



90
24

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA
DIVISION DE INGENIERIA MECANICA E INDUSTRIAL**

**ESTUDIO COMPARATIVO DE MATERIAL QUIRURGICO
ELABORADO CON ACERO INOXIDABLE.
CASO DE ESTUDIO: SEPARADOR TIPO FARABEUF.**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
(AREA: INDUSTRIAL)
P R E S E N T A :
GABRIELA JIMENEZ ALVARADO



DIRECTORA DE TESIS:
ING. MAGDALENA TRUJILLO BARRAGAN

MEXICO, D. F.

1997.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Índice

| | |
|-------------------|---|
| Introducción..... | 1 |
|-------------------|---|

Capítulo I

Los aceros inoxidables y sus aplicaciones

| | |
|---|----|
| 1.1 Introducción..... | 3 |
| 1.2 El acero inoxidable..... | 4 |
| 1.3 Influencia de los elementos aleantes en los aceros inoxidables..... | 6 |
| 1.3.1 Influencia del Níquel..... | 6 |
| 1.3.2 Influencia del Manganeso..... | 7 |
| 1.3.3 Influencia del Silicio..... | 7 |
| 1.3.4 Influencia del azufre, del Selenio y del Fósforo..... | 7 |
| 1.3.5 Influencia del Molibdeno..... | 8 |
| 1.3.6 Influencia del Wolframio..... | 8 |
| 1.3.7 Influencia del Aluminio..... | 8 |
| 1.3.8 Influencia del Nitrógeno..... | 8 |
| 1.3.9 Influencia del Cobre..... | 9 |
| 1.3.10 Influencia del Titanio y Niobio..... | 9 |
| 1.3.11 Influencia del Vanadio..... | 9 |
| 1.3.12 Influencia del Boro..... | 9 |
| 1.3.13 Influencia del Cobalto..... | 10 |
| 1.4 Corrosión..... | 10 |
| 1.4.1 Influencia de los elementos en la resistencia a la corrosión..... | 11 |
| 1.4.2 Tipos de corrosión..... | 13 |
| 1.4.2.1 Corrosión uniforme..... | 13 |
| 1.4.2.2 Corrosión galvánica..... | 13 |
| 1.4.2.3 Corrosión selectiva o por picadura..... | 14 |
| 1.4.2.4 Corrosión por contacto..... | 14 |
| 1.4.2.5 Corrosión bajo tensión..... | 14 |
| 1.4.2.6 Corrosión intergranular..... | 15 |
| 1.5 Clasificación de los aceros inoxidables..... | 16 |
| 1.6 Aceros inoxidables austeníticos..... | 16 |
| 1.7 Aceros inoxidables endurecibles por precipitación..... | 17 |
| 1.8 Aceros inoxidables martensíticos..... | 18 |
| 1.9 Aceros inoxidables ferríticos..... | 19 |

Capítulo II

Instrumental quirúrgico

| | |
|--|----|
| 2.1 Instrumental básico que se requiere para una operación corporal..... | 21 |
| 2.1.1 Instrumental de corte..... | 22 |
| 2.1.2 Instrumental de hemostasia..... | 24 |
| 2.1.3 Instrumental de disección..... | 26 |
| 2.1.4 Instrumental de exposición (Separadores)..... | 28 |
| 2.2 Desinfectantes y Esterilización..... | 31 |
| 2.2.1 Desinfectantes..... | 31 |
| 2.2.2 Antisépticos..... | 32 |

| | |
|--|----|
| 2.2.3 Esterilización..... | 32 |
| 2.2.4 Esterilización física autoclave..... | 33 |
| 2.2.5 Esterilización química..... | 34 |
| 2.3 Normalización..... | 35 |
| 2.3.1 Acabado superficial..... | 37 |
| 2.3.2 Composición química..... | 38 |
| 2.3.3 Dureza..... | 38 |
| 2.3.3.1 Ensayo de dureza Rockwell..... | 39 |
| 2.3.3.2 Ensayo de microdureza..... | 39 |
| 2.3.4 Resistencia a la corrosión..... | 39 |
| 2.3.4.1 Solución de sulfato de cobre..... | 40 |
| 2.3.4.2 Hervido en agua destilada..... | 40 |
| 2.3.4.3 Cámara de niebla salina..... | 41 |

Capítulo III

El acero inoxidable que se ocupa en la fabricación del instrumental quirúrgico

| | |
|--|----|
| 3.1 Introducción..... | 43 |
| 3.2 Aceros inoxidables austeníticos de producción nacional..... | 44 |
| 3.3 Aceros inoxidable ferríticos y martensíticos de producción nacional..... | 44 |
| 3.4 Factores de selección en los aceros inoxidables..... | 44 |
| 3.5 Instrumental quirúrgico con acero inoxidable..... | 45 |
| 3.6 Separadores quirúrgicos..... | 46 |
| 3.6.1 Descripción..... | 46 |
| 3.6.2 Composición química..... | 46 |
| 3.6.3. Dureza..... | 46 |
| 3.6.3.1 Ensayo de dureza Rockwell..... | 46 |
| 3.6.4 Acabado superficial..... | 47 |
| 3.6.5 Resistencia a la corrosión..... | 47 |
| 3.6.5.1 Corrosión..... | 47 |
| 3.6.6 Clasificación de defectos en los separadores..... | 48 |
| 3.6.6.1 Defectos críticos..... | 48 |
| 3.6.6.2 Defectos mayores..... | 48 |
| 3.6.6.3 Defectos menores..... | 48 |
| 3.6.6.4 Criterios de aceptación..... | 49 |
| 3.6.7 Métodos de prueba..... | 49 |

Capítulo IV

Desarrollo experimental y resultados

| | |
|--|----|
| 4.1 Introducción..... | 51 |
| 4.2 Análisis de acabado superficial..... | 52 |
| 4.3 Análisis metalográfico..... | 52 |
| 4.3.1 Introducción..... | 52 |
| 4.3.2 Selección de la muestra..... | 52 |
| 4.3.3 Corte..... | 53 |
| 4.3.4 Montaje..... | 53 |
| 4.3.5 Desbaste..... | 53 |
| 4.3.6 Pulido..... | 54 |
| 4.3.7 Ataque..... | 54 |
| 4.4 Composición química..... | 60 |

| | |
|---|----|
| 4.5 Análisis de dureza..... | 65 |
| 4.6 Ensayo de tensión..... | 65 |
| 4.6.1 Relaciones esfuerzo-deformación..... | 67 |
| 4.7 Ensayo de corrosión..... | 69 |
| 4.8 Consideraciones del proceso de fabricación..... | 70 |
| 4.9 Concentrado de resultados..... | 72 |

Capítulo V

El producto y su entorno

| | |
|-------------------------------|----|
| 5.1 Introducción..... | 74 |
| 5.2 Misión y visión..... | 75 |
| 5.3 Estrategia de ventas..... | 77 |
| 5.3.1 Etiqueta..... | 78 |
| 5.3.2 Empaque..... | 78 |

Capítulo VI

| | |
|--|-----------|
| Conclusiones y Recomendaciones..... | 79 |
|--|-----------|

| | |
|----------------------|-----------|
| Apéndice..... | 83 |
|----------------------|-----------|

| | |
|----------------------|-----------|
| Glosario..... | 86 |
|----------------------|-----------|

| | |
|--------------------------|-----------|
| Bibliografía..... | 88 |
|--------------------------|-----------|

**Es verdad que el cambio conlleva el riesgo del fracaso
esa es la principal razón del temor a la libertad.**

**Pero también es verdad que en la vida no hay errores,
sólo lecciones que aprender.**

Anónimo.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por darme una formación tan integral.

A la Facultad de Ingeniería, gracias a ella aprendí a esforzarme y levantarme de las caídas.

Al Departamento de Ingeniería Mecánica, por las facilidades que me brindaron para realizar este trabajo.

A la Ing. Magdalena Trujillo Barragán, por el amistad, apoyo y asesoramiento.

A la Ing. Silvana Hernández García, por el apoyo que me brindó a lo largo de mi carrera.

Al M.I. Julio R. Rodríguez Aldana, por todo el apoyo que me ha brindado en este tiempo.

A la empresa Hemost S.A. de C.V., por abrirme las puertas para la investigación de este trabajo.

A la Dra. Consuelo Médina González, por su apoyo en el desarrollo de este trabajo.

Al Ing. Adolfo Altamirano Meza, por su apoyo en las pruebas de ensayo de tensión.

Al Biol. Héctor Lara Guadía, por su apoyo y paciencia en el análisis químico.

A todos los profesores que en algún momento de la carrera me prestaron su valiosa ayuda.

Dedicatorias

A mis padres por la formación y ejemplo que me ha dado, en especial a ti mamá por enseñarme a valerme por mi misma y aprender a valorar la vida.

Al Dr. Mauro Alvarado Molina (†), por heredarme el más grande ejemplo, el amor a su profesión.

A mis hermanos, Nanys, Leo, Tita, porque cada uno de ellos contribuyó a que terminara este trabajo.

A las familias que me apoyaron durante todo este tiempo.

A mis compañeros y amigos de la carrera Alejandro, Fabiola, Jaime, Javier, Hilda, Marco Antonio y Román, por ser unos amigos ATM y apoyarme a lo largo de la carrera.

A mis amigas, Marce y Miris, por estar conmigo en las buenas y las malas.

A Edgar, por ser un apoyo tan importante en mi vida, durante todo este tiempo.

Al Ing. Carlos y su familia, por ser una amistad tan importante.

Al Señor Solis por ser una persona tan integra.

Al colibrí que quiso anidar en mi vida.

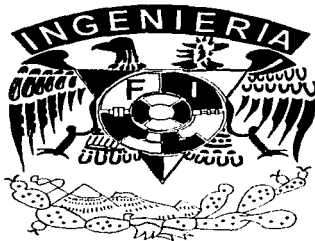
Y a todas las personas que estuvieron en alguna etapa de mi vida, apoyándome cuando mas lo necesite.



Estudio comparativo de material quirúrgico elaborado con acero inoxidable. Caso de estudio: separador tipo Farabeuf.

Objetivo:

Realizar un estudio comparativo del separador quirúrgico tipo Farabeuf analizando la problemática del separador nacional con respecto a los de importación con el fin de brindar alternativas de solución.



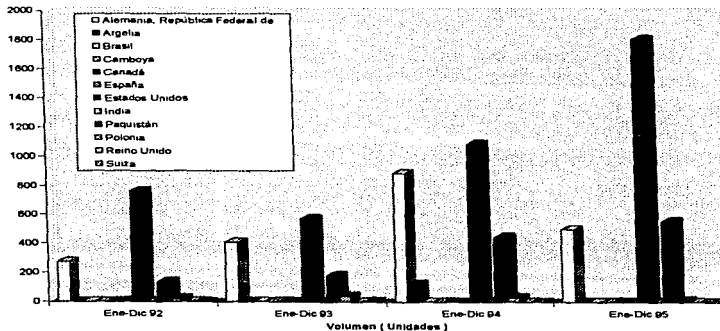
Introducción

El presente trabajo se genera por la necesidad de analizar la situación del material quirúrgico fabricado con acero inoxidable de producción nacional. En él se desean conjugar conocimientos de Ingeniería Industrial e Ingeniería Mecánica para de este modo poder realizar un estudio mediante el cual se definan las posibilidades de reemplazo del material quirúrgico importado y que se comercializa ampliamente en México. Cabe señalar que la producción del material quirúrgico es muy restringida, por diversos factores. La situación de éste se divide en dos aspectos:

- El Mercado Internacional

El mercado en el que se encuentra este producto es considerado oligopólico debido a que son muy pocos los fabricantes. Por otro lado para poder penetrar en este mercado se necesitan inversiones extraordinariamente altas, por lo cual podemos decir que el sector esta controlado. Los principales productores de material quirúrgico son: Estados Unidos de América, Alemania y Pakistán entre otros. A continuación se muestra la gráfica proporcionada por el Banco de México de la que podemos concluir que a nivel mundial Estados Unidos de América, Pakistán, Alemania y Polonia ocupan los primeros lugares en lo que se refiere a la exportación de separadores para cirugía a nuestro país.

Importación de Separadores para Cirugía.



- **En el Mercado Nacional**

El material quirúrgico que se emplea en el mercado nacional encuentra restringido su ingreso al gobierno, específicamente al sector Salud (IMSS, ISSSTE) que representan un mercado potencialmente atractivo debido a la cantidad de unidades que se consumen. En el sector privado el ingreso no se encuentra restringido debido a la cantidad de unidades que se utilizan. Por la importancia del uso del material quirúrgico se le tiene a éste que realizar infinidad de pruebas para poder penetrar al mercado. Refiriéndose al sector público (I.M.S.S.), se cuenta con una norma que examina las especificaciones generales del instrumental de acero inoxidable para cirugía. Donde el objetivo es establecer las especificaciones de calidad que debe cumplir el instrumental manufacturado en acero inoxidable además de señalar los métodos de prueba para la verificación de las mismas.

Durante el desarrollo del presente trabajo se analizaron los instrumentos básicos que se requieren en una operación corporal para después hacer una selección del material que tiene más utilización y los aceros con el cual son fabricados. Analizando este punto los principales aceros que se utilizan para la elaboración de dicho instrumental son los aceros inoxidables.

Cabe señalar que a lo largo de la investigación del presente trabajo se contactó con algunas empresas nacionales las cuales se desconocían en su totalidad, dichas empresas se dedican en su mayoría a la comercialización y producción que en su gran mayoría se realiza sobre pedido.

En el presente trabajo se busca:

- a) Analizar el material quirúrgico elaborado con acero inoxidable de procedencia nacional realizando análisis de acabado superficial, metalográfico, de composición química, de dureza, de resistencia a la tensión y de resistencia a la corrosión.
- b) Comparar los resultados del material quirúrgico elaborado con acero inoxidable de importación contra el nacional para determinar diferencias y/o similitudes.
- c) Analizar la situación actual de dicho producto en el mercado y de acuerdo a los resultados obtenidos realizar propuestas de mejora.

Capítulo I

Los aceros inoxidables y sus aplicaciones

1.1 Introducción

Los primeros trabajos realizados para la fabricación de los hierros y aceros inoxidables datan del siglo XIX. En aquella época ya se sabía que el hierro aleado con ciertos metales como el cobre, cromo y níquel, resistían mejor la oxidación que el hierro ordinario.

En el año 1865 ya se fabricaban, aunque en cantidades muy limitadas, aceros con 25 y 35% de níquel que resistían bastante bien la acción de la humedad y del aire, pero se trataba de fabricaciones o ensayos en muy pequeña escala que luego no se continuaron, y no se llegó a conocer ni a estudiar bien en aquella época las propiedades de aquellos aceros.

En 1872, Woods y Clark fabricaron algunos aceros con 5% de cromo que tenían también mayor resistencia a la corrosión que los hierros ordinarios.

Hacia 1892, Hadfield, en Sheffield, estudió las propiedades de ciertos aceros aleados con cromo, dando a conocer en sus escritos de aquella época que el cromo mejoraba sensiblemente la resistencia a la corrosión de los aceros.

Desde el año 1904 a 1910, León Guillet y Portevin realizaron en Francia numerosos estudios con aceros aleados con cromo y níquel, determinando microestructuras y tratamientos en muchos de ellos. Llegaron a fabricar y estudiar algunos tipos de aceros muy similares a los típicos aceros inoxidables que se emplean en la actualidad, pero en aquella época no dedicaron especial atención a la inoxidabilidad de estos materiales.

El verdadero descubrimiento de los aceros inoxidables, y sobre todo de los procesos fabricación industrial de estos aceros, no se hizo sino hasta los años anteriores a la Primera Guerra Mundial. En el período comprendido entre 1910-1914 se descubrieron casi a la vez y con independencia en Inglaterra y Alemania los dos primeros tipos de aceros inoxidables.

Firth-John Brown, que se dedicó al estudio de materiales de fabricación de fusiles y cañones para la Marina Inglesa, descubrió en 1913 los aceros inoxidable con 13% de cromo.

Por aquella misma época los doctores Strauss y Maurer, de la casa Krupp, que se dedicaban en Alemania a los mismos estudios, descubrieron y patentaron en 1912 dos grupos de aceros cromo-níqueles inoxidables de bajo contenido en carbono.

También en América, Elwood Haynes, que experimentaba en aquellos años con el comportamiento de diversas aleaciones de cromo, cobalto y wolframio, obtuvo gran éxito en las aleaciones llamadas Stellite, que daban resultados excelentes para herramientas de corte. Se dedicó también con éxito al estudio de los aceros inoxidables, patentando en 1915 unos aceros resistentes a la corrosión con 20 a 35% de Cr, 0 a 25% de W y pequeñas cantidades de C, Si, Ni y P.

La divulgación de las propiedades y composiciones de los aceros inoxidables se retrasó hasta los años 1920-1921 por el secreto en que mantuvieron sus trabajos en los países beligerante durante aquellos años de la Primera Guerra Mundial, pero luego a partir de aquella época, han venido creciendo su demanda y popularidad extraordinariamente.

1.2 El Acero Inoxidable

La característica principal de los aceros inoxidables es su buena resistencia química en medios corrosivos que se encuentran por lo general a temperaturas inferiores a 300°C.

La resistencia a la corrosión se debe a la presencia de cromo. Aceros con 5% de cromo presentan ya cierta resistencia química, pero verdaderamente se consideran aceros inoxidables a aquellos que contienen un mínimo de 10% de cromo.

El cromo forma parte de la película superficial que aparece en estos aceros cuando están en contacto con agentes capaces de ceder oxígeno. Esta película, que puede ser más o menos resistente, le protege de posibles ataques en presencia de medios corrosivos para que esta película tenga mayor resistencia química y mecánica se puede añadir otros elementos tales como el níquel, molibdeno, cobre, wolframio, manganeso, aluminio, titanio, niobio, vanadio, cobalto, nitrógeno; la aparición de estos y otros elementos permite obtener una amplia gama de constituyentes estructurales dando origen a una gran variedad de calidades con innumerables aplicaciones.

Es así como entonces, el comportamiento de cualquier material y sus propiedades físicas, químicas y mecánicas va a depender de los contenidos de los elementos, y su comportamiento con respecto a la temperatura. Refiriéndose a la composición de los aceros y su relación con la temperatura, podemos tomar como base el diagrama Fe-Fe₃C que a continuación se presenta (figura 1.1), donde se observa que el Fe cuando se combina con carbono presenta diversas fases o regiones según la cantidad de carbono que se añade. Además, como el Fe es un material alotrópico el cambio de fases con respecto a la temperatura es también notable, así que tenemos que la fase γ gamma se le conoce como austenita, con estructura cristalina cúbica de caras centradas, es suave y dúctil. En consecuencia, es útil para realizar cualquier transformación de las mismas que modifique sus propiedades mecánicas. La austenita no es ferromagnética a ninguna temperatura y presenta espacios interatómicos mayores a la ferrita. La fase α alfa se le conoce como ferrita es bastante más suave y dúctil con escaso contenido de carbono. La estructura cristalina que presenta es cúbica de cuerpo centrado. Encontramos también la región delta, en esta zona se encuentra la solución sólida δ , la cual atómicamente hablando tienen un arreglo cúbico de cuerpo centrado, como en la ferrita. Después del 2% de carbono, sabemos que tenemos a los llamados hierros fundidos que de acuerdo al objetivo que se persigue en este trabajo se omite.

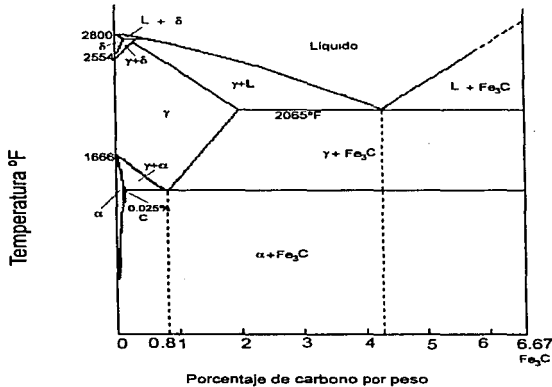
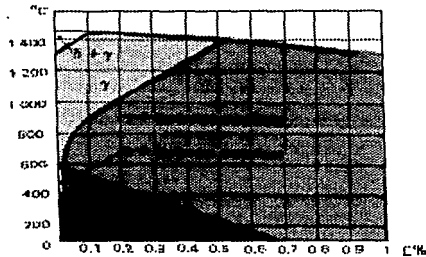


Figura 1.1. Diagrama de equilibrio hierro-carburo de hierro.

Con respecto a los aceros inoxidable y refractarios el contenido de cromo modifica cada una de las fases antes mencionadas. Como ejemplo tenemos el diagrama de aleaciones al 18% de cromo y 8% de níquel con distintos contenidos de Carbono.



Figural.2 Diagrama de aleaciones con 18% de cromo y 8% de níquel con distintos contenidos de C.

1.3 Influencia de los elementos aleantes en los aceros inoxidable

Los elementos antes mencionados pueden variar las características, y propiedades de los aceros inoxidable cuya influencia se denota a continuación:

1.3.1 Influencia del Níquel

- Amplia el campo de estabilidad de la austenita (se considera al níquel y al manganeso como elementos gammágenos por su gran influencia durante la fase austenítica).
- Aumenta la capacidad de temple en los aceros al carbono porque reduce la velocidad crítica de enfriamiento.
- Transforma las aleaciones al cromo en austeníticas a temperatura ambiente con grandes cantidades de níquel.
- Agranda la fase austenítica en las aleaciones al cromo que poseen estructuras mixtas martensítico-ferríticas a temperatura ambiente, facilitando con enfriamiento la transformación de la fase austenítica en martensita.

1.3.2 Influencia del Manganeso

Este elemento, más que favorecer la formación de la austenita lo que hace es aumentar su estabilidad. Se considera un elemento gammágeno por su influencia en los aceros con cromo pero siendo la mitad de la del níquel.

Otras ventajas del manganeso

- Favorece la formación de la fase sigma en los aceros con fase predominante ferrítica de 25 a 30% de cromo.
- Con contenidos superiores al 10% conseguimos aceros austeníticos.
- Inhibe la fragilidad en caliente al formar sulfuro de manganeso.

1.3.3 Influencia del Silicio

Es un elemento alfégeno, ya que favorece la formación de la ferrita y, por consiguiente, la formación de la fase sigma en los aceros ferríticos de 25 a 30% de cromo, y en los aceros con fase predominantemente austenítica con cromo superior a 19% .

Amplía los intervalos de composición y temperatura en que resulta estable la fase σ . Para formar la fase σ a 600°C en las aleaciones Fe-Cr, el contenido de Cr deberá ser superior al 30%. En los aceros con 10% de silicio y 14% de cromo se consigue precipitar fase σ a 600°C.

Otras ventajas del silicio

- Favorece la formación de estructuras bifásicas ($\alpha + \gamma$).
- Aumenta la resistencia en caliente.
- Aumenta considerablemente la temperatura de transformación y reduce la capacidad de temple al aire. También reduce la temperatura del punto crítico.

1.3.4 Influencia del Azufre, del Selenio y del Fósforo

Aunque estos elementos son nocivos en los aceros, se emplean en cantidades superiores al 0.1% en los aceros de gran maquinabilidad. Dificultan la ejecución de la soldadura. En general, disminuyen la resistencia a la corrosión.

1.3.5 Influencia del Molibdeno

Es un elemento alfégeno. Aumenta la resistencia mecánica en caliente de los aceros austeníticos. Favorece la pasividad y resistencia química en presencia de ácidos reductores y de iones cloro. Por otro lado aumenta la resistencia de los aceros ferríticos en los ácidos orgánicos.

Los aceros de 17% de cromo y 2% de molibdeno resisten el ataque del ácido acético hirviendo y de las soluciones tartáricas y cítricas hirvientes y están protegidos a la corrosión por picaduras.

El molibdeno favorece la maduración de los aceros que se endurecen por la acción de precipitación, acentuando la acción de compuestos de hierro-molibdeno y hierro-molibdeno-cromo.

En los aceros austeníticos, cuando el contenido de molibdeno pasa de 1 a 3% para un mismo contenido de cromo, el contenido de níquel debe aumentarse en un 4% aproximadamente para que se mantenga una estructura completamente austenítica.

1.3.6 Influencia del Wolframio (Tungsteno)

Es un elemento alfégeno y, por consiguiente, favorece la formación de la ferrita. Mejora las características mecánicas en frío y en caliente y tiene poca influencia en la resistencia a la corrosión. También mejora la resistencia a la fluencia de los aceros refractarios.

1.3.7 Influencia del Aluminio

Mejora sensiblemente la resistencia a la corrosión en ambientes salinos. Tiene una influencia similar a la del silicio en los aceros refractarios. También favorece la formación de estructuras bifásicas ($\alpha + \gamma$).

En un acero al níquel, el aluminio puede precipitar compuestos que den lugar a endurecimientos estructurales. Es un elemento alfégeno, ya que favorece la formación de la ferrita.

1.3.8 Influencia del Nitrógeno

Es un elemento gammágeno y produce efectos análogos a los del carbono. Reduce ligeramente la tendencia a la corrosión por picaduras.

Cantidades de 0.10 a 0.25% de nitrógeno se emplean para controlar el grano los aceros ferríticos de 25 a 30% de cromo. Facilita la deformación en frío y en caliente de los aceros ferríticos y austeníticos.

1.3.9 Influencia del Cobre

Aunque no influye sensiblemente sobre la dureza de la martensita, si favorece el endurecimiento secundario. Influye notablemente en la maduración de los aceros inoxidables endurecibles por precipitación.

En general mejora la resistencia a la corrosión de los aceros inoxidables y se le puede considerar un elemento gammágeno. Los martensíticos con 1.2% de cobre se forjan muy bien y se consiguen buenas resiliencias después de un tratamiento térmico.

En los aceros ferríticos no es conveniente añadir cantidades superiores al 1%, ya que disminuye la facilidad de deformación en caliente.

1.3.10 Influencia del Titanio y Niobio

Favorecen la formación de la ferrita. Al tener una gran avidez por el carbono forman carburos de titanio y niobio evitando la formación de carburos de cromo que harían perder inoxidableidad al acero. En determinados aceros inoxidables austeníticos provocan precipitados que hacen que tengan mas rigidez en caliente. Mejoran la soldabilidad de los aceros ferríticos de 17% de cromo y 0.07% de carbono, al desaparecer cerca de las soldaduras la zona martensítica frágil que se forma. Los dos elementos pueden utilizarse para controlar el tamaño de grano en los aceros.

1.3.11 Influencia del Vanadio

Se añade en ciertos aceros martensíticos de 12% de cromo, ya que estabiliza los carburos precipitados durante el endurecimiento secundario. Aumenta la templabilidad y puede emplearse como controlador del tamaño de grano.

1.3.12 Influencia del Boro

Adiciones de este elemento hacen que los aceros austeníticos con contenido de níquel inferior al 10% dejen de serlos. Ahora bien, los aceros con 15% de níquel se mantienen austeníticos, aun con adiciones del 4% de boro. Si se aumenta el contenido de boro disminuye sensiblemente la resiliencia.

Para evitar la pérdida de la inoxidableidad en los aceros con boro, como consecuencia de formarse boruros de cromo y hierro, es necesario aumentar el contenido de cromo.

Es un elemento alfégeno y también tiene aplicación en los aceros endurecibles por precipitación al provocar el endurecimiento estructural de la austenita. En general, mejora la resistencia a la tracción y la fluencia de los aceros refractarios, pero reduce muy sensiblemente su resistencia a la corrosión.

1.3.13 Influencia del Cobalto

Aunque este elemento no influye sensiblemente en la estructura, tiene aplicación en algunos tipos de aceros endurecibles por precipitación al favorecer la maduración de los mismos.

1.4 Corrosión

Las primeras noticias escritas sobre los procesos corrosivos proceden de Platón. Este gran filósofo griego no practicó ninguna investigación, sino que estableció las directrices para explicar lo que es el **orín**. Al cual lo definió como una secreción de hierro.

Alrededor del año 1700 Georg Ernest Stahl, desarrolló por primera vez después de Platón, una teoría de la oxidación y la formación de orín. Según esta teoría la formación de orín era una combustión muy lenta de los metales, en dicha combustión, se liberaba un agente, el cual no se consideraba como materia sino como algo parecido al calor.

Aproximadamente medio siglo después de Stahl, Antoine Lavoisier, estableció mediante determinaciones gravimétricas exactas con balanza que él introdujo en la química, que en la combustión y en la formación de orín no solamente no desaparece ninguna materia, sino que es absorbida una nueva materia pesable. Llamó a esa materia oxígeno, es decir, formador de ácidos. Expuso además la opinión de que el oxígeno era la causa de toda la formación del orín.

En el 1821 Hall exteriorizó la opinión de que la “oxidación del hierro” exige la asociación de las afinidades del oxígeno y el agua, pero el agua parece ser solamente el medio necesario para que el oxígeno actúe sobre el hierro, posteriormente a este fenómeno se le dio el nombre de **corrosión por oxidación**.

Las investigaciones fueron abriendo paso a la idea de que los ácidos, diluidos o no, ejercían un influjo importante en los fenómenos de corrosión.

El primer fundamento de la teoría de los ácidos parece venir de Payen, quien en 1832 comprobó que el agua de carácter marcadamente alcalino es completamente inocua para las tuberías de hierro, mientras que los líquidos favorecen la corrosión de este metal. A esta teoría se le denominó **corrosión con desprendimiento de hidrógeno, también llamada teoría de los ácidos**.

Con el transcurso del tiempo, se vió que las acciones eléctricas que proceden de causas propias o externas se puede diferenciar entre una corrosión electrolítica, una corrosión por corrientes vagabundas y una corrosión por irradiación luminosa.

En 1886 se reconoció por primera vez que los daños considerables sufridos a tuberías podían atribuirse a restos de plantas disueltas o arrastradas por el agua, dando lugar a **la corrosión por procesos biológicos**.

En 1882 R. Ackermann estableció el hecho de que los aleantes eléctricos positivos aceleran la formación del orin, mientras los eléctricamente negativos restringen tal tendencia. Esto fue el primer paso para el posterior desarrollo de los aceros inoxidables.

1.4.1 Influencia de los elementos en la resistencia a la corrosión

La influencia en la resistencia a la corrosión de los distintos elementos que intervienen en los aceros inoxidables se presenta de la siguiente manera.

Carbono: La influencia del carbono en la resistencia a la corrosión depende del estado en que se encuentre dentro del acero. Si está uniformemente repartido en la estructura del acero su influencia será mucho menos nociva que si se encuentra en forma de carburos.

Se considera que los carburos y el resto de la matriz pueden formar pares galvánicos al ser de distinta composición. Además, los carburos hacen que la película pasiva sea discontinua.

Manganeso: El manganeso, en cantidades inferiores al 1% tiene muy poca influencia en la resistencia a la corrosión, pero en cantidades de 8 a 10% hace que en los aceros se consigan estructuras austeníticas que favorecen sensiblemente la resistencia a la corrosión.

Silicio: Adiciones de silicio de 0.5 a 1% mejoran la resistencia a la corrosión en ciertos ácidos, pero su mayor influencia radica en la resistencia a la oxidación a elevadas temperaturas que confiere a los aceros inoxidable y refractarios.

Azufre, Selenio y Fósforo: Los elementos citados reducen la resistencia a la corrosión de los aceros inoxidable y refractarios.

Cromo: El cromo es el elemento que mayor importancia tiene respecto a la resistencia a la corrosión.

Niquel: El níquel es el elemento más importante que interviene en estos aceros, después del cromo. En general (salvo excepciones muy raras) aumenta la resistencia a la corrosión al reforzar el efecto pasivante del cromo.

Molibdeno: El molibdeno tiene una influencia similar pero menos intensa que la del cromo. Reduce la corrosión por picaduras en soluciones cloradas.

Wolframio: La influencia del wolframio en la resistencia a la corrosión es poco sensible.

Cobre: Mejora la resistencia a la corrosión de los aceros altos en cromo y de algunos austeníticos frente a algunas soluciones corrosivas (soluciones cloradas, soluciones de ácido sulfúrico, etcétera). Interviene en los aceros en pequeñas cantidades, ya que dificulta la transformación en caliente y los hace propensos a las fisuras.

Aluminio: En los aceros con cromo, cantidades de 3 a 4% de aluminio hace que presenten una buena resistencia a la oxidación en caliente al formarse una película de alúmina en la superficie de los mismos. Su influencia es superior a la del silicio.

Nitrógeno: El poder austenizante del nitrógeno es 30 veces superior al del níquel.

Titanio, Niobio y Tantalio: La finalidad que tienen estos elementos en los aceros inoxidables y refractarios es evitar la corrosión intergranular, al impedir la precipitación de carburo de cromo en las juntas de los granos.

1.4.2 Tipos de corrosión

Existen distintos tipos de corrosión entre los cuales tenemos los siguientes:

1.4.2.1 Corrosión uniforme

Es la que se entiende en toda la superficie del metal produciendo una pérdida de espesor y, por consiguiente, una disminución de la resistencia mecánica. Las superficies rugosas son más propensas a este tipo de corrosión que las que tienen un pulido brillante.

1.4.2.2 Corrosión galvánica

Su fundamento es la formación de zonas catódicas y anódicas. Al ser éstas de menor potencial que aquéllas, se crean pares galvánicos que son la causa de la rápida destrucción del material que forma las zonas anódicas.

Es necesario tener presente este tipo de corrosión al proyectar instalaciones o estructuras que estén constituidas de materiales diferentes y es de señalar que no es necesario que los distintos materiales estén en contacto, ya que es suficiente que estén próximos. También puede darse dentro del mismo material, ya sea por heterogeneidad de éste, o bien por heterogeneidades del medio que le rodea. En general, los aceros inoxidables son catódicos con relación al resto de los aceros ordinarios quedando, por esta razón, bastante protegidos de la corrosión galvánica.

Ahora bien, para debilitar la destrucción por corrosión galvánica en el resto de la instalación o estructura, al ser anódica, haremos que su superficie sea sensiblemente superior a la catódica.

1.4.2.3 Corrosión selectiva o por picaduras.

Cuando una serie de condiciones hacen que desaparezca la pasividad de algunos puntos de la superficie de un acero inoxidable, dichos puntos se transforman en ánodos dando origen a la creación de pares galvánicos.

Por lo general, se manifiesta con picaduras muy finas que se desarrollan rápidamente en profundidad y en longitud. Los cloruros, bromuros e hipocloritos son los que presentan mayor agresividad hacia los aceros inoxidables. La composición del acero y su estructura son factores que también influyen en este tipo de corrosión. Si sobre la superficie de un acero inoxidable se acumula suciedad, se evita el acceso del oxígeno en las zonas cubiertas, formándose picaduras como consecuencia de la pérdida de pasividad.

Los aceros austeníticos con molibdeno manifiestan buena resistencia y ésta se ve mejorada si lleva aleación de cobre. El nitrógeno reduce también la tendencia a la corrosión por picaduras. Los aceros inoxidables de cuchillería que se han pulido y que aparentemente están bien, pueden padecer dicha corrosión por no haberse eliminado totalmente en los desbastes la cascarilla durante los tratamientos térmicos.

1.4.2.4 Corrosión por contacto

Hay ciertos casos en que se produce una corrosión localizada en las zonas en contacto de un acero con productos sólidos, cuando estos están humedecidos con agua u otro medio corrosivo.

Este tipo de corrosión es muy frecuente en el almacenamiento de los aceros al cromo, donde las empaquetaduras más peligrosas son las grafitadas.

Si los medios corrosivos que humedecen a los productos sólidos en contacto con el acero son soluciones cloradas o sulfatos, se incrementa la velocidad e intensidad de la corrosión por contacto. Los aceros austeníticos resisten mejor este tipo de corrosión.

1.4.2.5 Corrosión bajo tensión

Cuando en los aceros quedan tensiones residuales o se crean éstas por efecto de esfuerzos externos (tales como esfuerzos de tracción, deformaciones en frío, soldadura) y se les

somete a determinadas soluciones, especialmente las cloradas, pueden producirse pequeñas fisuras si las zonas expuestas están a tracción, dando origen a la corrosión bajo tensión. Los aceros austeníticos son los que presentan mayor tendencia a la formación de esta corrosión.

Para eliminar las tensiones residuales, uno de los medios más eficaces es el de someter a los aceros a un "tratamiento de eliminación de tensiones". Para los aceros austeníticos será suficiente conseguir una temperatura superior a los 880°C, siempre que vayan a estar expuestos en los medios clorados más normales. Las grietas producidas por la corrosión bajo tensión son generalmente transgranulares pero se dan casos en que son intergranulares.

En los aceros martensíticos aparece este tipo de corrosión cuando están en contacto con el aluminio. El aluminio hace de ánodo, dando lugar a que los iones de hidrógeno se descarguen sobre la superficie del acero, entrando hidrógeno en la red cristalina provocando tensiones. Si en estas condiciones sometemos al acero a medios clorados se provocará su corrosión.

1.4.2.6 Corrosión intergranular

Este tipo de corrosión se da fundamentalmente en los aceros austeníticos. Si a un acero inoxidable austenítico se le mantiene durante cierto tiempo a temperaturas comprendidas entre 450 y 900° C se provoca una precipitación de carburos en los límites de los granos que empobrecen de cromo las zonas contiguas a los mismos. Si en estas condiciones se le sitúa en medios corrosivos, puede experimentar un ataque intergranular que recibe el nombre de corrosión intergranular. Pueden ser causa de la precipitación: tratamientos térmicos mal realizados, calentamiento o enfriamientos defectuosos durante la transformación del acero, o por los calentamientos sufridos en las zonas cercanas al cordón de soldadura cuando existe.

En general, en un acero se manifiesta la corrosión intergranular por su pérdida de brillo y sonoridad, transformándose en quebradizo.

Recordando que los aceros inoxidables, son los materiales más integrados a la tecnología moderna, por la alta resistencia a la corrosión y sus altas propiedades mecánicas.

Un gran número de industrias no podrían subsistir sin el acero inoxidable, la industria alimenticia, la industria lechera, conservas, vinícola, aceitera, cervecera y refresquera, hace uso de los aceros inoxidables, tanto en la producción como en el almacenamiento y distribución. Se fabrican más de 120,000 productos de consumo, que van desde jeringas, material quirúrgico, cuchillos y cubiertos, hasta centrales nucleares y trenes ligeros.

1.5 Clasificación de los aceros inoxidables

En general, los aceros inoxidables tienen aplicaciones de resistencias a la corrosión y al calor. Un sistema de numeración de tres números se utiliza para identificar a los aceros inoxidables de acuerdo a las asociaciones AISI-SAE. Los dos números no tienen significado específico, pero el primero indica el grupo de la siguiente manera:

Tabla 1.5.1 Clasificación de los aceros inoxidables.

| DESIGNACIÓN DE LA SERIE | GRUPOS | NOMBRE DE LA FAMILIA |
|-------------------------|--|----------------------------------|
| 2xx | Cromo-níquel-manganeso; no endurecibles, austeníticos, no magnéticos | Aceros austeníticos inoxidables |
| 3xx | Cromo-níquel; no endurecibles, austeníticos, no magnéticos | Aceros austeníticos inoxidables |
| 4xx | Cromo; endurecibles, martensíticos, magnéticos | Aceros martensíticos inoxidables |
| 4xx | Cromo; no endurecibles, ferríticos, magnéticos | Aceros ferríticos inoxidables |
| 5xx | Cromo; bajo cromo resistentes al calor | Aceros martensíticos inoxidables |

Nota: La diferencia en la serie 4xx de los ferríticos y martensíticos estriba en su composición.

1.6 Aceros inoxidables austeníticos

Los aceros inoxidables austeníticos son aleaciones de hierro cromo y níquel. La composición básica es de 18% de cromo y 8% de níquel. En algunos aceros se añade molibdeno, titanio y otros elementos. Son esencialmente no magnéticos en la condición de recocido y no endurecen por tratamiento térmico.

Se pueden trabajar fácilmente en caliente o en frío cuando se toman precauciones adecuadas para que en forma rápida endurezcan por trabajo. El trabajo en frío les desarrolla una amplia variedad de propiedades mecánicas y, en esta condición, el acero puede llegar a ser ligeramente magnético. Son resistentes al impacto y difíciles de maquinarse, a menos que contengan azufre y selenio.

Estos aceros tienen la mejor resistencia a altas temperaturas, su resistencia a la corrosión suele ser mejor que aquella de los aceros martensíticos o ferríticos. Los aceros más comunes son: 301, 304, 304L, 316, 316L

Las propiedades básicas de los aceros inoxidables austeníticos son:

- Excelente resistencia a la corrosión.
- Excelente limpiabilidad e higiene.
- Excelente soldabilidad.
- Facilidad de formado y embutido.
- Habilidad para manejar temperaturas criogénicas y/o altas temperaturas (hasta 925° grados Celsius).

Los usos más comunes de los aceros inoxidables austeníticos se caracterizan por sus propiedades y encontramos las aplicaciones en la mayoría de las cosas: baterías de cocina, cubiertos, equipo de proceso en la industria de alimentos incluyendo rastros, cerveza, y refrescos, aplicaciones médicas arquitectónicas y decorativas entre otras .

La excelente resistencia a la corrosión acuosa y su soldabilidad los hace ideales para fabricar tuberías, tanques, equipos de proceso y recipientes a presión para las industrias Alimenticia, Química, Petroquímica, Petrolera, Farmacéutica, Estráctica Mínera y Papelera.

1.7 Aceros inoxidables endurecibles por precipitación.

Como resultado de las investigaciones que se hicieron durante la Segunda Guerra Mundial, se diseñó un nuevo grupo de aceros inoxidables con características de endurecimiento por precipitación. En este tipo de aceros se consigue mayor resistencia mecánica, una buena inoxidabilidad y aceptable resistencia a elevadas temperaturas.

A este grupo pertenecen los inoxidables clásicos que contengan algunos de los elementos siguientes: nitrógeno, aluminio, cobalto, boro, titanio, niobio, cobre, fósforo, etcétera; que forman compuestos intermetálicos con los restantes elementos de aleación, pasando a formar una solución sólida cuando se les somete a un tratamiento de disolución a elevada temperatura.

A continuación, mediante un enfriamiento suficientemente rápido quedan detenidos en forma de solución sobresaturada. Por último, se provoca la precipitación de estas fases intermetálicas mediante un tratamiento de maduración conjugando el tiempo y la temperatura.

Podemos decir que estos aceros tienen una subclasificación que es la siguiente: martensíticos, austeníticos y austenoferríticos cuya diferencia se concentra en el predominio de las fases mencionadas.

En general, todos los aceros de endurecimiento estructural presentan dificultades en la deformación en caliente y en la soldadura. Los principales usos de los aceros inoxidables endurecibles por precipitación son los relacionados a ambientes marinos ya que resiste bien dichos ambientes. Un acero representativo de este tipo es el 324.

1.8 Aceros inoxidables martensíticos

Los aceros inoxidables martensíticos fueron la primera familia de aceros inoxidables al cromo. Tienen la facultad de adquirir gran dureza cuando se les enfría rápidamente una vez que alcanzan una temperatura dentro de la región austenítica.

Los aceros de 12 a 14% de cromo con contenidos de carbono de 0.20 a 0.50% se emplean fundamentalmente en cuchillería. Mientras que los aceros de 16 a 18% de cromo y contenido de carbono de 0.60 a 1.20% adquieren por temple elevadas durezas y son resistentes a la corrosión y al desgaste. Las aplicaciones de esta familia de aceros son: cuchillería, accesorios de bombas, válvulas para motores, navajas de afeitar, equipos para la industria petrolífera y alimenticia, tuercas, tornillos, muelles, entre otras cosas.

Los aceros con cromo de 16 a 18% y níquel de 2 a 4% se emplean fundamentalmente en ejes, y hélices marinos, palas de turbinas de vapor. La mayor resistencia a la corrosión de estos aceros se realiza cuando han sido templados y puidos.

Los aceros inoxidable martensíticos son magnéticos y pueden trabajarse en frío sin dificultad, especialmente con bajo contenido de carbono. Pueden maquinarse satisfactoriamente, tienen buena tenacidad, gran resistencia a la corrosión atmosférica y a algunos agentes químicos. Se trabajan fácilmente en caliente, alcanzan su óptima resistencia a la corrosión cuando se endurecen desde la temperatura recomendada.

Algunos ejemplos de este grupo son los tipo: 403, 410, 416, 420, 440A, 501, 502. Siendo los mas conocidos el 410, 416 y 420.

Resumiendo, dentro de las propiedades básicas de los aceros inoxidable martensíticos tenemos:

- Moderada resistencia a la corrosión.
- Endurecibles por tratamiento térmico, con lo que se puede lograr alta resistencia y dureza.
- Difícil soldabilidad debido al alto carbono y a su naturaleza dura.

1.9 Aceros inoxidable ferríticos

Estos aceros se caracterizan por su estructura ferrítica a cualquier temperatura y, por consiguiente, no hay transformación de la ferrita en austenita. Por esta razón no hay posibilidad de regeneración del grano y la recristalización, solo es posible mediante una deformación plástica en frío, previo recocido o mediante una deformación en caliente.

Los aceros inoxidable ferríticos, son aleaciones de hierro-cromo con bajos contenidos de carbono. Los contenidos de cromo se encuentran aproximadamente entre 14 y 27%. Como estos aceros contienen poco carbono, no se pueden endurecer por tratamiento térmico, sólo mediante trabajo en frío. Son magnéticos y pueden trabajarse en frío o caliente, pero alcanzan su máxima suavidad, ductilidad y resistencia a la corrosión en la condición de recocido. En esta condición la resistencia de estos aceros es aproximadamente 50% mayor que la de los aceros al carbono; además, son superiores en resistencia a la corrosión y maquinabilidad a los aceros martensíticos inoxidable.

Como los aceros ferríticos pueden formarse fácilmente en frío, se utilizan mucho para estampados profundos de piezas, como recipientes para industrias químicas y alimenticias, para adornos arquitectónicos y automotrices: fregaderos, equipos domésticos, extractores de humos, sistemas de emisiones de gases en la industria automotriz. A este grupo de aceros inoxidable pertenecen como elementos representativos el 430F, 430, 430Se, 405, 442, 446.

Dentro de las propiedades básicas de los aceros inoxidable ferríticos se encuentran las siguientes :

- De moderada a buena resistencia a la corrosión que se incrementa con el contenido de cromo.
- Magnéticos, no endurecibles.

Capítulo II

Instrumental quirúrgico

2.1 Instrumental básico que se requiere en una operación corporal

Los instrumentos que se encuentran en una sala de operación constituyen una inversión importante que continuamente está aumentando y renovándose. Estos deben de contar con una limpieza y esterilización adecuada, los cuales vienen en todos los tamaños y formas y cabe mencionar que instrumentos del mismo tipo puede variar en longitud y tamaño.

El trabajo de un cirujano implica una solución de continuidad en los tegumentos o mucosas del sujeto operado. Esta solución de continuidad, llamada incisión, rompe con las barreras naturales de defensa del organismo. Si no se siguiera un método para evitar la invasión del organismo de gérmenes y elementos extraños en dicha incisión, el procedimiento probablemente coaccionaría mas daños que beneficios. En realidad los daños fueron los que detuvieron el desarrollo de la cirugía durante siglos.

El avance de todas las ciencias, en especial de la Bacteriología y la Microbiología beneficiaron notablemente a la medicina con la introducción del concepto de la ESTERILIZACIÓN que es la destrucción por medios físicos y químicos de todos los microorganismos contenidos en un objeto cualquiera. Al aplicar este concepto en la medicina y la cirugía, se ha perfeccionado una técnica para mantener estéril a todo aquello que ha de estar en contacto con la ruptura transitoria de barreras que hace el cirujano.

Esta técnica es tan rigurosa que maneja desde el polvo del ambiente, hasta las manos, ropa, materiales e instrumentos. Con frecuencia se utiliza para denominar está técnica la palabra ASEPSIA tomada del griego alfa primitiva y sepsis podredumbre, que quiere decir ausencia de materia aséptica o estado libre de infección. La ANTISEPSIA se refiere al conjunto de procedimientos en especial químicos, destinados a destruir y alejar los gérmenes patógenos (que producen enfermedades), y el agente químico empleado se llama ANTISÉPTICO.

Finalmente, aquellos instrumentos, objetos o zonas físicas que no han sido sometidas a procesos de Esterilización o antisepsia se les denomina " Infectados " o " No estériles ".

Como consecuencia, los estériles que pierden esta característica por alguna circunstancia se les llama " Contaminados " .

El instrumental quirúrgico se divide en cuatro categorías principales: de corte, de hemostasia, de disección y de exposición.

2.1.1 Instrumental de corte

La dermis es una red resistente e impermeable de colágena y fibras elásticas, se requiere una fuerza para vencer su resistencia al corte. Los instrumentos de corte que se utilizan en la práctica son el escapelo y la tijera. Cada uno tienen indicaciones específicas y normas particulares de manejo.

Escapelo: Consta de dos piezas, las cuales son el mango y la hoja de bisturí. Los mangos están numerados de acuerdo a su tamaño siendo el mayor el número 4 donde el tamaño de hojas que ocupa es de 20 cm en adelante y el mango menor es del número 3 el cual emplea hojas de 10 cm en adelante.

El escapelo número 4 sirve para cortar piel y tejido celular subcutáneo, no debe utilizarse en planos más profundos ya que se considera potencialmente contaminado. Esto se debe a que ha seccionado folículos y glándulas sebáceas y sudoríparas, hasta las que el antiséptico empleado en la piel rara vez penetra. En el caso del escapelo número 3 se emplea desde el plano aponeurótico hasta el peritoneo.

Las hojas de las tijeras tienen algunas ventajas especiales en la disección en virtud de que su diseño produce un efecto cortante y de compresión en los tejidos, que ocluyen y sellan muchos vasos sanguíneos de pequeño calibre, los cuales permanecen abiertos y sangrantes si se corta el mismo tejido con el escápelo. (Observar figura 2.1).

Las tijeras así como el material punzocortante no se esteriliza en autoclave ya que se deterioraría el filo, por lo que se deja en antiséptico el cual deberá de cubrir las, el tiempo promedio que se encuentra en el antiséptico es de 20 a 30 minutos.



Figura 2.1 Se muestra el empleo del escapelo el cual consta de un mango y una hoja de bisturí con suficiente filo para poder cortar la dermis.

En la siguiente tabla se muestran los instrumentos de uso mas común para el corte.

| Instrumento | Uso más frecuente (según el cirujano) |
|--------------------------------------|--|
| Escapelo | Cortar tejidos; disección |
| Tijeras de disección | Disección de tejidos |
| De Mayo curva (fuerte) | Cortar tejidos fuertes o gruesos |
| Metzanbaum (delgadas y estrechas) | Tejido delgado |
| De Mayo recta (tijeras de suturas) | Cortar materiales de suturas |

2.1.2 Instrumental de hemostasia

Cuando se realiza un corte en tejidos vitalizados se provoca sangrados o pérdidas hemáticas de mayor o menor cuantía, las maniobras quirúrgicas que se utilizan para detener el sangrado se llama Hemostasia o Hemostasis quirúrgica.

Las pinzas de hemostasia se caracterizan por tener una serie de elevaciones y depresiones en la parte proximal de las mismas cuya función principal es sostener el tejido y en algunos casos evitar la pérdida hemática, como se muestra en la figura 2.2.

En la siguiente tabla se muestran los instrumentos de uso mas común para la hemostasia.

Las pinzas hemostáticas suelen usarse para la hemostasia, en algunos casos se utilizan como sujetadores o separadores.

| Instrumento | Uso más frecuente (según el cirujano) |
|-------------------------------------|---|
| Pinzas rectas | Para las dos primeras capas del tejido |
| <i>Pinzas curvas</i> | <i>Para el tejido interno</i> |
| Mosquito rectas y curvas | Hemostática muy fina |
| Halstead rectas y curvas | Hemostática fina |
| Halstead - Mosquito rectas y curvas | Hemostática fina |
| Kelly rectas y curvas | Pinza hemostática |
| Adson rectas y curvas | Pinza hemostática |
| Rochester Pean rectas y curvas | Pinza hemostática |
| Rochester Ochsner rectas y curvas | Pinza hemostática con dientes |
| Kocher rectas y curvas | Pinza hemostática con dientes |

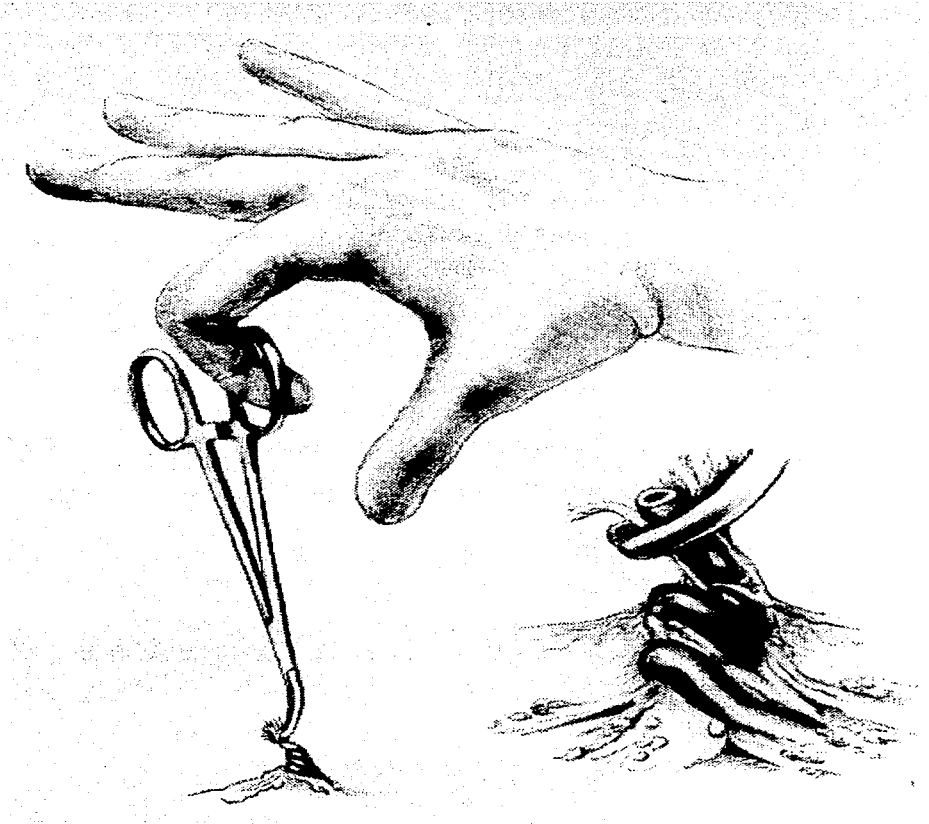


Figura 2.2 En esta figura se puede observar detalladamente la función hemostática de la pinza.

2.1.3 Instrumental de disección

Parte de la intervención quirúrgica se ocupa de separar las estructuras que se deben exponer para llevar a cabo el procedimiento planeado. Al acto de dividir y separar las estructuras anatómicas por medios quirúrgicos y para fines terapéuticos se les llama DISECCIÓN QUIRÚRGICA.

Recordando que la piel es móvil, se requieren algunas pinzas para sostener y posteriormente realizar un corte. Una vez que se llevo a cabo éste, se detiene al tejido con pinzas de disección las cuales pueden ser con dientes y sin estos. Se utilizan con dientes para evitar que se fugue el tejido pinzado, pero cuando no conviene maltratarlo se utilizan sin ellos. También se encuentran las pinzas para llevar a cabo la sutura, como se observa en la figura 2.3.

En la siguiente tabla se muestra los instrumentos de uso más común para tomar o sostener tejidos y para sutura.

| Instrumento | Uso más frecuente (según el cirujano) |
|--|---|
| Pinzas de disección | |
| Sin dientes (pequeñas detenciones, tejidos delicados) | Cirugía abdominal o general (produce muy pocos traumatismos al tejido) |
| Con dientes sencillos (en un lado dos dientes agudos y en el otro lado uno solo) | Para cirugía abdominal o general tejidos más duros, músculos |
| Múltiple (numerosos dientes pequeños en ambos lados) | Cirugía abdominal o general (tejido delicado, peritoneo) |
| Rusas (detenciones múltiples alrededor bordes de la punta) | Cirugía abdominal o general (tejidos delicado, peritoneo) |
| Pinzas de Allis | Cirugía general |
| Pinzas de Allis- Adair | Cirugía perineal |
| Pinzas de Babcock | Cirugía intestinal |
| Pinzas de Pennington | Cirugía perineal |

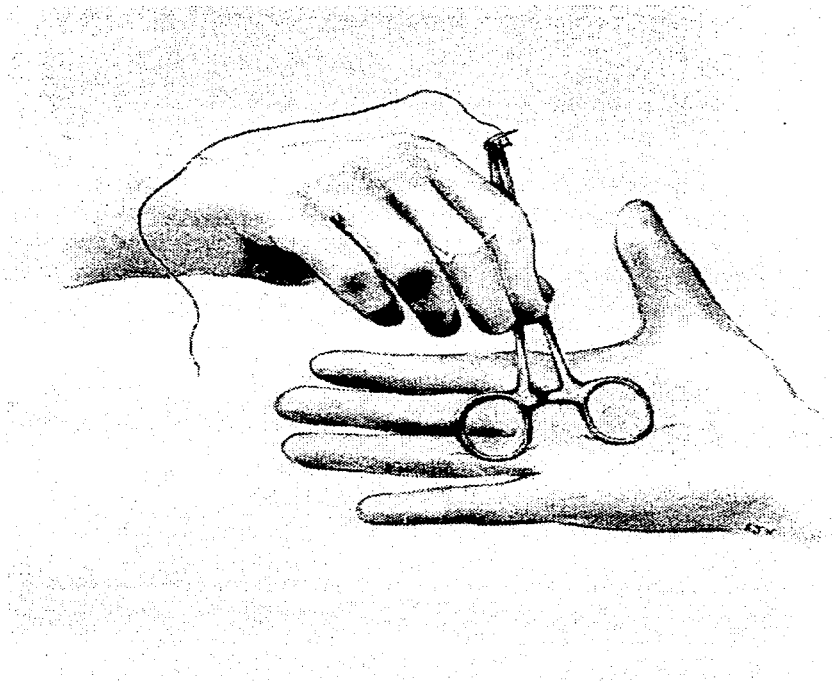


Figura 2.3 En está imagen podemos observar la importancia de este tipo de instrumental con el cual se realiza una sutura.

2.1.4 Instrumental de exposición (Separadores)

A medida que el cirujano profundiza en los tejidos, las estructuras superficiales pueden obstaculizar la visión o el trabajo en los planos profundos. Es función del ayudante dar una correcta separación de las mencionadas estructuras, de esta forma se vuelven mucho más fáciles y seguras las operaciones, al permitir maniobrar en los planos y obtener una visión clara. A este trabajo se le llama EXPOSICIÓN.

La cantidad de instrumentos que existen para efectuar estas maniobras es muy numerosa y se puede dividir en dos clases: separación activa y separación automática.

La separación activa es aquella donde el ayudante expone por medio de dos instrumentos angulados de diversas formas y tamaños, donde el más utilizado es el separador tipo Farabeuf.

En la separación automática dos valvas articuladas y con sistema de cremallera quedan haciendo separación sin necesidad de ocupar las manos del grupo quirúrgico.

Los separadores realizan la retracción de la piel y bordes de las heridas, así como el desplazamiento de vísceras internas sólidas o huecas, se facilita la función de los separadores si el cirujano parte de una incisión hecha en el sitio adecuado y con las dimensiones necesarias, como podemos observar en la figura 2.4.

En la siguiente tabla se muestra los instrumentos de uso más común para separar los tejidos.

Los separadores o retractores que se usan para separar tejidos del área operatoria, pueden ser automáticos o manuales (deben sostenerlos un miembro del equipo quirúrgico también llamados activos).

| Instrumento | Uso más frecuente (según el cirujano) |
|--|--|
| Separadores manuales | |
| Farabeuf | Separa la piel y tejido celular subcutáneo |
| Kocher | Separar planos más profundos |
| De Senn (doble extremo) | Procedimientos superficiales y menores |
| De Parker (doble extremo) | Cirugía menor |
| De Goelet (doble extremo) | Penetrar en el abdomen ; Cirugía general |
| De las fuerzas armadas estadounidenses (doble extremo) | Penetrar en el abdomen ; Cirugía general |
| De Deaver (varios tamaños) | Dentro del abdomen |
| De Richardson o en ángulo recto (varios tamaños) | Dentro del abdomen |
| De Murphy o rastrillo (con 2,3, 4 ó 6 puntas agudas o ramas) | Para cirugía abdominal o general |
| Retractoires automáticos | |
| De O'sullivan - O'connor | Área ginecología |
| De Mastoides | Área operatoria pequeña |
| De Weitlaner | Área operatoria pequeña a mediana |
| De Gelpi | Área operatoria pequeña a mediana |

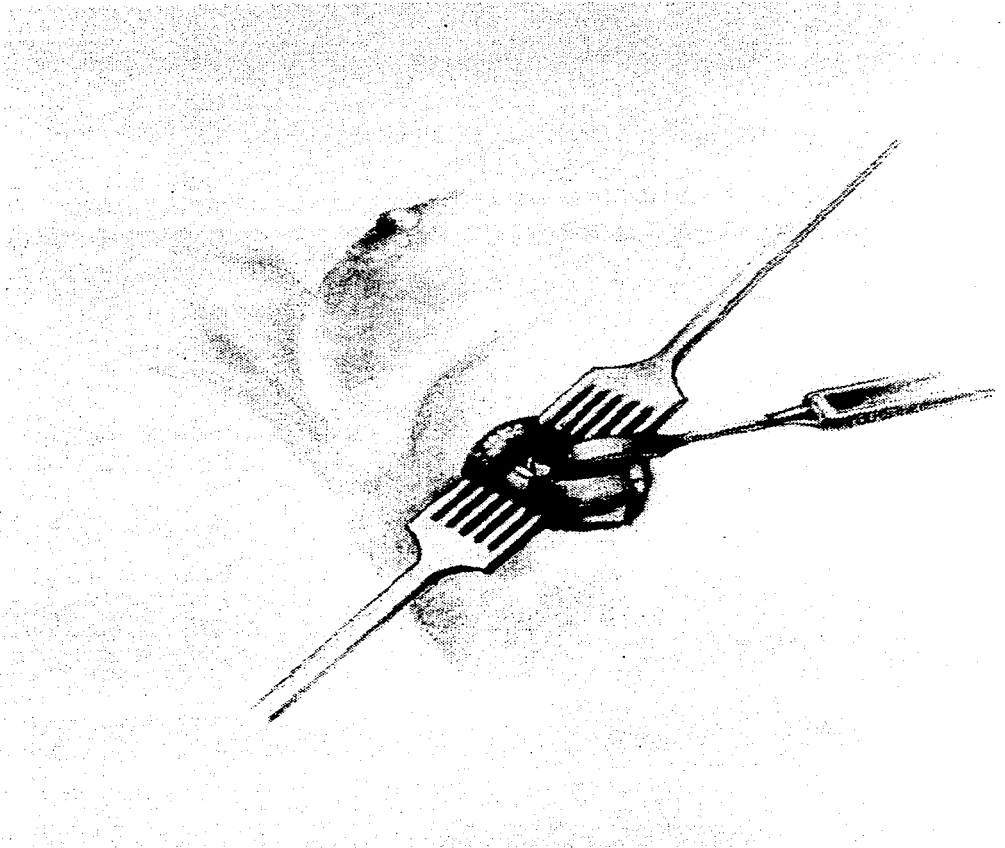


Figura 2.4 En esta imagen se puede observar la gran ventaja de los separadores en el acto quirúrgico.

El equipo antes mencionado es manejado principalmente en charolas y durante el transcurso de su vida útil es desinfectado y/o esterilizado según sea el caso de cada instrumento.

2.2 Desinfectantes y Esterilización

Existen diversas técnicas para desinfectar y esterilizar a los materiales que se usan en la sala de operaciones. Aunque algunos métodos son más eficaces que otros, el costo o limitaciones de espacio pueden impedir el uso de estos en un hospital en particular.

Cabe señalar algunos términos fundamentales:

- La *Desinfección*, que puede ser física o química es el proceso de destrucción de microbios en objetos inanimados. No es eficaz contra esporas resistentes.
- Los *Antisépticos* son sustancias que reducen o previenen el crecimiento de microorganismos en tejidos vivos; un agente como el alcohol es un desinfectante antiséptico según donde se use. Los desinfectantes suelen ser más potentes que los antisépticos ya que se usan sobre objetos inanimados.
- La *Esterilización* destruye todas las formas de vida microbiana; puede ser física o química.

2.2.1 Desinfectantes

En la actualidad hay muchos desinfectantes en el mercado. El tipo del desinfectante depende de la variedad del microorganismo que va a destruirse. Debe seguirse la norma del hospital en relación con esto. Algunos de los desinfectantes químicos más conocidos son:

- 1.- Glutaraldehído activado al 2 por 100 (Cidex).
- 2.- Alcohol etílico o isopropílico al 80 ó 90 por 100.
- 3.- Formaldehído fuerte (solución alcohólica germicida del tipo Bard-Parker).
- 4.- Isodíne.
- 5.- Cri.
- 6.- Benzal.

Alguno de los factores que afectan la acción del desinfectante químico son:

- 1.- Limpieza del objeto (tejido, sangre, u otros materiales inactivarán el producto químico).
- 2.- Concentración del desinfectante, la cual está descrita por cada producto.
- 3.- Temperatura del objeto.
- 4.- Tiempo en que el objeto está sumergido en el desinfectante (por general debe de ser de 30 min. para el material de acero inoxidable).

Los recipiente deben cubrirse para impedir la evaporación de la sustancia química y prevenir que caigan partículas de polvo en la solución.

Actualmente, los desinfectantes por medios físicos se usan rara vez en el quirófano.

Algunos de los que se usaron antes incluyen ebullición, luz ultravioleta, y vapor de flujo libre.

2.2.2 Antisépticos

La acción del antiséptico se refuerza cuando toda la suciedad, grasa y otros materiales son eliminados de la piel. El efecto antiséptico es todavía mayor cuando se fricciona la piel; y en el caso del material quirúrgico, por lo regular esté se sumerge en las antisépticos o son limpiados con gasas las cuales contienen antiséptico.

Algunos antisépticos más frecuentemente usados en la sala de operaciones son:

- 1.- Yodados.
- 2.- Hexacloréno al 3 por 100 (pHisohex).
- 3.- Alcohol isopropílico.

2.2.3 Esterilización

Actualmente muchos fabricantes pueden hacer llegar a todos los quirófanos materiales ya esterilizados en paquetes cerrados. La dirección del hospital debe decidir si ordena estos materiales ya preparados y esterilizados o si se preparan y esterilizan en el departamento central de suministros del hospital. La administración del hospital debe de comparar el costo en tiempo, esfuerzo y espacio de almacenamiento (más los suministros existentes), con el costo y la ventaja de utilizar ya los preparados esto es principalmente en los materiales de curación (gasas, campos, etc.).

Hay diversas variedades de autoclaves y esterilizadores, la selección del método depende de:

- 1.- Variedades disponibles en el mercado.
- 2.- Facilidad de la operación.
- 3.- Costo.
- 4.- Seguridad del paciente y del personal.
- 5.- Eficacia del método contra todos los microorganismos.

Las dos formas principales de esterilización son: física (mecánica) y química. La esterilización física se subdivide en calor seco y húmedo. La esterilización de calor seco es relativamente lenta y requiere grandes temperaturas, actualmente se usan pocas veces. La esterilización con calor húmedo es el método que se usa con más frecuencia en el quirófano. El calor húmedo mata todas las bacterias por coagulación o desnaturalización de las proteínas bacterianas, la alteración del nivel de pH hace que la estructura (de las bacterias) no sea funcional para el metabolismo celular. La presión es sólo otro factor que permite que la temperatura sea más alta. La esterilización con calor húmedo puede dividirse también en autoclaves con desplazamiento por gravedad y de alto vacío, y alta presión.

2.2.4 Esterilización física (autoclave)

Los autoclaves (esterilizadores de calor húmedo), suelen ser de uso sencillo aunque deben tomarse precauciones para asegurarse de que el procedimiento se cumple adecuadamente.

Antes de empezar el proceso de esterilización se debe conocer la naturaleza del material o del objeto que va a esterilizarse (si es un metal, cristal, caucho, ropa o papel). Si el artículo que va esterilizar está envuelto, debe de estar:

- 1.- Empacado en forma adecuada para asegurar la permeabilidad del gas y facilitar su abertura.
- 2.- Marcarse con fecha de caducidad.

La temperatura y presión recomendadas y la relación de tiempo para la esterilización con vapor (autoclave) son como sigue (para artículos que no están envueltos).

| Objeto | Temperatura (°C) | Presión en libras | Tiempo (minutos) |
|----------------------------|------------------|-------------------|------------------|
| Metal o Cristal | 132.21° | 30 | 7 |
| Metal o Cristal | 121.11° | 15 | 30 |
| Cauho o Materiales de Tela | 132.21° | 30 | 10 |
| Cauho o Materiales de Tela | 121.11° | 15 | 30 |

Además, si el artículo tiene partes removibles, como articulaciones, deben abrirse cuando se introducen en el autoclave. El objeto se coloca en una canastilla de manera que el calor húmedo fluya libremente y rodee en su totalidad el objeto, debe de colocarse de forma que pueda secarse fácilmente sin que haya riesgos de contaminación.

En los hospitales lo que se recomienda es lo siguiente: para comenzar el proceso de esterilización se asegura la puerta del autoclave, se conecta, se anota las libras de presión y la temperatura, para estar seguro de que son los datos correctos antes de iniciar la regulación del proceso.

La puerta del autoclave debe de estar completamente cerrada para evitar que el vapor salga con peligro de quemar a alguien o para impedir que la temperatura no se eleve adecuadamente. Debe de asegurarse de que se ha alcanzado la temperatura apropiada antes de comenzar a medir el tiempo. También debe revisarse la presión porque puede ser guía para saber si ha alcanzado la temperatura apropiada. Tiempo, humedad y temperatura son los factores importantes para la esterilización del calor húmedo.

2.2.5 Esterilización química

El segundo tipo de esterilización es química - esterilización por óxido de etileno o beta propiolactona-. Fundamentalmente funciona por la concentración de gas, tiempo de exposición, y temperatura. La humedad es factor importante ya que las bacterias húmedas son más fáciles de destruir que las que están secas.

El gas penetra bastante a través de los materiales de envoltura más frecuentemente utilizados, pero debido a la posibilidad de que haya gas residual todos los artículos deben estar expuestos al aire. El tiempo de aireación varía. La norma del hospital y el procedimiento indicará el tiempo apropiado de aireación y rotación.

En la siguiente tabla se mostraran las ventajas y desventajas de ambos métodos.

| Esterilización | Principales Ventajas | Principales Desventajas |
|--------------------------------|--|--|
| <p>Con Calor húmedo</p> | <p>Rápido y eficaz para destruir todas las bacterias. Costo aceptable.</p> | <p>Incapaz de esterilizar ciertos materiales (polvos, algunos plásticos). El calor puede quitar el filo a tijeras o bisturys especiales.</p> |
| <p>Con Gas</p> | <p>Casi todos los materiales pueden esterilizarse incluyendo plásticos; el calor es más bajo (54° a 60°C).</p> | <p>Caro. La esterilización se realiza en unas 4 ó 6 horas. La mayor parte de material deben de ser expuestos al aire antes de usarse (horas a días). Se necesita espacio de almacenamiento. Algunos medicamentos no pueden esterilizarse ya que reaccionan con el gas.</p> |

2.3 Normalización

Cuando se va a las distribuidoras de material quirúrgico, cuando se asiste al médico o si se llega a entrar a una sala de operaciones, se observa la variedad tan grande que existe en cuanto al material que se utiliza en un paciente.

Este se encuentra colocado en charolas y varía en tamaño, forma y material de fabricación. Cuando se observar todo esto, surgen algunas dudas que de inmediato se convierten en preguntas tales como: ¿quién lo fabricó?, ¿con qué material se realizó?, ¿es confiable?, ¿cuánto dura?, ¿se realizará algún instrumental de este tipo aquí en México?.

Cada una de estas preguntas tiene una respuesta muy interesante:

Se tiene como primer dato que los principales productores de material quirúrgico a nivel mundial son Estados Unidos de América, Alemania y Pakistán además de que son los países de los cuales importamos gran parte de este material. México también produce material quirúrgico, el cual lo realiza con acero inoxidable de procedencia nacional o de importación siendo esta principalmente de Alemania, Brasil y Estados Unidos de América.

El material que se utiliza para la fabricación del instrumental quirúrgico es el acero inoxidable, siendo el más utilizado el 420 y sus variaciones, el 410, y además del 316, 304, 302 de acuerdo a la nomenclatura AISI-SAE.

La duración del material quirúrgico varía de acuerdo a la calidad del material con que se fabrica, al uso que se destine este instrumental, y a las condiciones a las que es expuesto. Por ejemplo, a los tiempos, a las presiones y temperaturas durante su esterilización.

La confiabilidad del instrumental está respaldada por normas, ya que cada instrumento antes de llegar al usuario es sometido a varias pruebas, ya que sin estas no podría ser vendido; es decir, debe de cumplir con una **Normalización**.

Para analizar la normalización del instrumental quirúrgico se consultaron las normas del Instituto Mexicano Del Seguro Social, la norma general consistente en varias pruebas físicas, las cuales deben ser aplicadas a cada instrumento y basta con que alguna de estas no sea aprobada para que el instrumento sea desechado. Además cada instrumento según el modelo tiene su respectiva norma, que debe de ser aprobada para que este material sea utilizado posteriormente.

El presente estudio estará enfocado al material quirúrgico que es realizado con acero inoxidable, de esta forma existe una norma que nos describe al acero inoxidable con el que se fabrica el material para cirugía. Así, tenemos la norma 535 donde nos encontramos con una clasificación de especificaciones generales de acuerdo al IMSS. (Apéndice 1)

Las especificaciones de cualquier material quirúrgico de acero inoxidable se determinan por características como el acabado superficial, composición química, dureza, resistencia a la corrosión, forma y dimensiones.

2.3.1 Acabado superficial

El acabado superficial de ser uniforme en toda la superficie, libre de áreas rugosas, contar con asimetría respecto a su eje principal o entre sus componentes, tener bordes puntiagudos o afilados (excepto donde no sean requeridos), no presentar corrosión a simple vista, deformaciones y desechos de pulido, evitar la falta de lubricación y de moleteado, fisuras, fracturas, grietas, incrustación de partículas extrañas o contaminantes, marcas de esmerilado, muescas, poros, rayas, rebabas y superposición de material.

Además de las características indicadas, el instrumental debe de contar invariablemente con un proceso de pasivado el cual consiste en frenar la corrosión mediante el contacto del instrumental con soluciones acuosas de hidróxidos, cloruros y sulfuros controlando las condiciones de PH y potencial que sean apropiadas para el acero inoxidable en estudio y con alguno de los siguientes tipos de pulido final.

El pulido o acabado final varía de acuerdo al producto y este puede ser acabado espejo. El instrumental con este acabado debe presentar una superficie pulida de alta reflexión. Mientras que el acabado satinado debe presentar una superficie lisa de baja reflexión, y si hablamos de el acabado crocus, se utilizará principalmente en instrumentos de corte, el acabado se debe de presentar en la zona de corte, con las características de éste suave con marcas de pulido en una sola dirección, perpendicular al filo de corte.

El determinar si una pieza tiene defectos o no, se realiza a través de diversos métodos de prueba, los cuales cuando tienen un incumplimiento con los requisitos de dicha prueba son rechazados.

El acabado es una de las pruebas más estrictas, ya que si éste se encuentra en mal estado se tiene como consecuencia algunos efectos en el producto, un mal diseño y una limitada vida útil. El procedimiento que se usa es inicialmente la inspección visual.

La interpretación que se da es que toda la superficie debe de ser uniforme, libre de áreas rugosas, asimetría respecto a su eje principal o entre sus componentes, bordes puntiagudos o afilados (excepto donde sea requerido), no presentar corrosión a simple vista, deformaciones, desechos de pulido, evitar la falta de lubricación y de moleteado, fisuras, fracturas, grietas, incrustación de partículas extrañas o contaminantes, marcas de esmerilado, muescas, poros, rayas, rebabas y superposición de material.

Además de las características indicadas, el instrumental debe de contar invariablemente con un proceso de pasivado y con alguno de los siguientes tipos de pulido final: Espejo, Satinado o Crocus, los cuales se describieron anteriormente.

2.3.2 Composición química

En lo que se refiere a la composición química del instrumental quirúrgico se cuentan con tablas de referencia en las cuales se indican los porcentajes de los elementos que influyen en el acero inoxidable, y de esta forma podemos saber a qué familia pertenece, las características que presenta, al tipo de tratamiento que puede ser sometido, entre otras cosas, se tienen los elementos necesarios para poder estudiar dicho acero.

La composición química tiene una representación importante ya que los contenidos de los elementos que presente el acero inoxidable, hace que de alguna manera tenga las características, deseados para el uso quirúrgico.

La manera en que se realizan estas pruebas son de acuerdo a los métodos establecidos por la Norma ASTM-E353 (Chemical analysis of stainless heat resisting maraging and other similar chromium nickel iron alloys), donde los porcentajes obtenidos deben estar en concordancia con los especificados (Apéndice 2).

2.3.3 Dureza

Con respecto a la dureza es una de las características más importantes ya que es el mejor indicativo para que el material refleje su uso.

Recordando que la **dureza** se define como la resistencia de la penetración o rayado sobre un material en estudio. La forma en que se realiza esta prueba es efectuando cinco lecturas como mínimo en diferentes áreas de la muestra y obtener un promedio de ellas, que para mayor detalle se deberá recurrir a la norma perteneciente. Los ensayos de dureza que se realizan son dos principalmente:

2.3.3.1 Ensayo de dureza Rockwell

El principio de este ensayo establece que a través de un sistema de palancas se registra en escala de profundidad de penetración de la precarga. (Cuando el observador primero acciona una palanca que presiona un cono de diamante o bola a una pequeña distancia establecida dentro de la muestra.) y la carga de 150 kg o 100 kg, se lee directamente, la variación de peso es el que nos da las lecturas restantes.

La principal ventaja de este ensayo es que la dureza se lee directamente en una escala.

2.3.3.2 Ensayo de microdureza

Este ensayo sigue el mismo principio que el del durómetro anterior con la salvedad de que se aplican microcargas para obtener una dureza más puntual. Las lecturas se determinan a través de un microscopio.

La interpretación que se da es que para cualquiera de los métodos, el promedio obtenido debe estar dentro de los intervalos establecidos en las normas específicas de cada producto.

2.3.4 Resistencia a la corrosión

Recordando que la propiedad de resistencia a la corrosión se debe a una película delgada, adherente, estable de óxido de cromo o de óxido de níquel que protege efectivamente al acero contra muchos medios corrosivos, cuando alguno de los instrumentos presentan corrosión, que es uno de los principales factores de rechazo, por la importancia que representa, esta se debe a que esté material será utilizado en el cuerpo humano.

En el Apéndice 3 se muestran los tipos de solución por los que debe de pasar el instrumental para observar la resistencia a la corrosión.

A continuación se describirá algunas de las pruebas que se realizan como son: solución de sulfato de cobre, hervido en agua y cámara de niebla salina.

2.3.4.1 Solución de sulfato de cobre

Procedimiento

Lavar previamente la muestra con un cepillo de cerdas suaves, jabón neutro y agua a temperatura de 308 °K a 313 °K (35 °C - 40 °C). Enjuagarla con agua destilada a temperatura 323 °K a 333 °K (50 °C - 60 °C); sumergirla rápidamente en alcohol etílico o isopropílico al 95% y secarla.

Posteriormente sumergirla durante 6 minutos en una solución de sulfato de cobre, a una temperatura de 291 °K \pm 2.0 °K (18 °C \pm 2.0 °C).

La composición química de la solución debe ser:

| | | |
|---------------------------------|---|--------------------|
| Sulfato de Cobre Pentahidratado | $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ | 4.0g |
| Ácido Sulfúrico, de densidad | H_2SO_4 | 5.7 ml = 1.84 g/ml |
| Agua destilada | H_2O | 90.0 ml |

A continuación, sacar la muestra de la solución, enjuagarla totalmente con agua corriente y frotarla vigorosamente con un trapo suave humedecido.

Interpretación:

La superficie no debe de presentar a simple vista depósitos de cobre. Es importante señalar que los depósitos ligeros de cobre formados en la periferia de la solución, así como las gotas colocadas en las quijadas, dientes, cerraduras, trinquetes, insertos, o uniones y zonas mates de superficies pulidas, que se desprendan fácilmente al frotar con el trapo, no debe de ser causa de rechazo.

2.3.4.2 Hervido en agua destilada

Aplicable a instrumental manufacturado en acero inoxidable austenítico y ferrítico o con recubrimiento de níquel-cromo.

Procedimiento:

Lavar previamente la muestra con un cepillo de cerdas suaves, jabón neutro y agua a temperatura de 308 °K a 313 °K (35 °C - 40 °C). Enjuagarla con agua destilada a temperatura ambiente; sumergirla rápidamente en alcohol etílico o isopropílico al 95% y secarla.

A continuación hervirla en un recipiente de vidrio con agua destilada durante 30 minutos, retirar la fuente de calor y dejar la pieza sumergida durante 24 horas. Transcurrido este tiempo, sacar la muestra del recipiente y secarla a temperatura ambiente durante dos horas para su inspección.

Interpretación:

La superficie no debe presentar a simple vista indicios de corrosión.

2.3.4.3 Cámara de niebla salina**Aparatos**

Cámara con un depósito de solución salina y abastecimiento adecuado de aire comprimido con una o varias boquillas atomizadoras, soporte para muestras, colectores y controles.

Solución Salina

Preparar una solución que contenga 5 partes (± 1) de cloruro de sodio libre de níquel y cobre, en 95 partes (± 1) de agua destilada (con una pureza de no más de 200 ppm de sólidos totales); el PH de la solución debe de estar comprendido entre 6.5 y 7.2. La solución debe de estar libre de sólidos suspendidos para que pueda ser atomizada.

Procedimiento:

Lavar previamente la muestra con un cepillo de cerdas suaves, jabón neutro y agua corriente. Enjuagarla con agua destilada y secar. Colocar cada muestra dentro de la cámara salina en una posición que cumpla con las posiciones siguientes: debe de estar suspendida con una inclinación entre 15° y 30° respecto a la vertical y paralela a la dirección principal de la fluencia de la niebla. No debe estar en contacto con materiales metálicos. El suministro de aire comprimido a través de la boquilla atomizadora, debe mantenerse entre 10.0 y 25.0 Psi (703.77 - 1759.42 g/cm²) para que la solución pueda ser atomizada.

La solución que se condense y resbale sobre una muestra, no debe de caer sobre otra. La temperatura de la cámara debe mantenerse entre 306.3 °K a 309.1 °K (33 °C - 36.1 °C) y se debe registrar esta temperatura por lo menos dos veces en 24 horas, con una diferencia mínima de siete horas de lectura.

El periodo de exposición de la niebla debe ser de 24 horas. Transcurrido éste, sacar la muestra y lavarla suavemente bajo el chorro de agua corriente a una temperatura no mayor de 311 °K (38 °C), con el fin de remover los depósitos de sal de la superficie.

Interpretación:

La superficie no debe de mostrar a simple vista la corrosión.

Capítulo III

El acero inoxidable que se ocupa en la fabricación del instrumental quirúrgico

3.1 Introducción

Las características de los aceros inoxidables aplicados en la fabricación de material quirúrgico, se pueden describir a partir de: La resistencia a la corrosión, las buenas propiedades mecánicas y excelentes acabados superficiales.

En el caso del primer rubro, la resistencia a la corrosión, se sabe que los materiales quirúrgicos estarán expuestos a medios altamente corrosivos, tanto por soluciones utilizadas durante una cirugía como por su esterilización la cual es una norma establecida dentro de los hospitales que hacen uso de dicho instrumental sin olvidar el contacto con los fluidos del cuerpo humano.

Para el caso de las propiedades mecánicas estas deberán cumplir con buena dureza, buena maquinabilidad, consideraciones con respecto al magnetismo y el límite elástico elevado, según sea requerido por el instrumental. Para el caso del acabado superficial, el instrumental quirúrgico deberá estar libre de rebabas, rayaduras, grietas, incrustación de partículas extrañas, rechupes, asimismo deberá contar con un buen pulido superficial.

Con base en lo anterior y la normalización del IMSS tenemos los aceros: inoxidables austeníticos; 302, 304, 316 y los inoxidables martensíticos: 420, 420A, 420B, 420C, 410, 430. Cabe señalar que de estos sólo algunos cuantos son los que se producen en nuestro país, siendo estos el 304, 316 y 410.

Los aceros en general forman parte importante de la estructura económica de un país, los aceros inoxidables no son la excepción ya que estos tiene aplicaciones en todos los sectores productivos. En lo que se refiere a la producción de acero inoxidable en México se producen principalmente los siguientes aceros:

3.2 Aceros inoxidables austeníticos de producción nacional

Los aceros 301, 304, 304L, 316, 316L. Los cuales se manejan en la presentación placa, rollo, hoja, fleje y el 304 solamente en disco.

3.3 Aceros inoxidables ferríticos y martensíticos de producción nacional

Los aceros 409, 410, 410S, 430, 434. Los cuales se manejan en la presentación rollo, hoja, fleje y el 430 solamente en disco.

Cabe señalar también, que tanto en México como en los países altamente industrializados, los aceros austeníticos son usados en gran parte de la industria. Las presentaciones de dichos aceros puede variar de acuerdo a las necesidades del producto.

Si analizamos los factores de selección tan diversos que existen en la elección de un acero se encuentran un gran número de estándares los cuales varían entre sí en cuanto a la composición, resistencia a la corrosión, propiedades físicas y propiedades mecánicas. De lo cual podemos decir que el tipo de selección óptima para una aplicación específica, la podemos encontrar cuando sea satisfactorio en costo, es decir, que el costo total sea mínimo.

3.4 Factores de selección en los aceros inoxidables

Las propiedades que debemos de considerar en los aceros inoxidables deberá de especificarse de acuerdo con su aplicación. A continuación se describen algunas características importantes:

- Resistencia a la corrosión.
- Resistencia a la oxidación y a la sulfonación.
- Fuerza y ductilidad en el medio ambiente y temperatura de servicio.
- Técnicas de fabricación.
- Limpieza.
- Propiedades en servicio.
- Dureza.
- Resistencia a la abrasión y a la erosión.
- Moldeado.
- Superficie final y/o reflexiva.
- Propiedades magnéticas.

- Conductividad térmica.
- Resistividad eléctrica.
- Forma.
- Rigidez.
- Estabilidad dimensional.

3.5 Instrumental quirúrgico elaborado con acero inoxidable

El área médica es tan extensa que sólo se analizará un número reducido, pero básico de instrumentos para cirugía, los cuales cobran importancia por sí mismos por lo que su utilización es constante en quirófanos y consultorios. La tabla siguiente los enumera haciendo alusión al tipo de acero inoxidable que se requiere para su fabricación.

Tabla 3.1 Concentrado de material quirúrgico y acero inoxidable.

| Algunos elemento que se puede fabricar | Nomenclatura IMSS | Nomenclatura AISI |
|--|-------------------|-------------------|
| Pinzas Rochester- Pean | IMSS M - 2 | 420 A |
| Pinzas para tejido e intestino, rectas, con reten modelo Allis | IMSS M - 2 | 420 A |
| | IMSS M - 10 | 420 B |
| Tijeras | IMSS M - 2 | 420 A |
| | IMSS M - 3 | 420 C |
| | IMSS M - 5 | 420 |
| | IMSS M - 6 | - |
| Pinzas para Intestino | IMSS M - 2 | 420 A |
| Separadores | IMSS M - 1 | 410 |
| | IMSS M - 2 | 420 A |
| | IMSS A - 1 | 304 |
| | IMSS A - 2 | 316 |

De esta tabla podemos decir que el material quirúrgico que podríamos desarrollar con acero inoxidable de producción nacional es el material elaborado con un acero inoxidable 304, 316 ó 410, destacando que son los aceros con que se fabrican los separadores.

3.6 Separadores quirúrgicos

3.6.1 Descripción

Los separadores (retractores) son dispositivos metálicos que se utilizan en cirugía general y de alta especialidad. Los separadores realizan la retracción de la piel y bordes de las heridas así como el desplazamiento de vísceras internas sólidas o huecas, facilitando de esta manera las operaciones quirúrgicas.

Para que este tipo de elementos pueda penetrar en el mercado debe de cumplir con algunas especificaciones, las cuales se describirán a continuación.

3.6.2 Composición química

En lo que se refiere a la composición química, en la siguiente tabla se muestran los elementos que constituyen al acero inoxidable con el cual se fabricara dicho elemento, recordando que solo analizaremos a los aceros de procedencia nacional.

Tabla 3.2 Composición química en por ciento

| Nomenclatura IMSS AISI | CARBONO C | CROMO Cr | MOLIBDENO Mo | SILICIO Si | FÓSFORO P | AZUFRE S | NIQUEL Ni | MANGANESO Mn | HIERRO Fe |
|-----------------------------------|----------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|
| IMSS M-1 410 | 0.08-0.18 | 11.35-14.15 | -- | 1.05 | 0.050 | 0.035 | 1.03 | 1.03 | Balance |
| IMSS A-1 304 | 0.08 max | 16.80-19.20 | -- | 1.05 | 0.050 | 0.035 | 7.85-11.15 | 2.04 | Balance |
| IMSS A-2 316 | 0.08 max | 15.80-18.70 | 1.90-2.60 | 1.05 | 0.050 | 0.035 | 10.35-14.15 | 2.04 | Balance |

3.6.3 Dureza

La dureza que debe presentar el separador se describe a continuación, con los ensayos que se realizan para saber si cuenta con tal propiedad.

3.6.3.1 Ensayos de dureza Rockwell

En el caso de los separadores la dureza debe de encontrarse entre los siguientes rangos:

- De 40-48 Rc para IMSS M-1, M-2
- De 80-90 Rb para IMSS A-1, A-2

3.6.4 Acabado superficial

El acabado es factor muy importante ya que todos los bordes y superficies de los separadores deben de ser uniformes, libres de rebabas, fisuras, fracturas, marcas de esmerilado, ralladuras, áreas rugosas, muescas y poros. Además de lo indicado, los separadores deben de contar con alguno de los siguientes acabados:

Contar con un acabado **Espejo** que se caracteriza porque las superficies de los separadores deberán presentar una superficie pulida de alta reflexión ante la luz.

En el caso de un acabado **Satinado** los separadores deberán presentar una superficie lisa de baja reflexión correspondiente al acabado producido por una lija abrasiva del número 200 y pulido final con disco suave.

Y cuando se hable de un acabado **Pasivado** se aplicara a todo instrumental después del acabado y marcado; consiste en oxidar la superficie del instrumental con una solución ácida para hacerlos más resistentes a la corrosión.

3.6.5 Resistencia a la corrosión

A la hora de elegir el acero inoxidable, para la fabricación del material quirúrgico se deberá tenerse en cuenta:

- a) La naturaleza, composición y variaciones desarrolladas con el tiempo de los agentes corrosivos a los que se someterá el acero.
- b) La temperatura y presión de dichos agentes corrosivos.
- c) Los esfuerzos que deberá soportar, la estructura adecuada y el estado superficial más idóneo del acero.

3.6.5.1 Corrosión

La corrosión de los aceros se produce cuando existe un ataque químico o electroquímico de una o más sustancias que le rodean.

La resistencia a la corrosión de los aceros inoxidable y refractarios se debe a la formación, en la superficie de los mismos, de una película de óxido muy delgada y resistente que recibe el nombre de película pasiva. Esta película se forma siempre que el medio que rodea el acero es capaz de ceder oxígeno.

El hierro, níquel y cromo son los tres elementos base de estos aceros, siendo el cromo el elemento que mayor influencia tiene, ya que todas las aleaciones de este metal adquieren su propiedad de "pasividad estable". No todos los investigadores están de acuerdo en cuanto a la composición de la película pasiva, pero en general se acepta que se trata de óxidos formados por el oxígeno y el metal base.

3.6.6 Clasificación de defectos en los separadores

En los separadores se llegan a presentar algunos defectos, estos son causa de rechazo y la clasificación es la siguiente:

3.6.6.1 Defectos críticos

Las piezas presentan:

- ◆ Corrosión.
- ◆ Muecas.
- ◆ Rebabas.
- ◆ Fisuras y/o fracturas.
- ◆ Dobleces.

3.6.6.2 Defectos mayores

- ◇ Superficies con impurezas, poros, ralladuras y rugosidades.
- ◇ Acabados mal ejecutados.

3.6.6.3 Defectos menores

- ⇒ Falta de marcado, logotipo del fabricante y de las siglas de la institución.
- ⇒ Marcado defectuoso del logotipo del fabricante y de las siglas de la institución.

Para decidir si este tipo de material puede ser aceptado existe un periodo de aceptación el cual consiste en observar que tan crítico es el defecto, es decir si llega a afectar la funcionalidad, si se llega a correr algún riesgo con este tipo de defecto, que tan riesgoso puede ser, si es sólo cuestión de imagen, y eso depende del fabricante que tanto cuide su calidad y cuales son los objetivos que tenga la empresa fabricante.

3.6.6.4 Criterios de Aceptación

| | |
|--------------------------|----------------|
| Defectos críticos | NCA=2.5 |
| Defectos mayores | NCA=4.0 |
| Defectos menores | NCA=6.5 |

Donde NCA= Nivel de Calidad de Aceptación.

3.6.7 Métodos de prueba

Los métodos de prueba que se utilizan para que un elemento sea aceptado o no son los siguientes:

En el caso del **ACABADO** es una inspección visual de la superficie del instrumento a fin de verificar su acabado.

En cuanto a la **COMPOSICIÓN QUÍMICA** el criterio que se efectúa es de acuerdo a los métodos establecidos por la Norma ASTM-E353 (Chemical analysis of stainless heat resisting maraging and other similar chromium nickel iron alloys). Donde la composición química debe de estar dentro de la norma, lo cual fué descrito anteriormente.

En cuanto a la **RESISTENCIA A LA CORROSIÓN** se realizan varios métodos de prueba los cuales se describen a continuación, ya que estos se realizan de acuerdo al acero inoxidable a analizar.

Prueba de solución de sulfato de cobre, para M-1 y M-2

Procedimiento

Lavar previamente la muestra con un cepillo de cerdas suaves, jabón neutro y agua a temperatura de 308 °K a 313 °K (35 °C - 40 °C). Enjuagarla con agua destilada a temperatura 323 °K a 333°K (50 °C - 60 °C); sumergirla rápidamente en alcohol etílico o isopropílico al 95% y secarla. Posteriormente sumergirla durante 6 minutos en una solución de sulfato de cobre, a una temperatura de 291 °K \pm 2.0 °K (18°C \pm 2.0°C).

La composición química de la solución debe ser:

| | | |
|---------------------------------|--|--------------------|
| Sulfato de Cobre Pentahidratado | $\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ | 4.0g |
| Ácido Sulfúrico, de densidad | H_2SO_4 | 5.7 ml = 1.84 g/ml |
| Agua destilada | H_2O | 90.0 ml |

A continuación, sacar la muestra de la solución, enjuagarla totalmente con agua corriente y frotarla vigorosamente con un trapo suave humedecido.

Hervido en agua destilada, para A-1 y A-2

Procedimiento:

Lavar previamente la muestra con un cepillo de cerdas suaves, jabón neutro y agua a temperatura de 308 °K a 313 °K (35°C-40°C). Enjuagarla con agua destilada a temperatura ambiente; sumergirla rápidamente en alcohol etílico o isopropílico al 95% y secarla.

A continuación hervirla en un recipiente de vidrio con agua destilada durante 30 minutos. retirar la fuente de calor y dejar la pieza sumergida durante 24 horas. Transcurrido este tiempo, sacar la muestra del recipiente y secarla a temperatura ambiente durante dos horas para su inspección.

Donde los criterios de aceptación de estas pruebas fueron descritos en las norma del IMSS.

Capítulo IV

Desarrollo experimental y resultados

4.1 Introducción

Cuando el conocimiento se adquiere mediante una metodología en la que se utiliza la observación, se hace un análisis, se genera una hipótesis, se realizan comparaciones y se produce un resultado, se dice entonces que se está utilizando el método científico. Cuando se sigue este método se puede decir que nos encontramos ante lo que denominamos como verdad científica.

Para el caso de estudio que ocupa el presente trabajo, se utilizará este método con el fin de obtener los mejores resultados. El objeto de estudio, son los separadores quirúrgicos del tipo Farabeuf, los cuales provienen de Alemania, Estados Unidos de América, Pakistán y México.

A las muestras de separadores que se obtuvieron se les aplicaron varias pruebas que se describirán a detalle en las secciones posteriores. Cabe destacar que apeándose a la metodología se llevaron a cabo los siguientes procesos:

- 1.- Análisis del acabado superficial.
- 2.- Análisis metalográfico.
- 3.- Análisis de la composición química.
- 4.- Dureza.
- 5.- Ensayo de Tensión.
- 6.- Prueba de Corrosión.

4.2 Análisis de acabado superficial

El acabado es una de las pruebas más estrictas, ya que un mal acabado tiene como consecuencia algunos efectos en el producto, un mal diseño y una limitada vida útil.

Para analizar el acabado superficial simplemente se realiza una inspección visual, es decir observar que los bordes y superficies de los separadores sean uniformes, libres de rebabas, fisuras, fracturas, marcas de esmerilado, rayaduras, áreas rugosas muescas y poros.

De acuerdo a lo descrito anteriormente los separadores analizados presentaban un buen acabado superficial. Además de que los separadores cuentan con un pulido final que en éste caso fue el satinado, recordando que éste se presenta cuando tenemos una superficie lisa de baja reflexión.

4.3 Análisis metalográfico

4.3.1 Introducción

La metalografía consiste en el estudio de la constitución y la estructura de los metales y las aleaciones. La forma más sencilla de hacerlo es examinando las superficies metálicas a simple vista. Las técnicas más avanzadas se basan en la amplificación de la superficie mediante instrumentos ópticos, para observar las características estructurales microscópicas. También es posible determinar el tamaño de grano, la forma de éstos y la distribución de las fases e inclusiones que tienen un importante efecto sobre las propiedades mecánicas de un metal. Por otro lado, la metalografía también se utiliza para el control de los cambios microestructurales y como una herramienta para establecer las causas de falla en algunas piezas.

Para realizar un examen metalográfico, se llevó a cabo todo un proceso de preparación de las muestras que incluyeron los siguientes pasos: selección de la muestra, corte, montaje, desbaste (lijado), pulido y finalmente el ataque químico, para revelado de granos constituyentes del material, que se estudió.

4.3.2 Selección de la muestra

La selección de la probeta para el examen metalográfico es un aspecto importante ya que con ella se puede conocer el comportamiento mecánico del material. En el caso de estudio, las muestras se obtuvieron de separadores quirúrgicos, modelo Farabeuf y su análisis estuvo basado en dos muestras.

Una de ellas de la sección transversal, tomada perpendicularmente al eje principal del esmeril, y otra más de la sección longitudinal, es decir, tomada paralelamente al eje principal del material, con el fin de tener la mayor información posible de cada una de las muestras.

4.3.3 Corte

El corte fue necesario ya que se tenía una pieza grande y de forma complicada. El corte se realizó de manera que no sea deformará la superficie de corte, evitando elevar demasiado la temperatura de la muestra ya que se tendría el riesgo de cambiar su microestructura.

Como el corte puede ser realizado con ayuda de una sierra manual o eléctrica o con disco abrasivo, los cuales disminuyen la deformación en la muestra manteniendo el calentamiento mínimo gracias al líquido de enfriamiento, el cual es una mezcla de agua y aceite. Se prefirió utilizar el disco abrasivo para el corte de nuestras muestras por las razones antes descritas.

4.3.4 Montaje

Se utiliza cuando se tienen muestras muy pequeñas o de difícil manejo (alambres, hojas metálicas, muestras pequeñas, etc.). Como en nuestro caso el cuál consistió en envolver la muestra en resina fenólica que tiene la característica de moldearse y luego endurecerse, de tal manera que resulte una forma y tamaños apropiados para una buena sujeción y un manejo adecuado. Las muestras de los separadores fueron montadas en caliente y el montaje se realizó con una prensa hidráulica donde se coloca la muestra y la resina por medio de un sistema de calefacción con el que contaba la prensa. La temperatura aumentó gradualmente hasta 140°C, y se aplicó una presión de moldeo de 4000 lb/in², simultáneamente, una vez que la resina adquirió una adherencia adecuada con el metal, se dice que la muestra entonces se encuentra lista para tener un manejo apropiado para los siguientes pasos.

4.3.5 Desbaste

La operación de desbaste se llevó a cabo para dejar plana la superficie de la muestra y libre de irregularidades, incluyendo un rayado fino y uniforme que facilitó la operación de pulido. Para obtener al tallado fino se siguieron varios pasos de desbaste con papeles de lija que contenían carburos de silicio como material abrasivo, por tratarse de un acero y garantizar el desbaste correcto. Por lo que la secuencia de desbaste se realizó del grano burdo hasta el grano fino la secuencia fue la siguiente: 180, 220, 360, 400, 500 y 600, con giros en la muestra de 90° entre lija y lija.

El desbaste se hizo con flujo de agua corriente sobre la lija, a fin de eliminar las partículas del metal desbastado, y evitar que estos se incrustasen entre los granos del papel abrasivo. Además de que el agua sirve como líquido de enfriamiento.

4.3.6 Pulido

El objetivo de la operación de pulido es obtener una superficie lisa que, debido al poder reflectivo de los metales, se tiene un espejo libre de rayas, con ello aseguramos una observación verdadera de la microestructura de la muestra.

El pulido mecánico se efectuó por medio de finos polvos abrasivos esparcidos en un paño de tela sujeta a una superficie de lana rotatoria. El abrasivo empleado fue el óxido de aluminio (alumina gris de 20 μm , y alumina blanca de 1 μm), y el paño que se utilizó fue el de tela para mesa de billar.

Una vez terminada la operación de pulido, la probeta se lavó con agua para después enjuagarla con alcohol, procediendo de un secado.

4.3.7 Ataque

Cuando se llegó a este paso, se pretendió que en la muestra se hiciera **visibles** las características estructurales del metal o aleación. Ya que cuando se observa al microscopio una muestra metálica bien pulida se revelan con el ataque, el tamaño y tipo de inclusiones no metálicas, la cantidad y tamaño de micro-poros y micro-grietas, si las hay también tipos de fases existentes, cantidad, forma y distribución de las mismas, tamaños de grano, etc.

Como la clase de reactivo que se emplea en cada caso varía dependiendo del metal de que se trate, y de las características microestructurales que se pretendan observar; para nuestro caso se empleó una solución que nos diera el revelado de granos en los aceros inoxidables austeníticos, revelando también así algún tipo de precipitación que se pudiera presentar. La solución consistió en:

| | | |
|------------------------|-------|-------------------|
| Ácido Hidroclorhídrico | _____ | 10 cm^3 |
| Ácido Nítrico | _____ | 3 cm^3 |
| Agua Destilada | _____ | 100 cm^3 |

Empleando la solución a 80° C , durante un periodo de 15 a 60 segundos.

El ataque químico consiste generalmente en una disolución (ataque) preferencial y selectiva de determinadas regiones o fases el metal, que por su composición o estructura, poseen una energía mayor que el resto del metal y, por lo tanto, la acción química se lleva a cabo más rápido en esos lugares que en otros. En nuestro caso la composición reveló los granos austeníticos y los precipitados de carburos.

Al observar la microfotografía de la muestra de procedencia nacional y consultar con la literatura se piensa que el tipo de carburo que se forma es Cr_{23}C_6 o $(\text{Cr},\text{Fe})_{23}\text{C}_6$, el cual provoca corrosión intergranular.

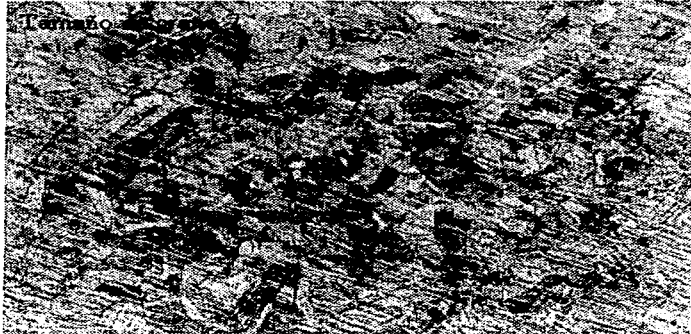
También se puede observar que quizás esta precipitación ocurre como resultado de un recocido de solución entre 500-950 °C, o bien esto también pudo haber sido por enfriamientos muy lentos en tal intervalo de temperaturas donde se intensifica más es en el intervalo de 600-850 °C.

Para realizar la observación de las muestras en estudio se utilizó el microscopio Metalloplan, marca Leitz. Donde la muestra quirúrgica se colocó en la platina del microscopio el haz de luz atraviesa el objetivo y al ser reflejado por la probeta vuelve a pasar por éste para dar la imagen en el ocular de observación y/o en la película dispuesta en la cámara fotográfica.

A continuación se presentan las fotografías obtenidas durante el estudio.

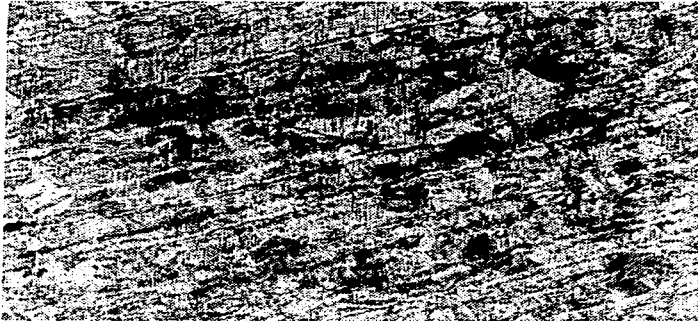
Fotografía No. 1

Muestra alemana corte longitudinal, observada a 320 aumentos. El tamaño de grano es 7 observado a 100 aumentos. En esta microfotografía se aprecia una estructura típica de los aceros inoxidables 304. La solución utilizada para todas las muestras fue la descrita anteriormente.



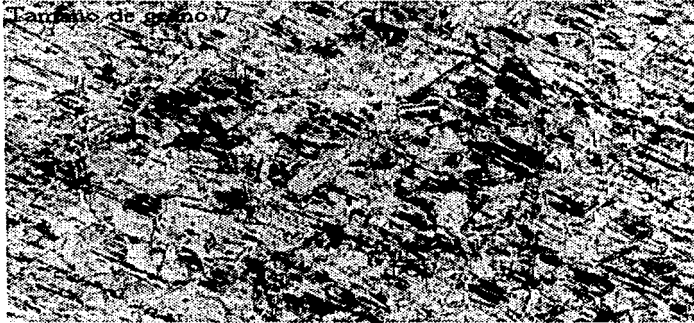
Fotografía No. 2

Muestra alemana, corte transversal observada a 320 aumentos, en esta imagen se pueden apreciar las líneas de trabajo y la orientación del grano.



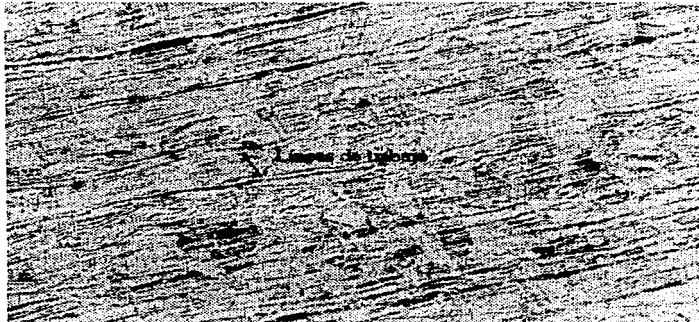
Fotografía No.3

Muestra nacional corte longitudinal, observada a 320 aumentos. En esta microfotografía se aprecian precipitados de carburo en los límites de grano. El tamaño de grano es 7 observado a 100 aumentos.



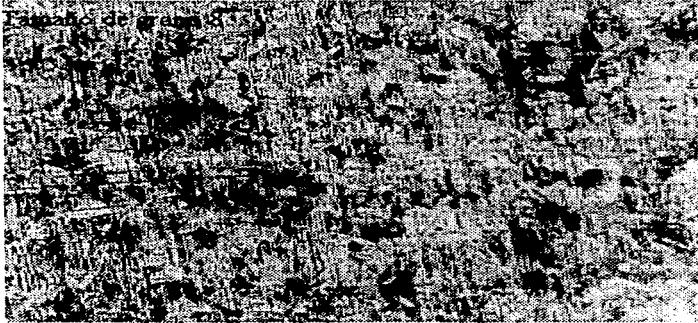
Fotografía No.4

Muestra nacional, corte transversal observada a 320 aumentos, en esta imagen se pueden apreciar la orientación del grano y las líneas de trabajo.



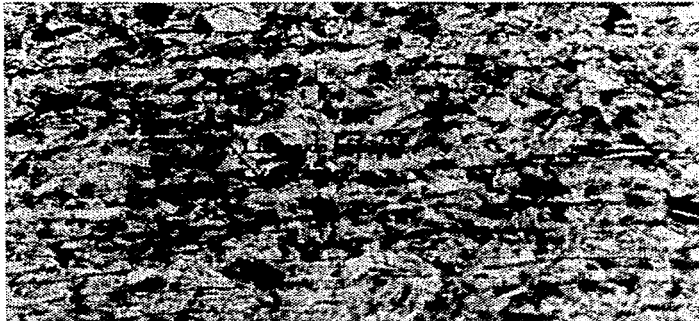
Fotografía No.5

Muestra estadounidense corte longitudinal, observada a 320 aumentos. El tamaño de grano es 8 observado a 100 aumentos.



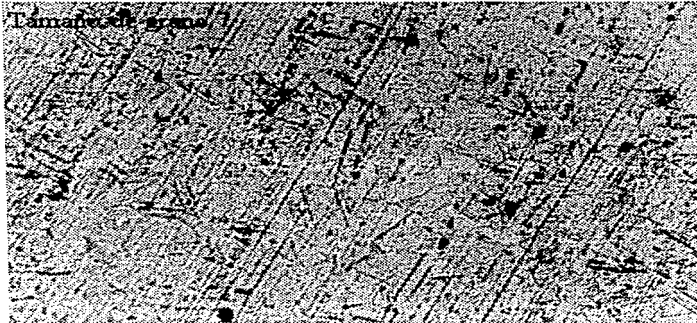
Fotografía No.6

Muestra estadounidense, donde se observa el corte transversal a 320 aumentos, en esta imagen se puede apreciar la orientación del grano y las líneas de trabajo.



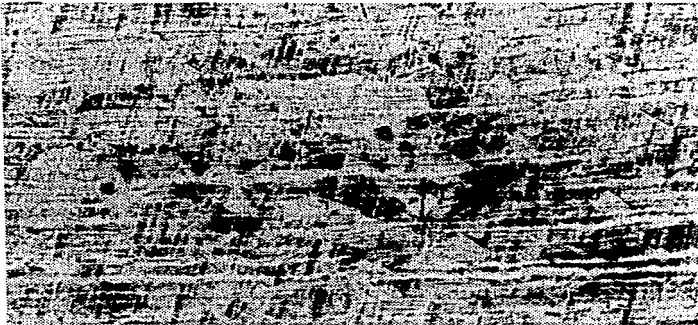
Fotografía No. 7

Muestra pakistani observada a 320 aumentos corte longitudinal. El tamaño de grano es 7 observado a 100 aumentos, además de apreciar que el tamaño de grano es más grueso que el de Estados Unidos de América.



Fotografía No. 8

Muestra pakistani observada a 320 aumentos corte transversal, en esta imagen se puede apreciar la orientación del grano y las líneas de trabajo.



4.4 Composición química

La composición química de los separadores se realizó con el microscopio de barrido Philips XL20 y con un sistema de dispersión de energía (EDAX).

Microscopía Electrónica.

La microscopía electrónica de barrido (SEM) se utiliza entre otras cosas examinar la microestructura de los aceros inoxidable y para identificar la fase de estos. La microscopía electrónica de barrido se usa para examinar las mismas muestras que el microscopio óptico. En algunas muestras sólo basta con obtener un pulido con acabado espejo, mientras que en otras es necesario realizar algún ataque. La mayoría de los constituyentes de segunda fase pueden ser observados usando un detector dispersor de electrones debido al número atómico contrastado entre estas fases y la fase matriz. Sin embargo las imágenes secundarias del electrón son producidas desde el contraste topográfico y el contraste del número atómico son los que frecuentemente se usan. El análisis de energía por dispersión por rayos X (EDAX) se usa frecuentemente para el análisis químico de fase secundaria, aunque los elementos livianos, tales como carbón y nitrógeno no pueden ser detectados.

Para nuestro caso en estudio, las muestras no fueron atacadas químicamente, basto que contaran con un acabado espejo y se utilizó un sistema de análisis químico (EDAX) que ya está integrado al microscopio electrónico para realizar el análisis químico de los separadores quirúrgicos obteniendo de esta forma los siguientes resultados

Tabla 4.1 Análisis químico realizado por EDAX, muestra alemana.

| Element | K Ratio | Weight % | Atomic % |
|---------|---------|----------|----------|
| Si K | 0.0029 | 0.676 | 1.32 |
| P K | 0.0006 | 0.114 | 0.202 |
| MoL | 0 | 0 | 0 |
| S K | 0.0014 | 0.194 | 0.332 |
| Cr K | 0.2007 | 17.382 | 18.335 |
| MnK | 0.0079 | 0.793 | 0.792 |
| FeK | 0.7171 | 73.082 | 71.771 |
| NiK | 0.0695 | 7.759 | 7.248 |
| Total | | 100 | 100 |

AA

Done Collecting

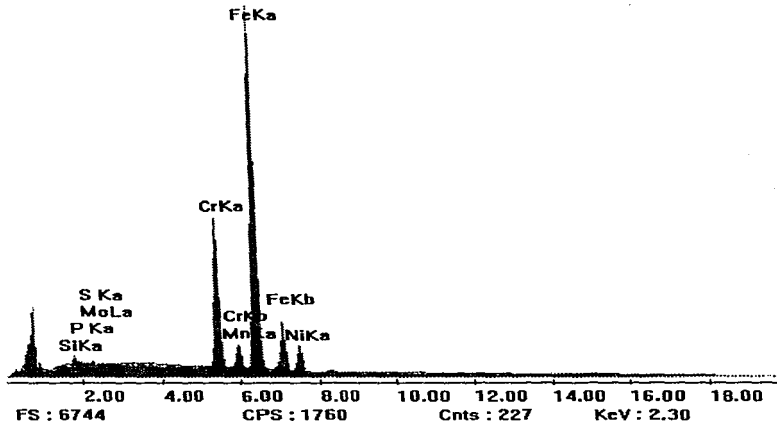
Label A: DOS

Prst:200L

Lsec:200

18:30:43

12- 5-96



Espectro No. 4.1

El cual nos indica los principales componentes del análisis químico.

Tabla 4.2 Análisis químico realizado por EDAX, muestra nacional.

| Element | K Ratio | Weight % | Atomic % |
|---------|---------|----------|----------|
| SiK | 0.0029 | 0.677 | 1.321 |
| P K | 0.001 | 0.188 | 0.332 |
| MoL | 0 | 0 | 0 |
| S K | 0.0017 | 0.237 | 0.404 |
| CrK | 0.2034 | 17.628 | 18.576 |
| MnK | 0.0079 | 0.789 | 0.787 |
| FeK | 0.7121 | 72.546 | 71.174 |
| NiK | 0.0711 | 7.935 | 7.405 |
| Total | | 100 | 100 |

Done Collecting

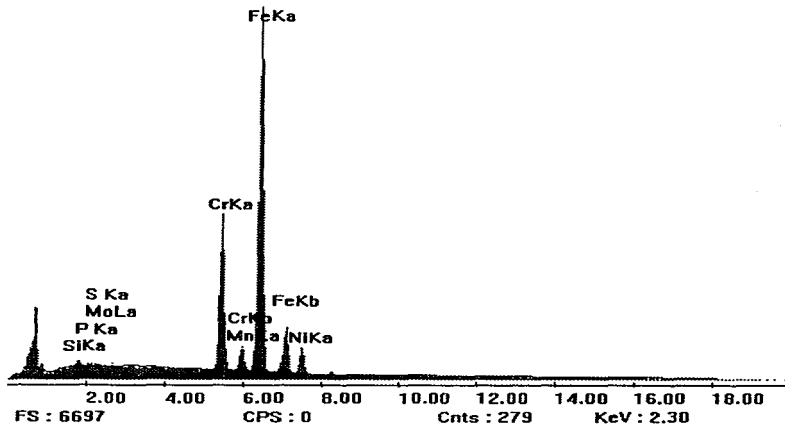
Label A: DOS

Prst:200L

Lsec:200

17:55:16

12-5-96

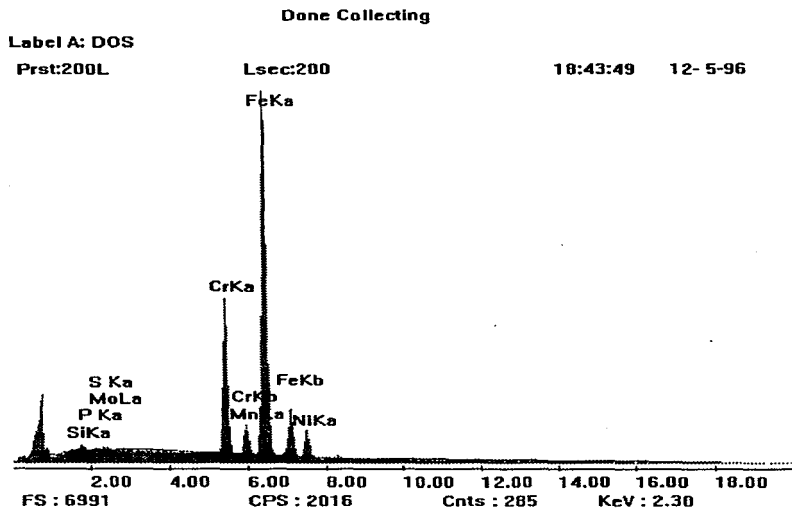


Espectro No. 4.2

Análisis químico de los principales constituyentes.

Tabla 4.3 Análisis químico realizado por EDAX, muestra norteamericana.

| Element | K Ratio | Weight % | Atómico % |
|---------|---------|----------|-----------|
| SiK | 0.0023 | 0.545 | 1.067 |
| P K | 0.0008 | 0.14 | 0.249 |
| MoL | 0.0028 | 0.385 | 0.221 |
| S K | 0.0008 | 0.111 | 0.19 |
| CrK | 0.2032 | 17.633 | 18.652 |
| MnK | 0.0148 | 1.485 | 1.487 |
| FeK | 0.7089 | 72.276 | 71.179 |
| NiK | 0.0665 | 7.425 | 6.956 |
| Total | | 100 | 100 |

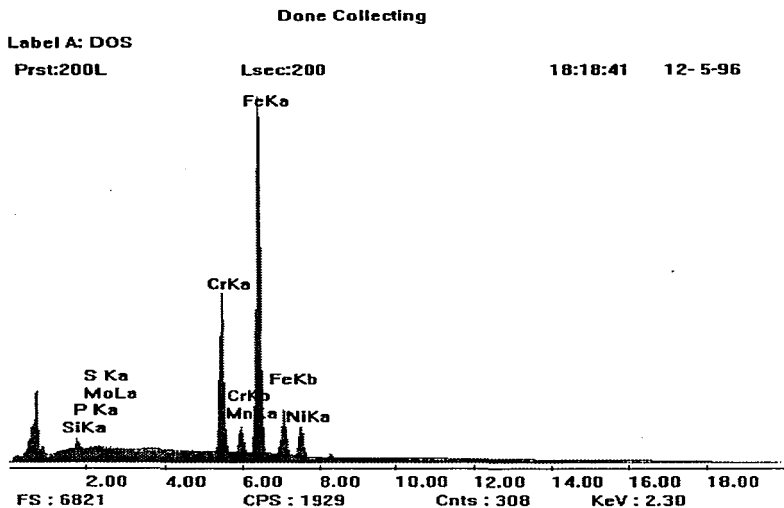


Espectro No. 4.3

Análisis químico de los principales constituyentes.

Tabla 4.4 Análisis químico realizado por EDAX, muestra pakistani.

| Element | K Ratio | Weight % | Atomic % |
|---------|---------|----------|----------|
| SiK | 0.004 | 0.934 | 1.821 |
| P K | 0.0011 | 0.198 | 0.35 |
| MoL | 0.0026 | 0.361 | 0.206 |
| S K | 0.0015 | 0.213 | 0.363 |
| CrK | 0.2024 | 17.567 | 18.5 |
| MnK | 0.013 | 1.302 | 1.298 |
| FeK | 0.6973 | 70.757 | 69.377 |
| NiK | 0.0781 | 8.668 | 8.084 |
| Total | | 100 | 100 |



Espectro No. 4.4

Análisis químico de los principales constituyentes.

4.5 Análisis de la dureza

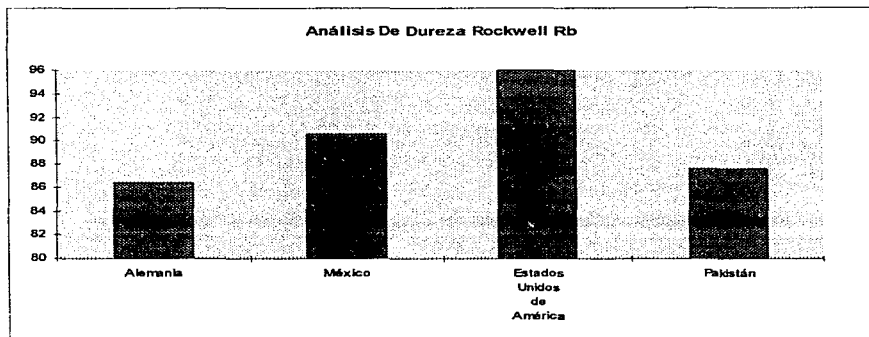
El instrumento que se utilizó para realizar tal estudio fue el microdurometro marca Leitz. Donde se utilizó una carga de 300g, sobre el cilindro del indentador para posteriormente hacer la observación de las huellas piramidales provenientes de un indentador de diamante a 500x, de aquí se calculó el número de dureza Vickers, como:

$$VHN = \frac{1.72 P}{d^2} \text{ donde } P = \text{Carga aplicada.}$$

d = Longitud promedio de las diagonales de la huella.

Posteriormente se obtuvo el valor en Rockwell (Rb) utilizando tablas de conversión para tener los resultados en la misma escala que tienen las normas antes descritas. Cabe señalar que para obtener el resultado que se muestra a continuación se realizaron 10 lecturas para cada separador.

Gráfica 4.5.1 Análisis de dureza



4.6 Ensayo de tensión

Propiedades mecánicas como la elasticidad, ductilidad, cedencia, dureza y tenacidad están asociadas con la habilidad del material para soportar esfuerzos mecánicos.

Si recordamos que el **Alargamiento** es la deformación de un material, y que éste puede ser elástico ó plástico. Se dice lo siguiente:

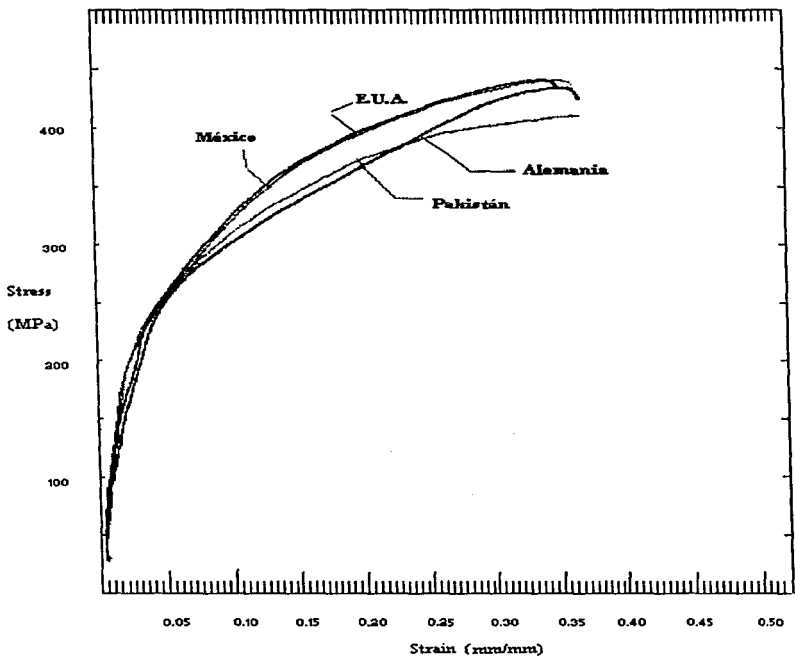
La deformación elástica es aquella que ocurre, sólo durante la aplicación del esfuerzo, es decir desaparece al suprimirse éste. Dicho alargamiento aproximadamente es proporcional a la magnitud del esfuerzo, y cuya deformación es reversible. Sin embargo la deformación plástica es la que se da permanentemente a un material por un esfuerzo que excede el límite elástico. La deformación plástica es el resultado de un desplazamiento permanente de los átomos dentro del material y, por lo cuál, difiere de la deformación elástica, en donde los mismos vecinos atómicos se conservan, por lo cuál la deformación no es reversible.

El instrumento que se utilizó para dicho ensayo fué una máquina universal de pruebas mecánicas marca Instron, modelo 2006 con capacidad de 15 toneladas.

4.6.1 Relaciones esfuerzo-deformación

En la siguiente gráfica se puede observar la deformación plástica y la deformación elástica inicial, además de observar otro concepto importante como lo es la **Ductilidad** ya que se refiere a la cantidad de deformación plástica en el punto de ruptura, y su valor podrá expresarse como elongación o alargamiento en las mismas unidades.

Gráfica 4.6.1 Esfuerzo-Deformación

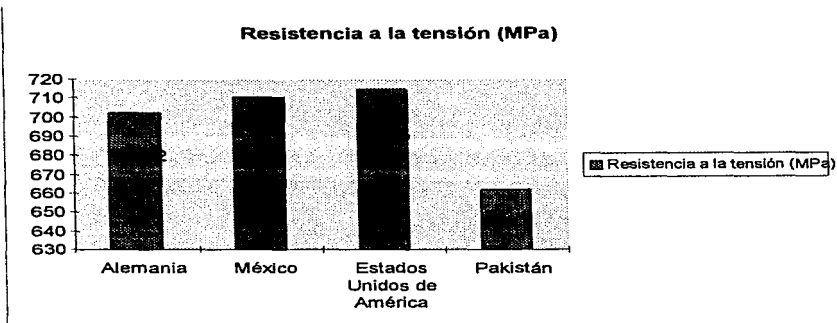


En el ensayo antes visto, se puede destacar que los aceros inoxidables provenientes de México, Estados Unidos de América y Alemania presentan resistencias superiores al de Pakistán.

Para realizar un estudio más detallado del diagrama esfuerzo-deformación antes presentado, a continuación se analizan por medio de gráficas de barras los puntos más importantes que se pueden comparar entre los materiales y los países mencionados.

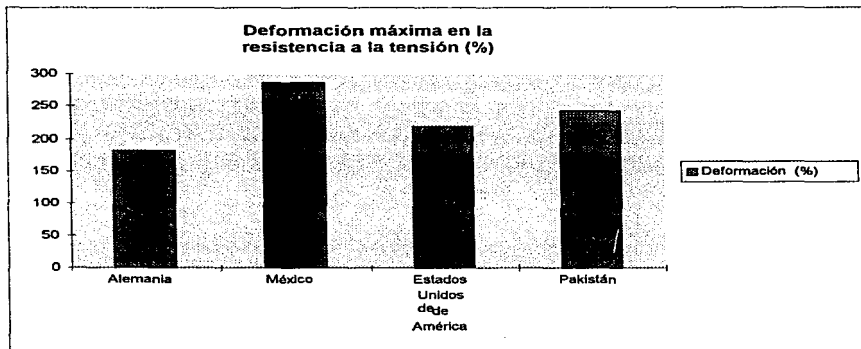
Gráfica No.4.6.2

En está gráfica se puede observar la resistencia a la tensión máxima correspondiente a cada país.



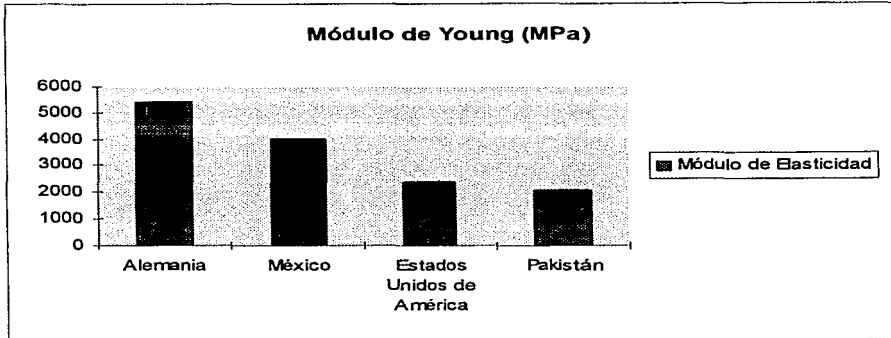
Gráfica No. 4.6.3

En está gráfica podemos apreciar la deformación máxima en la resistencia a la tensión que tienen los separadores quirúrgicos de cada país.



Gráfica No.4.6.4

En esta gráfica se puede observar el Módulo de Young, recordando que el **Módulo de elasticidad (Módulo de Young)** es la relación entre el esfuerzo que se aplica y la deformación elástica que resulta. Tiene cierta relación con la rigidez del material.



4.7 Ensayo de Corrosión

Para llevar a cabo dicho ensayo se recurrió a la prueba propuesta por el IMSS, dicha prueba se aplicó únicamente a la muestra nacional y a la muestra alemana, por ser estos dos materiales muy parecidos en su composición química de acuerdo a los resultados arrojados por el sistema de análisis químico (EDAX).

La prueba que se llevó a cabo fue el hervido en agua destilada. Donde se lavaron previamente las muestras de los separadores con un cepillo de cerdas suaves, jabón neutro y agua a temperatura de 35°C - 40°C. Se enjuagaron con agua destilada a temperatura ambiente; sumergirlas rápidamente en alcohol etílico al 95% y posteriormente fueron secadas.

A continuación se hirieron en un recipiente de vidrio con agua destilada durante 30 minutos, se retiró la fuente de calor y dejaron las piezas por separado sumergidas durante 24 horas. Transcurrido este tiempo, se sacaron las muestras del recipiente y se secaron a temperatura ambiente durante dos horas y posteriormente se realizó su inspección.

El resultado de la prueba fue que ambas muestras no mostraron señales de corrosión a simple vista, tal como se dicta en la interpretación descrita por el IMSS. Sin embargo las pruebas metalográficas mostraron una precipitación de carburos en los límites de grano quedando las zonas contiguas a los límites empobrecidas de cromo perdiendo inoxidable en esas zonas.

4.8 Consideraciones del proceso de fabricación

El desarrollo técnico ha hecho posible de un ritmo elevado de producción en la industria. Donde los tres principios fundamentales que determinan la producción económica son:

- Diseño funcional de la parte o del conjunto, con la mayor simplicidad compatible con la calidad estética apropiada.
- Selección de un material, compatible con las propiedades físicas, aspecto, costo y facilidad de procesar.
- Selección del proceso correcto para producir la parte individual.

De acuerdo a estos tres principios, podemos reafirmar que las partes fundamentales del proceso de fabricación son: diseño, material y proceso.

Los procesos que se utiliza para separadores Farabeuf es el cortado, doblado y formado, recordando que el doblado y formado se pueden hacer en el mismo equipo que el utilizado para corte.

Respecto al corte tenemos que el cizallado es la forma de corte que se utiliza en el proceso, donde la lámina de metal se corta por cizallado entre un punzón y un bloque o matriz de dado. El punzón tiene la misma forma en todo su perímetro que la abertura que que la abertura en el bloque o matriz de dado, excepto que es más pequeño en cada lado por una cantidad llamada claro de ruptura. Conforme el punzón entra en el material, lo empuja hacia abajo dentro de la abertura. Los esfuerzos en el material se vuelven más altos en los filos del punzón y del dado y el material comienza a agrietarse allí. Si el claro de ruptura es correcto las grietas se encuentran unas con otras y la ruptura se completa.

La cantidad apropiada de claro de ruptura depende de la clase de dureza y espesor del material.

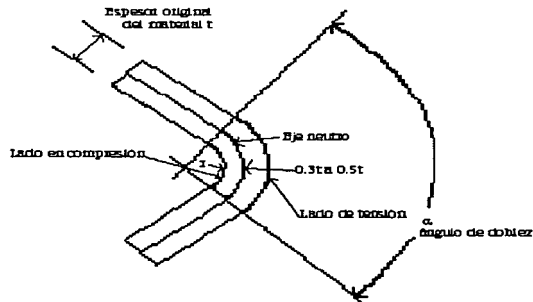
Cuando se trata de doblado, el metal es esforzado tanto a la tensión como a la compresión hasta valores por abajo del esfuerzo último del material, sin cambio apreciable en su espesor. Así como en la prensa de freno, el doblado simple implica un doblez recto a través de la hoja

de metal. Otras operaciones de doblado tales como la formación de rebordes, formación de juntas y el plegado son similares, si bien el proceso es ligeramente más complicado.

Al diseñar una sección rectangular para ser doblada, deberá determinarse el material necesario para el doblado, puesto que las fibras exteriores se alargan y las interiores se acortan. Durante la operación el eje neutro de la sección se mueve hacia el lado de compresión el cual empuja a la mayoría de las fibras en tensión. El espesor total disminuye ligeramente; y el ancho, aumenta en el lado de compresión y es estrechado en el otro. Aun cuando se pueden determinar correctamente las longitudes correctas para el doblado, por medio de fórmulas, estas son influenciadas considerablemente por las propiedades físicas del metal.

El estiramiento de un doblado causa que el eje neutro a lo largo del cual el material no se deforma se mueva a una distancia de $0.3t$ a $0.5t$ del interior de un doblado en la mayoría de los casos. Con frecuencia se usa para los cálculos una cifra promedio de $0.4t$. Si el radio interior de doblado es de r , la longitud original del material en el doblado se estima que es $L = 2 \times \pi (r + 0.4t) \times (\alpha/360)$, donde α es el ángulo de doblado en grados y t es el espesor original del material en milímetros (pulgadas). Como se puede observar en la figura 4.8.

Figura 4.8 Naturaleza de un doblado en metal.



El metal que ha sido doblado, retiene algo de su elasticidad original y se presenta una recuperación elástica después de retirar el punzón. Esto se conoce como retorno elástico. Las fibras en compresión se dilatan ligeramente y las que están a tensión se contraen, la

acción combinada da como resultado una ligera abertura del dobléz. El retorno elástico se puede corregir haciendo un dobléz mayor en una cantidad tal, que cuando se quite la presión, la pieza regrese a su forma correcta. El retorno elástico es más pronunciado en para radios de dobléz más pequeños, material más grueso, ángulos de dobléz más grandes y materiales endurecidos. Los valores promedio son de 1 a 2° para aceros de bajo carbono y 3 a 4° para aceros de medio carbono. El remedio común para la recuperación elástica es doblar más allá del ángulo deseado.

Para nuestro caso en estudio además de las variables descritas anteriormente, el radio varia de acuerdo a las dimensiones del separador.

4.9 Concentrado de Resultados

1.- Análisis del acabado superficial.

El resultado de la inspección a simple vista nos indicó que los separadores analizados presentaban un buen acabado superficial.

2.- Análisis metalográfico del producto.

De acuerdo a el análisis metalográfico efectuado, se obtubieron las fotografías descritas anteriormente, donde se observo el tamaño y orientación del grano, las líneas de trabajo y precipitados de carburo.

3.- Análisis de la composición química.

El resultado del análisis de la composición química en por ciento fué la siguiente:

| Elemento | Alemania | México | E.U.A | Pakistán |
|----------|----------|--------|--------|----------|
| Si | 0.676 | 0.677 | 0.545 | 0.934 |
| P | 0.114 | 0.188 | 0.14 | 0.198 |
| Mo | 0 | 0 | 0.385 | 0.361 |
| S | 0.194 | 0.237 | 0.111 | 0.213 |
| Cr | 17.382 | 17.628 | 17.633 | 17.567 |
| Mn | 0.793 | 0.789 | 1.485 | 1.302 |
| Fe | 73.082 | 72.546 | 72.276 | 70.757 |
| Ni | 7.759 | 7.935 | 7.425 | 8.668 |
| Total | 100 | 100 | 100 | 100 |

De acuerdo a la composición química en porciento podemos concluir a que acero inoxidable pertenecen las muestras analizadas, de acuerdo a la nomenclatura utilizada por AISI-SAE.

| | |
|---------------------------------|-----|
| Alemania _____ | 304 |
| México _____ | 304 |
| Estados Unidos de América _____ | 316 |
| Pakistán _____ | 316 |

De acuerdo a dicho resultado se pondrá especial énfasis en las muestras alemana y nacional, por pertenecer a un acero similar.

4.- Dureza.

El concentrado del análisis de dureza de las muestras de cada país fue el siguiente:

| | |
|---------------------------------|------|
| Alemania _____ | 88.4 |
| México _____ | 90.6 |
| Estados Unidos de América _____ | 96 |
| Pakistán _____ | 87.6 |

Donde Alemania, México y Pakistán se encuentran dentro de las normas establecidas por el IMSS.

5.- Ensayo de Tensión.

En lo que se refiere al ensayo de tensión el concentrado se pueden apreciar las gráficas, donde existen variantes, entre Alemania y México y entre Estados Unidos de América y Pakistán siendo estos dos últimos los que cuentan con mayores diferencias.

6.- Prueba de Corrosión.

De acuerdo a la prueba de corrosión realizada a Alemania y México ambos países no presentaron indicios de corrosión.

Capítulo V

El producto y su entorno

5.1 Introducción

Para el consumidor, un producto es una serie de beneficios percibidos que van a satisfacer sus necesidades, mientras que el fabricante considera al producto como un conjunto de atributos que idealmente van a satisfacer las necesidades de los consumidores.

Para nuestro caso en estudio, el separador quirúrgico es un producto que se utiliza en cirugía general y de alta especialidad, realizando la retracción de la piel y bordes de las heridas, así como el desplazamiento de vísceras internas sólidas o huecas, facilitando de esta manera las operaciones quirúrgicas.

La situación actual de los separadores quirúrgicos de producción nacional, se presenta con un panorama no muy gratificante esto se debe a que el mercado se encuentra dividido en cuatro sectores: separadores de producción alemana, de producción estadounidense, de producción pakistani y de producción nacional.

El número de empresas nacionales que se dedican a la producción de material quirúrgico es muy reducido, dentro de estas nos encontramos con una empresa familiar fuerte llamada "Hemost", la cual se dedica a la compra, venta y producción de material quirúrgico, cuyos competidores a nivel nacional son pequeños establecimientos los cuales están dirigidos en su gran mayoría por lo mismos familiares.

Se realizó una investigación sobre los precios en el mercado de los separadores quirúrgicos, obteniéndose la siguiente información.

Separador Alemán hasta \$ 540 pesos.

Separador Estadounidense hasta \$ 320 pesos.

Separador Nacional hasta \$ 35 pesos.

Separador Pakistaní hasta \$ 30 pesos.*

* Datos obtenidos en las calles de Motolinía, en establecimientos cercanos a hospitales y escuelas Ciudad Universitaria y por medio del directorio telefónico.

De esta pequeña investigación, podemos observar que el precio de los separadores nacionales no es un factor trascendental para que no se adquiera el producto.

Por otra parte el mercado en el que se encuentran los separadores quirúrgicos se puede establecer dentro del mercado oligopólico, recordando que está existe, cuando hay más de un productor en el mercado pero en un número reducido, de manera que la contribución de cada producto al total es de tal magnitud, que su congruencia es concentrado en el precio, cantidad y en general con las políticas necesarias que les permita el control del mercado y por lo tanto mayores utilidades.

A pesar de que fijan precios de igualdad, debemos de recordar, las grandes diferencias que existen entre el producto que es importado a nuestro país, la distancia, los aranceles, los gastos de investigación, las garantías de por vida que brindan algunos productos que aunque no es por escrito tienen un gran impacto en el cliente, la historia y prestigio de las marcas, etc.

Además de la gran problemática que representa la competencia desleal que existe en este tipo de mercado, esto se concluyó cuando de recabo la información de los precios, donde los establecimientos se encuentran inundados por productos provenientes de Pakistán, lo cual no se observa con congruencia con respecto a la gráfica proporcionada por el Banco de México.

5.2 Misión y visión

Recordando la misión y visión de las empresas dedicadas a la elaboración de material quirúrgico tenemos que:

La misión es proporcionar a las instituciones y profesionales de la salud una amplia gama de artículos y servicios de alta calidad en las especialidades médicas quirúrgicas y ortopédicas así como brindar alivio a los pacientes.

La visión de dichas empresas es crecer en el mercado nacional mediante la introducción de innovaciones que ofrezcan tecnología médica, con el fin de expandir su presencia a nivel internacional y garantizar así la rentabilidad, seguridad laboral y apoyo al desarrollo del país.

A lo largo del presente trabajo se observó que uno de los problemas de los separadores quirúrgicos de nivel nacional se basa en la carencia de una adecuada estrategia de ventas

donde es conveniente tener presente que el producto cuenta con vida y que la visión de las empresas dedicadas a la rama quirúrgica es crecer.

5.3 Estrategia de ventas

La estrategia de ventas puede ser definida como:

Una concepción amplia sobre la forma de manejar los recursos de ventas de la empresa para lograr los siguientes objetivos; visitar a determinada clientela objetivo; promover la línea de productos; utilizando determinados tipos de motivaciones; dando servicio, estableciendo relaciones y recogiendo determinada información; todo dentro de ciertos límites presupuestarios.

Las empresas dedicadas a la elaboración de material quirúrgico tienen como visión el crecimiento, por lo que las directrices estratégicas para productos existentes, se enfoca a que en segmentos existentes, se cree la penetración de segmentos, para que de está forma se penetre al mercado.

La penetración de segmentos se describe de la siguiente manera: es cuando la empresa crece vendiendo mayor cantidad de los productos existentes a los clientes de su mismo segmento de mercado. La penetración del mercado procura, por una parte, una más amplia distribución para atraer más compradores y, por otra, una acción promocional más eficaz para aumentar el uso intensivo del producto.

En nuestro caso, una amplia distribución se puede conseguir al abarcar al máximo los establecimientos, es decir, lugares donde compren los estudiantes de las áreas médico - biológicas, los cuales se sitúen cerca de las escuelas, hospitales, y en lugares donde los clientes tengan referencia que se vende dicho material, además de contactar con el Sector Salud. Al comenzar con los estudiantes, tendremos en algunos años profesionistas, que al ocupar esté tipo de material tendrá una referencia positiva, teniendo de está forma compradores en un futuro.

Para aumentar el uso de nuestro producto nos apoyaremos en la siguiente tabla, con el fin elegir la motivación de venta que requiere nuestro para poder tener opción de crecimiento.

Tabla 5.1 Objetivos competitivos y motivaciones de venta.

| Objetivo competitivo | Apropiados en caso de | Motivaciones de ventas |
|----------------------|--|--|
| Retener | Por ejemplo, cuando el proveedor tiene un alta participación en los negocios del cliente. | Desarrollo de resistencias al cambio; por ejemplo, mediante proyectos conjuntos, visitas regulares, promociones conjuntas. |
| Aumentar | Por ejemplo, cuando la participación del proveedor se considera por debajo de las normas. | Sugerir aplicaciones rentables mediante la venta de “conceptos”. |
| Convertir | Por ejemplo, cuando existe la necesidad de captar usuarios de marcas rivales. | Demostrar la superioridad de la oferta; por ejemplo, productos a prueba, o demostrar el éxito de otros establecimientos o en aplicaciones similares. |
| Atraer | Por ejemplo, cuando se ha identificado un conjunto de nuevo de prospectos | Resolver problemas de aplicación. |

De acuerdo a la tabla 5.1 la motivación de venta para crecer se realiza por medio de la venta de conceptos, donde se pretenderá mostrar al cliente los atributos del producto.

5.3.1 Etiqueta

Una etiqueta es aquella que proporciona información sobre el producto o sobre su vendedor. Existen tres clases básicas de etiquetas:

1. Las etiquetas de grado o clase (tales como las que indican “de primera” o “selectas”) que se requieren en las carnes y muchos productos alimenticios.
2. Etiquetas para información (tales como “ manténgase lejos del calor o de la luz solar directa”) que aconsejan a los consumidores sobre el cuidado, el uso o la preparación de los productos.
3. **Las etiquetas descriptivas que explican las características importantes o los beneficios de los productos.**

El propósito básico de la etiqueta es el dar información y suelen proporcionar cierta ayuda promocional y, en general, constituyen una oportunidad sobresaliente para promover en el momento de la compra.

De acuerdo a que lo que se pretende es mostrar los atributos al cliente y con lo descrito anteriormente sería de gran utilidad que nuestro producto en estudio cuente con una etiqueta descriptiva logrando de esta forma llamar la atención del cliente, al saber las características del producto y poder comparar al darse cuenta que los otros separadores no cuentan con esa información.

La información que se pondría en dicha etiqueta sería la siguiente: Dar a conocer con que tipo de acero esta hecho, el esfuerzo que resiste, la dureza y el cumplimiento de las normas del IMSS.

5.3.2 Empaque

Por otro lado es importante que el producto cuente con un empaque, esto tiene varios propósitos, uno ellos es proteger al producto, este aspecto es especialmente importante cuando se trata de su distribución, ya que los artículos que se dañan en cualquier punto de este canal perderán parte o toda su posibilidad de satisfacer a la clientela, otro propósito es el captar la atención y describir el producto, hasta realizar la venta en sí. Recordando que los consumidores están dispuestos a pagar un poco más por la comodidad, apariencia, funcionalidad y prestigio de mejores empaques.

Capítulo VI

Conclusiones y Recomendaciones

Al analizar los resultados del presente trabajo, se pudo concluir lo siguientes:

- De acuerdo a lo observado en el análisis metalográfico se concluyó por el tipo de imágenes que se obtuvieron similitudes que se trataba de distintos materiales lo cual fue corroborado con el análisis químico llegando a concluir que se trataba de dos aceros inoxidable distintos donde Alemania y México utilizan un acero 304 de acuerdo a la nomenclatura AISI y donde Estados Unidos de América y Pakistán utilizan a un acero 316 de acuerdo a la misma nomenclatura. Teniendo como referencia este primer punto, el análisis comparativo se dividió en dos partes, se hizo comparación entre los materiales de Estados Unidos de América y Pakistán y la segunda parte se compararon las propiedades de los materiales de Alemania y México haciendo especial énfasis en estos últimos.
- El resultado de la prueba de dureza nos indicó que el separador alemán, nacional y pakistani se encuentra dentro de los rangos descritos por la norma del IMSS, aspecto que no comparte el separador estadounidense.
- Se denotó en el ensayo de tensión que el material de Alemania, México y Estados Unidos de América tenían sus resistencias a la tensión en valores similares y no así el valor de Pakistán, esto debido al mal marcado que presentan los separadores provenientes de este país. Esto nos da pauta para pensar que el material nacional cumple con los requerimientos de competitividad ante los separadores alemanes.
- Al realizar el análisis metalográfico y ver que el acero nacional presentaba precipitados de carburo, los cuales se podrán modificar al emplear las siguientes recomendaciones:

Un recocido de solución que disolverá todos o casi todos los carburos presentes que existieron durante el proceso de fabricación; otra forma de eliminar la precipitación es fabricar el acero con contenidos máximos de 0.03% de carbono.

Al adicionar al acero estabilizantes ávidos de carbono, tales como el titanio y niobio, para que se formen carburos de dichos elementos y no de cromo. Se puede considerar que un

acero está totalmente estabilizado cuando el contenido en titanio es superior a 5 veces el contenido de carbono o bien si el contenido en niobio es 8 veces superior al de carbono.

Variando la composición del acero de tal manera que la suma de elementos alógenos, tales como el cromo y molibdeno, exceda la posición de equilibrio y forme una estructura bifásica austeno-ferrítica. La presencia de ferrita en la matriz austenítica evita la corrosión intergranular, así como la corrosión bajo tensión.

En el caso de que no se haya adoptado ninguna de las medidas anteriores y que el acero hubiese quedado sensibilizado a la corrosión intergranular como consecuencia de la precipitación de carburos de cromo, será necesario someterle a un temple austenítico (hipertemple) con el objeto de disolver dichos carburos, con la precaución de tener control en la distorsión del material al momento de templear.

- Con respecto al acabado superficial los separadores de procedencia nacional, alemana y estadounidense se encuentran libres de rebabas, fisuras, fracturas, marcas de esmerilado, poros y rayaduras en general, por lo que cumplen con la norma 535 del IMSS. El separador de procedencia pakistaní cuenta con un mal marcado lo cual tiene efectos en el acabado superficial y en el ensayo de tensión.
- Cabe señalar que la prueba de corrosión que se realiza a simple vista de acuerdo a la norma del IMSS es aprobada para el acero nacional y el acero alemán.

Además de lo antes mencionado los separadores quirúrgicos nacionales tienen otros problemas los cuales se describen a continuación:

- * La competencia desleal a la que se enfrenta el producto.
- * La mentalidad del mexicano el creer que un producto extranjero es mejor que el nacional esto es de gran problemática, ya que la gran mayoría del pueblo mexicano no sabe donde se encuentra Taiwan, Malasia o Pakistán, pero como se trata del extranjero piensan que estos productos son mejor que los que realizan la nación.
- * Los problemas de distribución del producto.
- * La falta de apoyo a este sector productivo.
- * El no contar con estrategias de ventas adecuadas para dicho producto.

Las sugerencias que se hacen son las siguientes:

Sugerir a las empresas nacionales que se dedican a la elaboración e importación de acero inoxidable, que utilicen material de calidad, haciendo especial énfasis en las conclusiones antes mencionadas.

Por otra parte se propone una amplia distribución abarcando al máximo los pequeños establecimientos, es decir, lugares donde compren los estudiantes de las áreas médico - biológicas, en establecimientos cerca de las escuelas, hospitales, y en lugares donde los clientes tengan referencia que se vende dicho material (las calles de Motolinía), además contactar con el Sector Salud. Al comenzar con los estudiantes, tendremos en algunos años profesionistas, que al ocupar este tipo de material tendrán una referencia positiva, teniendo de esta forma compradores en un futuro.

También se propone un empaque y una etiqueta al producto.

La etiqueta tiene como propósito mostrar los atributos del producto, siendo estos los siguientes: Cumplimiento de las normas del IMSS, el acero con el cual esta fabricado, el esfuerzo que resiste, la dureza con la que cuenta.

Logrando de esta forma llamar la atención del cliente, al saber las características del producto, al poder comparar y dar cuenta que la competencia no cuentan con esa información.

El empaque que se definiría por una bolsa de polipropileno, ya que esta brinda las siguientes características: Transparente, resistente al desgarre, hermética al aroma, gas y vapor de agua, sellable en caliente, resiste a ebullición, esterilizable. El polipropileno es recomendable para instrumentos médicos, dicha bolsa protegerá al separador de posibles ralladuras al momento de ser transportado o al manejarlo dentro de los establecimientos, las dimensiones serán de 6 cm de ancho por 18 cm de largo la etiqueta descrita anteriormente será de papel cuyas dimensiones serán 4 cm de ancho por 4 cm de largo la cual se pondrá dentro de la bolsa y sellará esta con calor, como se puede observar la propuesta es muy sencilla y su costo es pequeño, el cual se convertirá en un costo marginal para el producto.

Apéndice

Apéndice 1 Especificaciones generales de instrumental de acero inoxidable

Aceros Martensíticos

| IMSS | ISO | DIN | BSI | AISI |
|-------------|------------|-----------------|------------|-------------|
| IMSS M - 1 | 3 | X15Cr13 | A | 410 |
| IMSS M - 2 | 4 | X20Cr13 | B | 420 A |
| IMSS M - 3 | 6a | X40 (46) Cr13 | D | 420 C |
| IMSS M - 4 | - | - | - | 420 F |
| IMSS M - 5 | - | X38CrMoV15 | H | - |
| IMSS M - 6 | - | X45CrMoV15 | I | - |
| IMSS M - 7 | - | GX20CrMo13 | - | - |
| IMSS M - 8 | - | GX35CrMo17 | K | - |
| IMSS M - 9 | - | X12CrMoS17 | - | - |
| IMSS M - 10 | 5 | X30Cr13 | C | 420 B |

Aceros Austeníticos

| IMSS | ISO | DIN | BSI | AISI |
|-------------|------------|----------------------|------------|-------------|
| IMSS A - 1 | 11 | X5CrNi189(1810) | M | 304 |
| IMSS A - 2 | 20 | X5CrNiMo1810(17122) | P | 316 |
| IMSS A - 3 | 17 | X12(10)CrNiS188(189) | N | - |
| IMSS A - 4 | 12 | - | - | 302 |
| IMSS A - 5 | 14 | X12CrNi177 | O | - |

Aceros Ferríticos

| IMSS | ISO | DIN | BSI | AISI |
|-------------|------------|------------|------------|-------------|
| IMSS F - 1 | - | - | L | 430 F |

Tabla 1.1 Abreviaturas de los organismos de normalización

| |
|--|
| ISO: International Organization for Standardization |
| DIN: Deutsches Institut Für Normung |
| BSI: British Standards Institution |
| AISI: American Iron and Steel Institute |

Apéndice 2 Composición química en por ciento

| Nomenclatura | CARBONO C | CROMO Cr | MOLIBDENO Mo | SILICIO MÁXIMO Si | FÓSFORO MÁXIMO P | AZUFRE S | NÍQUEL Ni | MANGA- NESO MÁXIMO Mn | OTROS ELEMEN- TOS |
|---------------------|--------------|-------------|-----------------|-------------------------|------------------------|-------------|--------------|--------------------------------|-------------------------|
| MARTENSÍTICO | | | | | | | | | |
| IMSS M - 1 410 | 0.08-0.18 | 11.35-14.15 | — | 1.05 | 0.050 | 0.035 máx | 1.03 máx | 1.03 | — |
| IMSS M - 2 420A | 0.14-0.27 | 11.85-14.15 | — | 1.05 | 0.050 | 0.035 máx | 1.03 máx | 1.03 | — |
| IMSS M - 3 420C | 0.40-0.52 | 12.35-14.65 | — | 1.05 | 0.050 | 0.035 máx | 1.03 máx | 1.03 | — |
| IMSS M - 4 420F | 0.30-0.40 | 12.50-14.00 | — | 1.00 | 0.060 | 0.20-0.34 | *0.50 máx | 1.25 | Cu-0.60 máx |
| IMSS M - 5 — | 0.33-0.42 | 13.85-15.20 | 0.37-0.63 | 1.05 | 0.050 | 0.035 máx | — | 1.03 | V-0.07-0.18 |
| IMSS M - 6 — | 0.40-0.57 | 13.35-15.20 | 0.42-0.63 | 1.05 | 0.050 | 0.035 máx | — | 1.03 | V-0.07-0.18 |
| IMSS M - 7 — | 0.16-0.24 | 11.85-14.15 | 0.85-1.35 | 1.05 | 0.050 | 0.035 máx | 1.03 máx | 1.03 | — |
| IMSS M - 8 — | 0.32-0.43 | 15.30-17.70 | 0.85-1.50 | 1.05 | 0.050 | 0.035 máx | 1.03 máx | 1.03 | — |
| IMSS M - 9 — | 0.09-0.18 | 15.30-17.70 | 0.17-0.63 | 1.05 | 0.070 | 0.13-0.37 | — | 1.54 | — |
| IMSS M - 10 420B | 0.24-0.37 | 11.85-14.15 | — | 1.05 | 0.050 | 0.035 máx | 1.03 máx | 1.03 | — |
| AUSTENITICO | | | | | | | | | |
| IMSS A - 1 304 | 0.08 máx | 16.80-19.20 | — | 1.05 | 0.050 | 0.035 máx | 7.85-11.15 | 2.04 | — |
| IMSS A - 2 316 | 0.08 máx | 15.80-18.70 | 1.90-2.60 | 1.05 | 0.050 | 0.035 máx | 10.35-14.15 | 2.04 | — |
| IMSS A - 3 — | 0.13 máx | 16.80-19.20 | 0.75 máx | 1.05 | 0.21 | 0.13-0.37 | 7.90-10.10 | 2.04 | — |
| IMSS A - 4 302 | 0.16 máx | 16.80-19.20 | — | 1.05 | 0.050 | 0.035 máx | 7.90-10.10 | 2.04 | N-0.12 máx |
| IMSS A - 5 — | 0.16 máx | 15.80-18.20 | — | 1.05 | 0.050 | 0.035 máx | 5.90-9.10 | 2.04 | — |
| FERRITICO | | | | | | | | | |
| IMSS F - 1 430F | 0.08 máx | 16.0-18.0 | 0.60 máx | 1.00 | 0.060 | 0.15-0.35 | 1.0 máx | 1.50 | — |

Apéndice 3 Tipo de prueba para determinar la resistencia a la corrosión

| Tipo de Material | Solución de Sulfato de Cobre | Hervido en Agua Destilada | Cámara de Salina Niebla |
|--|------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Acero Inoxidable Martensítico | X | - | - |
| Acero Inoxidable Austenítico | - | X | - |
| Acero Inoxidable Ferrítico | - | X | - |
| Instrumental con recubrimiento de Níquel y Cromo | - | X | X |

Glosario

Glosario

Corrosión: Efecto producido en los aceros se produce cuando existe un ataque químico o electroquímico de una o más sustancias que lo rodean. La resistencia a la corrosión de los aceros inoxidables y refractarios se debe a la formación, en la superficie de los mismos, de una película de óxido muy delgada y resistente que recibe el nombre de película pasiva. Se forma esta película siempre que el medio que rodea el acero es capaz de ceder oxígeno.

Defecto: Característica no deseable de un producto que representa un incumplimiento con los requisitos establecidos.

Dislocación: Imperfección lineal en la red. Existen dos tipos:

Dislocación de alabeo o de tornillo: Dislocación producida por un cristal modificando de manera que un plano atómico produce una rampa espiral alrededor de la línea de burges es paralelo a la dislocación.

Dislocación de borde: Dislocación producida en la red por la introducción de un "semiplano adicional" de átomos. Su vector de burges es perpendicular a la línea de dislocación.

Dureza: Se define como la resistencia de la penetración o rayado sobre un material en estudio.

Grano: Es una porción de material dentro de la cuál el ordenamiento de los átomos es idéntico, pero la orientación del arreglo atómico o de la estructura cristalina para cada grano contiguo es diferente.

Se pueden controlar las propiedades de un metal a través del endurecimiento por tamaño de grano. Reduciendo el tamaño de grano se incrementa el número de granos por unidad de volumen, y por consiguiente la cantidad de fronteras o bordes de grano. Cualquier dislocación encontrará un límite de grano al solo moverse un poco, incrementando la resistencia del metal al obstaculizar el movimiento de las dislocaciones, se controlan estos defectos por medio de aleaciones o tratamientos térmicos.

Grietas o Fisuras en los Dobleces: Se deben principalmente a que los esfuerzos a los que se somete el material para darle la forma o el perfil final exceden su resistencia.

Inclusiones: (partículas extrañas como los óxidos) o grano de segunda fase que se encuentre presente en la estructura original se alinea también durante la deformación. Las

inclusiones blandas normalmente se deforman y alargan. Las inclusiones duras pueden no deformarse pero se alinean en la dirección de la deformación. Las inclusiones alargadas, llamadas por sopladura actúan como pequeñas ralladuras reducen las propiedades mecánicas del metal trabajando en frío.

Incrustaciones: Defectos en la superficie del acero que aparecen como puntos o rayas que son causados durante el desbaste del producto y la inclusión en la superficie del producto de material no deseado.

Normalización: Es una reglamentación de las dimensiones y calidad de los productos industriales con el fin de simplificar y reducir los gastos de fabricación y utilización de los mismos.

Precipitado: Fase sólida que se forma a partir de la matriz original cuando se excede el límite de solubilidad. En la mayoría de los casos se pretende controlar la formación de precipitados para producir endurecimiento óptimo por dispersión

Poros: Defectos superficiales que se presentan antes o después de que ha sido maquinados o se le ha dado la forma deseada a la pieza; esté defecto no es controlable por la empresa ya que depende del acero que se les distribuya es decir depende del proveedor, el cual no siempre puede ser el mismo.

Porosidades: Son burbujas de gas atrapadas dentro de una pieza fundida durante la solidificación debido a la baja solubilidad del gas en el sólido en comparación con el líquido.

Segregación: Composición no uniforme producida por la solidificación fuera de equilibrio, a menudo causada por tiempo insuficiente para la difusión durante la solidificación.

Unidad Defectuosa: Término utilizado para evaluar las unidades individuales de inspección que no cumplen con los requisitos establecidos. Una unidad defectuosa puede tener uno a más defectos.

Vector de Burges: Dirección y distancia que se desplaza una dislocación en cada paso.

Bibliografía

- 1.- Aceros especiales y otras aleaciones. Apraiz, Barrera José. Edición 5. Editorial Dossat; Madrid; México,1975.
- 2.- Aceros Inoxidables y aceros resistentes al calor: Propiedades transformaciones y normas. Inchaurrea, Zabala Adrian. Editorial Limusa; México; 1981.
- 3.- Atlas Cirugía General. Puente, Pered Francisco. Editorial Addison-Wesley Iberoamericana, Argentina; México, 1986.
- 4.- Corrosión y protección. Todt, Fritz. Editorial Aguilar; Limusa; México, 1959.
- 5.- Cuadro básico de instrumental y equipo médico del sector salud, publicado en las ediciones del 16, 17 y 18 de febrero del Diario Oficial de la Federación de 1988.
- 6.- El arte de la técnica quirúrgica. Edfertson, Milton T.. Editorial Iberoamericana Mc.Graw-Hill, 1988.
- 7.- Enfermería de Quirófano. Brooks, Shirley M.. Editorial Iberoamericana; México, 1978.
- 8.- Envases y Embalajes de plástico. Günter Kühne. Editorial Gustavo Gil; Barcelona, 1976.
- 9.- Introducción a la metalurgia física. Avner, Syndey H. Editorial Mc.Graw-Hill; México,1974.
- 10.- Marketing competitivo: Un enfoque estratégico. O'Shaughnessy John. Editorial Diaz de Santo; Madrid,1991.
- 11.- Materiales y procesos de manufactura para ingenieros. Doyle, Keyser, Leach, Schrader, Singer. Edición 3. Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana, 1988.
- 12.- Mercadotecnia conceptos y aplicaciones. Schewe, Charles D./Smith, Reuben M.. Editorial Mc.Graw-Hill, 1982.

13.- Mercadotecnia planeación estratégica. Hughes, George David. Editorial Addison-Wesley Iberoamericana, Argentina; México, 1986.

14.- Metals Handbook ninth edition, volumen 9, Metallography and microstructures. American Society for Metals. Editor ASM Handbook Committee, 1980.

15.- Metals Handbook ninth edition, volumen 3, Properties and Selection: Stainless Steels, Tool Materials and Special-purpose metals. American Society for Metals. Editor ASM Handbook Committee, 1980.

16.- ASM Handbook tenth edition, volumen 4, Heat Treating. American Society for Metals. Editor ASM International, 1991.

17.- Microbiología. Burdon, Kenneth/Williams, Robert. Editorial Cultura; México, 1971.

18.- Técnica quirúrgica. Christmann, Federico. Edición 8. Editorial El atenea, Buenos Aires, 1958.