ETHANOL					0,0006030
					Alfa =	0,0006835