



Calibrador para Verificaciones en Laboratorio/Campo

Trazabilidad NIST– ISO 9001:2008

0.1 A 30 Lpm

BGI Incorporated
58 Guinan Street
Waltham, MA 02451
Tel: 781.891.9380
Fax: 781.891.8151
www.bgiusa.com
[email: info@bgiusa.com](mailto:info@bgiusa.com)

NOTICIA

Cuando enciende el instrumento la pantalla inicial muestra brevemente la versión de la programación. Si el número empieza con **2.43** o *menor* este manual aplica para este instrumento. Si la versión empieza con **2.45** o *mayor* contiene una programación mejorada la cual le permite mostrar mayor información significativa en la pantalla. Estas mejoras se cubren en el **Apéndice D**.

Debido a numerosas mejoras en el triCal, inaugurado en Marzo, 2007, se cambio el nombre a tetraCal, con el objeto de reflejar estos cambios, los cuales se explican en el Apéndice D.

Si tiene una Versión arriba de 2.45 también verá la palabra tetraCal. Si su instrumento está marcado como triCal quiere decir que su programación ha sido actualizada durante las verificaciones de la calibración. El Apéndice D aplica.

Contenido.

Sección	Tópico	Página
1.0	Inicio Rápido	3
2.0	Introducción	3
3.0	Especificaciones	5
4.0	Principios de Operación	10
5.0	Ajuste del Instrumento	10
6.0	Uso del Calibrador	12
7.0	Software	14
8.0	Mantenimiento	14
9.0	Seguridad	14
10.0	Garantía	15
Apéndice A	Trazabilidad NIST	15
Apéndice B	Uso del Calibrador con Muestreadores No Volumétricos	18
Apéndice C	Lubricación	19
Apéndice D	Expansión de la Programación y tetraCal	19

1.0 Inicio Rápido

Con el objeto de poner al instrumento en uso inmediato como dispositivo de Calibración/Verificación, siga estos pasos.

Paso 1: Saque el instrumento de su estuche y enciéndalo.

Paso 2: Instale el Venturi correcto en el intervalo del caudal de su interés ("O" rings visibles).

#1 6-30 Lpm

#2 1.2-6 Lpm

#3 0.1-1.2 Lpm

Paso 3: Instale el adaptador para el tubo con el diámetro apropiado en el Venturi y conéctelo al instrumento que será verificado/calibrado con tubo elastomérico, provisto por el usuario.

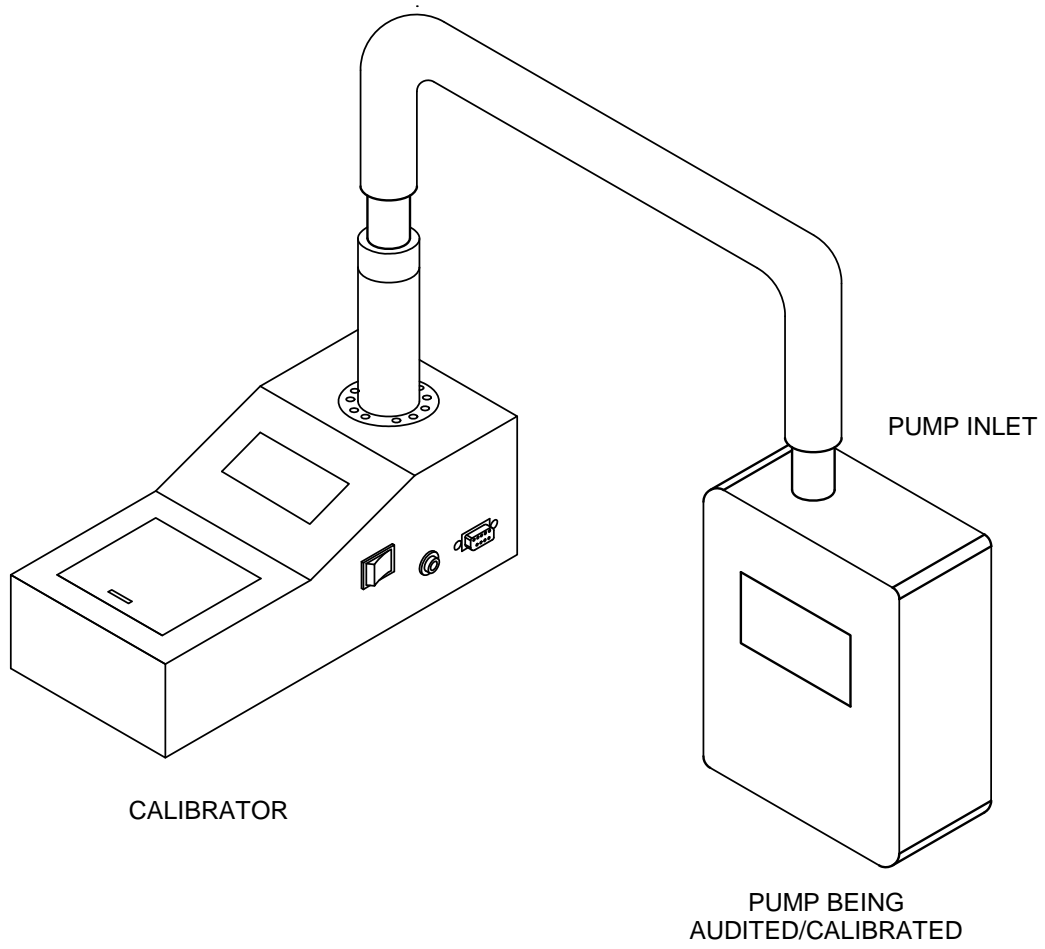
Paso 4: Con el aire fluyendo, ahora podrá leer la pantalla para determinar el caudal volumétrico, la temperatura ambiental y la presión barométrica.

Refiérase a la Figura 1 para ver el diagrama con la aplicación inmediata.

2.0 Introducción

Todos los calibradores de BGI están basados en el principio del Venturi¹ para la medición del flujo de aire. Nuestros calibradores son desarrollados por BGI y fabricados en las instalaciones de BGI certificadas ISO 9000:2000. El instrumento proporciona una indicación en LCD del *Caudal Volumétrico y Estándar*, la presión barométrica y la temperatura ambiental. Opera con cuatro baterías alcalinas AA o con una fuente de poder (proporcionada). Los componentes electrónicos están alojados en el módulo de control.

El instrumento se suministra con tres Venturi auto-regulables, operando en un intervalo del caudal de 0.1 a 30 Lpm.



2270

Figure 1- "Quick Start" Application of Calibrator

3.0 Especificaciones

Intervalo del Caudal:	0.1 – 30 Lpm ($\pm 1\%$)
Intervalo operativo de la Temperatura	-30° C a 55° C
Intervalo de lectura de la Temperatura	-30° C a 55° C ($\pm .5^\circ$ C)
Intervalo de la Presión Barométrica	400 a 800 mm de Hg (± 5 mm)

Dimensiones:

Módulo de Control 3.25 pulg alto (8.25 cm) X 3.125 pulg ancho (7.94 cm) X 9 pulg largo (22.86 cm)
 Altura con el venturi y el adaptador de manguera 6.30 pulg (16.00 cm)

Peso c/ 1 venturi 2.38 lbs (1.08 kg)

Estuche:

Dimensiones: 15.75 pulg ancho (40.00 cm) X 4.5 pulg alto (11.43 cm) X 12.25 pulg espesor (31.20 cm)

Peso completo con su contenido 4.69 lbs (2.13 kg)

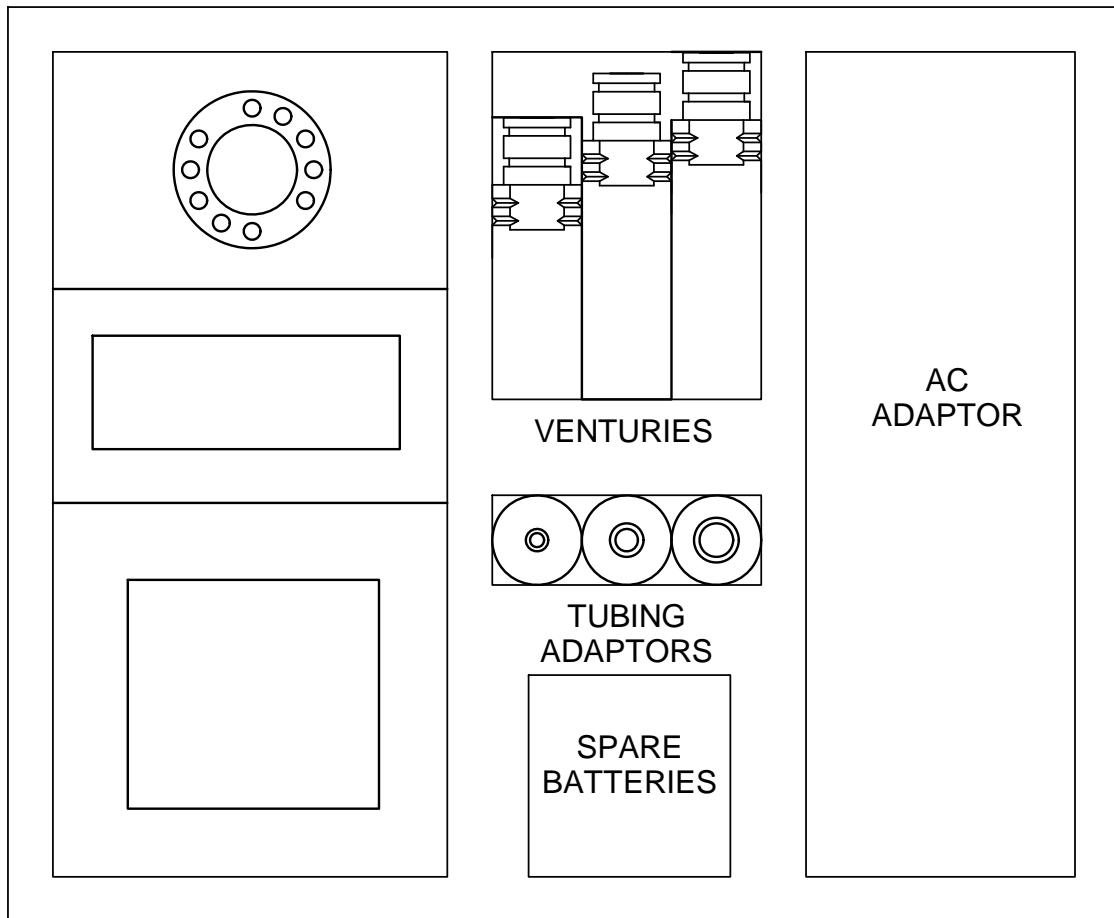
Un instrumento completo incluye:

Cantidad	Descripción	Catálogo/Parte No.
1	Calibrador	TC-5
1	Fuente de Poder	DC-3 (120/240V)
4	Baterías AA Extra	Reemplazos – se obtienen localmente por el usuario
1	Instructivo	Descargue el archivo PDF del sitio en Internet de BGI
1	Estuche	TC-6
1	Disco Software	TC-7
1	Venturi No. 1	TC-V1
1	Venturi No. 2	TC-V2
1	Venturi No. 3	TC-V3
1	Adaptador de manguera ¼ pulg	TC-H1
1	Adaptador de manguera ⅜ pulg	TC-H2
1	Adaptador de manguera ½ pulg	TC-H3

En la Figura 2 se muestra el calibrador, en su estuche

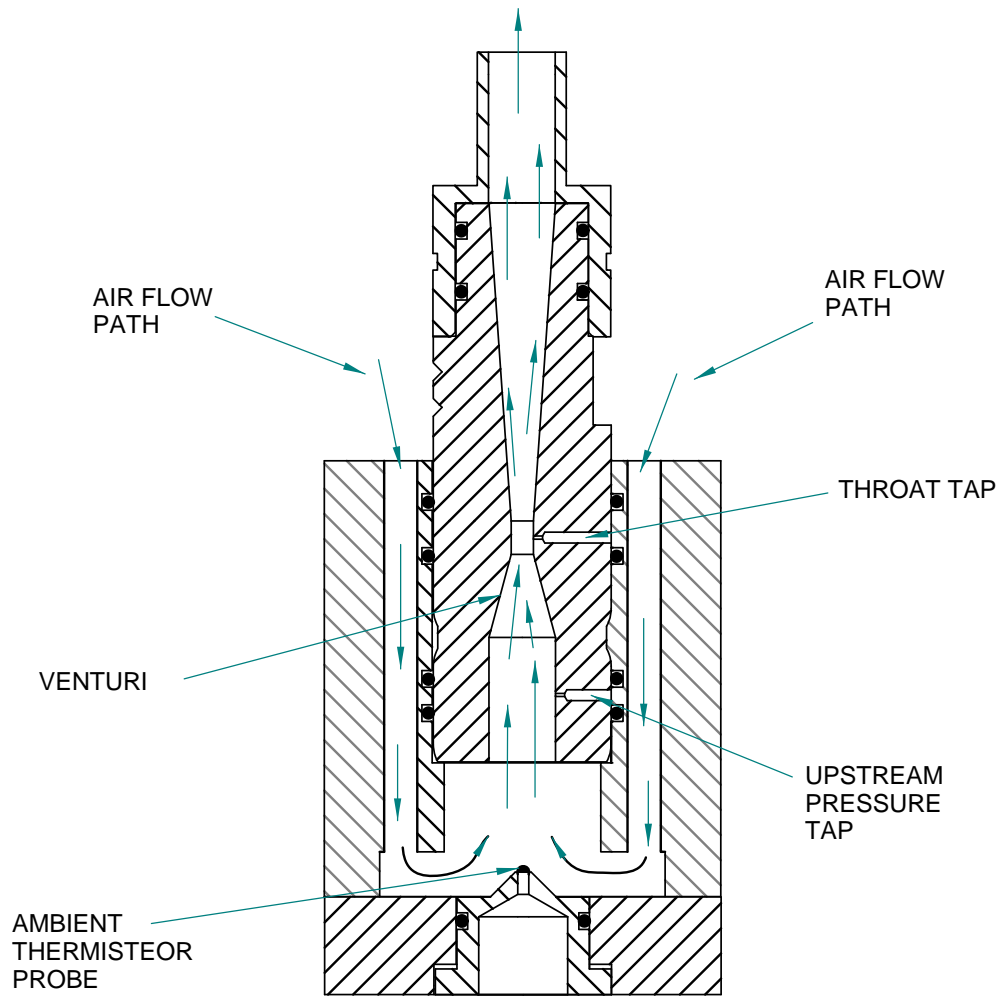
Suministros de Reemplazo (no se incluyen con la compra inicial).

1 Paquete con 6	"O" rings de reemplazo para los adaptadores de manguera	016 Silicón
1 Paquete con 4	"O" rings de reemplazo para los receptáculos de los venturi	022 Silicón



2272

Figure 2 - Calibrator In Travel case



2273

Figure 3 - Sectional View of Measuring Section

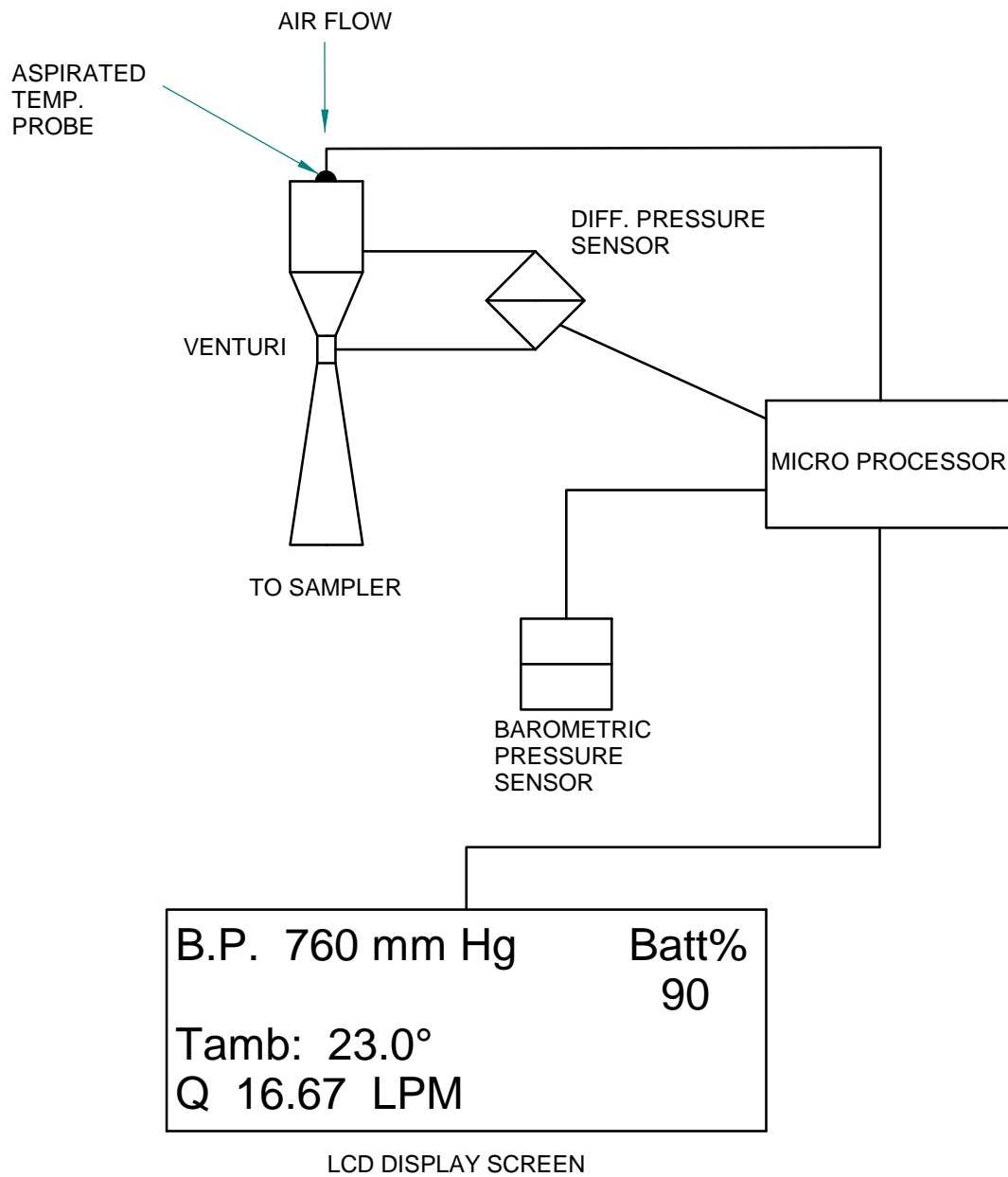


Figure 4- Schematic Diagram of Calibrator

2274

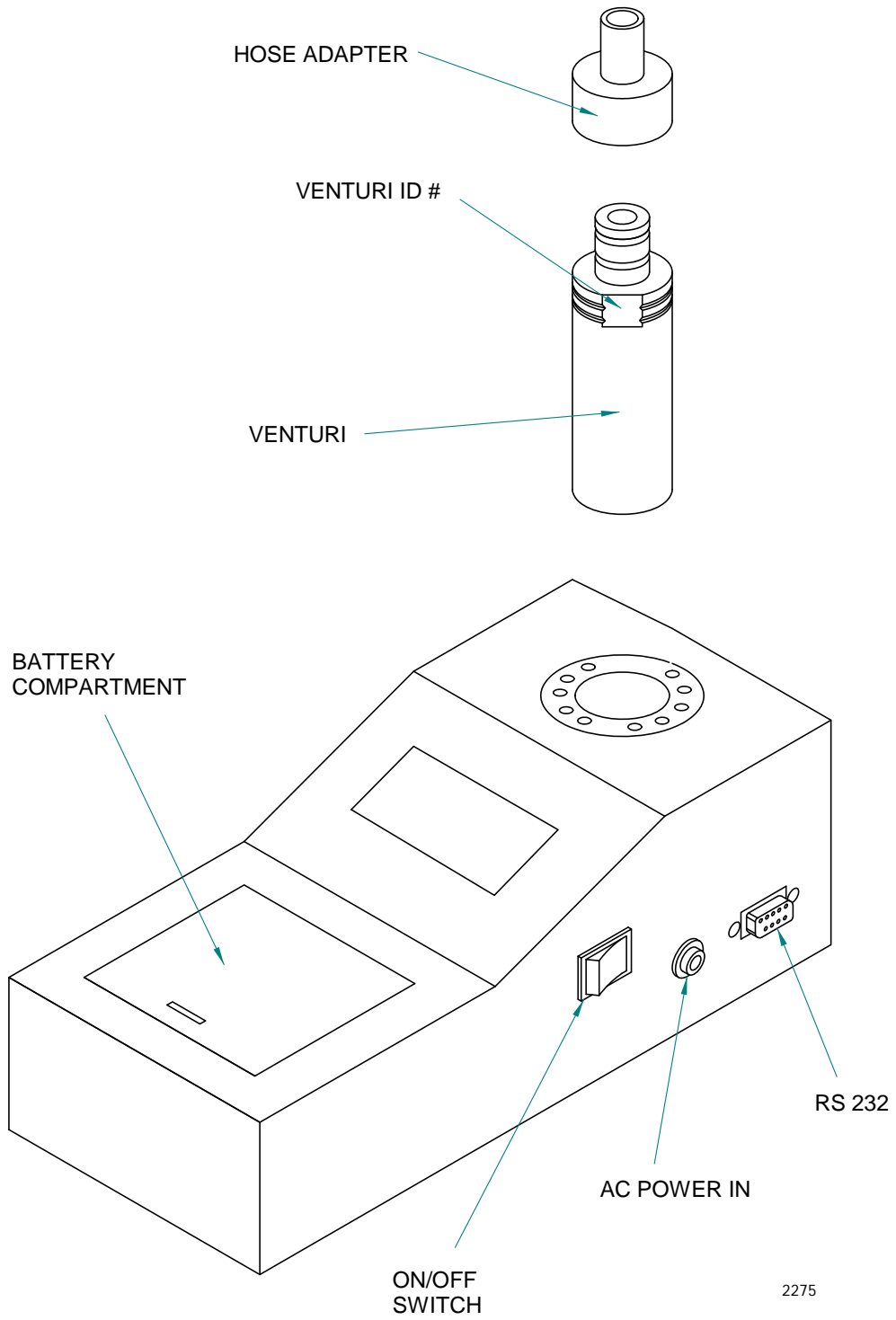


Figure 5- Calibrator Assembly

4.0 Principio de Operación

El calibrador mide el caudal volumétrico utilizando un transductor de presión para evaluar la caída de presión causada por el aire que pasa a través de un Venturi. A medida que el caudal a través del Venturi incrementa, la caída de presión incrementa como la raíz cuadrada¹. Un incremento de cuatro veces en la caída de presión produce dos veces el caudal. Una característica deseable del Venturi es que la mayor parte de la caída de presión creada por el instrumento sea recuperada en la sección de expansión del Venturi. Por lo tanto, las mediciones se hacen lo más parecido posible a las condiciones reales de operación del muestreador.

La señal del transductor de presión se manda al microprocesador donde es combinado, por medio de un algoritmo, con la información de los sensores de la presión barométrica y la temperatura ambiental. Para eliminar la variación del caudal en la pantalla, se promedian las primeras 20 lecturas y después se presentan como un promedio progresivo. Cuando se enciende el instrumento, la presión barométrica y la temperatura son monitoreadas y mostradas continuamente. En la figura 3 se muestra un diagrama con la vista seccionada de la cabeza de medición y en la figura 4 se muestra un diagrama esquemático del sistema.

5.0 Ajuste del Instrumento

Saque el instrumento de su estuche. El único control es un interruptor de encendido/apagado en el lado derecho.

Si el instrumento será usado en el laboratorio, conecte la fuente de poder a una toma de energía eléctrica, de lo contrario operará con sus baterías internas (4 baterías AA Alcalinas). Encienda el instrumento y la pantalla mostrará el mensaje siguiente:

**Please insert
Venturi 1-2-3**

Seleccione un Venturi para el intervalo de flujo de su interés. Cada venturi está marcado con un número para indicar su intervalo:

1=6-30 Lpm

2=1.2-6 Lpm

3=0.1-1.2 Lpm

Con el Venturi sostenido verticalmente, la parte final hacia abajo (“O” rings arriba), inserte el Venturi en el orificio de la tapa del receptáculo. Asegúrese de que hay suficiente lubricante en los “O” rings dentro del hueco (Ver apéndice sobre la lubricación). Seleccione una tapa para el venturi con el tamaño apropiado para empatar a la tubería utilizada para conectarlo al dispositivo de muestreo bajo prueba. Otra vez, asegúrese de que los “O” rings están lubricados. En este punto el instrumento se reprogramará automáticamente y establecerá el intervalo del Venturi seleccionado. Ahora la pantalla mostrará el mensaje siguiente:

**BP: XXX DC In
Temp. XX.X C
Q: Under range**

Usando un segmento corto de tubo elastomérico, conecte el muestreador bajo estudio en la parte superior del Venturi y enciéndalo. Ahora el caudal volumétrico aparecerá en la pantalla (Ver Figura 5).

Puntos importantes a observar concernientes a la utilización del calibrador

- A. No debe de haber aire fluyendo a través del Venturi cuando lo encienda.

Cada vez que el instrumento se enciende, se pone en cero. Si hay aire fluyendo, el caudal será establecido en cero.

- B. El modulo de control debe estar plano sobre la mesa, cuando sea encendido. La caja contiene los transductores de presión, los cuales están sujetos a la fuerza de la gravedad. Los cambios de posición pueden generar errores menores. Este efecto aplica para todos los dispositivos que contengan transductores de presión.

- C. Con el objeto de desarrollar la medición de verificación más precisa, es necesario que el dispositivo se encuentre en equilibrio térmico con el ambiente en el cual está el muestreador por ser probado. El mejor procedimiento es sacar el calibrador de su estuche y desplegarlo, durante una hora antes de la prueba, cerca del muestreador por verificar. Con la introducción de componentes de aluminio anodizado desde 2004 esta restricción temporal se ha reducido a 10 minutos. Además, *si el calibrador está sujeto a un cambio de temperatura de más de cinco grados, durante su uso, deberá ser restablecido.*

- D. Cuando se enciende el calibrador, un *XX*% de carga remanente de batería es mostrado en la pantalla. Mientras el valor mostrado sea mayor 10%, es seguro continuar, dado que se tiene disponible por lo menos una hora de carga. Si se utiliza la fuente de poder AC, la pantalla indicará "DC In" por lo que el tiempo de operación no tendrá límite.

Nota: El uso de fuente de poder AC, diferente a la provista, puede causar daños severos a los componentes de los circuitos. Si la unidad provista se descompone o ya no sirve, use solo las baterías AA para su operación.

En este momento se puede realizar la verificación.

6.0 Uso del calibrador

6.1 Para realizar una verificación

Se debe de realizar *uno* de los dos procedimientos siguientes:

Procedimiento A. Apague el muestreador por verificar. Conecte el calibrador en la admisión del muestreador, con la ayuda de un tubo provisto por el usuario. Encienda el calibrador, espere a que la pantalla termine su inicialización y encienda el muestreador de aire.

Procedimiento B. Con el muestreador por ser verificado operando; cuando la pantalla del calibrador haya terminado su inicialización, conecte el tubo al instrumento.

La resistencia al flujo del calibrador puede causar una inestabilidad momentánea en el circuito de control de flujo del muestreador de aire. Una vez que el indicador del caudal del muestreador se ha estabilizado, se podrá tomar la lectura. En la tabla 1 se muestra un formato simple para registrar los datos de la verificación, ajustado a los muestreadores tipo EPA, el cual puede tomarse como una guía para diseñar una forma que le convenga para sus necesidades específicas.

6.2 Para realizar una calibración.

Los procedimientos y cálculos para usar el instrumento para calibrar un muestreador son los mismos que para la verificación, *con la excepción* de que uno tendrá que establecer el caudal requerido exacto en el muestreador.

Tabla 1 Formato para los Datos de la Verificación

Instrumento Verificado:

Marca: _____ Modelo: _____ N/S: _____

Fecha: _____ Hora: _____ Calibrador N/S: _____

Caudal – Lpm

Muestreador: _____ % dif. = $[(\text{Calibrador}-\text{muestreador})/\text{Calibrador}]\times 100$

Calibrador: _____ Dif. Permitida = 4%; Pasa _____ Falla _____

Temp. Ambiental – °C

Muestreador: _____

Calibrador: _____ Dif. Permitida = ± 2 °C; Pasa _____ Falla _____

Presión Barométrica – mm de Hg

Muestreador: _____

Calibrador: _____ Dif. Permitida = ± 10 mm; Pasa _____ Falla _____

7.0 Software

En Enero 2008, el software de todos los calibradores electrónicos de BGI ha sido reemplazado por una suite completamente nueva llamada BGI Open. Esta suite y un instructivo complete puede ser descargada desde: http://www.bgiusa.com/cal/bgi_open.htm

8.0 Mantenimiento

Además del reemplazo de la batería, la única parte del instrumento que requiere atención es el paso de aire a través del Venturi. Después de periodos *largos* de uso, algo de polvo atmosférico puede cubrir las superficies internas del paso del flujo de aire. La presencia de dicho depósito puede ser incierta al visualizar el interior del Venturi con luz brillante; es preferible usar la luz solar, vista a contraluz. Eche una mirada hacia el interior, de cualquier lado, buscando cualquier decoloración de la superficie. Si determina que se requiere limpiar, use el procedimiento siguiente.

Enjuague el cuerpo del Venturi completo en agua tibia jabonosa. Cualquier depósito, que no esté flotando, puede ser retirado externamente con un paño suave. Si los depósitos internos no se quitaron con el enjuague, el mejor procedimiento es sumergir la unidad en un baño ultrasónico que contenga agua jabonosa. Si no hay disponible un baño ultrasónico, se recomienda el uso *sensato* de un limpiador de tubos. Después de la limpieza, se puede secar el Venturi usando aire comprimido o, si no está disponible, dejarlo al aire libre.

Inspeccione los dos "O" rings de silicon de cada tapón de presión. Si observa cualquier daño, reemplace a ambos. Antes de volver a ensamblar, lubrique los "O" rings con una cubierta de grasa ligera (Apéndice 3).

9.0 Seguridad

No hay otros componentes en la cabeza de medición del instrumento que puedan ser instalados por el usuario, más allá del venturi y de los "O" rings descritos en la sección anterior. Las únicas partes que requieren de servicio por el usuario en el módulo de control electrónico son las cuatro baterías AA. Estas deberán reemplazarse solo con baterías alcalinas de buena calidad y deberán ser retiradas cuando hayan expirado, para prevenir fugas y daños por químicos a los componentes electrónicos. Cuando el instrumento se almacene por un periodo largo (más de dos meses) quitele siempre las baterías.

No sustituya las otras fuentes de poder. Use solo las que han sido provistas, u ocurrirán problemas eléctricos severos.

Aunque no hay razón para desensamblar el instrumento, si esto llegase a suceder, desconecte siempre la fuente de poder (si está en uso) y quitele siempre las baterías antes de proceder al desensamble.

Unos potenciómetros ajustables están contenidos en el interior del alojamiento electrónico, los cuales son calibrados en la fábrica. Si éstos son manipulados, se perderá la calibración por lo que se requerirá enviarlos a la fábrica para su recalibración.

10.0 Información de la Garantía

BGI Incorporated garantiza que el equipo de su manufactura y el rodamiento con su placa se encuentran libres de defectos de mano de obra y material. No garantizamos, expresa o implícitamente, nada que no esté incluido en este documento. La responsabilidad de BGI bajo esta garantía se extiende por un periodo de un (1) año a partir de la fecha de embarque de BGI. Se limita expresamente a reparar o reemplazar en la fábrica durante este periodo y a opción BGI, cualquier dispositivo o parte que pudiera, dentro del periodo de un año desde su entrega al comprador original, ser regresado a la fábrica, transportación pre-pagada y que se haya comprobado defectuoso después de su revisión.

BGI no asume responsabilidad alguna por daños consecuentes de ningún tipo. El comprador, al aceptar este equipo, asume toda la responsabilidad por el mal uso del mismo, ya sea por él mismo, sus empleados u otros. Esta garantía será invalidada si el equipo no es manejado, instalado u operado de conformidad con sus instrucciones. Si el daño ocurre durante la transportación hacia el comprador, se deberá de informar de inmediato, tan pronto el equipo sea recibido, a BGI. Los cargos de transportación de regreso serán por cobrar.

En el sentido de esta garantía, una parte defectuosa que pueda ser reparada o sustituida no deberá constituir una razón para considerar como defectuoso al equipo completo. Se deberá de recibir una aprobación y un acuse de recibo por parte de BGI antes de regresar partes o el equipo para su crédito. BGI Incorporated hace cambios técnicos de ingeniería y mejoras de vez en vez en los instrumentos que manufactura. No nos encontramos en la obligación de adecuar estas mejoras y/o cambios en instrumentos que ya han sido vendidos.

Ninguno de nuestros representantes tiene la autoridad para cambiar o modificar esta garantía de ningún aspecto.

Apéndice A. Trazabilidad NIST

A1.0 Introducción

La trazabilidad NIST para el calibrador se establece con el uso de dispositivos que son, así mismos, trazables y para los cuales BGI mantiene los certificados de trazabilidad actualizados. La calibración es realizada conforme a los procedimientos del conjunto de normas ISO 9001:2000, sujeta a una auditoría anual. Durante la calibración del caudal, la temperatura del cuarto se establece con un termómetro certificado por ASTM/trazable. La presión barométrica y la presión absoluta se establecen con manómetros electrónicos. Estos son respaldados por tres instrumentos de mercurio primarios normalizados /

A2.0 Calibración del Caudal

En la Figura 1A se muestra un diagrama esquemático de un instrumento sometido a una calibración del caudal. Para este propósito se utilizan tres Venturi trazables. Sus detalles se enlistan en los certificados de calibración. Las lecturas del caudal se toman como se muestra en la Figura 2A, que es la forma típica de calibración. Mientras que el calibrador utiliza la presión barométrica y la temperatura ambiental para mostrar constantemente las lecturas del caudal volumétrico, la calibración Venturi inicial es realizada y normalizada a un valor base. Así mismo,

mientras cualquier valor es suficiente, se han seleccionado "Valores Técnicos Estándar" de 20° C y 760 mm de Hg. Usando una hoja de cálculo de Excel, la ecuación del caudal vs. la caída de presión para cada Venturi, bajo prueba, es determinada. Después, esta ecuación es instalada en cada unidad microprocesadora.

A3.0 Calibración de la Presión Barométrica

El sensor de la presión barométrica es ajustado para igualar la presión barométrica actual determinada por un barómetro de mercurio. Se aplica una presión negativa de 150 mm de Hg al transductor de la presión barométrica y la lectura de salida es ajustada para cumplir con BP – 150mm.

A4.0 Calibración de la Temperatura

El Termistor provisto para la medición para la temperatura ambiental está altamente normalizado y es probado por lote a temperaturas extremas de -20° C y +55° C, usando como referencia un termómetro certificado por ASTM/trazable.

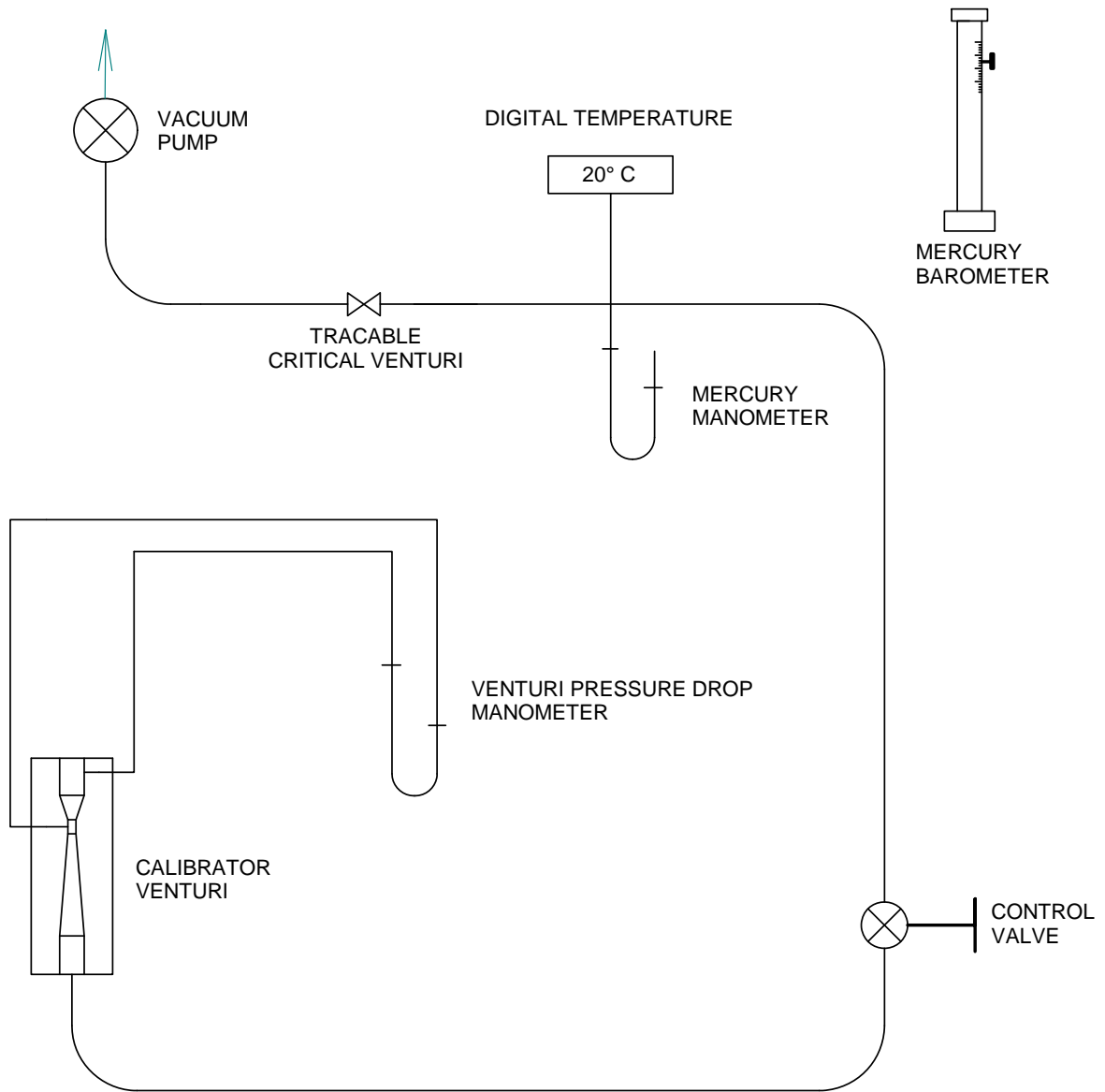


Figure A1- Schematic Diagram of Calibration Setup

2313

A5.0 Recalibración

Si ocurre un daño físico de tal magnitud que el instrumento ya no se puede operar es necesario una recalibración de inmediato. En este caso, el instrumento será recalibrado como parte del servicio de reparación. No hay partes móviles o que se desgasten en el instrumento, por lo tanto, fuera del daño físico, no hay razón para una recalibración, excepto si es requerido por especificaciones de ISO, la compañía o alguna regulación. Básicamente, como principio casi universal, estos requerimientos son anuales, después del servicio correspondiente. Las unidades recibidas para recalibración serán sujetas a una revisión a fondo y de ser necesaria una reparación, ésta será realizada antes de la recalibración.

Apéndice B. Uso del calibrador con muestreadores no-volumétricos.

La función para la medición del flujo en el calibrador está diseñada para verificar el caudal de los instrumentos controladores de flujo volumétricamente "verdaderos". Un instrumento controlador de flujo volumétrico verdadero es aquel que está tomando en cuenta constantemente la presión ambiental y la temperatura. Los instrumentos muestreadores de aire de este tipo están limitados, en gran medida, por aquellos dispositivos diseñados originalmente para cumplir con el muestreo *designado de 2.5* de la EPA. Los instrumentos controladores del flujo de masa son utilizados con frecuencia para el muestreo de aire, debido a su estabilidad extrema. Hay dos tipos de controladores de flujo de masa. Los antiguos contienen un calentador y un termistor, llamados "Anemométricos", dado que es lo que se usa en un anemómetro de hilo caliente. Un ejemplo es el tipo de controlador de flujo de masa llamado muestreador "high-vol" (gran volumen). Estos sistemas de caudal, son alterados por la densidad del aire, (la presión barométrica y la temperatura ambiental). Estos sistemas han sido sustituidos por el sensor de flujo de masa verdadero (termistor – calentador – termistor)³. Este sistema no se afecta por las variaciones en la densidad del aire. Una vez que el caudal es establecido, la masa de aire que fluye a través del instrumento es constante. Un ejemplo del tipo moderno de muestreador de aire controlador de flujo de masa es el PQ100 de BGI. En algunas zonas de los Estados Unidos de América y en la mayoría del mundo se reconoce que lo que se refiere como flujo de masa es más apropiado llamarlo Flujo Estándar, p.ej. flujo o volumen corregido a un conjunto de condiciones estándares.

Dado que un muestreador controlador de flujo de masa verdadero se debe de fijar, por medio de una calibración, a una presión barométrica y temperatura seleccionadas por el usuario, el calibrador puede utilizarse para este tipo de instrumentos. Un cálculo simple será necesario para determinar si el instrumento controlador del flujo de masa opera correctamente. Este cálculo se muestra en el ejemplo siguiente.

Ajuste de las condiciones del instrumento

Caudal establecido:	16.7 Lpm
Temperatura de referencia:	20 °C
Presión Barométrica de Referencia:	760 mm de Hg

Caudal verdadero a través del muestreador = $Q_{ind} (T_{cal}/T_{ind}) \times (BP_{ind}/BP_{cal})$

Cuando las lecturas *indicadas* por el deltaCal son: $(T_{ind}) = 3C$; $(BP_{ind}) = 730$ mm de Hg y $Q = 16.4$

Entonces el caudal de la masa para las condiciones establecidas es = $16.4 (20 + 273.18)/(3 + 273.18) \times (730)/(760) = 16.7$ lpm

Por lo tanto, se ha demostrado que el caudal verificado a través de un muestreador varía un 0% con respecto del caudal de la masa establecido. Esta relación puede usarse para verificar cualquier conjunto de condiciones dentro del intervalo del calibrador.

Alternativamente, se puede realizar un cálculo previo y usar al calibrador para calibrar el muestreador de aire controlador de flujo de masa. El conjunto de condiciones deseadas del muestreador de aire son:

Caudal establecido: 16.7 Lpm
Temperatura de referencia: 0 °C
Presión Barométrica de referencia: 760 mm de Hg

Las condiciones del área donde se hace la calibración,

Temperatura indicada: 18 °C
Presión Barométrica indicada: 770 mm de Hg

El muestreador de aire deberá ajustar de manera tal que el caudal indicado por el deltaCal sea igual a:

$$= 16.7(T_{ind}/T_{cal}) \times (BP_{cal}/BP_{ind})$$
$$= 16.7 (18 + 273.18)/(0 + 273.18) \times (760)/(770) = 17.57 \text{ Lpm}$$

Otros dispositivos muestreadores de aire semi-volumétricos pueden calibrarse usando esta técnica. Ejemplos de instrumentos controladores de flujo semi-volumétrico son aquellos que utilizan un orificio crítico para controlar el flujo o mantener el flujo constante midiendo alguna función del caudal y ajustando la velocidad de la bomba para mantener el caudal aproximadamente constante. Estos dispositivos no se ajustan por la densidad del aire y, generalmente, se acepta que mantengan un caudal establecido con $\pm 5\%$, cuando se usan en exteriores.

Apéndice C. Lubricación

Hay dos puntos que requieren una lubricación cuidadosa: éstos son los dos "O" rings que se encuentran en la tapa de cada venturi dónde se instala el adaptador del tubo y los cuatro "O" rings localizados en el receptáculo en el que se inserta el venturi. Deben lubricarse con moderación con la yema del dedo. El lubricante más adecuado es una grasa automotriz de usos generales.

Apéndice D. tetraCal

Los instrumentos con una versión empezando en **2.5.4** o superior han tenido una expansión en sus utilidades por un cambio mayor en su programación. Debido a la naturaleza radical de estas mejoras y a la firme modificación en la manera de medir la temperatura ambiental, se ha seleccionado un nuevo nombre para el producto: **tetraCal**. Con el objeto de entender y utilizar estos cambios es necesario presentar un explicación más exhaustiva sobre las diferencias entre el caudal **Estándar** y **Actual**.

Hay dos maneras en la que los practicantes del muestreo de aire miden y tratan acerca del caudal. Cuando se trata de cumplimiento en materia de Higiene Industrial/Ocupacional, se habla Caudales **Volumétricos** o **Actuales**. Es el volumen de aire a la presión y temperaturas existentes en el lugar de muestreo. La EPA de EUA también especifica este tipo de medición para PM_{2.5}. usualmente, los medidores *Electrónicos* del tipo de burbuja, pistón, venturi y orificio registran la tasa de flujo volumétrico o **Q_A**. Hay excepciones que miden ambos.

La EPA, por razones Político Legales, usa **Q_S** conocida como la tasa del caudal **Estándar** para reportar PM₁₀. Esto significa que el caudal es reportado en condiciones **Estándares**. Para la EPA de EUA, estas condiciones son 25° C y 1 atmósfera de presión. (1 Atmósfera = 760 mm de Hg = 29.92 pulg de Hg = 1013.25 milibares = 1013.25 hecto Pascales).

Debido a que la masa de aire que fluye puede ser calculada desde Q_S se ha determinado llamarlo el **Flujo de Masa**.

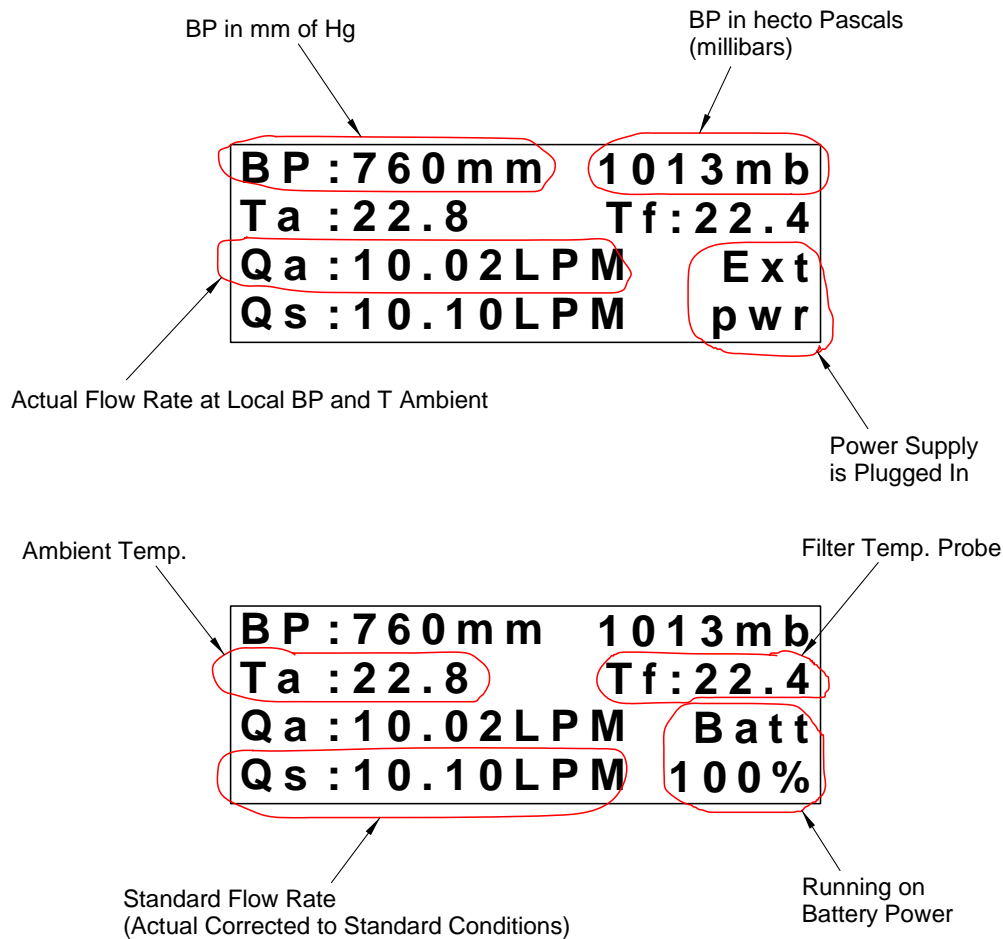
En el mundo, usualmente Q_S no se refiere al flujo de masa y es un estándar diferente. Las condiciones fuera de los EUA son 0° C y 1013.25 mb.

Los dispositivos volumétricos que se encuentran entre la mayoría de éstos pueden usarse para medir Q_S si hay también el conocimiento de T y PB, en el lugar inmediato, ya sea por el instrumento mismo o por un instrumento suplementario.

$Q_S = Q_a * (BP_a/760) * (298.15/(T_a+273.15))$ Para aplicaciones de EUA cuando T_S=25° C y BP_S=760 mm de Hg

$Q_S = Q_a * (BP_a/1013.25) * (273.15/(T_a +273.15))$ Para aplicaciones mundiales cuando T_S=0° C y BP_S=1013.25 mb

Aún cuando el tetraCal genera la información sobre Q_a, T_a y PB de manera continua, se decidió a mediados de 2006 implementar un nuevo código que proporciona tanto la información sobre **Q_a** como **Q_s**. Al mismo tiempo, se proporcionan las dos unidades más populares de la presión barométrica (mm de Hg y milibares o hecto Pascales). Esto resulta en dos nuevas pantallas;



3041

Recuerde, Qs es ajustado siempre bajo condiciones a nivel del mar, pero la Temperatura Estándar se ajusta siempre en la fábrica ya sea a **25 °C** (EPA EUA, Canada u otros países usando las condiciones de la EPA) o **0 °C**. Si la versión de la programación incluye la letra **W** (de world) la temperatura de base es **0 °C**.

El nuevo dispositivo para la medición de la temperatura ambiental es la Pantalla Gill. Debe ser incluida en todos los tipos de instrumentos ambientales incluyendo aquellos designados por la EPA de los EUA. Su función es el localizar el sensor de temperatura fuera del alojamiento dónde podría proporcionar un valor falso al ser calentado por los componentes eléctricos. Así mismo, protege al sensor contra el calentamiento por los rayos solares. Aún con la brisa más ligera, el sensor proporcionará la temperatura ambiental correcta en un minuto, aproximadamente. La configuración de los instrumentos equipados con la Pantalla se muestra en la Figura 1 D. La Figura 2 D muestra el acomodo de los componentes en el estuche de viaje. La Figura 3 D muestra el patrón de flujo interno del tetraCal, detallado esquemáticamente en la Figura 4 D.

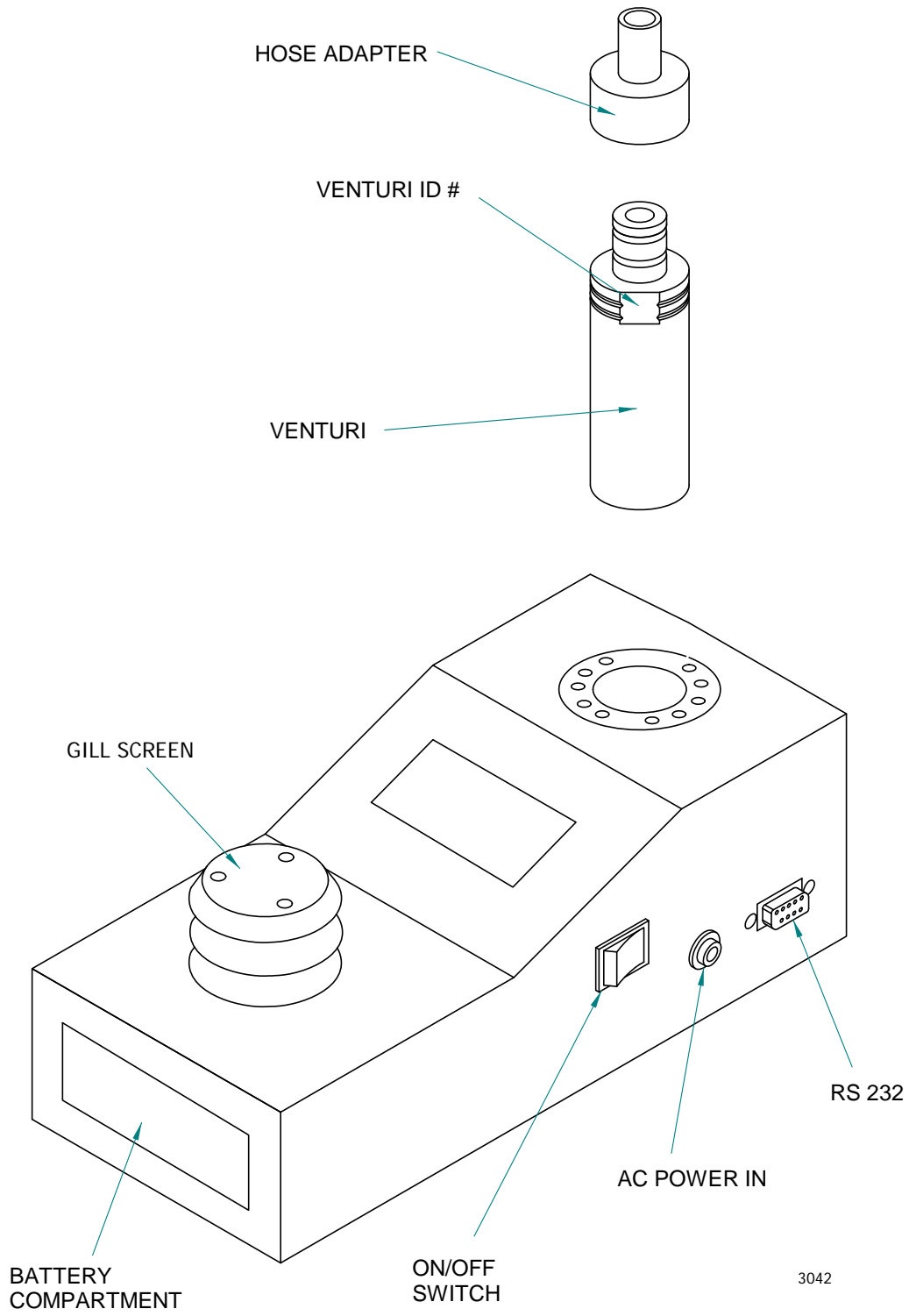
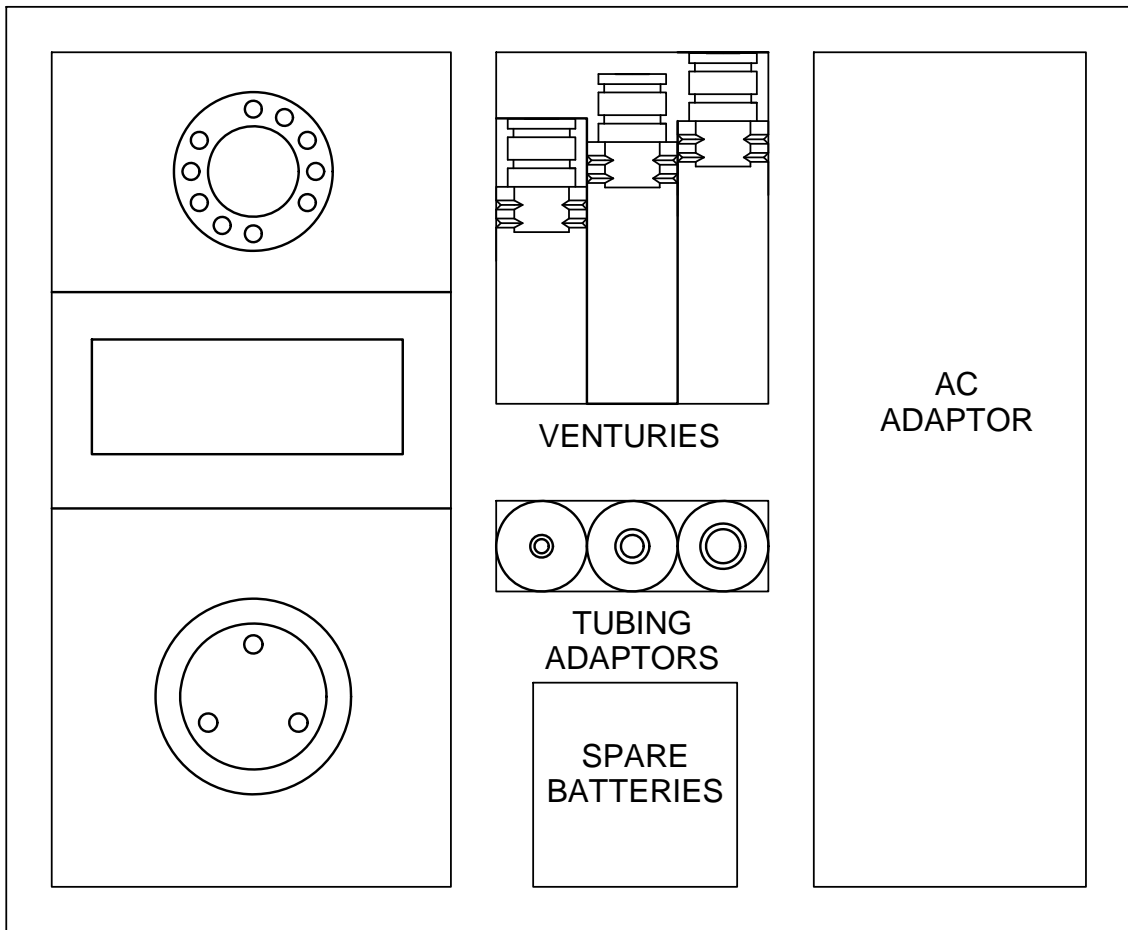
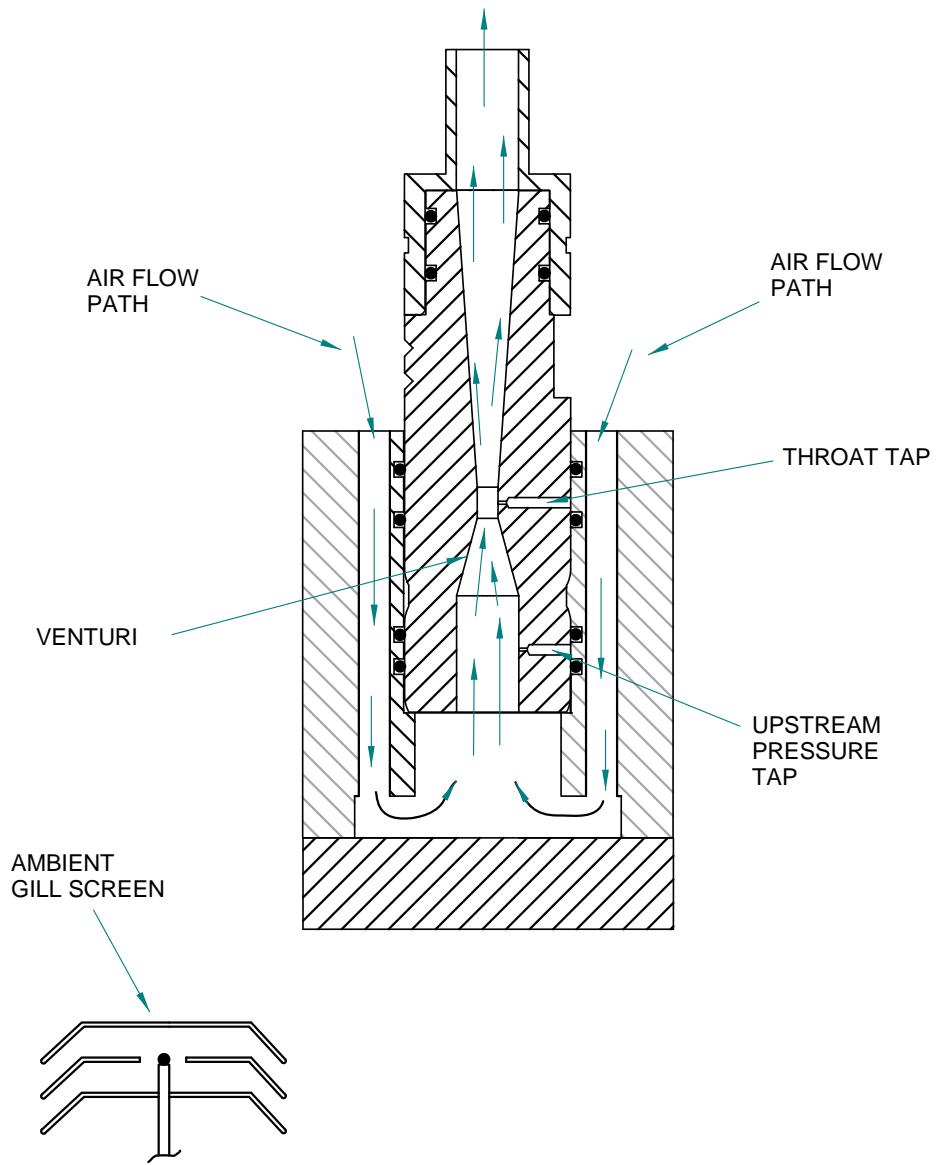


Figure 1D- tetraCal Assembly



3043

Figure 2D - tetraCal In Travel case



3044

Figure 3D - Sectional View of Measuring Section

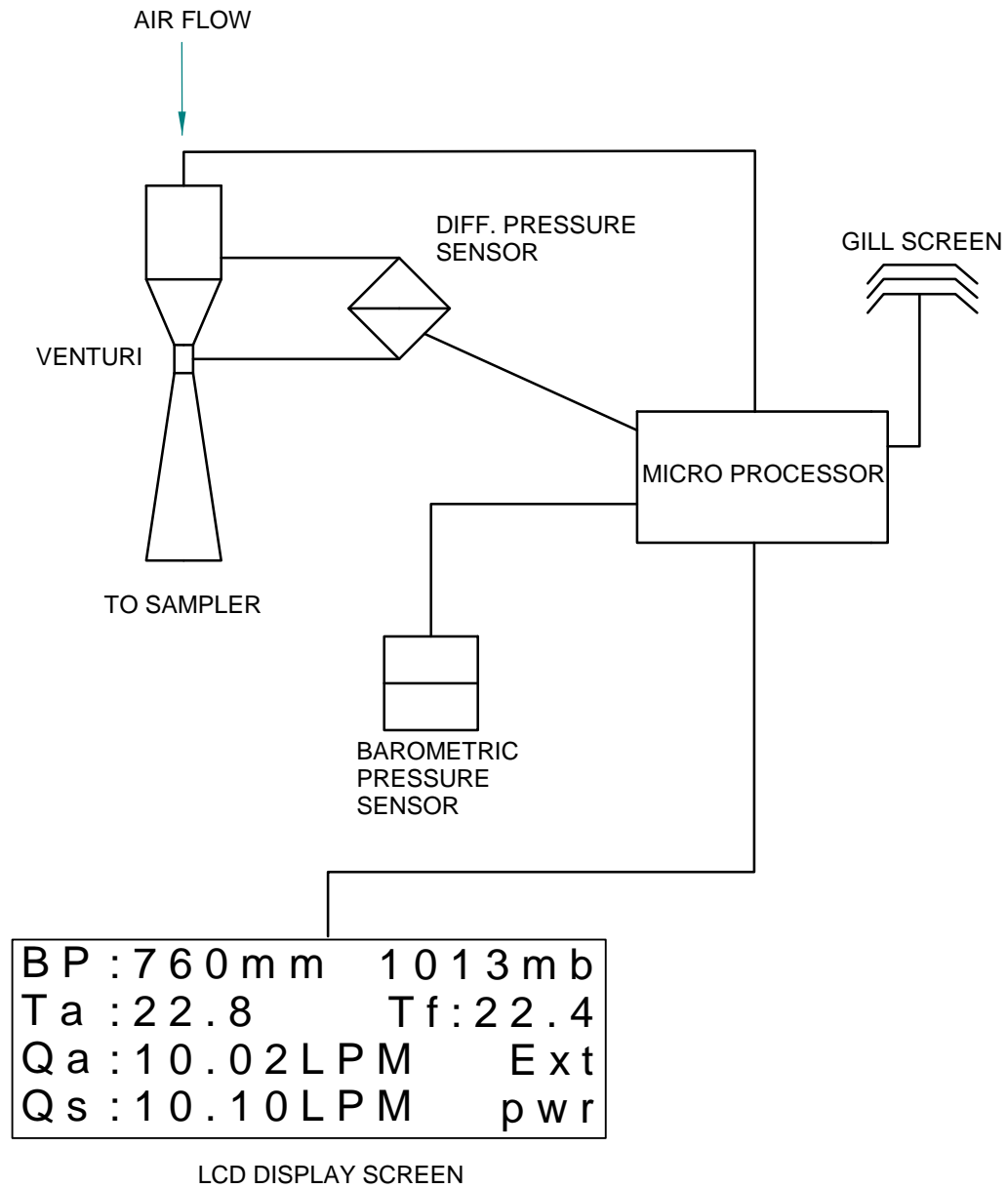


Figure 4D- Schematic Diagram of tetraCal

3045

Referencias

1. Fan Engineering, R. Jorgensen, ed. Buffalo Forge Co, Buffalo, NY. 6th Ed. 1961.
2. US EPA FRM 40 CFR Part 53, Federal Register, July 18, 1997.
3. Measurement Systems, E.O. Doebelin, McGraw-Hill Inc., New York, NY. 4th Ed. 1990.

Revisión Histórica

Versión 1.0	Primera presentación pública	Julio 2001
Versión 1.0.1	Aumento de Correcciones	Julio 2001
Versión 1.0.2	Corrección de Número de Partes	Julio 2001
Versión 1.0.3	Corrección de Número de Partes	Julio 2001
Versión 1.1	Revisión del procedimiento de calibración	Enero 2002
Versión 1.2	Aumento de tolerancias en la página de especificaciones	Julio 2003
Versión 1.3	Cambio del software a la Versión 1.4	Octubre 2002
Versión 1.4.1	Cambio del software a la Versión 1.6	Julio 2004
Versión 1.4.2	Aumento de la sección 7.4.3 Localización de Fallas	Noviembre 2004
Versión 1.4.3	Actualización del intervalo de temperatura	Junio 2005
Versión 1.5.0	Mejora de detalles, aumento del apéndice D	Marzo 2007
Versión 1.5.1	Correcciones menores	Abril 2007
Versión 1.6.1	Introducción del Software abierto de BGI	Enero 2008
Versión 1.6.2	Registro actualizado de la ISO	Mayo 2009