

**UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AUTONOMA DE  
MÉXICO.**

**ANÁLISIS DE  
FALLA DE STRUCK  
DE UNA PATINETA**

**FACULTAD DE  
INGENIERIA**

**INTEGRANTES:**

- CARRERA LÓPEZ JAQUELINE
- CORTÉS HERNÁNDEZ TONATIUH
- MEJÍA MORALES EDGARD
- MUÑOZ MARBÁN JUAN
- VALENCIA MONTIEL BRENDA ARTEMISA



11/MARZO/2020

**GRUPO:08**  
**INGENIERIA DE MANUFACTURA**  
**PROFESOR: M. C. JORGE LUIS ROMERO HERNÁNDEZ**

**2** PAG

## **INTRODUCCIÓN**

**3** PAG

### **TRUCK DE LA PATINETA.**

- ♦ **MATERIALES RECOMENDADOS PARA LA PIEZA**
  - ♦ **CALAMINA**
  - ♦ **TITANIO**

**6** PAG

### **RECOLECCIÓN DE DATOS.**

- ♦ **QUÉ TIPO DE PRODUCTO ES?**
- ♦ **QUÉ SE ESTABA HACIENDO CON LA PATINETA CUANDO OCURRIÓ LA FALLA?**

**7** PAG

## **ANÁLISIS QUÍMICO**

**9** PAG

## **ANÁLISIS DE FRACTURA EN MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO**

**16** PAG

## **CONCLUSIÓN**

**17** PAG

## **BIBLIOGRAFIA**



CIUDAD DE MÉXICO,  
11 DE MARZO DE 2020.

## ANÁLISIS DE FALLA INTRODUCCIÓN



Las fallas en las unidades fabricadas en una industria con comunes. Por ello, es necesario realizar análisis, investigaciones y toma de decisiones para evitar en su mayor medida que esto se presente. Lo que se decida al respecto, tendrá un gran impacto en la economía de la empresa, es decir, puede traer grandes ahorros o pérdidas catastróficas. De ahí la relevancia del *análisis de falla*.

El **análisis de fallas** consiste en examinar la pieza, su diseño, métodos de fabricación, material elegido, condiciones de operación y causas de la falla. Ésta se presenta cuando una máquina o uno de sus componentes se encuentra en una condición que no le permite seguir cumpliendo, de manera óptima, la función para la cual fue diseñada. Dentro de los tipos de fallas que pueden presentarse, están: fracturas, grietas, desgaste y corrosión.

Cuando falla un componente mecánico lo usual es reemplazarlo por uno nuevo o repararlo. Así, la empresa ahorra tiempo y pone la máquina en marcha nuevamente. Sin embargo, no se conoce la causa y lo más probable es que el nuevo componente vuelva a fallar. La realización periódica de análisis de fallas permite a la industria garantizar la calidad de sus procesos y el aumento o continuidad de su productividad. El problema sucede cuando estas fallas se producen una vez vendido el producto, debido a que quienes sufren las consecuencias son los usuarios y muchas veces se quedan con una mala experiencia del producto, ocasionando que estos, no vuelvan a comprar, lo que significa pérdida de clientes y futuros clientes.

En el siguiente análisis de falla a desarrollar, se examinará un *truck*, pieza que forma parte de la composición de una patineta. Esto con el fin de encontrar el porqué de su falla y realizar una conclusión general del mismo con base a lo investigado.

Para ello, se hará una investigación previa al análisis, que





CIUDAD DE MÉXICO,  
11 DE MARZO DE 2020.

consistirá en conocer el producto y averiguar el uso que se le daba al mismo. Posteriormente, con ayuda de equipo especializado, se acudirá al Laboratorio de Manufactura donde se realizarán pruebas para conocer la composición del material y el porqué de la falla. Finaliza con una investigación sobre qué material podría ser adecuado para esta pieza, una conclusión al respecto y otra general enfocada al contexto de la venta del producto.

### ANÁLISIS DE FALLA TRUCK PIEZA



FIGURA 1. PATINETA

El monopatín, también conocido como patineta, skateboard o tabla de patinaje, (figura 1) es un vehículo/juguete que consiste en una tabla de madera con cuatro ruedas en pareja que sirve para practicar el deporte llamado skateboarding. Para usarlo se debe montar de pie encima de él. Cada par de ruedas tiene un eje (**truck**) que se sujeta con un vástago flexible ligeramente inclinado a la tabla, lo que permite hacer giros por inclinación de la tabla a un lado o a otro, y el movimiento de giro suave de los ejes que conlleva.

Fue inventada en 1963 en Malibú, California, Estados Unidos, por Mickey Muñoz y Phil Edwards como sustituto a la tabla de surf en tierra. Quitaron las ruedas a unos patines, se las pusieron a una tabla de madera y llamaron a su invento Surf Roll.

### EL EJE (TRUCK) SE COMPONE DE LAS SIGUIENTES PARTES

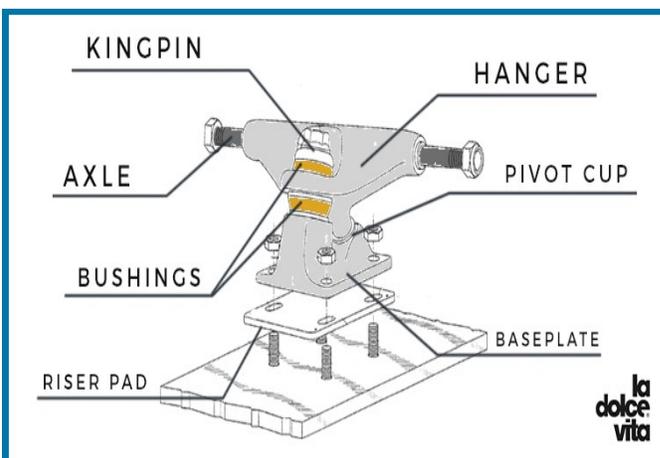


FIGURA 2. PARTES DEL STRUCK

**Base (Baseplate):** Cómo su nombre indica, es la base del eje. Es la parte que se une con la tabla y va taladrada con cuatro tornillos que serán los que realicen la sujeción. Figura 2.

**Hanger:** es la parte más visible y grande del eje. Es la parte dónde el eje contacta con los obstáculos a la hora de grindar. Figura 2.

**Kingpin:** El kingpin es el tornillo central de grandes dimensiones, que hace que las distintas partes del eje queden uni-





CIUDAD DE MÉXICO,  
11 DE MARZO DE 2020.



das. Figura 2.

**Axle:** Es el cilindro metálico que va metido dentro del Hanger y dónde se colocan las ruedas. Figura 2.

**Gomas (Bushings):** Son las gomas que amortiguan y ofrecen resistencia cuándo se realiza un giro al patinar. Los bushings se componen de dos gomas por eje.

**Pivot Cup:** El pivot cup es una pequeña parte del eje, pero que cumple una importante función y siempre tiene que estar en buen estado. Figura 2.

Es una especie de cono de goma, que va metido en el agujero de la base del eje dónde encaja el hanger.

Si esta pieza se desgasta, el eje comenzará a tener una gran holgura y empezará a ser inestable.

**Risers:** Los risers o alzas son piezas opcionales que normalmente no vienen incluidas con los ejes.

Son piezas de plástico o goma que tienen unas medidas similares a las de la base del eje, y se introducen entre la base y la tabla.

Su función es elevar la altura del eje, o absorber los impactos y vibraciones. Figura 2.

## PUNTOS EN LOS QUE FIJARSE A LA HORA DE ELEGIR LOS EJES.

### Material

El material del que está construido el eje, influye principalmente en el peso y en la dureza del mismo.

Para hacer trucos técnicos, siempre será más fácil mover un eje más ligero, mientras que si sólo buscamos desplazarnos con nuestro skate, el peso no nos debería influir prácticamente.

Los ejes son dos y van acoplados a los lados, sin llegar a los extremos. Generalmente están hechos de **calamina** (que es una **aleación del aluminio**, sólo que aún menos pesada).

### ♦ CALAMINA.

La calamina es un metal, fruto de juntar zinc, plomo y estaño, en distintas proporciones. Dependiendo de los porcentajes de cada uno de éstos, puede salir una mejor o peor calidad de calamina, pero siempre será calamina, es decir un material metálico, poco noble, barato y quebradizo dependiendo de las aplicaciones. Fue empleado en tiempos de escasez de materiales. Es quebradizo, poroso, blando y su co-



CIUDAD DE MÉXICO,  
11 DE MARZO DE 2020.

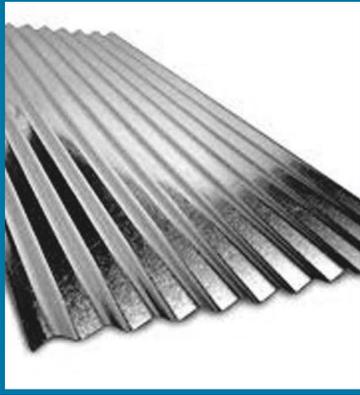


FIGURA 3. LAMINA DE CALAMINA

lor se va mudando y oscureciendo. Con el tiempo, se degrada y hasta a veces se descompone.

En la actualidad el término "calamina" designa una aleación de plomo, cinc y estaño. La calamina es una aleación resistente, ligera y barata y se emplea, habitualmente, en la fabricación de pequeños objetos (habitualmente piezas de modelismo o esculturas decorativas), de medallas y de imitaciones (a veces, incluso, falsificaciones) de monedas antiguas, debido a su aspecto similar al de la plata. El término "calamina" es muy problemático porque, a lo largo de los siglos, se ha empleado para identificar a varias sustancias, como los minerales smithsonita (carbonato de cinc), hemimorfita (un silicato de cinc hidratado) y óxido de cinc, de características físicas similares. También se ha empleado erróneamente para identificar una aleación binaria de cobre-cinc, cuando se trata, en realidad, de una técnica de obtención de latón\*. Finalmente, el aspecto similar de las piezas de calamina con respecto a otras preparadas con peltre hizo que ambas aleaciones se considerasen idénticas, generando confusión en cuando a su uso. Figura 3.

#### ♦ TITANIO.



FIGURA 4. STRUCK DE TITANIO

El titanio es un elemento químico que en los últimos años ha tenido gran popularidad en la industria, debido a que presenta propiedades únicas. Este material se caracteriza por ser un metal ligero de alta resistencia y con resistencia a la corrosión. Tiene una característica peculiar, puede absorber las vibraciones de la carretera antes de que lleguen a la tabla de la patineta[1], logrando una mayor estabilidad y un menor desgaste en los demás componentes.

En los ejes de **gama más alta**, se utilizan diversos materiales como magnesio o titanio, que hacen que el peso del eje baje considerablemente manteniendo en la medida de lo posible su resistencia. Figura 4.





CIUDAD DE MÉXICO,  
11 DE MARZO DE 2020.

## ANÁLISIS DE FALLA RECOLECCIÓN DE DATOS



FIGURA 5. PATINETA COMÚN, SE OBSERVA STRUCK DE UN SOLO MATERIAL

### ¿QUÉ TIPO DE PRODUCTO ES?

El eje o struck pieza a analizar es parte de una patineta que se vende como juguete a un costo bastante accesible, esto con el propósito de poder estar al alcance de muchas personas, así también tener ventas masivas. Está recomendada para niños mayores de 6 años acompañada del uso de equipo de seguridad (casco, rodilleras). Puede conseguirse en los centros comerciales. Figura 5

### ¿QUÉ SE ESTABA HACIENDO CON LA PATINETA CUANDO OCURRIÓ LA FALLA?

La usuaria de aproximadamente 12 años, comentó que mientras estaba patinando en ella, al tratar de hacer un truco donde azotaba la patineta contra el suelo y ella cayendo encima un pequeño pedazo de truck se desprendió, pero no se percató hasta que se presentó la falla total, la cual, fue cuando intentado girar la tabla con el pie, se azotó y se terminó por desprender el eje completo. También comentó que constantemente azotaba la patineta mientras hacía uso de ella. Figura 6



FIGURA 6. TRUCK DESPUÉS DE LA FALLA





CIUDAD DE MÉXICO,  
11 DE MARZO DE 2020.

## ANÁLISIS DE FALLA ANÁLISIS DE QUÍMICO



FIGURA 7. MICROSCOPIO ELÉCTRICO DE BARRIDO PHILIPS MODELO XL-20

Para esta parte del análisis de falla lo que hicimos fue apoyarnos del microscopio electrónico de barrido Philips modelo XL-20 (Figura 7) que tiene dos funciones: darnos imágenes de la densidad de la pieza a estudio o de la textura de la pieza. Lo que hace este dispositivo que cuenta con una cámara de vacío es llegar a una presión muy pequeña, relativamente, para usar a los electrones como función de los fotones que nos dan información al chocar con el material de estudio.

Mediante la energía que provocan los electrones al chocar con el material, es llamada rayos X, los rayos X lo liberan todos los materiales, pero con diferente longitud de onda, entonces en el laboratorio tenemos un detector de rayos X el cual detecta que tipo de longitud de onda tiene este y lo asocia con un elemento, obviamente los datos de registro que tiene el detector de rayos X también son de pruebas, entonces trata de asociarlos para encontrar el material.

Aclarando lo antes dicho, lo que procedimos a hacer fue en tener lista la pieza en el microscopio electrónico de barrido y proceder al análisis químico cualitativo. Figura 8

Podemos ver en la figura 9 como estamos utilizando el microscopio electrónico de barrido en forma de imagen de densidad, mientras más clara sea la imagen más densa es.

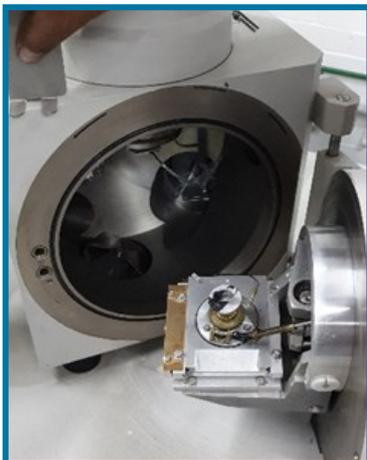


FIGURA 8. MUESTRA DE LA PIEZA DE ESTUDIO EN LA CÁMARA DE VACÍO.



FIGURA 9. IMAGEN CAPTURADA POR FUNCIÓN DE LA DENSIDAD.





CIUDAD DE MÉXICO,  
11 DE MARZO DE 2020.

Ahora utilizamos el detector de rayos X en la zona marcada para averiguar qué material se trata.

Y efectivamente se trata de **Aluminio con aleación de Silicio**, lo cual está mal, ya que la aleación de Silicio hace que el Aluminio tenga más fluidez, esto se debe a que lo hicieron por fundición ya que necesita tener más fluidez el Aluminio lo cual hace el Silicio posible, pero para resistencias a cargas mecánicas no funciona.

Dos errores que podemos ver del material es que fue hecho por fundición el cual puede generar porosidad y el Aluminio tiene una aleación de Silicio el cual no ayuda nada para la función que tendrá el material. Un elemento efectivo para darle resistencia al Aluminio es el Cobre, el más común.

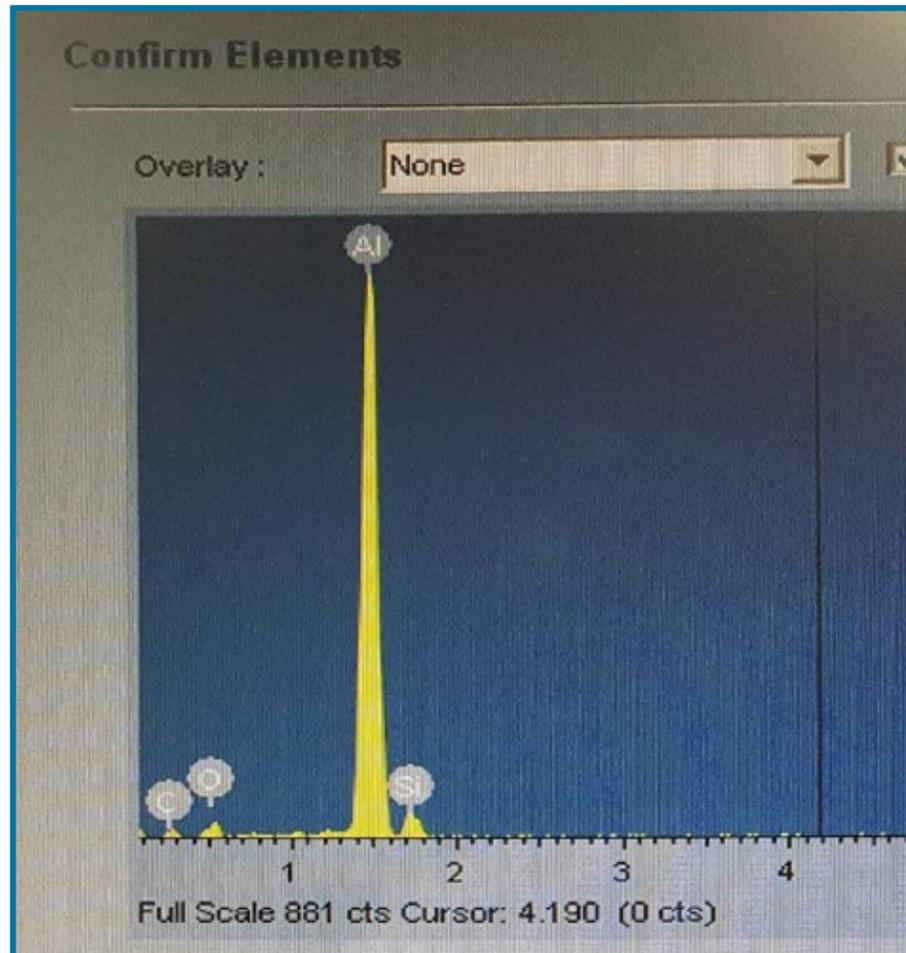


FIGURA 10. SALIDA DEL DETECTOR DE RAYOS X





CIUDAD DE MÉXICO,  
11 DE MARZO DE 2020.

## ANÁLISIS DE FALLA ANÁLISIS DE FRACTURA EN EL MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO



FIGURA 11. CÁMARA DE VACÍO DEL MICROSCOPIO ELÉTRÓNICO.

Con ayuda de un microscopio electrónico de barrido Philips modelo XL-20 el cual trabaja con electrones que se comportan como fotones estando al vacío; Metimos a la cámara de vacío un pedazo de material del struck y pudimos observar la imagen de la pieza después de la fractura con distintos aumentos. (figura 11).

Se observa que hay un poro de casi 1 mm y más poros muy pequeños que fueron la causa de la fractura, también observamos crecimiento de dendritas. (figura 12 y 13)



FIGURA 12. PORO QUE ES VISIBLE EN UN PEDAZO DEL MATERIAL.

Debido a la cantidad de poros e imperfecciones que tenía la pieza, su fabricación fue hecha en **fundición**, la cual no es muy apropiada considerando el hecho de que el material que se utilizó para su fabricación fue **aleación de Aluminio con Silicio**, provocando que la vida útil de la pieza fuera menor a la requerida para el usuario. Además, cuando se trata de una pieza que se ocupa para la transmisión de potencia o, como fue este caso, el soporte de grandes cargas, esfuerzos y golpes, lo más recomendable es utilizar un material de mayor dureza y de mejor calidad para evitar este tipo de incidentes.

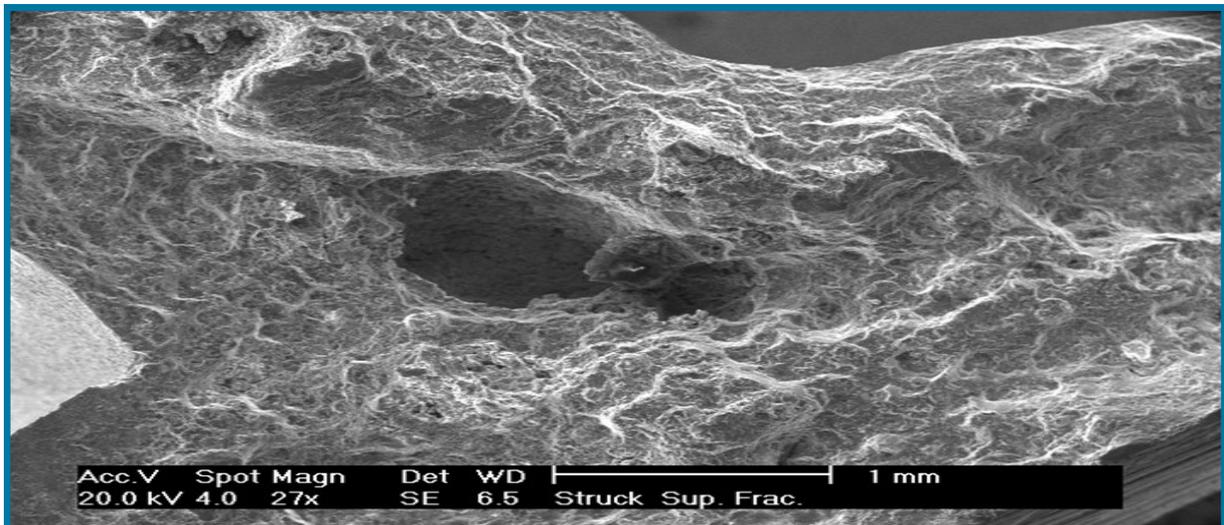


FIGURA 13. PORO OBSERVADO A UN AUMENTO DE 27X





CIUDAD DE MÉXICO,  
11 DE MARZO DE 2020.

## DEFECTOS EN LAS ESTRUCTURAS CRISTALINAS

Un defecto o imperfecciones en la estructura cristalina es cualquier perturbación en la periodicidad de la red de un sólido cristalino. El cristal perfecto es un modelo ideal, en el que las diferentes especies (ya sean moléculas, iones o átomos neutros) están colocados de forma periódica y regular, extendiéndose hasta el infinito. En la realidad, cualquier cristal presenta defectos en este modelo ideal, empezando por el hecho de que no hay cristales infinitos.

Son estas imperfecciones los que dan las propiedades más interesantes de la materia, como la deformación plástica, la resistencia a la rotura, la conductividad eléctrica, la difusión, entre otras.

Dimensión	0 (puntuales)	1 (lineales)	2 (Planares)	3 (Volumétricas)
Nombres	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vacancias</li> <li>• Átomos intersticiales</li> <li>• Átomos sustitucionales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dislocaciones de borde</li> <li>• Dislocaciones de tornillo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Límites de grano (Equiaxial, columnar y dendrítico)</li> <li>• Maclas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grietas</li> <li>• Poros</li> <li>• Inclusiones</li> <li>• Rechupes</li> <li>• Sopladuras</li> </ul>

TABLA 1. TIPOS DE DEFECTOS EN LAS ESTRUCTURAS CRISTALINAS.

Dentro de la pieza de falla encontramos algunas de estas imperfecciones en sus diferentes mediciones, para empezar la formación de **poros** (imperfecciones volumétricas) figura 14.

Los poros y grietas son huecos debidos a oclusión de gases, contracción durante la solidificación o tensiones producidas en los procesos de fabricación de las piezas. Los poros y grietas son huecos debidos a oclusión de gases, contracción durante la solidificación o tensiones producidas en los procesos de fabricación de las piezas.





CIUDAD DE MÉXICO,  
11 DE MARZO DE 2020.

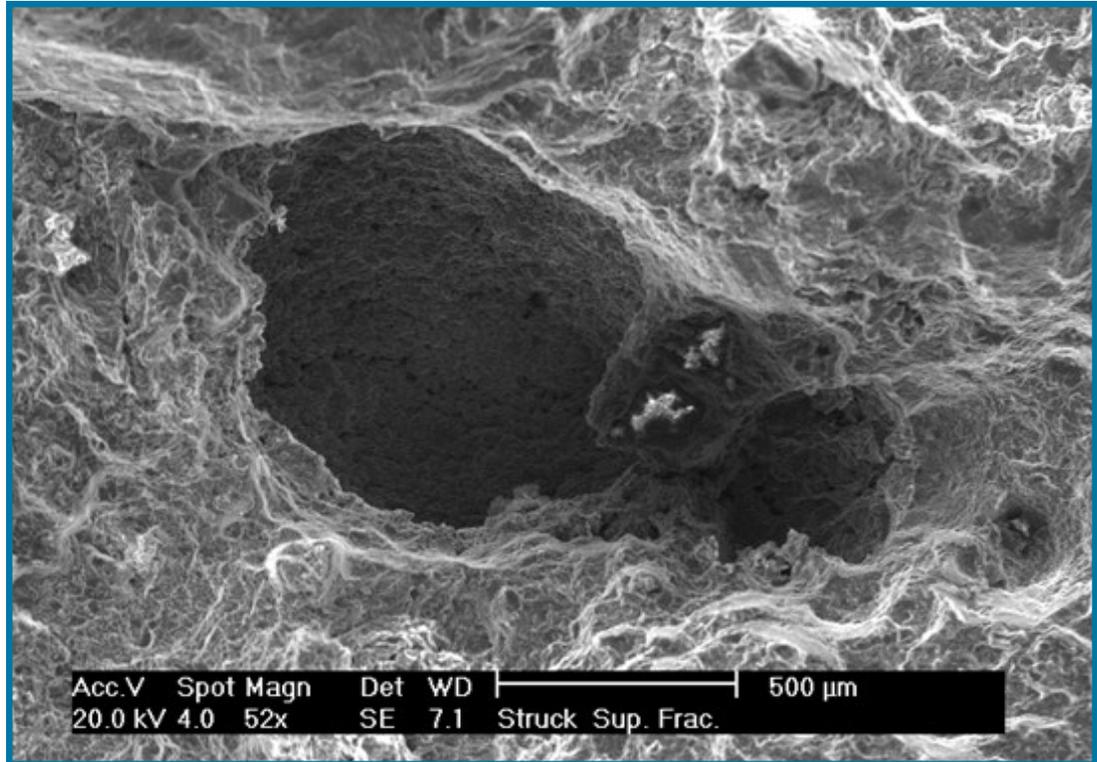


FIGURA 14 PORO OBSERVADO A 52X AUMENTOS

### POROSIDAD

Los procesos de fabricación de piezas fundidas con aplicaciones tecnológicas críticas deben garantizar la eliminación de todo tipo de porosidades presentes en el material metálico. Estas discontinuidades influyen negativamente en las propiedades físicas y mecánicas del material, afectando consecuentemente a la funcionalidad de las piezas.

A pesar de todo ello, las normativas y controles de calidad aplicados sobre los materiales utilizados en metalurgia consideran siempre que éstos se encuentran exentos de defectos y consecuentemente apenas consideran sus efectos. De este modo, la caracterización y análisis de las porosidades supone una tarea importante de cara a obtener mejoras significativas en la calidad de los procesos de fabricación y garantizar la correcta funcionalidad de las piezas obtenidas.

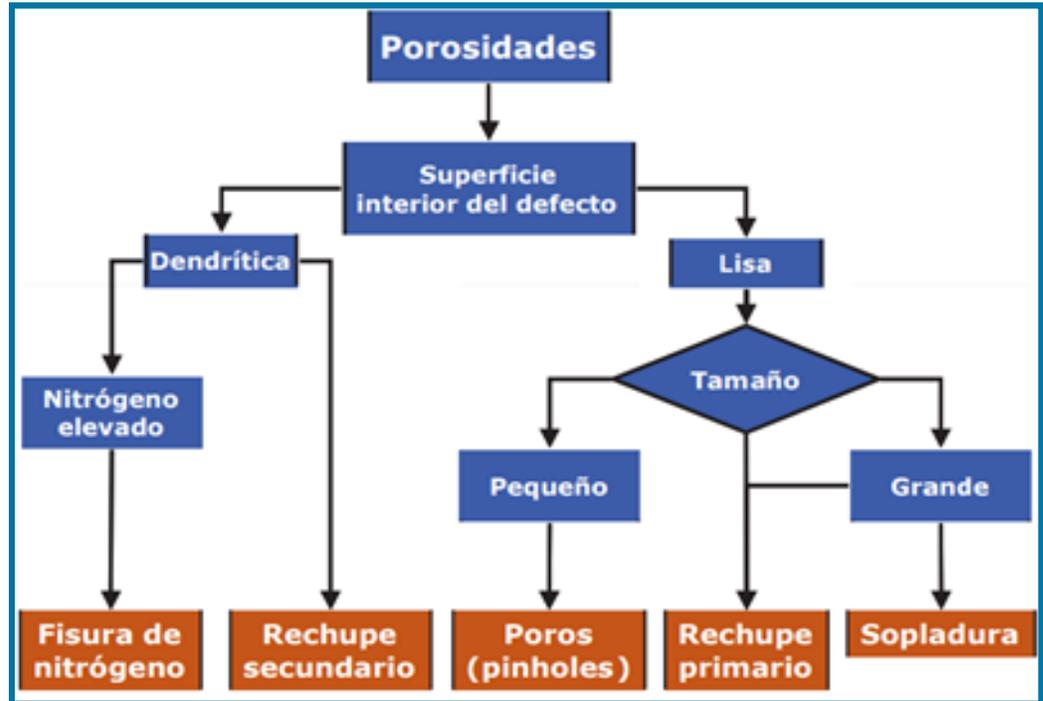
De forma general, los defectos de porosidad pueden estar





CIUDAD DE MÉXICO,  
11 DE MARZO DE 2020.

provocados por la formación de gases en el seno del metal líquido (porosidades de gas) o bien como consecuencia de la contracción volumétrica del propio material metálico a lo largo de los procesos de enfriamiento y posterior solidificación (rechupes).



ESQUEMA 1. CLASIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE POROSIDAD

El riesgo de formación de porosidades internas en las piezas supone grandes esfuerzos a la hora de detectar este tipo de defectos y localizar su posición de manera precisa.

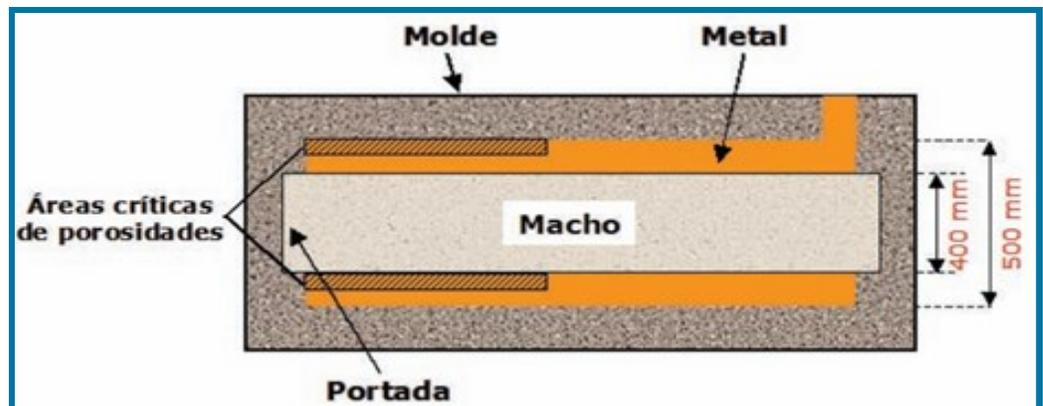


FIGURA 15. ZONAS DE MAYOR RIESGO DE POROSIDAD EN UN MOLDE





CIUDAD DE MÉXICO,  
11 DE MARZO DE 2020.

Aquellas porosidades originadas como resultado de reacciones de combustión entre determinados elementos químicos que forman parte de la aleación y sustancias adicionadas a lo largo del proceso de preparación del metal de colada.

### **POROS (PINOLES)**

Se trata de pequeños orificios habitualmente redondeados, producidos como consecuencia de la formación de burbujas de gas y localizados preferentemente en las zonas superficiales de las piezas. En general, estos defectos muestran una superficie interior esférica y lisa, la cual puede aparecer recubierta por una película de grafito de textura lisa y sin que haya óxidos u otros materiales depositados.

Los poros se clasifican en función del tipo de gas que los origina: hidrógeno, monóxido de carbono, dióxido de carbono o cualquier sustancia gaseosa procedente de la combustión de escorias presentes en el metal de colada). Las áreas afectadas por este defecto suelen situarse en las zonas opuestas a las entradas del metal y/o en la parte superior de las piezas, pudiendo encontrarse en distribuciones aproximadamente uniformes (poros originados por gases inicialmente disueltos en el metal fundido) o en localizaciones más específicas (poros generados por causas externas al metal, por ejemplo, zonas del molde con elevadas humedades). En el caso de que estos defectos estén motivados por reacciones molde-metal, su localización suele ser variada y su distribución más uniforme por toda la pieza.

### **DENDRITAS**

En el ámbito de la metalurgia, la geología y la cristalografía una dendrita es una estructura con ramificaciones repetitivas característica de los procesos de crecimiento de los cristales.

Los mismos pueden formarse durante el enfriamiento de metal fundido, la forma se produce por acción de un proceso de crecimiento rápido a lo largo de direcciones cristalográficas energéticamente favorables. El crecimiento de dendritas influye de manera importante sobre las propiedades que posee el material resultante.

A veces también se forman dendritas sobre rocas cuando agua con alto contenido en hierro y manganeso fluye por fisuras naturales entre capas de caliza. Son producto de la

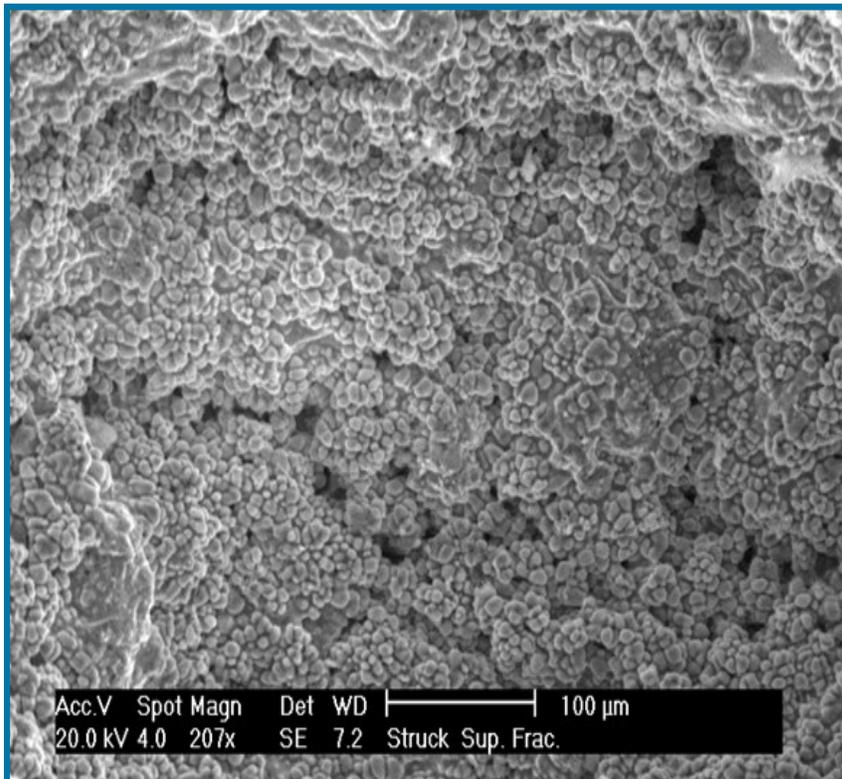




CIUDAD DE MÉXICO,  
11 DE MARZO DE 2020.

evaporación de estas aguas que, al penetrar en los poros de las rocas, depositan las sales disueltas formando incrustaciones y agregados típicos en forma de un árbol. Se forman en un ambiente sedimentario.

Las dendritas por lo general se forman en **aleaciones** (figura 16). Para que se produzcan es preciso que el metal fundido se sobre enfríe por debajo del punto de solidificación del metal. Por el contrario, si los ritmos de enfriamiento son lentos, el frente de solidificación será plano y estable. Pero a ritmos de enfriamientos más rápidos, la solidificación puede realizarse en forma tan rápida que la concentración de la aleación en el frente de solidificación será distinta de la concentración promedio en el sistema. Este aumento de la concentración origina un punto de fusión más elevado que impide la solidificación en proximidades del frente. La solidificación también libera energía, lo cual se opone a la solidificación. A una pequeña distancia del frente de solidificación, la concentración es más favorable al proceso de solidificación además de que la temperatura es menor. Esto aumenta la velocidad de solidificación en los puntos más prominentes, lo que produce la formación de la



Si el metal se enfría lentamente, la nucleación de nuevos cristales es menor que a grandes subenfriamientos. Las dendritas producidas serán de mayores dimensiones. Por el contrario, un ciclo de enfriamiento rápido con un gran subenfriamiento aumentará la cantidad de núcleos y por lo tanto reducir el tamaño de las dendritas que se produzcan (y a menudo producen granos de menores dimensiones).

FIGURA 16. PUNTAS DE LAS DENDRITAS VISTAS CON 207X AUMENTOS





CIUDAD DE MÉXICO,  
11 DE MARZO DE 2020.

dendrita.

Un líquido se solidifica cuando se enfría. Alternativamente, puede solidificarse cuando la presión disminuye o aumenta, dependiendo del signo del cambio de la densidad. Una vez se ha producido la nucleación, la solidificación se presenta por el movimiento de una interfaz. El proceso puede generar calor si la entalpía del sólido es menor que la del líquido. Del mismo modo, el soluto puede disolverse en el líquido si su solubilidad en el sólido es menor que en el líquido. La concentración de soluto y acumulación del calor por delante de la interfaz puede dar lugar a que el líquido delante del frente de solidificación se superenfrie. En ese caso, la interfaz se vuelve inestable y en condiciones apropiadas ocurre una solidificación dendrítica. La dendrita tiende a ramificarse debido a la inestabilidad de interface se presenta en todos los puntos a lo largo de su frente de crecimiento. La ramificación le da un carácter tipo árbol que es el origen del término dendritas.

#### MATERIAL CONTAMINANTE

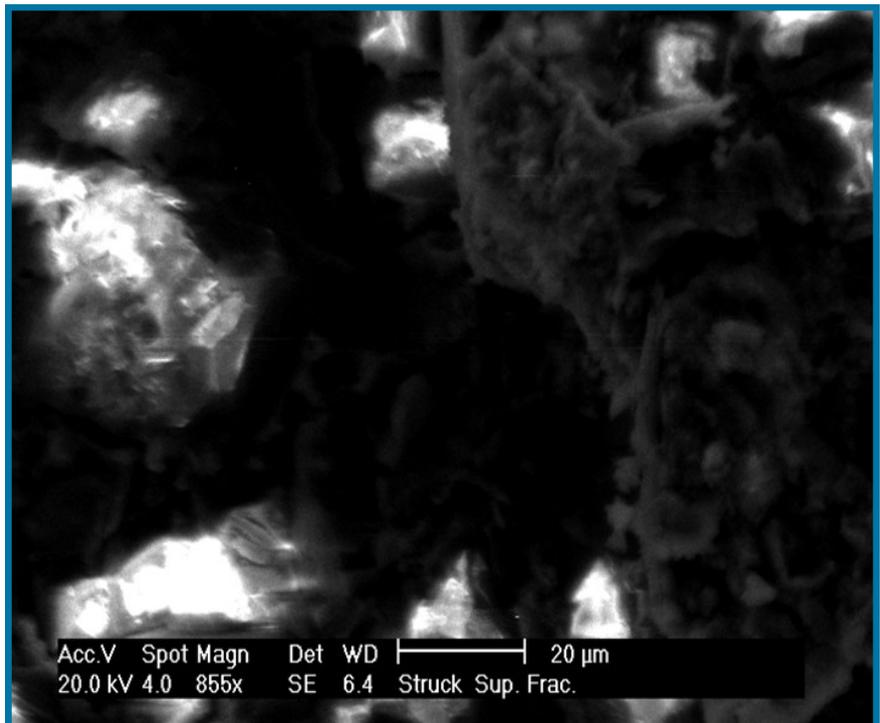


FIGURA. 17 PRESENCIA DE MATERIAL CONTAMINANTE VISTO A 855X AUMENTOS





CIUDAD DE MÉXICO,  
11 DE MARZO DE 2020.

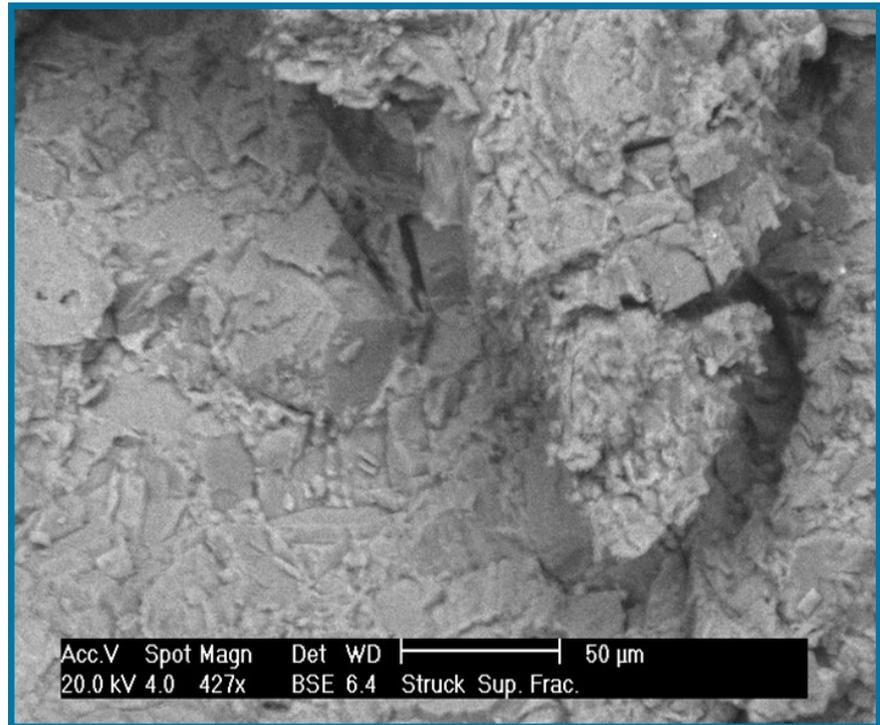


FIGURA 18. PRESENCIA DE MATERIAL CONTAMINANTE A 427X AUMENTOS

Podemos observar que hay presencia de un material contaminante, puede que sea otro material en vez de una aleación, cuando se funde el aluminio se tiene que quitar la escoria y puede ser la escoria de otro material lo que está contaminando.

Después de ver el resultado del análisis químico nos dimos cuenta que si era de una aleación con el silicio.

#### ANÁLISIS DE FALLA

#### CONCLUSIÓN



Después de realizar esta investigación y de haber analizado el truck de la patineta se puede concluir que hay diversos factores que influyen en el rendimiento y vida útil de una pieza, como por ejemplo el tipo de proceso de fabricación de la pieza. En nuestro caso la fundición no es el mejor proceso que se puede elegir para fabricar esta pieza ya que cómo se observó durante su estudio, deja bastantes imperfecciones tales como porosidades, las cuales causan que la resistencia de la pieza sea inferior a la que se podría conseguir con otro tipo de procesos aunque si se trata de un





CIUDAD DE MÉXICO,  
11 DE MARZO DE 2020.

proceso bastante económico con lo que se reducen costos y permiten que el producto pueda ser vendido a un menor precio.

Otro factor que se encontró y que fue importante en la falla de la pieza fue el material que se utilizó, en éste caso el Aluminio con Silicio, el cual a pesar de contar con una buena resistencia y dureza, no es muy recomendable su uso para éste tipo de usos, en donde la pieza se ve sometida a grandes fuerzas y esfuerzos a los cuales la pieza no está diseñada a soportar, por lo tanto se determinó que usar materiales como el Titanio o la Calamina permiten que la patineta tenga un mayor tiempo de vida sin comprometer la integridad del usuario.

#### ANÁLISIS DE FALLA

#### BIBLIOGRAFIA



- ◆ Soto, M. E. (2017, 14 junio). **Análisis de Fallas - Instituto Asteco**. Recuperado 8 marzo, 2020, de <https://institutoasteco.com/asteco/analisis-de-fallas/>
- ◆ [1] Jeronimo Cycles. (s.f.). **¿Por qué en Titanio?** Recuperado 8 marzo, 2020, de <https://www.jeronimocycles.com/por-que-titanio>
- ◆ Askeland, Donald R., **Ciencia e Ingeniería de los Materiales**, México, International Thomson Editores, 2004.
- ◆ Smith, William F. y Hashemi Javad, **Fundamentos de la Ciencia e Ingeniería de Materiales**. Cuarta Edición, México, Mc Graw Hill - Interamericana, 2006.
- ◆ [Calvo, Ana (2003), pp. 47-48] [**Vocabulario Científico y Técnico (2000)**, p. 151]
- ◆ FILLLOW. (2016). **Guía Ejes de Skate**. Marzo de 2020, recuperado de. Sitio web: <https://www.fillow.net/gu%C3%ADa-ejes-de-skate-i220>
- ◆ Loizaga, A., Sertucha, J., & Suárez, R. **Defectos metalúrgicos generados por la presencia de gases en el metal fundido**. Investigación Química, .(2008).

