



Estudio de ambiente interior

Protocolo toma de muestras para la
cuantificación de la efectividad de la
medida de protección colectiva de
LODEPA®

PROTOCOLO MEDICIONES AMBIENTALES LODEPA

Introducción al estudio:

A continuación, se desarrolla la propuesta del protocolo de toma de muestras dentro de su centro, desarrollada por LODEPA para estudiar la efectividad de los equipos autónomos de protección colectiva mediante fotocatalisis iónica (tratamiento ambiental).

A tiempo 0 se realizarán mediciones ambientales en la sala seleccionada, donde posteriormente se instalarán los equipos de protección colectiva. Una vez instalados los equipos se les dejará actuar durante un periodo de tiempo X (en función del parámetro a estudiar), permitiendo la purificación completa del volumen de aire de la sala. Pasado el tiempo X se procederá a realizar unas segundas mediciones que permitan la comparativa del antes y el después de la instalación de los equipos.

Objeto:

Análisis de valores medios ambientales de formaldehído, compuestos orgánicos volátiles y microorganismos en ambiente. Nuestro estudio refleja los valores ambientales medios en un momento determinado y en los puntos señalados, no puede utilizarse para calcular los valores de exposición a contaminantes biológicos o químicos en los puestos de trabajo, en este caso, debe realizarse un proyecto de diseño de toma de muestras o muestreo basándose en los puestos de trabajo y en el desarrollo de estos, calculándose los tiempos de exposición según la metodología específica para el cálculo de los valores VLA-EC® y VLA-ED®. El estudio es indicado para la instalación y control de equipos autónomos de protección colectiva mediante fotocatalisis iónica (tratamiento ambiental).

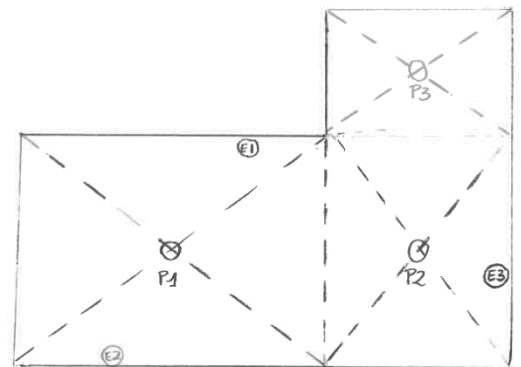
Los estudios ambientales realizados para LODEPA deberán ser siempre supervisados por un asesor perteneciente a LODEPA. Este asesor explicará y se asegurará de que las mediciones se lleven a cabo como se describe en este documento. La empresa de mediciones ambientales externa será la que tenga o proponga el hospital en cuestión (SGS, Element, TUV...)

Barrido zonal de compuestos orgánicos volátiles (COVs):

El control ambiental de COVs consta de un análisis puntual para obtener valores medios ambientales y barrido zonal para obtener niveles de emisión o acumulación más destacados, mediante un detector de fotoionización (PID).

El análisis ambiental se realiza a 1,60 metros del suelo aprox., obteniéndose valores medios de inmisión en cada punto señalado y el barrido zonal detectando los niveles más altos y los posibles puntos de emisiones. Se realizará un plano de las salas e instalaciones donde se realizará el barrido zonal en los que se definirán los puntos de toma de muestras y emisiones.

Los puntos de toma de muestra deberán ser seleccionados seccionando el área de la sala en zonas cuadradas o rectangulares representativas y por la técnica de la diagonal seleccionaremos los puntos centrales de cada área.



Se podrá variar el punto de toma de muestra si fuese necesario por seleccionar un punto más cercano a un equipo de purificación.

En cuanto a los puntos/fuentes de emisión se realizará un recorrido a lo largo de la sala con el PID busca de fuentes potenciales de emisión (bidones y contenedores de residuos, procesadores...) acercado el PID a ranuras por donde puedan estar emitiéndose contaminantes. Se identificará cada fuente de emisión y se situará en el plano de la sala.

Ejemplo:

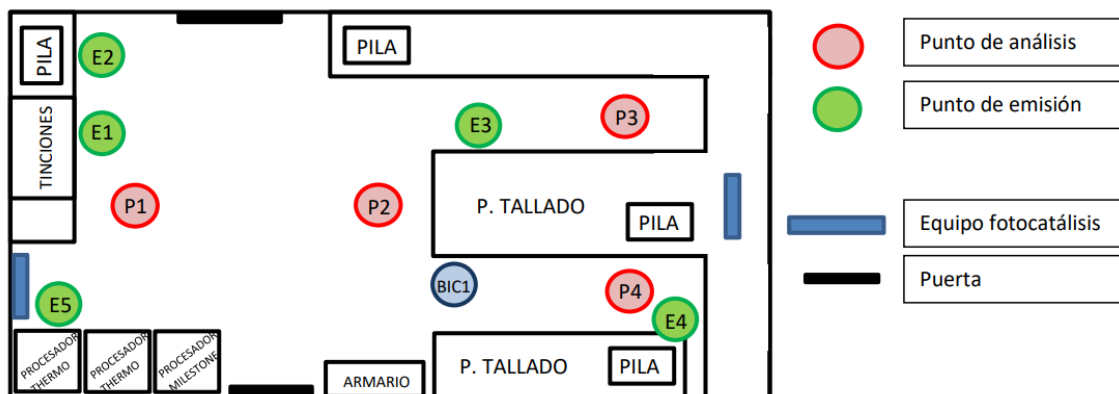


TABLA RESULTADOS COVS:

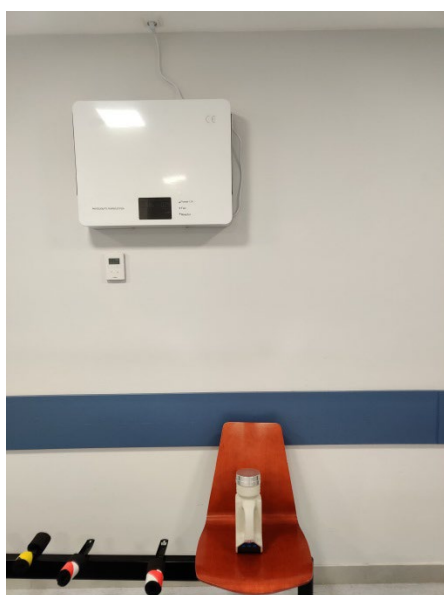
		SIN LODEPA (XX/XX/XXXX)	CON LODEPA (XX/XX/XXXX)	SIN LODEPA (XX/XX/XXXX)	CON LODEPA (XX/XX/XXXX)
PUNTO	Descripción	COVs-ppm	COVs-ppm	Xileno-ppm	Xileno-ppm
P1	Esquemas				
P2	Esquemas				
P3	Esquemas				
P4	Esquemas				
E1	Pila desagüe				
E2	Contenedor de residuos				
E3	Contenedor líquidos				

MICROBIOLOGÍA:

Se utiliza equipo muestreador de aire para partículas microbiológicas acreditado como "Aquaria" Microflow 60mm. 2" Sistema con aspiración de un volumen conocido de aire e impactado sobre placa con medio específico. El sistema se encuentra descrito por el INSHT y **adecuado a los requerimientos de "Regulations for medicines and European Community Vol IV"**. Permite tomar muestras de aire con el propósito de cuantificar la cantidad de partículas microbiológicas VIABLES en el aire. Presenta cabeza de aluminio autoclavable de 60 mm de diámetro con 219 agujeros de 1 mm de diámetro cada uno. Programable de 1 a 999 litros con pasos de 1 litro. Funcionamiento: Toma muestras del aire según la programación preestablecida, impactándolo sobre una placa con el medio específico, tras el muestreo se retira la placa y se lleva a cultivo. Terminado este proceso se cuentan las colonias por cm² y se relacionan con el volumen muestreado. Se utilizan placas tipo "RODAC" con fondo cuadrículado y 55 mm de diámetro proporcionado por DILABO, S.A.

Puntos de muestreo y nº de placas:

Los puntos de muestreo y el número de muestras para tomar se definirán específicamente en función de las condiciones de cada sala a estudiar. Como protocolo estándar para el estudio microbiológico se tomarán en cada sala muestras por triplicado para reducir la variabilidad del estudio. A priori se elegirán 3 puntos representativos de la sala, que se seleccionarán realizando secciones que dividan la superficie de la habitación en espacios iguales. **En el caso de querer evaluar la eficacia de los purificadores se podrán modificar los puntos de muestreo realizando la toma de muestras cerca (1,5m) de los equipos de purificación.** En cada uno de los puntos seleccionados se tomarán dos muestras de aire en placa RODAC, como ya hemos descrito, para el estudio de aerobios mesófilos (AM) y hongos y levaduras (HL). **Se mantendrán las mismas condiciones antes y después de la instalación haciendo referencia a los puntos seleccionados y actividad dentro de la sala.**



Método y procedimiento de la toma de muestra:

Antes de empezar a tomar la muestra: Se procede a la desinfección de manos mediante un desinfectante adecuado. Posteriormente se procede a la limpieza y desinfección de la cubierta del aparato lo que se efectúa limpiando la cubierta del aparato con una solución desinfectante. Se conecta el equipo 5 minutos antes del comienzo de la primera muestra. A continuación, se coloca la placa en el lugar indicado del aparato de muestreo, se abre el contenedor correspondiente y se comienza la toma de muestra. Es importante no realizar movimientos cerca del equipo durante la toma de muestra, además de procurar no realizar movimientos por encima de la placa una vez descubierta. Después de cada bloque de toma de muestras se limpia la cubierta del muestreador con una solución desinfectante, teniendo la precaución de que se haya secado totalmente antes de tomar una nueva muestra. El aparato dispone de un conector de control de tiempo. La velocidad de muestreo es de 1,6 litros/segundo. Una vez tomada la muestra se pone la tapa, se cierra con cinta de carroceros y se deja boca abajo evitando que las gotas de condensación caigan sobre el agar. Si la muestra no se lleva al laboratorio en menos de 24h hay que mantenerlas entre 16-20°C (vale una nevera de mano con bloques de hielo).

Medios de cultivo:

- PCA-agar: Se utiliza este medio de cultivo para efectuar el contaje de bacterias. Una vez tomada la muestra, se trasladan las placas "RODAC" dejándolas en cultivo a 37°C durante 72 horas.
- Agar-Sabouraud con cloranfenicol: Se utiliza este medio de cultivo para efectuar el contaje de hongos. Una vez tomada la muestra, se trasladan las placas "RODAC" al laboratorio dejándolas en la estufa de cultivo a 25°C durante 5 días.

Controles:

Con el fin de verificar la calidad del material y del método utilizado, así como para garantizar una correcta toma de muestras y fiabilidad de las lecturas, se escoge al azar una muestra de cada lote del medio utilizado para los recuentos con el fin de verificar su esterilidad no habiéndose producido crecimiento alguno.

Cálculo del número más probable:

La cifra de recuento de gérmenes (r) se corrige con ayuda de la tabla de corrección estadística de Feller (o tabla del "Número Más Probable"), aplicando la fórmula de Feller en la que se basa la tabla: $Pr = N * \ln [(N + 0,5) / (N - r + 0,5)]$ Donde: N es el número de orificios de la tapa del colector-muestreador r es el número de UFC, Pr es el número probable total de UFC. Se utiliza para corregir el hecho de que algunas partículas viables impacten en las zonas no perforadas y que en la placa puedan depositarse más de una partícula que haya penetrado por el mismo orificio de entrada, esto puede traducirse en recuentos de UFC inferiores a los que realmente existen en la muestra, este error es mayor cuanto mayor es la presencia de microorganismos en la misma.

TABLA RESULTADOS MICROBIOLOGÍA

Datos obtenidos de recuento en el laboratorio:

ufc/placa. Toma de 200 litros a 1,6 litros por segundo. Esta tabla muestra las unidades formadoras de colonias presentes en las placas.

SITUACIÓN	FECHA	PUNTO	AM(PLACA)	HL(PLACA)
SIN LODEPA		P1		
CON LODEPA		P1		

AM: Aerobios mesófilos; ML: Mohos y levaduras; NMP: Número más probable;
UFC/M3: unidades formadoras de colonias por metro cúbico

Número más probable NMP ufc/m3

Esta tabla muestra el número más probable de unidades formadoras de colonia presentes en 1 m3 de aire.

SITUACIÓN	FECHA	PUNTO	AM(NMP)	HL(PNMP)	TOTAL (NMP)
SIN LODEPA		P1			
CON LODEPA		P1			

AM: Aerobios mesófilos; ML: Mohos y levaduras; NMP: Número más probable;
UFC/M3: unidades formadoras de colonias por metro cúbico

CAPTACIÓN DE FORMALDEHIDO

Captación en Gel sílice y análisis.

Toma de muestras para análisis de niveles de aldehídos en ambiente. Toma de una muestra única (3 litros) y posterior análisis en laboratorio siguiendo metodología NIOSH 2016, refleja el valor medio en un momento determinado durante un periodo de 15 minutos.

Bomba muestreo: Gilian Gil-Air plus B, bajo caudal:

Captación: Tubo de Gel de Sílice impregnado con 2,4 dinitrofenilhidracina (DNPH) para muestreo de aldehídos. Con dos secciones separadas por espuma de poliuretano (con 300 y 150 mg de gel de sílice 20/40 mallas). Además también puede ser utilizado un tubo de carbón activo para el muestro de otros compuestos químicos. Volumen de muestra: 3 litros. Caudal de captación: 0,2 litros/minuto (15 minutos). Calibrador primario: TSI 4146 con compensación de la temperatura y corrección de presión. Informe de ensayo laboratorio Labaqua (ENAC): Método MAD-C-PE-0252-HPLC/UV-NIOSH 2016 TM AISL- Método MTA/MA - 062/A08.

Screening de aldehídos:

- Acetaldehído
- Acroleína
- Benzaldehído
- Formaldehído
- Glutaraldehído
- Propionaldehído

Procedimiento:

Durante la toma de muestras de formaldehído por captación **hay que tener en cuenta el tipo de estudio a realizar**. Realizamos dos tipos de estudio principalmente. **Estudios ambientales (de las salas) y estudios de exposición de los operarios**. Antes de llevar a cabo la medición se realiza una caracterización básica de las condiciones ambientales y de trabajo con el fin de recoger la información relevante sobre los factores de exposición del lugar de trabajo y la información disponible respecto a la exposición en el lugar de trabajo. El nivel de actividad, la carga de trabajo, el tipo de órganos a tallar, el tipo de campana.... Todos son factores que influyen en la emisión de formaldehído.

Los estudios realizados en operarios (técnicos o facultativos) (estudios de exposición) suelen realizarse con un tiempo de muestreo superior para el cálculo del VLA-ED. Por otro lado, los estudios ambientales se suelen realizar con un tiempo de muestreo inferior, siendo de 15min (VLA-EC). Mediante el uso de una tabla de cálculo estos valores se pueden extrapolar a jornadas de 8h.

El método ha sido validado, en un intervalo de concentraciones de 0,15 a 0,77 mg/m³ de formaldehído, valores que corresponden con la mitad y el doble del valor límite de corta duración VLAEC ® establecido para el formaldehído en 0,37 mg/m³, para muestras de 3 l de aire captadas a 0.2 lpm. El método se puede utilizar en un intervalo de concentraciones más amplio. El límite superior depende de la capacidad de reacción del soporte impregnado y, el límite inferior depende de factores como la recuperación analítica.

Proceso de muestreo - análisis ambiental:

1. Antes de realizar la toma de muestra se ajusta el caudal de la bomba (utilizando para ello el calibrador) al caudal requerido con una desviación máxima de + 5%. Las bombas han sido calibradas con el mismo sistema de captación que se va a utilizar en el muestreo.

2. La toma de muestras se ha realizado con bombas de muestreo calibrada con una aspiración a:

- a. 0,2 litros/minuto para el Formaldehído y el Xileno.

3. Se coloca la bomba de aspiración, calibrada, en la parte posterior de la cintura del operario a muestrear durante un tiempo X (tiempo de muestreo). Si se está realizando un estudio ambiental de la sala, la bomba se coloca en la cintura del técnico que está muestreando y se moverá por toda la sala de forma homogénea durante el tiempo de muestreo para recoger una muestra de la totalidad de la sala.

4. Se ajusta el tubo por la espalda del operario quedando el extremo del tubo a la altura de la clavícula del operario, conectando la bomba con su soporte:
 - a. Tubo de Gel de Sílice Impregnado con 2,4-DNPH (300/150mg) – para Formaldehído.
 - b. Tubo Carbón Activo (100/50mg) – para Etanol.
 - c. Tubo Carbón Activo (100/50mg) – para Xileno
5. Antes de iniciarse el muestreo se comprobó la perfecta estanqueidad del conjunto.
6. Poner la bomba en marcha durante un tiempo de muestreo establecido para cada trabajador o zona a muestrear.
7. Durante la captación se vigilará que el funcionamiento de la bomba sea el correcto.
8. Durante la totalidad de la toma de muestra el técnico encargado tiene que supervisar las actividades desarrolladas en la sala o por el operario en estudio, anotando cualquier actividad que pueda comprometer los valores.
9. Una vez finalizado el tiempo de medición se retirará la bomba y los soportes a los cuales se le colocarán las pinzas para cerrar los orificios y evitar su contaminación.

TABLA RESULTADOS FORMALDEHIDO

VALORES DE FORMALDEHIDO EN AMBIENTE	Unidad	Sin LODEPA xx/xx/xxxx	Con LODEPA xx/xx/xxxx	% DE REDUCCIÓN
ZONA DE ESTUDIO	ppm			
	mg/m3			
Sala laboratorio general	ppm			
	mg/m3		-	

PARÁMETROS AMBIENTALES

Se utiliza un equipo de lectura directa THBR 4141B que presenta las siguientes características según el parámetro a analizar: Temperatura: Resolución 0,1 °C, Precisión +/- 0,4°C. Humedad relativa: Resolución indicador 0,1 r.F, Precisión +/- 2,5% H.r. Presión atmosférica: Resolución indicador 0,1 hPa a 23°C. Este equipo obtiene valores puntuales en ambiente durante el análisis, no se realiza barrido zonal.

ZONA - FECHA	Tª °C	Hr%	CO2-ppm	HORA	Nº PERSONAS
Sala de tinciones					
Anatomía patológica (varias salas)					

CONSIDERACIONES AL ESTUDIO:

Las concentraciones medidas de los bioaerosoles cultivables y contables dependen del método de toma de muestra y de la detección y análisis de los distintos componentes del bioaerosol. No es posible recoger y evaluar todos los componentes de los bioaerosoles utilizando un único método de muestreo. Los muestreadores de aire más comúnmente utilizados toman muestras puntuales en periodos cortos de tiempo y estas muestras aisladas pueden no representar la exposición humana. Unos patógenos pueden inhibir el crecimiento de otros. Los microorganismos no se encuentran solo dispersos al azar, heterogéneamente, sino que además se concentran abundantemente en clúster o microcolonias alrededor de partículas de materia orgánica o inorgánica rodeados de vacíos. ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists).

Las fuentes emisoras emiten más o menos compuestos orgánicos dependiendo del trabajo desarrollado puntualmente o del estado de los envases que contienen los productos químicos volátiles y su acumulación dependerá del tiempo de emisión y degradación o evacuación, por ello las concentraciones ambientales pueden variar en diferentes momentos de la toma de muestra o de los análisis ambientales. Las emisiones deben controlarse y en su caso evitarse, el cierre de contenedores líquidos y sólidos y su evacuación a zonas controladas evita la presencia de valores no deseables de productos químicos volátiles en ambiente.

Los datos obtenidos son puntuales y reflejan valores medios existentes en el momento de la toma de muestras y en las condiciones de la misma, no pudiéndose extrapolar a otro lugar o momento.

A la hora de realizar el estudio es de vital importancia que las condiciones de trabajo sean parecidas entre el día 1 (sin LODEPA) y el 2 (con LODEPA). Si las condiciones son las mismas se verá claramente una efectividad de los equipos.