

Capítulo VI

Análisis de Fracturas

El análisis de las diferentes formas en las que un material puede fallar, se ha convertido en uno de los aspectos más importantes a evaluar. La investigación en el comportamiento que tienen los materiales bajo diferentes condiciones de trabajo, ha tenido como consecuencia el desarrollo en diferentes áreas para tratar de resolver este problema.

El tipo de falla que presenta cualquier material esta totalmente relacionada con el origen del mismo, la falla originada por una fractura es uno de los problemas principales entre los materiales metálicos. Una fractura se puede definir como la separación de un sólido que es sometido a un esfuerzo en dos o más partes.

En general, las fracturas que sufren los materiales se pueden clasificar en dos tipos [4]:

- a) Fractura Dúctil
- b) Fractura Frágil.

En algunas ocasiones ambas fracturas pueden ocurrir en el mismo material, pero por lo general las fracturas son totalmente dúctiles ó totalmente frágiles.

Una **fractura dúctil** ocurre después de que un material es sometido a una deformación plástica excesiva, esto quiere decir que este tipo de fractura aparece en aquellos materiales que tienen una zona de deformación plástica considerable. Este tipo de fractura se puede reconocer por las siguientes características [4]:

- 1) Formación de cuello de botella en el área fracturada.
- 2) Deformación plástica permanente.
- 3) Elongación del material.
- 4) Reducción del área transversal.

Otra consideración importante es que la carga máxima y la carga de fractura no es la misma, esto se debe a que el material se deforma plásticamente alcanza su carga máxima y después empieza a ceder hasta el punto de fracturarse. Se ha comprobado que una de las principales causas que ocasionan que se origine este tipo de fractura son las impurezas del material y las inclusiones que este pueda tener (carburos, óxidos, etc.).

Un ejemplo muy común de este tipo de fractura puede observarse en una prueba de tensión realizada a una aleación de aluminio. La formación de la fractura puede definirse en tres pasos [6]:

- 1.- Formación del cuello de botella y concentración de esfuerzos en la parte central de la probeta (a y b).

2.- Los esfuerzos provocan que el material empiece a fracturarse y al mismo tiempo la fractura empieza a propagarse (c).

3.- La fractura llega a la superficie y aparece de forma total provocando la falla de la probeta.

A continuación se muestran de manera gráfica estos pasos [6]:

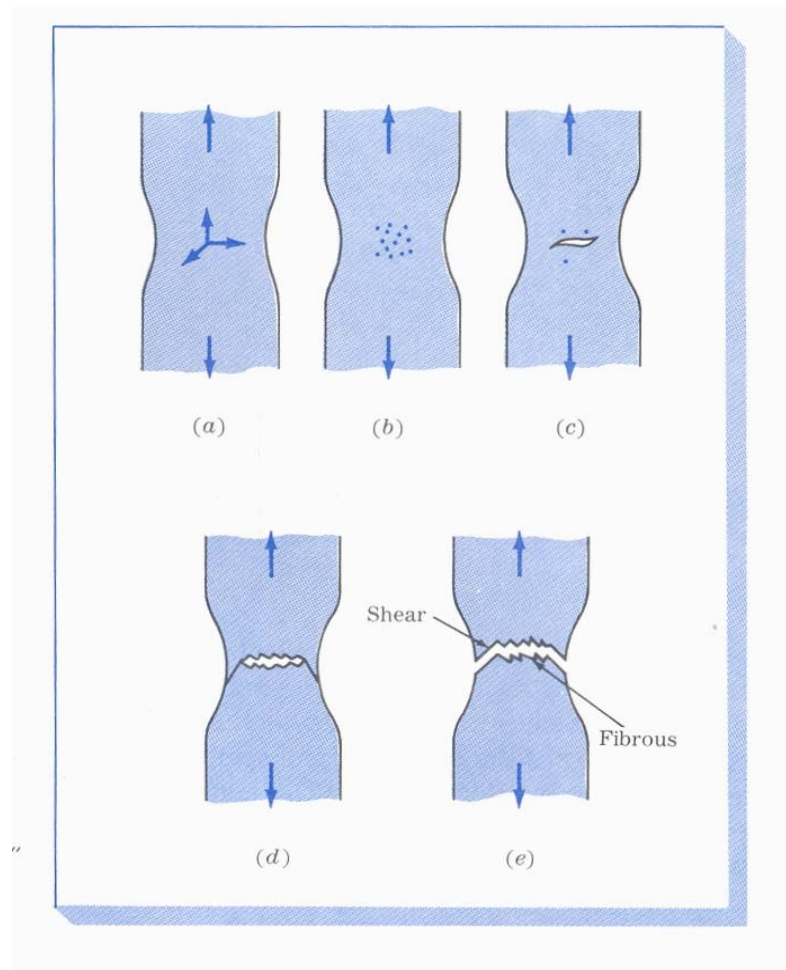


Figura 6.1 Fases de una Fractura.

Una **fractura frágil** es aquella que ocurre antes o durante el momento en el que se presenta una deformación plástica. Este tipo de fractura se presenta principalmente en aquellos materiales no cristalinos, en presencia de temperaturas muy bajas (cuando las temperaturas son muy bajas no existe ningún movimiento atómico, esto evita que se presente una deformación plástica) y en la aplicación de esfuerzos muy elevados.

La forma en la que se presenta una fractura frágil se puede definir en dos pasos [4]:

- 1.- Inicio de la fractura a nivel intragranular.
- 2.- Propagación de la fractura.

Para iniciar una fractura a nivel intragranular, es necesario desarrollar un esfuerzo normal en un área determinada de un par de planos cristalinos, este esfuerzo debe ser mayor a la resistencia de adhesión de los planos. Diferentes teorías muestran que el esfuerzo que se requiere es mayor a 10^6 psi en el caso de que no se presenta ninguna concentración de esfuerzos en el material. En algunos casos este esfuerzo se puede generar mediante la presencia de una deformación plástica.

Existen dos condiciones para que el esfuerzo intragranular aparezca por medio de una deformación plástica [4]:

- a) Las dislocaciones provocadas por la deformación deben de interactuar entre si para generar largas concentraciones de esfuerzos.

- b) El material no debe de aumentar su resistencia a los esfuerzos a causa de la deformación.

La propagación de la fractura en el material depende principalmente de las características plásticas del material.

Durante el desarrollo de este proyecto, se han analizado algunas de las diferentes propiedades con las que cuenta el Acero Inoxidable 316 LS y el Titanio Ti-6Al-4V^a grado 5 para el desarrollo de dispositivos quiroprácticos. Dentro de este análisis, se observó el comportamiento que presentaban al aplicarles diferentes tipos de esfuerzos y la forma en la que fallaron. Dentro de estas fallas observamos que el material se fracturó, por lo que en este capítulo analizaremos el tipo de fractura que se presentó durante las pruebas y observaremos diferentes fotografías de las fracturas.

6.1 Análisis Fotográfico.

Este tipo de análisis tiene como objetivo principal identificar el tipo de fractura que se presentó en los materiales. A continuación se muestran las fotografías de las fracturas en las diferentes pruebas.

Probetas de Acero Inoxidable 316LS



Figura 6.2 Probetas de Acero Inoxidable 316LS.

Probeta de 10mm de diámetro con dos barrenos actuando como concentración de esfuerzos durante una prueba de impacto tipo Charpy. La fractura que se observa es de tipo dúctil, ya que se puede observar en la sección longitudinal de la probeta la deformación plástica que se presentó antes de la fractura.



Figura 6.3 Probetas de Acero Inoxidable 316LS.

Probeta de 10mm de diámetro con ranura al centro actuando como concentración de esfuerzos durante una prueba de impacto tipo Charpy. En este caso se observa un poco menos de deformación plástica, pero también se considera una fractura dúctil.



Figura 6.4 Probetas de Acero Inoxidable 316LS.

Probeta de 10mm de diámetro con un barreno al centro actuando como concentración de esfuerzos durante una prueba de impacto tipo Charpy. En este caso la probeta no sufrió una fractura total, pero en la parte posterior podemos observar la deformación plástica del material y la forma en que la fuerza no fue lo suficiente mente grande para llegar a la fractura total.



Figura 6.5 Probetas de Acero Inoxidable 316LS.

Probeta de 9mm de diámetro en una prueba de Tensión. En este caso observamos una de las principales características de una fractura dúctil, la formación de un cuello de botella, además de que se presenta una reducción y una elongación en el área de la sección transversal lo que es causa de una deformación plástica.



Figura 6.6 Probetas de Acero Inoxidable 316LS.

Aquí observamos el mismo cuello de botella y se tiene una mejor perspectiva de la reducción en el área transversal, en la parte superior observamos un cuello de botella similar, pero la probeta en ese caso es de 8mm de diámetro.

Probetas de Titanio Ti-6Al-4V^a



Figura 6.7 Probetas de Titanio Ti-6Al-4V^a.

Aquí observamos una probeta de Titanio Ti-6Al-4V^a de 13 milímetros de diámetro con una ranura al centro como concentración de esfuerzos para una prueba de impacto tipo Charpy, esta fractura presenta un comportamiento frágil, ya que aunque en una de las dos partes (derecha) observamos una pared delgada en ambos extremos que pare ser deformación plástica, no lo es la fractura se presento en esa forma pero al tratar de ensamblar ambas partes, la probeta retomo sus dimensiones originales.



Figura 6.8 Probetas de Titanio Ti-6Al-4V^a.

Aquí se presenta la misma probeta desde una diferente toma, la cual nos permite observar con claridad que efectivamente la probeta no sufre ninguna deformación plástica, ya que podemos distinguir claramente como las piezas podrían ensamblar perfectamente.



Figura 6.9 Probetas de Titanio Ti-6Al-4V^a.

Aquí observamos una parte de una probeta sometida a una prueba de tensión, como observamos la fractura se presenta sobre uno de los barrenos con los que cuenta la probeta y observamos el comportamiento de una fractura frágil, ya que no se presenta ninguna de

las características que se presentan en una fractura dúctil cuando se realiza una prueba de este tipo.



Figura 6.10 Probeta de Titanio Ti-6Al-4V^a al centro y Probetas de Acero Inoxidable 316LS en ambos lados.

Aquí se puede apreciar la diferencia (no existe reducción el área transversal, no hay elongación, no se presenta el cuello de botella) entre una fractura frágil (probeta del centro) y algunas fracturas dúctiles resultantes de la prueba de tensión en los dispositivo quirúrgicos.