

Curso

OPERADOR DE AUTOCLAVE

MODULO 1

Operación de autoclave

Tabla de contenido

| | |
|--|-----------|
| OPERADOR DE AUTOCLAVE | 4 |
| ¿QUÉ ES UN AUTOCLAVE? | 4 |
| TIPOS DE AUTOCLAVE: | 5 |
| Tamaño:..... | 5 |
| Según operación..... | 5 |
| Según su clase | 5 |
| PARTES DE UN AUTOCLAVE | 6 |
| LA PERILLA: | 7 |
| LA PUERTA: | 7 |
| LA EMPAQUETADURA | 7 |
| CÁMARA DE ACERO INOXIDABLE | 8 |
| TANQUE DE AGUA DESTILADA | 8 |
| TANQUE DE AGUA UTILIZADA | 8 |
| PANTALLA LCD | 9 |
| PANEL DE CONTROL | 9 |
| INTERRUPTOR PRINCIPAL | 9 |
| LLAVE DE DRENAJE DE TANQUE AGUA DESTILADA | 9 |
| LLAVE DE DRENAJE DE TANQUE AGUA UTILIZADA | 9 |
| FILTRO BACTERIOLÓGICO | 9 |
| VÁLVULA DE SEGURIDAD | 9 |
| RESISTENCIA | 10 |
| BASE | 11 |
| PUERTO USB | 11 |
| PUERTO IMPRESIÓN | 11 |
| FUSIBLES PRINCIPALES | 11 |
| CABLE DE SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD | 11 |
| PARRILLA O CANASTO | 12 |
| PORTA PARRILLA | 12 |
| MANGO PARA PARRILLAS | 12 |
| PRESÓSTATO (MANÓMETRO | 12 |

| | |
|--|-----------|
| MEDIDOR DE TEMPERATURA DE LA CÁMARA DE VAPOR | 15 |
| INDICADOR DE NIVEL DE AGUA (PARA LOS AUTOCLAVES QUE GENERAN SU PROPIO VAPOR)15 | |
| ACCESORIOS DE CONTROL AUTOMÁTICO y ACCESORIOS DE PURGA DE DESCARGA RÁPIDA..... | 16 |
| ACCESORIOS DE CONTROL AUTOMÁTICO | 16 |
| ACCESORIOS DE PURGA DE DESCARGA RÁPIDA | 16 |
| PROCESO DE ESTERILIZACION POR VAPOR DE AGUA | 18 |
| UTILIZACIÓN DEL VAPOR EN UN PROCESO DE ESTERILIZACIÓN. | 18 |
| EL PROCESO DE ESTERILIZACIÓN POR VAPOR DE AGUA ESTÁ COMPUESTO POR LAS SIGUIENTES ETAPAS:..... | 19 |
| 1. LOS OBJETOS QUE REQUIEREN SER ESTERILIZADOS SE UBICAN EN LA CÁMARA DE ESTERILIZACIÓN..... | 19 |
| 2. PURGA DE AIRE | 19 |
| 3. PASO DE VAPOR..... | 19 |
| 4. CALENTAMIENTO POR UNA RESISTENCIA | 19 |
| 5. ESTERILIZACIÓN MEDIANTE VAPOR LIBRE DE IMPUREZAS | 19 |
| 6. DESVAPORIZACIÓN | 19 |
| 7. SECADO | 19 |
| 8. IGUALACIÓN..... | 19 |
| 9. FINALIZACIÓN DEL PROCESO | 20 |
| CONTROLES DE ESTERILIDAD..... | 20 |
| TEST DE BOWIE DICK..... | 20 |
| AGUA DE ALIMENTACIÓN DE AUTOCLAVES | 21 |
| MANEJO DE AUTOCLAVES..... | 23 |
| TEMPERATURA..... | 23 |
| ESCALAS DE CONVERSIÓN DE TEMPERATURA..... | 24 |
| MASA..... | 25 |
| ESCALA DE CONVERSIÓN DE MASA | 25 |
| LONGITUD..... | 25 |
| CONVERSIÓN DE UNIDADES..... | 25 |
| PRESIÓN..... | 26 |
| CONVERSIÓN ENTRE LAS UNIDADES DE PRESIÓN..... | 26 |
| CALOR..... | 26 |
| CONVERSION DE UNIDADES DE CALOR..... | 27 |
| VAPOR | 27 |

OPERADOR DE AUTOCLAVE

En nuestro país, estas materias se encuentran reguladas por un cuerpo legal que corresponde al Decreto Supremo N°10 del año 2012 del Ministerio de Salud que aprueba el “Reglamento de Calderas Autoclaves y Equipos que utilizan vapor de Agua”. En este cuerpo legal, en su Artículo N°80, se establece que “El manejo, vigilancia, supervisión y operación de toda autoclave, caldera de calefacción, caldera de fluido térmico y caldera de vapor, a que se refiere este Reglamento, deberá estar a cargo de un operador calificado, con capacitación sobre funcionamiento del equipo específico a operar y sobre los peligros que puede ocasionar una falsa maniobra o una inadecuada operación”. Se establece, además, que para demostrar tener los conocimientos y las competencias necesarias el operador deberá contar con licencia de enseñanza media y aprobar un examen de competencia ante la Autoridad Sanitaria (Secretaría Regional Ministerial de Salud). En este aspecto es necesario destacar que nuestra Institución, tiene como objetivo entregar conocimientos básicos, generales y específicos sobre recipientes de presión y procesos de esterilización que permitan a los operadores el manejo de estos equipos con la seguridad que se requiere. A su vez el participante de estos cursos obtendrá mayores competencias para la aprobación del examen escrito y de esta manera obtener el Certificado de Competencia exigido en el Decreto Supremo No 10/12 del Ministerio de Salud.

Una vez que el operador de una autoclave haya obtenido su certificado que acredite sus competencias, le corresponderá “verificar el funcionamiento de los accesorios tanto de observación como de seguridad y la aislación térmica, mantener actualizado el libro de vida, registrar las mantenciones realizadas, inspecciones y fallas como desperfectos que presente el sistema”.

¿QUÉ ES UN AUTOCLAVE?

Recipiente metálico, diseñado para el tratamiento de materiales con vapor de agua a presión manométrica igual o superior a 0,5 kg/cm² y así lograr su esterilización.

El autoclave inactiva todos los virus y bacterias, aunque se ha llegado a saber que algunos microorganismos como los priones, son resistentes a estas altas presiones y temperaturas.

TIPOS DE AUTOCLAVE:

Tamaño:

Pequeños o clínicos: menor a 25 litros de capacidad.

Grandes o industriales: sobre 10.000 litros, conectados a un generador de vapor externo.

Según operación

Manuales: se debe seleccionar la temperatura en la cual se quiere esterilizar y comenzar proceso de esterilización.

Semiautomático: incluye secado activo automático.

Automáticos: sistema de control fácil de usar, con teclas de una sola acción aumentando la productividad.

Según su clase

Autoclaves clase N: se caracterizan por sus dimensiones reducidas y sirven para esterilizar el material simple. No permiten esterilizar materiales textiles, cargas porosas, cuerpos huecos ni productos embolsados, ya que las características del ciclo no permiten superar pruebas específicas desde el punto de vista físico. Otra debilidad de estos dispositivos es que no se garantiza la correcta penetración del vapor.

Autoclaves clase B: tienen dimensiones reducidas, aunque presentan prestaciones que pueden compararse a las que presentan instalaciones hospitalarias más grandes.

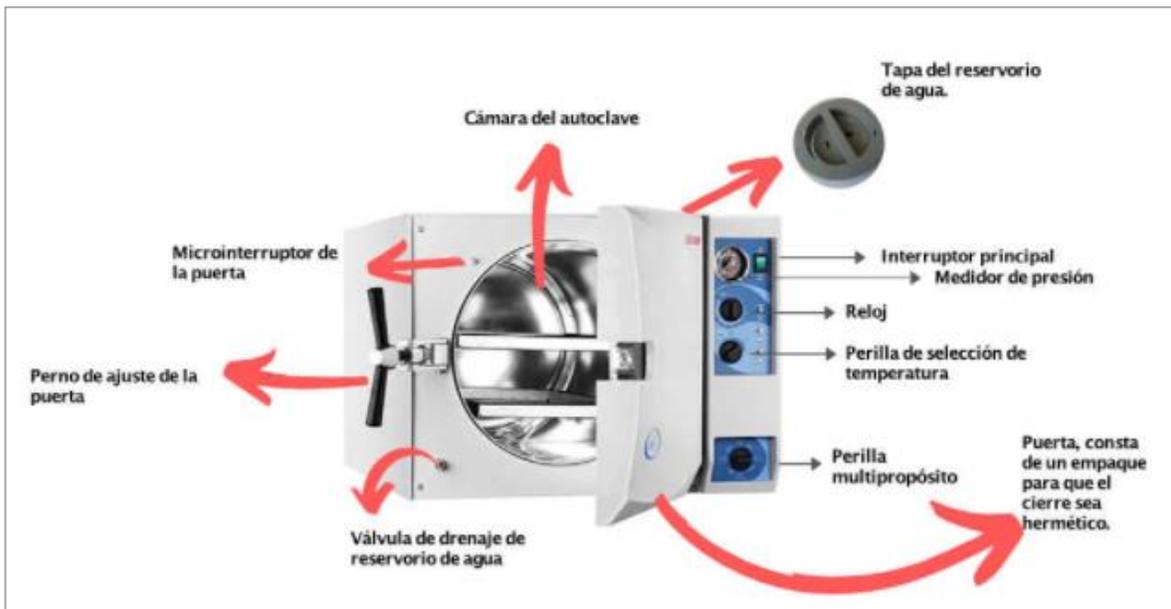
Con autoclaves clase B se puede esterilizar cualquier tipo de carga: materiales porosos, materiales embolsados, textiles y cuerpos huecos como instrumental, turbinas y cánulas.

Autoclaves clase S: se consideran todos los demás. En la práctica, se trata de la clase intermedia entre los autoclaves clase N y los B. Sus características no están definidas por ninguna norma, por ello sus prestaciones las determina el diseñador y las define el fabricante en función de pruebas específicas.

El autoclave más utilizado hoy en día son los autoclaves clase B, pues garantizan una máxima versatilidad y se adaptan a los contextos más diversos. Tienen un formato pequeño, pero a pesar de eso asegura un rendimiento de calidad con la más alta eficacia y los mayores estándares de seguridad.

PARTES DE UN AUTOCLAVE

- Panel de Operación.
- Interruptor Principal (ON/OFF).
- Medidor de Presión (Manómetro).
- Perilla de selección de ciclo. (a 121°C ó 134°C).
- Perilla multi-propósito.
- Puerta para cierre hermético.
- Cámara interior del Autoclave.
- Micro-interruptor para control de cierre.
- Válvula de drenaje.
- Tapa tanque de reserva.
- Perno de ajuste de la puerta.
- Cámara interior del Autoclave.



LA PERILLA: Ejerce una función de seguridad rotatoria para abrir la puerta.

LA PUERTA: Se encarga de sellar el autoclave de manera hermética. Es una pieza de metal que soporta toda la presión del vapor tratando de escapar del interior de la cámara, por lo que debe tener uno o más pernos bloqueantes para lograr resistir tal presión. En la puerta también existe una pieza llamada “empaquetadura”, normalmente de goma o silicona en forma de anillo la cual permite el sellado hermético de la cámara. La puerta del Autoclave es el punto más débil del equipo, y por lo tanto, el más peligroso para el operador. Esta pieza de metal es la que soporta toda la presión de vapor tratando de escapar del interior de la cámara. Por esta razón la puerta debe tener uno o más **“pernos bloqueantes”**, lo suficientemente resistentes para soportar tal presión. De extraviarse esta(s) pieza(s), será necesario solicitar otra(s) igual(es) al fabricante, y que reúnan las características necesarias para cumplir su función. Nunca se debe reemplazar esta pieza por alambres, clavos o cualquier otro objeto, ya que podrían provocar graves accidentes.

LA EMPAQUETADURA, esta por lo general es de goma o de silicona, que presenta una forma de anillo. Tiene la función de permitir el sellado hermético de la cámara. Esta pieza tiene importancia para el proceso de esterilización, si este anillo falla, no ocurrirán accidentes producidos por la acumulación de presión de vapor de agua, sino todo lo contrario, pues el vapor se escapará y no se acumulará dentro de la cámara. No obstante, al tener esta fuga, el equipo podría quedarse sin agua más rápido, lo que conllevaría a que

la resistencia eventualmente se quemará. Por esta razón, es necesario que constantemente se esté observando el manómetro para verificar que la presión esté aumentando dentro de la cámara. La empaquetadura debe renovarse siempre que presente fallas o, cuando el fabricante o los protocolos del laboratorio así lo indiquen, la nueva empaquetadura debe tener las mismas características a la original, por lo que se sugiere solicitarla directamente al fabricante, y **NUNCA** una adquirida en el comercio local, aunque esta presente características similares o sea más económica.

CÁMARA DE ACERO INOXIDABLE: Lugar donde se contendrán los elementos interiores del autoclave.



TANQUE DE AGUA DESTILADA: tanque contenedor de agua destilada.

TANQUE DE AGUA UTILIZADA: Recipiente donde irá el agua utilizada en la destilación.



PANTALLA LCD: Pantalla LCD que nos informará del status del autoclave. Según el modelo del fabricante puede ofrecer una pantalla distinta.

PANEL DE CONTROL: Panel donde ajustaremos los distintos parámetros.

INTERRUPTOR PRINCIPAL: Interruptor principal encargado de encender o apagar el autoclave.

LLAVE DE DRENAJE DE TANQUE AGUA DESTILADA: Llave encargada de extraer el agua destilada.

LLAVE DE DRENAJE DE TANQUE AGUA UTILIZADA: Llave encargada de extraer el agua utilizada.

FILTRO BACTERIOLÓGICO: Filtro para retener las bacterias. Según el modelo poseen filtros HEPA.

VÁLVULA DE SEGURIDAD: La válvula de seguridad en un dispositivo con el que disponen todos los Autoclaves. Este dispositivo es el responsable de liberar el exceso de presión de vapor desde el interior de la cámara. La liberación puede ser manual o automática. Conectada directamente a la cámara de vapor sin interrupción de ninguna otra válvula. Es

capaz de evacuar el vapor en forma automática para que la presión del vapor al interior de la cámara no sobrepase en ningún momento el 10% de la presión máxima de trabajo.

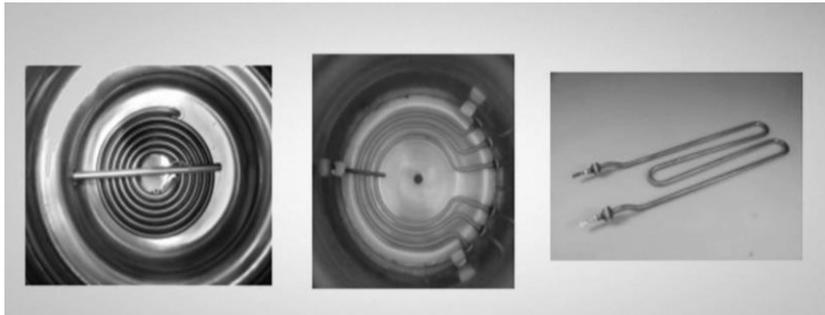
La apertura de la válvula, de forma manual se efectúa tirando de una palanca o argolla que esta presenta, en algunas ocasiones la argolla entregada por el fabricante es delgada y poco resistente, por lo que se sugiere reemplazarla por una argolla para las llaves de la cerradura de cualquier casa, ya que esta es más resistente, y permite la entrada cómoda del dedo para su activación.

La liberación automática del vapor ocurre cuando la presión supera en un 6 % la presión máxima de trabajo.



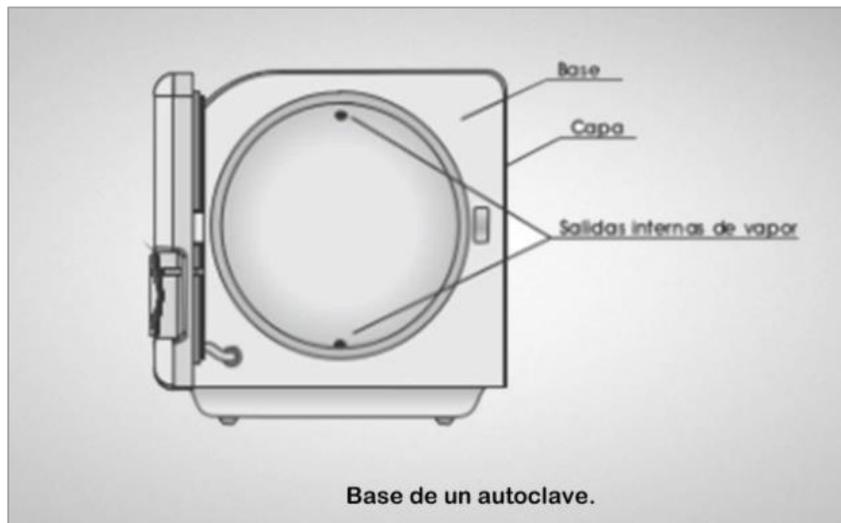
Las especificaciones técnicas y el plan de mantenimiento recomendado por el fabricante, deben mantenerse a disposición de la autoridad sanitaria.

RESISTENCIA: Pieza encargada de calentar el agua por conducción eléctrica.



**Diferentes tipos de resistencia.*

BASE: Estructura metálica producida en acero carbono. Con propiedades antimicrobianas.



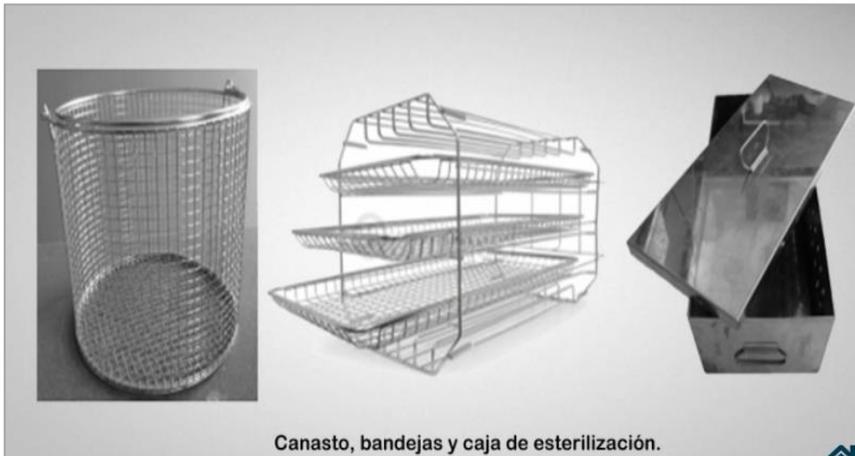
PUERTO USB: Entrada de puerto USB para añadir conexiones.

PUERTO IMPRESIÓN: Puerto de impresión con toma VGA,

FUSIBLES PRINCIPALES: Fusibles encargados de distribuir la corriente eléctrica.

CABLE DE SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD: Toma encargada de recibir energía eléctrica.

PARRILLA O CANASTO : Superficie donde depositamos los distintos materiales para esterilizar. Contenedores que sirven para mantener los materiales al momento de la esterilización fuera del contacto del agua y paredes internas de la cámara del autoclave.



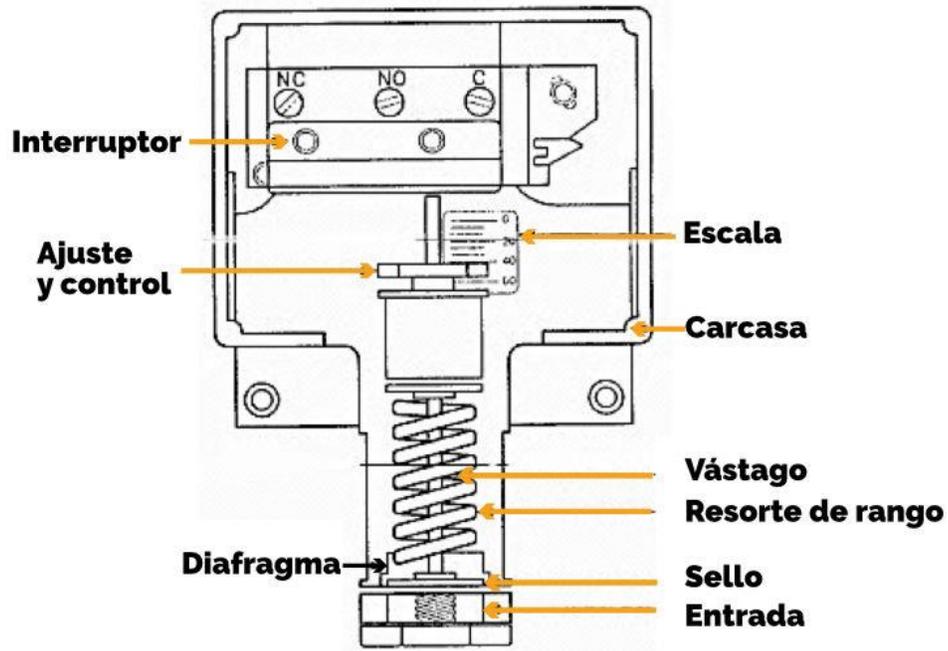
PORTA PARRILLA: Estructura donde colocaremos las parrillas.

MANGO PARA PARRILLAS: Mango diseñado para manipular las parrillas de forma segura y eficiente.

PRESÓSTATO (MANÓMETRO): Una pieza importante para la regulación y mantención de la presión interna de la cámara, es el presóstato. Este dispositivo se encuentra en todos los Autoclaves, desde el más simple y básico, hasta el más automatizado.

El presóstato bloquea o activa el circuito eléctrico del Autoclave, dependiendo de la presión que ejerza el vapor de agua sobre una membrana o diafragma, la que está conectada a un pistón y un resorte. El resorte presenta un contacto en su extremo, que al ser presionado, se une a otro contacto, lo que provoca una interrupción de la entrada de energía eléctrica hacia el el generador de calor o resistencia. Por el contrario, cuando baja la presión, estos contactos se separan permitiendo que se vuelva a generar calor y por ende el aumento de la presión. Este encender y apagar del circuito eléctrico se repite varias veces durante una carga del Autoclave, siendo imperceptible para el operador.

Con esto se logra mantener al Autoclave dentro de unos parámetros de temperatura que fluctúan alrededor de los 2oC, y poder dar cumplimiento a los protocolos de temperatura/presión que se necesitan para esterilizar un material en particular





Debe ser de tipo Bourdon y tener la capacidad para indicar la presión máxima de trabajo del autoclave, procurando que dicha se presión se encuentre en el tercio central de la graduación de la esfera; una línea roja indeleble, marca la presión máxima de trabajo.

Para su control periódico debe existir un tubo de conexión con llave de paso que permita la fácil colocación de un manómetro patrón.

En la comparación de lectura con el manómetro patrón, se aceptará un margen de error de hasta un 5%. La autoridad sanitaria podrá aceptar, en casos excepcionales, un margen de error superior a este, fundado en un informe de calibración de los manómetros, que, a su juicio, haga la diferencia admisible.



MEDIDOR DE TEMPERATURA DE LA CÁMARA DE VAPOR: La temperatura del autoclave es difícil de controlar, debe ser monitoreada constantemente, y trabajar controlando la presión y el tiempo de esterilización para asegurar la calidad del procedimiento.



INDICADOR DE NIVEL DE AGUA (PARA LOS AUTOCLAVES QUE GENERAN SU PROPIO VAPOR): Deben tener un diseño que permita la realización de purgas periódicas y seguras.



ACCESORIOS DE CONTROL AUTOMÁTICO y ACCESORIOS DE PURGA DE DESCARGA RÁPIDA

ACCESORIOS DE CONTROL AUTOMÁTICO

- Presóstato: puede ser ajustable o digital.
- Termostato: puede ser ajustable o digital.

ACCESORIOS DE PURGA DE DESCARGA RÁPIDA: Todos los accesorios de observación, seguridad, control automático deberán estar en un lugar visible y de fácil acceso para su inspección, mantención o cambio.

Los autoclaves que utilizan vapor de agua, que estén constituidos por uno o más cuerpos de presión, deberán ser sometidos a las revisiones y pruebas que establece el reglamento de la Subsecretaría de Salud Pública y tener los accesorios de seguridad, observación y de control automático.

La esterilización es el procedimiento que permite la eliminación de toda forma de vida microbiana, incluso las esporas, que puedan existir en un objeto, en el caso de los autoclaves, por acción del calor húmedo.

El estado de esterilidad de un objeto no es demostrable, por lo que la farmacología europea y americana han fijado un límite máximo de riesgo de no esterilidad (R) donde $R=10^6$, es decir, probabilidad de encontrar un objeto no estéril entre 1 millón de objetos esterilizados.

El objetivo de la esterilización es garantizar ésta condición hasta el momento de su utilización.

Las etapas contenidas en el proceso de esterilización son:

- Limpieza del material.
- Descontaminación del material.
- Inspección del material.
- Preparación y empaque de material.
- ESTERILIZACIÓN DEL MATERIAL.
- Almacenamiento del material.
- Entrega del material.

PROCESO DE ESTERILIZACION POR VAPOR DE AGUA

UTILIZACIÓN DEL VAPOR EN UN PROCESO DE ESTERILIZACIÓN.

En particular, en este tipo de procesos el vapor de agua generado en el interior de la Autoclave corresponde a un vapor que se define o se conoce con el nombre de “vapor saturado”, el cual se caracteriza por la presencia de un alto contenido de humedad. Esta última condición es la que le otorga una gran capacidad de penetración. Por ejemplo, si tenemos un paquete (ropa para el personal sanitario), debemos asegurarnos que el vapor a la temperatura de esterilización llegue hasta el centro de la carga donde se pondrá en contacto con la primera capa del paquete. Este vapor se condensará debido a que se enfrenta a una superficie que se encuentra a temperatura más baja (inferior). A esta primera capa le seguirá llegando vapor lo que hará que esta superficie vuelva a aumentar la temperatura y de esta forma el vapor pasará a la segunda capa del paquete donde este proceso se volverá a repetir y, así sucesivamente, hasta llegar al centro del paquete. Este proceso es posible de realizar debido a las características únicas del fluido agua, a la cual es muy fácil transferirle energía para transformarla en vapor, y a su vez es muy fácil que ese vapor ceda la energía absorbida transformándose nuevamente en agua en estado líquido. Este proceso es posible de realizar debido a una de las características físicas químicas del agua que es su calor latente y su calor sensible.

Otra de las características que presenta el vapor saturado es que mientras suba la presión, aumentará la temperatura de ese vapor y viceversa. Sin embargo, este aumento no es directamente proporcional, o sea, la presión podría aumentar significativamente, pero la temperatura de ese vapor no aumentará en la misma proporción. Por ejemplo, si se tiene un vapor a una presión (absoluta) de 1.05 Kg/cm², su temperatura será de 100.6 °C, y si aumentamos la presión (absoluta) al doble, 2.10 Kg/cm², su temperatura sólo aumentará en 20°C aproximadamente. Análogamente, cuando se aumenta la presión de vapor también aumentará la energía absorbida (energía interna) pero, al igual que la temperatura, su aumento no es directamente proporcional (aumentará su energía, pero no en la misma proporción). Por ejemplo, si se tiene un vapor a una presión (absoluta) de 1.05 Kg/cm², su energía será de 644.4 Kcal/Kg, y si aumentamos la presión (absoluta) al doble, 2.10 Kg/cm², su energía sólo aumentará en 7.4 Kcal/Kg aproximadamente.

La esterilización con vapor de agua, es el método más efectivo y seguro, actúa coagulando las proteínas de los microorganismos, llevando así a su destrucción. El equipo que se utiliza es el autoclave; además, el vapor a baja presión tiene un gran poder de penetración que posee el agua en su estado gaseoso a través de los poros de los artículos.

Para una esterilización efectiva:

- El vapor debe estar en contacto directo con el material a esterilizar.
- Se debe crear el vacío efectivo con el fin de desplazar todo el aire presente inicialmente en el Autoclave y su sustitución por vapor.

EL PROCESO DE ESTERILIZACIÓN POR VAPOR DE AGUA ESTÁ COMPUESTO POR LAS SIGUIENTES ETAPAS:

- 1.** LOS OBJETOS QUE REQUIEREN SER ESTERILIZADOS SE UBICAN EN LA CÁMARA DE ESTERILIZACIÓN (previamente se realiza limpieza, descontaminación y empaquetamiento del material) y cierre hermético de puertas.
- 2.** PURGA DE AIRE se elimina el aire contenido en la cámara y se favorecerá la eliminación posterior del aire dentro de los paquetes y de los contenedores. Para ello se inyecta vapor en la cámara y se activa el sistema de vacío.
- 3.** PASO DE VAPOR desde la recámara hacia la cámara mediante un mecanismo neumático, es decir necesita aire comprimido hasta eliminar completamente el aire restante.
- 4.** CALENTAMIENTO POR UNA RESISTENCIA, hasta lograr temperatura y presión necesaria para la esterilización.
- 5.** ESTERILIZACIÓN MEDIANTE VAPOR LIBRE DE IMPUREZAS, manteniéndose constante temperatura y presión en la cámara.
- 6.** DESVAPORIZACIÓN se elimina el vapor de la cámara por el sistema de vacío y la presión desciende.
- 7.** SECADO se mantiene el vapor en la recámara, para mantener caliente la cámara y ayudar a secar el producto a fin de evitar recontaminación bacteriana durante el transporte y almacenamiento.
- 8.** IGUALACIÓN entrada de aire atmosférico a la cámara, a través de un filtro de aire estéril, para compensar la presión de la cámara (que estaba en depresión) con la

atmosférica. El vapor utilizado se condensa y se convierte en agua transportándose a un depósito.

9. FINALIZACIÓN DEL PROCESO Se liberan las puertas para que puedan ser abiertas.

CONTROLES DE ESTERILIDAD

Los controles de esterilidad permiten confirmar de manera certera, que se ha cumplido con el objetivo de esterilización. Estos controles se adjuntan a la carga de materiales introducidas en la cámara, exponiéndolos a las mismas condiciones que el material.

| CONTROLES QUÍMICOS | CONTROLES BIOLÓGICOS |
|--|---|
| Tiras y cintas adhesivas, impregnadas en sustancia química no tóxica que cambia de color, de blanco al negro, al ser sometido al agente esterilizador. | El microorganismo utilizado para este proceso, es el <i>Bacillus Stearothermophilus</i> , ya que presenta mayor resistencia a la esterilización, por lo que su completa destrucción indicará que el proceso de esterilización se produjo de forma satisfactoria. El control biológico se sugiere usar una vez por semana. |
| | |

TEST DE BOWIE DICK

La eficiencia de la esterilización con vapor está relacionada con la rapidez y la eficacia con que se remueve el aire de la cámara, con el fin de detectar fallos en la remoción del aire dentro de la cámara se utiliza el test de Bowie-Dick.

El Control Bowie-Dick es un control de los equipos de vapor con vacío de grandes esterilizadores. Mediante la prueba, que es un indicador de clase 2, se controla que el vacío se haya realizado correctamente y que el vapor haya penetrado totalmente. De este modo, nos indicará que el equipo está preparado para esterilizar.

AGUA DE ALIMENTACIÓN DE AUTOCLAVES

Para lograr un proceso efectivo de esterilización, se han probado gran variedad de agentes físicos, químicos, gaseosos y la combinación de estos. En consecuencia, esto ha permitido realizar comparaciones costo/beneficio para cada método. Entre las cualidades que debe tener este compuesto están:

- Económico.
- No tóxico.
- Fácil manipulación.
- Inocuo al ser liberado al medio ambiente.
- De fácil acceso.

Todas estas cualidades las posee el agua, sin embargo, se debe contar con características más específicas para lograr un óptimo resultado y evitar la formación de incrustaciones, una incrustación, es la acción y el efecto de cubrirse una superficie con una costra mineral, precipitada a partir de sustancias disueltas en el agua. De este modo el agua empleada debe ser:

- Aspecto cristalino, homogéneo y transparente.
- Su turbiedad no puede exceder las 10 unidades nefelométricas (NTU).
- La dureza total del agua no deberá exceder de 10 partes por millón (ppm): se entiende por dureza del agua, el contenido de sales presente en la misma, principalmente, de calcio y magnesio, expresada en partes por millón (ppm) equivalentes de carbonato de calcio CaCO_3 .
- El pH debe ser entre 7 y 11 (pH alcalino).
- No contener aceites ni sustancias corrosivas.
- No debe ser agua potable.
- Bajo contenido en Cloro.
- Ausencia de gases, principalmente O_2 .

Por estos motivos, se debe realizar un control de calidad de agua de alimentación por un laboratorio externo a lo menos una vez al año o a solicitud de la autoridad sanitaria. En caso de uso de autoclaves que utilicen agua destilada o desmineralizada, se exceptúa el cumplimiento de las características anteriores.

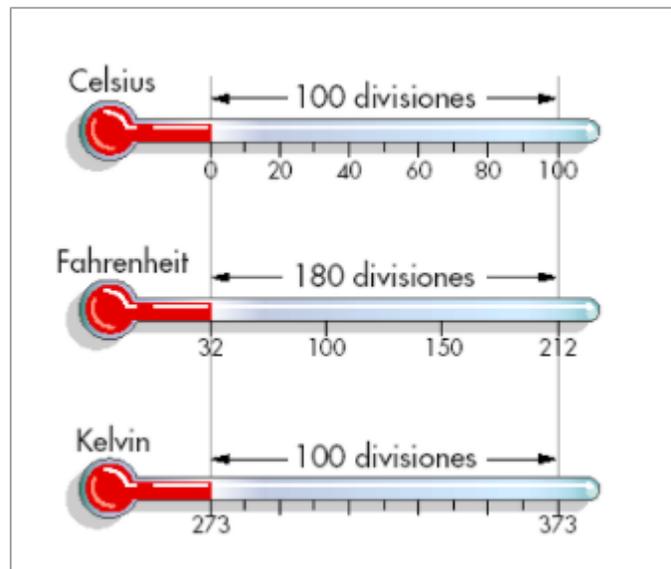
Si el agua utilizada presenta impurezas, puede generar los siguientes efectos sobre el autoclave:

- Daño en las piezas del equipo.
- Reducción de la cantidad de calor transmitido, por las incrustaciones sobre las superficies que transfieren el calor.
- Corrosión y fragilidad del acero del autoclave.
- Aumento del costo y frecuencia de reparación del autoclave.
- Aumento del tiempo necesario para realizar los procesos de esterilización.

MANEJO DE AUTOCLAVES

Para el adecuado manejo de un autoclave, se deben considerar 4 unidades básicas y otras unidades derivadas incluyendo unidades del sistema inglés o sistema imperial:

TEMPERATURA: La temperatura es aquella propiedad física o magnitud, que nos permite dar una idea de cuan frío o calor presenta un cuerpo, objeto o región determinada. Su unidad oficial es el Kelvin (K), donde su mínimo es el cero, es decir no posee números negativos. Además de esta unidad se utilizan los grados Fahrenheit (°F) y los grados Celsius (°C). Los grados Celsius y Kelvin, son similares en cuanto a su graduación, por el contrario, los grados Fahrenheit presentan una graduación menor.



ESCALAS DE CONVERSIÓN DE TEMPERATURA

| | |
|--|---|
| <p>De Kelvin a Celsius</p> $C = K - 273.15$ | <p>De Kelvin a Fahrenheit</p> $F = \frac{9(K - 273.15)}{5} + 32$ |
| <p>De Fahrenheit a Celsius</p> $C = \frac{5(F - 32)}{9}$ | <p>De Fahrenheit a Kelvin</p> $K = \frac{5(F - 32)}{9} + 273.15$ |
| <p>De Celsius a Kelvin</p> $K = C + 273.15$ | <p>De Celsius a Fahrenheit</p> $F = \frac{9C}{5} + 32$ <p>...</p> |

CONVERSIÓN DE CELSIUS A FAHRENHEIT

| Fórmula | Ejemplo |
|----------------------|----------|
| $F = 1.8C + 32$ | $C = 37$ |
| $F = (1.8)(37) + 32$ | |
| $F = 66.6 + 32$ | |
| $F = 98.6^\circ$ | |

...

MASA: Cantidad de materia que posee un objeto. Su unidad oficial es el gramo (g), sin embargo, existen otras unidades usadas en países angloparlantes, que son necesarias conocer para evitar errores en la operación de equipos, ejemplo libra (lb) y onza (oz).

ESCALA DE CONVERSIÓN DE MASA

| | |
|--|---|
| de libra a gramo $g = lb \times 453.59$ | de onza a gramo $g = oz \times 28,349$ |
| de gramo a libra $lb: gr \times 2,2046 \times 10^{-3}$ | de onza a libra $lb = oz \times 16$ |
| de gramo a onza $oz = g \times 3,5274 \times 10^{-2}$ | de libra a onza $oz = lb \times 0,0625$ |

LONGITUD: Camino recorrido por la luz en el vacío durante un intervalo de tiempo de 1/299.792.458 (s). La unidad oficial es el metro (m). En países anglosajones se usan unidades como pulgada (pulg)(inch); pie(ft).

CONVERSIÓN DE UNIDADES

| |
|--|
| De pulgada a metro (m): pulg x 0,0254 |
| De pie a metro (m): ft x 0,348 |
| De metro a pulgada (Pulg): m x 39.37 |
| De metro a pie (Ft): m x 3.2808 |
| De pie a pulgada (pulg): ft x 12 |
| De pulgada a pie (Ft): pulg x 0,083 |

PRESIÓN: Acción y efecto resultante de la compresión de un cuerpo o de un fluido sobre una superficie. En un autoclave la presión es ejercida por el vapor de agua contra las paredes de la cámara y se mide con un manómetro que debe estar conectado directamente a esta cámara. En el Sistema Internacional (SI) la fuerza se mide en kilogramos (kg) y la superficie en centímetros cuadrados (cm²). En el sistema británico la fuerza se mide en libras (lb) y la superficie en pulgadas cuadradas (pulg²), también llamado PSI (pounds per square inch).

CONVERSIÓN ENTRE LAS UNIDADES DE PRESIÓN

Es importante conocer la unidad de presión con la que trabaja un autoclave para poder homologar estas mediciones con otros equipos, e identificar si los materiales que se desea autoclavar, son o no, susceptibles de ser sometidos a ciertas presiones.

De kg/cm² a lb/pulg²

$$\text{lb/pulg}^2 = \text{kg/cm}^2 \times 14,2233$$

De psi a bar

$$1 \text{ bar} = 14,5038 \times \text{psi}$$

$$1 \text{ bar} = 14,5038 \times \text{lb/pulg}^2$$

De lb/pulg² kg/cm²

$$\text{kg/cm}^2 = \text{lb/pulg}^2 \times 0,070307$$

CALOR: Diferencia de temperatura entre 2 cuerpos. Es la manifestación del movimiento de las moléculas de los cuerpos, mientras más rápido se muevan las moléculas, más caliente estará un cuerpo. Las unidades caloríficas son; Kilovatio/hora (kWh), Kilocalorías (Kcal), Unidad Térmica Británica (BTU).

CONVERSION DE UNIDADES DE CALOR

| | |
|---|---|
| De kcal a kWh $kWh = kcal \times 1,1626 \times 10^{-3}$ | De kcal a BTU $BTU = kcal \times 3,9743$ |
| De kWh a kcal $Kcal = kWh \times 8,6011 \times 10^2$ | De kWh a BTU $BTU = kWh \times 3,4098 \times 10^3$ |
| De BTU a kWh $kWh = BTU \times 2,9328 \times 10^{-4}$ | De BTU a kcal $Kcal = BTU \times 2,5225 \times 10^{-1}$ |

ejemplo:

Un autoclave no debe utilizar más de 32000 BTU. ¿cuántos kWh puede consumir este equipo sin provocar corte del suministro eléctrico?

$$kWh = BTU \times 2,9328 \times 10^{-4}$$

$$kWh = 32000 \times 2,9328$$

$$kWh = 9,38496$$

Respuesta: el equipo no puede consumir más de 9,38497 kWh para su funcionamiento.

VAPOR:

- Limpio, formado por agua limpia, filtrada y libre de sustancias contaminantes como el cadmio, magnesio, plomo o cloro.
- Puro, la presencia de agua en forma líquida debe ser muy baja, menor al 3%.
- El vapor debe estar en contacto directo con el material a esterilizar.

BIBLIOGRAFÍA

- Recomendaciones a considerar para el uso seguro de autoclaves de vapor en el contexto de un proceso de esterilización (ISP)
- Reglamento de calderas, autoclaves y equipos que utilizan vapor de agua