

Sistema D.B.O.

Demanda Bioquímica de Oxígeno

Equipos Velp para determinación Manométrica de la D.B.O.

(Sistema DBO de 6 plazas – Sistema DBO de 10 plazas)



Manual de Operaciones

IMPORTANTE:

LEA LA INFORMACIÓN CONTENIDA EN EL PRESENTE MANUAL ANTES DE USAR EL APARATO. EL FABRICANTE NO ASUME NINGUNA RESPONSABILIDAD DEBIDA A UN USO INADECUADO DEL EQUIPO O QUE NO SIGA LAS INSTRUCCIONES DE USO.

Las etiquetas adheridas al aparato advierten al usuario de los peligros a los que está expuesto durante su uso y mantenimiento. Las etiquetas no deben despegarse de la unidad y es imprescindible cambiarlas si dejan de ser legibles.



Advertencia de peligro

Leer cuidadosamente las indicaciones de seguridad descritas en la parte inferior.



No tirar el equipo a un contenedor de basura urbano.



Comienzo de utilización:

No comience a trabajar con el equipo hasta haber leído completamente el manual de instrucciones.

NORMAS DE SEGURIDAD

No dé la vuelta a la botella de D.B.O. con una muestra en su interior mientras el equipo de medición colocado en su sitio.

LIMPIEZA

Use un paño húmedo y no emplee detergentes inflamables ni abrasivos.

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL

El equipo utilizado para la protección personal debe ser compatible con los posibles peligros que se deriven de los materiales de trabajo, el uso de mercurio y las botellas y capilares de vidrio.

MANTENIMIENTO

De acuerdo a la legislación sobre garantía de los productos, el instrumento debe repararse en nuestra fábrica, salvo que existen contratos distintos con nuestros agentes.

GARANTÍA

Entra en vigor a partir de la fecha del albarán y está asociada con el número de registro del aparato individual. El fabricante, comprometido con una mejora continua de sus productos, se reserva el derecho a modificar cualquier de sus características sin previo aviso.

CONTENIDOS

1. Prefacio	4
2. Descripción del equipo	5
2.1 Sistema D.B.O.	5
2.2 Sensor D.B.O.	5
3. Revisión del instrumento a su recepción	5
4. Montaje e instalación	6
5. Controles de funcionamiento	6
5.1 Sistema D.B.O. (unidad de agitación)	6
5.2 Sensor D.B.O.	6
5.2.1 Programando y arranque	7
5.2.2 Elección de la escala	7
5.2.3 Ciclo de medición	8
5.2.4 Visualización de los valores memorizados	8
5.2.5 Alarmas	9
5.2.6 Esquema del conjunto	9
6. Comienzo del ciclo de medición	10
7. Operaciones al final del trabajo	10
8. Mantenimiento	11
9. Recambios	12
10. Especificaciones técnicas	13
11. Esquema eléctrico	14
12. Esquema de conexión	15

Métodos analíticos

13.1	Introducción	16
13.2	Métodos para la medición de la D.B.O.	17
13.3	Productos químicos requeridos	17
13.4	Selección de las escalas manométricas	18
13.5	Ejemplos de curvas experimentales	20
13.6	Ejemplos de valores de DBO^5_{20}	21
13.7	Pretratamiento de las muestras	21
13.8	Neutralización de las muestras	22
13.9	Eliminación de agentes desinfectantes	22
13.10	Eliminación de metales tóxicos	22
13.11	Inhibición de la nitrificación	23
13.12	Siembra bacteriana	24
13.13	Adición de nutrientes	25
13.14	Estándares D.B.O.	26
13.15	Cálculo del resultado	26

1. Prefacio

Los microorganismos ya presentes o inoculados deliberadamente en una muestra de agua que contiene materia orgánica biodegradable usan oxígeno para sus procesos bioquímicos y producen un volumen equivalente de dióxido de carbono. Si el proceso se desarrolla en un sistema cerrado y el dióxido de carbono es absorbido por un fuerte álcali, por ejemplo cal sodada (una mezcla de óxido de calcio e hidróxido de sodio, con una capacidad de absorción de dióxido de carbono de un 20%) o potasa cáustica, puede medirse un descenso progresivo de la presión interna. Velp Scientifica ha desarrollado, en conformidad con las normas internacionales de seguridad, un innovador aparato electrónico sin mercurio, el Sensor de D.B.O., que puede usarse con los equipos de agitación **D.B.O. System 6** o **D.B.O. System 10** para botellas de D.B.O. 6 o 10. El sensor de D.B.O. está atornillado directamente a cada botella: está provisto de un transductor de presión controlado por un microprocesador que permite memorizar cinco valores de D.B.O. medidos en intervalos de 24h. Puede tomarse una lectura en pantalla del valor progresivo de D.B.O. en cualquier momento, incluso después de los cinco días estándar (por ejemplo, 21 días). El Sensor de D.B.O. está alimentado por dos microbaterías de litio y, por lo tanto, no precisa de conexiones eléctricas ni hidráulicas. Para la incubación de muestras a una temperatura controlada, Velp Scientifica pone a su disposición los siguientes termostatos refrigerados de:

- | | |
|----------------|--|
| FOC 22E | Para incubar simultáneamente dos agitadores System 6 o 10.
Temperatura programable de 0 ÷ 50°C. |
| FTC90E | Para incubar un agitador System 6 o 10.
Temperatura programable de 0 a 50°C. |
| FTC90 | Para incubar un agitador System 6 o 10 a una temperatura fija de 20°C |

2. Descripción del equipo

2.1 Sistema D.B.O.

Los equipos de agitación D.B.O. System 6 y System 10 permiten el alojamiento de 6 o 10 botellas en un espacio limitado. Las asas incorporadas de ambas caras permiten una introducción y retiro fácil de un refrigerador termostático, también con las botellas y muestras del interior en su posición. El motor de agitación permite trabajar de continuo sin riesgo de paro o producción de calor que podría variar las mediciones. El movimiento se transmite a través de una correa de poleas ya equipada y realizada específicamente para este propósito.

2.2 Sensor D.B.O.

Con un diseño innovador y ergonómico, el Sensor de D.B.O. ha sido fabricado usando las técnicas más avanzadas. Está atornillado directamente a una botella que contiene la muestra. El transductor de presión interno, controlado por un microprocesador, traduce el valor de presión directamente a valores de D.B.O., que quedan memorizados automáticamente cada 24 horas, en un total de cinco valores durante el período estándar de cinco días. De este modo también se pueden realizar mediciones de D.B.O. durante el fin de semana. Asimismo, es posible obtener en pantalla la lectura del valor de D.B.O. en cualquier momento, incluso después del período de cinco días (por ejemplo, 21 días). Está alimentado por dos microbaterías de litio y por lo tanto no precisa conexiones eléctricas ni hidráulicas. Las dos teclas para las diferentes funciones y una pantalla de tres dígitos hacen de este sensor un instrumento fácil de usar, fiable y de elevadas prestaciones.

3. Revisión del instrumento a su recepción

Una vez recibido el instrumento y una vez extraído del embalaje, compruebe su integridad. Debe constar de lo siguiente:

- 1 Equipo de agitación de 6 o 10 plazas
- 1 Cable de alimentación eléctrico
- 1 Etiqueta de identificación para Sensor D.B.O.
- 6 ó 10 Botellas de D.B.O. de 500 mL
- 6 ó 10 Varillas de agitación
- 6 ó 10 Sensores D.B.O.
- 6 ó 10 Elementos para absorción alcalina de Dióxido de Carbono

4. Montaje e instalación

Verificar que el voltaje de la fuente eléctrica corresponde al valor requerido por el equipo de agitación. Introducir los elementos para álcali (absorbente CO₂) dentro las botellas. Su suave material de fabricación hace que funcionen también como juntas. Enrosque un Sensor D.B.O. sobre cada botella. Introducir el grupo de agitación dentro de un termostato refrigerado y conectar el cable de corriente al enchufe interno. Todos los termostatos refrigerados de Velp Científica permiten el funcionamiento del sistema de D.B.O. 6 y 10 mediante un interruptor eléctrico situado en el panel frontal exterior.

5. Controles de funcionamiento

5.1 Sistema D.B.O. (Unidad de agitación)

Para verificar que todas las plazas de agitación estén en funcionamiento, después de la conexión eléctrica, introducir una botella con un imán de agitación (varilla agitadora) en cada plaza de agitación y controlar visualmente si gira correctamente.

5.2 Sensor D.B.O.

Cada Sensor D.B.O. se entrega con dos baterías de Litio instaladas. Every B.O.D. Sensor is delivered with two lithium batteries installed. Hay colocada una lengüeta de aislamiento entre las conexiones eléctricas para prevenir su integridad, la cual debe ser quitada para permitir el funcionamiento del Sensor D.B.O. Para quitarla tire de la parte trasera de la lengüeta del equipo sin abrirlo.

Normalmente, la pantalla del aparato electrónico de medición está apagada para reducir el consumo de batería. Si toca una tecla, la pantalla se activará, volviéndose a apagar transcurridos tres segundos. La tecla activa distintas funciones dependiendo de si el aparato está realizando una medición o está en modo memoria.

5.2.1. Programado y arranque

Fuera del ciclo de medición

(Antes de comenzar)

Tecla **A** con la pantalla apagada
Tecla **A** con la pantalla encendida
Tecla **B** con la pantalla apagada
Tecla **B** con la pantalla encendida

Se muestra la última escala
Se cambia la escala
Se muestra la última escala
el ciclo de medición comienza

Durante un ciclo de medición

(Después de empezar)

Tecla **A**
Tecla **B**

Se muestra la escala en uso
Se muestra la medida actual
(También después del periodo de 5 días estándar si no se ha hecho un reset)
Se introduce el Modo memoria
(También después del periodo de 5 días estándar si no se ha hecho un reset)

Tecla **B** manteniéndola presionada

Modo memoria

(Está activo durante un ciclo de medición y después también si no se ha reseteado).

Tecla **A**
Tecla **B**

Se muestra el valor memorizado
Se incrementa el número del valor memorizado

RESET

Se obtiene un Reset si se presionan a la vez las teclas **A** y **B** al mismo tiempo.

Antes de comenzar un nuevo ciclo de medida se solicita un Reset que cancela los valores memorizados.

5.2.2. Elección de la escala

El equipo electrónico de D.B.O. permite elegir entre cuatro escalas con un valor máximo de 90.0; 250; 600; 999 ppm de D.B.O. Tras efectuar el Reset:

- **Para visualizar la escala:** *Presione la tecla A o B*
- **Para cambiar la escala:** *Presione la tecla A cuando la pantalla esté encendida*

5.2.3 Ciclo de medición

Desde el comienzo el Sensor D.B.O. cada 24 horas memoriza el valor alcanzado por la D.B.O. El ciclo de medición comienza después de la elección de la escala cuando se presiona la tecla B y la pantalla está encendida.

- **Inicio de la medición** *Presionar la tecla B cuando esté la pantalla encendida*

Durante un ciclo es posible mostrar en cualquier momento al escala seleccionada

- **Para mostrar la escala seleccionada** *Presionar la tecla A*

Durante un ciclo es posible mostrar en cualquier momento el valor alcanzado

- **Para mostrar la medida actual** *Presionar la tecla B*

El D.B.O. electrónico permite mostrar la medida actual también incluso después del periodo estándar de 5 días (e.j. 21 días, D.B.O.total) si no se ha hecho un reset.

5.2.4 Visualización de los valores memorizados

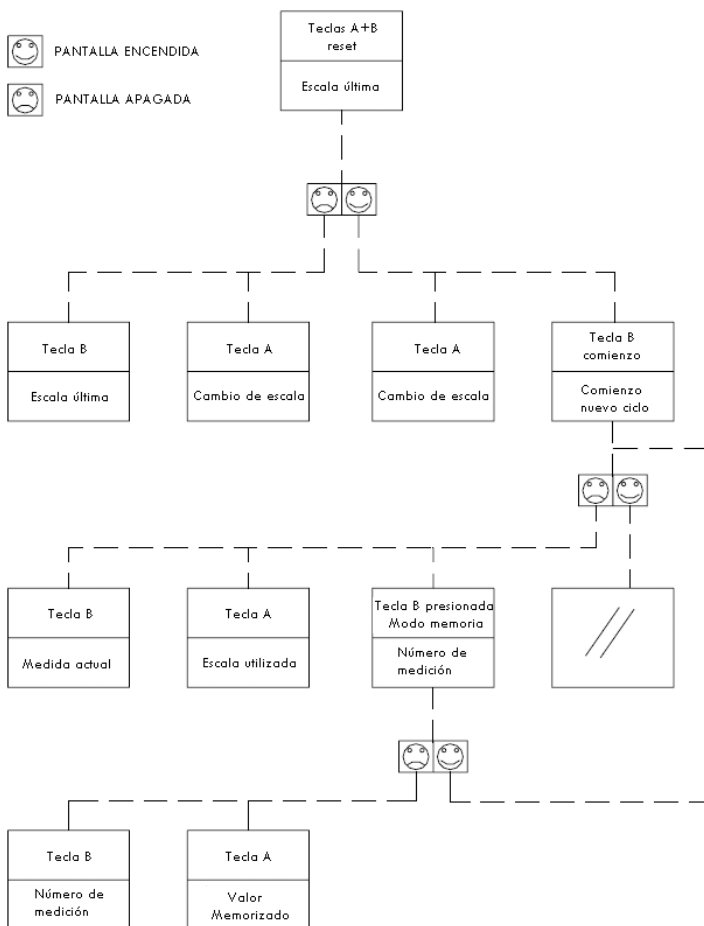
El equipo electrónico de D.B.O. está programado para memorizar cinco valores en intervalos de 24 horas desde su comienzo. En el comienzo los valores están configurados a 000. Los valores memorizados están disponibles hasta un nuevo reseteo. Los valores memorizados están disponibles en cualquier momento. Para introducir el modo memoria tiene que mantenerse presionada la tecla B hasta el momento en el que la pantalla muestre el número 1 que corresponde al primer valor memorizado (Primer día). Presionando de nuevo la tecla B la pantalla muestra todas las medidas realizadas hasta el momento. Para mostrar los valores correspondientes debe presionarse la tecla A. Si no hay valores memorizados la pantalla muestra tres puntos después de una presión prolongada de la tecla B.

- **Para introducir el modo memoria** *Mantener presionada la tecla B*
- **Para mostrar el orden de los valores memorizados** *Presionar la tecla B*
- **Para mostrar los valores de medida siguientes** *Presionar la tecla A*

5.2.5 Alarmas

Si el valor de medición sobrepasa el valor máximo de la escala elegida la pantalla muestra tres puntos parpadeantes. Se necesita el cambio de las baterías cuando la pantalla muestra un “símbolo” parpadeante durante el comienzo del ciclo. La carga de las baterías no asegura en este caso la finalización de un ciclo completo.

5.2.6 Esquema del conjunto



6. Inicio del ciclo de medición

- a) Poner dentro de las botellas un volumen de muestras de acuerdo a la escala elegida (ver capítulo 13.4) medido con una probeta graduada.
- b) Introducir un imán de agitación en cada botella.
- c) Llenar el depósito de álcalis de cada botella con una cantidad de absorbente de dióxido de carbono (escamas de hidróxido potásico o gránulos de cal sodada) hasta el borde sin que rebose por los agujeros de las paredes. En caso de caer algo de absorbente en la botella, lavar bien antes de verter en él otra muestra.
- d) Colocar las botellas en su posición dentro del equipo de agitación.
- e) Introducir el equipo de agitación dentro de un refrigerador termostático a la temperatura elegida para la medición de la D.B.O. Conectar el cable de corriente al enchufe interior y encienda el equipo con el interruptor situado en el panel frontal.
- f) El equilibrio térmico entre las muestras y el equipo a la temperatura elegida se alcanza a los 20-30 minutos. Coloque los sensores de D.B.O. en cada botella girando y presionando. Resetee cada sensor D.B.O. para cancelar cualquier valor almacenado, seleccione la escala más adecuada e inicie el ciclo de medición.

7. Operaciones finales

- Si el equipo no va a ser utilizado durante un largo periodo de tiempo los sensores de D.B.O. deben dejarse sueltos para no dañar los recipientes de álcalis ya que actúan también como juntas.
- El procedimiento de lavado de las botellas está descrito en la siguiente sección de "Mantenimiento".

8. Mantenimiento

8.1

Después de cada ciclo de medición de D.B.O., tanto botellas como imanes y depósitos de alkalis deben ser muy bien lavados con agua caliente y escobillones pequeños. No deberían utilizarse detergentes ya que su alta D.B.O. podría afectar a las mediciones posteriores si quedan restos de pequeñas trazas de detergente. Tampoco utilizar mezcla de cromo sulfúrico debido a la toxicidad del cromo para los microorganismos.

8.2

Los fusibles de corriente están accesibles en la parte trasera del equipo de agitación del sistema de D.B.O. Los dos fusibles (uno de repuesto) están colocados en sus respectivos soportes. Para cambiar un fusible desenchufar antes el cable de corriente, hacer palanca con un destornillador en el soporte de fusibles hacia fuera. Así pues seguirá quedando disponible un fusible de repuesto.

8.3

Los sensores de D.B.O. alertan cuando las baterías de Litio deben ser reemplazadas cuando la unidad se resetea y la carga aparece bajo el umbral mínimo. Utilizando una moneda se puede hacer palanca en la parte posterior del sensor y abrirlo. Las baterías se pueden quitar utilizando los dedos. Introduzca dos nuevas baterías prestando especial atención a la polarización mostrada en el equipo.

ATENCIÓN: El cambio de baterías cancela los valores de la memoria.

9. Recambios

Código	Descripción
F102B0133	Sensor D.B.O.
10000039	Batería de Litio tipo CR2430
10000013	Tarjeta electrónica para Sensor D.B.O.
A00001056	Varilla agitadora 6x35 mm
10000065	Correa de conducción
10000666	Fusible 5x20 250mA
10000798	Transformador
10000904	Alcali holder
10001043	Motorreductor
10001107	Botella de vidrio topacio, 500 mL

10. Especificaciones técnicas

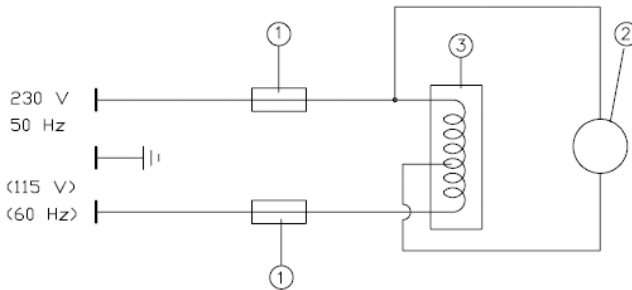
Sensor D.B.O.

Dimensiones (Alto/Ancho/Largo)	70/50/70
Peso kg	85 g
Medición	Sonda de presión electrónica
Valores D.B.O.	Directamente en la pantalla
Datos memorizables	5 valores D.B.O. en intervalos de 24 H.
Pantalla	3 dígitos LED, altura 7 mm
Precisión	± 1 dígito ($\Delta \pm 3.55$ hPa) $\pm 1\%$
Rango de operaciones	500 ÷ 1100 mbar (h Pa)
Escalas	90, 250, 600, 999 ppm B.O.D.
Fuente de alimentación	2 baterías de Litio (250 mAh) type CR2430
Entrada eléctrica en pantalla	15 mA max
Entrada eléctrica principal	<10 μ A
Seguridad tipo	3 IEC 1010
Grado de protección	IP 44 IEC529
Temperatura ambiente admitida	Almacenaje $-25 \div +65^\circ$ C – Operaciones $+5 \div +40^\circ$ C

Sistemas D.B.O. 6 y D.B.O. 10

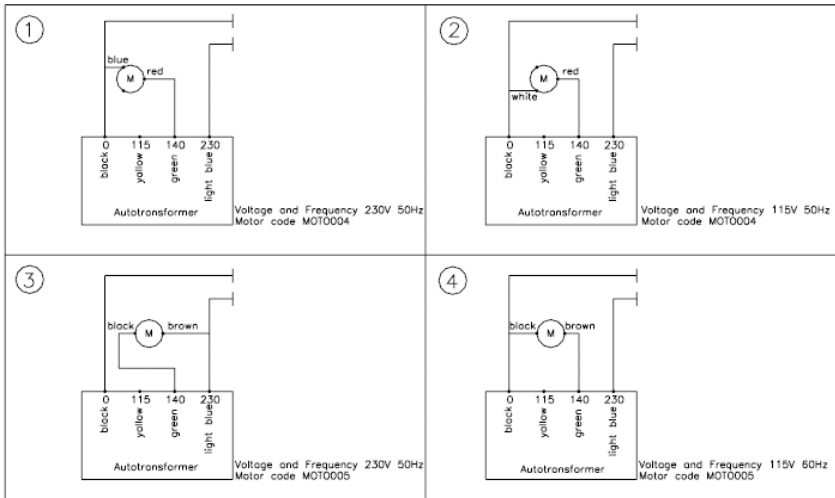
	B.O.D. System 6	B.O.D. System 10
Plazas de agitación	6	10
Dimensiones (Alto/Ancho/Largo) mm	150x350x300	165x432x300
Peso kg	2.3	3
Alimentación	230 V/50 Hz ó 60 Hz or 115 V/60 Hz	
Potencia	2 W	
Velocidad de agitación	60 rpm	
Seguridad tipo	1 IEC1010	
Grado de protección	IP 43 IEC529	
Temperatura ambiente admitida	Almacenaje $-25 \div +65^\circ$ C – Operaciones $+5 \div +40^\circ$ C	

11. Esquema eléctrico 230V/50 Hz (115V/60 Hz)



- 1) Fusible retardado 5x20 mm 250 mA (0.5 A)
- 2) Motor
- 3) Autotransformador

12. Esquema de conexión



13. Métodos analíticos

13.1 Introducción

La Demanda Bioquímica de Oxígeno está relacionada con la cantidad de material orgánico biodegradable que contiene una muestra de agua. Durante la degradación oxidativa de la material orgánica, los microorganismos aeróbicos actúan consumiendo el oxígeno presente en el agua como gas disuelto. La Demanda Bioquímica de Oxígeno se expresa como el peso del oxígeno consumido por unidad de volumen de agua durante un periodo definido de tiempo en una temperatura establecida, e. j. mg/L O₂ (o ppm = partes por millón) durante 5 días a 20 °C. El término Demanda Biológica de Oxígeno se abrevia como D.B.O., en Francia la correspondiente abreviación es DBO (Demande Biochimique en Oxygène), en Alemania BSB (Biologischer Sauerstoff Bedarf). Para completar la oxidación biológica a 20 °C se necesita un periodo de tiempo de entre 21 y 28 días (B.O.D.última, BOD₂₁, BOD₂₈). Considerando que estos periodos son muy largos en comparación con los requerimientos prácticos, convencionalmente la medición se efectúa después de 5 días de incubación, tiempo durante el cual, a 20 °C, se consume una cantidad de oxígeno correspondiente a aproximadamente el 70% del total consumido de esos 21-28 días. En comparación al método químico de medida para la Demanda Química de Oxígeno (COD = Chemical Oxygen Demand) la relación entre la DQO = DBO₂₁ se produce solamente para sustancias completamente biodegradables, por ejemplo la glucosa. De cualquier manera, muchas sustancias orgánicas tanto naturales como sintéticas presentes en el agua no son biodegradables (lignina) o pueden ser degradadas solamente muy despacio en las condiciones adoptadas para el ensayo químico (celulosa) mientras que por el contrario son rápidamente oxidables en las condiciones adoptadas para el ensayo químico (solución caliente de ácido dicromato). Como consecuencia en la mayoría de los casos la DQO de una muestra dada de agua es más alta que el valor de la DBO, pero sin ninguna "a priori" relación definible salvo las características de las aguas residuales. Como proceso desarrollado por un microorganismo vivo, la Demanda de Oxígeno está relacionada a la temperatura y puede ser medible aproximadamente entre 0 °C y 50 °C de acuerdo al ritmo de aclimatación de la flora bacteriana. La cantidad consumida incrementa con la temperatura. Los métodos estándares oficiales requieren que la incubación se desarrolle a 20 °C, como referencia evidente para asegurar las condiciones en un ambiente natural. De cualquier manera las necesidades prácticas particulares (áreas de calor o frío ó estacionales) permiten adoptar temperaturas de incubación distintas a los 20 °C. Las mediciones de D.B.O. son utilizadas principalmente para la evaluación de la cantidad de materia orgánica entrante en una planta de tratamiento biológico de aguas residuales o la eficiencia de ésta, pero también se utiliza en el estudio de cuerpos de la superficie acuosa (rios, lagos océanos). La incubación se desarrolla en la oscuridad para prevenir las interferencias producidas por el oxígeno de la fotosíntesis de las algas.

13.2 Métodos de medida de la D.B.O.

La solubilidad del oxígeno en el agua está limitada. En el nivel del mar (760 mm Hg) la máxima solubilidad del agua destilada a 20 °C es 8.84 ppm (100% saturación) en equilibrio con el aire húmedo, cuyos contenidos de oxígeno son del 20.95% en volumen (23.5% en peso). La solubilidad disminuye cuando se incrementa la altitud (presión baja), la temperatura o la salinidad.

La D.B.O. puede ser evaluada midiendo el contenido de oxígeno disuelto (por titración o electrodo específico) de una muestra de agua al comienzo y al final de la incubación. Es imprescindible que una cantidad de oxígeno disuelto esté aún presente al final del periodo de incubación; un valor cero estaría fuera de lugar.

Comenzando con un valor inicial cercano al 100% de saturación, solamente son medibles o apreciables para que la D.B.O. esté disponible los valores de oxígeno disuelto menores a 8 mg/L. Pueden aparecer residuos líquidos con una D.B.O. igual a 100.000-150.000 ppm, ya que en la mayoría de los casos los valores de cientos y miles de ppm se suelen medir. Como consecuencia de esto la posibilidad de utilizar la medición de oxígeno disuelto está sometida a la dilución de las muestras de agua y sujeta a la recopilación de series de diluciones conocidas, para prevenir la aparición de contenido cero en oxígeno en todas las muestras al final de la incubación. La incubación se desarrolla en botellas no agitadas y las muestras después de ser utilizadas para la titración del contenido de oxígeno ya no son válidas de nuevo.

Otros métodos suministran continuamente oxígeno disuelto a las muestras incubadas. En un caso, el oxígeno suministrado para mantener constante la concentración se produce mediante electrolisis y la cantidad de electricidad utilizada para su producción se comprende como oxígeno consumido. Un método más simple mide manométricamente el oxígeno consumido de acuerdo al mismo principio del respirómetro de Warburg, muy utilizado en la investigación bioquímica.

Las muestras con una D.B.O. más baja de 800-900 ppm no necesitan dilución. Las muestras con una D.B.O. muy alta van a ser disueltas a una medida más baja que la requerida por el método de titración, todo ello para trabajar en las condiciones lo más parecidas posibles dentro de una planta de tratamiento o para controlar un ambiente natural. La muestra se agita continuamente evitando la aparición de gradientes de concentración. El suministro de oxígeno es continuo y se realiza fácilmente por la agitación, dando a la muestra conocida concentraciones que están lejanas a los valores extremos (100% de saturación o similar).

13.3. Productos químicos requeridos

A) Para la absorción de Carbono Dióxido.

- Varias escalas de Hidróxido Potásico (KOH), de grado comercial (No se necesita particularmente puro). ó
- Cal Sodada no deslicuada, gránulos de 1.0-1.7 mm.

B) Si las muestras van a ser neutralizadas ántes de la incubación:

- Acido Sulfúrico (H_2SO_4) solución 1N.
- Hidróxido Sódico (NaOH) solución 1N.

C) Si las muestras van a ser complementadas con nutrientes:

- Agua destiladar, alta calidad, libre de cobre y materia orgánica.
- Cloruro de Hierro, férrico, hexahidratado ($FeCl_3 \cdot 6 H_2O$).
- Cloruro de Calcio, anhídrido ($CaCl_2$).
- Sulfato Magnésico, heptahidratado ($MgSO_4 \cdot 7 H_2O$).
- Orto-Fosfato Potásico, bi-acido, (KH_2PO_4).
- Orto-Fosfato Potásico, monoácido (K_2HPO_4).
- Orto-Fosfato Sódico, monoácido, (Na_2HPO_4).
- Cloruro Amónico (NH_4Cl).

D) Si las muestras contienen Cloro:

- Sulfito Sódico (Na_2SO_3).

E) Si la nitrificación en las muestras va a ser inhibida:

- Allyl thiourea (Thiosinamina), $C_4H_8N_2S$. ó
- 2-Cloro-6 (Triclorometil) piridina, $C_6H_3Cl_4N$ (CTCMP, Servida N-). Aditivo para fertilizantes minerales punteado para bajar las pérdidas de nitrógeno en suelos.

13.4 Selección de las escalas del manómetro

El aparato mide valores de D.B.O. menores a 90-250-600-1000 ppm respectivamente. Si existe información preliminar sobre el valor probable de la D.B.O. que tienen las muestras a examinar, la elección de la escala que vamos a utilizar será más fácil. Las muestras con un valor de D.B.O. mayor de 900-950 ppm las vamos a diluir en consecuencia antes de comenzar la medición, utilizando si fuera necesario diluciones posteriores a fin de mantener la importancia del volumen de muestra utilizado, particularmente cuando son examinadas soluciones turbias o viscosas. Por ejemplo: 50 mL de muestra medida mediante una probeta de 50 mL graduada diluida en 500 mL utilizando una probeta graduada de 500 mL y agua destilada de alta calidad (destilada en presencia de permanganato) y con nutrientes añadidos (ver párrafo 13.13): dilución obtenida 1:10. Las diluciones posteriores se obtienen de la misma manera, agitando la muestra en un recipiente limpio de vidrio o con un imán plástico para homogeneizarla adecuadamente. El resultado final será multiplicado por el ratio de dilución el cual se registrará inmediatamente después de la realización. Cuando no haya información preliminar sobre la muestra de D.B.O. hay que tener disponible unas series de tres botellas, conteniendo respectivamente la muestra no diluida, una dilución 1:10 y una dilución 1:100 eligiendo las escalas de acuerdo al valor más alto conocido de D.B.O. de muestras anteriores del mismo tipo a examen (desechos animales, aguas residuales industriales, etc. (véase párrafo 13.6).

Escala	Volumen de muestra
A: 0 ÷ 1000 mg O ₂ /l	100 ml
B: 0 ÷ 600 mg O ₂ /l	150ml
C: 0 ÷ 250 mg O ₂ /l	250ml
D: 0 ÷ 90 mg O ₂ /l	400ml

Las escalas dan directamente el valor del oxígeno consumido como mg O₂/L, después de un periodo de tiempo establecido. La posibilidad de medir muestras diluidas extiende el rango de mediciones. Cuando son utilizados factores de dilución altos (1:100, 1:1000) y existen dudas sobre el agua destilada utilizada para las diluciones se sugiere medir también la D.B.O. del agua de dilución, cuyo valor se restará del valor obtenido para la muestra diluida, antes de multiplicar el resultado por el factor de dilución.

13.5 Ejemplos de curvas experimentales

Para asegurarse de que la presencia de degradación aeróbica de sustancias en las muestras examinadas se desarrolla regularmente todos los días los valores de D.B.O. se registran y se trazan. El siguiente criterio debe de recordarse:

- 1) La cantidad de oxígeno consumida a diario disminuye progresivamente en comparación a la cantidad consumida el día anterior.
- 2) La cantidad acumulada de oxígeno consumido se incrementa progresivamente hasta que se alcanza casi un valor.

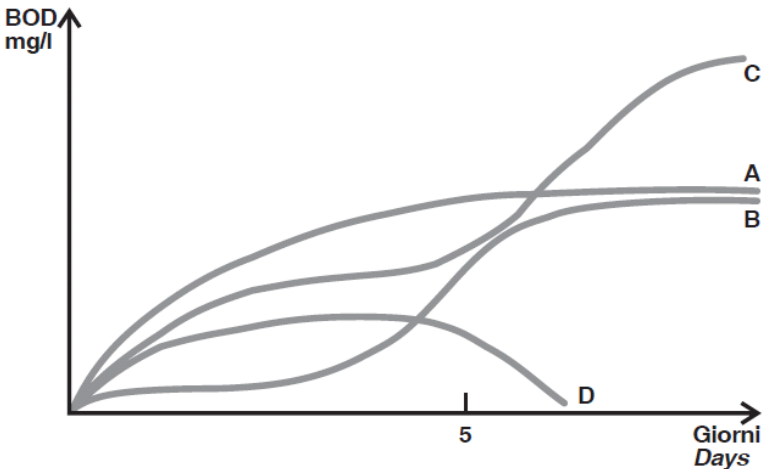
Las siguientes curvas son ejemplos de situaciones típicas:

A) Típica curva para degradación de materia carbonácea cuando una flora bacteriana apropiada y una adecuada cantidad de nutrientes están presentes.

B) Tendencia debida a la presencia de un bajo número de bacterias adaptadas a el substrato cuando comenzó la incubación o a la presencia de inhibidores de desarrollo bacteriano.

C) Cuando el consumo de oxígeno comienza a incrementarse de nuevo, normalmente durante el sexto o séptimo día desde el comienzo, aparece el desarrollo de bacterias nitrificantes mediante la oxidación de compuestos de nitrógeno reducidos (amonio) a nitrito. Es posible prevenir este efecto mediante el uso de inhibidores nitrificantes (ver párrafo 13.11)

D) Es debida a pérdidas en el sellado del equipo.



13.6 Ejemplos de valores de D.B.O.⁵₂₀

El símbolo indica que los valores se refieren a 5 días de incubación a 20 °C. Los siguientes valores pueden ser utilizados como guías en escalas elegidas y diluciones a realizarse. La evaluación se puede obtener también si un valor del peso producido, por ejemplo: 65 g B.O.D./inhabitado/día y los correspondientes volúmenes de agua utilizada están disponibles. Con un consumo de 150 L/inhabitado/día el valor correspondiente de DBO⁵₂₀ será aproximadamente 450 mg/L, mientras que 400 L/inhabitado/día disminuirá la DBO⁵₂₀ de aguas residuales no tratadas a 160 mg/L aproximadamente.

Residuos no tratados	D.B.O. mg/L
Fábricas de papel	200-4000
Curtidoras	500-1500
Destilerías	12000-35000
Molinos de aceite	15000-70000
Empresas lecheras	200-6000
Mataderos	1000-2500
Impresión textil y teñidos	1000-12000
Empresas porcinas	7000-9000

13.7 Pretratamientos de las muestras

En muchos casos una muestra de agua debe ser sometida a tratamientos apropiados antes de la medición de su D.B.O.:

- A)** Cuando el valor del pH no está en el rango de 6.5-7.5.
- B)** Si la muestra está desinfectada con Cloro, Dióxido de Cloro, ozono, etc.
- C)** Si están presentes sustancias tóxicas para las bacterias.
- D)** Si el agua es rica en bacterias nitrificantes.
- E)** Cuando la flora bacteriana es pobre.
- F)** Cuando el contenido en nutrientes (Nitrógeno, fósforo, microelementos) es demasiado bajo.

La mayoría de estos problemas se producen en las aguas residuales industriales.

13.8 Neutralización de muestras

Llevar el pH entre 6.5 y 7.5 utilizando soluciones de Acido Sulfúrico 1N ó de Hidróxido Sódico respectivamente. El volumen añadido de ácido o base no debería del 0,5% del volumen de la muestra. Si es necesario utilizar soluciones más concentradas.

13.9 Eliminación de agentes desinfectantes

Son agentes oxidantes y se destruyen mediante adición de pequeños volúmenes de solución de Sulfito Sódico 0.025 N (1.58 g/L en agua destilada). La solución es inestable y debe utilizarse durante el día. Las muestras desinfectadas requieren una siembra bacterial después de eliminar el desinfectante.

13.10 Eliminación de metales tóxicos

Algunas aguas residuales industriales (e.j. enchapados metálicos) contienen metales tóxicos. Si el pH de esas aguas residuales se lleva a 8.5 la mayoría de los metales se precipitan como óxidos o hidróxidos y se eliminan por filtración. El pH irá entonces entre 6.5 y 7.5 y se añadirá una siembra bacterial. En algunos casos puede obtenerse una reducción de toxicidad mediante una simple dilución de la muestra. El problema de la toxicidad en muestras normalmente requiere investigaciones particulares.

13.11 Inhibición de la nitrificación

Algunas veces se requiere para excluir de la medición D.B.O. la contribución debida a la nitrificación; p. e. efluentes tratados biológicamente, muestras sembradas con efluentes biológicamente tratados, aguas de ríos.

La nitrificación normalmente comienza después de 5 días a 20 °C y además su influencia sobre la evaluación de la D.B.O. es mínima. Si las bacterias nitrificantes están presentes en números grandes en la muestra a examinar, su actividad puede ser inhibida mediante la adición de agentes químicos.

De acuerdo a los Métodos Oficiales Italianos para el Análisis de Aguas (Método CNR-IRSA E-008, 1981) este es obtenido mediante la adición para cada botella de D.B.O. los siguientes volúmenes de una solución de 0.05 % de allythiourea (50 mg en 100 mL de agua):

Volumen de muestra	Volumen de solución inhibidora
100 mL	0,3 mL
150 mL	0,5 mL
250 mL	0,8 mL
400 mL	1,3 mL

De acuerdo a los Métodos Estándar APHA-AWWA-WPCF (U.S.A.) el mismo resultado puede obtenerse mediante adición de los mismos volúmenes mostrados de una solución 0.35% de 2-Chloro-6 (trichloromethyl) pyridine (350 mg en 100 ml de agua). Si se utiliza un inhibidor de la nitrificación éste debe ser registrado y mostrado con los resultados.

13.12 Siembra bacteriana

Cuando las aguas residuales industriales están bajo examen o son obtenidas curvas como las del tipo B descritas en el párrafo 13.5, es necesario sembrar las muestras con bacterias para comenzar la absorción de oxígeno.

Por lo general, las aguas residuales municipales, después de 1-2 horas de sedimentación, se utilizan como siembra. Estas contienen de 103-106 bacterias por mL. Esta variabilidad hace necesaria un volumen de siembra del 3 al 30% del volumen de la muestra. Generalmente se utiliza un volumen cercano al 10%. Un agua residual municipal puede mostrar valores de D.B.O. desde 50 hasta 300 ppm que varían también durante 24 horas.

La siembra de D.B.O. debe ser medida al mismo tiempo de esas muestras sembradas, después de la dilución con agua destilada de alta calidad utilizando el mismo ratio necesitado para sembrar las muestras (e.j. 100 mL/L).

La D.B.O. de la siembra va a ser restada de los valores obtenidos con las muestras sembradas. El comienzo de la absorción de oxígeno está relacionada a la calidad de la siembra. Algunas veces se utiliza un incremento de volumen de siembra, por ejemplo 100-200-300 mL por litro de muestra. Al final de la incubación, el valor más alto después de la resta de la siembra de D.B.O. será considerado como el válido.

13.13 Adición de nutrientes

De nuevo cuando se examinan aguas residuales industriales, hay que asumir que los llamados también nutrientes (nitrógeno, fósforo y micronutrientes) están ausentes o presentes en cantidades insuficientes para un desarrollo regular de la flora bacteriana. En estos casos es necesario añadir nutrientes mediante la utilización de las siguientes soluciones:

Solution A - 0.25 g de Cloruro Férrico Hexahidratado ($\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$) a 1 L de agua destilada.

Solution B - 27.5 g de Cloruro Cálcico anhidrido (CaCl_2) a 1 L de agua destilada.

Solution C - 22.5 g de Sulfato Magnésico Heptahidratado ($\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$) a 1 L de agua destilada.

Solution D (Tampón) - 8.5 g de Fosfato Potásico monobásico (KH_2PO_4), 33.4 g de Fosfato di-Sódico Heptahidratado ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$), 21.7 g de Fosfato Di-Potásico (K_2HPO_4), 1.7 g de Cloruro amónico, ($\text{NH}_4 \text{Cl}$) a 1 L de agua destilada.

PH final = 7.2. Las muestras sin nutrientes con una D.B.O. menores a 800-900 ppm se les añade con 1 mL de cada solución (A-B-C-D) por cada litro de muestra.

Cuando las muestras a diluir son examinadas es mejor preparar un agua diluida mediante la añadidura de nutrientes al agua destilada. A cada litro de agua destilada se le añadirá 1 mL de cada solución (A-B-C-D). El agua de dilución debería tener una D.B.O.₅²⁰ no mayor a 0.2 ppm.

13.14 Estándares D.B.O.

La precisión del método puede ser evaluada mediante la utilización de soluciones con un contenido conocido de Glucosa y Acido Glutámico, grado puro y previamente secado a 105 °C durante 1 hora. Las soluciones deben prepararse utilizando agua destilada de alta calidad, adicionadas con nutrientes (1 mL/L de cada solución previamente descrita, de la A a la D) y sembradas con bacterias.

Utilizando 150 mg de Glucosa y 150 mg de Ácido Glutámico en 1 Litro de solución se obtendrá una $D.B.O.^5_{20} = 220 \pm 18 \text{ mg O}_2/\text{L}$.

13.15 Cálculo del resultado

En una botella de incubación se introducen 250 mL de la muestra diluida 1:10 con agua destilada, sembrada con 1 o 2 mL de lodo biológico. Después de 5 días se lee una D.B.O. de 200 mg/L.

En otra botella se introduce la misma cantidad de agua destilada y siembra y, después de 5 días, se lee una D.B.O. de 15 mg/L (valor del blanco).

El valor real de la D.B.O., considerando la dilución de la muestra, es:

$$D.B.O. \text{ real} = (200-15) \times 10 = 1850 \text{ mg/L}$$

Muestra

Localización

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Código										
Símbolo										
Volumen										
Escala										
Dilución										

Escala

C

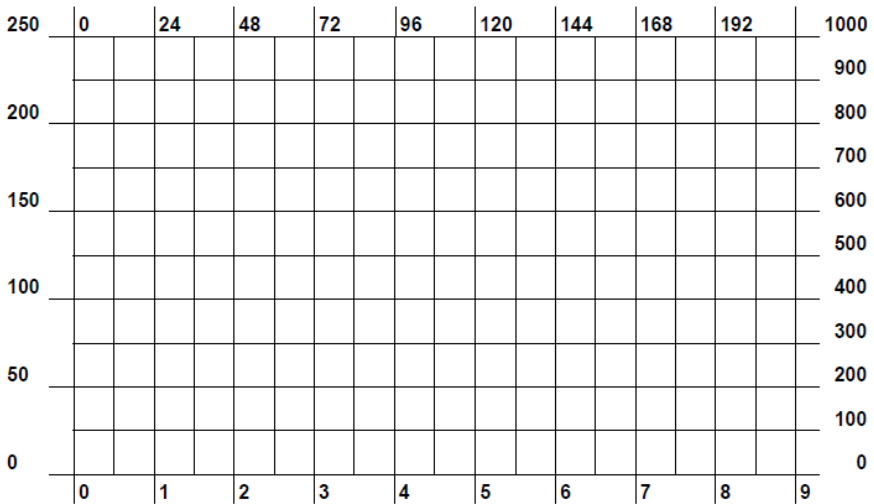
D

Horas →

Escala

A

B



↑

D.B.O.
mg/L

días →

↑

D.B.O.
mg/L

Fecha:

Hora de comienzo de la incubación:

Analista:

Gráfico para registro de D.B.O.

Declaración de conformidad

We the manufacturer *VELP SCIENTIFICA s.r.l.*
Address *Via Stazione, 16 USMATE (Milan) Italy*

under our responsibility declare that the product is manufactured in conformity with the following standards: EN 61010-1 (2001) EN 61326-1 (1997) + A1 (1998) + A2 (2001) + A3 (2003) 2002/95/CE (RoHS)

and satisfies the essential requirements of the following directives:

Machines directive 98/37/CEE

Low voltage directive 73/23/CEE

Electromagnetic compatibility directive 89/336/CEE

plus modifications and that the documents listed in annex V are available at Velp's offices as foreseen by the machine directive.

Gracias por elegir un producto de VELP!

Since 1983 Velp offers to the professional in the field a range of sophisticated and reliable equipment which make available high levels of know-how and operative capacity at competitive price. Velp works according to **ISO 9001**, **ISO 14001** and **OHSAS 18001** Quality System Certification. Instruments are built according to the international norms IEC 1010-1 and to the rules of CE mark.

We present you our product Lines:

Medioambiente

C.O.D.

B.O.D. - B.O.D. Sensor REFRIGERATED THERMOSTATS INCUBATORS JAR TEST METALS IN SLUDGES AND SEDIMENTS NEPHELOMETRIC TURBIDITY NITROGEN IN DIFFERENT FORMS PERFORMANCE OF ANAEROBIC DIGESTERS PHENOLS LEACHABILITY TESTS

Agitación

MAGNETIC STIRRERS HEATING MAGNETIC STIRRERS MULTIPLACE MAGNETIC STIRRERS LIGHTED MAGNETIC STIRRERS HEATING PLATES VORTEX STIRRERS STIRRERS WITHOUT MOTOR

Alimentación y piensos

DIGESTERS STEAM DISTILLING UNITS SCRUBBER CATALYST TABLETS NITROGEN-FREE WEIGHING BOATS EXTRACTORS FOR RAW FIBER EXTRACTORS FOR DIETARY FIBER EXTRACTORS FOR SELECTIVE EXTRACTION OF SOLUBLE PRODUCTS BY SOLVENTS (FOR FAT)

Bombas

PERISTALTIC PUMPS RECIRCULATING WATER VACUUM PUMP