

¿Por qué Elkins Earthworks eliminó de su regulador de flujos de gas de vertedero FLO WING la placa de orificios?

Elkins Earthworks eliminó la placa de orificios tradicional en su cabezal de pozo y medidor de flujo de gas de vertedero FLO WING® para solucionar los problemas de acumulación de líquido y obstrucciones causados por el gas húmedo. El diseño clásico con placa de orificio obstaculizaba el flujo y provocaba que el condensado de agua se acumulara en los puertos de muestra o se colgara de la propia placa. Para superar estas fallas de ingeniería en los sistemas de extracción de biogás, la empresa implementó las siguientes mejoras tecnológicas:

Ventajas del Diseño FLO WING® sin Placa de Orificios.

- **Efecto Venturi Avanzado:** El sistema utiliza la tecnología patentada Flo Wing® (desarrollada originalmente por ENERGYneering Solutions Inc.) basada en el principio de Venturi. Esto permite medir con alta precisión las presiones estáticas y diferenciales del gas húmedo sin poner obstáculos en su trayectoria.
- **Gestión Eficiente de Condensados:** Al retirar la placa física, el agua condensada en las tuberías cae libremente de regreso al pozo. Esto evita por completo la acumulación de humedad en los puertos de medición y mantiene lecturas estables.
- **Acceso Directo al Pozo:** La ausencia de una placa central obstruyendo el paso permite introducir dispositivos de medición de nivel de líquidos directamente en el pozo sin necesidad de desmontar por completo el cabezal (*wellhead*).
- **Mayor Durabilidad:** Al eliminar las piezas internas propensas a la corrosión o al desgaste por el contacto constante con líquidos corrosivos del vertedero, el equipo reduce drásticamente sus necesidades de mantenimiento técnico.

¿Qué desventajas tiene no utilizar placa de orificios?

Aunque el diseño sin placa de orificios (como el tipo Venturi del FLO WING®) resuelve los problemas de acumulación de líquidos, también introduce ciertas limitaciones técnicas y operativas.

Estas son las principales desventajas de no utilizar una placa de orificios en la medición de gas de vertedero:

1. Menor flexibilidad para cambiar el rango de flujo (*Turn down ratio*)

- **Placa de orificios:** Si el flujo del pozo cae drásticamente o aumenta más de lo previsto, basta con abrir el cabezal y cambiar la placa por una con un orificio de diferente tamaño (diámetro "Beta") para ajustar el rango de medición.

- **Sin placa (Venturi):** El perfil aerodinámico interno está fundido o moldeado de forma fija en el cuerpo del regulador. Si el flujo del pozo cambia significativamente fuera del rango de diseño, se debe reemplazar el cabezal completo, lo que resulta mucho más costoso.

2. Mayor costo inicial de adquisición

- **Placa de orificios:** Es una tecnología extremadamente barata de fabricar. Consiste simplemente en un disco de metal o plástico con un agujero calibrado en el centro.
- **Sin placa (Venturi):** Requiere un proceso de manufactura e ingeniería mucho más complejo para lograr las curvas aerodinámicas precisas que generan la diferencia de presión necesaria. Esto eleva el precio de compra del equipo.

3. Mayor dificultad para la recalibración en campo.

- **Placa de orificios:** Es muy fácil verificar el desgaste físico del medidor. Se extrae el disco y se mide el diámetro del orificio con un calibrador para comprobar si el borde se ha redondeado o corroído.
- **Sin placa (Venturi):** No hay un borde claro que inspeccionar. Si la superficie interna se desgasta por la abrasión de partículas o se generan incrustaciones internas, la calibración de fábrica se altera y es muy difícil de verificar visualmente o corregir en el sitio.

4. Dependencia estricta de algoritmos del fabricante.

- **Placa de orificios:** Utiliza ecuaciones universales y estandarizadas (como la norma ISO 5167 o AGA 3). Cualquier software o técnico puede calcular el flujo conociendo el diámetro de la placa y la tubería.
- **Sin placa (Venturi):** Las curvas de flujo son patentadas y específicas de cada marca. Para obtener lecturas exactas, dependes por completo de las tablas de conversión, los factores de calibración o los analizadores de gases programados específicamente por el fabricante del equipo.

En muchos casos, los rellenos sanitarios, en su proceso de extracción de biogás para generación eléctrica, o simplemente, para quemarlo y cumplir con una normativa medioambiental, no optan por el sistema de control de flujo de biogás, eliminando la placa de orificios, y lo mantienen así por toda la vida del relleno sanitario hasta su cierre, en este caso, ¿sigue conviniendo un sistema Venturi como alternativa a solo instalar una manguera directa al pozo para extraer el biogás?

Sí, **sigue conviniendo un sistema Venturi** como el FLO WING® frente a la alternativa de conectar una manguera directa al pozo, incluso si el relleno sanitario planea operar sin realizar un control o regulación activa del flujo durante toda su vida útil. Aunque una manguera directa es la opción más barata y simple, carecer por completo de un punto de medición técnica genera graves problemas operativos y de cumplimiento. El sistema Venturi actúa como un punto de control pasivo y de diagnóstico crítico por las siguientes razones:

1. Monitoreo indispensable para la generación eléctrica.

- **El problema de la manguera:** Los motores de generación eléctrica por biogás requieren un flujo y una calidad de metano (CH_4) estables. Si extraes gas a ciegas con una manguera, corres el riesgo de "sobre extraer", introduciendo oxígeno del exterior al pozo. El oxígeno mata las bacterias anaeróbicas que producen el metano y arruina la mezcla de combustible para los motores.
- **La ventaja del Venturi:** Aunque no muevas una válvula para regular el flujo a diario, el Venturi te permite conectar un analizador portátil en cualquier momento para medir la presión diferencial (flujo) y la composición del gas. Esto te dice de inmediato si el pozo está saludable o si está fallando.

2. Cumplimiento normativo y fiscalización ambiental.

- **El problema de la manguera:** Para cumplir con las normativas ambientales (o para calificar en mercados de bonos de carbono), los rellenos sanitarios deben **demostrar y registrar cuántas toneladas de gases de efecto invernadero han destruido** en la antorcha. Con una manguera directa, es matemáticamente imposible auditar o reportar el volumen de gas extraído pozo por pozo.
- **La ventaja del Venturi:** El Venturi proporciona datos precisos de flujo que sirven como respaldo técnico ante las auditorías de las autoridades ambientales, demostrando que el sistema de captura realmente está funcionando de manera óptima.

3. Diagnóstico de fallas en la red (Cero obstrucciones)

- **El problema de la manguera:** El gas de vertedero sale caliente y saturado de agua. En una manguera directa, el agua se condensará y formará "tapones hidráulicos" (bolsas de agua). Al no tener puertos de medición, el técnico notará que el pozo no produce gas, pero no sabrá si el pozo se inundó, si se rompió la tubería bajo tierra o si la manguera está obstruida.
- **La ventaja del Venturi:** Al no tener placa de orificio interna, el Venturi permite que todo el condensado caiga libremente de regreso al pozo sin obstruir nada (igual que una manguera). Sin embargo, te da la ventaja matemática de medir la presión estática y de vacío para saber exactamente qué está pasando dentro del pozo sin necesidad de desarmarlo.

4. Balanceo inicial y longevidad del vertedero.

- **El problema de la manguera:** Un relleno sanitario es un sistema vivo que cambia durante décadas. Sin instrumentación, los pozos más cercanos a la estación de sopladores absorberán todo el vacío, mientras que los pozos lejanos no extraerán nada, generando fugas de biogás a la atmósfera y malos olores.
- **La ventaja del Venturi:** Aunque la intención sea dejar el sistema fijo "por toda la vida", el Venturi permite hacer un **balanceo técnico inicial** del campo de pozos. Una vez ajustado el sistema para que la extracción sea uniforme, los cabezales Venturi pueden quedarse fijos operando de forma pasiva y confiable, sin sufrir el desgaste o las inundaciones que destruirían a un sistema con placas de orificio.

Comparativa técnica rápida

Característica	Manguera Directa	Sistema Venturi (Sin Placa)
Costo inicial	Muy bajo	Moderado / Alto
Riesgo de obstrucción por agua	Alto (Tapones de condensado)	Nulo (Diseño aerodinámico abierto)
Capacidad de auditoría ambiental	Nula	Alta y precisa
Protección del motor de generación	Mala (Riesgo de succionar aire/oxígeno)	Excelente (Permite verificar calidad de gas)
Mantenimiento a largo plazo	Alto (Monitoreo visual a ciegas)	Mínimo (No tiene piezas móviles)

¿Por qué utilizar sistemas de "retención" o para bajar la presión o para regular el flujo de biogás en los pozos de los rellenos sanitarios?

La razón fundamental por la que necesitas restringir, retener o regular el flujo de biogás en un pozo —en lugar de simplemente absorber todo lo que se pueda— es que **un relleno sanitario es un reactor biológico vivo, no un pozo de gas natural tradicional.**

Si aplicas un vacío directo y sin control a un pozo, destruyes el proceso biológico que genera el gas. Regular el flujo es obligatorio por los siguientes motivos técnicos:

1. Prevenir la muerte de las bacterias (Mecanismo anti oxígeno)

- **La biología del vertedero:** El metano (CH_4) lo producen bacterias anaeróbicas estrictas, las cuales **mueren o entran en estado latente si hay oxígeno.**
- **El peligro de no regular:** Si un pozo extrae gas a libre demanda o con demasiada fuerza, genera un vacío tan alto que empieza a succionar aire exterior a través de la cobertura de tierra del relleno.
- **La solución:** Se restringe el flujo para mantener una presión ligeramente negativa (vacío controlado), extrayendo solo el biogás producido y bloqueando la entrada de aire atmosférico.

2. Evitar incendios subterráneos espontáneos.

- **El riesgo químico:** Si el aire exterior entra al vertedero debido a una succión descontrolada, el oxígeno se mezcla con el metano a altas temperaturas (causadas por la descomposición bacteriana).
- **El desastre:** Esto puede iniciar un **incendio subterráneo de combustión lenta.** Estos incendios son extremadamente difíciles de apagar, destruyen la infraestructura de tuberías plásticas y liberan gases altamente tóxicos a la atmósfera.

3. Mantener el balance termofílico / mesofílico.

- La descomposición orgánica genera su propio calor interno (normalmente entre 35°C y 55°C), ideal para que las bacterias trabajen a máxima velocidad.
- Si extraes gas en exceso sin una válvula de retención o regulación, introduces aire fresco del exterior que enfría el cuerpo del relleno, **congelando el proceso de digestión biológica** y reduciendo drásticamente la producción futura de metano.

4. Evitar el colapso de la presión del sistema (Estabilizar la red)

- Un campo de biogás tiene decenas o cientos de pozos conectados a un solo soplador central (extractor).
- Los pozos que están más cerca del soplador reciben mucha más fuerza de succión que los pozos lejanos.
- Si no pones un sistema para restringir o regular el flujo en cada pozo, los pozos cercanos "reventarán" absorbiendo aire, mientras que los pozos lejanos acumularán presión positiva, liberando gases de efecto invernadero y malos olores a los vecindarios cercanos.

En resumen: Regular es proteger el negocio y el ambiente.

- Regular el flujo (ya sea con placas de orificio, válvulas manuales o sistemas Venturi) es el freno de mano técnico que evita que el sistema de extracción "**sobre explote**" el pozo. No se regula para limitar la producción, sino para **garantizar que el pozo siga produciendo gas de buena calidad de forma sostenible durante 20 o 30 años.**
- Si deseas profundizar en este comportamiento, avísame si quieres conocer cuál es el porcentaje máximo de oxígeno (O_2) o nitrógeno (N_2) aceptable en el biogás antes de que se considere que un pozo está sobre-extraído, o cómo se realiza un **procedimiento de balanceo de campo.**

Si bien existen equipos analizadores de gas que piden ingresar datos sobre la placa de orificios, estos mismos equipos al conectarse a un sistema Venturi, ¿entregara algún dato erróneo o muestra de gas errónea?

El analizador de gases **no entregará una muestra de gas errónea** (la composición química del metano, dióxido de carbono y oxígeno será 100 % real), pero **sí entregará un dato de flujo (volumen de gas) completamente falso y erróneo.**

Es fundamental separar cómo trabaja el equipo para entender qué pasa exactamente:

1. La muestra de gas (% de CH₄, CO₂, O₂) siempre será REAL

- El analizador utiliza una bomba interna para succionar una pequeña cantidad de gas y pasarla por sus sensores infrarrojos y electroquímicos. No importa si la manguera está conectada a una placa de orificios, a un Venturi FLO WING® o al aire libre; el gas que entra a la cámara de medición es físicamente el que está dentro del tubo. La lectura de la calidad del biogás **no se altera.**

2. El dato de flujo (scfm, m³/h) será totalmente ERRÓNEO.

Aquí es donde ocurre el error crítico. Los analizadores portátiles (como la serie **GEM5000 de Landtec** o el **Envision de Elkins Earthworks**) no miden el volumen de gas directamente. Lo que hacen es medir la **presión diferencial (dP)** (la diferencia de fuerza entre antes y después de la restricción) y luego aplican una fórmula matemática interna para calcular el flujo.

Si el analizador tiene configurada una "placa de orificios" pero físicamente está conectado a un sistema Venturi FLO WING®, calculará el flujo de forma incorrecta por lo siguiente:

- **Ecuaciones matemáticas distintas:** La resistencia aerodinámica que ofrece un disco plano con un agujero (placa de orificio) genera una caída de presión muy diferente a la de un cono estilizado y fluido (efecto Venturi). Las constantes matemáticas de cálculo son incompatibles.
- **El factor de escala:** Para una misma cantidad de biogás pasando por la tubería, el Venturi generará una presión diferencial mucho menor que una placa de orificios (ya que el Venturi recupera la presión de forma eficiente). Si el equipo procesa esa baja presión pensando que viene de una placa de orificios, **calculará un flujo drásticamente menor al real** (subestimaré la producción del pozo).

¿Cómo se soluciona esto en la práctica?

1. **Configuración del Analizador:** Antes de tomar la lectura, debes ingresar al menú de configuración del ID del pozo en el analizador (ya sea en el propio equipo o mediante el software de gestión) y cambiar el tipo de elemento de medición de "Orifice Plate" a "**Venturi**" o "**Flo Wing**". El analizador solicitará el número de modelo o el tamaño específico del FLO WING® (por ejemplo, el modelo de 2") para cargar el algoritmo matemático correcto de Elkins Earthworks.
2. **Uso de Tablas de Conversión:** Si el analizador es antiguo y solo acepta placas de orificio, la única opción es configurar el equipo para que solo registre el dato crudo de presión diferencial (en pulgadas de columna de agua o milibares). Luego, el técnico debe tomar ese valor de presión y buscar el flujo real utilizando una **tabla o plantilla Excel de conversión provista por Elkins Earthworks / ENERGYneering Solutions**.

¿Si se necesita medir presión con analizadores de gas y solo cuentas con el sistema Venturi?

Cuando estás en campo con un analizador de gases (como el **Landtec GEM5000** o el **Elkins Envision**) y te encuentras con un pozo equipado con un sistema Venturi (como el FLO WING®), **el procedimiento no tiene por qué ser complicado ni demoroso**. En la industria actual del biogás, **no es necesario usar tablas de conversión manuales en papel** ni calculadoras externas, ya que los propios analizadores ya tienen cargados los algoritmos de ambas marcas. El procedimiento varía según el equipo que tengas en la mano:

Opción A: Si utilizas el analizador Elkins Envision.

- El Landtec GEM5000 nació históricamente optimizado para placas de orificio (como los pozos tipo *Accu-Flo*), pero las actualizaciones modernas de su software (**LAMS - Landfill Gas Analyzer Management System**) solucionaron este inconveniente.
 - El procedimiento estándar es:
1. **Configuración previa en software (LAMS):** La forma más rápida de trabajar en campo es configurar el catálogo de pozos en la computadora antes de salir. En el software LAMS, asignas a cada ID de pozo correspondiente el tipo de medidor "**Venturi**" o ingresas de forma manual el **Factor de Ajuste Técnico (Factor K)** provisto por Elkins para sus Venturi.

2. **Configuración directa en campo:** Si no lo hiciste en la computadora, puedes hacerlo directamente en los menús del dispositivo:
 - Vas a las opciones del pozo actual.
 - Seleccionas el tipo de dispositivo de flujo y cambias a **Venturi**.
 - Introduces las dimensiones físicas del Venturi solicitadas (diámetro interno de la tubería y diámetro de la garganta del cono)

3. **El dato de flujo:** Una vez guardado, el GEM5000 realiza la conversión matemática en su procesador y te muestra el flujo correcto en pies cúbicos estándar por minuto (scfm) o metros cúbicos por hora (m3/h)

¿Qué pasa si el analizador es muy antiguo o no tiene la opción Venturi? (El plan de respaldo)

Si estás usando un equipo viejo que **únicamente** permite ingresar tamaños de placas de orificio, la medición se vuelve un poco más lenta, pero sigue un procedimiento técnico exacto:

1. **Registrar Presión Cruda:** En el pozo, configuras el analizador para que ignore el cálculo de flujo y **solo registre el dato crudo de presión diferencial (dP)** en pulgadas de columna de agua (H2O) o milibares.

2. **Aplicar la Tabla de Conversión (Excel):** Al regresar a la oficina o mediante una tableta en campo, introduces esos datos de presión diferencial en una hoja de cálculo Excel oficial provista por el fabricante (Elkins Earthworks).

3. **La ecuación matemática subyacente:** La plantilla aplicará la fórmula real del efecto Venturi para gas húmedo:

$$Q = C_d \times A_2 \times \sqrt{\frac{2 \times \Delta P}{\rho \times (1 - \beta^4)}}$$

(Donde ΔP es la presión diferencial que midió tu Landtec, C_d es el coeficiente de descarga del Venturi, ρ es la densidad del biogás y β es la relación de diámetros del cono).

Resumen de la experiencia en campo.

- **¿Es demoroso?** No. Si el pozo ya está pre-configurado en la ruta de muestreo del analizador, toma **0 segundos adicionales** en campo. Si debes cambiarlo manualmente en la pantalla, toma unos **15 segundos**.
- **¿Es complicado?** No, siempre y cuando conozcas el diámetro o modelo exacto del Venturi instalado en el pozo para poder ingresar el dato correcto al analizador.