



INSTALACIONES Y EQUIPOS EN EL LABORATORIO. ORGANIZACIÓN.

1.- DISEÑO DEL LABORATORIO Y “LAYOUT”.

Entre los aspectos que se deben tener en cuenta a la hora de proyectar un laboratorio o de reformar uno existente destacan:

- ↪ Número de laboratorios necesarios y su ubicación
- ↪ Número de personas que van a trabajar en cada laboratorio
- ↪ Tipo de trabajos que se van a realizar en el laboratorio
- ↪ Necesidades del laboratorio en cuanto a servicios: ventilación, iluminación, electricidad, agua, gases, vacío, aire comprimido, etc.; e instalaciones: almacén de productos, cuarto de balanzas, cuarto de muflas y estufas, almacén de equipos, archivos, despachos, vestuarios, etc.
- ↪ Cantidades de productos que se van a utilizar o almacenar, características y riesgos de estas sustancias, incompatibilidades entre ellas.

El diseño de un laboratorio sin considerar las necesidades específicas del mismo, no sólo lleva a una falta de funcionalidad, sino que puede llevar a asumir riesgos que podrían haberse eliminado en la fase de proyecto.

La diferenciación entre el laboratorio y las áreas accesorias permite:

- ↪ Separar las áreas de riesgo elevado de otras de riesgo inferior
- ↪ Controlar el acceso a las áreas de riesgo
- ↪ Centralizar el agua, gas, electricidad, al objeto de favorecer la actuación en caso de emergencia



- ↪ Diseñar sistemas de acondicionamiento de aire y ventilación adecuados
- ↪ Facilitar la eliminación de residuos y drenajes
- ↪ Facilitar la evacuación en caso de emergencia
- ↪ Dificultar la propagación de un posible incendio (compartimentación frente al fuego)

Se debe poner especial atención en la distribución del laboratorio y en la selección de los materiales, para eliminar peligros o para minimizar las consecuencias de un posible accidente.

La falta de espacio suficiente es una de las causas de accidentes en algunos laboratorios. No existe una reglamentación que especifique claramente el espacio libre por trabajador en laboratorios. A este respecto, el RD 486/97 sobre lugares de trabajo establece una superficie libre mínima de 2 m² por trabajador (Anexo I, apartado A.2, punto 1º b)) y la NBE- CPI- 96 establece una densidad de ocupación de 1 persona por cada 5 m² de superficie construida (Art. 6, pto. D.6.1).

2.- EQUIPOS DEL LABORATORIO.

2.1.- Mesas o bancos de trabajo y mobiliario.

El mobiliario son los diferentes elementos que permiten acomodar los equipos y materiales de trabajo. Deben ser sólidos y convenientemente fijados. Las instalaciones de agua, gases y electricidad deben estar integradas de forma segura en el mobiliario.

Las superficies de trabajo tienen que ser impermeables, resistentes a ácidos, álcalis, disolventes orgánicos y al calor moderado, fáciles de limpiar y con un acabado que impida reflejos molestos.

Las estanterías deben ser fácilmente accesibles y proporcionadas a los materiales que se depositarán en ella.



La mayoría de laboratorios tienen mesas de pared y mesas tipo península o isla. Cuando se trabaja con productos peligrosos es preferible las mesas tipo islas para evitar las áreas denominadas “cul de sac” que crean los bancos en península.

Los pasillos de circulación deben tener un ancho suficiente para no molestar el trabajo. Se ha de tener en cuenta que estos pasillos **no son zona de reunión**.

2.2.- Artículos de vidrio.

El material de vidrio es un elemento fundamental en el trabajo en laboratorios, pues tiene una serie de ventajas como son su transparencia, su manejabilidad, facilidad de obtener todo tipo de elementos para la preparación de montajes, aunque presenta el grave inconveniente de su fragilidad tanto mecánica como térmica.

Los riesgos asociados a la utilización de material de vidrio en el laboratorio son:

- ↪ Cortes o heridas producidas por rotura del material
- ↪ Cortes o heridas debidas a la apertura de ampollas selladas, frascos con tapón esmerilado o aperturas de llaves de paso o contenedores que se hayan obturado, etc.
- ↪ Explosión, implosión e incendio por rotura del material de vidrio en operaciones realizadas a presión o al vacío.

De lo anterior se desprende la importancia de examinar el estado de las piezas antes de utilizarla y desechar las que presenten el más mínimo defecto. También debe desecharse el material que haya sufrido algún golpe, aunque no se observen grietas o fracturas y nunca debe calentarse un recipiente de vidrio que presente grietas, pues puede estallar.

En todos los laboratorios debe haber un recipiente para el material de vidrio roto. Es importante señalar que éste no debe mezclarse nunca con la basura común del laboratorio.



No debe calentarse el vidrio directamente a la llama, debe interponerse un material que difunda el calor, por ejemplo una rejilla metálica, para evitar la concentración de calor en un punto, así se alarga la vida del recipiente de vidrio.

Las manos se protegerán con guantes cuando se introduzca en un tubo de vidrio un tapón o se haga fuerza de presión en un material de vidrio.

Antes de efectuar cualquier montaje en el que se emplee vidrio recordar que éste debe ser inspeccionado. Los montajes deben realizarse con el mayor rigor y precauciones posibles. Los elementos de vidrio deben sujetarse por medio de pinzas especialmente protegidas.

Los aparatos o tubuladoras de vidrio no deben sobresalir más allá de los límites de la poyata. Deben utilizarse pantallas protectoras frente montajes de vidrio frágiles, sujetos a shock térmico o que contienen productos químicos inflamables o explosivos.

Para evitar cortes se deben redondear con llama los tubos cortados.

Lubricar las partes en fricción de tapones, agitadores, etc., con glicerina y agua o colocando una capa fina de grasa de silicona, entre las superficies de vidrio para evitar que las piezas queden atascadas y utilizar cuando sea posible tapones de plástico.

Para el desatascado de piezas debe utilizarse guantes y protección facial.

Recordar que el aspecto del vidrio es igual tanto si está caliente como frío, así que se debe esperar un tiempo prudencial antes de tocar sin protección un recipiente que se haya calentado o protegerse con unos guantes.

2.3.- Montajes.

Al efectuar los montajes para las diferentes operaciones: reflujos, destilaciones (al vacío o a presión atmosférica), reacciones con adición y agitación, se debe prestar especial cuidado, evitando que el material de vidrio pueda quedar tensionado. Para ello se emplearán soportes y abrazaderas adecuadas.



Las diferentes piezas de vidrio se unen mediante tubos de goma y tapones perforados. Éstas pueden quedar encajadas por la rugosidad de la superficie de contacto, no debiendo intentar separarlas por la fuerza, debe calentarse la unión por su parte externa esperando que se dilaten y separen.

El uso de bocas esmeriladas permite realizar estas uniones de forma fácil y cómoda. Los esmerilados deben ser ligeramente lubricados con grasas inertes, como por ejemplo las de silicona.

Es importante establecer un procedimiento de comprobación de la solidez y estanqueidad de las conexiones de cualquier montaje. Hay que vigilar que los tubos flexibles no queden aplastados por los soportes.

Si se utiliza una corriente refrigerante también es importante controlar que no se produzcan obturaciones del circuito y comprobar las conexiones. A la hora de retirar los tubos flexibles es mejor cortarlos que intentar arrancarlos estirando, pues es fácil romper la espiga de vidrio.

1. Operaciones a presión.

Las operaciones a presión superior a la atmosférica presentan además del riesgo de los productos que se utilizan, peligro de fugas por sobrepresión y estallido, por lo que los montajes deben estar diseñados para ello.

Estas operaciones no deben ser realizadas **NUNCA** por una sola persona.

Debe emplearse una pantalla de protección, además de colocar alrededor de los elementos de vidrio rejillas o cajas metálicas protectoras. Tiene que prestarse especial atención durante las operaciones de calentamiento o enfriamiento.

2. Operaciones al vacío.

Las operaciones al vacío presentan además del riesgo de los productos que se utilizan, el riesgo de implosión. Este riesgo puede deberse a un choque mecánico o



térmico, o una entrada rápida de aire en un aparato al vacío, como por ejemplo evaporaciones al vacío, destilaciones al vacío, filtraciones al vacío, etc.

2.4.- Pipetas.

El riesgo mayor de una pipeta es el contacto o la ingestión de un líquido tóxico o corrosivo, por ello es fundamental que **esté prohibido pipetear con la boca**. Se deben utilizar bombas de aspiración manual de caucho o cremallera que se adapten bien a la pipeta, y en el caso de determinadas aplicaciones o reactivos sería recomendable utilizar un dispensador automático de manea permanente.

También presentan riesgo de corte o de contacto con productos tóxicos o corrosivos debido a su rotura, por ello es importante utilizar guantes impermeables al producto manipulado.

2.5.- Equipos calefactores.

En los laboratorios se utilizan frecuentemente equipos calefactores para elevar la temperatura, facilitar y acelerar reacciones químicas.

Generalmente son utensilios de calentamiento eléctrico o de gas. Son mecheros de gas, baños calientes (aceite, arena, agua), mantas o placas calefactoras, microondas y estufas.

Es imprescindible realizar un mantenimiento preventivo de todos estos dispositivos, prestando especial atención a las conexiones eléctricas y de gas.

Hay que seleccionar el método de calefacción más adecuado que proporcione mejor control de los riesgos potenciales. Así, por ejemplo, es recomendable el uso de mantas calefactoras para calentar líquidos inflamables.

Los principales riesgos que presentan estos dispositivos son:

- Las quemaduras térmicas



- La rotura de recipientes de vidrio con vertido de sustancia o desprendimiento de vapores
- Emisión descontrolada de humos en los baños de aceite
- Aumento de la humedad ambiental en los baños de agua
- Riesgo de contacto eléctrico indirecto
- Vuelcos o vertidos por una mala sujeción

↪ Mecheros

Los mecheros permiten obtener altas temperaturas de forma rápida y barata, pero los trabajos con llama abierta, como por ejemplo los calentamientos con mecheros Bunsen, generan riesgos de incendio o explosiones por la presencia de gases combustibles o comburentes, o de productos inflamables en la zona próxima. Es por este motivo fundamental la adecuada ventilación del laboratorio de manera que no se alcance jamás el límite inferior de inflamabilidad.

Las conducciones que alimenten mecheros deben ser flexibles para permitir retirarlos rápidamente si hay que interrumpir la calefacción.

↪ Baños calientes

Los baños calientes alcanzan temperaturas inferiores que los mecheros, su coste es mayor, pero permiten repartir mejor el calor. Pueden ser de aceite, arena o agua. No deben llenarse completamente hasta el borde. Es importante asegurar los recipientes con la ayuda de soportes. Debe disponerse de termostatos de seguridad que limite la temperatura de estos dispositivos. Cuando éstos se utilicen de forma continuada, es recomendable disponer de un sistema de extracción localizada.

Hay que destacar que los baños de aceite tienen un alto riesgo al fuego. Debe seleccionarse un aceite de elevada temperatura de ignición. Debe examinarse



periódicamente el deterioro que por el calentamiento continuado sufren estos aceites, así como el mecanismo eléctrico de calentamiento que permite controlar la temperatura del mismo.

↪ Estufas

Los principales riesgos que presentan son:

- Incendios, explosión o intoxicación si se desprenden vapores inflamables en la estufa
- Sobrecalentamientos en caso de fallo en el termostato
- Contactos térmicos indeseables (quemaduras)
- Contactos eléctricos indirectos

Si se utiliza una estufa para evaporar líquidos volátiles debe disponerse de un sistema de extracción y retención por filtrado o por condensación de los vapores producidos. Si los vapores que se pueden desprender son inflamables es recomendable emplear estufas de seguridad aumentada o con instalación antideflagrante.

Deben emplearse estufas con sistemas de seguridad de control de temperatura. Es fundamental realizar mantenimiento preventivo, comprobando la ausencia de corrientes de fugas por envejecimiento del material y correcto estado de la toma de tierra.

2.6.- Equipos refrigeradores.

↪ Baños fríos y refrigerantes

Los principales riesgos que presentan son:

- Quemaduras por frío
- Derrame de un gas licuado (inflamabilidad, corrosividad)



- Que en caso de que se utilicen para controlar reacciones exotérmicas se anule su función pudiendo provocar un incendio, explosión o emisión de sustancias tóxicas al ambiente.
- Rotura del sistema refrigerante con entrada de agua en el medio de reacción, lo que puede provocar un incendio, explosión, emisión de sustancias tóxicas o inundación en el caso de desconexión del tubo.

No deben introducirse las manos sin guantes protectores en un baño frío, debido a que, aunque contactos puntuales con el líquido refrigerante no producen daños ya que la evaporación es instantánea, un contacto prolongado es peligroso.

Al introducir los recipientes en un baño frío se debe hacer lentamente para evitar una ebullición brusca del líquido refrigerante.

Debe disponerse de sistema de seguridad que interrumpa el aporte de calor en caso de corte en el suministro de agua en un sistema refrigerante.

En caso de utilizarse gases licuados recordar que éstos siempre son peligrosos y sólo el personal formado y entrenado debe manipularlos. El riesgo de los gases licuados es la posibilidad de un derrame con súbita evaporación que puede resultar peligrosa. El derrame sobre la piel no protegida puede producir severas quemaduras; así cuando se manipulen líquidos criogénicos, debe usarse ropa protectora adecuada si hay riesgo de que produzcan salpicaduras.

Es fundamental realizar un mantenimiento preventivo de estos dispositivos.

↪ Frigoríficos

En todos los laboratorios es habitual encontrar una nevera para guardar diferentes reactivos que requieren mantenerse en frío. **Sólo se permite el uso** de frigoríficos domésticos para la conservación de productos inertes.



Para el almacenamiento de **sustancias inflamables** que necesitan refrigeración deben emplearse **frigoríficos de seguridad aumentada**, y en el caso de que éstos se encuentren en una zona con posibilidad de que se generen atmósferas inflamables, deberían ser antideflagrantes.

Es fundamental no guardar recipientes abiertos o mal tapados en el frigorífico. Se recomienda utilizar recipientes capaces de resistir la sobrepresión interna en caso de recalentamiento accidental y que el frigorífico disponga de un **sistema de alarma** en caso de que la **temperatura interior aumente**.

Está **totalmente desaconsejada** la modificación de las neveras domésticas, eliminando la circuitería interior para guardar los productos inflamables.

2.7.- Autoclaves.

El riesgo principal que presentan estos dispositivos es la explosión del aparato con proyecciones violentas.

El autoclave debe estar equipado con un manómetro. Tanto el aumento de la presión como la descompresión debe realizarse de forma gradual.

Es importante realizar un mantenimiento preventivo de estos dispositivos y comprobar documentalmente que el autoclave resiste la presión a la que tiene que trabajar (homologación, certificación, marcado CE).

Los autoclaves que trabajan a presiones muy elevadas deben estar ubicados en locales preparados para el riesgo de explosión.

2.8.- Centrífugas.

Los riesgos que presentan estos dispositivos son:

- Rotura del rotor
- Lesiones en caso de contacto con la parte giratoria



- Explosión por formación de una atmósfera explosiva
- Formación de bioaerosoles
- Cortes en caso de rotura de las pipetas o tubos de ensayo

Es importante en las centrífugas repartir la carga simétricamente. Deben llevar un mecanismo de seguridad de manera que si no está bien cerrada la tapa no pueda ponerse en marcha, o que no pueda abrirse si el rotor está en movimiento. Deben estar bien apoyadas sobre superficies horizontales.

Es necesario disponer de procedimientos de actuación en caso de rotura y/o de formación de bioaerosoles.

2.9.- Instrumental analítico.

↳ Cromatógrafo de gases

Los principales riesgos son:

- Discomfort por el calor desprendido por el aparato
- Quemaduras térmicas al realizar alguna operación en el detector, la columna o el inyector
- Pinchazos en la manipulación de jeringas
- Fugas de gases inflamables (por ejemplo hidrógeno)
- Contactos eléctricos indirectos

Es **necesario disponer** de un sistema de ventilación, para disipar el calor generado por el cromatógrafo. Cuando se realicen operaciones en zonas calientes se deben utilizar guantes. Se debe conectar la salida del divisor de flujo del inyector de capilares



y de los detectores no destructivos al exterior. Es fundamental realizar un buen mantenimiento preventivo del cromatógrafo.

↪ Cromatógrafo de líquidos de alta resolución (HPLC)

Los principales riesgos son:

- Vertidos y contactos dérmicos en la preparación del eluyente.
- Contaminación ambiental si se emplean eluyentes volátiles.

Los eluyentes se han de manipular empleando guantes, y se debe utilizar material de vidrio resistente en el tratamiento previo del eluyente, sobre todo en las operaciones al vacío.

↪ Espectrofotómetro de absorción atómica

Los principales riesgos son:

- Quemaduras químicas en la manipulación de ácidos concentrados que se emplean en el tratamiento previo (digestión) de las muestras para analizar
- Desprendimiento de vapores irritantes y corrosivos
- Quemaduras térmicas con la llama, horno de grafito y zonas calientes en general
- Fugas de gases, como por ejemplo acetileno
- Posible formación de hidrógeno cuando se utiliza el sistema de generación de hidruros

La digestión ácida debe realizarse en vitrina, utilizando guantes, gafas u otros equipos de protección.

Debe instalarse un sistema de extracción sobre la llama o el horno de grafito. No se debe mirar directamente a la llama ni a las fuentes de emisión (lámparas). Es



imprescindible una buena ventilación cuando se trabaja con el generador de hidruros. Se deben tomar las precauciones adecuadas cuando se trabaja con acetileno.

↪ Espectrofotómetro UV- visible e infrarrojo, fluorímetro, balanza, pHmetro, polarógrafo y otros aparatos de electroanálisis, autoanalizadores, microscopios, agitadores, etc.

Los principales riesgos asociados a este tipo de equipos son:

- Contacto eléctrico indirecto
- Quemaduras térmicas si hay contactos con zonas calientes
- Formación de ozono cuando se utilizan lámparas o radiaciones a determinadas longitudes de onda

En todo este tipo de instrumentación es imprescindible realizar mantenimiento preventivo, realizar una adecuada instalación de los equipos, y establecer procedimientos normalizados de trabajo que contemplen las medidas de seguridad que deben observarse en cada técnica.

3.- INSTALACIONES

3.1.- Instalación de gases a presión

En el laboratorio es muy habitual utilizar gases a presión suministrados a través de una instalación fija o directamente de botellas. En ambos casos es fundamental observar ciertas precauciones y disponer de un procedimiento de trabajo.

↪ Tipos de gases más utilizados en laboratorios

- Gases inflamables: hidrógeno, etileno, metano, ciclopropano, licuados del petróleo, monóxido de carbono
- Gases tóxicos: amoníaco, monóxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno



- Gases corrosivos: cloro, cloruro de hidrógeno, flúor, fluoruro de hidrógeno, bromuro de hidrógeno
- Gases oxidantes: oxígeno, flúor, óxido de dinitrógeno, aire
- Gases autoinflamables: diborano, fosfina, seleniuro de hidrógeno, trimetilamina
- Gases criogénicos: oxígeno líquido, nitrógeno líquido, argón líquido, helio líquido y anhídrido carbónico líquido
- Gases inertes: argón, helio, nitrógeno, anhídrido carbónico, algunos halones y freones

Estos gases pueden suministrarse:

- Comprimidos: aire, argón, etileno, helio, hidrógeno, criptón, metano, monóxido de carbono, monóxido de nitrógeno, neón, nitrógeno, oxígeno, xenón
- Licuados: amoníaco, butano, cloro, cloruro de hidrógeno, diborano, dióxido de nitrógeno, etano, fosfina, sulfuro de hidrógeno
- Disueltos: acetileno. Éste es un gas que se utiliza como combustible. Si se comprime o licúa puro se polimeriza en un proceso altamente exotérmico, que da lugar a la explosión de la botella que lo contiene. Por ello se suministra disuelto en acetona embebida en un material poroso que impide la propagación de la reacción.

Las situaciones de riesgo que se pueden dar cuando se trabaja con gases a presión, disueltos o licuados son:

- Caída de la botella
- Fugas de la instalación
- Intoxicaciones en caso de escape de un gas tóxico, irritante o corrosivo



- Fuga de un gas explosivo
- Fuga de un gas inerte, que puede provocar una asfixia por desplazamiento del oxígeno del aire
- Fugas en botellas de gases combustibles o inflamables. Incendio en la boca de la botella
- Calentamiento espontáneo de una botella de acetileno

↪ Botellas de gases

Una botella se compone de cuerpo, la válvula y la caperuza. Las botellas se identifican mediante marcas en la ojiva y los colores del cuerpo, ojiva y franja.

Los colores distintivos del cuerpo son:

Rojo	Gases combustibles	Amarillo	Corrosivos
Naranja	Propano o butano	Verde	Tóxicos
Negro	Gases oxidantes o inertes	Gris plateado	Mezcla gases para calibración

Las mezclas de gases deben llevar escrita la palabra MEZCLA, junto con las fórmulas de los gases mayoritarios. En estas botellas el cuerpo será del color del componente mayoritario y la franja en forma de cuarterones con los colores de los gases componentes. Los gases corrosivos o tóxicos deben llevar escritas estas palabras.

↪ Ubicación de las botellas de gases

Las botellas de gases a presión que se utilizan habitualmente, por ejemplo para cromatografía de gases o espectrometría de absorción atómica, no deben situarse en el interior del laboratorio. En el laboratorio sólo pueden tenerse botellas de gases para trabajos esporádicos, y en el caso de gases tóxicos las botellas deben ser de dimensiones reducidas para que puedan utilizarse dentro de las vitrinas. Así pues, las



botellas deben estar situadas en un local independiente, preferiblemente separado del edificio (caseta de gases). Este local no puede ser subterráneo, y en sus proximidades no habrá recintos subterráneos o sótanos. Deberá estar alejado de lugares de paso de vehículos. La construcción será de hormigón, muros de ladrillo y armaduras metálicas cubiertas por mallas metálicas que mantengan su estabilidad mecánica y sean estancas al paso de las llamas en caso de incendio, al menos 1 hora (RF-60). Las botellas deben estar lejos de focos caloríficos y no deben permanecer al sol.

Encima de cada botella debe colocarse un cartel con el nombre del gas. Los gases combustibles estarán separados de los comburentes por un tabique de hormigón. Si en la caseta se almacena acetileno, estas botellas deben estar separadas por medio de un tabique de botellas que contengan cloro, aire u óxido de dinitrógeno.

La caseta debe estar dotada de huecos de ventilación de superficie mínima 1/10 de la superficie del suelo. La instalación eléctrica será de seguridad aumentada, con envolvente antideflagrante para interruptores y enchufes. En el exterior, o en el interior de la caseta o local se dispondrán extintores y se señalarán los riesgos del recinto. El recinto estará cerrado y sólo podrá acceder a él personal autorizado. Se debe tener un registro de las botellas que se encuentran en su interior y los riesgos específicos de cada gas (fichas de datos de seguridad), así como los procedimientos de manipulación y actuación en caso de emergencia. La caseta no deberá utilizarse como almacén de otros productos.

↳ Manipulación de las botellas de gases.

- Las botellas no deben ser **nunca** repintadas por el usuario
- No deben quitarse las marcas, señales o etiquetas
- No se debe trasvasar el contenido de unas botellas a otras



- Las botellas no deben ser transportadas rodándolas o arrastrándolas, sino mediante una carretilla. Durante el transporte deben tener la llave cerrada y la caperuza puesta
- Las botellas deben almacenarse en posición vertical y estar fijadas a la pared por medio de una abrazadera para evitar su caída. Las botellas que no estén en servicio deben tener la caperuza colocada y la válvula cerrada. La caperuza se retirará cuando la botella ya esté fijada. El capuchón fijo tipo tulipa no deberá quitarse, para evitar que en caso de que una botella cayese, la llave pueda golpearse y romperse, saliendo la llave y la botella a gran velocidad.
- No deben almacenarse botellas vacías en los laboratorios, sobre todo sin estar hechas firmes a la pared.

3.2.- Ventilación.

La exposición a productos químicos, cancerígenos o biológicos supone riesgos para la salud de las personas que trabajan en un laboratorio. La magnitud de este riesgo, sobre todo en el caso de productos químicos, depende esencialmente de la concentración media del contaminante y del tiempo de exposición al mismo.

El ambiente del laboratorio exige una ventilación adecuada del recinto, por dos motivos: la renovación y climatización del aire y la retirada de contaminantes. Por ello, el proyecto de acondicionamiento ambiental de laboratorios debe considerar ciertas diferencias con respecto a las necesidades de otros locales de trabajo (oficinas, despachos, etc.)

La ventilación natural plantea serios inconvenientes para el buen funcionamiento del laboratorio, como son las corrientes de aire, que apagan las llamas de los mecheros, provocan golpes de puertas y ventanas, evaporaciones inconvenientes o la incapacidad de mantener unas situaciones termohigrométricas adecuadas.

El sistema de acondicionamiento de aire debe ser capaz de disipar la energía liberada por los distintos focos de calor que hay en los laboratorios: estufas, mecheros, motores, etc.,



mantener un clima adecuado en cada área del laboratorio y compensar con aire limpio y tratado todo el volumen retirado por los sistemas extractores. Además, el sistema de extracción debe ser capaz de captar los contaminantes liberados por un foco contaminante antes de que se dispersen por el ambiente.

Ambos aspectos, renovación/ climatización y control de contaminantes, se relacionan entre sí, puesto que la retirada de volúmenes de aire es un factor común para las dos actuaciones, pero hay que resaltar que los objetivos son diferentes. Es un **error** muy extendido considerar que con una renovación de aire se consigue el control de contaminantes químicos. Las exigencias en cuanto a climatización y control de contaminación son diferentes en las distintas áreas de un laboratorio: sala de balanzas, almacén, sala de estufas, etc. Así pues, las especificaciones del proyecto de acondicionamiento de aire y del sistema de extracción para el control de contaminantes en laboratorios requiere el conocimiento de las características propias del laboratorio y sus actividades. Entre estas características específicas de los laboratorios se puede destacar:

- Nivel de ocupación de personal
- Elevado número de equipos generadores de calor
- Algunos equipos generan más calor latente que sensible
- Bajo índice de utilización simultánea de los equipos
- Elevado volumen de aire evacuado por las extracciones localizadas
- Áreas en las que debe limitarse el movimiento de aire
- Posible existencia de zonas limpias
- Zonas de diferentes exigencias



3.3.- Renovación- Climatización

La función principal del sistema acondicionador (renovación- climatización) es crear un clima interior artificial confortable (confort termohigrométrico) o en algunas situaciones por requerimiento del proceso, unas determinadas condiciones de humedad y temperatura.

En la mayoría de los casos el sistema de acondicionamiento del aire es o se diseña común a todo el edificio donde generalmente se desarrollan otras actividades aparte de las de laboratorio. Se ignoran aspectos como propagación de un posible incendio o el reparto de la contaminación química residual del laboratorio.

El aire de acondicionamiento de un laboratorio **no debe ser reciclado**, pues podrían contaminarse otras áreas del edificio o favorecería la existencia de contaminación residual (el laboratorio permanece continuamente impregnado de un olor característico). Así pues, al diseñar un sistema de acondicionamiento para un laboratorio, éste debería ser **independiente y exclusivo**.

Como los requerimientos de acondicionamiento de aire son diferentes en cada zona del laboratorio, son necesarias varias unidades climatizadoras independientes, de modo que entren en funcionamiento a demanda. En este sentido, la sectorización de cada laboratorio es muy recomendable pues reduce los costes de tratamiento o acondicionamiento de aire, y es fundamental para la protección y extinción de incendios.

Hay que recordar que en algunas situaciones los laboratorios requieren que el sistema de ventilación genere presión negativa (depresión) dentro del laboratorio, de manera que se establezcan corrientes de aire desde el pasillo hasta la zona de trabajo del laboratorio, para evitar la salida de contaminantes. Una excepción son las zonas asépticas, que deben tener una presión ligeramente mayor respecto al espacio circundante.

El volumen de renovación se tendrá que estimar en función del volumen de aire que los sistemas extractores (vitriñas, campanas) van a evacuar al exterior, del tipo de contaminantes que se prevén manipular, del número de personas y del número y grado de simultaneidad de los focos de calor (baños calientes, motores, estufas, mecheros,



etc.). Se recomiendan renovaciones de aire de 25 a 35 m³ por persona y hora en los laboratorios de tipo medio. La OMS, en su manual de bioseguridad, recomienda, en laboratorios donde se manipule material biológico, trabajar en depresión y una renovación de aire de 60 m³ por persona y hora.

La situación de las entradas de aire y los retornos debe ser tal que el barrido sea efectivo, recordando que no se sitúen cerca de vitrinas, rendijas o campanas. El personal no debe anular o tapar una entrada o salida del aire, ya que descompensaría el sistema. La capacidad extractora debe ser ligeramente superior a la impulsora, de modo que el laboratorio se encuentre en depresión con respecto a otras áreas. Ambos sistemas, impulsión y retorno, deben trabajar simultáneamente, disponiéndose de un sistema de alarma que avise en caso de fallo de uno de los sistemas. Debe evitarse que los dardos de aire afecten directamente a las mesas de trabajo, balanzas, fotómetros de llama, mecheros, etc., pues estas corrientes de aire pueden facilitar la dispersión de contaminantes o dificultar el trabajo de algunos aparatos.

El aire captado del exterior debe ser filtrado; en algunos casos se requiere de ciertas calidades en el aire de entrada, cosa que se consigue disponiendo de filtros especiales según la calidad deseada.

Es importante que las expulsiones de aire al exterior se localicen de forma que no pueda ser posible su reingreso a través de ventanas o a través de las bocas de captación. La recomendación general es que las bocas de descarga deben situarse 3 metros por encima del nivel de la azotea del edificio, teniendo en cuenta los vientos dominantes y la altura de los edificios colindantes. El aire extraído de zonas de los laboratorios en las que haya materiales radioactivos o infecciosos se debe filtrar antes de ser lanzado a la atmósfera mediante filtros de alta eficacia.



3.4.- Control contaminación ambiental.

Básicamente existen dos sistemas:

- ↪ Ventilación por dilución: tiene como objetivo reducir el nivel de contaminación a base de circulaciones y extracciones de aire. Sólo podría utilizarse si en el laboratorio se manipulasen sustancias de muy baja toxicidad, no hubiese productos inflamables o explosivos, no existiera contaminación por polvo, la cantidad de contaminante fuese muy discreta y relativamente uniforme y el personal se encontrase alejado de los focos de emisión, se asuma cierta contaminación residual y los gastos de acondicionar el gran caudal de aire necesario. De todo esto se concluye que este **sistema no es adecuado para laboratorios**.
- ↪ Sistemas de extracción localizada: tienen como objetivo captar el contaminante en la vecindad inmediata del foco contaminante, para evitar que se difunda a otras áreas del laboratorio. Algunos de estos sistemas son: vitrinas de gases, cabinas de seguridad biológica, campanas. Son imprescindibles en cualquier laboratorio pues generalmente se manejan productos tóxicos, inflamables y el personal está cerca de los focos generadores de contaminación.

Se ha de precisar que situar extractores libres en un laboratorio como método de control de la contaminación no tiene sentido en un laboratorio con un sistema de acondicionamiento de aire, puesto que la renovación la realiza éste y el efecto descontaminante de los extractores es nulo. Éstos sólo descompensarán el sistema acondicionador y aumentarán sus pérdidas. Debe insistirse en la necesidad de controlar la contaminación ambiental mediante extracciones localizadas y no utilizar equipos extractores libremente instalados.

- ↪ Extracción localizada: los sistemas de extracción localizada están indicados para el control de contaminantes en laboratorios porque:

- Captan el contaminante antes de que éste llegue a afectar al ambiente de trabajo



- Pueden diseñarse en función de las necesidades de cada actividad
- Alteran en menor medida las condiciones termohigrométricas del laboratorio que la ventilación general pues trabajan con caudales menores

Básicamente existen dos tipos de sistemas de extracción localizada:

- Vitrinas: son cerramientos a los que se les aplica un sistema de extracción localizada (ver apartado específico)
- Campanas, rendijas y plenums: es la aplicación directa de la extracción localizada al foco contaminante

3.5.- Iluminación.

La iluminación del laboratorio debe ser acorde con la exigencia visual de los trabajos que en él se vayan a realizar. El nivel de iluminación recomendado para el trabajo en laboratorios es de 500 lux para las luminarias generales, aunque puede llegar a requerirse 1000 lux en puestos en los que es necesaria una iluminación más puntual (RD 486/97 sobre lugares de trabajo).

Cada vez es más usual la utilización en el laboratorio de pantallas de visualización de datos (PVD). Éstas deben situarse lo más alejadas posible de fuentes de luz diurna, y nunca frente o contra ventanas.

3.6.- Ruido.

Las fuentes de ruido en el laboratorio pueden provenir:

- De los diferentes equipos que se utilizan en los laboratorios: agitadores, centrífugas, autoclaves, cromatógrafo de gases, etc.
- De los sistemas de acondicionamiento o extracción de aire



En los laboratorios, generalmente, el nivel de ruido diario equivalente del puesto de trabajo es inferior a 80 dB(A). Pero hay que resaltar que niveles de ruido de menor intensidad pueden interferir alterando la capacidad de concentración necesaria para la realización de actividades que requieren concentración mental, gran minuciosidad o una atención auditiva, pudiendo provocar estrés, disminución del grado de atención, aumento del tiempo de reacción, con lo que se favorece el aumento de errores y por consiguiente, de posibles accidentes. El trabajo en laboratorios requiere, por lo tanto, los niveles menores posibles de ruido. Para ello es necesario un eficaz mantenimiento preventivo de los equipos que generan ruido; los equipos o máquinas deben estar bien colocados o anclados en el suelo.

Especial cuidado hay que tener en la elección de aislantes acústicos para paredes, cubiertas, etc. Son adecuados materiales como la vermiculita, la perlita expandida o la lana de vidrio, pues además de ser buenos aislantes acústicos son incombustibles. En el caso de los aparatos acondicionadores o de sistemas de renovación de aire, el utilizar doble techo antiacústico puede ayudar a reducir el nivel de ruido de estos equipos.

3.7.- Instalación de agua.

No debe haber ninguna conexión entre las conducciones de agua destinada al laboratorio y las de agua de bebida. El abastecimiento de agua potable al laboratorio estará protegido contra el reflujo mediante un dispositivo antirretorno.

3.8.- Instalación eléctrica.

Básicamente los accidentes e incidentes de tipo eléctrico tienen como causa inmediata el deficiente estado de conservación o de diseño (protección) de la instalación, así como la manipulación indebida en líneas.

Véase al respecto la documentación asociada al curso sobre Riesgos Eléctricos Básicos.



3.9.- Almacenamiento de productos.

La problemática del almacenamiento seguro de productos químicos debe abordarse con gran rigor tanto si se trata de grandes instalaciones como si son pequeños locales, ya que el peligro de accidentes es análogo en ambos casos. Es evidente que la magnitud de las consecuencias potenciales que se podrían derivar de estos accidentes será distinta según se trate de una u otra situación y esto dará lugar a la aplicación de unas medidas preventivas añadidas cuando las circunstancias así lo aconsejen.

↳ Actuaciones básicas para un correcto almacenamiento.

Las actuaciones básicas para conseguir un almacenamiento adecuado de los productos son:

- **Reducción del stock de productos al mínimo**
- **Establecer separaciones**
- **Aislar o confinar ciertos productos**

La primera medida es una medida de prevención. Es muy recomendable implantar un sistema ágil y flexible de gestión de stocks de forma que el almacenamiento de productos químicos sea mínimo; con ello se conseguirá que la carga térmica del almacenamiento sea mucho menor. Evidentemente esta medida de organización del laboratorio exige un esfuerzo en la planificación de forma que se garanticen las existencias e incrementa el curso de pedidos y los trámites, pero con ello se consigue un almacenamiento más seguro, en el que posiblemente se reduzcan gastos al no ser necesarias tantas medidas de seguridad, además de que indirectamente se ayuda a la gestión de residuos, pues hay un mayor control sobre los productos almacenados y es más fácil que se caduquen ciertos reactivos.

La segunda actuación en el almacenamiento, una vez que se ha reducido en lo posible los stocks, es la separación entre productos incompatibles, así como el distanciamiento de los productos sensibles al agua de posibles tomas o conducciones



de ésta y de las materias inflamables. En general, se recomienda la **separación por familias** de productos (afinidad química). Es decir, la separación en el almacenamiento es una medida de prevención que pretende la eliminación de los riesgos, teniendo en cuenta la reactividad entre las diferentes sustancias que se van a almacenar. La colocación en estanterías se efectuará de modo que cada peligrosidad de las consideradas “compatibles”, ocupe una estantería en toda su carga vertical, se pretende con ello que la posible caída y rotura de un envase, sólo afecte a otros productos de la misma peligrosidad, o cuando menos no incompatibles.

La forma de disponer los distintos productos en las baldas de su estanterías seguirá el siguiente criterio: los envases pesados se colocarán en las baldas o estantes inferiores, así como los ácidos y bases fuertes, que irán ocupando un nivel más bajo cuanto mayor sea su agresividad.

La tercera medida de prevención se refiere a ciertos productos que debido su actividad biológica o características físico químicas deben estar aislados del resto. Deben ser objeto de un **almacenamiento especial** las sustancias cancerígenas, los venenos activos, las sustancias inflamables o autoinflamables, los productos peroxidables, los susceptibles de polimerización, los corrosivos, los pestilentes, etc.

Hay una serie de normas generales que por su propio cumplimiento constituye un elemento de seguridad intrínseca:

- Una iluminación suficiente
- Mantener despejados los accesos a extintores y bocas de incendio
- No obstaculizar las salidas de emergencia
- No dejar ocultos por bultos, apilamientos o estanterías, válvulas, interruptores, cajas de fusibles, tomas de agua, señalización, equipos de primeros auxilios, etc.
- Disponer de pasillos suficientemente anchos



- Mantener alto grado de orden y limpieza
- Respetar la capacidad máxima de las estanterías
- Comprobar la estabilidad de las pilas
- No utilizar frigoríficos de uso doméstico para guardar productos o soluciones de elevada presión de vapor
- Se desecha siempre el contenido de recipientes que no estén etiquetados
- Se lee la información sobre manipulación y almacenaje de nuevos productos o no habituales antes de proceder a su utilización (información extraída de las fichas de datos de seguridad)
- Nunca deben almacenarse productos químicos en el interior de vitrinas de gases
- Limitar al mínimo indispensable la ubicación de productos químicos en estanterías sobre las mesas de trabajo
- No deben guardarse reactivos y productos químicos en cajones cerrados con llave

↪ Instalaciones de almacenamiento para inflamables

- Estanterías

Es recomendable que sean metálicas y que se encuentren conectadas equipotencialmente a tierra. Es recomendable que los estantes o baldas tengan una inclinación hacia su centro y que en éste se disponga de una abertura, con lo que cualquier posible vertido que provenga de uno de los estantes, se podrá recoger en el cubeto que se disponga a nivel del suelo bajo la estantería.



- Armarios protegidos

La cantidad máxima de líquidos que puede almacenarse permitida en un armario protegido es de 500 litros. Las cantidades máximas permitidas dentro de un armario protegido son 100 litros para productos de clase A, 250 litros para productos de clase B, 500 litros para productos de clase C o suma de A, B y C, sin sobrepasar las cantidades de A y B antes mencionadas (Art. 4.1 APQ- 001)

Estos armarios protegidos deben llevar un letrero en el que se indique el tipo de sustancia que contienen (“INFLAMABLES”), y el correspondiente pictograma. Tendrán como mínimo una resistencia al fuego RF-15. Dispondrán de baldas recoge- vertidos y de un cubeto inferior de 5 cm de altura. Las patas serán regulables para poder nivelar el armario. Las puertas tendrán 3 puntos de anclaje. Las uniones estarán selladas y las juntas recubiertas con pintura intumesciente. Estarán conectados a tierra.

Para los líquidos de clase B, el armario estará equipado con rejilla apagallamas con pintura intumesciente y estarán conectados a tierra y para los de clase A deben disponer de ventilación al exterior.

- Armarios frigoríficos

Para almacenar productos inflamables que requieran refrigeración deben utilizarse armarios frigoríficos diseñados para este contenido, en los cuales toda la instalación (compresor, circuitería interior, etc.) es antideflagrante. Estos armarios deben estar instalados en un local con buena ventilación.

- Salas de almacenamiento y trasvase

Según la MIE-APQ-001, son los recintos destinados al almacenamiento de productos inflamables dentro de instalaciones industriales.



4.- TRATAMIENTO Y ELIMINACIÓN DE RESIDUOS EN LABORATORIOS.

En los laboratorios se manejan gran cantidad de productos químicos y se realizan diferentes operaciones que a veces dan lugar a residuos, es decir, sustancias o preparados que pueden presentar características de peligrosidad y cuya identificación o almacenamientos inadecuados constituye un riesgo añadido a los propios de la actividad del laboratorio.

Es necesario un control, tratamiento y eliminación de los residuos generados en el laboratorio, pues con ello se contribuye a la seguridad, la higiene, el orden y la limpieza, y el cuidado del medio ambiente, receptor final de estos residuos.

La gestión de los residuos en los laboratorios es una necesidad para mejorar la seguridad e higiene en el trabajo y constituye una pieza fundamental en la aplicación de criterios de calidad y gestión ambiental en el laboratorio, siendo también una de las exigencias de aplicación de las buenas prácticas. Dentro de la UPV, la gestión de los residuos de laboratorio viene siendo realizada por la Oficina Verde.

Otra situación generadora de residuos son los casos de vertidos o derrames. Se han de prever las actuaciones a seguir y los métodos a utilizar para controlar los derrames que se puedan producir.

5.- ACTUACIÓN EN CASO DE VERTIDOS O DERRAMES: PROCEDIMIENTOS GENERALES.

El plan de actuación estará en función de la cantidad derramada, de las características del producto y del lugar donde se haya producido. Es decir, son casos totalmente diferentes, por ejemplo, un pequeño derrame en la mesa de trabajo de un gran derrame cuyas consecuencias pueden afectar a todo el personal del laboratorio.

Cuando se produce algún derrame o vertido de productos líquidos en el laboratorio debe actuarse con rapidez para su neutralización, absorción y eliminación. La utilización de equipos de protección individual y los distintos métodos de tratamiento se llevarán a cabo



en función de las características de peligrosidad del producto vertido. Es necesario tener a mano las fichas de datos de seguridad de todos los productos que se manejan en el laboratorio, de forma que sea fácil su consulta.

Como recomendaciones generales se aconseja:

- Se debe actuar con rapidez pero sin precipitaciones, evacuando o alejando al personal innecesario.
- Establecer instrucciones detalladas al objeto de elegir el procedimiento de tratamiento y eliminación de residuos y derrames adecuados. Antes de emplear cualquier procedimiento para la eliminación de un derrame o residuo hay que estar plenamente convencido de la seguridad del método y de que no se pueden producir reacciones peligrosas o incompatibles, consultando las fichas de seguridad del producto, leyendo atentamente las frases R y S, o recurriendo a la bibliografía especializada en incompatibilidades entre productos.
- Utilización de guantes y delantal impermeables al producto, y gafas de seguridad.
- Los derrames de líquidos peligrosos no deben ser nunca absorbidos con trapos, aunque se usen guantes. Es recomendable el uso de papel de rollo absorbente, que permita, mediante el empleo de pinzas, la absorción de pequeños derrames de solventes inflamables o líquidos tóxicos y trasladarlos al interior de una vitrina para su evaporación.
- Es necesario emplear otros sistemas de absorción que si es posible ejerzan una acción neutralizadora. En el mercado se puede encontrar una amplia gama de productos sólidos de pequeña granulometría destinados a neutralizar, limpiar y eliminar residuos de derrames específicos tales como ácidos, álcalis, disolventes, inflamables, cianuros o mercurio, entre otros.
- También en el propio laboratorio se pueden preparar una serie de materias o productos que pueden ser usados por su acción absorbente o neutralizadora:



vermiculita, arena seca, bicarbonato sódico u otros productos cáusticos para neutralizar derrames ácidos.

- Estos productos deben estar dispuestos en recipientes adecuados o en paquetes situados en lugares fácilmente accesibles y cercanos a las zonas donde previsiblemente puedan producirse derrames.
- Nunca debe utilizarse serrín para absorber líquidos inflamables, pues es un polvo combustible que solo aumentaría aún más la inflamabilidad del conjunto.
- Si se trata de un producto inflamable, córtese la llave general de gas y ventílese el local.
- En los derrames de líquidos inflamables es preciso, como primera medida, evitar que se siga derramando más líquido y eliminar todos los posibles focos de ignición existentes, y no crear nuevos, como por ejemplo accionar interruptores de puesta en marcha de ventiladores en áreas contaminadas. La mejor manera de apagar los focos de ignición eléctricos es cortar el suministro energético a partir de los interruptores generales fuera del laboratorio.
- Nunca debe verterse a la red general de desagües sustancias corrosivas como ácidos o bases sin neutralizar previamente, solventes o líquidos inflamables insolubles en agua o productos que puedan reaccionar con el agua o con el aire.
- Las sustancias que puedan verterse por los desagües deben neutralizarse antes y al efectuar el vertido, hacerlo con abundante agua.
- No se deben abandonar al vertido de basuras habitual (papeleras y contenedores) trapos, papeles de filtro u otras materias impregnadas o impregnables.
- Evitar guardar botellas destapadas.