

# OPACIMETRO

*Progress five/Capelec 430*

Manual Técnico

*Progress five* Analizadores Progresivos de México, S.A. de C.V.

Ernani #122, Col. Miguel Hidalgo, Del. Tláhuac, México 13200 D.F.

Phone: (52) 55 58599655; 58599656; 19962376; 19962377

FAX : (52) 55 58590333

NEXTEL ID 52\*146285\*4; \*5

email: [progressfive@progressfive.com](mailto:progressfive@progressfive.com)

Website [www.progressfive.com](http://www.progressfive.com)

## 1.- INTRODUCCION

El nuevo Equipo "*Progress five/Capelec 430*" para la medición de Opacidad diseñado por "**Progress Five Analizadores Progresivos de México, S.A. de C.V.**" R&D y "**CAPELEC**" R&D es beneficiario de la mas avanzada Tecnología, logrando un Equipo Preciso, Compacto, Semi-Ligero y Durable.

Estamos seguros que este Equipo le proporcionará completa satisfacción y le asegurará el cumplimiento de su Normatividad local, ya que se posiciona en el Mercado de SMOKE METERS como un Producto Diferente, diseñado para cumplir las especificaciones de aquellos Países para los cuales la Longitud efectiva de camino Óptico deba ser exclusivamente de 430 mm y solo admitan la presentación de resultados **en Opacidad porcentual (%) y/o factor K (Coeficiente de Absorción de Luz m<sup>-1</sup>)** medidos directamente en cámaras de 430 mm de longitud efectiva de camino óptico.

## 2.- REFERENCIA NORMATIVA

El Opacímetro "*Progress five/Capelec 430*", fue designado para cumplir y hacer cumplir las regulaciones de la Comunidad Económica Europea, así como con las Regulaciones Internacionales y americanas contenidas en las Normas:

- NF R 10-025
- ISO 11614:1999(E),
- SAEJ225v001 Diesel Engine Smoke Measurement. (SAEJ225v001 Medición del Humo en Motores Diesel)
- NOM-045-SEMARNAT-2006 (MEXICO)

## 3.- CARACTERISTICAS DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES.-

**3.1.- Sonda para Toma de Muestras.-** consiste en una Manguera flexible de 40 cm, Punta de acero inoxidable de 34.3 cm de longitud y pinza de sujeción integrada, con longitud total de Sonda de 74.3 cm; distancia diseñada por los Fabricantes para tomar y conducir la muestra del escape de los vehículos a diesel a la cámara de medición dentro del Equipo, evitando al máximo permisible el enfriamiento y degradación de la Muestra, permitiendo a la vez un manejo flexible del Equipo.

**3.2 Gabinete.-** de Acero esmaltado con pintura electrostática de alta duración, con superficies interiores anti reflejantes; Diseñado para absorber choques y vibraciones, protegiendo a la Cámara de opacidad de las diferentes condiciones climáticas y ambientes. Cuenta con una Asa de sujeción y 2 soportes laterales para un fácil manejo

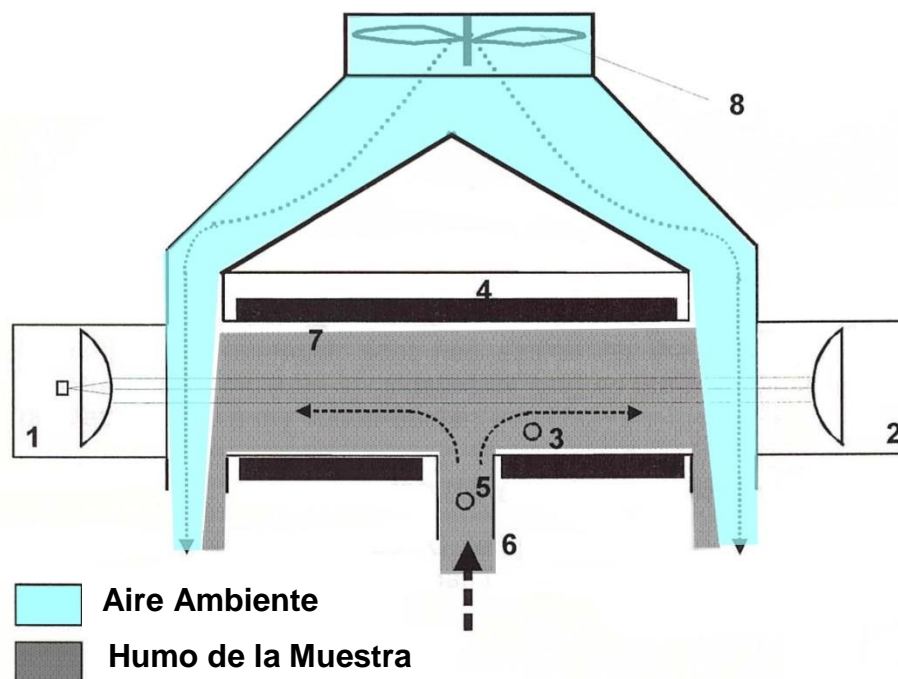
Medidas exteriores: 250 mm x 620 mm x 170 mm

Peso total, incluyendo el asa y los soportes: 8.6 Kg.

### 3.3 Cámara de Opacidad.-

#### 3.3.1.- DESCRIPCION

Esquema funcional de la medición en la Cámara de Opacidad:



- 1.- PCB Tarjeta Fuente emisor, (contiene el LED verde)
- 2.- PCB Tarjeta Detector de haz de luz
- 3.- Sensor de Temperatura de la cámara de medición
- 4.- malla de calentamiento de la cámara de medición
- 5.- Sensor de Temperatura del Gas de muestra a la entrada
- 6.- Boquilla de entrada de Gas de muestra
- 7.- Cámara de medición
- 8.- Ventilador, generador de aire limpio

### **3.3.2 Longitud Efectiva de camino óptico.-**

Es igual a 430 mm después de la medición; y corresponde a la anchura media de la columna de humo, dentro de la cámara de medición, (color gris en la imagen anterior) a la altura central del rayo de luz, acotada por el corte que le hace el aire limpio (color azul) al pasar por los Venturis de escape.

La longitud efectiva del Instrumento depende del flujo de aire perpendicular producido por el Ventilador. Por lo tanto el control de la velocidad a la que gira el Ventilador es muestreada siempre por el Sistema, asegurando mantener la longitud efectiva del camino óptico de 430 mm en todo momento.

### **3.3.3 Paredes de la Cámara de Opacidad.-**

La superficie interior de la Cámara es de Aluminio Anodizado Negro Mate para evitar totalmente cualquier reflexión de luz; La cámara de Opacidad consiste en un tubo de pruebas de 402 mm ( $\pm 0.5$  mm) de longitud con diámetro interno de 21 mm.

Pequeñas partículas de carbón pudieran formar depósitos en el interior del Tubo de pruebas, lo cual no modifica el resultado de las mediciones, ya que dichos depósitos no forman una pantalla entre el emisor y el receptor, a menos que la acumulación de depósitos sea tal que reduzca el diámetro interior del tubo de pruebas, lo cual deberá ser corregido con un servicio de mantenimiento.

### **3.3.4 Ventanas del LED emisor y del receptor.-**

En ambientes muy sucios, eventualmente algunas partículas muy grandes podrían introducirse por el flujo de aire ambiente del ventilador y podrían formar depósitos en las ventanas de dichos componentes, lo cual es relativamente infrecuente. Una limpieza mensual de las ventanas con un paño suave de algodón es suficiente para mantener el Equipo. Si en algún momento se acumularan demasiados depósitos que impidieran las lecturas precisas, el Equipo enciende un bit de status con aviso en pantalla para el operador, invalidando las mediciones hasta que no se efectúe la limpieza correspondiente.

### **3.3.5 Condensación de agua.-**

El Tubo de pruebas de la Cámara de Opacidad es mantenido constantemente a 80° C de Temperatura, por lo que difícilmente podría existir condensación en las paredes del tubo; la temperatura de operación es tan alta que aun en las peores condiciones de humedad ambiente, jamás se alojará el agua en las paredes del tubo.

### 3.4 Fuente de Luz.-

La fuente o emisor de luz consiste en un LED verde controlado por el micro controlador del Equipo; Emite una luz visible entre 480 nm. y 680 nm. con pico de 565 nm. El LED emite pulsos sincrónicos cada 20 ms. Lo cual reduce el ruido producido por la estática de la luz ambiente. El emisor esta protegido por un lente convexo para disminuir la reflexión en las paredes del tubo de pruebas.

Cada 20 ms. el emisor se enciende y apaga alternativamente permitiendo al Detector ubicado al otro extremo de la Cámara de Opacidad diferenciar correctamente los Estados de una Opacidad igual a cero (Luz encendida y aire transparente en la cámara) y una opacidad igual al 100% (Luz apagada y oscuridad completa, simulando la máxima opacidad al no registrarse ninguna emisión de luz).

Esto permite compensar cualquier efecto de la luminosidad exterior al sistema (la intensidad de la luz ambiente en que el Equipo es operado).

### 3.5 Detector.-

El Detector es un Foto-diodo protegido por un lente, que colecta la luz proveniente de la muestra de gas. El detector es mantenido a una temperatura de 45° C para evitar las variaciones provenientes por el cambio de la temperatura exterior. Al realizar un Auto-Zero el Detector se posiciona sucesivamente en el Estado de opacidad cero (Luz encendida) y en opacidad de 100% (Luz apagada), administrando un factor de sensibilidad para contrarrestar el posible empañamiento de los lentes tanto del Emisor, como del Detector. Un control automático de ganancia en la señal del Detector permite el ajuste a la escala completa para optimizar la precisión de las mediciones en todo momento.

### 3.6 Fuente de poder.-

El Opacimetro "*Progress five/Capelec 430*", esta diseñado para energizarse desde 13.5 VDC, 110 VAC hasta 230 VAC, para adaptarse a la fuente de energía seleccionada por el Fabricante de Equipo Original OEM, para dotar al instrumento de alimentación continua de Voltaje:

Rango de Operación:	13.5 VDC ± 15%
Potencia requerida:	65 W
Alternancia de Voltaje:	
Rango de Operación:	110-230 VAC + 10 % - 15 %
Frecuencia:	50 – 60 Hz ± 2%

Cumpliendo con los requerimientos de la Comunidad Europea CE (Certificados disponibles a solicitud especifica).

### **3.7 Ventilación.-**

El Equipo cuenta con un ventilador plano de 62,500 horas de operación, controlado automáticamente por el micro-controlador. El ventilador previene el ensuciamiento de los lentes, provee la longitud efectiva de camino óptico y favorece la evacuación del gas de muestra tomado del escape de los vehículos; permitiendo un flujo superior a 10 l/s en cada extremo de salida de la cámara de opacidad.

La operación del ventilador es continuamente monitoreada en su velocidad de rotación. Un bit de status se enciende y se avisa en pantalla al operador cuando la velocidad del ventilador sale de los rangos establecidos, solicitando el mantenimiento o cambio del ventilador para recuperar su velocidad de rotación.

El ventilador también es controlado por un sensor de RPM para control del flujo de aire.

Convirtiéndose en un elemento esencial para la precisión del instrumento.

### **3.8 Calentamiento.-**

El Instrumento alcanza su temperatura normal de operación cuando los bits de status de control de temperatura de la cámara de opacidad y los de los detectores se apagan, indicando que se encuentran dentro de límites normales de temperatura. El tiempo de calentamiento no excede de 10 minutos partiendo de una temperatura ambiente de 0 a 50° C.

### **4.1 Linealidad de las mediciones.-**

La señal amplificada del detector es compensada en su linealidad en función de la intensidad relativa con respecto a las condiciones del Zero tanto para el Led emisor en "ON" como para el Led emisor en "OFF", calculando el valor de "K" y de N% para la longitud efectiva real de 430mm del Instrumento.

#### **Conversión de N en k:**

El valor de N es expresado en % y el de k es expresado en  $m^{-1}$ .

Todos los elementos matemáticos requeridos se encuentran integrados de tal manera que el Instrumento proporciona directamente el valor de opacidad seleccionado (máximo de la curva del filtro tanto en k, o en N o en ambos). Antes de cada medición es necesario asegurarse que los filtros (coeficientes  $C_n$  y  $C_k$ ) almacenados en la memoria EEPROM se encuentran correctamente parametrizados.

#### **4.2 Rango de las escalas.-**

Valor de N

Rango de Escala de 0.00 a 99.9 %

Valor de k

Rango de Escala de 000 a 9.99 m<sup>-1</sup>

#### **4.3 Resolución.-**

La opacidad obtenida en porcentaje del Instrumento se presenta con resolución de 0.1%.

El valor máximo de la curva de opacidad obtenida en m<sup>-1</sup> se presenta con resolución de 0.001 m<sup>-1</sup>

#### **4.4 Precisión.-**

< 1.0 % de opacidad en todo el rango

< 0.5 % garantizado al final de la validación de la producción de la curva de opacidad.

#### **4.5 Tiempo de Respuesta.-**

##### **4.5.1 Tiempo de Respuesta Físico.-**

Es el tiempo considerado entre el momento en que la muestra de gas sale del tubo de escape del vehículo a muestrear y el momento en que el Instrumento mide la opacidad incidente bruta (no Filtrada) respetando la precisión <0.200 segundos.

##### **4.5.2 Tiempo de Respuesta Electrónico.-**

Es el tiempo que tarda el Instrumento para visualizar el 90% del valor de una opacidad al pasar de 0% a 100% para T=0s; en donde el Tiempo depende directamente del Filtro aplicado en la curva de opacidad.

Ejemplo:

Para el tiempo de respuesta de 1 segundo, se recomiendan usar las siguientes constantes:

Aprobadas en Francia:

Ck=0.141  
Cn=0.046

Aprobadas en España:

Ck=0.160  
Cn=0.035

Aprobadas en Italia:

Ck=0.131  
Cn=0.035

Se recomienda solicitar ayuda a CAPELEC a fin de determinar las Constantes mas adaptadas con relación a un requerimiento específico de Tiempo de Respuesta de cada Normatividad.

#### 4.6 Otras mediciones diferentes de la opacidad.-

Medición	Tipo de Sensor	Rango Normal de Operación	Rango de Medición	Valor Típico	Resolución. Precisión de la medición
Temperatura del Detector (°C)		40..50	0..128	45	1 2 %
Temperatura Ambiente (°C)		0..50	0..128		1 2 %
Temperatura del Tubo (°C)		60..150	0..150	80	1 2 %
Temperatura del Gas (°C)		40..230	0..256	<40	1 1 %
RPM del Ventilador	Hall	2400..2900	600..9999	2700	100 5 %
Voltaje (V) Alimentación CPU	CAN	11.54..15.53	0..24	13.5	0.01 2 %

#### 4.7 Tecnología del Procesador.-

MOTOROLA 68HC12 (8bits-2 MHz)



## **5 INFORMACION ESPECÍFICA SOBRE LAS FUNCIONES INTERNAS DEL INSTRUMENTO.**

### **5.1 Zero.-**

Cuando se ejecuta el Auto-Zero, el emisor de la fuente de luz se enciende y apaga alternativamente de forma que el Detector identifique el estado que corresponde a una opacidad igual a Zero (Luz encendida y Gas no presente en la Cámara) y opacidad igual al 100% (Luz apagada con obscuridad absoluta simulando el máximo de opacidad, ninguna fuente de Luz detectada).

De ambas 2 mediciones el Instrumento realiza una corrección en las mediciones de manera que el valor de la opacidad sea nulo para la condición de Zero.

El Auto-Zero debe efectuarse antes de cada medición de un vehículo. Se recomienda integrarlo en el inicio del procedimiento de prueba y antes de que la sonda sea insertada en el tubo de escape.

### **5.2 Control de la Linealidad.-**

Es posible ajustar la intensidad del LED Emisor a un valor comprendido entre 0 % y 100 % (dentro de 32 niveles diferentes de intensidad). Permitiendo un rápido control de las variaciones eventuales en la precisión (para un punto) y la linealidad (para varios puntos), debido a las condiciones de uso.

### **5.3 Eventual ensuciamiento de los Lentes.-**

Debido a una posible acumulación de hollín en las paredes de las ventanas del Instrumento, la intensidad del LED puede ser atenuada; si la atenuación aporta una intensidad menor que el límite mínimo autorizado, un correspondiente bit de status es encendido.

El establecimiento de este bit implica que el usuario tiene que limpiar los cristales del Instrumento; este Control se efectúa para cada Auto Zero.

El factor de limpieza de las ventanas del Instrumento se corresponde con el umbral mínimo de la intensidad, para respetar la linealidad de las operaciones en el campo. Durante la Fabricación del instrumento este límite se establece en 50% y se almacena en la memoria EEPROM.

Este Límite (factor de limpieza de las ventanas) en % representa el nivel máximo de intensidad que está disponible después de la fabricación del Instrumento.

Este valor máximo de intensidad también se almacena en la memoria EEPROM.

#### **5.4 Protección contra el Sobre calentamiento.-**

Las mediciones de temperatura se controlan unas a otras. Durante el periodo de Pre Calentamiento El Procesador controla el funcionamiento de la regulación de la temperatura; Durante la medición cualquier anomalía detectada sobre la temperatura requerida se acciona la detención (Stop) del calentamiento.

Esto reduce el riesgo de sobrecalentamiento debido a un eventual mal funcionamiento del sensor utilizado para controlar la regulación de la temperatura.

#### **5.5 Función de reposo automático.**

El Instrumento puede ser parametrizado para cambiarse automáticamente al modo de espera o de reposo (Standby). También puede ser ordenado para entrar en modo de reposo o de paro, mediante un comando.

La suspensión automática o comandada (Standby) implica la detención del ventilador, mientras que los elementos para el calentamiento de la cámara continúan regulados para mantener la temperatura de trabajo constante.

El modo de espera se acciona automáticamente X minutos (programables) después del último comando enviado al puerto serial por el operador del Computador.

El valor de X se almacena en la EEPROM y puede ser modificado por la interfaz del usuario (por default X = 5); para desactivar el modo automático el valor de X debe fijarse en 0.

### **6 COMUNICACIONES.-**

#### **6.1 Con la PC**

La comunicación es serial y se realiza mediante un puerto RS232.

El cabezal del Instrumento requiere simultáneamente 13.5 VDC de potencia.

Parámetros del RS232:

- Velocidad 9600 Baudios
- Data 8 bits
- Paridad 0
- Parada 1 bit

## 6.2 Principio General.-

El manejo del Instrumento a través del Puerto Serial es fácil de implementar. Cada comando se compone de un carácter ASCII, de los argumentos (dependiendo del comando) y de una suma de comprobación (checksum).

El instrumento debe responder a cada comando que reciba, dentro de los 30 ms después de la recepción del último carácter del comando.

El sistema que maneje el instrumento debe enviar un solo comando a la vez y debe esperar la respuesta: aceptado o no aceptado, cualquiera que esta sea.

## 6.3 Sintaxis de los Comandos.-

La Sintaxis de los comandos es como sigue:

Envío : <commando character>[<data 1>...<data n>]<checksum>

Byte: 1 n 1

checksum=-(sum[1..n+1] of the bytes) modulo 256

Toral number of characters : n+2

Recepción:<commando character>[<data 1>...<datat n>]<checksum>

1 n 1

## 6.4 Comandos Inválidos.-

Cuando la interfase del Computador llama a una función inexistente, o cuando hay un error de Sintaxis o de la Comunicación, El instrumento manda un NAK:

Recepción: <NAK=0x15><checksum=0xEB>

## 7. ALGORITMOS.-

### 7.1 Encendido del Instrumento.-

Si b2.6 o b2.7 están activos, Se Detiene la prueba, el Instrumento debe ser reparado.  
Bucle {  
    Usa el comando 'u' y espera el error para los bits diferentes de b1.1, b1.2, b1.3,  
    b2.4 igual a zero.  
Se Comanda un zero.

### 7.2 Zero.-

Bucle {  
Se Ordena un zero con el comando 'l'.  
Lee los bits de status y de opacidad (comando 'u') mientras b2.0=1 Cuando b2.0=0 :  
Si todos los bits diferentes de b1.4 y b2.5 son "null" y la opacidad es por debajo de 2.0  
%, a continuación, sale del bucle.  
De lo contrario, uno continúa con la inicialización y uno se va de la prueba.  
}

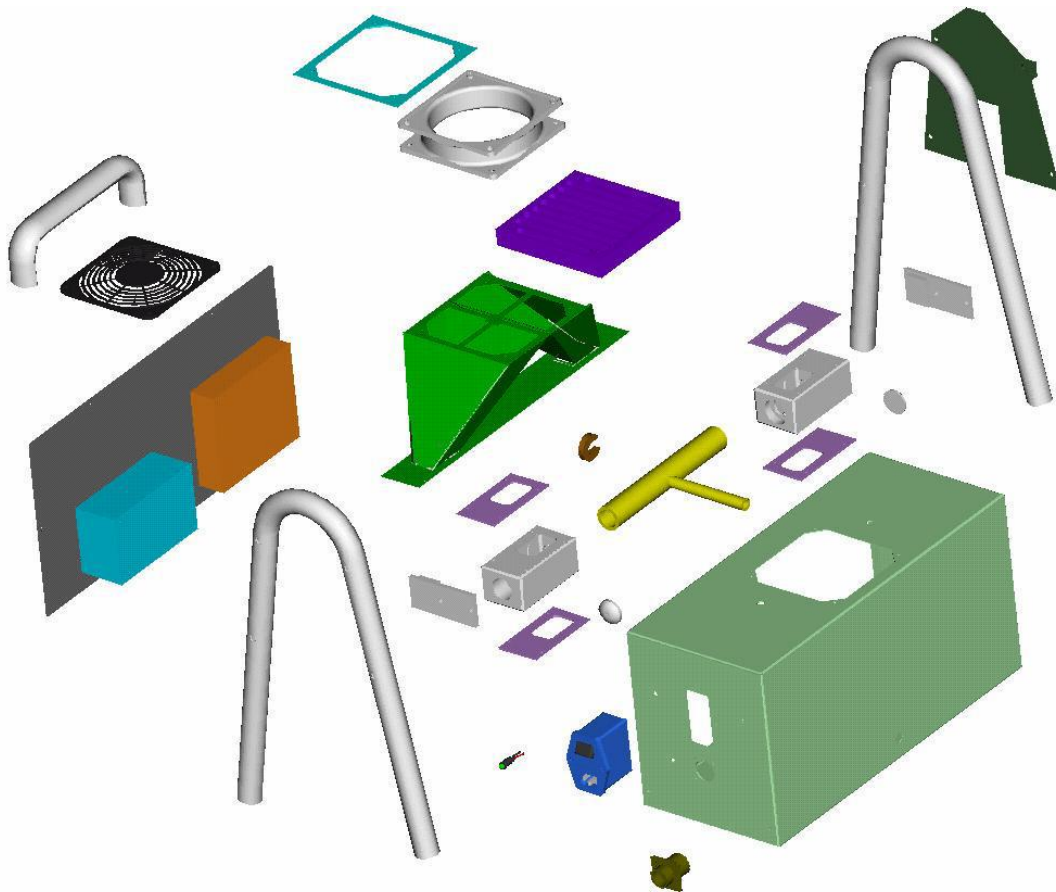
### 7.3 Mediciones durante una aceleración.-

Establece el modo de adquisición de datos (comando 'a')  
Lee la opacidad filtrada ('u') completa (as long as) mientras la variación se encuentre  
por debajo de 0.20 m-1  
Cuando la variación de opacidad empieza arriba de 0.20 m-1 (al iniciar la aceleración)  
dispara trigger ('t')  
Bucle{  
Obtiene el factor ('w')  
Obtiene los puntos de la curva entre el factor anterior y nuevo factor ('0x8a').  
El nuevo factor se convierte en el factor previo.  
} Lee la opacidad completa (as long as) mientras se realiza la aceleración  
Termina la toma de muestras ('q')  
Obtiene el resultado ('b')  
Despliega las máximas

**8. MAPEO DE LA EEPROM.-**

Variable	Descripción	Dirección en EEPROM	Tamaño en Byte	Valor por defecto
STATUS	Tipo de filtro	0	1	0x92
POLE_K	Valor del filtro en la curva N	1	2	141
POLE_N	Valor del filtro en la curva K	3	2	46
T_THRESHOLD	temperatura mínima del Gas durante la medición	5	1	40
C_CLEANWINDOW	Límite del umbral de suciedad	6	1	50
STANDBYTIME	Tiempo de espera antes de pasar a reposo standby (en minutos)	7	1	5
ZEROP	Valor de la intensidad en el ultimo zero	8	2	3000
RESERVED		10	2	
RESERVED		12	1	
GAINCONTROLi	Valor de la ganancia	13	1	
RPMUPi	Valor Max. de RPM/1000	14	1	29
RPMDOWNi	Valor Min. de RPM /1000	15	1	21
POWERDOWNi	Valor Min. de alimentación	16	2	2192
POWERUPi	Valor Max. de alimentación	18	2	2989
TGASOFFSETi	Valor de muestreo sensor de temperatura gas	20	1	0
RESERVED		21	1	Valor
NOSERli	Numero de serie de la unidad	22	6	00100
50% filter value		29	2	500
BAUDRATE	0=9600 1=19200 (solo para V2.xx)	31	1	0
BLUETOOTH	0=RS232 1=BLUETOOTH	32	1	0
TTUBEREGUL	Regulación de temp del tubo	33	1	80
PRESSOFFSET	Offset del sensor de Presion	34	1	0
RESERVED	Reservado para futuro	35..50	20	
USER	Zona que puede ser utilizado por el cliente	51..98	48	
RESERVED2	Reservado Byte	SIEMPRE 99	1	SIEMPRE 0x00

**9. DESPIECE GENERAL.-**



**10. ENSAMBLE.-**

