

<b>ISU</b> CENTRAL TÉCNICO		INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO CENTRAL TÉCNICO CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO		VERSIÓN 1.0 01.06.2016/2018 01 REV. 17/11/2013
SUBTÍTULO FORMATO Código FOR 2013.02	MACROPROCESO: 01 DOCENCIA PROCESO: 03 TITULACIÓN 01 TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR / TITULACIÓN	PERFIL Y ESTUDIO DE PERFIL DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR / TITULACIÓN		Página 1 de 20



## PERFIL DE TRABAJO DE PROPUESTA TÉCNICA

Quito – Ecuador 2024



## PERFIL DE TRABAJO DE PROPUESTA TÉCNICA

**CARRERA:** Tecnología Superior Mecánica Industrial

**TEMA:**

Desarrollo de una guía de prácticas por diferentes métodos para la medición de tamaño de grano en aleaciones ferrosas utilizando un microscopio metalúrgico.

**Elaborado por:**

Chuquimarca Alquinga Estiven Anibal

**Tutor:**

Ing. Ávila Brito José Eduardo

**Fecha:** (10/01/2025)

## Índice de contenidos

1. Objetivos.....	7
1.1 Objetivo General.....	7
1.2 Objetivos Específicos.....	7
2. Antecedentes.....	7
3. Justificación.....	7
4. Marco Teórico.....	8
5. Etapas de desarrollo del Proyecto.....	13
6. Alcance.....	13
7. Cronograma.....	13
8. Talento humano.....	14
9. Recursos materiales.....	15
10. Asignaturas de apoyo.....	15
11. Bibliografía.....	16

**Índice de gráficos:**

<b>Ilustración 1: Numero de tamaño de grano ASTM E 112.....</b>	<b>10</b>
---	-----------

**Índice de tablas**

<b>Tabla 1: Número de tamaño de grano ASTME 112.....</b>	<b>11</b>
<b>Tabla 2: Cronograma .....</b>	<b>14</b>
<b>Tabla 3: Recursos Humanos .....</b>	<b>14</b>
<b>Tabla 4: Recursos y Materiales.....</b>	<b>15</b>

## Índice de ecuaciones

Ecuación 1: Fórmula del Método planimétrico.....	11
Ecuación 2: Fórmulas del Método de intersección.....	12

## **Desarrollo de una guía de prácticas por diferentes métodos para la medición de tamaño de grano en aleaciones ferrosas utilizando un microscopio metalúrgico.**

### **1. Objetivos**

#### **1.1 Objetivo General**

Desarrollar una guía de prácticas que integre diferentes métodos para la medición del tamaño de grano en aleaciones ferrosas mediante el uso de un microscopio metalúrgico, con el propósito de estandarizar procedimientos, mejorar la precisión en los análisis y fortalecer las competencias técnicas de los estudiantes del Instituto Superior Universitario Central Técnico

#### **1.2 Objetivos Específicos**

- Describir los procedimientos detallados para la preparación de muestras metalográficas adecuadas para la medición del tamaño de grano en aleaciones ferrosas.
- Proveer recomendaciones técnicas sobre el manejo del microscopio metalúrgico para garantizar precisión y reproducibilidad en las mediciones.
- Incorporar distintos métodos de medición, como la comparación con patrones y el análisis estadístico, explicando su aplicación práctica en el laboratorio.
- Comparar los diferentes métodos de medición utilizados en términos de precisión, facilidad de aplicación, tiempo requerido y reproducibilidad, identificando sus ventajas y limitaciones en un contexto educativo.

### **2. Antecedentes**

La medición del tamaño de grano en aleaciones ferrosas constituye una práctica esencial en el campo de la metalurgia, dado su impacto directo en las propiedades mecánicas de los materiales. Características como la dureza, la resistencia a la tracción, la tenacidad y la ductilidad están intrínsecamente ligadas al tamaño y distribución de los granos dentro de la microestructura del material. Este vínculo convierte la medición del tamaño de grano en un paso crítico para el control de calidad y el desarrollo de materiales en aplicaciones industriales como la automotriz, la aeroespacial y la construcción.

Históricamente, los métodos para medir el tamaño de grano han evolucionado desde técnicas cualitativas hasta procedimientos cuantitativos rigurosos. Entre los más comunes destacan el método de intersección lineal y el método de conteo de granos, ambos estandarizados por normas internacionales como la ASTM E112. Estas técnicas requieren una preparación cuidadosa de la muestra, que incluye procesos de corte, montaje, pulido y ataque químico, para revelar la microestructura interna de las aleaciones. La observación y análisis posterior se realizan con microscopios metalúrgicos, instrumentos que permiten estudiar con detalle las características internas de los materiales.

El uso de un microscopio metalúrgico, ya sea óptico o electrónico, es una herramienta indispensable para la metalurgia moderna. Estos dispositivos ofrecen capacidades para observar detalles microestructurales a altos niveles de magnificación y resolución. Sin embargo, el análisis requiere conocimientos específicos por parte del usuario, así como una metodología estandarizada que garantice resultados confiables y reproducibles. La carencia de guías prácticas adaptadas a diferentes niveles de formación limita la transferencia efectiva de conocimientos en esta área.

En la actualidad, existen esfuerzos significativos por estandarizar y simplificar los métodos para la medición del tamaño de grano. Las instituciones educativas y los laboratorios de investigación han identificado la necesidad de desarrollar materiales didácticos que combinen fundamentos teóricos con procedimientos prácticos. Dichas guías son especialmente valiosas para estudiantes y técnicos en formación, quienes deben adquirir habilidades en el uso de microscopios metalúrgicos y en la aplicación de técnicas de medición.

### 3. Justificación

En el taller de tratamientos térmicos del Instituto Superior Universitario Central Técnico, no se dispone actualmente de una guía de prácticas que instruya a los estudiantes en los diferentes métodos para medir el tamaño de grano en aleaciones ferrosas utilizando un microscopio metalúrgico. Esta carencia limita el desarrollo de competencias técnicas esenciales en el ámbito de la metalurgia, ya que los estudiantes carecen de un material que estandarice los procedimientos y facilite su aprendizaje práctico.

El tamaño de grano en las aleaciones ferrosas es un parámetro fundamental que influye directamente en las propiedades mecánicas y físicas de los materiales, como la resistencia,

ductilidad y dureza. En este contexto, contar con una guía de prácticas para medir este parámetro mediante diferentes métodos utilizando un microscopio metalúrgico es esencial para complementar el aprendizaje teórico de los estudiantes del Instituto Superior Universitario Central Técnico. La guía proporcionará un enfoque práctico y detallado, fomentando una comprensión profunda de los fundamentos metalográficos y su relación con el desempeño de los materiales en aplicaciones reales.

Otro aspecto relevante es la utilización del microscopio metalúrgico como herramienta central en estas prácticas. Este equipo no solo permite realizar mediciones precisas, sino que también introduce a los estudiantes en el manejo de tecnología especializada, preparando a los futuros profesionales para enfrentar los retos técnicos que demanda la industria actual. Asimismo, al combinar diferentes métodos de medición, la guía promueve una formación integral que refuerza habilidades de análisis crítico, resolución de problemas y capacidad de decisión fundamentada en datos empíricos.

#### **4. Marco Teórico**

Los métodos descritos en la norma ASTM E112 ofrecen lineamientos detallados para la medición del tamaño de grano, asegurando uniformidad en los procedimientos aplicados por diferentes laboratorios y profesionales. Cada método, ya sea comparativo, planimétrico o de intersección lineal, se basa en fundamentos científicos que combinan observación visual con análisis estadístico para calcular el tamaño promedio de los granos en una muestra.

El microscopio metalúrgico, como herramienta central en este proceso, desempeña un papel crítico al proporcionar la magnificación necesaria para visualizar los bordes de los granos y garantizar mediciones precisas. Además, el desarrollo de guías didácticas no solo mejora el aprendizaje de estudiantes y técnicos, sino que también fomenta la correcta aplicación de los métodos, contribuyendo al avance de la investigación y el control de calidad en la industria metalúrgica.

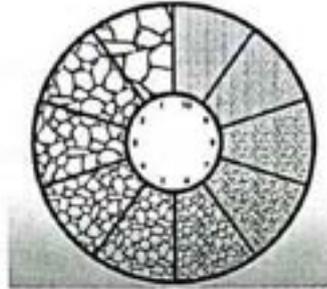
#### **Resumen de los Métodos de Prueba según ASTM E112**

La norma ASTM E112 describe tres métodos principales para medir el tamaño de grano:

##### **Método Comparativo**

Consiste en comparar la microestructura de la muestra con una serie de imágenes estándar que representan tamaños de grano conocidos. Este método es rápido y sencillo, pero puede ser subjetivo debido a la interpretación visual del operador.

Ilustración 1: Número de tamaño de grano ASTM E 112



Nota: (ASTM, 1991)

Ventajas:

- Sencillo y rápido no requiere cálculos matemáticos complejos.

Desventajas:

- Limitado a patrones estándar no es útil para granos que no se ajusten a ellos.

### Método Planimétrico

Este enfoque cuantitativo implica contar la cantidad de granos en un área conocida del campo visual. A partir de este conteo, se calcula el tamaño promedio de los granos. Es más preciso que el método comparativo, pero requiere más tiempo y preparación.

El procedimiento planimétrico consiste en hacer un círculo o rectángulo del área conocida (usualmente  $5000 \text{ mm}^2$  para simplificar los cálculos) en una micrografía. Seleccionar un aumento que proporcionará al menos 50 granos en el campo a ser contado. Cuando la imagen es enfocada apropiadamente, cuente el número de granos dentro de esta área. La suma de todos los granos incluidos completamente dentro del área conocida más una mitad del número de granos interceptados por la circunferencia del área da el número de todos los granos equivalentes,

medidos al aumento utilizado dentro del área. Si este número se multiplica por el multiplicador Jeffries, el producto será el número de granos por milímetro cuadrado  $N_A$ .

Ecuación 1: Fórmula del Método planimétrico.

$$N_A = f \cdot \left( N_{\text{interno}} + \frac{N_{\text{interceptada}}}{2} \right)$$

Para un área de 5000 mm<sup>2</sup> →  $f = 0.0002.M^2$

$N_A$  = granos por mm<sup>2</sup>

$N_{\text{interno}}$  = número de granos dentro del círculo

$N_{\text{interceptada}}$  = número de granos interceptados por el círculo

$f$  = múltiplo de Jeffries

Nota: (ASTM, 1991)

Luego de obtener el resultado de  $N_A$  se revisa en la tabla que se presenta a continuación el número de tamaño de grano según ASTM E112.

Tabla 1: Número de tamaño de grano ASTM E 112

E 112

TABLE 4 Grain Size Relationships Computed for Uniform, Randomly Oriented, Equiaxed Grains

Grain Size No. G	$N_A$ Grains/Unit Area		A Average Grain Area		Z Average Diameter		T Mean Intercept		$N_A$ No./mm <sup>2</sup>
	No. in. <sup>2</sup> at 100X	No./mm <sup>2</sup> at 1X	mm <sup>2</sup>	µm <sup>2</sup>	mm	µm	mm	µm	
00	0.25	3.85	0.2581	218064	0.0260	508.0	0.4625	452.5	2.21
0	0.50	7.75	0.1290	129032	0.0520	254.0	0.3200	320.0	3.12
0.5	0.71	14.96	0.0912	91239	0.0761	202.1	0.2581	258.1	3.72
1.0	1.00	18.50	0.0645	64518	0.1040	154.0	0.2253	225.3	4.42
1.5	1.41	21.92	0.0496	49620	0.1368	113.8	0.1903	190.3	5.28
2.0	2.00	31.00	0.0373	37358	0.1798	83.6	0.1600	160.0	6.25
2.5	2.83	43.84	0.0298	29810	0.2450	61.2	0.1345	134.5	7.43
3.0	4.00	62.00	0.0211	19129	0.3270	45.9	0.1131	113.1	8.94
3.5	5.66	87.88	0.0164	14405	0.4308	34.8	0.0951	95.1	10.51
4.0	8.00	124.00	0.0125	10400	0.5600	26.8	0.0800	80.0	12.50
4.5	11.31	173.36	0.0097	7703	0.7355	20.5	0.0673	67.3	14.87
5.0	16.00	244.00	0.0073	5600	0.9635	15.6	0.0568	56.8	17.68
5.5	22.63	340.73	0.0056	4007	1.2534	11.9	0.0478	47.8	21.02
6.0	32.00	496.00	0.0043	2916	1.6400	8.9	0.0400	40.0	25.00
6.5	45.25	701.45	0.0033	2006	2.1378	6.7	0.0336	33.6	29.73
7.0	64.00	992.00	0.0025	1408	2.8000	5.0	0.0283	28.3	35.36
7.5	90.51	1402.8	0.0019	1000	3.6667	3.7	0.0236	23.6	42.04
8.0	128.00	1984.0	0.0014	700	4.7333	2.7	0.0190	19.0	50.00
8.5	181.02	2805.8	0.0011	500	6.2667	1.9	0.0158	15.8	58.40
9.0	256.00	3968.0	0.0008	350	8.4000	1.4	0.0131	13.1	70.71
9.5	362.04	5615.6	0.0006	250	11.1333	1.0	0.0109	10.9	84.00
10.0	512.00	7936.0	0.0004	175	14.9333	0.7	0.0090	9.0	100.0
10.5	704.08	11233.2	0.0003	125	19.9333	0.5	0.0074	7.4	118.0
11.0	976.00	15616.0	0.0002	87.5	26.6667	0.4	0.0061	6.1	141.4
11.5	1344.15	21448.4	0.0002	62.5	35.3333	0.3	0.0050	5.0	168.2
12.0	1856.00	25744.0	0.0001	45.0	47.3333	0.2	0.0040	4.0	200.0
12.5	2560.31	34920.8	0.0001	32.5	62.6667	0.2	0.0032	3.2	237.8
13.0	3536.00	47488.0	0.0001	23.0	84.0000	0.2	0.0025	2.5	282.8
13.5	4864.62	64168.8	0.0001	16.5	111.3333	0.2	0.0020	2.0	336.4
14.0	6704.00	87056.0	0.0001	11.8	149.3333	0.2	0.0015	1.5	400.0

Nota: Fuente (Evident, 1999)

**Ventajas:**

- Cuantitativo y preciso.
- Adecuado para muestras con distribuciones heterogéneas de grano.

**Desventajas:**

- Consumo de tiempo especialmente en muestras con muchos granos.
- Mayor complejidad requiere cálculos matemáticos y uso de software.

**Método de Intersección Lineal**

En este método, se superpone una línea recta sobre la microestructura y se cuenta el número de intersecciones de la línea con los bordes de los granos. Este valor se usa para calcular el tamaño promedio de los granos. Es un método ampliamente utilizado debido a su balance entre precisión y facilidad de aplicación.

Ecuación 2: Fórmulas del Método de intersección.

$$N_L = \frac{N_t}{L_T/M} \quad L_L = \frac{1}{N_L}$$

$$G = (-6.6467 \log_{10} L_L) - 3.298$$

$N_t$  = número total de granos  
 $N_L$  = número de granos por mm<sup>2</sup>  
 $L_T$  = Longitud total (mm)  
 $M$  = Magnificación

Nota: (ASTM, 1991)

**Ventajas:**

- Rápido y eficiente para tamaños de grano homogéneos.

- Reproducible al reducir la subjetividad.

#### Desventajas:

- Limitaciones en muestras complejas: Menos efectivo en granos irregulares o con bordes poco definidos.
- Requiere herramientas de análisis adicionales.

### 5. Etapas de desarrollo del Proyecto

1. Inicio: En esta etapa se define el alcance y los objetivos del proyecto, estableciendo como meta principal la elaboración de una guía práctica.
2. Planificación: Durante esta etapa se detalla el plan de trabajo, estableciendo las actividades específicas para desarrollar la guía. Esto incluye la selección de métodos de medición.
3. Ejecución: Se implementan las actividades planificadas, comenzando con la preparación de las muestras metálicas y su análisis en el microscopio metalúrgico. Se aplican los métodos seleccionados para medir el tamaño de grano, registrando los resultados y documentando cada procedimiento detalladamente. A partir de estos datos, se diseñan los apartados de la guía, integrando instrucciones claras, imágenes y diagramas para facilitar su uso.

### 6. Alcance

La guía estará diseñada para ser utilizada por estudiantes y docentes del Instituto Superior Universitario Central Técnico, facilitando el aprendizaje y la práctica de técnicas metalográficas en un entorno académico.

El desarrollo de este proyecto incluirá la recopilación y análisis de métodos de medición del tamaño de grano, tales como el método de intersecciones, el método planimétrico y la comparación con patrones de referencia, de acuerdo con normativas internacionales como la ASTM E112. Se establecerán procedimientos detallados para la preparación de muestras, ajuste y calibración del microscopio metalúrgico, captura de imágenes y análisis de resultados. Además, se realizarán pruebas prácticas con diferentes tipos de aleaciones ferrosas para validar la

efectividad y precisión de cada método, garantizando la fiabilidad de la guía como material de referencia.

El microscopio metalúrgico utilizado en este proyecto permanecerá en el laboratorio TAMMER de máquinas térmicas del Instituto Superior Universitario Central Técnico, asegurando su disponibilidad para futuras prácticas y proyectos de investigación. La guía desarrollada permitirá a los estudiantes adquirir habilidades en el uso de este equipo, promoviendo el aprendizaje práctico y el desarrollo de competencias en metalografía. Asimismo, servirá como base para la implementación de nuevas metodologías y el fortalecimiento del conocimiento en el análisis de microestructuras metálicas dentro del instituto.

## 7. Cronograma

Tabla 2: Cronograma

Etapa	Duración	Fecha de inicio	Fecha de finalización
Investigación bibliográfica	1 semanas	09/12/2024	13/12/2024
Diseño de procedimientos	1 semanas	16/12/2024	20/12/2024
Validación en laboratorio	1 semanas	06/01/2025	10/01/2025
Redacción de la guía	1 semanas	13/01/2025	17/01/2025
Presentación final	2 semanas	20/01/2025	03/02/2025

Fuente: Propia

## 8. Talento humano

Tabla 3: Recursos Humanos

	Participantes	Rol para desempeñar en el proyecto	Carrera
1	Ing. José Ávila	Tutor de Proyecto	Mecánica Industrial
2	Estiven Chuquimarca	Tesista	Mecánica Industrial
3	Ing. Iván Choca	Coordinador	Mecánica Industrial
4	Docentes	Supervisores	Mecánica Industrial

Fuente: Propia

## 9. Recursos materiales

Tabla 4: Recursos y Materiales

NÚMERO	CANTIDAD	ELEMENTO
1	4	Acero 1018
2	2	Lija numero 80
3	2	Lija numero 100
4	2	Lija numero 200
5	2	Lija numero 400
6	2	Lija numero 600
7	2	Lija numero 800
8	2	Lija numero 1000
9	1	Alcohol
10	1	Nital
11	1	Microscopio metalúrgico
12	1	Guante
13	1	Mandil

Fuente: Propia

## 10. Asignaturas de apoyo

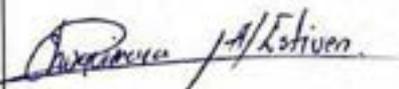
- Ciencia de materiales
- Tecnología del taller
- Maquinas herramientas
- Máquinas Térmicas

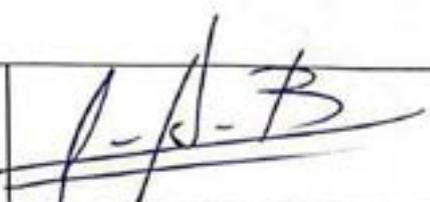
## 11. Bibliografía

Air, ASTM International. (2019). ASTM E112-13: Standard Test Methods for Determining Average Grain Size.

Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2020). Materials Science and Engineering: An Introduction.

Smallman, R. E., & Ngan, A. H. W. (2014). Physical Metallurgy and Advanced Materials.

<b>REALIZADO POR:</b>	
Chuquimarca Alquina Estiven Anibal	
<b>NOMBRE</b>	<b>FIRMA</b>

<b>APROBADO POR:</b>	
Ing. Ávila Brito José Eduardo	
<b>TUTOR</b>	<b>FIRMA</b>

**CARRERA: TECNOLOGÍA SUPERIOR EN MÉCANICA INDUSTRIAL**

<b>FECHA DE PRESENTACIÓN:</b>		
DÍA 21 MES 01 AÑO 2025		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES DEL EGRESADO:</b>		
<u>Chaquimacoa Alvarado Estiven Anibal</u> APELLIDOS                      NOMBRES		
<b>TÍTULO DE LA PROPUESTA TÉCNICA:</b> _____		
<u>Desarrollo de una guía de prácticas por diferentes métodos para la medición de tamaño de grano en aleaciones ferrosas utilizando un Microscopio metalográfico</u>		
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
• OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• ANÁLISIS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• DELIMITACIÓN.	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• PROBLEMÁTICA	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• FORMULACIÓN PREGUNTAS/AFIRMACIÓN	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS:</b>		
<b>GENERALES:</b>		

<p><b>REFLEJA LOS CAMBIOS QUE SE ESPERA LOGRAR CON LA INTERVENCIÓN DE LA PROPUESTA TÉCNICA</b></p>		
	SI	NO
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p><b>ESPECÍFICOS:</b></p>		
<p><b>GUARDA RELACIÓN CON EL OBJETIVO GENERAL PLANTEADO</b></p>		
	SI	NO
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>JUSTIFICACIÓN:</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
IMPORTANCIA Y ACTUALIDAD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BENEFICIARIOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FACTIBILIDAD	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>ALCANCE:</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
ESTA DEFINIDO	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<b>MARCO TEÓRICO:</b>		
<b>FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
<b>DESCRIBE LA PROPUESTA TÉCNICA A REALIZAR</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>TEMARIO TENTATIVO:</b>		
	<b>CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>
<b>ANTECEDENTES, FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>ANÁLISIS Y SOLUCIONES PARA LA PROPUESTA TÉCNICA</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>APLICACIÓN DE SOLUCIONES</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>EVALUACIÓN DE LAS SOLUCIONES</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS UTILIZADOS:</b>		
<b>OBSERVACIONES :</b> .....		
.....		
.....		
.....		
<b>CRONOGRAMA :</b>		
<b>OBSERVACIONES :</b> .....		
.....		
.....		
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN:</b> .....		
.....		
<b>RECURSOS:</b>	<b>CUMPLE</b>	<b>NO CUMPLE</b>

HUMANOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ECONÓMICOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MATERIALES	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**PERFIL DE PROPUESTA TÉCNICA**

Aceptado

Negado  el diseño de propuesta técnica por las siguientes razones:

a) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

b) \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**ESTUDIO REALIZADO POR EL ASESOR:**

NOMBRE Y FIRMA DEL ASESOR: José Eduardo Ávila Brito

DÍA 21 MES 01 AÑO 2015

FECHA DE ENTREGA DE INFORME

