

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**



**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**Trabajo Estructurado de Manera Independiente, previo a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico**

**TEMA:**

---

ESTUDIO DE LOS FACTORES DE ARENA DE MOLDEO UTILIZADOS EN LA OBTENCIÓN DE PIEZAS FUNDIDAS DE ALUMINIO PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS ELABORADOS EN LOS LABORATORIOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO.

---

**AUTOR:**

Milton Martínez

**AMBATO – ECUADOR**

2016

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En calidad de Tutor de la presente investigación, previo a la obtención del título de Ingeniera Mecánica, con el tema “ESTUDIO DE LOS FACTORES DE ARENA DE MOLDEO UTILIZADOS EN LA OBTENCIÓN DE PIEZAS FUNDIDAS DE ALUMINIO PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS ELABORADOS EN LOS LABORATORIOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO”, ejecutado por el señor Milton Fabián Martínez Martínez, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, Certifico que la presente tesis es original de su autor y fue elaborada en su totalidad y ha sido concluida y puede continuar con el trámite correspondiente.

## **EL TUTOR**

.....  
Ing. Mg. Henry Vaca

## **AUTORÍA**

El contenido del presente trabajo de investigación desarrollada bajo el tema “ESTUDIO DE LOS FACTORES DE ARENA DE MOLDEO UTILIZADOS EN LA OBTENCIÓN DE PIEZAS FUNDIDAS DE ALUMINIO PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS ELABORADOS EN LOS LABORATORIOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO”, así como las ideas, análisis, conclusiones y propuestas son de exclusiva responsabilidad del autor.

.....  
Milton Fabián Martínez Martínez  
C.I.1804280996

## **DEDICATORIA**

La presente investigación está dedicada a Dios y a mis padres Milton y Rosario los cuales son un enorme apoyo en mi vida y un ejemplo de perseverancia y amor, los mismos que con su esfuerzo han logrado brindarme esta oportunidad de superarme en la vida con esta noble profesión.

A mis hermanos que en los buenos y malos momentos me han brindado un consejo sin esperar nada a cambio más que un gracias de corazón.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por la vida que me ha brindado y los buenos momentos que me ha permitido vivir en la facultad mientras emprendí el camino en la profesión además de brindarme la dicha de tener una familia amorosa comprensiva y emprendedora que a pesar de los momentos difíciles siempre me ha brindado su apoyo incondicional.

Al Ingeniero Henry Vaca que como mi tutor supo ser una guía en el desempeño de esta investigación brindándome parte de su conocimiento y experiencia.

A todos los ingenieros que formaron parte de mi crecimiento profesional en esta institución.

Agradezco a todos mis amigos y compañeros de noches largas que a lo largo del camino nos hemos apoyado para lograr nuestra meta de culminar la carrera.

## INDICE DE CONTENIDOS

<b>INDICE</b>	<b>PÁGINA</b>
<b>PÁGINAS PRELIMINARES</b>	<b>PÁGINAS</b>
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	I
AUTORÍA.....	II
DEDICATORIA .....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
INDICE DE CONTENIDOS .....	V
INDICE DE GRAFICOS .....	X
INDICE DE TABLAS .....	XI
RESUMEN EJECUTIVO .....	XII

### **CAPITULO I EL PROBLEMA**

1.1 TEMA DE INVESTIGACION:.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	1
1.2.1 CONTEXTUALIZACION .....	1
1.2.2 ANALISIS CRÍTICO.....	2
1.2.3 PROGNOSIS.....	3
1.2.4 FORMULACION DEL PROBLEMA.....	3
1.2.5 PREGUNTAS DIRECTRICES .....	3
1.2.6 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA .....	4
1.2.6.1.- Delimitación de contenido .....	4
1.2.6.2 Delimitación espacial .....	4
1.2.6.2 Delimitación temporal.....	4
1.3 JUSTIFICACION .....	4
1.4 OBJETIVOS .....	5
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1 Antecedentes investigativos .....	6
2.2 Fundamentación filosófica .....	7
2.3 Fundamentación legal .....	7
2.4 Fundamentación teórica .....	8
2.4.1 Procesos de fabricación.....	8
2.4.2 Conformado por solidificación .....	9
2.4.2.1 Fundición.....	9
2.4.2.2 Fundición de Piezas en Aluminio .....	10
2.4.2.3 Características físicas .....	10
2.4.2.4 Características mecánicas.....	10
2.4.2.5 Estructura atómica del aluminio.....	11
2.4.2.6 Aleaciones .....	11
2.4.2.7 Características de las aleaciones para fundición .....	13
2.4.3 Factores de las arenas de moldeo en el proceso de fundición.....	15
2.4.3.1 Arena verde de Fundición .....	15
2.4.3.2 Composición de la arena verde .....	15
2.4.3.3 Tipos de Arena .....	16
2.4.3.4 Calidad de las arenas.....	18
2.4.3.5 Moldes.....	19
2.4.3.6 Modelos y corazones.....	20
2.4.3.7 Equipo para el acondicionamiento de la arena.....	22
2.4.3.8 Máquinas para moldeo .....	24
2.4.3.9 Moldeo en arena.....	25
2.4.4 GESTIÓN DE CALIDAD .....	26
2.4.5 CONTROL DE CALIDAD.....	27
2.4.5.1 Controles de calidad en piezas fundidas .....	27
2.4.6 GESTIÓN DE CALIDAD .....	29
2.4.6.1 Defectos de la fundición.....	29
2.4.6.2.- Ensayo de tracción.....	32
2.4.6.1 Probetas para determinar propiedades de piezas fundidas de aluminio....	34

2.4.6.4.- Dureza.....	36
2.4.6.5.-Contracción del aluminio.....	39
2.5 HIPÓTESIS.....	41
2.6 SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES .....	41
2.6.1 Variable independiente.....	41
2.6.2 Variable dependiente.....	41

### **CAPITULO III METODOLOGÍA**

3.1 ENFOQUE .....	42
3.2 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN .....	42
3.2.1. Investigación de Campo.....	42
3.2.2. Investigación Bibliográfica .....	42
3.2.3. Investigación Experimental.....	42
3.3 NIVELES DE LA INVESTIGACIÓN .....	43
3.3.1 Investigación Exploratoria .....	43
3.3.2 Investigación Descriptiva.....	43
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	43
3.4.1 Población.....	43
3.4.2 Muestra.....	43
3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	45
3.5.1 Variable independiente: Estudio de los factores de arena de moldeo utilizados en la obtención de piezas fundidas de aluminio. ....	45
3.5.2 Variable dependiente: Calidad de fundición de aluminio .....	46
3.6 TÉCNICAS DE LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....	47
3.7 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS .....	47
3.7.1 Plan de procesamiento de la información recogida.....	47

### **CAPITULO IV ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

4.1 PROCESO DE ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	48
4.1.1 Obtención de la materia prima .....	49



4.1.2 Determinación de los parámetros de cada tipo de arena .....	49
4.1.3 Seleccionar modelo de pieza a fundir .....	49
4.1.4 Realización de moldes variando cada tipo de arena.....	50
4.1.5 Determinación de Ensayos .....	50
4.2 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	51
4.2.1.-ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	97
4.2.2.-ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	162
4.2.4.-ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	211
4.2.5.-ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	240
4.3 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	244
4.3.1.- Ponderación de resultados .....	244
4.4.- VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS .....	245

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1 Conclusiones .....	248
5.2 Recomendaciones.....	249

## **CAPÍTULO VI**

### **PROPUESTA**

PROCESO DE FUNDICIÓN DE PIEZAS DE ALUMINIO BAJO CONDICIONES OPTIMIZADAS EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA .....	251
6.1.-DATOS INFORMATIVOS .....	251
6.2.- ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.....	251
6.3.- JUSTIFICACIÓN .....	252
6.4.- OBJETIVO .....	252
6.4.1.- Objetivo general.....	252
6.4.1.- Objetivo específico .....	252
6.5.- ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD .....	252
6.5.1.- ANÁLISIS ECONÓMICOS .....	253
6.5.1.1.- COSTOS DIRECTOS.....	253

6.5.1.2.- COSTOS INDIRECTOS .....	254
6.6.- FUNDAMENTACIÓN.....	254
6.7.- METODOLOGÍA.....	254
6.7.1.- Adquisición del material.....	256
6.7.1.1.- Adquisición de la arena verde.....	256
6.7.2 OBTENCION DE PIEZA .....	257
6.7.3.-Obtencion de la probeta para ensayo a tracción .....	265
6.7.5.-Preparacion de la probeta para análisis metalográfico.....	270
6.7.6.-Evaluación y resultados .....	271
6.7.7.- Desarrollo del ensayo de dureza .....	273
6.7.8.- Desarrollo del ensayo de contracción .....	275
6.8 ADMINISTRACIÓN .....	278
6.9.- PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN.....	279
BIBLIOGRAFÍA.....	280
ANEXOS.....	282
ANEXOS A.....	283
ANEXO B .....	287
ANEXO C .....	289
ANEXO D.....	295
ANEXO E .....	301

## INDICE DE GRAFICOS

Figura 2.1.-Aleación de aluminio.....	11
Figura 2.2.-Tipos de patrones utilizados en la fundición en arena.....	21
Figura 2.3.-a) Corazón mantenido en su lugar dentro de la cavidad del molde, b) diseño posible del sujetador, c) fundición con cavidad interna, d) manufactura del corazón .....	22
Figura 2.4.-Multitrituradora continua de arena de fundición.....	23
Figura 2.5.-Fundición en arena .....	25
Figura 2.6.-Pasos en la secuencia de producción de la fundición en arena .....	26
Figura 2.7.-Defectos en las fundiciones .....	30
Figura 2.8.-Defectos comunes de fundiciones en arena.....	31
Figura 2.9. Curva de tracción.....	32
Figura 2.10.-Curva esfuerzo deformación .....	33
Figura 2.11.-Probeta según la norma ASTM E811.....	34
Figura 2.12.-Procedimiento Planimétrico .....	35
Figura 2.13.-Ensayos de dureza .....	36
Figura 2.7.-Variable .....	40

## INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1.-Clasificación de los Procesos de Manufactura .....	8
Tabla 2.2.-Clasificación de las aleaciones de Aluminio .....	12
Tabla 2.3 Tamaño de grano de acuerdo a tipo de arena.....	18
Tabla 2.4.-Selección de grados de fuerza.....	38
Tabla 2.5.-Dureza de metales.....	38
Tabla.2.6- Contracción volumétrica para diferentes metales de fundición.....	39
Tabla.2.7- Contracción lineal.....	40
Tabla 3. 1 Número de muestras.....	44
Tabla.4.1- Tabla de valores de ponderación .....	244
Tabla.4.2- Tabla de aceptación .....	244
Tabla.4.3- Análisis de resultados .....	245
Tabla 6. 1.- Costos para la fabricación de piezas de aluminio mediante el método de humedad controlada .....	253
Tabla 6.2.- Costo total de la inversión inicial para realizar los ensayos mediante el método de control de humedad .....	254

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**AUTOR: Milton Martinez**

**TUTOR: Ing. Mgs. Henry Vaca**

**RESUMEN EJECUTIVO**

Por medio del presente estudio se buscó proporcionar a los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Mecánica una idea clara de los parámetros de la humedad que se debe usar para la realización de las fundiciones en los Laboratorios y así mejorar la calidad de los productos. Al inicio de este estudio se realizaron diferentes probetas variando la humedad y el tipo de arena y posteriormente se realizaron los diferentes ensayos para observar las propiedades mecánicas.

Primero para el análisis de defectología se tuvo en cuenta el porcentaje de poros que contenía cada probeta elaborada, para el ensayo de dureza de igual forma se realizaron diferentes probetas variando la humedad y el tipo de arena y rigiéndonos en la norma ASTM E10 se determinó los resultados, luego se realizaron probetas para el ensayo a tracción de acuerdo a especificaciones de la Norma ASTM E8, para el ensayo metalográfico se elaboraron probetas cilíndricas con un diámetro de 20mm y un espesor de 10mm de esta forma después del debido proceso se determinó el tamaño del grano usando el método planimétrico basado en la Norma ASTM E112, para medir la contracción se elaboraron probetas con un modelo de forma semicónica para un mejor análisis al realizar el ensayo.

En conclusión se pudo llegar a determinar que la humedad adecuada para los tres tipos de arena utilizada y sobresaliendo en la arena de las Fundiciones Tirado es la del 8% ya que son las que presentaron una mejora en todas las propiedades ensayadas anteriormente. En la propuesta se realizó un proceso para la elaboración de un cenicero en el cual se utilizó una humedad del 8% en la arena y además se añadió al proceso la utilización de una máquina mezcladora de arena agua que obtuvo una mejor homogeneidad en la mezcla y por lo tanto se mejoró la calidad de las piezas fundidas.

## **CAPITULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1 TEMA DE INVESTIGACION:**

ESTUDIO DE LOS FACTORES DE ARENAS DE MOLDEO UTILIZADAS EN LA OBTENCIÓN DE PIEZAS FUNDIDAS DE ALUMINIO PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS ELABORADOS EN LOS LABORATORIOS DE LA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

#### **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

##### **1.2.1 CONTEXTUALIZACION**

Las fundiciones funden metales férreos, no férreos y aleaciones y le dan forma definitiva o casi definitiva a los productos a través de la colada y la solidificación de metales fundidos o aleaciones en un molde y uno de los materiales más sobresalientes es el aluminio el cual forma parte de un sector industrial diferenciado y diversificado que se compone de instalaciones de muy diverso tipo y tamaño; cada una de ellas presenta una combinación de tecnologías y operaciones unitarias propias, adaptadas al flujo de entrada, el tamaño de las series y los tipos de productos elaborados por las instalaciones específicas. La organización en el sector se basa en el tipo de material transformado, siendo la principal distinción entre industrias de fundición férrea y no férrea.

La industria europea de la fundición es la tercera más importante del mundo, en lo que a metales férreos se refiere, y la segunda en el caso de los no férreos. La producción total de la Europa ampliada se sitúa en 11,7 millones de toneladas de fundición férrea y de la cual el aluminio ocupa casi el 40% de esta suma y 2,8 millones de toneladas de fundición no férrea. Alemania, Francia e Italia son los tres principales productores europeos, con una producción anual total de más de dos millones de toneladas cada uno. En los últimos años España ha arrebatado el cuarto puesto al Reino Unido, aunque ambos superan el millón de toneladas de

producción. Los cinco productores principales aportan en conjunto más del 80% del total producido en Europa.

Grupo Vasconia tiene proyectado invertir más de 90 millones de dólares hacia 2017 para duplicar la fundición de aluminio y reforzar su posición como proveedor de la materia para las industrias de artículos de cocina y autopartes en América Latina.

La empresa que produce anualmente 50 mil toneladas de aluminio invertirá 40 millones de dólares en la modernización y ampliación de sus dos plantas en el Estado de México y 50 millones más en la edificación de una nueva en Veracruz que iniciará operación a finales de 2015.

En entrevista con EL FINANCIERO, Alicia Lozano, directora general de Almexa, división procesadora de aluminio del grupo, explicó que el objetivo es aumentar la exportación y su participación en la industria automotriz.

Del total de la producción de la firma, 35 por ciento se coloca fuera de México, principalmente en Sudamérica, y para 2016 estarían enviando hasta 200 toneladas de aluminio a China, dependiendo de la demanda en ese país.

La Industria del aluminio en el Ecuador se ha desarrollado de una manera notable a través de los días razón por la cual existen varias empresas dedicadas a la producción de perfilera que se utiliza para la construcción, la misma que es un área explotada y resulta importante mejorar las propiedades de este elemento. Con el estudio de este procedimiento se pretende beneficiar al taller de fundición de aluminio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, permitiendo que los procesos de fundición sean óptimos para reducir la porosidad del aluminio y aumentar la calidad en las piezas fundidas

### **1.2.2 ANALISIS CRÍTICO**

La defectología en las fundiciones de aluminio son un problema el cual disminuye la calidad que solicita el cliente. Estos problemas se suscitan por la humedad no uniforme en la arena lo cual al ingreso de la colada produce una evaporación de gases que al momento de enfriarse generan poros en la fundición, esto se debe a que

en el momento de la mezcla no es un proceso adecuado para que la mezcla sea uniforme.

De igual manera la mezcla se realiza de una forma artesanal lo que evidencia una falta de investigación y tecnología en el proceso de mezcla. Existe una solidificación lenta lo que produce que las burbujas de la colada queden atrapadas en el interior y generen porosidad, en algunos casos al ser el aluminio reciclado la colada de aluminio fundida presenta escorias que se quedan atrapadas al momento de la solidificación lo cual también genera poros y fallas en la fundición. Estas escorias se generan por que al momento de realizar la colada las mismas no son extraídas de manera adecuada la extracción es inadecuada por desconocimiento de aditivos que se pueden agregar a la colada los cuales ayudan a sacar a flote las escorias que se presentan en el material.

La presencia de poros en la pieza genera concentradores de esfuerzos los mismos que disminuyen la confianza al momento de ser puestas en ejecución y fallan si la pieza no sale con acabados de buena calidad debe ser nuevamente hecha lo que genera una pérdida de dinero y tiempo en consecuencia de las porosidades en las piezas de función las ventas bajan lo que provoca que la producción también baje.

### **1.2.3 PROGNOSIS**

El porqué del estudio de las arenas para moldeo utilizadas en fundición se debe a que no existen metodologías correctas para obtener características óptimas para un buen resultado en el proceso de fundición y por lo tanto se continuara produciendo piezas con porosidades que generaran pérdidas de tiempo en la producción así como pérdidas económicas.

### **1.2.4 FORMULACION DEL PROBLEMA**

¿La determinación de los factores de las arenas de moldeo en los procesos de des compactación de la arena de fundición mejorará la calidad de las piezas fundidas de aluminio?

### **1.2.5 PREGUNTAS DIRECTRICES**



¿Cuáles son los factores de las arenas de moldeo para fundición que se aplican actualmente en el proceso de conformado de piezas fundidas?

¿Qué procedimiento se debe utilizar para la fundición y obtención de probetas?

¿Qué tipo de defectología presentan los productos realizados en el laboratorio de la Carrera De Ingeniería Mecánica de la UTA?

¿Cuáles son las propiedades mecánicas como tracción, dureza y microestructura que tienen los productos elaborados en el laboratorio de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la UTA

¿Cuál es la contracción que se produce en las piezas fundidas de aluminio?

## **1.2.6 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.6.1.- Delimitación de contenido**

El presente estudio se fundamenta en la necesidad de conocer los tipos de arena de moldeo a utilizar para el proceso de fundición, las debidas cantidades de humedad que estas necesiten guiándose en bibliografía existente y acoplándonos a la situación del medio en la que se desarrolla el proyecto.

### **1.2.6.2 Delimitación espacial**

Se realizó en los laboratorios de procesos de fabricación de la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO ubicada en el sector de Huachi Chico en la Facultad De Ingeniería Civil Y Mecánica.

### **1.2.6.2 Delimitación temporal**

El proyecto se desarrolló desde el 25 de Mayo del presente año y se culminó el 30 de Noviembre del 2015 con toda su investigación desarrollada.

## **1.3 JUSTIFICACION**

El proyecto se desarrolló con el objetivo de mejorar la calidad en las piezas de fundición en las prácticas desarrolladas por los estudiantes de la carrera de

Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica De Ambato en el módulo de procesos de fabricación I.

La continua presencia de porosidades en las piezas realizadas en las prácticas se ha convertido en un problema en el desarrollo de este módulo por lo cual se ha tomado como referencia la falta de uniformidad al momento de humedecer la arena como consecuencia de una mala dispersión de la arena al ser nuevamente reutilizada.

Por este motivo se buscó desarrollar un método eficiente de mezclado para suprimir la falta de uniformidad en la humedad. Esto ayudará al proceso de fundición aumentando la calidad de la pieza con la disminución de poros en la fundición.

Este estudio tuvo una gran facilidad para ser ejecutado gracias a que hubo acceso a los Laboratorios de la Carrera de Ingeniería Mecánica y además los materiales utilizados fueron muy accesibles en el mercado.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar los factores de las arenas de moldeo utilizadas en la obtención de piezas fundidas de aluminio para mejorar la calidad de las mismas.

### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ❖ Determinar los factores de las arenas de moldeo para fundición (arena, porcentaje de humedad, y tipo de aluminio).
- ❖ Determinar el procedimiento de fundición y obtención de probetas.
- ❖ Determinar la defectología que se presenta en los productos realizados en el laboratorio de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la UTA.
- ❖ Determinar las propiedades mecánicas a tracción, dureza y tipo de metalografía que tienen los productos elaborados en el laboratorio de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la UTA.
- ❖ Determinar la contracción que se produce en las piezas fundidas de aluminio

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes investigativos

Revisando la información que se relacione con el tema, problemática y posible solución se pudo encontrar algunos trabajos realizados con la siguiente descripción:

Garrido Meneses Aldo Renato, en su Tesis previo a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico presentada en la Escuela Politécnica Nacional, Facultad de Mecánica, bajo el tema: “DETERMINACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE ALEACIONES DE ALUMINIO DE FUNDICIÓN MAQUINABLES SIN POROSIDAD”, realizada en 2011, presenta un estudio del proceso de fundición del aluminio para al final realizar un procedimiento que abarca todas las variables que intervienen en el mismo como son velocidad, tipo de arena, control de cargas, temperatura de fusión, uso de desgasificantes, etc., con esto lográndose una reducción del 10% en porosidades internas y externas de las piezas de aluminio fundidas. (Escuela Politecnica Nacional, 2011)

Pando Baculima Franklin Mauricio y Zapata Palacios Cristian Manuel, en su Tesis previo a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico presentada en la Escuela Politécnica Salesiana, Facultad de Mecánica, bajo el tema: “ANÁLISIS DEL PROCESO DE FUNDICIÓN DE ALUMINIO Y PROPUESTAS DE MEJORAS EN LA EFICIENCIA DE PRODUCCIÓN DE BASES DENTADAS EN LA EMPRESA PRESS FORJA S.A.”, realizada en 2012, presenta un estudio del proceso de fundición del aluminio el mismo que permite realizar la siguiente propuesta: mejorar la maquinaria existente mediante cálculos de las máquinas inyectoras, cálculos de atemperado de los moldes, cálculo del balance energético del horno, cálculos para el consumo de GLP, análisis de las características de composición del material y la adquisición de equipos necesarios para optimizar el proceso e implementar un sistema totalmente automatizado para la sección. Con el fin de lograr una futura implementación, se estableció un análisis económico

financiero de cada una de las propuestas, determinando que la propuesta 1 es la más factible para la implementación. (Universidad Técnica Salesiana, 2012)

Mestanza Barragan Jairo Alberto, en su Tesis previo a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico presentada en la Escuela Politécnica del Chimborazo, Facultad de Mecánica, bajo el tema: “ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD EN LAS FUNDICIONES DE ALUMINIO, EN BASE A LOS PROCEDIMIENTOS DE MOLDEO EN EL LABORATORIO DE FUNDICIÓN DE LA FACULTAD DE MECÁNICA”, realizada en 2012, presenta un estudio de los parámetros que intervienen al momento de obtener piezas de aluminio con calidad, desarrollándose procedimientos y normas para el aseguramiento de calidad en las fundiciones de aluminio, en base a los procedimientos de moldeo en el laboratorio de fundición de la Facultad de Mecánica”. (Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, 2012)

## **2.2 Fundamentación filosófica**

La presente investigación sobre procesos de fundición de aluminio, está ubicada dentro del paradigma crítico propositivo, brindando un desarrollo de fácil comprobación y proporcionando una correcta comprensión; crítico porque conseguirá avances dentro de la manufactura obteniendo piezas por fundición en Ecuador, centralizándose a la Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato y propositivo por cuanto buscó plantear una alternativa de mejorar la calidad de la piezas obtenidas en el laboratorio de fundición de la misma.

La investigación podrá estar sometida a cambios de ser necesario, debido a la intervención del hombre y la sociedad en el ambiente industrial que con un cambio en la forma de pensar y de actuar estarán modificando el proceso tanto en aspecto físico como espiritual para enfocarlo a las necesidades del entorno.

## **2.3 Fundamentación legal**

### **Normas:**

- Normativa AFS (American Foundrymen’s Society)

- DIN 1725. Método para la obtención de piezas en aluminio.
- American Gear Manufacturers Association (AGMA)
- American Iron and Steel Institute (AISI)
- American National Standards Institute (ANSI)
- American Society of Mechanical Engineers (ASME)
- American Society of Testing and Materials (ASTM)
- International Standards Organization (ISO)

## 2.4 Fundamentación teórica

### 2.4.1 Procesos de fabricación

Es el conjunto de operaciones unitarias necesarias para modificar las características de las primas. Dichas características pueden ser de naturaleza muy variada tales como la forma, la densidad, la resistencia, el tamaño o la estética.

Para la obtención de un determinado producto serán necesarias multitud de operaciones individuales de modo que, dependiendo de la escala de observación, puede denominarse proceso tanto al conjunto de operaciones desde la extracción de los recursos naturales necesarios hasta la venta del producto como a las realizadas en un puesto de trabajo con una determinada máquina/herramienta.

La producción, la transformación industrial, la distribución, la comercialización y el consumo son las etapas del proceso productivo.

De manera general los procesos de manufactura se clasifican en cinco grupos:

**Tabla 2.1.-**Clasificación de los Procesos de Manufactura

<b>PROCESOS</b>	<b>TIPO</b>
Procesos que cambian la forma del material	Metalurgia extractiva Fundición Formado en frío y caliente Metalurgia de polvos

	Moldeo de plástico
Procesos que provocan desprendimiento de viruta por medio de máquinas	Métodos de maquinado convencional Métodos de maquinado especial

Fuente: <http://www.monografias.com>

## 2.4.2 Conformado por solidificación

El metal fundido fluye por gravedad u otra fuerza dentro de un molde donde se solidifica y toma la forma de la cavidad. Es un proceso simple: se funde el metal, se vacía en el molde y se deja enfriar.

### 2.4.2.1 Fundición

Se conoce como fundición Esmelter (del inglés Smelter, ‘fundidor’) al proceso de conformado de piezas metálicas o de otro tipo de material como puede ser un polímero, el cual se funde y luego es introducido en un molde para posteriormente solidificarse. (Castro, 2009)

La fundición en arena es conocida como el proceso más común ya que la arena se encuentra en abundancia en la naturaleza además es una material refractario que en combinación con la arcilla adquiere cohesión y moldeabilidad sin perder la permeabilidad que permite la evacuación de los gases del molde al tiempo que se vierte el metal fundido.” La fundición en arena consiste en colar un metal fundido, típicamente aleaciones de hierro, acero, bronce, latón y otros, en un molde de arena, dejarlo solidificar y posteriormente romper el molde para extraer la pieza fundida”.

De acuerdo al tipo de moldes los procesos de fundición del metal se dividen en dos categorías 1) moldes desechables y 2) moldes permanentes. En las operaciones de fundición con molde desechable, el molde es destruido al momento de remover la pieza fundida por lo tanto la velocidad de producción es baja al necesitar mayor tiempo para sustituir un nuevo molde para cada nueva fundición sin embargo, para

ciertas partes se pueden producir moldes y fundiciones a velocidades de 400 partes por hora o mayores. En las operación es de fundición con molde permanente, el molde es fabricado de metal y de esta forma puede ser usado en repetidas operaciones y se obtiene una mayor velocidad de producción.

#### **2.4.2.2 Fundición de Piezas en Aluminio**

El símbolo del Aluminio es Al y tiene un número atómico de 13 es un metal ferromagnético, el tercer elemento más común encontrado en la corteza terrestre. Los compuestos de aluminio forman el 8 % de la corteza de la tierra y se encuentran presentes en la mayoría de las rocas, de la vegetación y de los animales. Como metal se extrae únicamente del mineral conocido con el nombre de bauxita, por transformación primero en alúmina mediante el proceso Bayer y a continuación en aluminio metálico mediante electrólisis. “Este metal posee una combinación de propiedades que lo hacen muy útil en ingeniería de materiales, tales como su baja densidad ( $2.700 \text{ kg/m}^3$ ) y su alta resistencia a la corrosión. Mediante aleaciones adecuadas se puede aumentar sensiblemente su resistencia mecánica (hasta los 690 MPa). Es buen conductor de la electricidad y del calor, se mecaniza con facilidad y es muy barato. Por todo ello es desde mediados del siglo XXII el metal que más se utiliza después del acero”. (Castro, 2009)

#### **2.4.2.3 Características físicas**

El aluminio es un elemento muy abundante en la naturaleza, solo aventajado por el oxígeno. Se trata de un metal ligero, con una densidad de  $2700 \text{ kg/m}^3$ , y con un bajo punto de fusión ( $660 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Su color es blanco y refleja bien la radiación electromagnética del espectro visible y el térmico. Es buen conductor eléctrico (entre  $35$  y  $38 \text{ m}/(\Omega \text{ mm}^2)$ ) y térmico ( $80$  a  $230 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ).

#### **2.4.2.4 Características mecánicas**

Es un material blando (Escala de Mohs: 2-3-4) y maleable. En estado puro tiene un límite de resistencia en tracción de  $160\text{-}200 \text{ N/mm}^2$  ( $160\text{-}200 \text{ MPa}$ ). Todo ello le hace adecuado para la fabricación de cables eléctricos y láminas delgadas, pero no como elemento estructural. Para mejorar estas propiedades se alea con otros

metales, lo que permite realizar sobre él operaciones de fundición y forja, así como la extrusión del material. También de esta forma se utiliza como soldadura.

#### **2.4.2.5 Estructura atómica del aluminio.**

La capa de valencia del aluminio está poblada por tres electrones, por lo que su estado normal de oxidación es III. Esto hace que reaccione con el oxígeno de la atmósfera formando con rapidez una fina capa gris mate de alúmina  $Al_2O_3$ , que recubre el material, aislándolo de ulteriores corrosiones. Esta capa puede disolverse con ácido cítrico. A pesar de ello es tan estable que se usa con frecuencia para extraer otros metales de sus óxidos. Por lo demás, el aluminio se disuelve en ácidos y bases. Reacciona con facilidad con el ácido clorhídrico y el hidróxido sódico.

#### **2.4.2.6 Aleaciones**

El aluminio puro es un material blando y poco resistente a la tracción. Para mejorar estas propiedades mecánicas se alea con otros elementos, principalmente magnesio, manganeso, cobre, zinc y silicio, a veces se añade también titanio y cromo.



**Figura 2.1.-**Aleación de aluminio

**Fuente:** [http://cef.uca.edu.sv/descargables/tesis\\_descargables](http://cef.uca.edu.sv/descargables/tesis_descargables)

La primera aleación de aluminio, el popular duraluminio fue descubierta casualmente por el metalúrgico alemán Alfred Wilm y su principal aleante era el cobre. Actualmente las aleaciones de aluminio se clasifican en series, desde la 1000 a la 8000, según el siguiente cuadro. (Universidad de Buenos Aires, 2009)



**Tabla 2.2.-**Clasificación de las aleaciones de Aluminio

Serie	Designación	Aleante principal	Principales compuestos en la aleación
<b>Serie 1000</b>	1XXX	99 % al menos de aluminio	-
<b>Serie 2000</b>	2XXX	Cobre (Cu)	Al <sub>2</sub> Cu - Al <sub>2</sub> CuMg
<b>Serie 3000</b>	3XXX	Manganeso (Mn)	Al <sub>6</sub> Mn
<b>Serie 4000</b>	4XXX	Silicio (Si)	-
<b>Serie 5000</b>	5XXX	Magnesio (Mg)	Al <sub>3</sub> Mg <sub>2</sub>
<b>Serie 6000</b>	6XXX	Magnesio (Mg) y Silicio (Si)	Mg <sub>2</sub> Si
<b>Serie 7000</b>	7XXX	Zinc (Zn)	MgZn <sub>2</sub>

**Fuente:** [http://www.metallactual.com/revista/31/materiales\\_aleaciones.pdf](http://www.metallactual.com/revista/31/materiales_aleaciones.pdf):

- Las series 2000, 6000 y 7000 son tratadas térmicamente para mejorar sus propiedades. El nivel de tratamiento se denota mediante la letra T seguida de varias cifras, de las cuales la primera define la naturaleza del tratamiento. Así T3 es una solución tratada térmicamente y trabajada en frío.
- Serie 1000: realmente no se trata de aleaciones sino de aluminio con presencia de impurezas de hierro o aluminio, o también pequeñas cantidades de cobre, que se utiliza para laminación en frío.
- Serie 2000: el principal aleante de esta serie es el cobre, como el duraluminio o el avional. Con un tratamiento T6 adquieren una resistencia a la tracción de 442 MPa, que lo hace apto para su uso en estructuras de aviones.

- Serie 3000: el principal aleante es el manganeso, que refuerza el aluminio y le da una resistencia a la tracción de 110 MPa. Se utiliza para fabricar componentes con buena maquinabilidad, es decir, con un buen comportamiento frente al mecanizado.
- Serie 4000: el principal aleante es el silicio.
- Serie 5000: el principal aleante es el magnesio que alcanza una resistencia de 193 MPa después del recocido.
- Serie 6000: se utilizan el silicio y el magnesio. Con un tratamiento T6 alcanza una resistencia de 290 MPa, apta para perfiles y estructuras.
- Serie 7000: el principal aleante es el zinc. Sometido a un tratamiento T6 adquiere una resistencia de 504 MPa, apto para la fabricación de aviones.

#### **2.4.2.7 Características de las aleaciones para fundición**

Las aleaciones de aluminio para fundición han sido desarrolladas habida cuenta de que proporcionan calidades de fundición idóneas, como fluidez y capacidad de alimentación, así como valores optimizados para propiedades como resistencia a la tensión, ductilidad y resistencia a la corrosión. Difieren bastante de las aleaciones para forja. El silicio en un rango entre el 5 al 12 % es el elemento aleante más importante porque promueve un aumento de la fluidez en los metales fundidos. En menores cantidades se añade magnesio, o cobre con el fin de aumentar la resistencia de las piezas (Castro, 2009)

#### **Aluminio de perflería**

El aluminio tiene una excelente resistencia a la corrosión gracias a que está protegido por una capa de óxido de aluminio, este tipo de aluminio en las aplicaciones industriales presenta las siguientes características: Ligero, resistencia mecánica, resistencia a la corrosión, no magnético, no flamable, no toxico

#### **Composición química del aluminio**

La mayoría de los perfiles extrudidos de aluminio están fabricados no sólo con aluminio, tienen además alrededor de un 1% de aleantes metálicos que mejoran sus propiedades.

Los elementos añadidos más utilizados son el magnesio (Mg), el silicio (Si), en manganeso (Mn), el zinc (Zn), y el cobre (Cu).

- Zn y Cu. Aumentan la resistencia mecánica y la dureza.
- Mn. Aumenta el límite elástico y la carga de rotura. Mejora resistencia a la corrosión.
- Si. Mejora resistencia a la corrosión.
- Mg. Aumenta la resistencia mecánica y la dureza. Mejora resistencia a la corrosión y la soldabilidad.

En función de la presencia de unos u otros se han definido las siguientes series de aluminio:

**Aleaciones 1xxx.-** Son aleaciones de aluminio técnicamente, puro, al 99,9% siendo sus principales impurezas el hierro y el silicio como elemento aleante se les aporta un 0,12% de cobre para aumentar su resistencia tienen una resistencia aproximada de 90Mpa. Se utilizan para laminado de trabajo en frío.

**Aleaciones 3xxx.-** el elemento principal de este grupo de aleaciones es el manganeso que está presente en 1,2 % y tiene como objetivo reforzar al aluminio. Tiene una resistencia aproximada de 110 Mpa en condiciones de recocido.

**Aleaciones 5xxx.-**En este grupo de aleaciones es el magnesio es el principal componente aleante su aporte varía del 2 al 5%. Esta aleación se utiliza para conseguir reforzamiento en solución sólida tiene una resistencia aproximada de 193Mpa.

### **Características mecánicas**

El aluminio es de fácil mecanizado

Muy maleable, el límite de resistencia a la tracción 160-200N/mm<sup>2</sup> en estado puro y en estado aleado de 140 a 6000N/mm<sup>2</sup>

## **2.4.3 FACTORES DE LAS ARENAS DE MOLDEO EN EL PROCESO DE FUNDICIÓN**

### **2.4.3.1 Arena verde de Fundición**

Arena verde se la conoce con este nombre porque en su mezcla utilizada para moldear contiene un cierto grado de humedad (Groover, 1997).

La arena de fundición es el sílice  $\text{SiO}_2$ , se la utiliza en fundición gracias a sus propiedades refractarias por lo que resisten altas temperaturas sin sufrir daño como fundirse o degradarse (Groover, 1997).

### **2.4.3.2 Composición de la arena verde**

Sílice 80-90%: Dan refractariedad y permeabilidad (granos grandes)

Arcilla (aglomerante) 4-9%: Partículas finas de la arena, por ejemplo; silicato de alúmina hidratado

Agua e impurezas 2-6%: minerales complejos, por ejemplo;  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{FeO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$

La arcilla con el agua forman una masa pastosa que rodea los granos de sílice y hace que entre ellos se genere una fuerza de cohesión

ARENA: >80% En las mezclas de moldeo

Definición A.F.S.: Es un material compuesto de granos de materia minera, distribuidos desde 2 hasta 0.05 mm de diámetro aprox.

Las arenas de fundición están compuestas principalmente por  $\text{SiO}_2$  (sílice) asociado con pequeñas cantidades de micas, feldespatos y otros minerales.

Clasificación: Sílice ( $\text{SiO}_2$ ), Zircón ( $\text{ZrSiO}_4$ ), Cromita ( $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ ), Olivino ( $\text{Mg}, \text{Fe}_2\text{SiO}_4$ ), estaurolita ( $\text{FeAl}_5\text{SiO}_{12}\text{OH}$ ) y silicatos de aluminio

La arena verde incluye a los siguientes componentes en su estructura:

**Arena Reciclada:**

Es la arena verde de moldeo que ya ha sido y que puede ser reutilizada (Gerling, 1979).

**Arena Nueva:**

Es arena sílice SiO<sub>2</sub> nueva que puede ser traída de ríos, mar o arena mineral de canteras (Groover, 1997).

**Carbonilla:**

Es un material extraído de minas carboníferas y se utiliza en forma pulverizada o granulada. Su función principal es la de proveer un acabado o tersura superficial de la pieza (Ramírez, 2006).

Ayuda a reducir la ocurrencia de penetración de metal y proporciona permeabilidad (Ramírez, 2006).

**Bentonita:**

Es un componente indispensable para aglutinar la mezcla de la arena verde. Proporciona resistencia, moldabilidad y plasticidad a la mezcla de la arena verde (Ramírez, 2006).

**Agua:**

Es un componente fundamental para la activación de la bentonita, también permite cohesionar a todos los elementos en mezcla la arena verde (Ramírez, 2006).

En la preparación de arena verde el agua debe ser cuidadosamente controlada, ya que niveles bajos de la misma no otorgará resistencia, plasticidad ni cohesión de los demás componentes. Excesivas cantidades en cambio pueden hacer una arena demasiado plástica y humedad afectando la resistencia (Ramírez, 2006)

**2.4.3.3 Tipos de Arena****1. Según el contenido de arcilla**

Mezcla Magra: 4-8% de arcilla, también llamadas arenas verdes. Se utilizan en su estado natural de humedad y arcilla. Contiene la cantidad adecuada de arcilla para ser utilizada en la elaboración de moldes

Semiarcillosas o semigrasas: 8-10% de arcilla.

Grasas: También llamadas arenas secas. Poseen más del 18% de arcilla. Estos moldes que después de confeccionados se llevan a un proceso de secado. Se utiliza mucho en piezas grandes. Se logra mayor exactitud dimensional, mayor resistencia y cohesión de la arena y mayor permeabilidad.

## **2. Según su origen**

Naturales: Arena que se utiliza tal como se encuentra en el yacimiento. Sintéticas: Se preparan artificialmente mezclando sílice pura con agua y con aglutinante y/o aglomerante adecuado.

## **3. Según se les haya empleado o no en el proceso**

Nueva: Es aquella que se va a emplear por primera vez en el proceso

Vieja: Arena usada en coladas anteriores y es reutilizada.

## **4. Según su aplicación en el moldeo**

De contacto: Son arenas preparadas con calidades especiales que se usan para formar una pequeña capa sobre el modelo.

De relleno: Son arenas viejas procedentes del desmoldeo que se utilizan para complementar el llenado del molde a continuación de la arena de contacto.

## **5. Según su utilización**

- Para moldes
- Para machos

## **6. De acuerdo al tamaño de grano**

**Tabla 2.3** Tamaño de grano de acuerdo a tipo de arena

Arena	INDICE A.F.S.	TAMAÑO DE GRANO
Muy gruesa	< a 18	entre 1 y 2 mm
Gruesa	entre 18 y 35	entre 0.5 y 1 mm
Media	entre 35 y 60	entre 0.25 y 0.5 mm
Fina	entre 60 y 150	entre 0.12 y 0.25 mm
Finísima	> 150	< 0.10 mm

**Fuente:** (Kalpakjian, Manufactura Ingeniería y tecnología)

#### 2.4.3.4 Calidad de las arenas

Para determinar la calidad esencial de la arena de fundición se hace necesaria algunas pruebas periódicas. Las mayorías de las pruebas mecánicas son simples y no requieren equipos elaborados. Varias de las pruebas están diseñadas para determinar las siguientes propiedades de la arena de moldeo:

- i. **Permeabilidad:** La porosidad de la arena que permite el escape de los gases y vapores formados en el molde.
- ii. **Resistencia:** La arena debe ser cohesiva hasta el grado de que tenga suficiente ligazón, tanto el contenido de agua como el de arcilla, afecta la propiedad de la cohesión.
- iii. **Resistencia en seco:** es la resistencia necesaria en la arena para mantener la forma de la cavidad del molde cuando este seca.
- iv. **Resistencia en verde:** es la capacidad de la arena para formar grumos para retener la forma necesaria.
- v. **Refractariedad:** La arena debe resistir las altas temperaturas sin fundirse.
- vi. **Resistencia en caliente:** Esta resistencia hace que la arena no se deteriore ni cambie sus dimensiones. “Una vez que el metal se solidifica y seca las orillas

del molde, la arena se calentará mucho; pero en ese momento se solidificó el metal y no es crítico el estado de la arena”. (Yandun, 1979)

- vii. **Desprendimiento:** Es la facilidad de la arena para sacudirla o sacarla después que solidificó la pieza. Si la arena tiene mucho aglutinante se endurece mucho al secarlas y se hace difícil separarla de la pieza fundida.
- viii. **Tamaño y forma del grano:** La arena debe tener un tamaño de grano dependiente de la superficie que se trate de producir, y los granos deben ser irregulares hasta tal grado que mantenga suficiente cohesión. (Yandun, 1979)

#### **2.4.3.5 Moldes**

Se conocen como moldes donde se solidifica el metal fundido.

Se conocen dos tipos de moldes

##### **Desechables**

Debe ser destruido para mover la fundición. Estos moldes se hacen de arena, yeso o materiales similares que tienen su forma, usando aglomerantes de varias clases. La fundición en arena es el ejemplo más prominente. En la fundición de arena se vacía metal líquido dentro del molde hecho de arena. Después de que el metal se endurece, se sacrifica el molde a fin de recuperar la fundición

##### **Permanentes**

La fundición en molde permanente usa un molde metálico construido en dos secciones que están diseñadas para cerrar y abrir con precisión y facilidad. Los moldes se hacen comúnmente de acero o hierro fundido. La cavidad junto con el sistema de vaciado se forma por maquinado en las dos mitades del molde a fin de lograr una alta precisión dimensional y un buen acabado superficial. Los metales que se funden comúnmente en molde permanente son: aluminio, magnesio, aleaciones de cobre y hierro fundido.



Puede usarse muchas veces para producir fundiciones en cantidad, es decir, tienen ciertas ventajas económicas en operaciones de alta producción. Está hecho de un metal o algunas veces de un refractario cerámico, que puede soportar las altas temperaturas de las operaciones de fundición. En este caso, el molde permanente consta de dos o más secciones que pueden abrirse para permitir la remoción de la parte terminada. La fundición en dados es el proceso más conocido de este grupo (Cuando se inyecta el metal fundido en la cavidad del molde a alta presión, las más comunes son de 7-350 MPa, la presión se mantiene durante la solidificación, posteriormente se abre el molde para remover la pieza).

#### **2.4.3.6 Modelos y corazones**

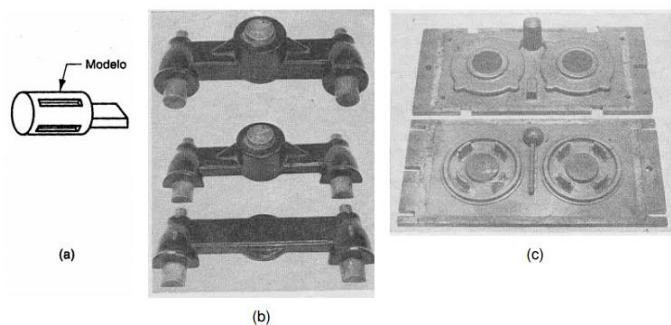
La madera es un material común para modelos, por la facilidad de trabajarla y darle forma. Sus desventajas son la tendencia a la torsión y al desgaste por la abrasión de la arena que se compacta a su alrededor, lo cual limita el número de veces que puede usarse. Los modelos de metal son más costosos pero duran más. Los plásticos representan un término medio entre la madera y los metales. La selección del material apropiado para patrones o modelos depende en gran parte de la cantidad total de piezas a producir. (Castro, 2009)

Hay varios tipos de modelos, como se ilustra en la figura 2.4. El más simple está hecho de una pieza, llamado modelo sólido, que tiene la misma forma de la fundición y los ajustes en tamaño por contracción y maquinado. Su manufactura es fácil, pero la complicación surge cuando se utiliza para hacer el molde de arena. Determinar la localización del plano de separación entre las dos mitades del molde e incorporar el sistema de vaciado y el vertedero de colada para un modelo sólido, puede ser un problema que se dejará al juicio y habilidad del operario del taller de fundición. Por tanto, los modelos sólidos se usan solamente en producciones de muy baja cantidad.

Los modelos divididos constan de dos piezas que separan la pieza a lo largo de un plano, éste coincide con el plano de separación del molde. Los modelos divididos son apropiados para partes de forma compleja y cantidades moderadas de

producción. El plano de separación del molde queda predeterminado por las dos mitades del molde, más que por el juicio del operador.

Para altos volúmenes de producción se emplean los modelos con placa de acoplamiento o los modelos de doble placa (superior e inferior). En un modelo con placa de acoplamiento, las dos piezas del modelo dividido se adhieren a los lados opuestos de una placa de madera o metal. Los agujeros de la placa permiten una alineación precisa entre la parte superior y el fondo (cope y drag) del molde. “Los modelos con doble placa de acoplamiento son similares a los patrones con una placa, excepto que las mitades del patrón dividido se pegan a placas separadas, de manera que las secciones de la parte superior e inferior del molde se puedan fabricar independientemente, en lugar de usar la misma herramienta para ambas”. (Universidad de Buenos Aires, 2009)

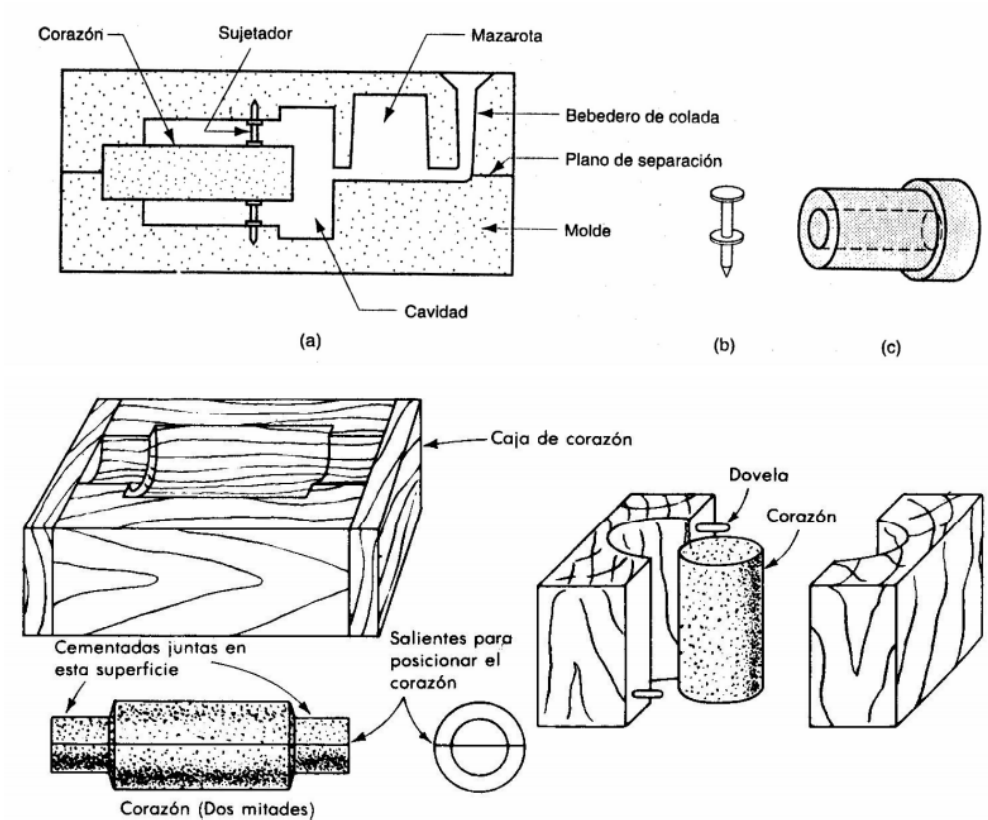


**Figura 2.2.**-Tipos de patrones utilizados en la fundición en arena

**Fuente:** <http://materias.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/PDF>

Los patrones definen la forma externa de la fundición. Si posee superficies internas, se necesita un corazón para definir las. Un corazón es un modelo de tamaño natural de las superficies interiores de la parte. El corazón se inserta en la cavidad del molde antes del vaciado, para que al fluir el metal fundido, solidifique entre la cavidad del molde y el corazón, formando así las superficies externas e internas de la fundición. El corazón se hace generalmente de arena compactada. El tamaño real del corazón debe incluir las tolerancias para contracción y maquinado lo mismo que el patrón. El corazón, dependiendo de la forma, puede o no requerir soportes que lo mantengan en posición en la cavidad del molde durante el vaciado. Estos soportes, llamados sujetadores, se hacen de un metal cuya temperatura de fusión sea mayor

que la de la pieza a fundir. Por ejemplo, para fundiciones de hierro colado se usan sujetadores de acero. Los sujetadores quedan atrapados en la fundición durante el vaciado y la solidificación. En la figura se muestra un posible arreglo del corazón usando sujetadores. La porción de los sujetadores que sobresalen de la fundición se recortan después. (Castro, 2009)



**Figura 2.3.-**a) Corazón mantenido en su lugar dentro de la cavidad del molde, b) diseño posible del sujetador, c) fundición con cavidad interna, d) manufactura del corazón

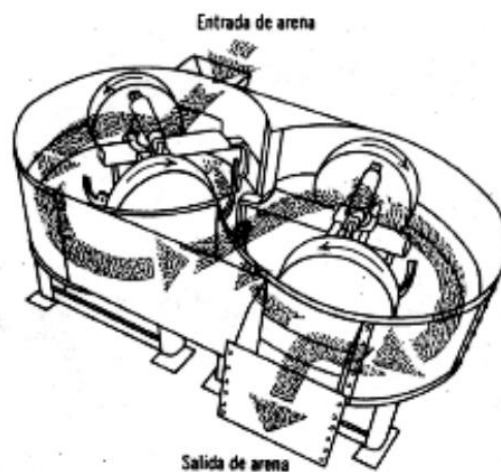
**Fuente:** <http://materias.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/PDF>

#### 2.4.3.7 Equipo para el acondicionamiento de la arena

Propiamente la arena bien acondicionada es un factor importante en la obtención de una buena pieza fundida. Las arenas nuevas así como las usadas preparadas adecuadamente, contienen los siguientes resultados:

- El aglutinante está distribuido más uniformemente en los granos de arena.

- El contenido de humedad está controlado y además la superficie particular esta humedecidas.
- Las partículas extrañas están eliminadas de la arena.
- La arena se ventila de tal manera que no se compacta y esté en condiciones propias para el moldeo.
- Por razón de que acondicionar la arena a mano es difícil la mayoría de las fundiciones tienen equipos apropiados para esta operación.



**Figura 2.4.-**Multitrituradora continúa de arena de fundición

**Fuente:** [http://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material\\_Complementario/Fundiciones.pdf](http://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Fundiciones.pdf)

Tiene dos rodillos en los cuales está montado una combinación de rastras y muelas trituradoras.

Las dos muelas trituradoras están dispuestas de tal manera que la arena pueda ser procesada de forma continua. Las muelas trituradoras proporcionan una acción intensa de frotamiento y amasado. El resultado es una distribución a través de los granos de arena con el material aglutinado.

Pruebas de la arena: “son pruebas que se realizan continuamente para verificar que cumpla con los requisitos necesarios para poder soportar el proceso, ya que es

normal que después del uso prolongado de estas se deterioren sus propiedades aglutinantes". (Castro, 2009)

El contenido de humedad se mide con un medidor de humedad el cual envía aire caliente a través de una muestra de arena a un volumen constante. El volumen de humedad se determina por el tiempo necesario para secar la muestra.

Las resistencias se miden con una probadora universal: se toma una muestra de arena y se somete a pruebas de tracción, compresión, esfuerzo cortante y de carga. El número de veces que cae el peso muerto y apisona la arena, determina la resistencia del núcleo.

La permeabilidad se mide con un aparato especial que registra el tiempo necesario para hacer pasar una cantidad determinada de aire a través de una muestra de arena. La arena poco permeable dejará pasar menos aire que otra más porosa.

#### **2.4.3.8 Máquinas para moldeo**

Estas máquinas ofrecen velocidades más altas de producción y mejor calidad de los colados además de mano de obra ligera y costos más bajos.

a) **Máquinas de moldeo por sacudida y compresión:** consta básicamente de una mesa accionada por dos pistones en cilindros de aire, uno dentro del otro. El molde en la mesa se sacude por la acción del pistón inferior que eleva la mesa en forma repetida y la deja caer bruscamente en un colchón de rebote. Las sacudidas empaquetan la arena en las partes inferiores de la caja de moldeo pero no en la parte superior. El cilindro más grande empuja hacia arriba la mesa para comprimir la arena en el molde contra el cabezal de compresión en la parte superior.

La opresión comprime las capas superiores de la arena en el molde pero algunas veces no penetra en forma efectiva todas las áreas del modelo. (Castro, 2009)

b) **Máquinas de sacudida y vuelco con retiro del modelo:** en esta máquina una caja de modelo se coloca sobre un modelo en una mesa, se llena con arena y se sacude. El exceso de arena se enrasa y se engrapa un tablero inferior a la caja de moldeo. La máquina eleva el molde y lo desliza en una mesa o transportador. La

caja se libera de la máquina, el modelo se vibra, se saca del molde y se regresa a la posición de carga. Máquinas similares comprimen y también sacuden.

c) **Máquina lanzadora de arena:** esta máquina logra un empaque consistente y un efecto de apisonado lanzando arena con alta velocidad al modelo. La arena de una tolva se alimenta mediante una banda a un impulsor de alta velocidad en el cabezal. Una disposición común es suspender la lanzadora con contrapesos y moverla para dirigir la corriente de arena con ventaja dentro de un molde. La dureza del molde se puede controlar mediante el operador cambiando la velocidad del impulsor y moviendo la cabeza impulsora. Su principal utilidad es para apisonar grandes moldes y su única función es empaclar la arena en los moldes. Generalmente trabaja con el equipo de retiro del modelo. (Castro, 2009)

#### 2.4.3.9 Moldeo en arena

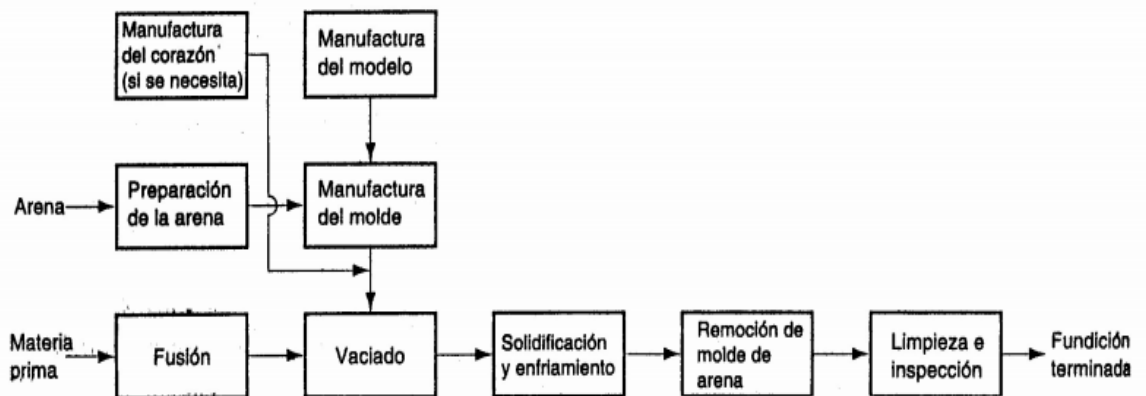
La fundición en arena es el proceso más utilizado, la producción por medio de este método representa la mayor parte del tonelaje total de fundición. Casi todas las aleaciones pueden fundirse en arena; de hecho, es uno de los pocos procesos que pueden usarse para metales con altas temperaturas de fusión, como son el acero, el níquel y el titanio. Su versatilidad permite fundir partes muy pequeñas o muy grandes (véase la figura) y en cantidades de producción que van de una pieza a millones de éstas.



**Figura 2.5.-**Fundición en arena

**Fuente:** [http://cef.uca.edu.sv/descargables/tesis\\_descargables](http://cef.uca.edu.sv/descargables/tesis_descargables)

La fundición en arena consiste en vaciar el metal fundido a un molde de arena, dejarlo solidificar y romper después el molde para remover la fundición. Posteriormente la fundición pasa por un proceso de limpieza e inspección, pero en ocasiones requiere un tratamiento térmico para mejorar sus propiedades metalúrgicas. En esta breve descripción se puede observar que la fundición en arena no solamente incluye operaciones de fundición, sino también la fabricación de modelos y manufactura de moldes. La secuencia se muestra en la siguiente figura.



**Figura 2.6.-** Pasos en la secuencia de producción de la fundición en arena

**Fuente:** <http://materias.fcyt.umss.edu.bo/tecnologia-II/PDF>

#### 2.4.4 GESTIÓN DE CALIDAD

“Un sistema de gestión de la calidad es una estructura operacional de trabajo, bien documentada e integrada a los procedimientos técnicos y gerenciales, para guiar las acciones de la fuerza de trabajo, la maquinaria o equipos, y la información de la organización de manera práctica y coordinada y que asegure la satisfacción del cliente y bajos costos para la calidad”. (Cinar Sistemas, 2014)

En otras palabras, un sistema de gestión de la calidad es una serie de actividades coordinadas que se llevan a cabo sobre un conjunto de elementos (recursos, procedimientos, documentos, estructura organizacional y estrategias) para lograr la calidad de los productos o servicios que se ofrecen al cliente, es decir, planear,

controlar y mejorar aquellos elementos de una organización que influyen en satisfacción del cliente y en el logro de los resultados deseados por la organización.

Si bien el concepto de Sistema de Gestión de la calidad nace en la industria de manufactura, estos pueden ser aplicados en cualquier sector tales como los de Servicios y Gubernamentales.

Una organización debe de tomar en cuenta la siguiente estructura:

- a) **Estrategias:** Definir políticas, objetivos y lineamientos para el logro de la calidad y satisfacción del cliente. Estas políticas y objetivos deben de estar alineados a los resultados que la organización desee obtener.
- b) **Procesos:** Se deben de determinar, analizar e implementar los procesos, actividades y procedimientos requeridos para la realización del producto o servicio, y a su vez, que se encuentren alineados al logro de los objetivos planteados. También se deben definir las actividades de seguimiento y control para la operación eficaz de los procesos.
- c) **Recursos:** Definir asignaciones claras del personal, Equipo y/o maquinarias necesarias para la producción o prestación del servicio, el ambiente de trabajo y el recurso financiero necesario para apoyar las actividades de la calidad.
- d) **Estructura Organizacional:** Definir y establecer una estructura de responsabilidades, autoridades y de flujo de la comunicación dentro de la organización.
- e) **Documentos:** Establecer los procedimientos documentos, formularios, registros y cualquier otra documentación para la operación eficaz y eficiente de los procesos y por ende de la organización (Cinar Sistemas, 2014)

## 2.4.5 CONTROL DE CALIDAD

### 2.4.5.1 Controles de calidad en piezas fundidas

En referencia a este punto, debemos establecer que básicamente existen dos tipos de controles:

- a) Controles de Producción



b) Controles de Recepción.

Como generalmente el Ing. Mecánico es usuario de productos fundidos, haremos hincapié en los controles de recepción, con el fin de saber si el producto que se nos entrega estará acorde a las normas y exigencias solicitadas. No obstante ello, mencionaremos sin entrar en detalle los controles de producción que deben estar al cuidado del fundidor.

**a) Controles de Producción:**

**a1) Materias Primas:** El grado de control necesario sobre las materias primas que ingresan, depende mucho de la confianza en la fuente proveedora. Esto no es así para la chatarra de acero, que exige un mayor rigor en el control, desde la inspección visual, hasta el análisis químico. Las piezas sin herrumbre en una pila de chatarra, indican un alto grado de aleación o galvanizado (que es más fácil de detectar). “El acero de construcción de color rojo puede ser fuente de contaminación con plomo. A excepción del acero, el certificado de análisis químico suele ser fiable y satisfactorio”. (Materiales ferrosos, 2013)

**a2) Fusión:** en este sector es de vital importancia el peso de todos los componentes de la carga del horno, como también de los inoculantes y el control de temperatura tanto del horno como de colado.

**a3) Calidad de la arena de moldeo:** Es importante que se tenga una arena de moldeo adecuada, y para ello es necesario que se efectúen ensayos de la arena, se compruebe la calidad del molde, tanto en la alimentación como respiraderos, pinturas, etc.

**a4) Tratamientos en Cuchara:** En este proceso, es importante tener en cuenta:

- Cantidad y tipo de inoculante.
- Peso del metal líquido a tratar.
- Tiempo de duración del tratamiento.

- Comprobación de estructura (Ensayo microscópico).
- Lapso de tiempo entre tratamiento y colado.

**a5) Colada:** Se debe controlar la limpieza de la colada, la temperatura y la velocidad de colado.

**a6) Tiempo de desmolde:** Se debe cuidar no desmoldar antes del tiempo necesario.

## 2.4.6 GESTIÓN DE CALIDAD

### 2.4.6.1 Defectos de la fundición

Existen defectos comunes en todos los procesos de fundición. Estos defectos se ilustran en la figura 2.8 y se describen brevemente a continuación:

**a) Llenado incompleto.** Este defecto aparece en una fundición que solidificó antes de completar el llenado de la cavidad del molde. Las causales típicas incluyen:

- 1) fluidez insuficiente del metal fundido,
- 2) muy baja temperatura de vaciado,
- 3) vaciado que se realiza muy lentamente y/o
- 4) sección transversal de la cavidad del molde muy delgada.

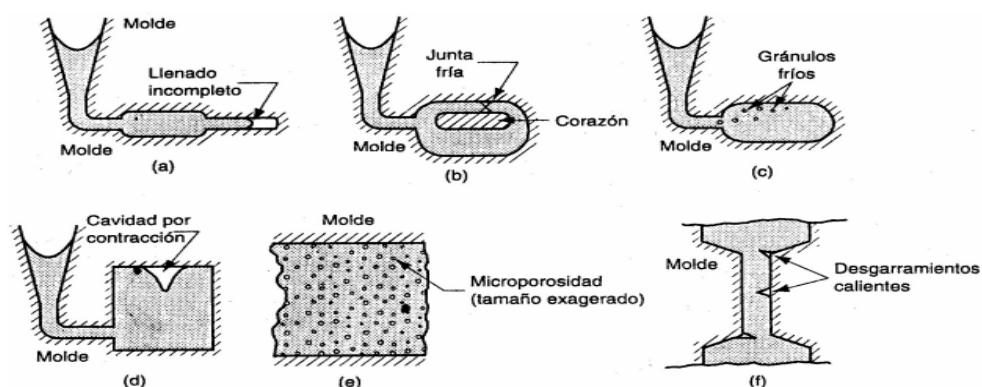
**b) Junta fría.** Una junta fría aparece cuando dos porciones del metal fluyen al mismo tiempo, pero hay una falta de fusión entre ellas debido a solidificación o enfriamiento prematuro. Sus causas son similares a las del llenado incompleto. (Andreoni, 2010)

**c) Metal granoso o gránulos fríos.** Las salpicaduras durante el vaciado hacen que se formen glóbulos de metal que quedan atrapados en la fundición. Un buen diseño del sistema y de los procedimientos de vaciado que eviten las salpicaduras puede prevenir este defecto.

**d) Cavidad por contracción.** Este defecto es una depresión de la superficie o un hueco interno en la fundición debido a la contracción por solidificación que restringe la cantidad de metal fundido disponible en la última región que solidifica. Ocurre frecuentemente cerca de la parte superior de la fundición, en cuyo caso se llama rechupe (figura 2.7). El problema se puede resolver frecuentemente por un diseño apropiado de la mazarota. (Andreoni, 2010)

**e) Microporosidad.** Se refiere a una red de pequeños huecos distribuida a través de la fundición debida a la contracción por solidificación del último metal fundido en la estructura dendrítica. El defecto se asocia generalmente con las aleaciones, debido a la forma prolongada, en que ocurre la solidificación en estos metales.

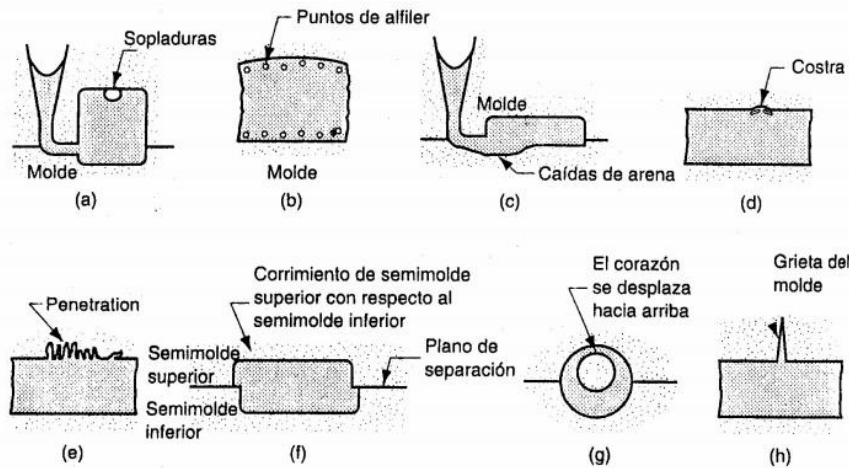
**f) Desgarramiento caliente.** Este defecto, también llamado agrietamiento caliente, ocurre cuando un molde, que no cede durante las etapas finales de la solidificación o en las etapas primeras de enfriamiento, restringe la contracción de la fundición después de la solidificación. Este defecto se manifiesta como una separación del metal (de aquí el término desgarramiento o agrietamiento) en un punto donde existe una alta concentración de esfuerzos, causado por la indisponibilidad del metal para contraerse naturalmente. En la fundición en arena y otros procesos con molde desechable o consumible, esto se previene arreglando el molde para hacerlo retráctil. En los procesos de molde permanente se reduce el desgarramiento en caliente, al separar la fundición del molde inmediatamente después de la solidificación. (Andreoni, 2010)



**Figura 2.7.-**Defectos en las fundiciones

**Fuente:** Andreoni, Aleaciones y materiales constituyentes

Algunos defectos se relacionan con el uso de moldes de arena y, por tanto, ocurren solamente en la fundición en arena. Aunque en menor grado, los otros procesos de molde desechable son también susceptibles a estos problemas. En la figura 2.9 se muestran algunos de los principales defectos que ocurren en la fundición en arena



**Figura 2.8.-**Defectos comunes de fundiciones en arena

**Fuente:** Andreoni, Aleaciones y materiales constituyentes

a) Sopladuras. Este defecto es una cavidad de gas en forma de pelota causada por un escape de gases del molde durante el vaciado. Ocurre en la superficie de la parte superior de la fundición o cerca ella. La baja permeabilidad, pobre ventilación y el alto contenido de humedad en la arena del molde son las causas generales.

b) Puntos de alfiler. Es un defecto similar al de las sopladuras que involucra la formación de numerosas cavidades pequeñas de gas en la superficie de la fundición o ligeramente por debajo de ella. (Andreoni, 2010)

c) Caídas de arena. Este defecto provoca una irregularidad en la superficie de la fundición, que resulta de la erosión del molde de arena durante el vaciado. El contorno de la erosión se imprime en la superficie de la fundición final.

d) Costras. Son áreas rugosas en la superficie de la fundición debido a la incrustación de arena y metal. Son causadas por desprendimientos de la superficie del molde que se descascaran durante la solidificación y quedan adheridas a la superficie de la fundición. (Andreoni, 2010)

e) Penetración. Cuando la fluidez del metal líquido es muy alta, éste puede penetrar en el molde o en el corazón de arena. Después de la solidificación, la superficie de la fundición presenta una mezcla de granos de arena y metal. Una mejor compactación del molde de arena ayuda a evitar esta condición.

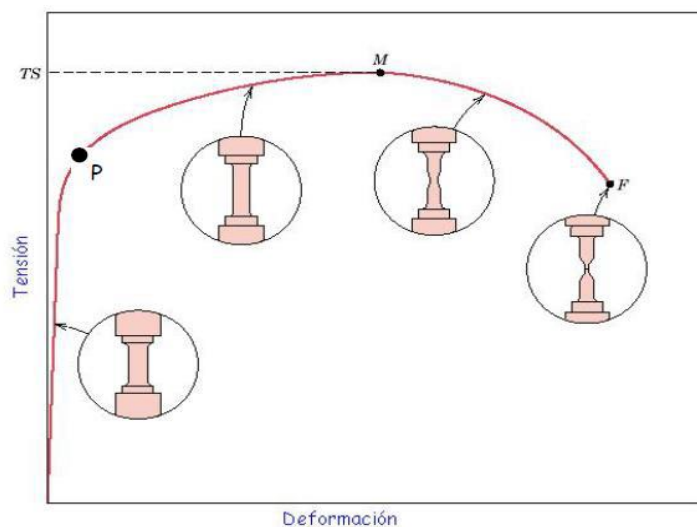
f) Corrimiento del molde. Se manifiesta como un escalón en el plano de separación del producto fundido, causado por el desplazamiento lateral del semimolde superior con respecto al inferior.

g) Corrimiento del corazón. Un movimiento similar puede suceder con el corazón, pero el desplazamiento es generalmente vertical. El corrimiento del corazón y del molde es causado por la flotación del metal fundido.

h) Molde agrietado (venas y relieves). Si la resistencia del molde es insuficiente, se puede desarrollar una grieta en la que el metal líquido puede entrar para formar una aleta en la fundición final. (Andreoni, 2010)

#### 2.4.6.2.- Ensayo de tracción

El ensayo de tracción es el más habitual para determinar la resistencia de los metales y aleaciones. Es un ensayo en el que se pretende romper mediante la aplicación de un esfuerzo de tracción, una probeta a velocidad constante en un periodo relativamente corto de tiempo.



**Figura 2.9. Curva de tracción**

**Fuente:** [jmcacer.webs.ull.es /CTMat/Practicas%20Laboratorios/tracción](http://jmcacer.webs.ull.es/CTMat/Practicas%20Laboratorios/tracción)

La fuerza (carga) sobre la muestra que está siendo analizada se registra al igual que la deformación medida mediante un extensómetro. De tal modo que al final del ensayo tendremos un gráfico tensión-deformación como el que se indicó en la figura 2.9.

Esfuerzo normal

$$\sigma_n = \frac{F}{A_0}$$

Deformación Normal

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

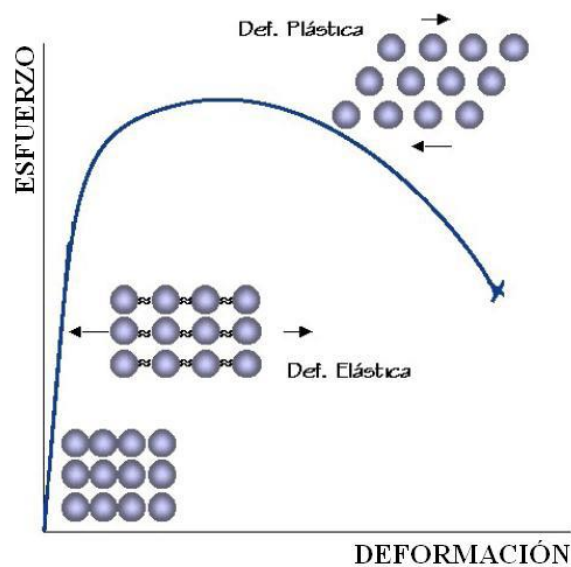
La medida del grado de deformación plástica que puede ser soportada por un material antes de la rotura puede ser:

Porcentaje de alargamiento ó Deformación porcentual total:

Para una longitud calibrada de 2 in, para aceros, el alargamiento puede ser del 3 a

40%, para aceros estructurales esta entre el 20 o 30%  $\rightarrow \% \epsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0}$

% de reducción del área  $\% AR = \frac{A_0 - A_f}{A_0}$

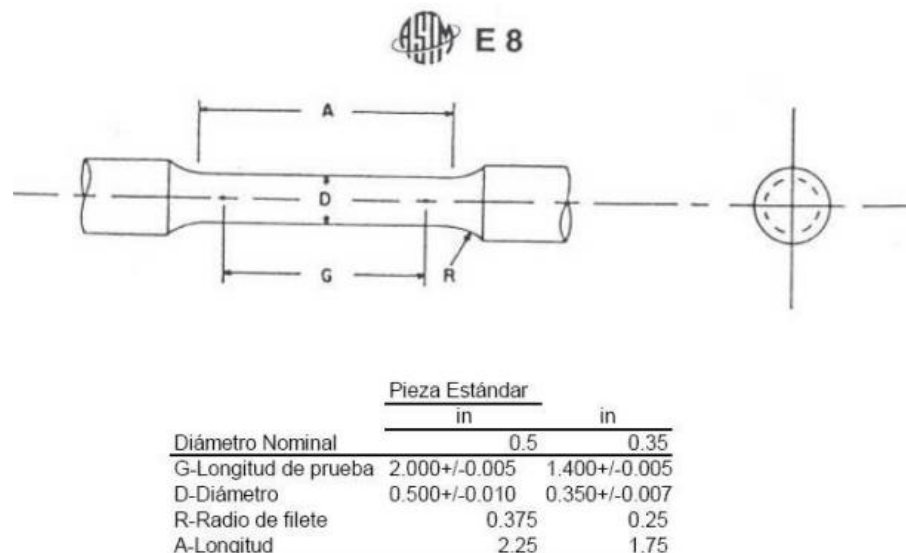


**Figura 2.10.-**Curva esfuerzo deformación

**Fuente:** [http://materiales.eia.edu.co/laboratorios/tracción/ensayo\\_de\\_tracción1.htm](http://materiales.eia.edu.co/laboratorios/tracción/ensayo_de_tracción1.htm)

### 2.4.6.1 Probetas para determinar propiedades de piezas fundidas de aluminio.

La caracterización de los materiales atendiendo a sus propiedades mecánicas es de suma importancia en el diseño, ya que nos permite elegir el material correcto según la función y esfuerzos a los que estará sometido. Para que dichas propiedades se puedan comparar convenientemente es necesario que el tamaño de las probetas, así como la forma en que se aplique la carga, estén estandarizados. Es así como surgen distintas organizaciones para establecer dicha uniformidad; este es el caso de la Sociedad Americana de Pruebas y Materiales (ASTM), Para la prueba aplicaremos una carga en dirección del eje axial de una probeta cilíndrica (estandarizada según norma ASTM E8).



**Figura 2.11.-**Probeta según la norma ASTM E811.

**Fuente:** Normas ASTM E811

La realización de estas pruebas es de gran ayuda para comparar materiales, desarrollo de aleaciones, Control de Calidad y diseño bajo ciertas circunstancias

### 2.4.6.3.- Determinación del número de granos de la microestructura

Para determinar el número de grano de la microestructura se ha elegido el método más utilizado, método planimétrico (Norma ASTM E 112)

Método planimétrico: Es el más utilizado para medir el tamaño de grano, este método consiste en realizar un círculo de 79.8 mm para una área de 5000 mm<sup>2</sup> en la microfotografía, una vez realizado el círculo de la medida estipulada se procede a contar el número de granos en el interior del círculo y el número de granos que interceptan con la circunferencia. Para que el conteo se a preciso hay que ir marcando los números de granos al momento de contarlos, lo que hace que este método sea lento. La fórmula que se presenta a continuación se utiliza para determinar el tamaño de grano de la microestructura.

$$NA = f \left( Ni + \frac{N_{int}}{2} \right)$$

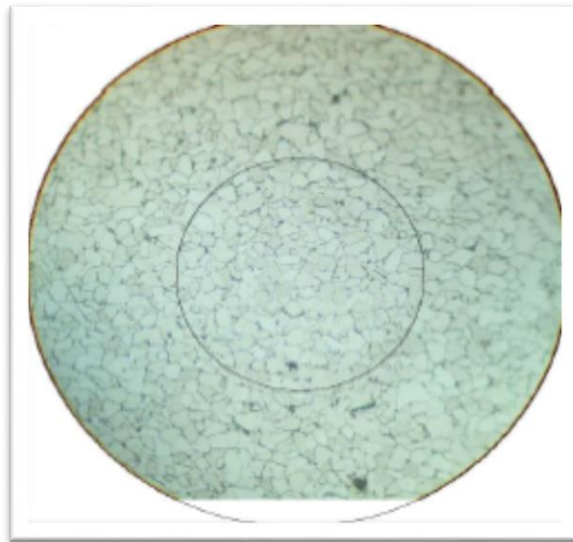
Donde:

Ni = número de granos en el interior

Nint = número de granos que interceptan

f = multiplicador Jeffries (2 para 100 x)

$$G = 3,321918 * \log NA - 2954$$



**Figura 2.12.-**Procedimiento Planimétrico

**Fuente:** [http://www.laboratorio.de.metalografía.y.soldadura\\_UNIVERSIDAD NACIONAL](http://www.laboratorio.de.metalografía.y.soldadura_UNIVERSIDAD_NACIONAL)

DEL COMAHUE.1972 Diego M. Seiro

G es el número de tamaño de grano de uno a ocho;



- grano grueso cuando  $G < 5$  (diámetro de grano 62 micras)
- grano fino cuando  $G > 7$  (diámetro de grano 32 micras)

#### 2.4.6.4.- Dureza

“La dureza es una medida del material a ser deformado plásticamente. Normalmente, esta propiedad se mide forzando con un penetrador su superficie, el cual generalmente está fabricado de un material mucho más duro que el material a ensayar y puede tener forma de esfera, pirámide o cono.

Debido a las características de este ensayo, se puede determinar experimentalmente una relación entre dureza y resistencia para un determinado material, por lo que el ensayo de dureza se utiliza con gran frecuencia en la industria para control de calidad ya que puede no ser destructivo y es más simple que el de tracción. (Hufnagel, 1992)

		Forma de la penetración			
Ensayo	Penetrador	Vista lateral	Vista en planta	Carga	Fórmula para el índice de dureza
Brinell	Esfera de 10 mm de acero o carburo de wolframio			$P$	$BHN = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$
Vickers	Pirámide de diamante			$P$	$VHN = \frac{1,72P}{d_1^2}$
Microdureza de Knoop	Pirámide de diamante			$P$	$KHN = \frac{14,2P}{l^2}$
Rockwell					
A } C } D }	Cono de diamante			60 kg $R_A =$ 150 kg $R_C =$ 100 kg $R_D =$	100-500t
B } F } G }	Esfera de acero de $\frac{1}{16}$ pulg de diámetro			100 kg $R_B =$ 60 kg $R_F =$ 150 kg $R_G =$	130-500t
E	Esfera de acero de $\frac{1}{8}$ pulg de diámetro			100 kg $R_E =$	

Figura 2.13.-Ensayos de dureza

Fuente: <http://www.utp.edu.co/~gcalles/DUREZABRINELL.pdf>

## Dureza Brinell

Se entiende por dureza la propiedad de la capa superficial de un material de resistir la deformación elástica, plástica y destrucción, en presencia de esfuerzos de contacto locales inferidos por otro cuerpo, más duro, el cual no sufre deformaciones residuales (identador o penetrador), de determinada formas y dimensiones.

La norma ASTM E10-78 define la dureza Brinell como un método de ensayo por indentación por el cual, con el uso de una maquina calibrada, se fuerza una bola endurecida, bajo condiciones específicas, contra la superficie del material a ensayar y se mide el diámetro de la impresión resultante luego de remover la carga. (Hufnagel, 1992)

La dureza Brinell (como esfuerzo de contacto), es la relación de la carga P que efectúa el identador esférico de diámetro D, al área de la superficie de la huella:

$$HBS \text{ o } HBW = \frac{F}{A} = \frac{F}{(D - \sqrt{D^2 - d^2})} = \frac{F}{D^2} \left[ \frac{\frac{2}{\pi}}{1 - \sqrt{1 - \left(\frac{d}{D}\right)^2}} \right]$$

HBS para los casos en que se utilice bola de acero

HBW para cuando se utilice bola de carburo de tungsteno

El carburo de tungsteno es un compuesto cerámico por tungsteno y carbono.

En la práctica se usa la siguiente formula de trabajo:

$$HBS \text{ o } HBW = \frac{F}{A} = \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

Donde:

D = es el diámetro de la bola en mm

F = es la carga aplicada en Kgf, y

d = es el diámetro medio de la indentación en mm

**Tabla 2.4.-**Selección de grados de fuerza

Material	Gama de durezas HB	Grado de fuerza $\left(\frac{P}{D^2}\right)$	Tiempo de aplicación [s]
Hierro dulce, acero, acero colado, fundición maleable.	67...500	30	10...15
Metales ligeros, aleaciones fundidas y amasadas, aleaciones de fundición inyectadas, cobre, latón, bronce, níquel, aleaciones de aluminio.	22...315	10	30
Aluminio puro, magnesio, cinc, latón fundido.	11...158	5	60
Metales antifricción.	6...78	2,5	60
Plomo, estaño, soldadura blanda.	3...39	1,25	60
Metal blando con temperaturas más elevadas	1...15	0,5	60

**Fuente.-** <http://www.utp.edu.co/~gcalle/DUREZABRINELL.pdf>

**Tabla 2.5.-**Dureza de metales

Metal	Dureza de brinell HD	Dureza de rockwell
Aluminio recocido	20	
Aluminio trabajado en frío	35	
Aleaciones de aluminio, templadas	40	
Aleaciones de aluminio, Endurecido	90	52b
Aleaciones de aluminio, coladas	80	44b
Hierro colado, gris, como fundición	175	10c
Cobre templado	45	
Aleación de cobre: latón, templado	100	60b
Plomo	4	

**Fuente.-** [www.fundicioneszabala.com/Fundicion-de-Aluminio-y-Aleaciones.html](http://www.fundicioneszabala.com/Fundicion-de-Aluminio-y-Aleaciones.html)

#### 2.4.6.5.-Contracción del aluminio

El material completamente solidificado sigue contrayéndose, una vez pasada la fase de fragilidad en caliente. Esto puede originar grietas de contracción en la pieza colada cuando esta no encuentre facilidad para tal contracción, tales grietas no se advierten en seguida, pero se manifiestan durante el uso de las piezas a consecuencias de las tensiones. (Groover, 1997).

El primer principio fundamental con respecto a esto consiste en mantener el molde y el noyo tan sueltos como sea posible y no desmontar demasiado pronto pero tampoco demasiado tarde.

#### Rechupes

El aluminio técnico experimenta al solidificarse una contracción de aproximadamente 7% y las aleaciones de 4 a 5%. Por lo tanto ocupa en estado sólido menos espacio.

**Tabla.2.6- Contracción volumétrica para diferentes metales de fundición**

Metal	Contracción Volumétrica	
	Contracción por Solidificación %	Contracción térmica del sólido %
Aluminio	7	5,6
Aleación de Aluminio (típica)	7	5
Fundición de hierro gris	1,8	3
Fundición de hierro gris al alto Carbono	0	3
Fundición de acero al bajo carbono	3	7,2
Cobre	4,5	7,5
Bronce (Cu-Sn)	5,5	6

**Fuente.-**Groover, Fundamentos de manufactura moderna

## Contracción lineal

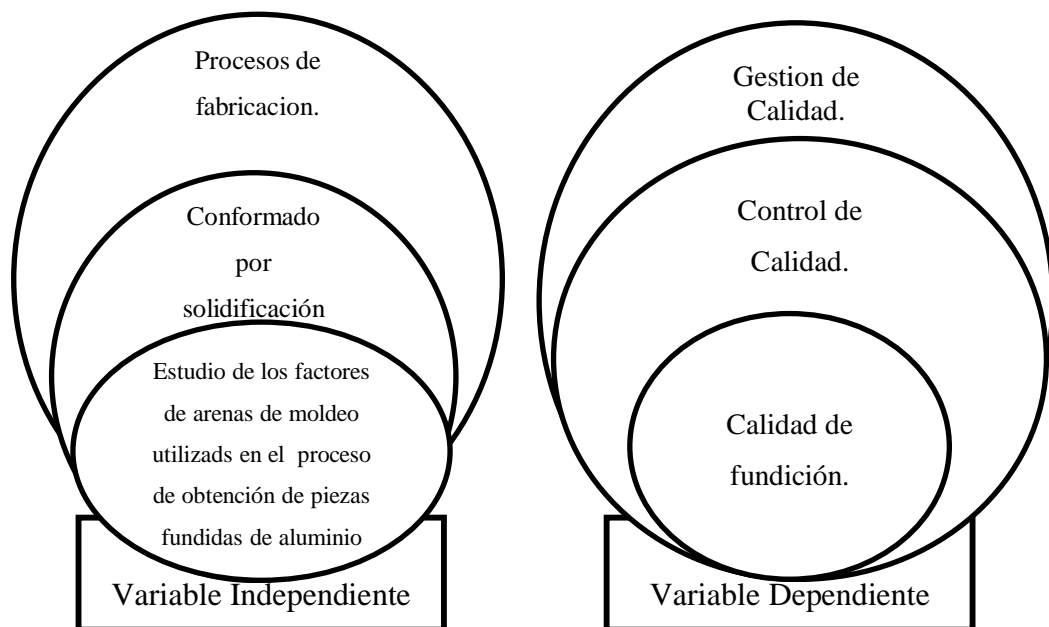
Es la última fase de la solidificación hasta alcanzar la temperatura ambiente.

Esta contracción se toma en cuenta en el modelo utilizando la escala de contracción que se presenta en la siguiente tabla

**Tabla.2.7- Contracción lineal**

metal	% de contracción
Fundición gris	0,5-1,2
fundición blanca	1,2-2
acero moldeado	1,5-2
bronce de estaño	0,8-2
bronce rojo	0,8-1,6
latón	0,8-1,8
aleaciones de zinc	1-1,5
aluminio	0,5-1
aleaciones de aluminio	1-2,3

**Fuente.-**Hans, Tecnología de los metales



**Figura 2.7.-**Variable

**Fuente:** El Autor

## **2.5 HIPÓTESIS**

El estudio de los factores de arenas de moldeo utilizadas en el proceso de obtención de piezas fundidas de aluminio permitirá mejorar la calidad en la fundición.

## **2.6 SEÑALAMIENTO DE LAS VARIABLES**

### **2.6.1 Variable independiente**

Estudio de los factores de arenas de moldeo utilizadas en el proceso de obtención de piezas fundidas de aluminio

### **2.6.2 Variable dependiente**

Calidad de fundición de aluminio

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 ENFOQUE**

Este estudio se basará en un enfoque cualitativo y cuantitativo ya que se busca comprobar ciertos temas con la realización de varios ensayos y cualitativo por la cualidad que se debe alcanzar para que el estudio alcance su objetivo

De igual forma se estudiará un proceso que ayude a alcanzar los parámetros que permitan una óptima calidad final en las piezas fundidas de aluminio.

#### **3.2 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación tiene un diseño basado en las modalidades de investigación siguientes:

##### **3.2.1. Investigación de Campo**

Se considera una investigación de campo ya que el estudio se realizará en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica justo en el lugar donde se está dando la problemática en el proceso de fundición de piezas en aluminio.

##### **3.2.2. Investigación Bibliográfica**

El propósito de este tipo de investigación es conocer, comparar, ampliar, profundizar y deducir diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos autores sobre una cuestión determinada, basándose en documentos, por lo tanto en el presente trabajo se utilizará la documentación acorde a nuestra investigación.

##### **3.2.3. Investigación Experimental**

Por lo que manipularemos las distintas variables independientes para observar cuales son los efectos que sufren con respecto a las variables dependientes y de esta forma determinar la relación causa efecto.

### **3.3 NIVELES DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.3.1 Investigación Exploratoria**

La presente investigación alcanzará el primer nivel exploratorio de investigación pues se reconoció variables de interés investigativo, como la determinación de las propiedades y aplicación industrial de la arena de moldeo.

#### **3.3.2 Investigación Descriptiva**

Esta investigación tiene un alcance del segundo nivel descriptivo de investigación debido a que se analizarán variables de manera aislada en la parte de red de categorías, describiendo las características de cada variable en el proceso con este trabajo investigativo se evaluará las propiedades de la arena y posteriormente la calidad de la pieza fundida en aluminio.

### **3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.4.1 Población**

La población para esta investigación será:

Todas las piezas fundidas de aluminio tanto con aluminio nuevo como con reciclado al igual que los moldes realizados en arena nueva y reciclada.

#### **3.4.2 Muestra**

Las muestras a analizar son las siguientes por ser un estudio de caso



**Tabla 3. 1** Número de muestras

Items	Combinación	Muestras				
		Discontinuidades	Ensayo de Tracción	Ensayo Metalográfico	Ensayo de dureza	Ensayo de Contracción
1	Aluminio de perfiles en arena proveniente de Riobamba con un porcentaje de humedad del 6%	5	7	7	7	7
2	Aluminio de perfiles en arena proveniente de Riobamba con un porcentaje de humedad del 7%	5	7	7	7	7
3	Aluminio de perfiles en arena proveniente de Riobamba con un porcentaje de humedad del 8%	5	7	7	7	7
4	Aluminio de perfiles en arena proveniente de Ambato(Fundidoras Tirado) con un porcentaje de humedad del 6%	5	7	7	7	7
5	Aluminio de perfiles en arena proveniente de Ambato(Fundidoras Tirado) con un porcentaje de humedad del 7%	5	7	7	7	7
6	Aluminio de perfiles en arena proveniente de Ambato(Fundidoras Tirado) con un porcentaje de humedad del 8%	5	7	7	7	7
7	Aluminio de perfiles en arena Reciclada de la UTA con un porcentaje de humedad del 6%	5	7	7	7	7
8	Aluminio de perfiles en arena Reciclada de la UTA con un porcentaje de humedad del 7%	5	7	7	7	7
9	Aluminio de perfiles en arena Reciclada de la UTA con un porcentaje de humedad del 8%	5	7	7	7	7

**Fuente:** El autor

La arena que se denomina como arena de Ambato es procedente de las Fundidoras Tirado que a su vez es obtenida de las Viñas.

La arena que se denomina proveniente de Riobamba se obtuvo de la Escuela Politécnica del Chimborazo que a su vez es conseguida de Misahualli.

La arena reciclada de la U.T.A. es el resultado de la mezcla de varias arenas que se utilizan en el laboratorio de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato

### 3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**3.5.1 Variable independiente:** Estudio de los factores de arena de moldeo utilizados en la obtención de piezas fundidas de aluminio.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
El proceso de obtención en pieza de aluminio inicia con la preparación, composición y elección del tipo de arena, tipo de composición de la colada a fundirse, y el método que se elija para moldear.	Factores de fundición	Tipo de arena	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arena(proveniente de Riobamba)</li> <li>• Arena(proveniente de Ambato)</li> <li>• Reciclada</li> </ul>	Observación directa
		Porcentaje de humedad a utilizar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál es la humedad óptima para fundir aluminio? (6%, 7%, 8%)</li> </ul>	Observación directa
	Material	Tipo de aluminio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aluminio de perfiles estructurales</li> </ul>	Bibliografías Norma AFS Fichas de registro

### 3.5.2 Variable dependiente: Calidad de fundición de aluminio

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e Instrumentos
La calidad de una pieza fundida se refleja en su aspecto visual, propiedades mecánicas, y su grado de tolerancia con la pieza matriz.	Defectología	Tipos de discontinuidades	Poros (<10%) Grietas (<5%) Rechupes inclusiones	Observación directa y bibliográfica  Instrumentos de medición
	Propiedades mecánicas	¿Qué dureza tendrá la fundición de aluminio?	11 a 160 HB	Máquinas de laboratorio
		¿Cuánto de tracción soporta el material?	No excede de los 25 Kg /mm <sup>2</sup>	Máquinas y Herramientas Ficha técnica de registro
	Contracción	¿Qué tipo de metalografía tendrá?	Grano fino Grano medio Grano grueso	Revisión óptica mediante microscopio
		Contracción máxima	¿Cuál es la contracción máxima?	Máquinas de laboratorio

### **3.6 TÉCNICAS DE LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

En la investigación la información se recolectará directamente en la empresa los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, se la realizará mediante la visualización para dar un diagnóstico de la situación actual en el proceso de fundición de aluminio.

Se procederá con la etapa de toma de datos la cual abarcará el lapso de un mes en la misma se realizaran toma de muestras de los tres diferentes tipos de arenas, de igual manera se realizaran diferentes fundiciones con aluminio proveniente de perfiles y aluminio proveniente de alambres, realizando seis combinaciones con los tipos de arena.

De todo el lote de piezas fundidas se procederá a hacer el control de calidad final en el cual se contará con conocimientos de defectología, tomando los parámetros críticos de fisuras, porosidades y demás.

Se realizarán probetas de acuerdo a normativa para determinar propiedades físicas y mecánicas.

### **3.7 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS**

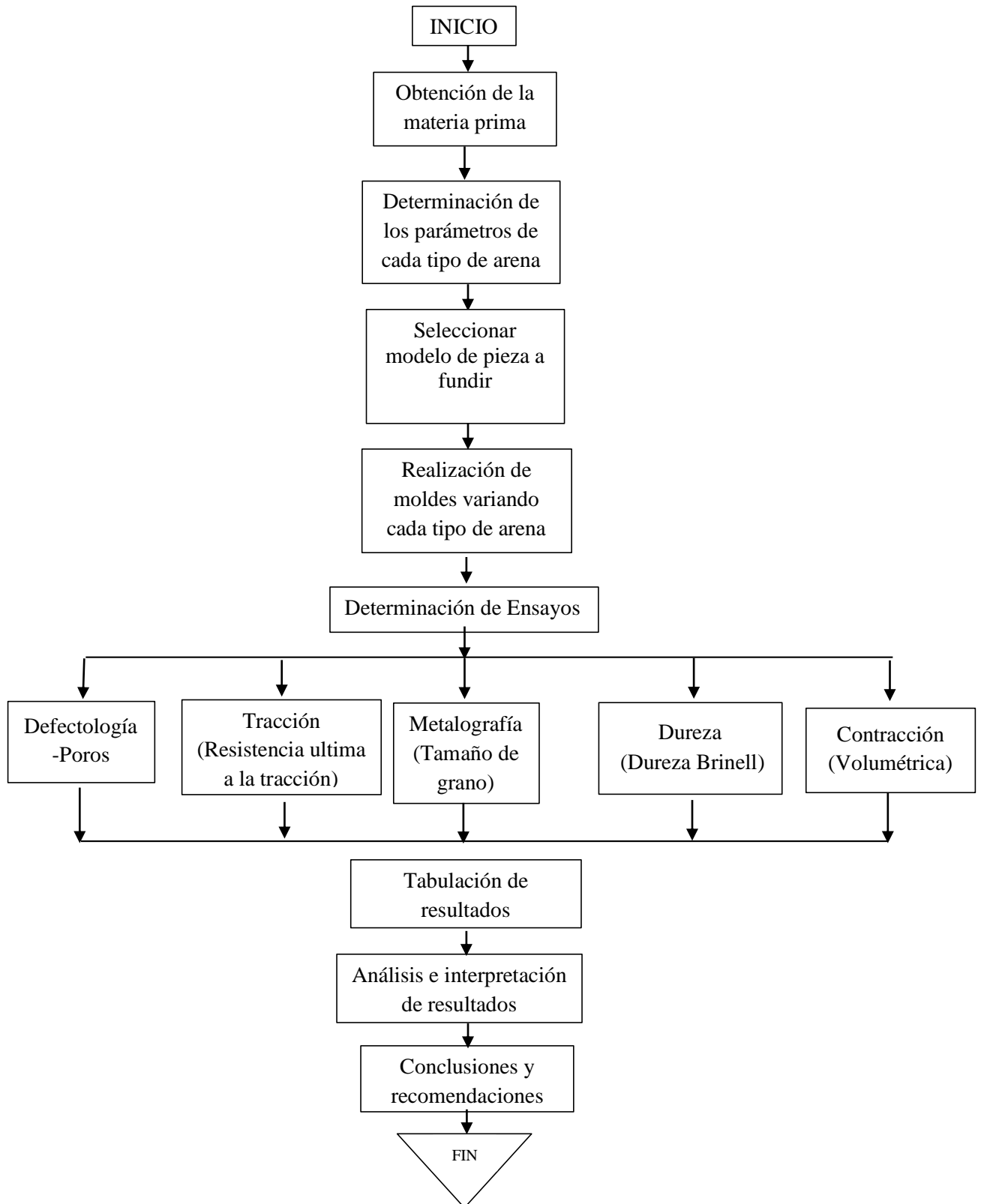
#### **3.7.1 Plan de procesamiento de la información recogida**

Se tomarán los datos que arrojen los ensayos destructivos y no destructivos, permitiendo graficar las variables de cada probeta, con el fin de poder sacar promedios de las propiedades mecánicas como dureza, resistencia a la tracción, tamaño de grano, porcentaje de porosidad.

## CAPITULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 PROCESO DE ANÁLISIS DE RESULTADOS



#### **4.1.1 Obtención de la materia prima**

Para la realización del estudio se adquirió como material a ser fundido aluminio reciclado de perfiles estructurales los cuales tienen las siguientes propiedades:

#### **Composición química del aluminio**

Porcentaje de silicio 0.40, hierro 0.40, cobre 0.15, Manganeso 0.70, Cromo 0.10, Zinc 0.10, Titanio 0.10, Otros 0.05 y el resto aluminio.

#### **Características mecánicas**

Resistencia a la tracción  $\text{Kg/mm}^2 = 26$ , Limite elástico al 0.2%  $\text{Kg/mm}^2 = 25$ , alargamiento% 50mm =8

También se adquirió tres tipos de arenas para la realización de los moldes temporales una de la Escuela politécnica de Riobamba que a su vez provenía de Misahuallí la segunda arena fue de la Industria de Fundidoras Tirado que era proveniente de las viñas, la tercera arena que se utilizo fue la misma arena que se encuentra en el laboratorio de fundición de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la UTA que es una mezcla de varias arenas.

#### **4.1.2 Determinación de los parámetros de cada tipo de arena**

La composición química fue establecida por los proveedores, para la determinación de la humedad se realizó secando cada tipo de arena a  $110\text{ }^\circ\text{C}$  y luego pesando para después agregar agua con el porcentaje que se vaya a trabajar en este caso se repitió el mismo proceso para una humedad del 6%, 7% y 8% del peso en cada tipo de arena.

#### **4.1.3 Seleccionar modelo de pieza a fundir**

La selección del modelo a ser fundido fue por las características que presentaba el mismo que fueron poseer zonas lisas, pequeñas curvaturas y también la presencia de agujeros que al final ayudan a observar con mayor facilidad las defectologías presentes.

#### **4.1.4 Realización de moldes variando cada tipo de arena**

Se realizó un molde que debe ser destruido para mover la fundición. Estos moldes se hicieron variando cada tipo de arena y también la humedad para cada tipo de muestras. En la fundición de arena se vació el metal líquido dentro del molde hecho de arena. Después de que el metal se endurece, se sacrificó el molde a fin de recuperar la fundición.

#### **4.1.5 Determinación de Ensayos**

Se realizó los diferentes ensayos

##### **Ensayo de Defectología.**

Se realizó visualmente midiendo las áreas para detectar el porcentaje de todas las desperfecciones presentes en la superficie de la pieza fundida

##### **Ensayo de Tracción.**

Se lo realizo usando la norma ASTM E8 para las dimensiones de la probeta que se ensayó y luego se determinó así la resistencia ultima a la tracción

##### **Ensayo de Metalografía.**

Se determinó el tamaño de grano por el método planimétrico usando la Norma ASTM E112

##### **Ensayo de Dureza.**

Se determinó la dureza Brinell usando un indentador de 2,5mm y usando la Norma ASTM E10 para calcular el espesor mínimo de la probeta que se ensayo

##### **Ensayo de Contracción.**




Se realizó con una probeta adecuada y fácil para la toma de datos, por medio de reducción de volumen en referencia a la pieza original luego que se sumergió en un vaso de precipitación se determinó el porcentaje de contracción.

## 4.2 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>			
<b>REGISTRO DE DATOS INFORMATIVOS</b>					
<b>PROBETA N°</b>	<b>1</b>	Autorizado por:		<b>Realizado por:</b>	Milton Martinez
<b>Lugar de realización:</b>	Laboratorio de Materiales FICM		<b>Fecha de ejecución:</b>	27-052015	
<b>Temperatura ambiente del lugar:</b>	20°C		<b>Flujo de aire del medio:</b>		
<b>ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL UTILIZADO EN GENERAL</b>					
<b>Especificación del material</b>	Arena verde de moldeo				DETALLE REFERENCIAL
<b>Color:</b>	Negra				
<b>Humedad:</b>	6%,7%,8%				
<b>Observaciones:</b>	Arena reciclada de los laboratorios de procesos de fabricación de la carrera de ingeniería mecánica de la U.T.A.				
<b>Especificación del material</b>	Arena verde de moldeo				DETALLE REFERENCIAL
<b>Color:</b>	Café				
<b>Humedad:</b>	6%,7%,8%				
<b>Observaciones:</b>	Arena proveniente de la ESPOCH escuela de ingeniería mecánica				
<b>Especificación del material</b>	Arena verde de moldeo				DETALLE REFERENCIAL
<b>Color:</b>	Negra				
<b>Humedad:</b>	6%,7%,8%				
<b>Observaciones:</b>	Arena proveniente de la empresa “FUNDICIONES TIRADO”				
<b>Especificación del material</b>	Aluminio de perfiles estructurales				DETALLE REFERENCIAL
<b>Con pintura :</b>	Contiene pintura				
<b>Sin pintura:</b>					
<b>Color</b>	Negro				



Probetas realizadas con arena verde reciclada proveniente de los  
Laboratorios de Ingeniería Mecánica de la UTA a 6% de humedad.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 			
ENSAYO DEFECTOLOGIA			
Tipo de estudio	De laboratorio	Ensayo N: 01	Humedad: 6%
Identificación del componente de estudio		Probeta N : 01	Arena: Reciclada de la UTA
Solicitado por:	UTA – FICM	Fecha:	
Centro de estudio y análisis		Laboratorio de materiales –FICM	
Realizado por:	Milton Martinez	Supervisado por:	Ing., Henry Vaca
PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO			
Lugar:	SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.		
Temperatura del ambiente:	22.5°C	Velocidad circundante:	0.8 m/S
Materia prima: aluminio de perfil estructural	Tiempo de secado de molde: 5 minutos		Temperatura: 240°C
PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA			
PROBETA ANALIZADA			
			
DEFECTOLOGIA	PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL		
Poros	16,8%		
Grietas	-		
Rechupes	2,56%		
Inclusiones	-		



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

<b>Tipo de estudio</b>	<b>De laboratorio</b>	<b>Ensayo N:01</b>	<b>Humedad: 6%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N : 02</b>	<b>Arena: Reciclada de la UTA</b>
<b>Solicitado por:</b>	<b>UTA – FICM</b>	<b>Fecha:</b>	
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	<b>Milton Martinez</b>	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	<b>22.5°C</b>	<b>Velocidad circundante:</b>	<b>0.8 m/S</b>
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**

**PROBETA ANALIZADA**



<b>DEFECTOLOGIA</b>	<b>PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL</b>
<b>Poros</b>	<b>12,82%</b>
<b>Grietas</b>	<b>0,2%</b>
<b>Rechupes</b>	<b>6,11%</b>
<b>Inclusiones</b>	<b>-</b>



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

Tipo de estudio	De laboratorio	Ensayo N:01	Humedad: 6%
Identificación del componente de estudio		Probeta N : 03	Arena: Reciclada de la UTA
Solicitado por:	UTA – FICM	Fecha:	
Centro de estudio y análisis		Laboratorio de materiales –FICM	
Realizado por:	Milton Martinez	Supervisado por:	Ing., Henry Vaca

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

Lugar:	SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.		
Temperatura del ambiente:	22.5°C	Velocidad circundante:	0.8 m/S
Materia prima: aluminio de perfil estructural	Tiempo de secado de molde: 5 minutos		Temperatura: 240°C

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**

**PROBETA ANALIZADA**



DEFECTOLOGIA	PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL
Poros	14,29%
Grietas	-
Rechupes	2,62%
Inclusiones	-



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

<b>Tipo de estudio</b>	<b>De laboratorio</b>	<b>Ensayo N:01</b>	<b>Humedad: 6%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N : 04</b>	<b>Arena: Reciclada de la UTA</b>
<b>Solicitado por:</b>	<b>UTA – FICM</b>	<b>Fecha:</b>	
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	<b>Milton Martinez</b>	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	<b>22.5°C</b>	<b>Velocidad circundante:</b>	<b>0.8 m/S</b>
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**

**PROBETA ANALIZADA**



<b>DEFECTOLOGIA</b>	<b>PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL</b>
<b>Poros</b>	<b>14,66%</b>
<b>Grietas</b>	<b>-</b>
<b>Rechupes</b>	<b>2,95%</b>
<b>Inclusiones</b>	<b>-</b>



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

Tipo de estudio	De laboratorio	Ensayo N:01	Humedad: 6%
Identificación del componente de estudio		Probeta N : 05	Arena: Reciclada de la UTA
Solicitado por:	UTA – FICM	Fecha:	
Centro de estudio y análisis		Laboratorio de materiales –FICM	
Realizado por:	Milton Martinez	Supervisado por:	Ing., Henry Vaca

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

Lugar:	SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.		
Temperatura del ambiente:	22.5°C	Velocidad circundante:	0.8 m/S
Materia prima: aluminio de perfil estructural	Tiempo de secado de molde: 5 minutos		Temperatura: 240°C

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**




**PROBETA ANALIZADA**



DEFECTOLOGIA	PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL
Poros	14,15%
Grietas	-
Rechupes	3,8%
Inclusiones	-

	Probetas(6% de Humedad en la arena reciclada de la UTA)					
Defectología	1	2	3	4	5	̄x (Promedio)
Poros (%)	16,8	12,82	14,29	14,66	14,15	14,544

Probetas realizadas con arena verde proveniente de la fundidora Tirado a 6% de humedad.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 			
ENSAYO DEFECTOLOGIA			
Tipo de estudio	De laboratorio	Ensayo N: 01	Humedad: 6%
Identificación del componente de estudio		Probeta N : 07	Arena: verde de fundidoras Tirado
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	
Centro de estudio y análisis		Laboratorio de materiales –FICM	
Realizado por:	Milton Martínez	Supervisado por:	Ing., Henry Vaca
PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO			
Lugar:	SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.		
Temperatura del ambiente:	22.5°C	Velocidad circundante:	0.8 m/S
Materia prima: aluminio de perfil estructural	Tiempo de secado de molde: 5 minutos		Temperatura: 240°C
PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA			
PROBETA ANALIZADA			
			
DEFECTOLOGIA	PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL		
Poros	6,97%		
Grietas			
Rechupes	3,17%		
Inclusiones	3,01%		



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

<b>Tipo de estudio</b>	<b>De laboratorio</b>	<b>Ensayo N:01</b>	<b>Humedad: 6%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N : 08</b>	<b>Arena: verde de fundidoras Tirado</b>
<b>Solicitado por:</b>	<b>UTA - FICM</b>	<b>Fecha:</b>	
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	<b>Milton Martinez</b>	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	<b>22.5°C</b>	<b>Velocidad circundante:</b>	<b>0.8 m/S</b>
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**

**PROBETA ANALIZADA**



<b>DEFECTOLOGIA</b>	<b>PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL</b>
<b>Poros</b>	<b>8,63%</b>
<b>Grietas</b>	<b>0,18%</b>
<b>Rechupes</b>	<b>1,2%</b>
<b>Inclusiones</b>	<b>-</b>



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

<b>Tipo de estudio</b>	De laboratorio	<b>Ensayo N: 01</b>	<b>Humedad: 6%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N : 09</b>	<b>Arena: verde de fundidoras Tirado</b>
<b>Solicitado por:</b>	UTA – FICM	<b>Fecha:</b>	
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	Milton Martinez	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	22.5°C	<b>Velocidad circundante:</b>	0.8 m/S
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**

**PROBETA ANALIZADA**



<b>DEFECTOLOGIA</b>	<b>PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL</b>
<b>Poros</b>	<b>8,53%</b>
<b>Grietas</b>	<b>0,18%</b>
<b>Rechupes</b>	<b>0,67%</b>
<b>Inclusiones</b>	<b>-</b>





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

<b>Tipo de estudio</b>	<b>De laboratorio</b>	<b>Ensayo N: 01</b>	<b>Humedad: 6%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N : 09</b>	<b>Arena: verde de fundidoras Tirado</b>
<b>Solicitado por:</b>	<b>UTA – FICM</b>	<b>Fecha:</b>	
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	<b>Milton Martinez</b>	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	<b>22.5°C</b>	<b>Velocidad circundante:</b>	<b>0.8 m/S</b>
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**

**PROBETA ANALIZADA**



<b>DEFECTOLOGIA</b>	<b>PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL</b>
<b>Poros</b>	<b>8,62%</b>
<b>Grietas</b>	<b>0,10%</b>
<b>Rechupes</b>	<b>0,66%</b>
<b>Inclusiones</b>	<b>-</b>



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

Tipo de estudio	De laboratorio	Ensayo N: 01	Humedad: 6%
Identificación del componente de estudio		Probeta N : 09	Arena: verde de fundidoras Tirado
Solicitado por:	UTA – FICM	Fecha:	
Centro de estudio y análisis		Laboratorio de materiales –FICM	
Realizado por:	Milton Martinez	Supervisado por:	Ing., Henry Vaca

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

Lugar:	SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.		
Temperatura del ambiente:	22.5°C	Velocidad circundante:	0.8 m/S
Materia prima: aluminio de perfil estructural	Tiempo de secado de molde: 5 minutos		Temperatura: 240°C

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**

**PROBETA ANALIZADA**



DEFECTOLOGIA	PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL
Poros	8,05%
Grietas	-
Rechupes	-
Inclusiones	-

	Probetas(6% de Humedad en la arena de Fundidoras Tirado)					
Defectología	1	2	3	4	5	̄x (Promedio)
Poros (%)	6,97	8,63	8,53	8,62	8,05	8,16

Probetas realizadas con arena verde proveniente de la escuela de Mecánica de la EsPOCH a 6% de humedad.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 			
ENSAYO DEFECTOLOGIA			
Tipo de estudio	De laboratorio	Ensayo N:01	Humedad: 6%
Identificación del componente de estudio		Probeta N : 04	Arena: verde de la ESPOCH
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	
Centro de estudio y análisis		Laboratorio de materiales –FICM	
Realizado por:	Milton Martínez	Supervisado por:	Ing., Henry Vaca
PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO			
Lugar:	SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.		
Temperatura del ambiente:	22.5°C	Velocidad circundante:	0.8 m/S
Materia prima: aluminio de perfil estructural	Tiempo de secado de molde: 5 minutos		Temperatura: 240°C
PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA			
PROBETA ANALIZADA			
			
DEFECTOLOGIA	PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL		
Poros	10,05%		
Grietas			
Rechupes	4,22%		
Inclusiones	-		



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

<b>Tipo de estudio</b>	<b>De laboratorio</b>	<b>Ensayo N:01</b>	<b>Humedad: 6%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N : 05</b>	<b>Arena: verde de la ESPOCH</b>
<b>Solicitado por:</b>	<b>UTA - FICM</b>	<b>Fecha:</b>	
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	<b>Milton Martinez</b>	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	<b>22.5°C</b>	<b>Velocidad circundante:</b>	<b>0.8 m/S</b>
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**

**PROBETA ANALIZADA**



<b>DEFECTOLOGIA</b>	<b>PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL</b>
<b>Poros</b>	<b>11,11%</b>
<b>Grietas</b>	
<b>Rechupes</b>	<b>1,88%</b>
<b>Inclusiones</b>	<b>-</b>



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

<b>Tipo de estudio</b>	De laboratorio	<b>Ensayo N: 01</b>	<b>Humedad: 6%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N : 06</b>	<b>Arena: verde de la ESPOCH</b>
<b>Solicitado por:</b>	UTA - FICM	<b>Fecha:</b>	
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	Milton Martinez	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	22.5°C	<b>Velocidad circundante:</b>	0.8 m/S
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**

**PROBETA ANALIZADA**



<b>DEFECTOLOGIA</b>	<b>PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL</b>
<b>Poros</b>	<b>10,27%</b>
<b>Grietas</b>	
<b>Rechupes</b>	<b>3,33%</b>
<b>Inclusiones</b>	<b>-</b>



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

<b>Tipo de estudio</b>	<b>De laboratorio</b>	<b>Ensayo N: 01</b>	<b>Humedad: 6%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N : 06</b>	<b>Arena: verde de la ESPOCH</b>
<b>Solicitado por:</b>	<b>UTA - FICM</b>	<b>Fecha:</b>	
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	<b>Milton Martinez</b>	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	<b>22.5°C</b>	<b>Velocidad circundante:</b>	<b>0.8 m/S</b>
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**

**PROBETA ANALIZADA**



<b>DEFECTOLOGIA</b>	<b>PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL</b>
<b>Poros</b>	<b>8,17%</b>
<b>Grietas</b>	<b>-</b>
<b>Rechupes</b>	<b>2,73%</b>
<b>Inclusiones</b>	<b>-</b>



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

<b>Tipo de estudio</b>	De laboratorio	<b>Ensayo N: 01</b>	<b>Humedad: 6%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N : 06</b>	<b>Arena: verde de la ESPOCH</b>
<b>Solicitado por:</b>	UTA - FICM	<b>Fecha:</b>	
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	Milton Martinez	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	22.5°C	<b>Velocidad circundante:</b>	0.8 m/S
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**

**PROBETA ANALIZADA**



<b>DEFECTOLOGIA</b>	<b>PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL</b>
<b>Poros</b>	<b>10,58%</b>
<b>Grietas</b>	-
<b>Rechupes</b>	<b>1,64%</b>
<b>Inclusiones</b>	-

	<b>Probetas(6% de Humedad en la arena de la Espoch)</b>					
<b>Defectología</b>	1	2	3	4	5	$\bar{x}$ (Promedio)
<b>Poros (%)</b>	10,05	11,11	10,27	8,17	10,58	10,036

Probetas realizadas con arena verde reciclada proveniente de los  
Laboratorios de Ingeniería Mecánica de la UTA a 7% de humedad.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 			
ENSAYO DEFECTOLOGIA			
Tipo de estudio	De laboratorio	Ensayo N: 01	Humedad: 7%
Identificación del componente de estudio		Probeta N : 10	Arena: Reciclada de la UTA
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	
Centro de estudio y análisis		Laboratorio de materiales –FICM	
Realizado por:	Milton Martínez	Supervisado por:	Ing., Henry Vaca
PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO			
Lugar:	SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.		
Temperatura del ambiente:	22.5°C	Velocidad circundante:	0.8 m/S
Materia prima: aluminio de perfil estructural	Tiempo de secado de molde: 5 minutos		Temperatura: 240°C
PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA			
PROBETA ANALIZADA			
			
DEFECTOLOGIA	PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL		
Poros	4,33%		
Grietas	-		
Rechupes	3,01%		
Inclusiones	-		





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

<b>Tipo de estudio</b>	De laboratorio	<b>Ensayo N: 01</b>	<b>Humedad: 7%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N : 11</b>	<b>Arena: Reciclada de la UTA</b>
<b>Solicitado por:</b>	UTA - FICM	<b>Fecha:</b>	
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	Milton Martinez	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	22.5°C	<b>Velocidad circundante:</b>	0.8 m/S
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**

**PROBETA ANALIZADA**



<b>DEFECTOLOGIA</b>	<b>PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL</b>
<b>Poros</b>	<b>7,05%</b>
<b>Grietas</b>	-
<b>Rechupes</b>	<b>1,88%</b>
<b>Inclusiones</b>	-



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

<b>Tipo de estudio</b>	De laboratorio	<b>Ensayo N: 01</b>	<b>Humedad: 7%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N : 12</b>	<b>Arena: Reciclada de la UTA</b>
<b>Solicitado por:</b>	UTA - FICM	<b>Fecha:</b>	
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	Milton Martinez	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	22.5°C	<b>Velocidad circundante:</b>	0.8 m/S
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**

**PROBETA ANALIZADA**



<b>DEFECTOLOGIA</b>	<b>PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL</b>
<b>Poros</b>	<b>6,55%</b>
<b>Grietas</b>	-
<b>Rechupes</b>	<b>4,53%</b>
<b>Inclusiones</b>	-



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

<b>Tipo de estudio</b>	De laboratorio	<b>Ensayo N: 01</b>	<b>Humedad: 7%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N : 12</b>	<b>Arena: Reciclada de la UTA</b>
<b>Solicitado por:</b>	UTA - FICM	<b>Fecha:</b>	
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	Milton Martinez	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	22.5°C	<b>Velocidad circundante:</b>	0.8 m/S
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**

**PROBETA ANALIZADA**



<b>DEFECTOLOGIA</b>	<b>PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL</b>
<b>Poros</b>	<b>5,98%</b>
<b>Grietas</b>	-
<b>Rechupes</b>	<b>3,02%</b>
<b>Inclusiones</b>	-



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

<b>Tipo de estudio</b>	De laboratorio	<b>Ensayo N: 01</b>	<b>Humedad: 7%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N : 12</b>	<b>Arena: Reciclada de la UTA</b>
<b>Solicitado por:</b>	UTA - FICM	<b>Fecha:</b>	
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	Milton Martinez	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	22.5°C	<b>Velocidad circundante:</b>	0.8 m/S
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**




**PROBETA ANALIZADA**



<b>DEFECTOLOGIA</b>	<b>PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL</b>
<b>Poros</b>	<b>5,15%</b>
<b>Grietas</b>	-
<b>Rechupes</b>	<b>2,82%</b>
<b>Inclusiones</b>	-

	<b>Probetas(7% de Humedad en la arena reciclada de la UTA)</b>					
<b>Defectología</b>	1	2	3	4	5	<b>x̄ (Promedio)</b>
<b>Poros (%)</b>	4,33	7,05	6,55	5,98	5,15	5,812

Probetas realizadas con arena verde proveniente de las fundidoras Tirado a 7% de humedad.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 			
ENSAYO DEFECTOLOGIA			
Tipo de estudio	De laboratorio	Ensayo N:01	Humedad: 7%
Identificación del componente de estudio		Probeta N : 16	Arena: verde de fundidoras Tirado
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	
Centro de estudio y análisis		Laboratorio de materiales –FICM	
Realizado por:	Milton Martínez	Supervisado por:	Ing., Henry Vaca
PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO			
Lugar:	SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.		
Temperatura del ambiente:	22.5°C	Velocidad circundante:	0.8 m/S
Materia prima: aluminio de perfil estructural	Tiempo de secado de molde: 5 minutos		Temperatura: 240°C
PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA			
PROBETA ANALIZADA			
			
DEFECTOLOGIA	PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL		
Poros	5,56%		
Grietas	-		
Rechupes	5,43%		
Inclusiones	-		



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

<b>Tipo de estudio</b>	De laboratorio	<b>Ensayo N:01</b>	<b>Humedad: 7%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N : 17</b>	<b>Arena: verde de fundidoras Tirado</b>
<b>Solicitado por:</b>	UTA - FICM	<b>Fecha:</b>	
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	Milton Martinez	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	22.5°C	<b>Velocidad circundante:</b>	0.8 m/S
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**

**PROBETA ANALIZADA**



<b>DEFECTOLOGIA</b>	<b>PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL</b>
<b>Poros</b>	<b>3,89%</b>
<b>Grietas</b>	-
<b>Rechupes</b>	<b>0,1%</b>
<b>Inclusiones</b>	-



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

<b>Tipo de estudio</b>	De laboratorio	<b>Ensayo N:01</b>	<b>Humedad: 7%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N : 18</b>	<b>Arena: verde de fundidoras Tirado</b>
<b>Solicitado por:</b>	UTA - FICM	<b>Fecha:</b>	
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	Milton Martinez	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	22.5°C	<b>Velocidad circundante:</b>	0.8 m/S
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**

**PROBETA ANALIZADA**



<b>DEFECTOLOGIA</b>	<b>PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL</b>
<b>Poros</b>	2,86%
<b>Grietas</b>	-
<b>Rechupes</b>	1,38%
<b>Inclusiones</b>	-



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

<b>Tipo de estudio</b>	De laboratorio	<b>Ensayo N:01</b>	<b>Humedad: 7%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N : 18</b>	<b>Arena: verde de fundidoras Tirado</b>
<b>Solicitado por:</b>	UTA - FICM	<b>Fecha:</b>	
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	Milton Martinez	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	22.5°C	<b>Velocidad circundante:</b>	0.8 m/S
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**

**PROBETA ANALIZADA**



<b>DEFECTOLOGIA</b>	<b>PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL</b>
<b>Poros</b>	<b>4,10%</b>
<b>Grietas</b>	-
<b>Rechupes</b>	<b>1%</b>
<b>Inclusiones</b>	-





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

<b>Tipo de estudio</b>	De laboratorio	<b>Ensayo N:01</b>	<b>Humedad: 7%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N : 18</b>	<b>Arena: verde de fundidoras Tirado</b>
<b>Solicitado por:</b>	UTA - FICM	<b>Fecha:</b>	
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	Milton Martinez	<b>Supervisado por:</b>	Ing., Henry Vaca

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	22.5°C	<b>Velocidad circundante:</b>	0.8 m/S
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**

**PROBETA ANALIZADA**



<b>DEFECTOLOGIA</b>	<b>PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL</b>
<b>Poros</b>	<b>4,83%</b>
<b>Grietas</b>	-
<b>Rechupes</b>	<b>1,5%</b>
<b>Inclusiones</b>	-

	<b>Probetas(7% de Humedad en la arena de Fundidoras Tirado)</b>					
<b>Defectología</b>	1	2	3	4	5	̄ (Promedio)
<b>Poros (%)</b>	5,56	3,89	2,86	4,1	4,83	4,248

Probetas realizadas con arena verde proveniente de la escuela de Mecánica de la EsPOCH a 7% de humedad.

 <div style="text-align: center;"> <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>  <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> </div> 			
ENSAYO DEFECTOLOGIA			
Tipo de estudio	De laboratorio	Ensayo N:01	Humedad: 7%
Identificación del componente de estudio		Probeta N : 13	Arena: verde de la ESPOCH
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	
Centro de estudio y análisis		Laboratorio de materiales –FICM	
Realizado por:	Milton Martínez	Supervisado por:	Ing., Henry Vaca
PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO			
Lugar:	SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.		
Temperatura del ambiente:	22.5°C	Velocidad circundante:	0.8 m/S
Materia prima: aluminio de perfil estructural	Tiempo de secado de molde: 5 minutos		Temperatura: 240°C
PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA			
PROBETA ANALIZADA			
			
DEFECTOLOGIA	PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL		
Poros	3.58%		
Grietas	-		
Rechupes	1,38%		
Inclusiones	-		



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

<b>Tipo de estudio</b>	De laboratorio	<b>Ensayo N:01</b>	<b>Humedad: 7%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N : 14</b>	<b>Arena: verde de la ESPOCH</b>
<b>Solicitado por:</b>	UTA - FICM	<b>Fecha:</b>	
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	Milton Martinez	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	22.5°C	<b>Velocidad circundante:</b>	0.8 m/S
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**

**PROBETA ANALIZADA**



<b>DEFECTOLOGIA</b>	<b>PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL</b>
<b>Poros</b>	<b>5,98%</b>
<b>Grietas</b>	-
<b>Rechupes</b>	<b>2,64%</b>
<b>Inclusiones</b>	-



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

<b>Tipo de estudio</b>	De laboratorio	<b>Ensayo N:01</b>	<b>Humedad: 7%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N : 15</b>	<b>Arena: verde de la ESPOCH</b>
<b>Solicitado por:</b>	UTA - FICM	<b>Fecha:</b>	
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	Milton Martinez	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	22.5°C	<b>Velocidad circundante:</b>	0.8 m/S
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**

**PROBETA ANALIZADA**



<b>DEFECTOLOGIA</b>	<b>PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL</b>
<b>Poros</b>	<b>5,88%</b>
<b>Grietas</b>	-
<b>Rechupes</b>	-
<b>Inclusiones</b>	-



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

<b>Tipo de estudio</b>	<b>De laboratorio</b>	<b>Ensayo N:01</b>	<b>Humedad: 7%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N : 15</b>	<b>Arena: verde de la ESPOCH</b>
<b>Solicitado por:</b>	<b>UTA - FICM</b>	<b>Fecha:</b>	
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	<b>Milton Martinez</b>	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	<b>22.5°C</b>	<b>Velocidad circundante:</b>	<b>0.8 m/S</b>
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**

**PROBETA ANALIZADA**



<b>DEFECTOLOGIA</b>	<b>PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL</b>
<b>Poros</b>	<b>5,15%</b>
<b>Grietas</b>	<b>-</b>
<b>Rechupes</b>	<b>-</b>
<b>Inclusiones</b>	<b>-</b>



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

<b>Tipo de estudio</b>	De laboratorio	<b>Ensayo N:01</b>	<b>Humedad: 7%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N : 15</b>	<b>Arena: verde de la ESPOCH</b>
<b>Solicitado por:</b>	UTA - FICM	<b>Fecha:</b>	
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	Milton Martinez	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	22.5°C	<b>Velocidad circundante:</b>	0.8 m/S
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**




**PROBETA ANALIZADA**



<b>DEFECTOLOGIA</b>	<b>PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL</b>
<b>Poros</b>	<b>4,78%</b>
<b>Grietas</b>	-
<b>Rechupes</b>	-
<b>Inclusiones</b>	-

	<b>Probetas(7% de Humedad en la arena de la Espoch)</b>					
<b>Defectología</b>	1	2	3	4	5	<b>x̄ (Promedio)</b>
<b>Poros (%)</b>	3,58	5,98	5,88	5,15	4,78	5,074

Probetas realizadas con arena verde reciclada proveniente de los  
Laboratorios de Ingeniería Mecánica de la UTA a 8% de humedad.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 			
ENSAYO DEFECTOLOGIA			
Tipo de estudio	De laboratorio	Ensayo N:01	Humedad: 8%
Identificación del componente de estudio		Probeta N : 19	Arena: Reciclada de la UTA
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	
Centro de estudio y análisis		Laboratorio de materiales –FICM	
Realizado por:	Milton Martínez	Supervisado por:	Ing., Henry Vaca
PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO			
Lugar:	SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.		
Temperatura del ambiente:	22.5°C	Velocidad circundante:	0.8 m/S
Materia prima: aluminio de perfil estructural	Tiempo de secado de molde: 5 minutos		Temperatura: 240°C
PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA			
PROBETA ANALIZADA			
			
DEFECTOLOGIA	PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL		
Poros	5%		
Grietas	-		
Rechupes	-		
Inclusiones	-		



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

<b>Tipo de estudio</b>	<b>De laboratorio</b>	<b>Ensayo N:01</b>	<b>Humedad: 8%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N : 20</b>	<b>Arena: Reciclada de la UTA</b>
<b>Solicitado por:</b>	<b>UTA - FICM</b>	<b>Fecha:</b>	
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	<b>Milton Martinez</b>	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	<b>22.5°C</b>	<b>Velocidad circundante:</b>	<b>0.8 m/S</b>
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**

**PROBETA ANALIZADA**



<b>DEFECTOLOGIA</b>	<b>PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL</b>
<b>Poros</b>	<b>5,09%</b>
<b>Grietas</b>	<b>-</b>
<b>Rechupes</b>	<b>6,64%</b>
<b>Inclusiones</b>	<b>-</b>





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

<b>Tipo de estudio</b>	De laboratorio	<b>Ensayo N:01</b>	<b>Humedad: 8%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N : 21</b>	<b>Arena: Reciclada de la UTA</b>
<b>Solicitado por:</b>	UTA - FICM	<b>Fecha:</b>	
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	Milton Martinez	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	22.5°C	<b>Velocidad circundante:</b>	0.8 m/S
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**

**PROBETA ANALIZADA**



<b>DEFECTOLOGIA</b>	<b>PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL</b>
<b>Poros</b>	3,02%
<b>Grietas</b>	-
<b>Rechupes</b>	-
<b>Inclusiones</b>	-



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

<b>Tipo de estudio</b>	De laboratorio	<b>Ensayo N:01</b>	<b>Humedad: 8%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N : 21</b>	<b>Arena: Reciclada de la UTA</b>
<b>Solicitado por:</b>	UTA - FICM	<b>Fecha:</b>	
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	Milton Martinez	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	22.5°C	<b>Velocidad circundante:</b>	0.8 m/S
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**

**PROBETA ANALIZADA**



<b>DEFECTOLOGIA</b>	<b>PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL</b>
<b>Poros</b>	4,37%
<b>Grietas</b>	-
<b>Rechupes</b>	-
<b>Inclusiones</b>	-



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

<b>Tipo de estudio</b>	<b>De laboratorio</b>	<b>Ensayo N:01</b>	<b>Humedad: 8%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N : 21</b>	<b>Arena: Reciclada de la UTA</b>
<b>Solicitado por:</b>	<b>UTA - FICM</b>	<b>Fecha:</b>	
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	<b>Milton Martinez</b>	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	<b>22.5°C</b>	<b>Velocidad circundante:</b>	<b>0.8 m/S</b>
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**




**PROBETA ANALIZADA**



<b>DEFECTOLOGIA</b>	<b>PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL</b>
<b>Poros</b>	<b>4,68%</b>
<b>Grietas</b>	-
<b>Rechupes</b>	-
<b>Inclusiones</b>	-

	<b>Probetas(8% de Humedad en la arena reciclada de la UTA)</b>					
<b>Defectología</b>	1	2	3	4	5	<b>̄ (Promedio)</b>
<b>Poros (%)</b>	5	5,09	3,02	4,37	4,68	4,432

Probetas realizadas con arena verde proveniente de las fundidoras Tirado a 8% de humedad.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 			
ENSAYO DEFECTOLOGIA			
Tipo de estudio	De laboratorio	Ensayo N:01	Humedad: 8%
Identificación del componente de estudio		Probeta N : 25	Arena: verde de fundidoras Tirado
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	
Centro de estudio y análisis		Laboratorio de materiales –FICM	
Realizado por:	Milton Martínez	Supervisado por:	Ing., Henry Vaca
PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO			
Lugar:	SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.		
Temperatura del ambiente:	22.5°C	Velocidad circundante:	0.8 m/S
Materia prima: aluminio de perfil estructural	Tiempo de secado de molde: 5 minutos		Temperatura: 240°C
PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA			
PROBETA ANALIZADA			
			
DEFECTOLOGIA	PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL		
Poros	0,68%		
Grietas	0,41%		
Rechupes	1,2%		
Inclusiones	-		



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

<b>Tipo de estudio</b>	De laboratorio	<b>Ensayo N:01</b>	<b>Humedad: 8%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N : 26</b>	<b>Arena: verde de fundidoras Tirado</b>
<b>Solicitado por:</b>	UTA - FICM	<b>Fecha:</b>	
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	Milton Martinez	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	22.5°C	<b>Velocidad circundante:</b>	0.8 m/S
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**

**PROBETA ANALIZADA**



<b>DEFECTOLOGIA</b>	<b>PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL</b>
<b>Poros</b>	<b>3,88%</b>
<b>Grietas</b>	-
<b>Rechupes</b>	-
<b>Inclusiones</b>	-



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

<b>Tipo de estudio</b>	<b>De laboratorio</b>	<b>Ensayo N:01</b>	<b>Humedad: 8%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N : 27</b>	<b>Arena: verde de fundidoras Tirado</b>
<b>Solicitado por:</b>	<b>UTA - FICM</b>	<b>Fecha:</b>	
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	<b>Milton Martinez</b>	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	<b>22.5°C</b>	<b>Velocidad circundante:</b>	<b>0.8 m/S</b>
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**

**PROBETA ANALIZADA**



<b>DEFECTOLOGIA</b>	<b>PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL</b>
<b>Poros</b>	<b>0,75%</b>
<b>Grietas</b>	<b>-</b>
<b>Rechupes</b>	<b>0,6%</b>
<b>Inclusiones</b>	<b>-</b>



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

<b>Tipo de estudio</b>	De laboratorio	<b>Ensayo N:01</b>	<b>Humedad: 8%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N : 27</b>	<b>Arena: verde de fundidoras Tirado</b>
<b>Solicitado por:</b>	UTA - FICM	<b>Fecha:</b>	
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	Milton Martinez	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	22.5°C	<b>Velocidad circundante:</b>	0.8 m/S
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**

**PROBETA ANALIZADA**



<b>DEFECTOLOGIA</b>	<b>PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL</b>
<b>Poros</b>	1,77%
<b>Grietas</b>	-
<b>Rechupes</b>	-
<b>Inclusiones</b>	-



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

<b>Tipo de estudio</b>	<b>De laboratorio</b>	<b>Ensayo N:01</b>	<b>Humedad: 8%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N : 27</b>	<b>Arena: verde de fundidoras Tirado</b>
<b>Solicitado por:</b>	<b>UTA - FICM</b>	<b>Fecha:</b>	
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	<b>Milton Martinez</b>	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	<b>22.5°C</b>	<b>Velocidad circundante:</b>	<b>0.8 m/S</b>
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**

**PROBETA ANALIZADA**






<b>DEFECTOLOGIA</b>	<b>PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL</b>			
<b>Poros</b>	<b>1,22%</b>			
<b>Grietas</b>	<b>-</b>			
<b>Rechupes</b>	<b>0,6%</b>			
<b>Inclusiones</b>	<b>-</b>			

	<b>Probetas(8% de Humedad en la arena de Fundidoras Tirado)</b>					
<b>Defectología</b>	1	2	3	4	5	<b>̄x (Promedio)</b>
<b>Poros (%)</b>	0,68	3,88	0,75	1,77	1,22	1,66



Probetas realizadas con arena verde proveniente de la escuela de Mecánica de la EsPOCH a 8% de humedad.

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b> 			
ENSAYO DEFECTOLOGIA			
Tipo de estudio	De laboratorio	Ensayo N:01	Humedad: 8%
Identificación del componente de estudio		Probeta N : 22	Arena: verde de la ESPOCH
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	
Centro de estudio y análisis		Laboratorio de materiales –FICM	
Realizado por:	Milton Martínez	Supervisado por:	Ing., Henry Vaca
PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO			
Lugar:	SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.		
Temperatura del ambiente:	22.5°C	Velocidad circundante:	0.8 m/S
Materia prima: aluminio de perfil estructural	Tiempo de secado de molde: 5 minutos		Temperatura: 240°C
PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA			
PROBETA ANALIZADA			
			
DEFECTOLOGIA	PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL		
Poros	4,26%		
Grietas	-		
Rechupes	-		
Inclusiones	-		



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

<b>Tipo de estudio</b>	De laboratorio	<b>Ensayo N:01</b>	<b>Humedad: 8%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N : 23</b>	<b>Arena: verde de la ESPOCH</b>
<b>Solicitado por:</b>	UTA - FICM	<b>Fecha:</b>	
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	Milton Martinez	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	22.5°C	<b>Velocidad circundante:</b>	0.8 m/S
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**

**PROBETA ANALIZADA**



<b>DEFECTOLOGIA</b>	<b>PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL</b>
<b>Poros</b>	<b>1,16%</b>
<b>Grietas</b>	<b>-</b>
<b>Rechupes</b>	<b>0,81%</b>
<b>Inclusiones</b>	<b>-</b>



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

<b>Tipo de estudio</b>	De laboratorio	<b>Ensayo N:01</b>	<b>Humedad: 8%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N : 24</b>	<b>Arena: verde de la ESPOCH</b>
<b>Solicitado por:</b>	UTA - FICM	<b>Fecha:</b>	
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	Milton Martinez	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	22.5°C	<b>Velocidad circundante:</b>	0.8 m/S
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**

**PROBETA ANALIZADA**



<b>DEFECTOLOGIA</b>	<b>PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL</b>
<b>Poros</b>	4,24%
<b>Grietas</b>	-
<b>Rechupes</b>	2,4%
<b>Inclusiones</b>	-



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

<b>Tipo de estudio</b>	De laboratorio	<b>Ensayo N:01</b>	<b>Humedad: 8%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N : 24</b>	
<b>Solicitado por:</b>	UTA - FICM	<b>Fecha:</b>	
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	Milton Martínez	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	22.5°C	<b>Velocidad circundante:</b>	0.8 m/S
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**

**PROBETA ANALIZADA**



<b>DEFECTOLOGIA</b>	<b>PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL</b>
<b>Poros</b>	<b>1,51%</b>
<b>Grietas</b>	-
<b>Rechupes</b>	<b>1,2%</b>
<b>Inclusiones</b>	-



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DEFECTOLOGIA**

<b>Tipo de estudio</b>	De laboratorio	<b>Ensayo N:01</b>	<b>Humedad: 8%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>	<b>Probeta N : 24</b>		
<b>Solicitado por:</b>	UTA - FICM	<b>Fecha:</b>	
<b>Centro de estudio y análisis</b>	Laboratorio de materiales –FICM		
<b>Realizado por:</b>	Milton Martínez	<b>Supervisado por:</b>	Ing., Henry Vaca

**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	22.5°C	<b>Velocidad circundante:</b>	0.8 m/S
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	Tiempo de secado de molde: 5 minutos		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA**

**PROBETA ANALIZADA**

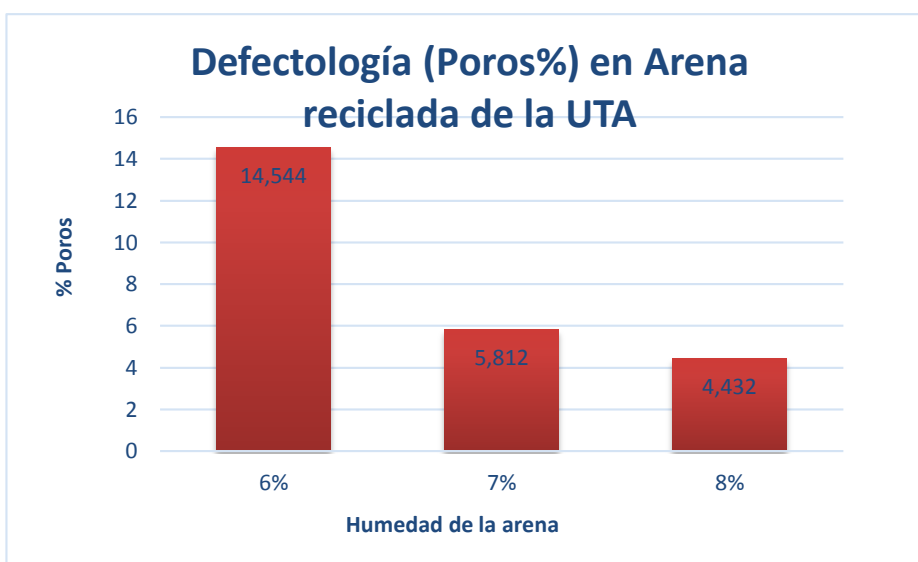


<b>DEFECTOLOGIA</b>	<b>PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL</b>				
<b>Poros</b>	2,14%				
<b>Grietas</b>	-				
<b>Rechupes</b>	3,4%				
<b>Inclusiones</b>	-				

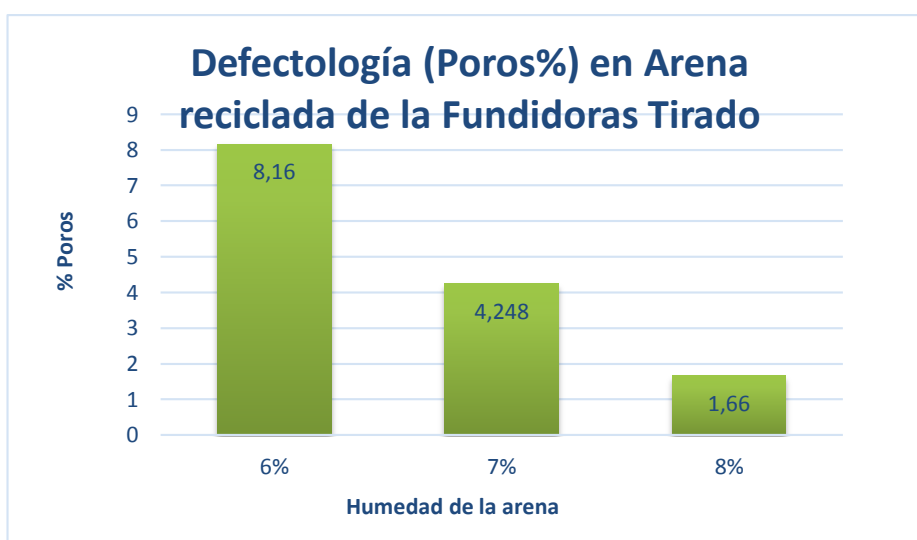
	<b>Probetas(8% de Humedad en la arena de la Espoch)</b>					
<b>Defectología</b>	1	2	3	4	5	× (Promedio)
<b>Poros (%)</b>	4,26	1,16	4,24	1,51	2,14	2,662

#### 4.2.1.-ANÁLISIS DE RESULTADOS

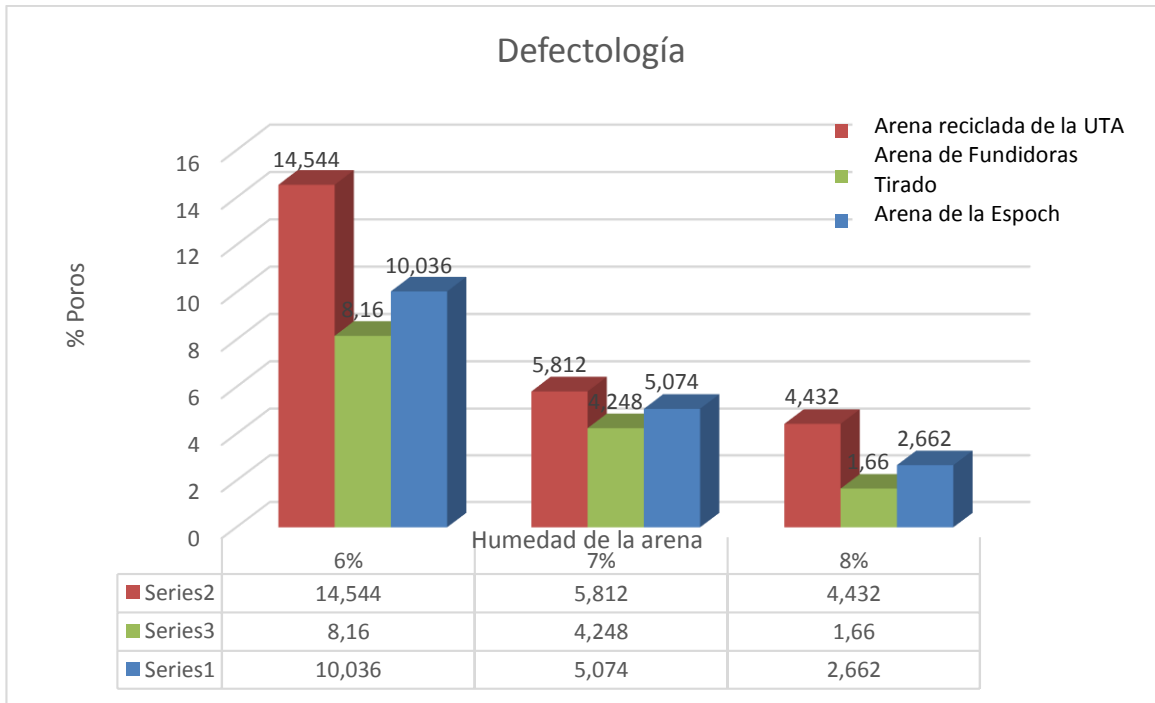
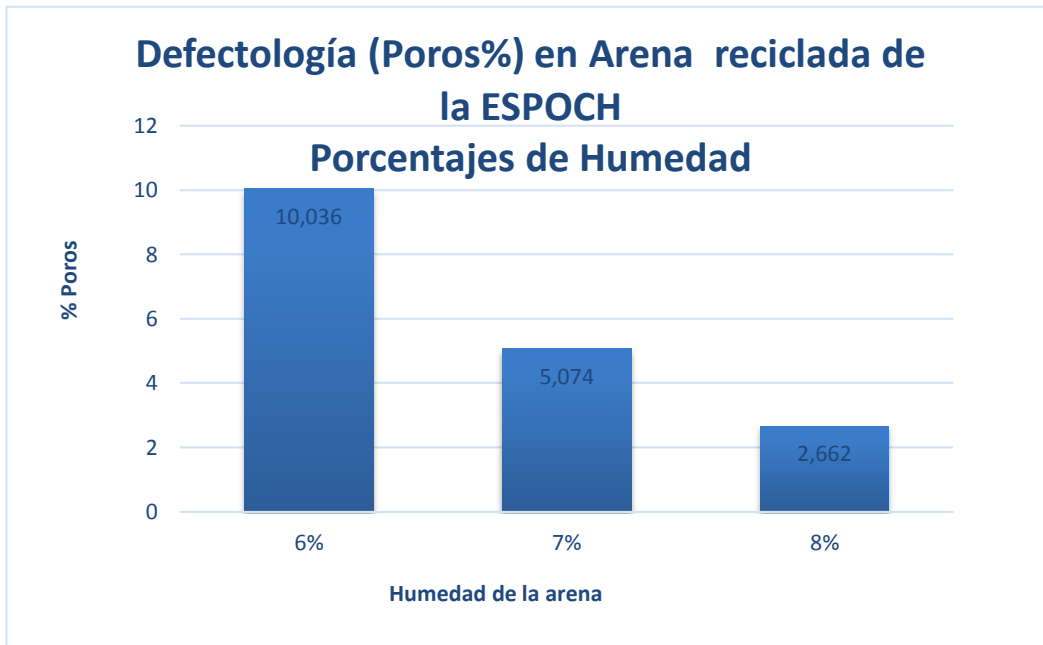
Promedio	Defectología (Poros%) en Arena reciclada de la UTA		
	Porcentajes de Humedad		
	6%	7%	8%
1	14,544	5,812	4,432




Promedio	Defectología (Poros%) en Arena reciclada de la Fundidoras Tirado		
	Porcentajes de Humedad		
	6%	7%	8%
1	8,16	4,248	1,66



Promedio	Defectología (Poros%) en Arena reciclada de la ESPOCH		
	Porcentajes de Humedad		
	6%	7%	8%
1	10,036	5,074	2,662



<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM – UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 01	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 6%
Probeta: Cilíndrica	Arena: Reciclada de la UTA	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 517,18 Kg		
Carga de ruptura 517,18 Kg		
RESULTADO:		
 <p style="text-align: center;">Elongation meas.apparatus: Extensometer .../A1</p>		
Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_o}{l_o} \times 100 = \frac{50,94 - 50}{50} \times 100 = \frac{0,94}{50} \times 100 = 1,88$		
Cálculo de la resistencia última a la tracción:		
$Sut = \frac{P_{Max}}{A_o} = > Sut = \frac{517,186Kg}{=126,6mm^2} = 4,085 \frac{Kg}{mm^2} = 40,035 \frac{N}{mm^2}$		



## ENSAYO A TRACCIÓN

### DATOS INFORMATIVOS

Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA

Solicitado por: Ing. Henry Vaca

Realizado por: Milton Martinez

Supervisado por: Ayudante de Laboratorio

Aprobado por:

Probeta N: 02

Ensayo N: 05

Material: Aluminio de perfiles

Tratamiento térmico: Ninguno

### DATOS PARA EL ENSAYO

Norma: ASTM

Designación: E 08

Humedad: 6%

Probeta: Cilíndrica

Arena: Reciclada de la UTA

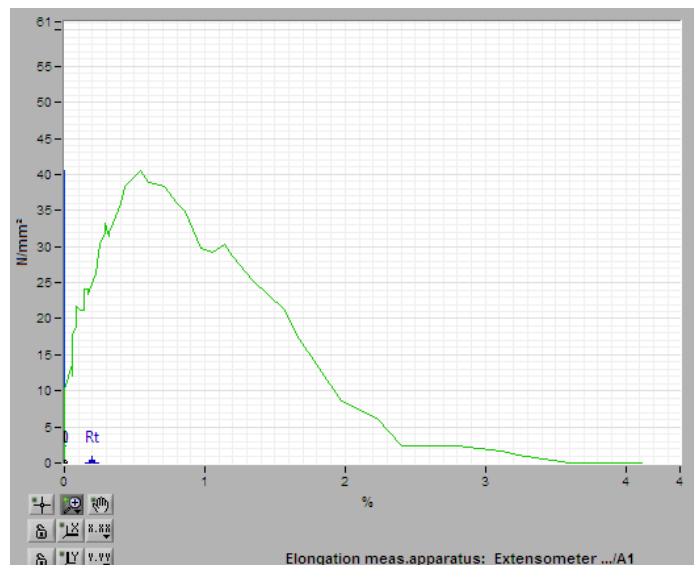
### RESULTADOS DEL ENSAYO

Fecha de ejecución: 22/07/2013

Carga máxima: 524,485 Kg

Carga de ruptura 524,485 Kg

RESULTADO:

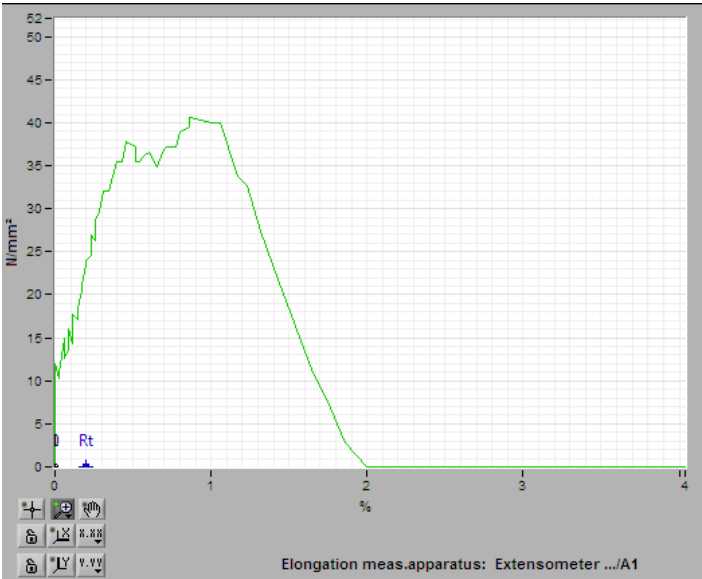


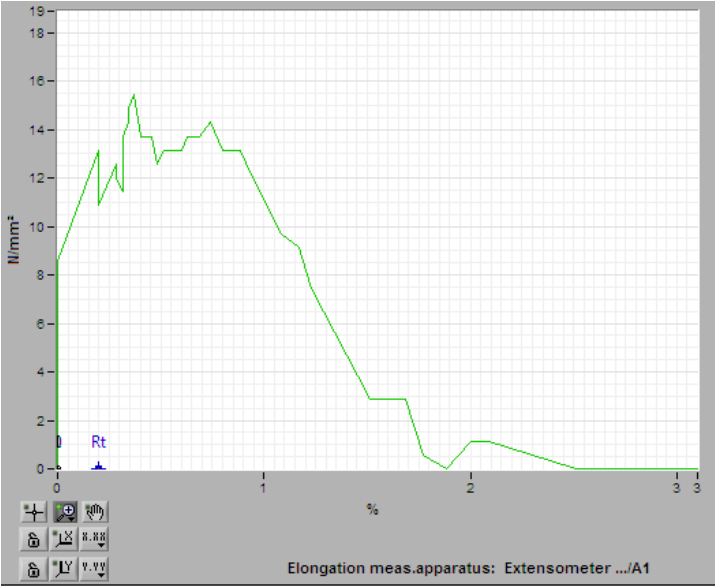
**Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):**

$$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{50,2714 - 50}{50} \times 100 = \frac{0,2714}{50} \times 100 = 0,5428$$

**Cálculo de la resistencia última a la tracción:**

$$Sut = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow Sut = \frac{524,485 Kg}{126,6 mm^2} = 4,1428 \frac{Kg}{mm^2} = 40,6 \frac{N}{mm^2}$$

<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 03	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 6%
Probeta: Cilíndrica	Arena: Reciclada de la UTA	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 524,57 Kg		
Carga de ruptura 524,57 Kg		
RESULTADO:		
 <p style="text-align: right; font-size: small;">Elongation meas.apparatus: Extensometer .../A1</p>		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{50,4285 - 50}{50} \times 100 = \frac{0,4285}{50} \times 100 = 0,857$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$Sut = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow Sut = \frac{524,57 Kg}{=126,6 mm^2} = 4,14 \frac{Kg}{mm^2} = 40,607 \frac{N}{mm^2}$		

<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 04	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 6%
Probeta: Cilíndrica	Arena: Reciclada de la UTA	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 184,70 Kg		
Carga de ruptura 184,70 Kg		
RESULTADO:		
		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{50,37 - 50}{50} \times 100 = \frac{0,37}{50} \times 100 = 0,74$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$Sut = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow Sut = \frac{184,70Kg}{=126,6mm^2} = 1,45 \frac{Kg}{mm^2} = 14,298 \frac{N}{mm^2}$		

## ENSAYO A TRACCIÓN

### DATOS INFORMATIVOS

Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA

Solicitado por: Ing. Henry Vaca

Realizado por: Milton Martinez

Supervisado por: Ayudante de Laboratorio

Aprobado por:

Probeta N: 05

Ensayo N: 05

Material: Aluminio de perfiles

Tratamiento térmico: Ninguno

### DATOS PARA EL ENSAYO

Norma: ASTM

Designación: E 08

Humedad: 6%

Probeta: Cilíndrica

Arena: Reciclada de la UTA

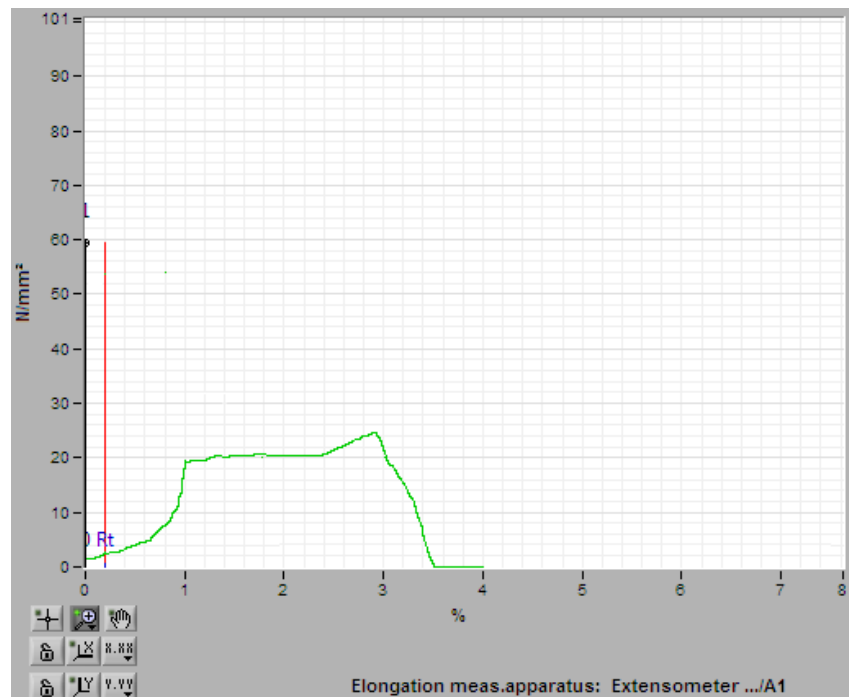
### RESULTADOS DEL ENSAYO

Fecha de ejecución: 22/07/2013

Carga máxima: 329,41 Kg

Carga de ruptura 329,41Kg

RESULTADO:



**Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):**

$$\varepsilon = \frac{l_f - l_o}{l_o} \times 100 = \frac{51,4375 - 50}{50} \times 100 = \frac{1,4375}{50} \times 100 = 2,875$$

**Cálculo de la resistencia última a la tracción:**

$$Sut = \frac{P_{Max}}{A_o} \Rightarrow Sut = \frac{329,41Kg}{126,6mm^2} = 2,6 \frac{Kg}{mm^2} = 25,5 \frac{N}{mm^2}$$

<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 06	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 6%
Probeta: Cilíndrica	Arena: Reciclada de la UTA	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 576,30Kg		
Carga de ruptura 576,30Kg		
RESULTADO:		
<p><b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b></p> $\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{50,457 - 70}{50} \times 100 = \frac{0,457}{50} \times 100 = 0,914$ <p><b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b></p> $Sut = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow Sut = \frac{576,30Kg}{=126,6mm^2} = 4,55 \frac{Kg}{mm^2} = 44,611 \frac{N}{mm^2}$		

**ENSAYO A TRACCIÓN**

**DATOS INFORMATIVOS**

Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA	
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:
Probeta N: 07	Ensayo N: 05
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno

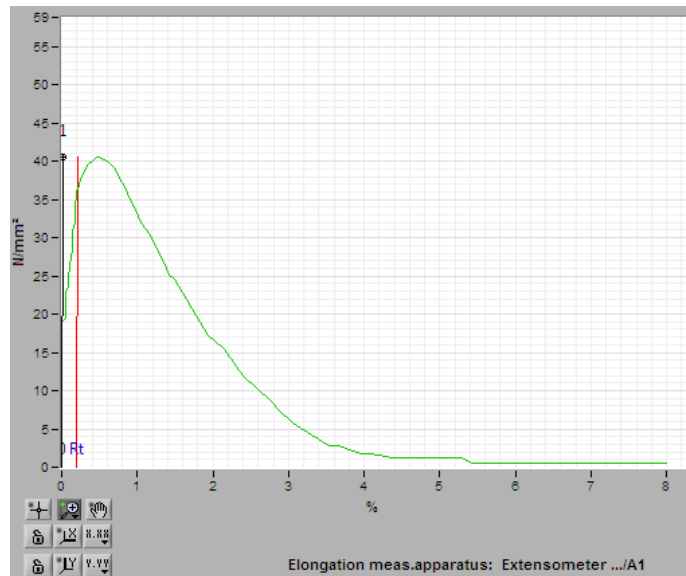
**DATOS PARA EL ENSAYO**

Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 6%
Probeta: Cilíndrica	Arena: Reciclada de la UTA	

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

Fecha de ejecución: 22/07/2013  
 Carga máxima: 517,186Kg  
 Carga de ruptura 517,186Kg

RESULTADO:



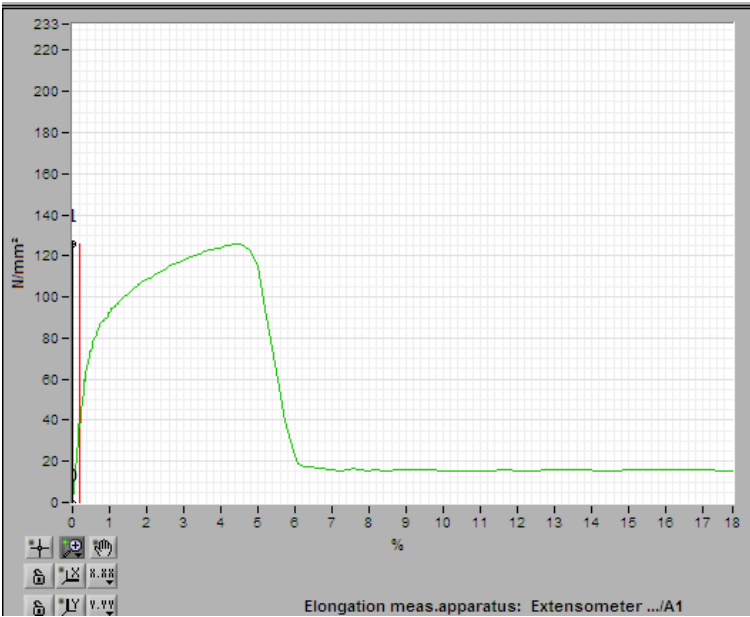
**Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):**

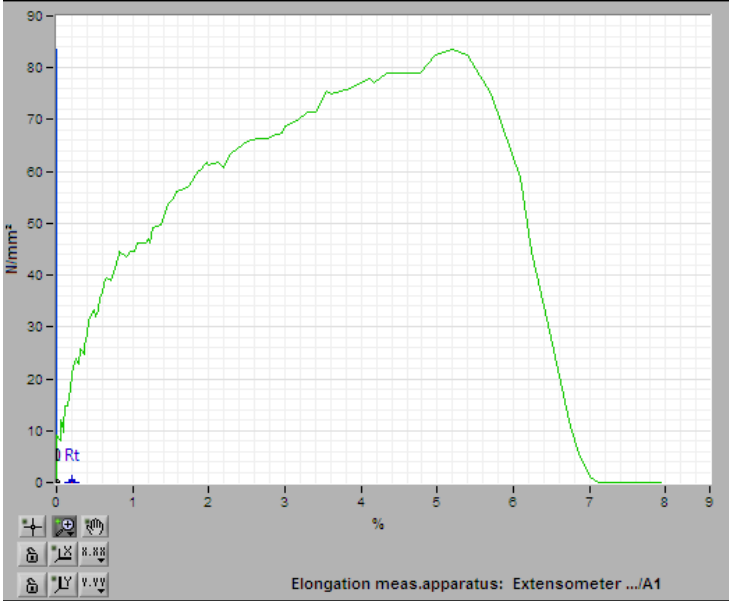
$$\epsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{50,6 - 50}{50} \times 100 = \frac{0,6}{50} \times 100 = 0,6$$

**Cálculo de la resistencia última a la tracción:**

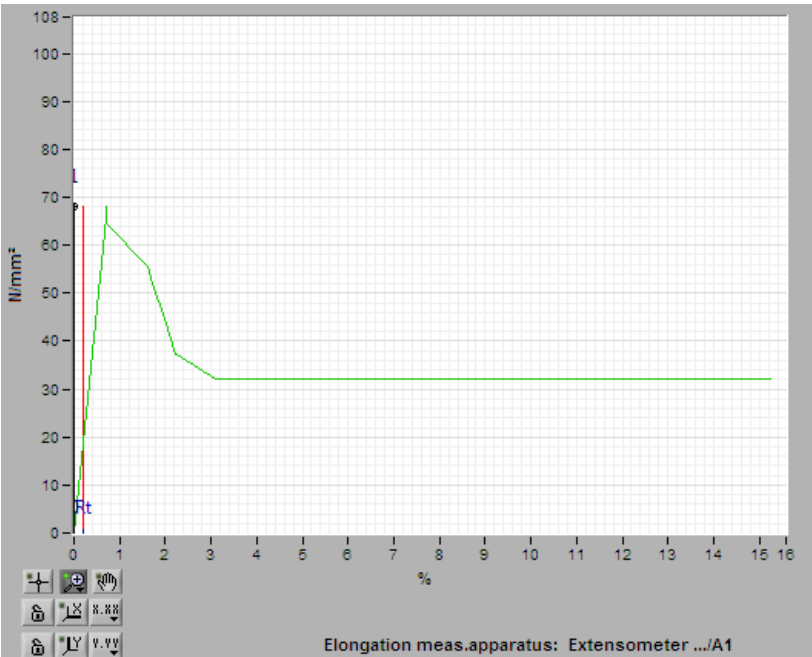
$$Sut = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow Sut = \frac{517,186Kg}{=126,6mm^2} = 4,08 \frac{Kg}{mm^2} = 40,035 \frac{N}{mm^2}$$

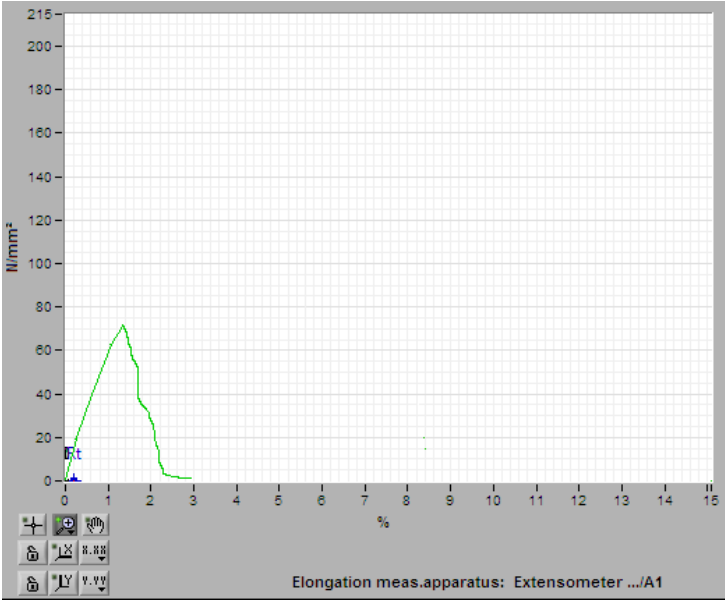
Tracción	Probetas(6% de Humedad en la arena reciclada de la UTA)							x̄ (Promedio)
	1	2	3	4	5	6	7	
<b>Resistencia última a la tracción (N/mm<sup>2</sup>)</b>	40,035	40,6	40,6	14,298	25,5	44,611	40,035	35,097

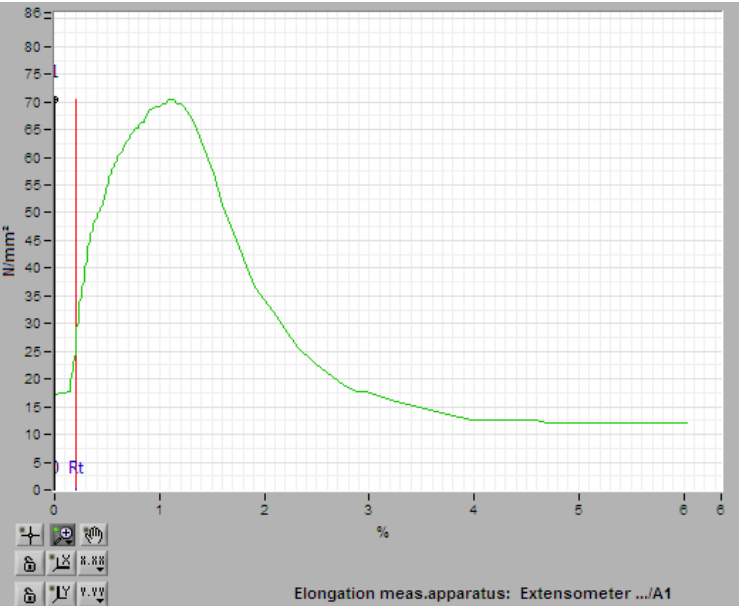
<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 08	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 6%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de fundidoras Tirado	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 849,64 Kg		
Carga de ruptura 849,64 Kg		
RESULTADO:		
		
Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):		
$\epsilon = \frac{l_f - l_o}{l_o} \times 100 = \frac{51,17 - 50}{50} \times 100 = \frac{1,17}{50} \times 100 = 2,34$		
Cálculo de la resistencia última a la tracción:		
$S_{ut} = \frac{P_{Max}}{A_o} \Rightarrow S_{ut} = \frac{849,64 Kg}{=126,6 mm^2} = 6,71 \frac{Kg}{mm^2} = 65,77 \frac{N}{mm^2}$		

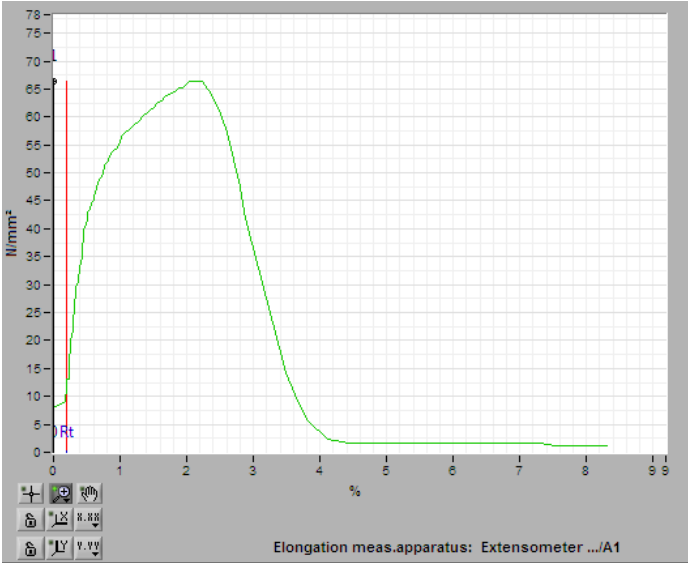
<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 09	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 6%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de fundidoras Tirado	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 930,94 Kg		
Carga de ruptura 930,94 Kg		
RESULTADO:		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{52,285 - 50}{50} \times 100 = \frac{2,285}{50} \times 100 = 4,57$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$Sut = \frac{P_{Max}}{A_0} = > Sut = \frac{930,94Kg}{=126,6mm^2} = 7,35 \frac{Kg}{mm^2} = 72,064 \frac{N}{mm^2}$		



ENSAYO A TRACCIÓN		
DATOS INFORMATIVOS		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 10	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
DATOS PARA EL ENSAYO		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 6%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de fundidoras Tirado	
RESULTADOS DEL ENSAYO		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 982,67 Kg		
Carga de ruptura 982,67 Kg		
RESULTADO:		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{50,8795 - 50}{50} \times 100 = \frac{0,8795}{50} \times 100 = 1,759$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$Sut = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow Sut = \frac{982,67Kg}{=126,6mm^2} = 7,76 \frac{Kg}{mm^2} = 68,061 \frac{N}{mm^2}$		

<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 11	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 6%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de fundidoras Tirado	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 945,62Kg		
Carga de ruptura 945,62Kg		
RESULTADO:	 <p>The graph displays a stress-strain curve for an aluminum profile. The vertical axis represents stress in N/mm², ranging from 0 to 215. The horizontal axis represents elongation in percent, ranging from 0 to 15. The curve starts at the origin, rises to a peak of approximately 70 N/mm² at 1.25% elongation, and then drops to zero at approximately 2.5% elongation. A blue arrow labeled 'Ft' points to the peak of the curve. The text 'Elongation meas.apparatus: Extensometer .../A1' is visible at the bottom of the graph area.</p>	
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{50,625 - 50}{50} \times 100 = \frac{0,625}{50} \times 100 = 1,25$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$S_{ut} = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow S_{ut} = \frac{945,62Kg}{126,6mm^2} = 7,469 \frac{Kg}{mm^2} = 73,2 \frac{N}{mm^2}$		

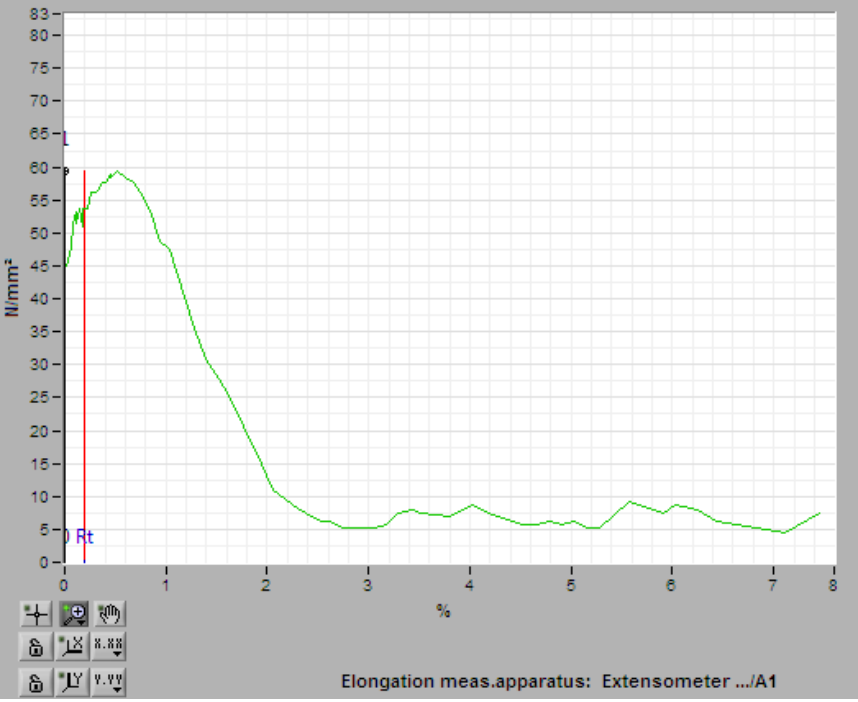
<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 12	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 6%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de fundidoras Tirado	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 908,78Kg		
Carga de ruptura 908,78Kg		
RESULTADO:		
		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{50,71 - 50}{50} \times 100 = \frac{0,71}{50} \times 100 = 1,42$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$Sut = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow Sut = \frac{908,78Kg}{126,6mm^2} = 7,17 \frac{Kg}{mm^2} = 70,348 \frac{N}{mm^2}$		

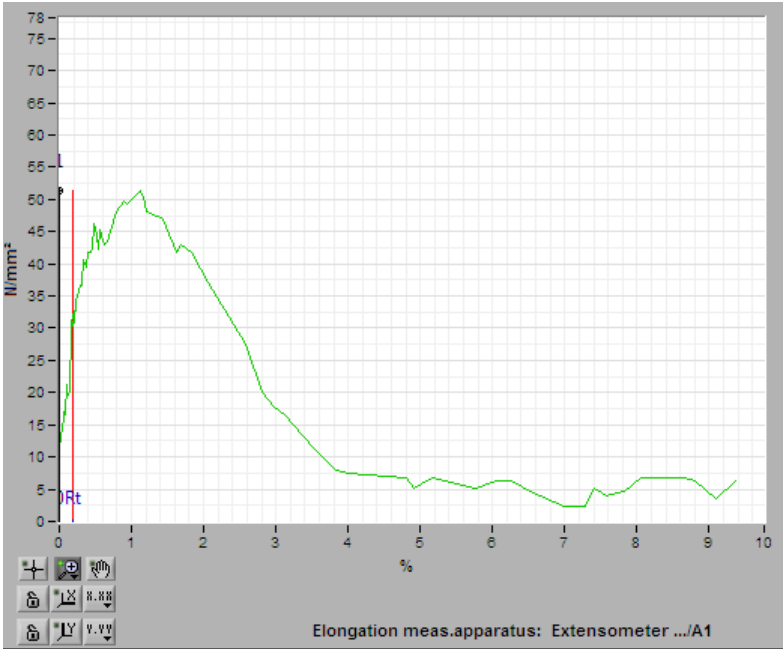
<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 13	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 6%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de fundidoras Tirado	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 857,06Kg		
Carga de ruptura 857,06Kg		
RESULTADO:		
		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_o}{l_o} \times 100 = \frac{51,114 - 5}{50} \times 100 = \frac{1,114}{50} \times 100 = 2,228$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$Sut = \frac{P_{Max}}{A_o} \Rightarrow Sut = \frac{857,06Kg}{=126,6mm^2} = 6,769 \frac{Kg}{mm^2} = 66,34 \frac{N}{mm^2}$		

<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>	
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>	
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA	
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:
Probeta N: 14	Ensayo N: 05
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>	
Norma: ASTM	Designación: E 08
Probeta: Cilíndrica	Humedad: 6%
Arena: verde de fundidoras Tirado	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>	
Fecha de ejecución: 22/07/2013	
Carga máxima: 921,20Kg	
Carga de ruptura 921,20Kg	
RESULTADO:	
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>	
$\varepsilon = \frac{l_f - l_o}{l_o} \times 100 = \frac{51,625 - 50}{50} \times 100 = \frac{1,625}{50} \times 100 = 3,25$	
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>	
$Sut = \frac{P_{Max}}{A_o} \Rightarrow Sut = \frac{921,20Kg}{126,6mm^2} = 7,27 \frac{Kg}{mm^2} = 71,31 \frac{N}{mm^2}$	

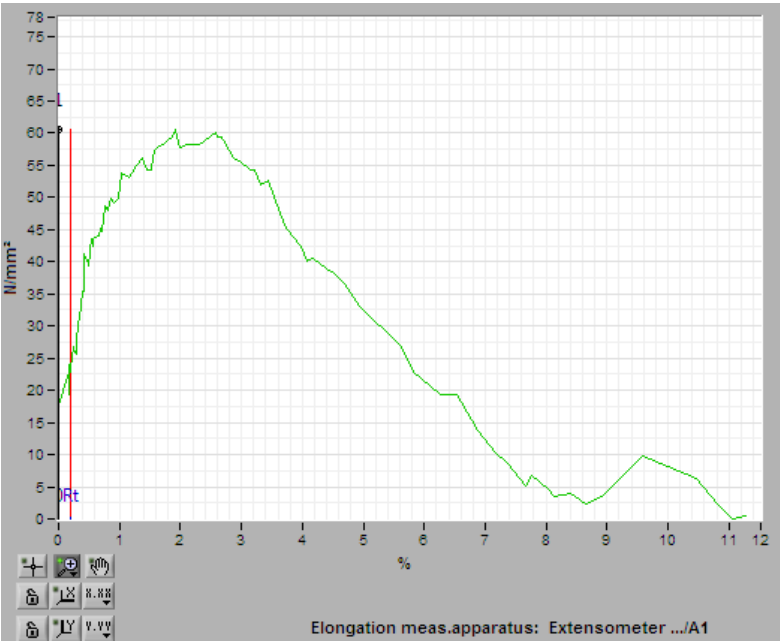
Tracción	Probetas(6% de Humedad en la arena de Fundidoras Tirado)							
	1	2	3	4	5	6	7	̄x (Promedio)
Resistencia ultima a la tracción (N/mm2)	65,77	72,064	68,061	73,2	70,348	66,34	71,31	69,58471429

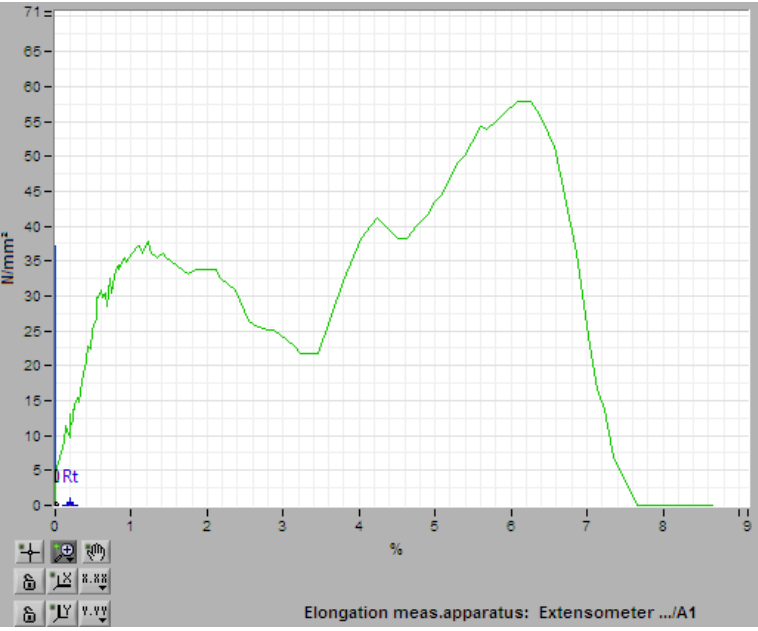
<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 15	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 6%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de la ESPOCH	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 761,021 Kg		
Carga de ruptura 761,021 Kg		
RESULTADO:		
<p><b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b></p> $\varepsilon = \frac{l_f - l_o}{l_o} \times 100 = \frac{50,857 - 50}{50} \times 100 = \frac{0,857}{50} \times 100 = 1,714$ <p><b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b></p> $Sut = \frac{P_{Max}}{A_o} = > Sut = \frac{761,021 Kg}{=126,6 mm^2} = 6,011 \frac{Kg}{mm^2} = 58,91 \frac{N}{mm^2}$		

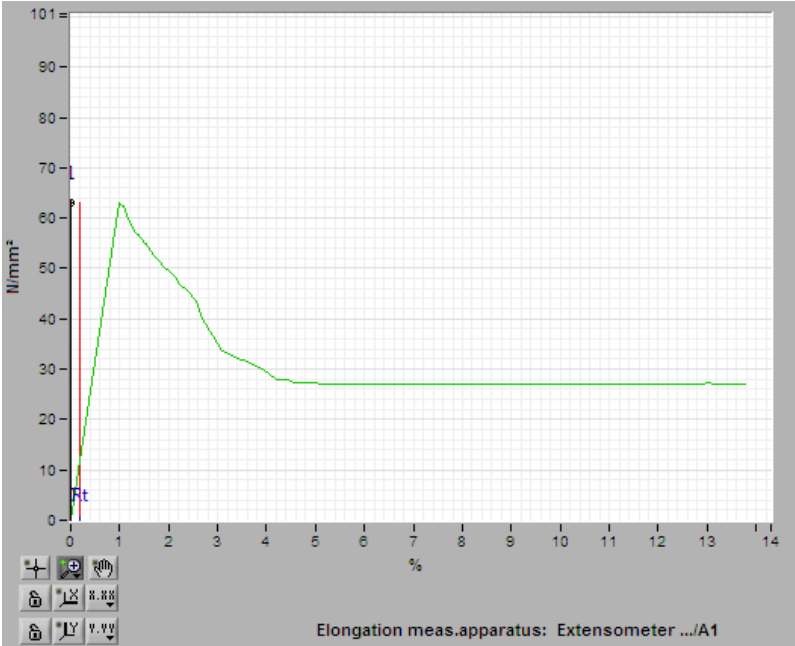
<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 16	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 6%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de la ESPOCH	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 768,38 Kg		
Carga de ruptura 768,38 Kg		
RESULTADO:		
 <p style="text-align: right; font-size: small;">Elongation meas.apparatus: Extensometer .../A1</p>		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\epsilon = \frac{l_f - l_o}{l_o} \times 100 = \frac{50,257 - 50}{50} \times 100 = \frac{0,257}{50} \times 100 = 0,514$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$Sut = \frac{P_{Max}}{A_o} \Rightarrow Sut = \frac{768,38Kg}{=126,6mm^2} = 6,069 \frac{Kg}{mm^2} = 59,48 \frac{Kg}{mm^2}$		

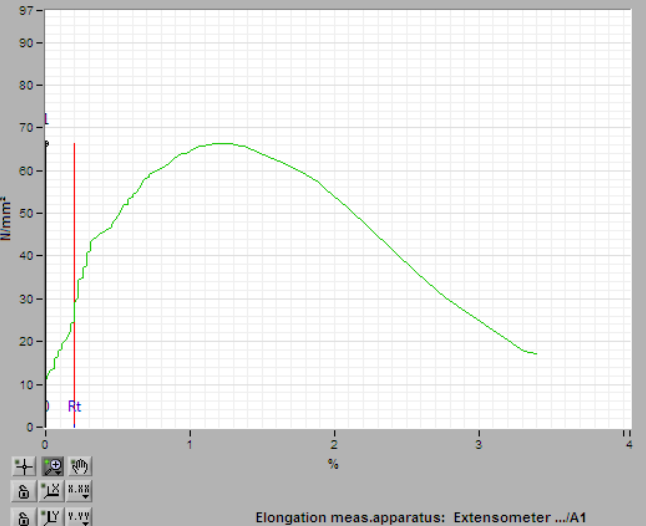
<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 17	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 6%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de la ESPOCH	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 664,9 Kg		
Carga de ruptura 664,9 Kg		
RESULTADO:		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{50,557 - 50}{50} \times 100 = \frac{0,557}{50} \times 100 = 1,114$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$Sut = \frac{P_{Max}}{A_0} = > Sut = \frac{664,9Kg}{=126,6mm^2} = 5,25 \frac{Kg}{mm^2} = 51,47 \frac{Kg}{mm^2}$		



<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 18	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 6%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de la ESPOCH	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 775,786 Kg		
Carga de ruptura 775,786 Kg		
RESULTADO:		
 <p style="text-align: center;">Elongation meas.apparatus: Extensometer .../A1</p>		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{51,285 - 50}{50} \times 100 = \frac{1,285}{50} \times 100 = 2,57$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$Sut = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow Sut = \frac{775,786 Kg}{126,6 mm^2} = 6,1278 \frac{Kg}{mm^2} = 60,053 \frac{N}{mm^2}$		

<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 19	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 6%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de la ESPOCH	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 184,70 Kg		
Carga de ruptura 184,70 Kg		
RESULTADO:		
 <p style="text-align: center;">Elongation meas.apparatus: Extensometer .../A1</p>		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{53,0425 - 50}{50} \times 100 = \frac{3,0425}{50} \times 100 = 6,085$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$Sut = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow Sut = \frac{746,24Kg}{126,6mm^2} = 5,89 \frac{Kg}{mm^2} = 57,76 \frac{N}{mm^2}$		

ENSAYO A TRACCIÓN		
DATOS INFORMATIVOS		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 20	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
DATOS PARA EL ENSAYO		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 6%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de la ESPOCH	
RESULTADOS DEL ENSAYO		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 812,73Kg		
Carga de ruptura 812,73 Kg		
RESULTADO:		
		
Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_o}{l_o} \times 100 = \frac{50,5 - 50}{50} \times 100 = \frac{0,5}{50} \times 100 = 1$		
Cálculo de la resistencia última a la tracción:		
$Sut = \frac{P_{Max}}{A_o} \Rightarrow Sut = \frac{812,73Kg}{=126,6mm^2} = 6,41 \frac{Kg}{mm^2} = 62,913 \frac{N}{mm^2}$		

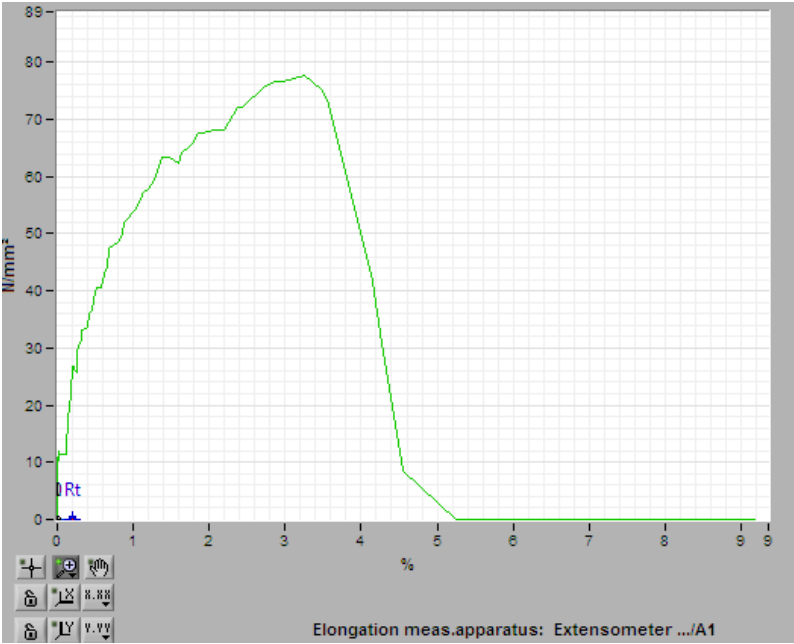
<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>	
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>	
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA	
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:
Probeta N: 21	Ensayo N: 05
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>	
Norma: ASTM	Designación: E 08 Humedad: 6%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de la ESPOCH
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>	
Fecha de ejecución: 22/07/2013	
Carga máxima: 849,64Kg	
Carga de ruptura 849,64Kg	
RESULTADO:	
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>	
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{50,685 - 50}{50} \times 100 = \frac{0,685}{50} \times 100 = 1,37$	
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>	
$Sut = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow Sut = \frac{849,64Kg}{=126,6mm^2} = 6,71 \frac{Kg}{mm^2} = 65,77 \frac{N}{mm^2}$	

Tracción	Probetas(6% de Humedad en la arena de la Espoch)							x̄ (Promedio)
	1	2	3	4	5	6	7	
Resistencia ultima a la tracción (N/mm2)	58,91	59,48	51,47	60,053	57,76	62,913	65,77	59,47942857

<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		Ensayo N: 05
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio		Aprobado por:
Probeta N: 22		
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 7%
Probeta: Cilíndrica		Arena: Reciclada de la UTA
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1008 Kg		
Carga de ruptura 1008 Kg		
RESULTADO:		
<p><b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b></p> $\epsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{52,625 - 50}{50} \times 100 = \frac{2,625}{50} \times 100 = 5,25$		
<p><b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b></p> $Sut = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow Sut = \frac{1008Kg}{=126,6mm^2} = 7,96 \frac{Kg}{mm^2} = 78,03 \frac{N}{mm^2}$		

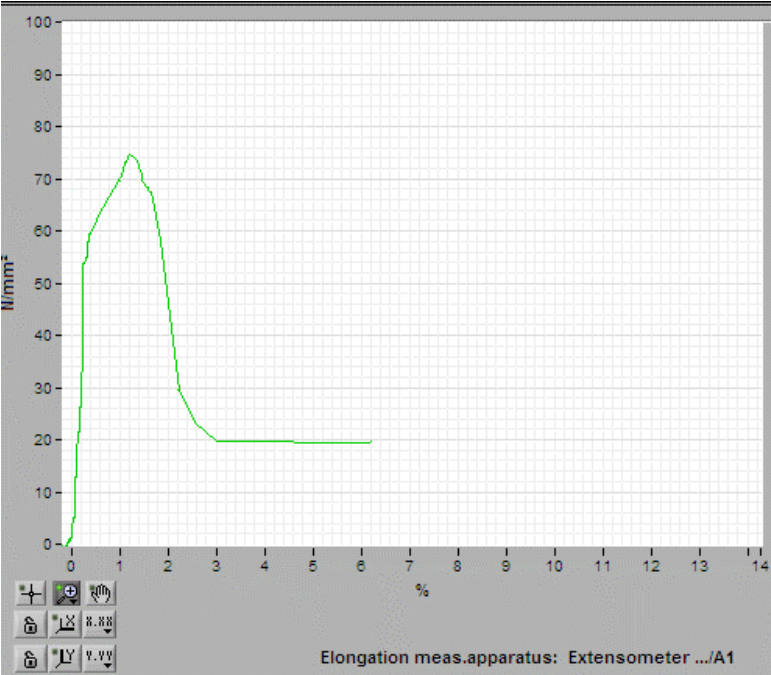
<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 23	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 7%
Probeta: Cilíndrica	Arena: Reciclada de la UTA	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 997,45 Kg		
Carga de ruptura 997,45 Kg		
RESULTADO:		
<p style="text-align: center;">Elongation meas.apparatus: Extensometer .../A1</p>		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{51,94 - 50}{50} \times 100 = \frac{1,94}{50} \times 100 = 3,88$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$S_{ut} = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow S_{ut} = \frac{997,45Kg}{=126,6mm^2} = 7,87 \frac{Kg}{mm^2} = 77,21 \frac{Kg}{mm^2}$		

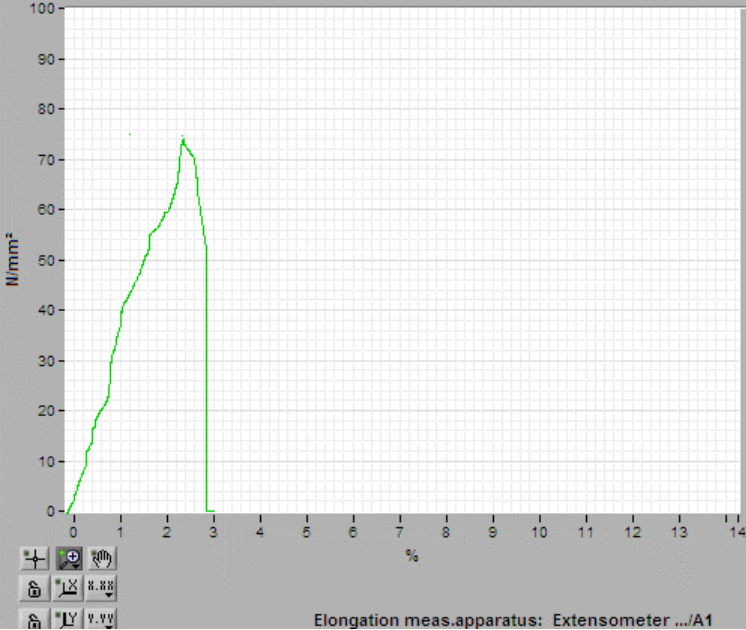
<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 24	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 7%
Probeta: Cilíndrica	Arena: Reciclada de la UTA	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 982,67 Kg		
Carga de ruptura 982,67 Kg		
RESULTADO:		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_o}{l_o} \times 100 = \frac{51,225 - 50}{50} \times 100 = \frac{1,225}{50} \times 100 = 2,45$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$Sut = \frac{P_{Max}}{A_o} \Rightarrow Sut = \frac{982,67 Kg}{126,6 mm^2} = 7,76 \frac{Kg}{mm^2} = 76,068 \frac{N}{mm^2}$		

<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 25	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 7%
Probeta: Cilíndrica	Arena: Reciclada de la UTA	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1004,84 Kg		
Carga de ruptura 1004,84 Kg		
RESULTADO:		
 <p style="text-align: center;">Elongation meas.apparatus: Extensometer .../A1</p>		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{51,625 - 50}{50} \times 100 = \frac{1,625}{50} \times 100 = 3,25$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$Sut = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow Sut = \frac{1004,84 Kg}{=126,6 mm^2} = 7,93 \frac{Kg}{mm^2} = 77,78 \frac{N}{mm^2}$		

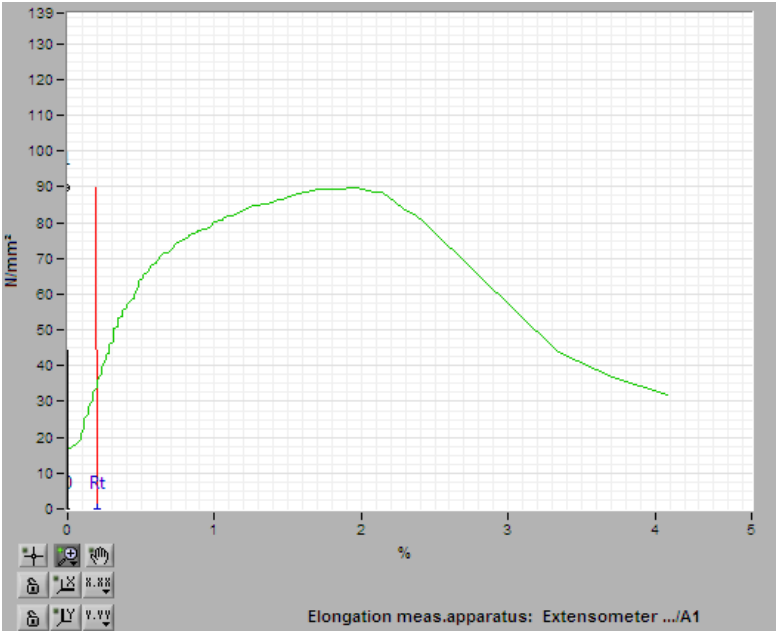


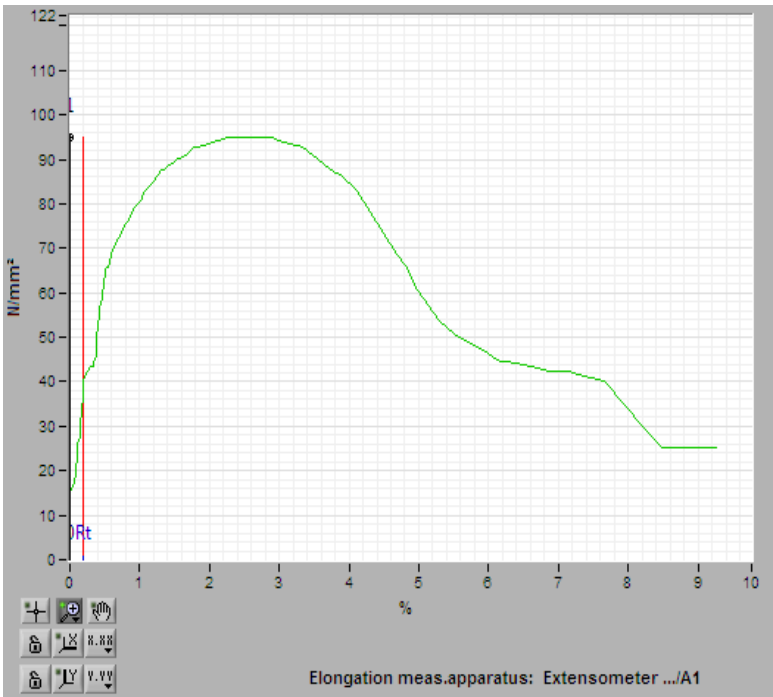
<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 26	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 7%
Probeta: Cilíndrica	Arena: Reciclada de la UTA	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 982,67 Kg		
Carga de ruptura 982,67 Kg		
RESULTADO:		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{50,8795 - 50}{50} \times 100 = \frac{0,8795}{50} \times 100 = 1,759$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$Sut = \frac{P_{Max}}{A_0} = > Sut = \frac{982,67Kg}{=126,6mm^2} = 7,76 \frac{Kg}{mm^2} = 76,068 \frac{N}{mm^2}$		

<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 27	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 7%
Probeta: Cilíndrica	Arena: Reciclada de la UTA	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 971,59Kg		
Carga de ruptura 971,59Kg		
RESULTADO:		
 <p style="text-align: right; font-size: small;">Elongation meas.apparatus: Extensometer .../A1</p>		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{50,625 - 50}{50} \times 100 = \frac{0,625}{50} \times 100 = 1,25$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$Sut = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow Sut = \frac{971,59Kg}{=126,6mm^2} = 7,67 \frac{Kg}{mm^2} = 75,21 \frac{N}{mm^2}$		

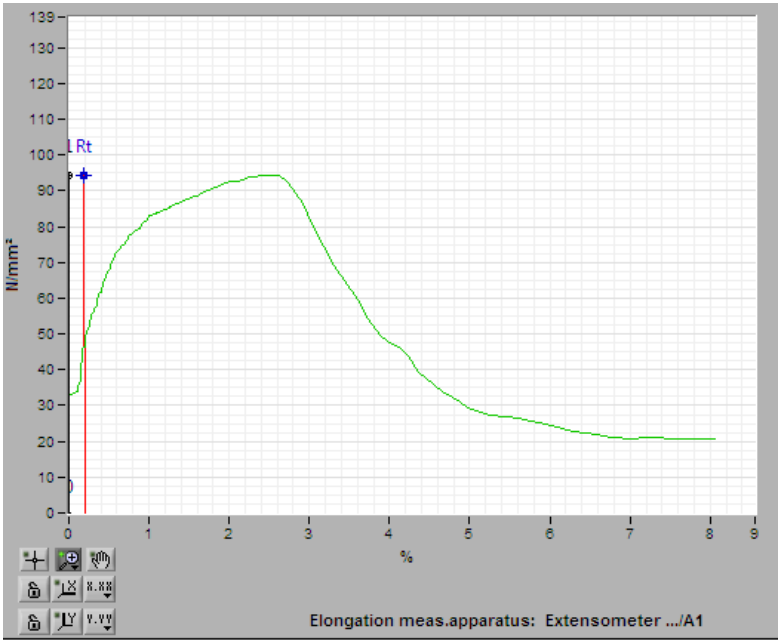
<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 28	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 7%
Probeta: Cilíndrica	Arena: Reciclada de la UTA	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 963,19Kg		
Carga de ruptura 963,19Kg		
RESULTADO:	 <p style="text-align: right; font-size: small;">Elongation meas.apparatus: Extensometer .../A1</p>	
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_o}{l_o} \times 100 = \frac{51,14 - 70}{50} \times 100 = \frac{1,14}{50} \times 100 = 2,28$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$Sut = \frac{P_{Max}}{A_o} \Rightarrow Sut = \frac{963,19Kg}{=126,6mm^2} = 7,60 \frac{Kg}{mm^2} = 74,56 \frac{N}{mm^2}$		

<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 29	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 7%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de fundidoras Tirado	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1233,88Kg		
Carga de ruptura 1233,88Kg		
RESULTADO:		
<p><b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b></p> $\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{52,51 - 50}{50} \times 100 = \frac{2,51}{50} \times 100 = 5,028$		
<p><b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b></p> $S_{ut} = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow S_{ut} = \frac{1233,88Kg}{126,6mm^2} = 9,74 \frac{Kg}{mm^2} = 95,514 \frac{N}{mm^2}$		

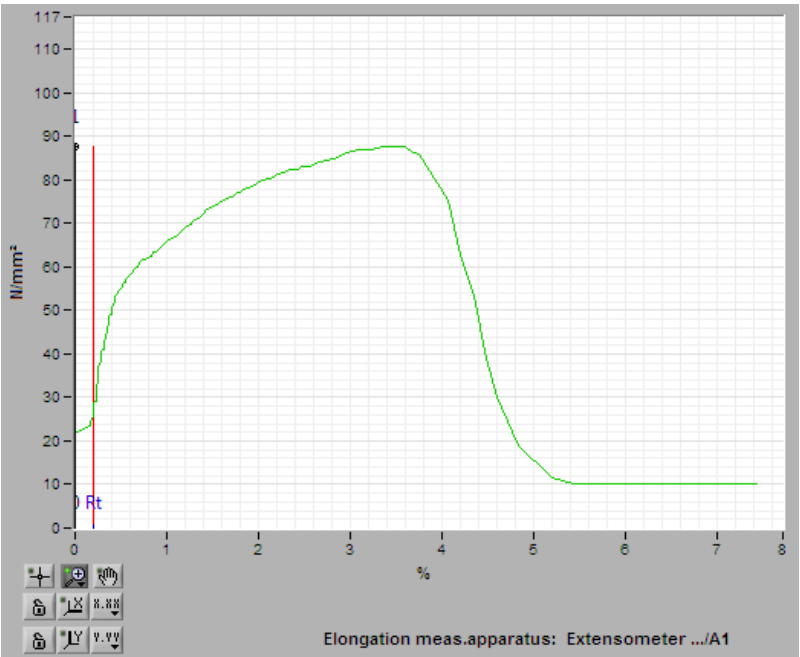
<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 30	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 7%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de fundidoras Tirado	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1159,94Kg		
Carga de ruptura 1159,94Kg		
RESULTADO:		
		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{50,985 - 50}{50} \times 100 = \frac{0,985}{50} \times 100 = 1,97$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$Sut = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow Sut = \frac{1159,94Kg}{=126,6mm^2} = 9,16 \frac{Kg}{mm^2} = 89,79 \frac{N}{mm^2}$		

<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 31	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 7%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de fundidoras Tirado	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1219,10Kg		
Carga de ruptura 1219,10Kg		
RESULTADO:		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{51,485 - 50}{50} \times 100 = \frac{1,485}{50} \times 100 = 2,97$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$Sut = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow Sut = \frac{1219,10Kg}{126,6mm^2} = 9,629 \frac{Kg}{mm^2} = 94,37 \frac{N}{mm^2}$		

<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 32	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 7%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de fundidoras Tirado	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1189,54Kg		
Carga de ruptura 1189,54Kg		
RESULTADO:		
<p><b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b></p> $\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{50,5425 - 50}{50} \times 100 = \frac{0,5425}{50} \times 100 = 1,085$		
<p><b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b></p> $Sut = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow Sut = \frac{1189,54Kg}{=126,6mm^2} = 9,396 \frac{Kg}{mm^2} = 92,082 \frac{N}{mm^2}$		

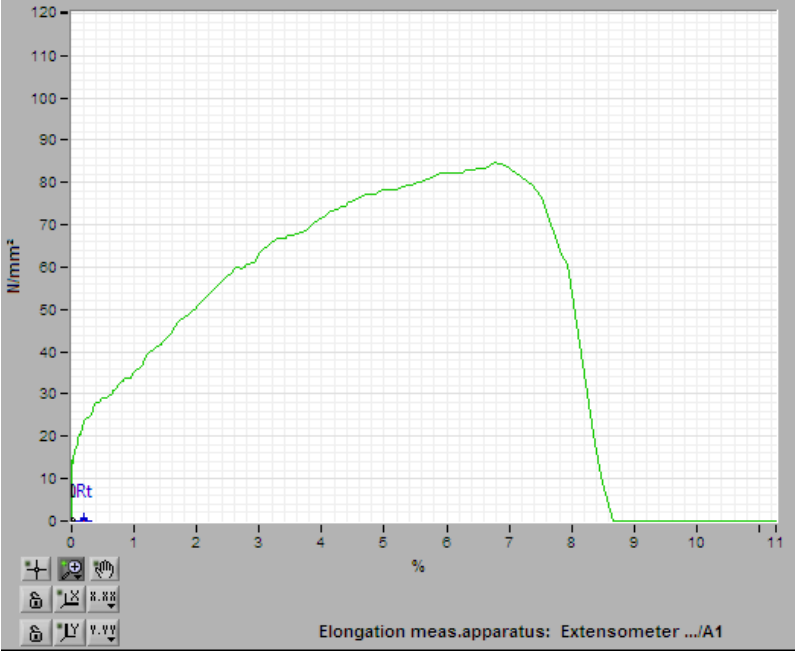
<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 33	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 7%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de fundidoras Tirado	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1219,10Kg		
Carga de ruptura 1219,10Kg		
RESULTADO:		
<p><b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b></p> $\varepsilon = \frac{l_f - l_o}{l_o} \times 100 = \frac{51,314 - 50}{50} \times 100 = \frac{1,314}{50} \times 100 = 2,628$ <p><b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b></p> $Sut = \frac{P_{Max}}{A_o} \Rightarrow Sut = \frac{1219,10Kg}{=126,6mm^2} = 9,629 \frac{Kg}{mm^2} = 94,37 \frac{N}{mm^2}$		

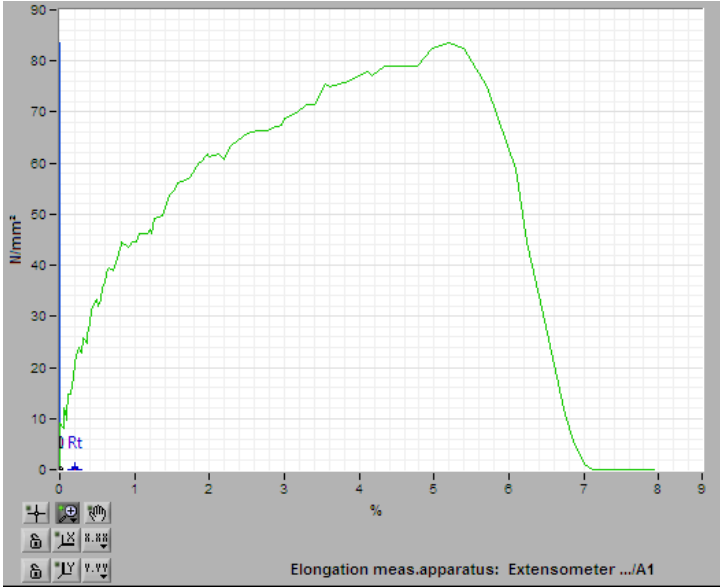


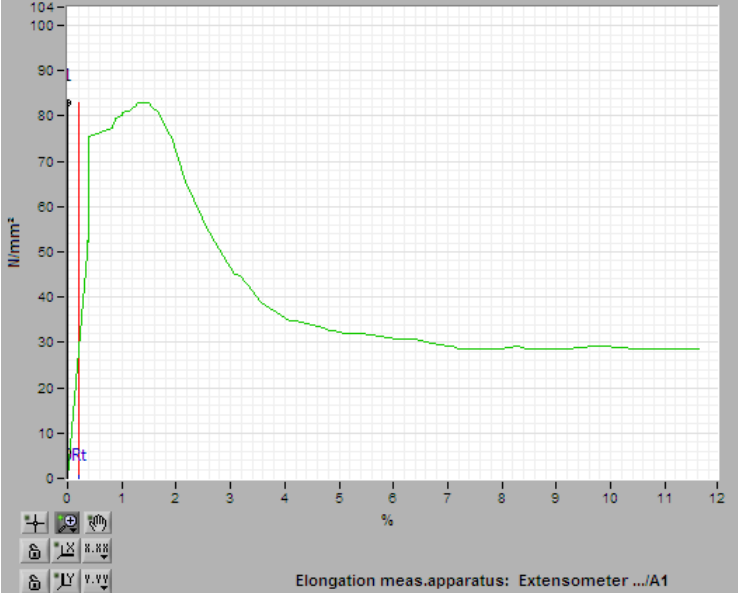
<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 34	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 7%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de fundidoras Tirado	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1130,44Kg		
Carga de ruptura 1130,44Kg		
RESULTADO:		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\epsilon = \frac{l_f - l_o}{l_o} \times 100 = \frac{51,8 - 50}{50} \times 100 = \frac{1,8}{50} \times 100 = 3,6$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$Sut = \frac{P_{Max}}{A_o} \Rightarrow Sut = \frac{1130,44Kg}{126,6mm^2} = 8,929 \frac{Kg}{mm^2} = 87,50 \frac{N}{mm^2}$		

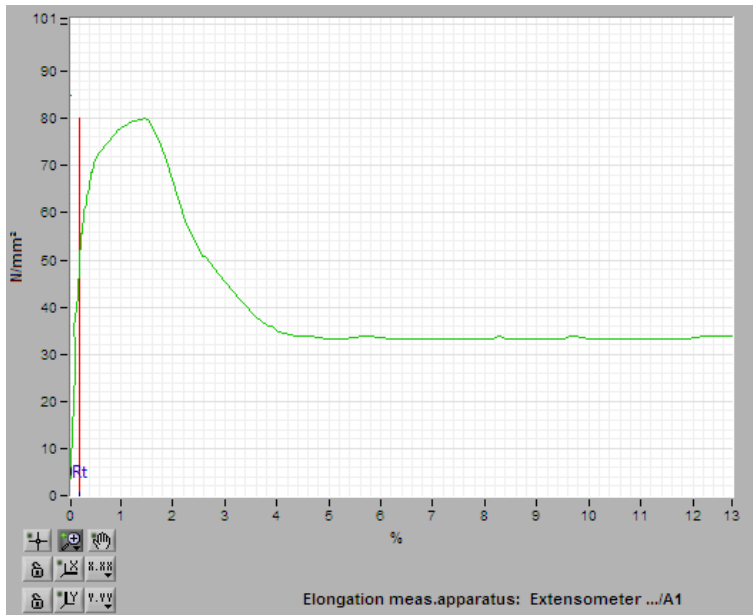
<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>	
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>	
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA	
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:
Probeta N: 35	Ensayo N: 05
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>	
Norma: ASTM	Designación: E 08
Probeta: Cilíndrica	Humedad: 7%
Arena: verde de fundidoras Tirado	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>	
Fecha de ejecución: 22/07/2013	
Carga máxima: 1269,87Kg	
Carga de ruptura 1269,87Kg	
RESULTADO:	<p style="text-align: center;">Elongation meas.apparatus: Extensometer .../A1</p>
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>	
$\epsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{51,725 - 50}{50} \times 100 = \frac{1,725}{50} \times 100 = 3,45$	
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>	
$Sut = \frac{P_{Max}}{A_0} = \Rightarrow Sut = \frac{1269,87Kg}{=126,6mm^2} = 10,03 \frac{Kg}{mm^2} = 98,3 \frac{N}{mm^2}$	

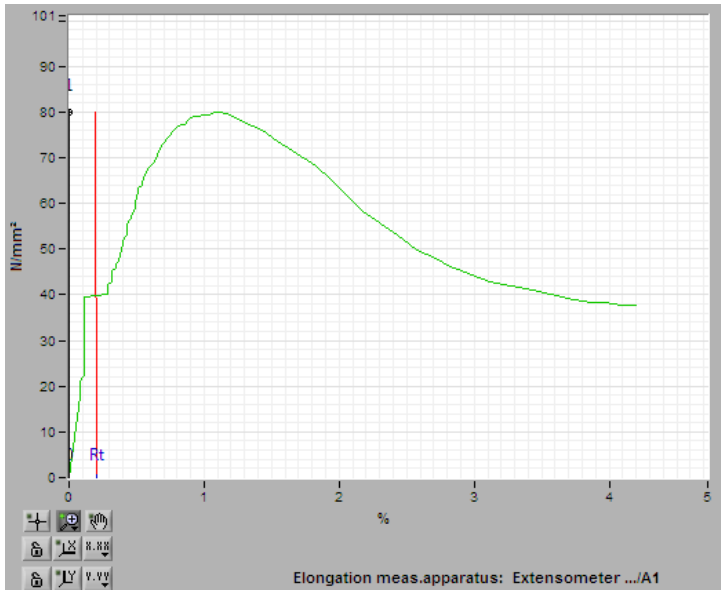
Tracción	Probetas(7% de Humedad en la arena de Fundidoras Tirado)							
	1	2	3	4	5	6	7	x̄ (Promedio)
Resistencia ultima a la tracción (N/mm2)	95,514	89,76	94,37	92,082	94,37	87,5	98,3	93,128

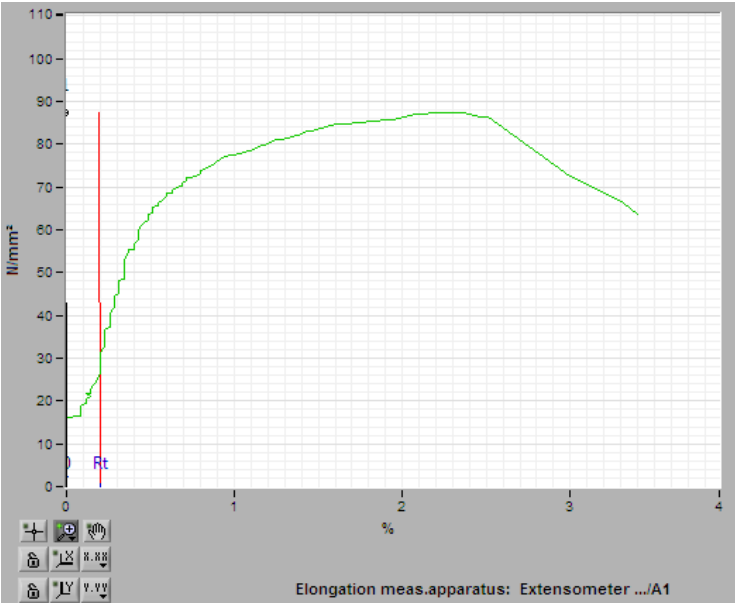
<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 36	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 7%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de la ESPOCH	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1093,50 Kg		
Carga de ruptura 1093,50 Kg		
RESULTADO:		
		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_o}{l_o} \times 100 = \frac{53,385 - 50}{50} \times 100 = \frac{3,385}{50} \times 100 = 6,77$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$Sut = \frac{P_{Max}}{A_o} \Rightarrow Sut = \frac{1093,50 Kg}{=126,6 mm^2} = 8,637 \frac{Kg}{mm^2} = 84,64 \frac{N}{mm^2}$		

<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 37	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 7%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de la ESPOCH	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1078,68 Kg		
Carga de ruptura 1078,68 Kg		
RESULTADO:		
		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{52,6 - 50}{50} \times 100 = \frac{2,6}{50} \times 100 = 5,2$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$S_{ut} = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow S_{ut} = \frac{1078,68Kg}{126,6mm^2} = 8,52 \frac{Kg}{mm^2} = 83,5 \frac{N}{mm^2}$		

<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 38	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 7%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de la ESPOCH	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1071,33Kg		
Carga de ruptura 1071,33Kg		
RESULTADO:		
		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{50,7425 - 50}{50} \times 100 = \frac{0,7425}{50} \times 100 = 1,485$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$Sut = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow Sut = \frac{1071,33Kg}{=126,6mm^2} = 8,46 \frac{Kg}{mm^2} = 82,93 \frac{N}{mm^2}$		

<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 39	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 7%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de la ESPOCH	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1034,38Kg		
Carga de ruptura 1034,38Kg		
RESULTADO:		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b> $\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{50,725 - 50}{50} \times 100 = \frac{0,725}{50} \times 100 = 1,45$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b> $S_{ut} = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow S_{ut} = \frac{1034,38Kg}{=126,6mm^2} = 8,17 \frac{Kg}{mm^2} = 80,071 \frac{N}{mm^2}$		

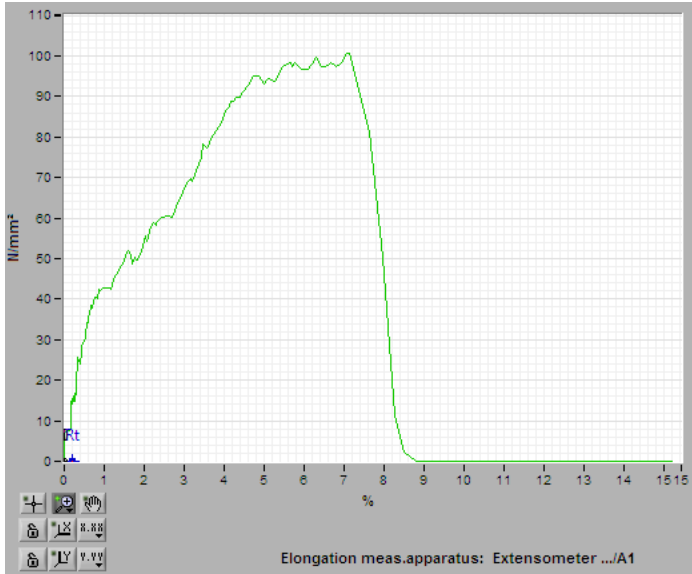
<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 40	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 7%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de la ESPOCH	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1034,38Kg		
Carga de ruptura 1034,38Kg		
RESULTADO:		
		
Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{50,557 - 50}{50} \times 100 = \frac{0,557}{50} \times 100 = 1,114$		
Cálculo de la resistencia última a la tracción:		
$S_{ut} = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow S_{ut} = \frac{1034,38Kg}{=126,6mm^2} = 8,17 \frac{Kg}{mm^2} = 80,071 \frac{N}{mm^2}$		

<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 41	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 7%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de la ESPOCH	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1130,44Kg		
Carga de ruptura 1130,44Kg		
RESULTADO:		
		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{51,185 - 50}{50} \times 100 = \frac{1,185}{50} \times 100 = 2,37$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$Sut = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow Sut = \frac{1130,44Kg}{126,6mm^2} = 8,929 \frac{Kg}{mm^2} = 87,50 \frac{N}{mm^2}$		

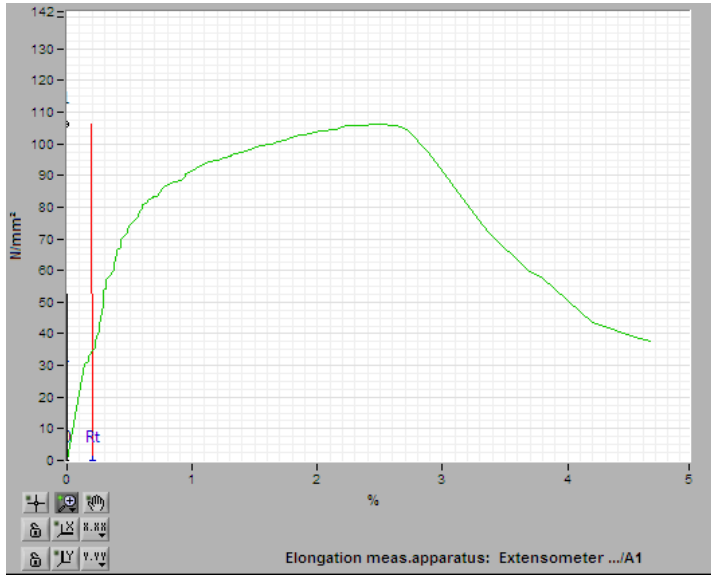


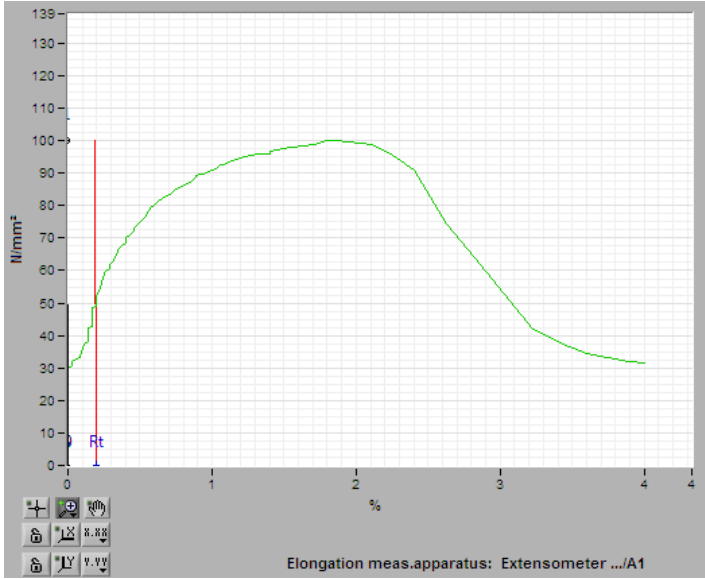
<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 42	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 7%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de la ESPOCH	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1034,38Kg		
Carga de ruptura 1034,38Kg		
RESULTADO:		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{51,657 - 50}{50} \times 100 = \frac{1,657}{50} \times 100 = 3,314$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$S_{ut} = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow S_{ut} = \frac{1034,38Kg}{=126,6mm^2} = 12,78 \frac{Kg}{mm^2} = 60,053 \frac{N}{mm^2}$		

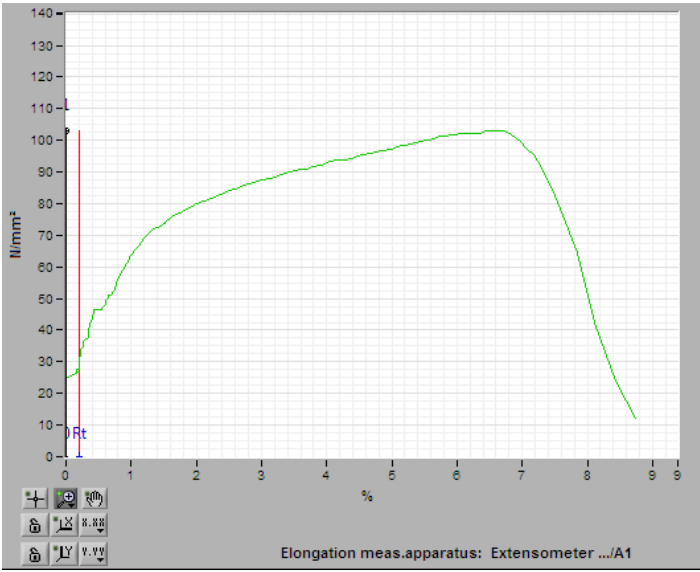
Tracción	Probetas(7% de Humedad en la arena de la Espoch)							x̄ (Promedio)
	1	2	3	4	5	6	7	
Resistencia ultima a la tracción (N/mm2)	84,64	83,5	82,93	80,071	80,071	87,5	60,053	79,82357143

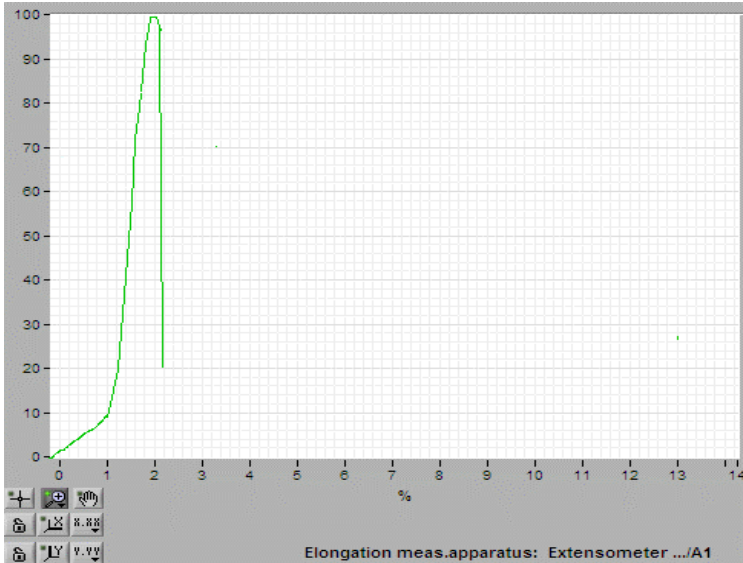
<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 43	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 8%
Probeta: Cilíndrica	Arena: Reciclada de la UTA	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1300,36 Kg		
Carga de ruptura 1300,36 Kg		
RESULTADO:		
 <p>The graph displays a stress-strain curve for an aluminum profile. The vertical axis represents stress in N/mm², ranging from 0 to 110. The horizontal axis represents elongation in percent, ranging from 0 to 15. The curve starts at the origin, rises to a yield point (labeled 'Rt') at approximately 10 N/mm² and 0.5% elongation. It then continues to rise to a maximum stress of about 100 N/mm² at 7.5% elongation, before dropping sharply to zero at approximately 8.5% elongation. A small blue arrow points to the yield point 'Rt'.</p>		
<p><b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b></p> $\varepsilon = \frac{l_f - l_o}{l_o} \times 100 = \frac{53,5285 - 50}{50} \times 100 = \frac{3,5285}{50} \times 100 = 7,057$		
<p><b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b></p> $S_{ut} = \frac{P_{Max}}{A_o} \Rightarrow S_{ut} = \frac{1300,36 Kg}{=126,6 mm^2} = 10,27 \frac{Kg}{mm^2} = 100,66 \frac{N}{mm^2}$		

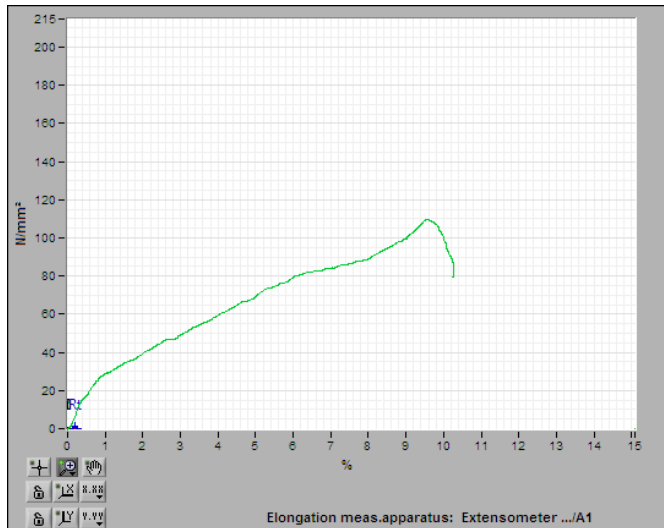
<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 44	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 8%
Probeta: Cilíndrica	Arena: Reciclada de la UTA	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1300,37Kg		
Carga de ruptura 1300,37Kg		
RESULTADO:		
<p><b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b></p> $\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{50,985 - 50}{50} \times 100 = \frac{0,985}{50} \times 100 = 1,97$ <p><b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b></p> $Sut = \frac{P_{Max}}{A_0} = > Sut = \frac{1300,37Kg}{=126,6mm^2} = 10,27 \frac{Kg}{mm^2} = 100,661 \frac{N}{mm^2}$		

<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 45	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 8%
Probeta: Cilíndrica	Arena: Reciclada de la UTA	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1374,25Kg		
Carga de ruptura 1374,25Kg		
RESULTADO:		
		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{51,24 - 50}{50} \times 100 = \frac{1,24}{50} \times 100 = 2,48$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$Sut = \frac{P_{Max}}{A_0} = > Sut = \frac{1374,25Kg}{126,6mm^2} = 10,855 \frac{Kg}{mm^2} = 106,38 \frac{N}{mm^2}$		

<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 46	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 8%
Probeta: Cilíndrica	Arena: Reciclada de la UTA	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1292,98Kg		
Carga de ruptura 1292,98Kg		
RESULTADO:		
		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{50,9285 - 50}{50} \times 100 = \frac{0,9285}{50} \times 100 = 1,857$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$Sut = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow Sut = \frac{1292,98Kg}{126,6mm^2} = 10,213 \frac{Kg}{mm^2} = 100,089 \frac{N}{mm^2}$		

<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 47	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 8%
Probeta: Cilíndrica	Arena: Reciclada de la UTA	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1329,93Kg		
Carga de ruptura 1329,93Kg		
RESULTADO:		
		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{53,085 - 50}{50} \times 100 = \frac{3,085}{50} \times 100 = 6,71$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$S_{ut} = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow S_{ut} = \frac{1329,93Kg}{126,6mm^2} = 10,50 \frac{Kg}{mm^2} = 102,949 \frac{N}{mm^2}$		

<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 48	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 8%
Probeta: Cilíndrica	Arena: Reciclada de la UTA	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1266,27Kg		
Carga de ruptura 1266,24Kg		
RESULTADO:		
		
<p><b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b></p> $\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{50,935 - 50}{50} \times 100 = \frac{0,935}{50} \times 100 = 1,87$		
<p><b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b></p> $S_{ut} = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow S_{ut} = \frac{1266,77Kg}{126,6mm^2} = 10,006 \frac{Kg}{mm^2} = 98,06 \frac{N}{mm^2}$		

ENSAYO A TRACCIÓN		
DATOS INFORMATIVOS		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 49	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
DATOS PARA EL ENSAYO		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 8%
Probeta: Cilíndrica	Arena: Reciclada de la UTA	
RESULTADOS DEL ENSAYO		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1421,02Kg		
Carga de ruptura 1421,02Kg		
RESULTADO:		
<p><b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b></p> $\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{54,75 - 50}{50} \times 100 = \frac{4,75}{50} \times 100 = 9,5$ <p><b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b></p> $S_{ut} = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow S_{ut} = \frac{1421,02Kg}{=126,6mm^2} = 11,22 \frac{Kg}{mm^2} = 110 \frac{N}{mm^2}$		

Tracción	Probetas(8% de Humedad en la arena reciclada de la UTA)							
	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$ (Promedio)
Resistencia ultima a la tracción (N/mm2)	100,66	100,661	106,38	100,089	102,949	98,96	110	102,8141429



## ENSAYO A TRACCIÓN

### DATOS INFORMATIVOS

Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA

Solicitado por: Ing. Henry Vaca

Realizado por: Milton Martinez

Supervisado por: Ayudante de Laboratorio

Aprobado por:

Probeta N: 50

Ensayo N: 05

Material: Aluminio de perfiles

Tratamiento térmico: Ninguno

### DATOS PARA EL ENSAYO

Norma: ASTM

Designación: E 08

Humedad: 8%

Probeta: Cilíndrica

Arena: verde de fundidoras Tirado

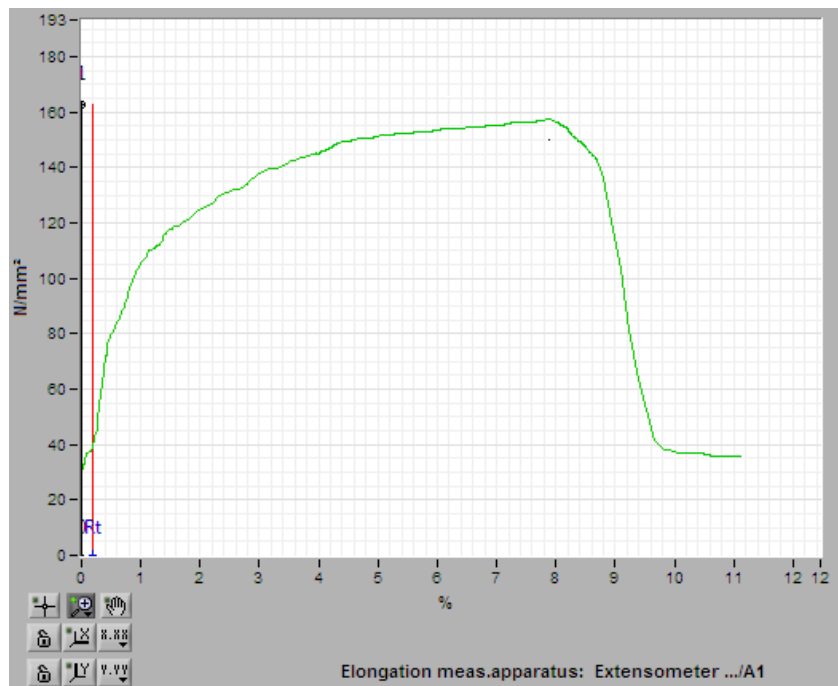
### RESULTADOS DEL ENSAYO

Fecha de ejecución: 22/07/2013

Carga máxima: 2048,33 Kg

Carga de ruptura 2048,33Kg

RESULTADO:

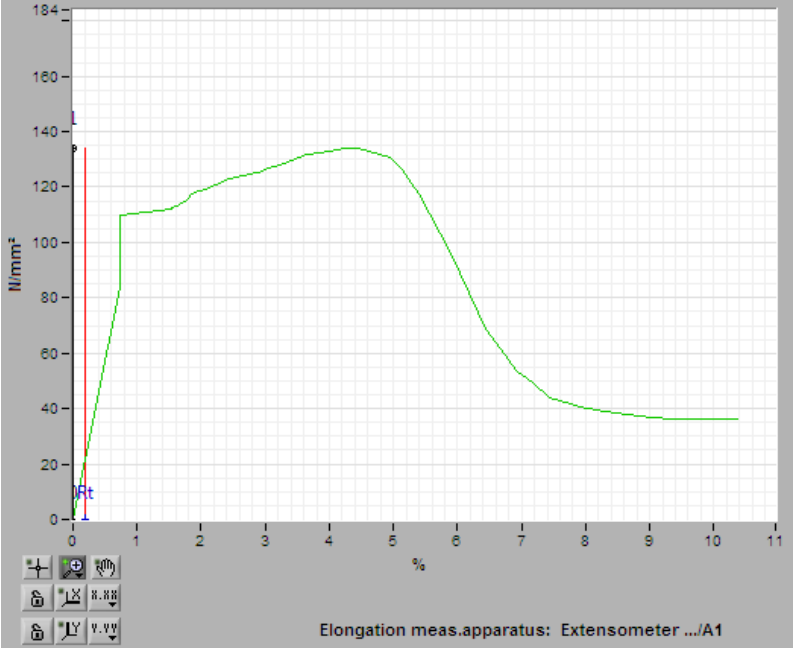


Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):

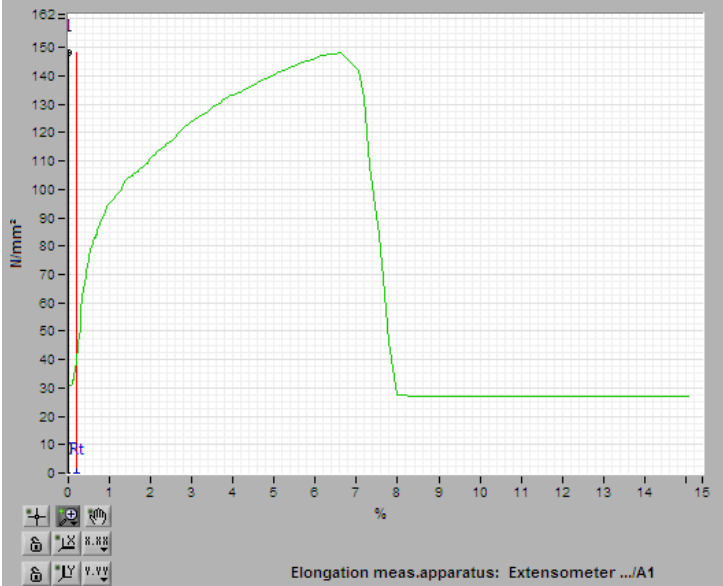
$$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{53,95 - 50}{50} \times 100 = \frac{3,95}{50} \times 100 = 7,91$$

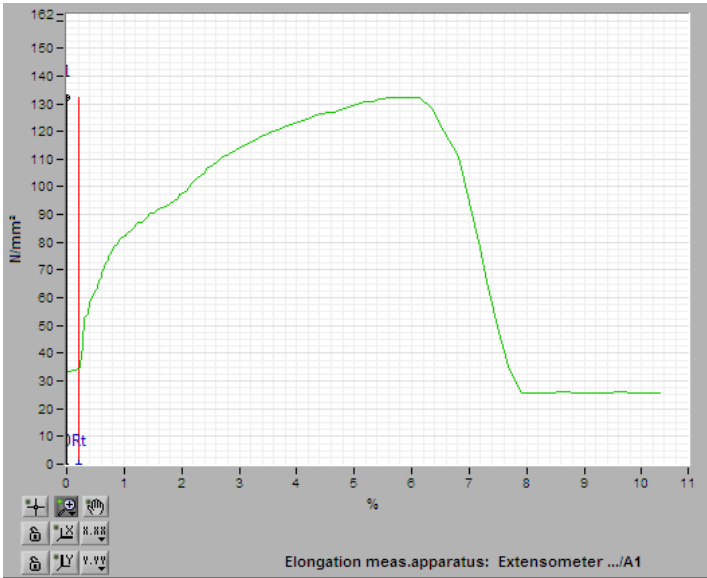
Cálculo de la resistencia última a la tracción:

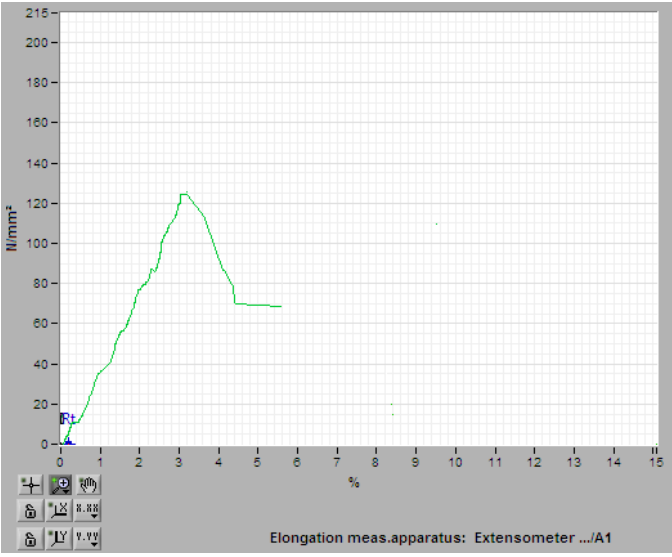
$$Sut = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow Sut = \frac{2048,33 Kg}{126,6 mm^2} = 16,17 \frac{Kg}{mm^2} = 158,56 \frac{N}{mm^2}$$

<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 51	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 8%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de fundidoras Tirado	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1728,86Kg		
Carga de ruptura 1728,86Kg		
RESULTADO:		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_o}{l_o} \times 100 = \frac{52,228 - 50}{50} \times 100 = \frac{2,228}{50} \times 100 = 4,457$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$Sut = \frac{P_{Max}}{A_o} \Rightarrow Sut = \frac{1728,86Kg}{=126,6mm^2} = 13,65 \frac{Kg}{mm^2} = 133,83 \frac{N}{mm^2}$		

<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 52	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 8%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de fundidoras Tirado	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1751,08Kg		
Carga de ruptura 1751,08Kg		
RESULTADO:		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{52,14 - 50}{50} \times 100 = \frac{2,14}{50} \times 100 = 4,28$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$Sut = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow Sut = \frac{1751,08Kg}{=126,6mm^2} = 13,83 \frac{Kg}{mm^2} = 135,55 \frac{N}{mm^2}$		

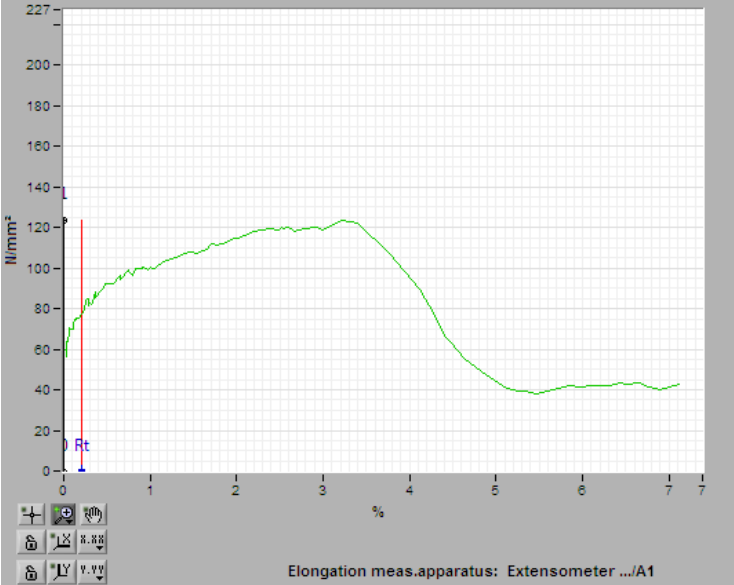
<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 53	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 8%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de fundidoras Tirado	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1913,62Kg		
Carga de ruptura 1913,62Kg		
RESULTADO:		
		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{53,314 - 50}{50} \times 100 = \frac{3,314}{50} \times 100 = 6,628$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$S_{ut} = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow S_{ut} = \frac{1913,62Kg}{126,6mm^2} = 15,11 \frac{Kg}{mm^2} = 148,132 \frac{N}{mm^2}$		

<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 54	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 8%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de fundidoras Tirado	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1706,74Kg		
Carga de ruptura 1706,74Kg		
RESULTADO:		
 <p style="text-align: right; font-size: small;">Elongation meas.apparatus: Extensometer .../A1</p>		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{53,07 - 50}{50} \times 100 = \frac{3,07}{50} \times 100 = 6,14$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$S_{ut} = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow S_{ut} = \frac{1706,74Kg}{=126,6mm^2} = 13,48 \frac{Kg}{mm^2} = 132,118 \frac{N}{mm^2}$		

<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 55	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 8%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de fundidoras Tirado	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1634,56Kg		
Carga de ruptura 1634,56Kg		
RESULTADO:		
		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{51,62 - 50}{50} \times 100 = \frac{1,62}{50} \times 100 = 3,24$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$S_{ut} = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow S_{ut} = \frac{1634,56Kg}{126,6mm^2} = 12,91 \frac{Kg}{mm^2} = 126,53 \frac{N}{mm^2}$		

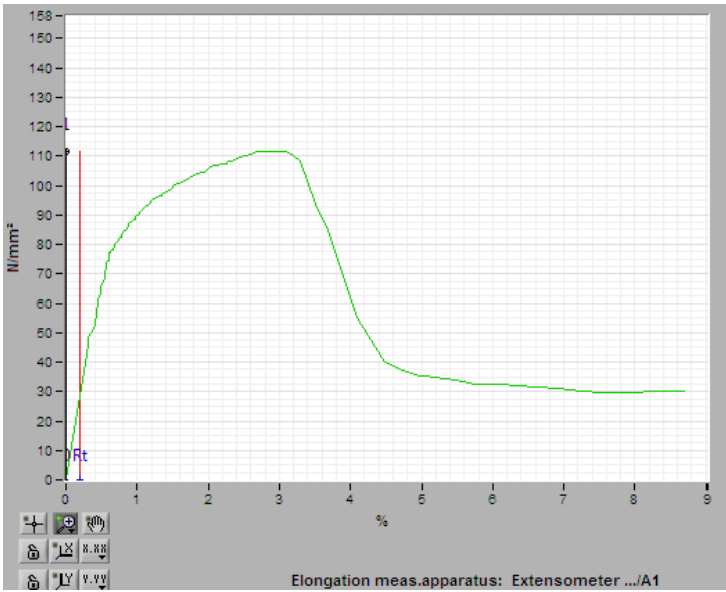
<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 56	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 8%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de fundidoras Tirado	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1682,1Kg		
Carga de ruptura 1682,1Kg		
RESULTADO:	<p style="text-align: right; font-size: small;">Elongation meas.apparatus: Extensometer ...A1</p>	
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{51,855 - 50}{50} \times 100 = \frac{1,855}{50} \times 100 = 3,71$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$Sut = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow Sut = \frac{1682,1Kg}{=126,6mm^2} = 13,28 \frac{Kg}{mm^2} = 130,21 \frac{N}{mm^2}$		

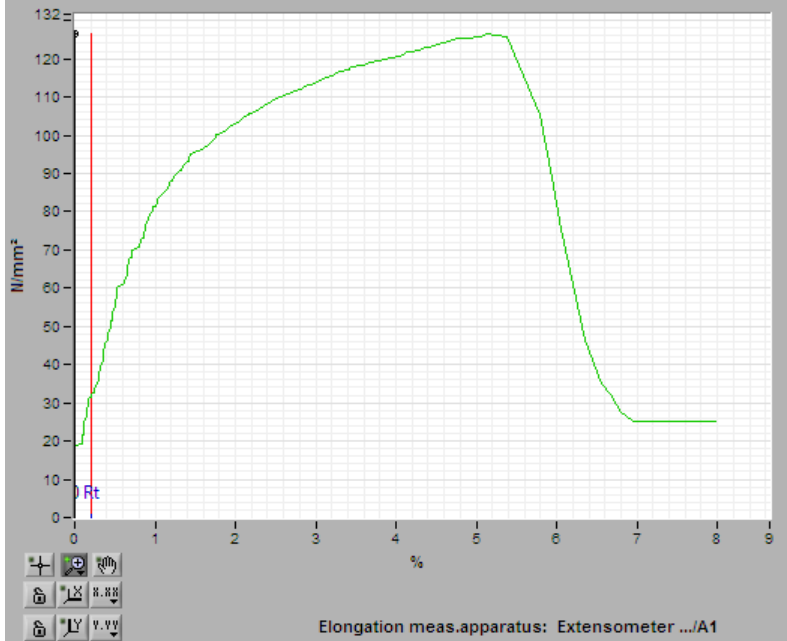
Tracción	Probetas(8% de Humedad en la arena de Fundidoras Tirado)							
	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$ (Promedio)
Resistencia ultima a la tracción (N/mm2)	158,56	133,83	135,55	148,132	132,118	126,53	130,21	137,8471429

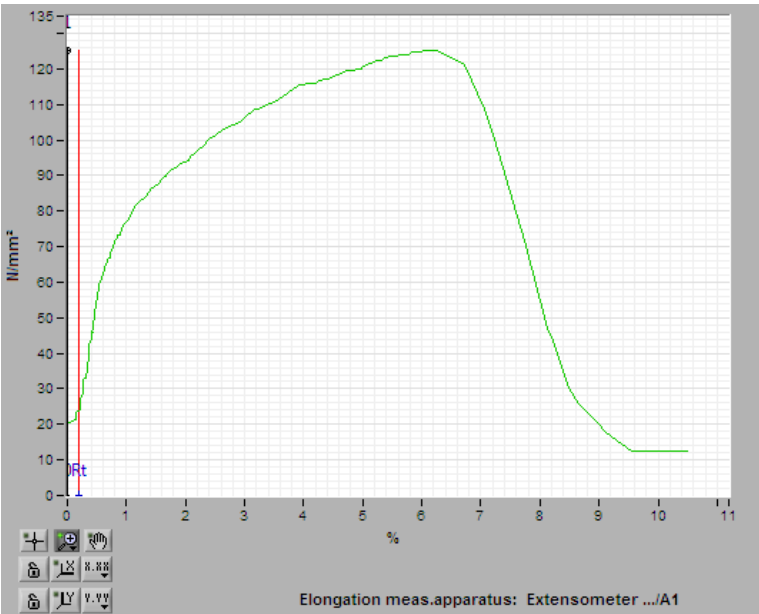
<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM – UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 57	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 8%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de la ESPOCH	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1595,92 Kg		
Carga de ruptura 1595,92 Kg		
RESULTADO:		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{51,614 - 50}{50} \times 100 = \frac{1,614}{50} \times 100 = 3,228$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$Sut = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow Sut = \frac{1595,92Kg}{126,6mm^2} = 12,60 \frac{Kg}{mm^2} = 123,53 \frac{N}{mm^2}$		

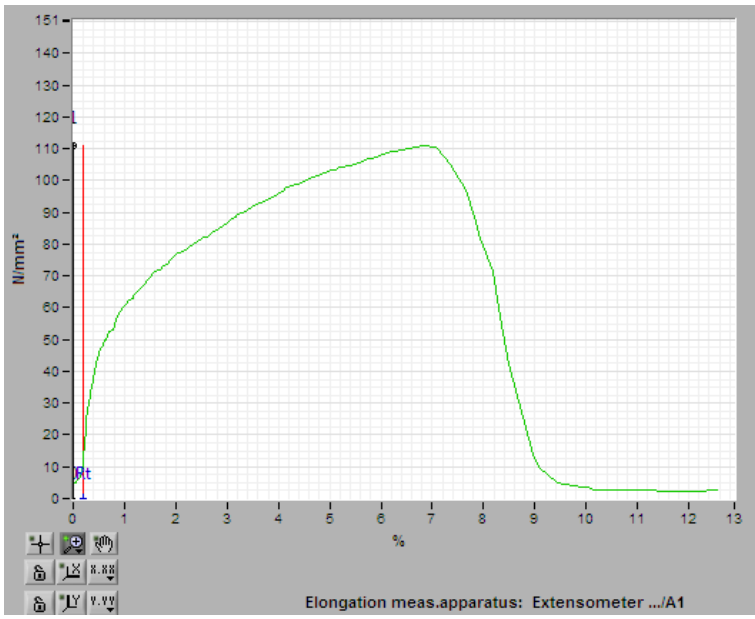


<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 58	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 8%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de la ESPOCH	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1462,87Kg		
Carga de ruptura 1462,87Kg		
RESULTADO:		
<p><b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b></p> $\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{51,5 - 50}{50} \times 100 = \frac{1,5}{50} \times 100 = 3$ <p><b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b></p> $Sut = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow Sut = \frac{1462,87 Kg}{=126,6 mm^2} = 11,55 \frac{Kg}{mm^2} = 113,24 \frac{N}{mm^2}$		

<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 59	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 8%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de la ESPOCH	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1071,33Kg		
Carga de ruptura 1071,33Kg		
RESULTADO:		
		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{51,52 - 50}{50} \times 100 = \frac{1,52}{50} \times 100 = 3,057$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$Sut = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow Sut = \frac{1440,7597Kg}{=126,6mm^2} = 11,38 \frac{Kg}{mm^2} = 111,52 \frac{N}{mm^2}$		

<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 60	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 8%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de la ESPOCH	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1632,75Kg		
Carga de ruptura 1632,75Kg		
RESULTADO:		
		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{52,55 - 50}{50} \times 100 = \frac{2,55}{50} \times 100 = 5,117$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$S_{ut} = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow S_{ut} = \frac{1632,25Kg}{=126,6mm^2} = 12,896 \frac{Kg}{mm^2} = 126,39 \frac{N}{mm^2}$		

<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 61	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 8%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de la ESPOCH	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1618,09Kg		
Carga de ruptura 1618,09Kg		
RESULTADO:		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{53,11 - 50}{50} \times 100 = \frac{3,11}{50} \times 100 = 6,22$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$Sut = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow Sut = \frac{1618,09Kg}{=126,6mm^2} = 12,78 \frac{Kg}{mm^2} = 125,255 \frac{N}{mm^2}$		

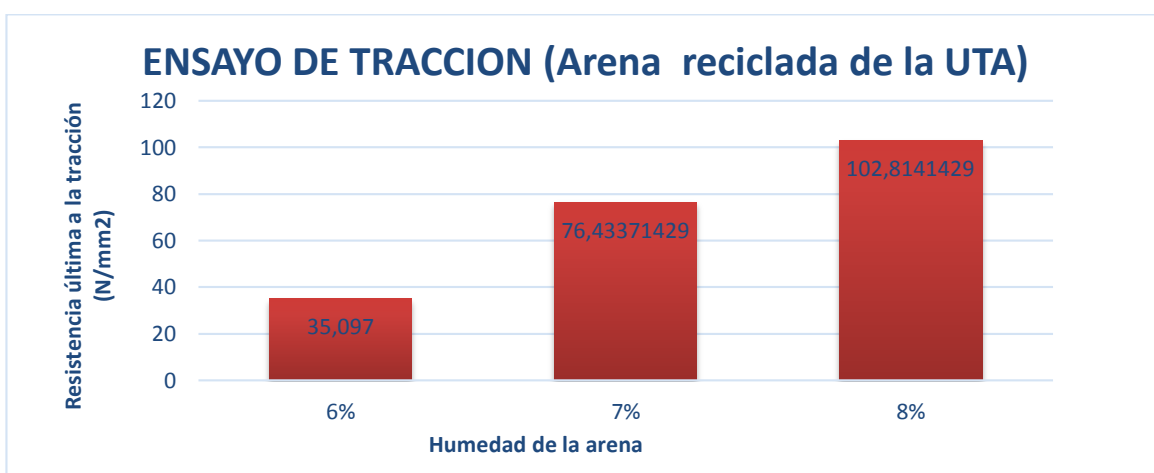
<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 62	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 8%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de la ESPOCH	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1425,92Kg		
Carga de ruptura 1425,92Kg		
RESULTADO:		
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{3,528 - 50}{50} \times 100 = \frac{3,52}{50} \times 100 = 7,057$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$S_{ut} = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow S_{ut} = \frac{1425,92Kg}{=126,6mm^2} = 11,26 \frac{Kg}{mm^2} = 110,38 \frac{N}{mm^2}$		

<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>		
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>		
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM - UTA		
Solicitado por: Ing. Henry Vaca	Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio	Aprobado por:	
Probeta N: 63	Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles	Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>		
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 8%
Probeta: Cilíndrica	Arena: verde de la ESPOCH	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>		
Fecha de ejecución: 22/07/2013		
Carga máxima: 1424,89Kg		
Carga de ruptura 1424,89Kg		
RESULTADO:	<p style="text-align: center;">Elongation meas.apparatus: Extensometer .../A1</p>	
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b>		
$\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{51,61 - 50}{50} \times 100 = \frac{1,61}{50} \times 100 = 3,22$		
<b>Cálculo de la resistencia última a la tracción:</b>		
$S_{ut} = \frac{P_{Max}}{A_0} \Rightarrow S_{ut} = \frac{1424,89Kg}{126,6mm^2} = 11,25 \frac{Kg}{mm^2} = 110,3 \frac{N}{mm^2}$		

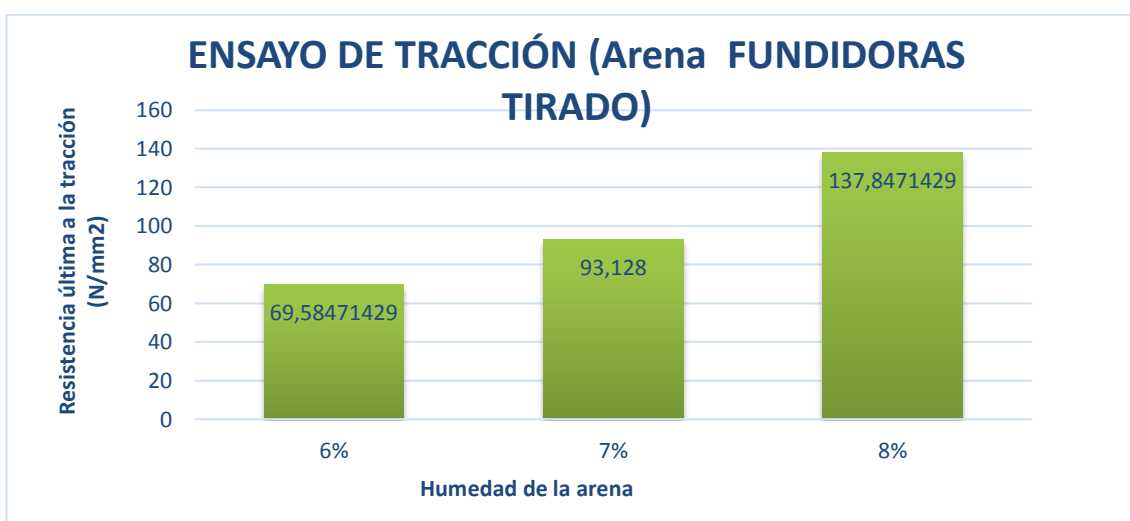
Tracción	Probetas(8% de Humedad en la arena de la Espoch)							
	1	2	3	4	5	6	7	̄x (Promedio)
Resistencia última a la tracción (N/mm2)	123,53	113,24	111,52	126,39	125,255	110,38	110,3	117,2307143

#### 4.2.2.-ANÁLISIS DE RESULTADOS

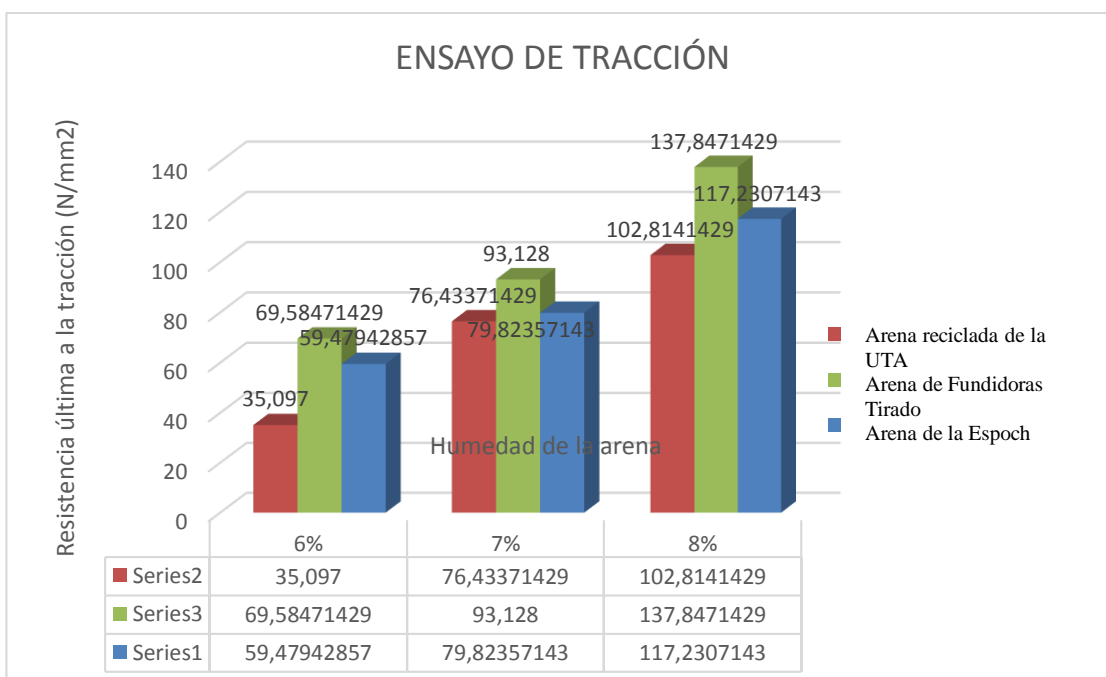
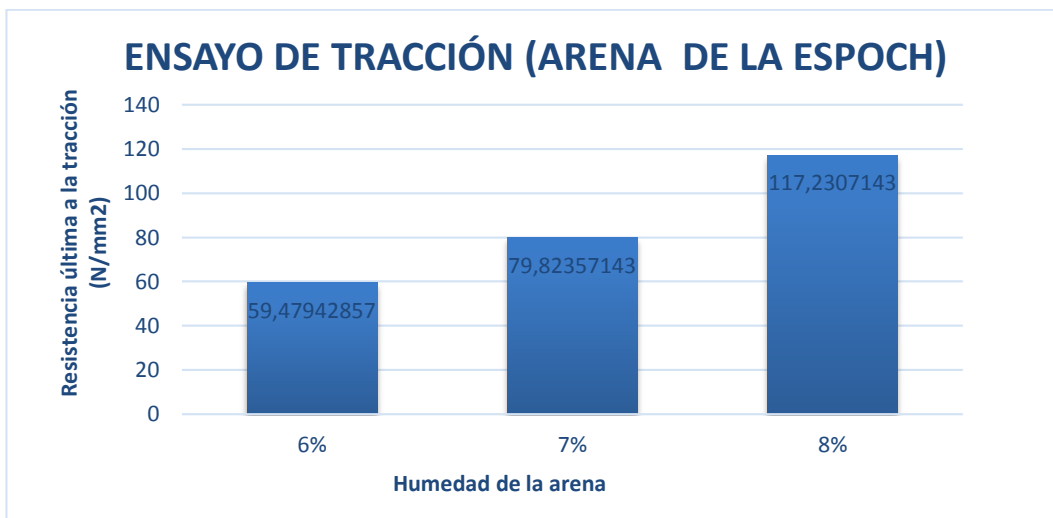
Promedio	Ensayo de Tracción (Arena reciclada de la UTA)		
	Porcentajes de Humedad		
	6%	7%	8%
1	35,097	76,434	102,814



Promedio	Ensayo de Tracción (Arena de Fundidoras Tirado)		
	Porcentajes de Humedad		
	6%	7%	8%
1	69,584	93,128	137,847



Promedio	Ensayo de Tracción (Arena de la ESPOCH)		
	Porcentajes de Humedad		
	6%	7%	8%
1	59,47942857	79,82357143	117,2307143



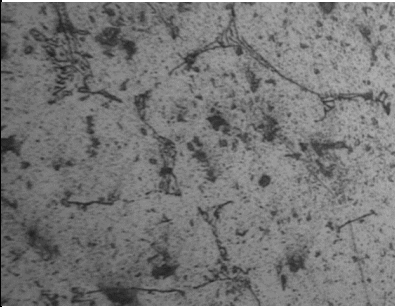
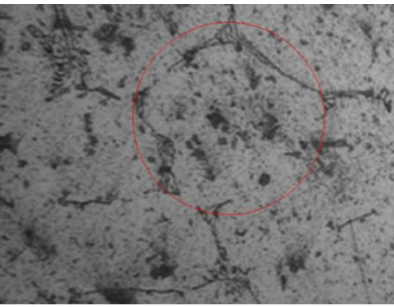


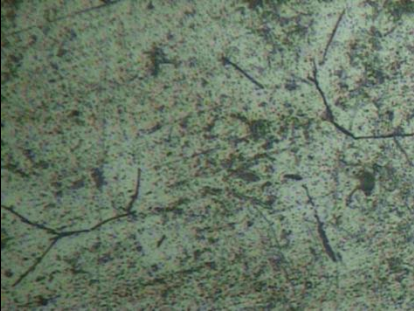
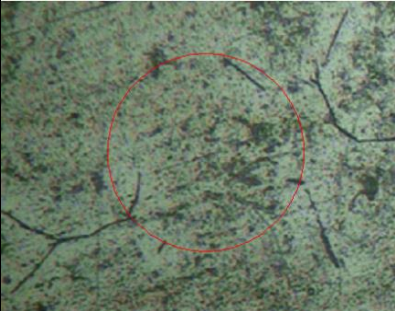
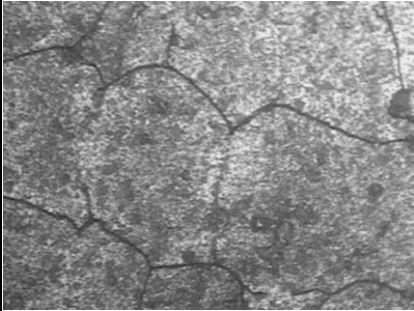
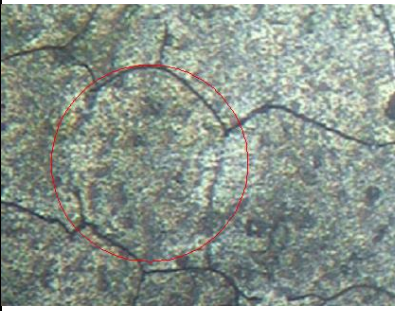
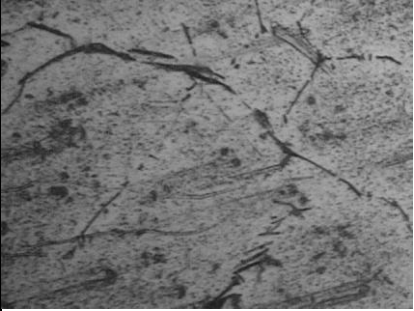
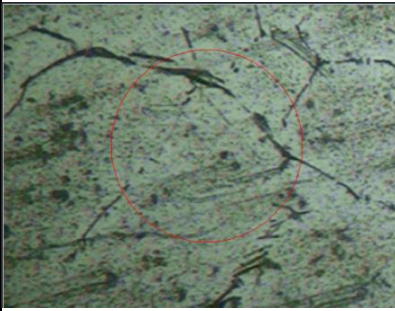


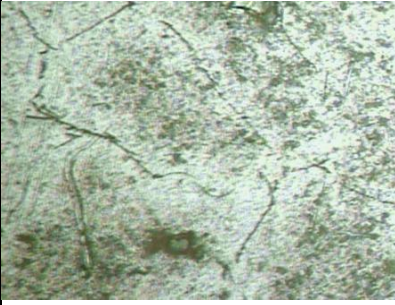

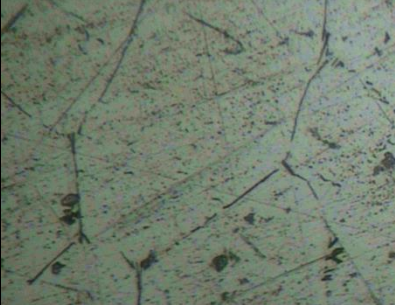
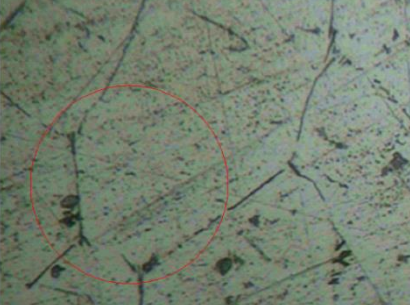
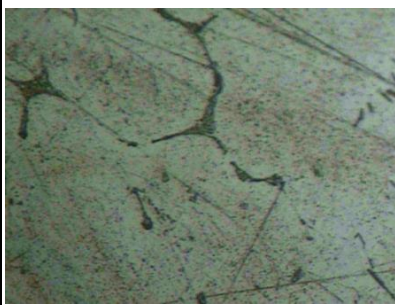
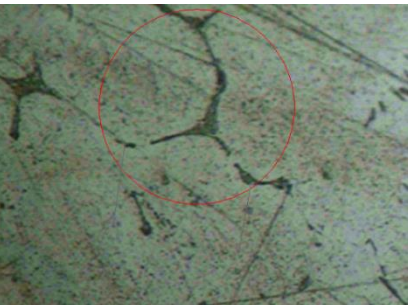
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO METALOGRAFICO**

<b>Tipo de estudio</b>	<b>De laboratorio</b>	<b>Ensayo N:01</b>	<b>Humedad: 6%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N :02</b>	<b>Arena: Reciclada de la UTA</b>
<b>Solicitado por:</b>	<b>UTA - FICM</b>	<b>Fecha:</b>	<b>19/10/2015</b>
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	<b>Milton Martinez</b>	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>
<b>PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO</b>			
<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	<b>22.5°C</b>	<b>Radiación</b>	<b>0.2 w/m<sup>2</sup></b>
<b>Velocidad circundante:</b>	<b>0.8 m/S</b>	<b>Otros</b>	
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>
<b>PARÁMETROS DEL ENSAYO METALOGRAFICO</b>			
<b>Realizado bajo la norma:</b>	<b>ASTM E112</b>	<b>Designación</b>	<b>E3</b>
<b>Acondicionamiento de la superficie por:</b>		<b>Pulido mecánico</b>	
<b>Temperatura durante el pulido:</b>	<b>22°C</b>	<b>Superficie preparada en:</b>	<b>30 min</b>
<b>Ataque químico de la superficie con:</b>	<b>Reactivo para aluminio y aleaciones</b>	<b>Tiempo de ataque</b>	<b>2 min. ; 30 seg.</b>
<b>item</b>	<b>MICROESTRUCTURA DE LA PIEZA OBTENIDA</b>	<b>Microestructura: aluminio de perfil figura (01)</b>	<b>Determinación del tamaño de grano por el procedimiento planimétrico</b>
<b>1</b>			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 5$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8 \text{ por jeffries (200x)}$ $NAE = 8 \left( 1 + \frac{5}{2} \right)$ $NAE = 28$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 28$ $G = 5,8$

item	MICROESTRUCTURA DE LA PIEZA OBTENIDA	Microestructura: aluminio de perfil figura (01)	Determinación del tamaño de grano por el procedimiento planimétrico
2			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 5$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 1 + \frac{5}{2} \right)$ $NAE = 28$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 28$ $G = 5,65$
3		 v	$N_{ins} = 0 \quad N_{int} = 6$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 0 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 24$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 24$ $G = 5,58$
4			$N_{ins} = 0 \quad N_{int} = 6$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 0 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 24$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 24$ $G = 5,58$

item	MICROESTRUCTURA DE LA PIEZA OBTENIDA	Microestructura: aluminio de perfil figura (01)	Determinación del tamaño de grano por el procedimiento planimétrico
5			$N_{ins} = 0 \quad N_{int} = 6$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 0 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 24$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 24$ $G = 5,58$
6			$N_{ins} = 0 \quad N_{int} = 6$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 0 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 24$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 24$ $G = 5,58$
7			$N_{ins} = 0 \quad N_{int} = 6$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 0 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 24$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 24$ $G = 5,58$

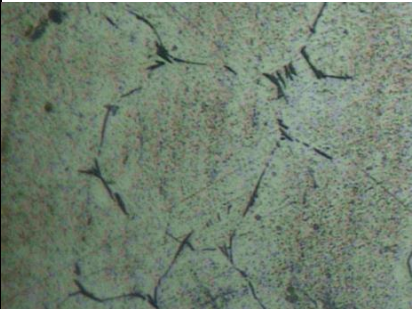
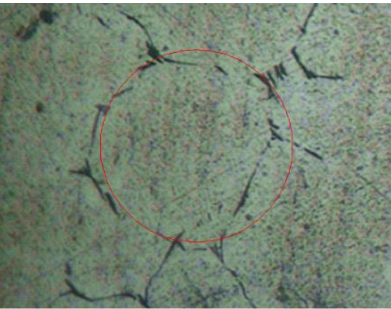
Metalografía	Probetas(6% de Humedad en la arena reciclada de la UTA)							
	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$ (Promedio)
Tamaño de grano	5,8	5,65	5,58	5,58	5,58	5,58	5,58	5,621428571

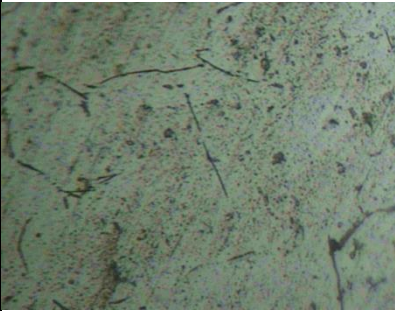

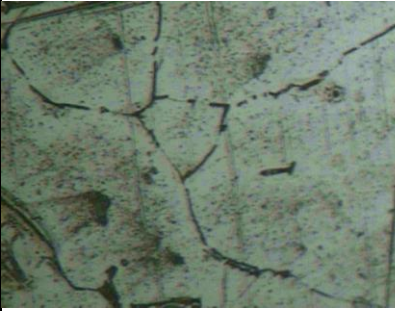
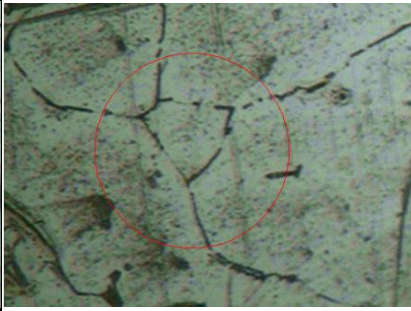
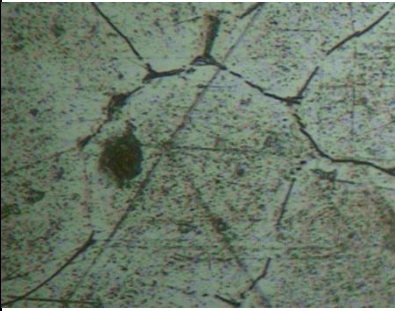
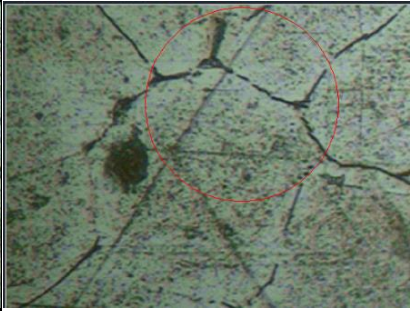


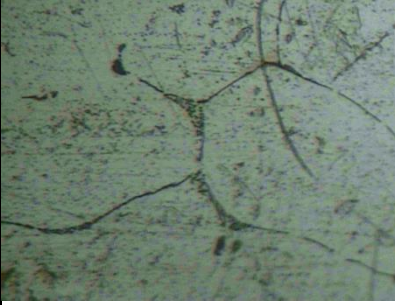
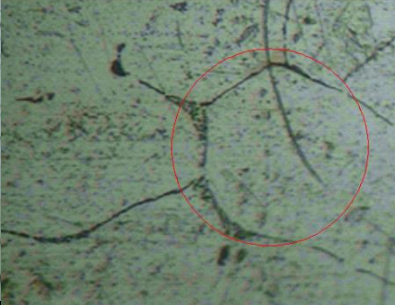
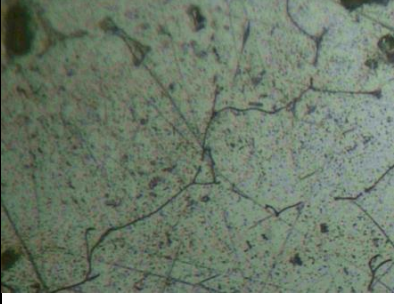
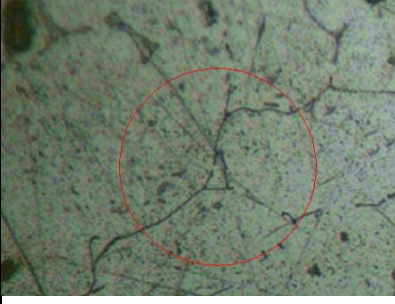
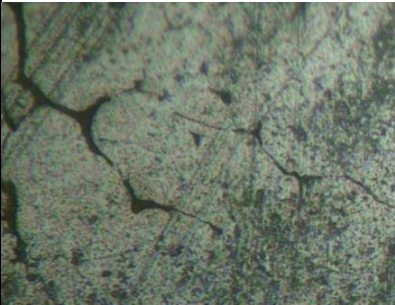

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO METALOGRAFICO**

<b>Tipo de estudio</b>	<b>De laboratorio</b>	<b>Ensayo N:01</b>	<b>Humedad: 6%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N :02</b>	<b>Arena: verde de fundidoras Tirado</b>
<b>Solicitado por:</b>	<b>UTA - FICM</b>	<b>Fecha:</b>	<b>19/10/2015</b>
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	<b>Milton Martinez</b>	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>
<b>PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO</b>			
<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	<b>22.5°C</b>	<b>Radiación</b>	<b>0.2 w/m<sup>2</sup></b>
<b>Velocidad circundante:</b>	<b>0.8 m/S</b>	<b>Otros</b>	
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>
<b>PARÁMETROS DEL ENSAYO METALOGRAFICO</b>			
<b>Realizado bajo la norma:</b>	<b>ASTM E112</b>	<b>Designación</b>	<b>E3</b>
<b>Acondicionamiento de la superficie por:</b>		<b>Pulido mecánico</b>	
<b>Temperatura durante el pulido:</b>	<b>22°C</b>	<b>Superficie preparada en:</b>	<b>30 min</b>
<b>Ataque químico de la superficie con:</b>	<b>Reactivo para aluminio y aleaciones</b>	<b>Tiempo de ataque</b>	<b>2 min. ; 30 seg.</b>
<b>item</b>	<b>MICROESTRUCTURA DE LA PIEZA OBTENIDA</b>	<b>Microestructura: aluminio de perfil figura (01)</b>	<b>Determinación del tamaño de grano por el procedimiento planimétrico</b>
<b>1</b>			$N_{ins} = 0 \quad N_{int} = 6$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8 \text{ por jeffries (200x)}$ $NAE = 8 \left( 0 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 24$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 24$ $G = 5,58$

item	MICROESTRUCTURA DE LA PIEZA OBTENIDA	Microestructura: aluminio de perfil figura (01)	Determinación del tamaño de grano por el procedimiento planimétrico
2			$N_{ins} = 0 \quad N_{int} = 6$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 0 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 24$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 24$ $G = 5,58$
3		 v	$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 4$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 1 + \frac{4}{2} \right)$ $NAE = 24$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 24$ $G = 5,58$
4			$N_{ins} = 0 \quad N_{int} = 6$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 0 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 24$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 24$ $G = 5,58 \cong 6$

item	MICROESTRUCTURA DE LA PIEZA OBTENIDA	Microestructura: aluminio de perfil figura (01)	Determinación del tamaño de grano por el procedimiento planimétrico
5			$N_{ins} = 0 \quad N_{int} = 6$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 0 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 24$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 24$ $G = 5,58$
6			$N_{ins} = 0 \quad N_{int} = 6$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 0 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 24$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 24$ $G = 5,58$
7			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 4$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 1 + \frac{4}{2} \right)$ $NAE = 24$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 32$ $G = 5,58$

Metalografía	Probetas(6% de Humedad en la arena de Fundidoras Tirado)							
	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$ (Promedio)
Tamaño de grano	5,58	5,58	5,58	5,58	5,58	5,58	5,58	5,58

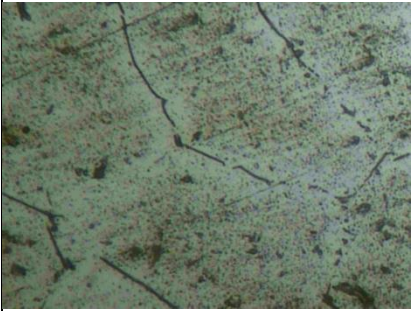
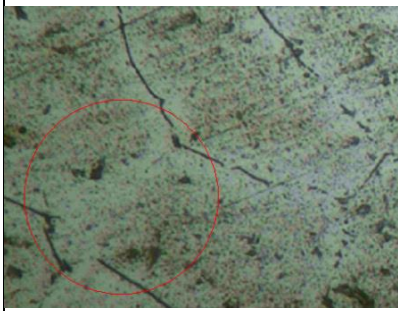
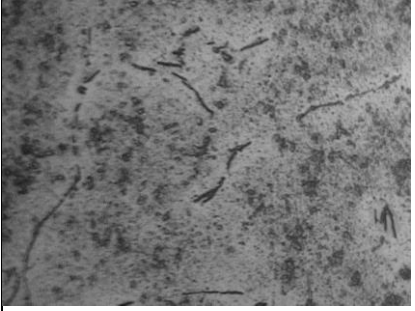
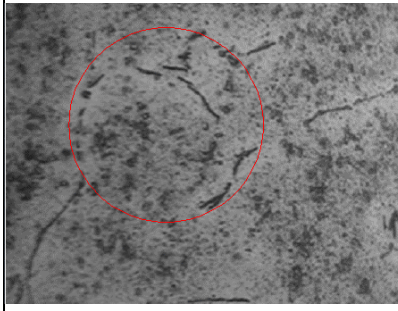




**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

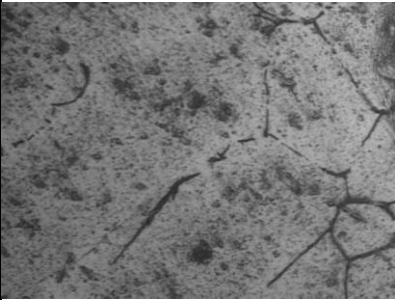
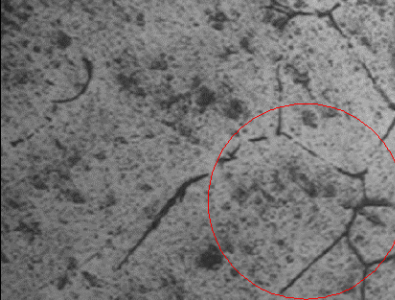
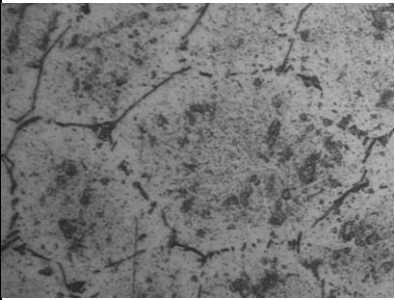
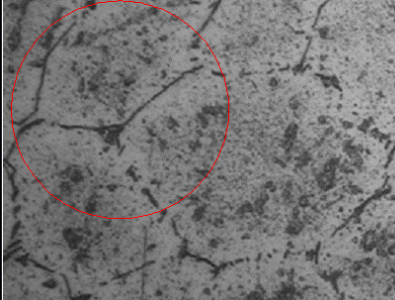
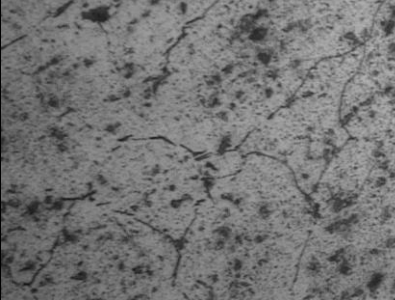
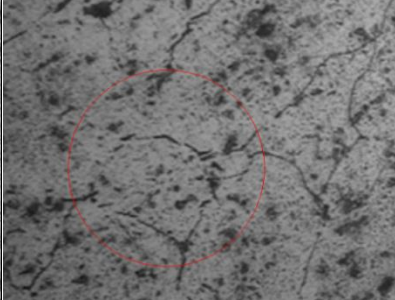


**ENSAYO METALOGRAFICO**

<b>Tipo de estudio</b>	<b>De laboratorio</b>	<b>Ensayo N:01</b>	<b>Humedad: 6%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N :02</b>	<b>Arena: verde de la ESPOCH</b>
<b>Solicitado por:</b>	<b>UTA - FICM</b>	<b>Fecha:</b>	<b>19/10/2015</b>
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	<b>Milton Martinez</b>	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>
<b>PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO</b>			
<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	<b>22.5°C</b>	<b>Radiación</b>	<b>0.2 w/m<sup>2</sup></b>
<b>Velocidad circundante:</b>	<b>0.8 m/S</b>	<b>Otros</b>	
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>
<b>PARÁMETROS DEL ENSAYO METALOGRAFICO</b>			
<b>Realizado bajo la norma:</b>	<b>ASTM E112</b>	<b>Designación</b>	<b>E3</b>
<b>Acondicionamiento de la superficie por:</b>		<b>Pulido mecánico</b>	
<b>Temperatura durante el pulido:</b>	<b>22°C</b>	<b>Superficie preparada en:</b>	<b>30 min</b>
<b>Ataque químico de la superficie con:</b>	<b>Reactivo para aluminio y aleaciones</b>	<b>Tiempo de ataque</b>	<b>2 min. ; 30 seg.</b>
<b>item</b>	<b>MICROESTRUCTURA DE LA PIEZA OBTENIDA</b>	<b>Microestructura: aluminio de perfil figura (01)</b>	<b>Determinación del tamaño de grano por el procedimiento planimétrico</b>
<b>1</b>			$N_{ins} = 0 \quad N_{int} = 6$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8 \text{ por jeffries (200x)}$ $NAE = 8 \left( 0 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 24$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 24$ $G = 5,58$

item	MICROESTRUCTURA DE LA PIEZA OBTENIDA	Microestructura: aluminio de perfil figura (01)	Determinación del tamaño de grano por el procedimiento planimétrico
2			$N_{ins}=0 \quad N_{int}=6$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 0 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 24$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 24$ $G = 5,58$
3			$N_{ins}=1 \quad N_{int}=4$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 1 + \frac{4}{2} \right)$ $NAE = 24$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 24$ $G = 5,58$
4			$N_{ins}=1 \quad N_{int}=4$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 1 + \frac{4}{2} \right)$ $NAE = 24$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 24$ $G = 5,58$



item	MICROESTRUCTURA DE LA PIEZA OBTENIDA	Microestructura: aluminio de perfil figura (01)	Determinación del tamaño de grano por el procedimiento planimétrico
5			$N_{ins} = 0 \quad N_{int} = 6$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 0 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 24$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 24$ $G = 5,58$
6			$N_{ins} = 0 \quad N_{int} = 6$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 0 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 24$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 24$ $G = 5,58$
7			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 4$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 1 + \frac{4}{2} \right)$ $NAE = 24$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 24$ $G = 5,58$

Metalografía	Probetas(8% de Humedad en la arena de la Espoch)							
	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$ (Promedio)
Tamaño de grano	5,58	5,58	5,58	5,58	5,58	5,58	5,58	5,58



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO METALOGRAFICO**

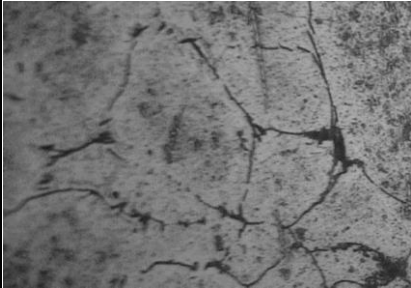
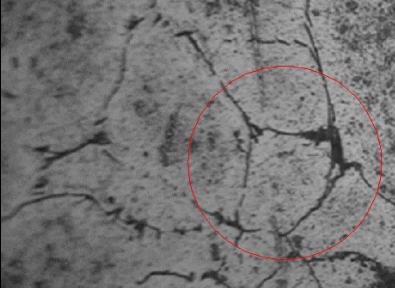
<b>Tipo de estudio</b>	<b>De laboratorio</b>	<b>Ensayo N:01</b>	<b>Humedad: 7%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N :02</b>	<b>Arena: Reciclada de la UTA</b>
<b>Solicitado por:</b>	<b>UTA - FICM</b>	<b>Fecha:</b>	<b>19/10/2015</b>
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	<b>Milton Martinez</b>	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>

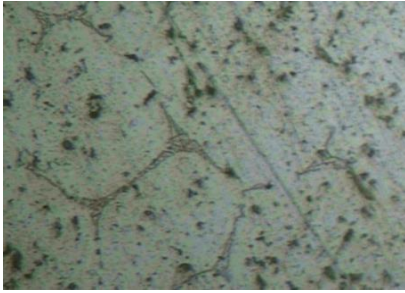
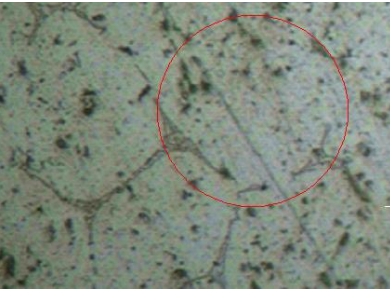
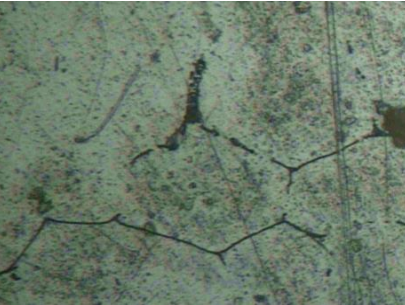
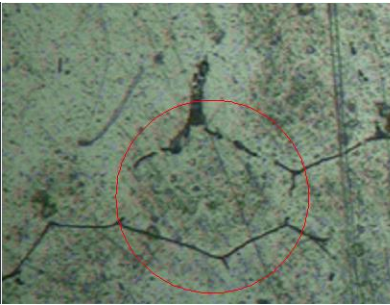
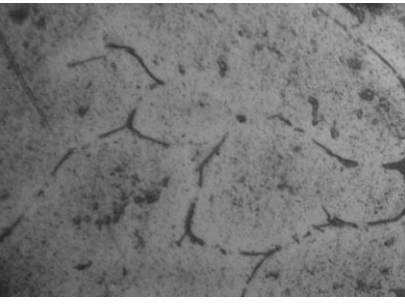
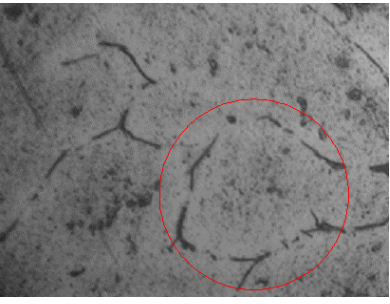
**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

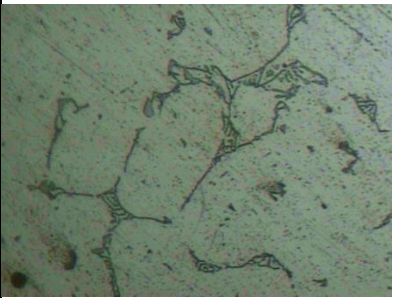
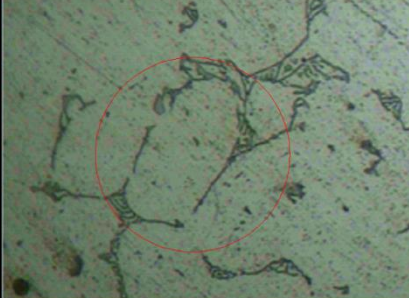
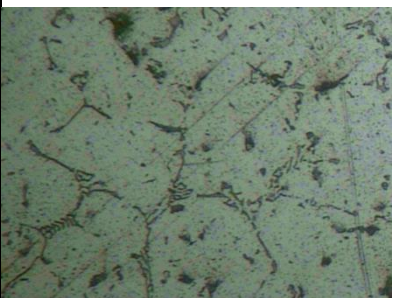
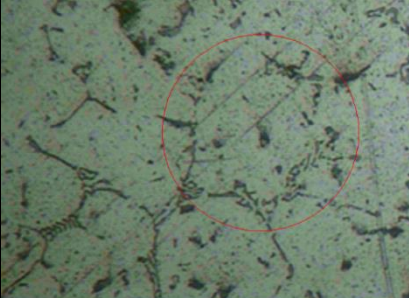
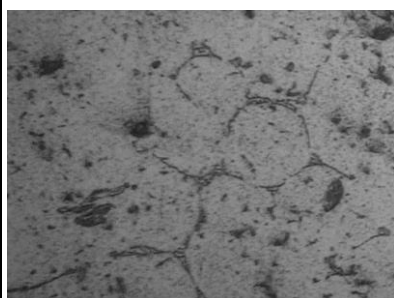
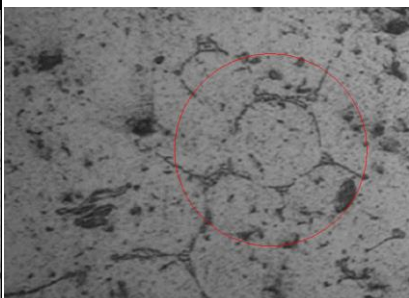
<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	<b>22.5°C</b>	<b>Radiación</b>	<b>0.2 w/m<sup>2</sup></b>
<b>Velocidad circundante:</b>	<b>0.8 m/S</b>	<b>Otros</b>	
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO METALOGRAFICO**

<b>Realizado bajo la norma:</b>	<b>ASTM E112</b>	<b>Designación</b>	<b>E3</b>
<b>Acondicionamiento de la superficie por:</b>		<b>Pulido mecánico</b>	
<b>Temperatura durante el pulido:</b>	<b>22°C</b>	<b>Superficie preparada en:</b>	<b>30 min</b>
<b>Ataque químico de la superficie con:</b>	<b>Reactivo para aluminio y aleaciones</b>	<b>Tiempo de ataque</b>	<b>2 min. ; 30 seg.</b>

item	MICROESTRUCTURA DE LA PIEZA OBTENIDA	Microestructura: aluminio de perfil figura (01)	Determinación del tamaño de grano por el procedimiento planimétrico
1			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 6$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 1 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 32$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 32$ $G = 5,99 \cong 6$

item	MICROESTRUCTURA DE LA PIEZA OBTENIDA	Microestructura: aluminio de perfil figura (01)	Determinación del tamaño de grano por el procedimiento planimétrico
2			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 6$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8 \text{ por jeffries (200x)}$ $NAE = 8 \left( 1 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 32$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 32$ $G = 5,99 \cong 6$
3			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 6$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8 \text{ por jeffries (200x)}$ $NAE = 8 \left( 1 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 32$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 32$ $G = 5,99 \cong 6$
4			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 6$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8 \text{ por jeffries (200x)}$ $NAE = 8 \left( 1 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 32$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 32$ $G = 5,99 \cong 6$

item	MICROESTRUCTURA DE LA PIEZA OBTENIDA	Microestructura: aluminio de perfil figura (01)	Determinación del tamaño de grano por el procedimiento planimétrico
5			$N_{ins}=1 \quad N_{int}=6$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 1 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 32$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 32$ $G = 5,99 \cong 6$
6			$N_{ins}=1 \quad N_{int}=6$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 1 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 32$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 32$ $G = 5,99 \cong 6$
7			$N_{ins}=1 \quad N_{int}=6$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 1 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 32$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 32$ $G = 5,99 \cong 6$

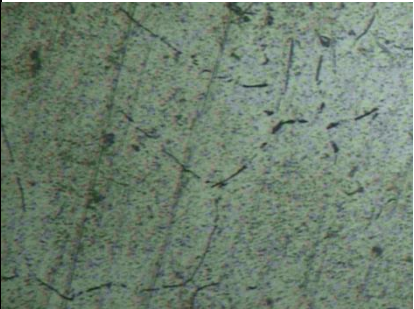
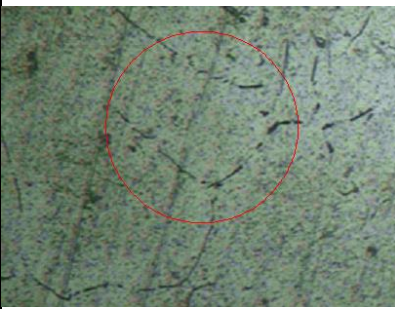
Metalografía	Probetas(7% de Humedad en la arena reciclada de la UTA)							
	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$ (Promedio)
Tamaño de grano	6	6	6	6	6	6	6	6

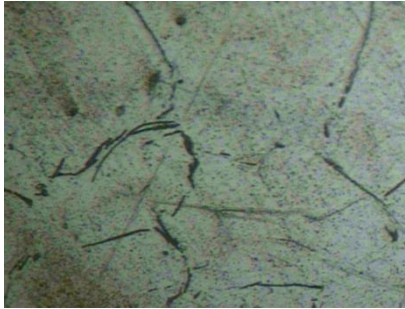
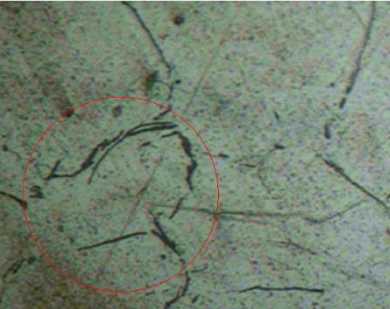
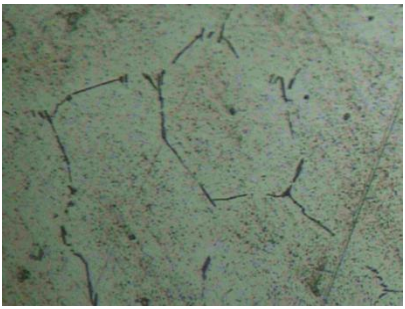
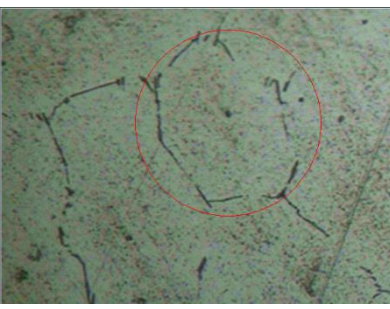
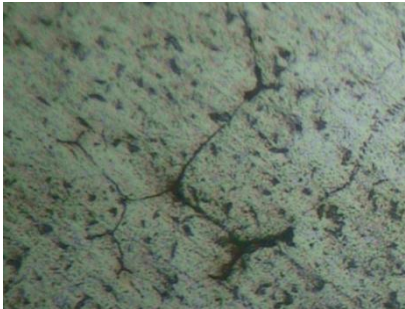
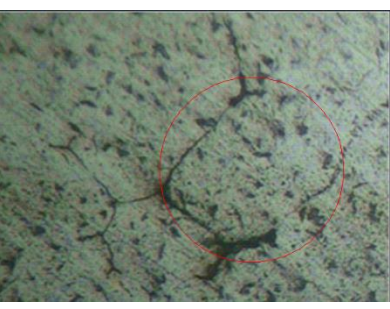


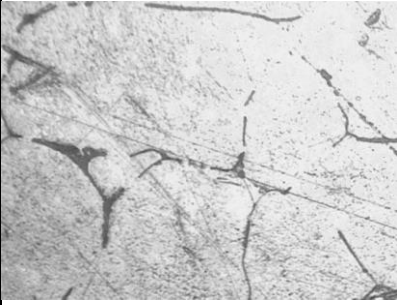
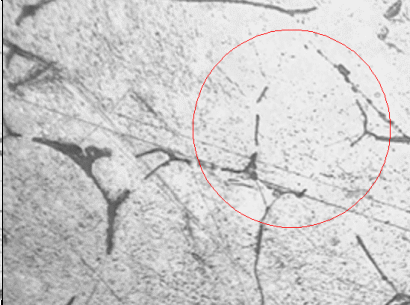

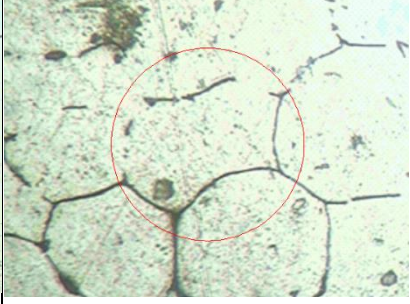
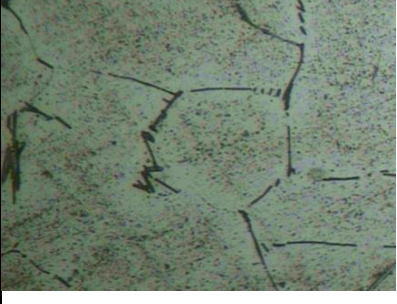
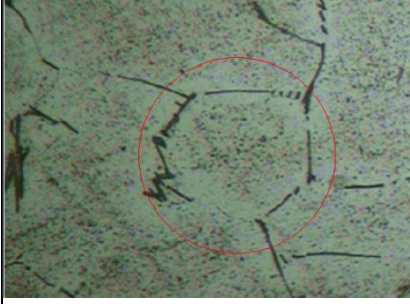
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO METALOGRAFICO**

<b>Tipo de estudio</b>	<b>De laboratorio</b>	<b>Ensayo N:01</b>	<b>Humedad: 7%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N :02</b>	<b>Arena: verde de fundidoras Tirado</b>
<b>Solicitado por:</b>	<b>UTA - FICM</b>	<b>Fecha:</b>	<b>19/10/2015</b>
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	<b>Milton Martinez</b>	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>
<b>PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO</b>			
<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	<b>22.5°C</b>	<b>Radiación</b>	<b>0.2 w/m<sup>2</sup></b>
<b>Velocidad circundante:</b>	<b>0.8 m/S</b>	<b>Otros</b>	
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>
<b>PARÁMETROS DEL ENSAYO METALOGRAFICO</b>			
<b>Realizado bajo la norma:</b>	<b>ASTM E112</b>	<b>Designación</b>	<b>E3</b>
<b>Acondicionamiento de la superficie por:</b>		<b>Pulido mecánico</b>	
<b>Temperatura durante el pulido:</b>	<b>22°C</b>	<b>Superficie preparada en:</b>	<b>30 min</b>
<b>Ataque químico de la superficie con:</b>	<b>Reactivo para aluminio y aleaciones</b>	<b>Tiempo de ataque</b>	<b>2 min. ; 30 seg.</b>
<b>item</b>	<b>MICROESTRUCTURA DE LA PIEZA OBTENIDA</b>	<b>Microestructura: aluminio de perfil figura (01)</b>	<b>Determinación del tamaño de grano por el procedimiento planimétrico</b>
<b>1</b>			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 5$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8 \text{ por jeffries (200x)}$ $NAE = 8 \left( 1 + \frac{5}{2} \right)$ $NAE = 28$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 28$ $G = 5,80$

item	MICROESTRUCTURA DE LA PIEZA OBTENIDA	Microestructura: aluminio de perfil figura (01)	Determinación del tamaño de grano por el procedimiento planimétrico
2			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 5$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8 \text{ por jeffries (200x)}$ $NAE = 8 \left( 1 + \frac{5}{2} \right)$ $NAE = 28$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 28$ $G = 5,8$
3		 v	$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 5$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8 \text{ por jeffries (200x)}$ $NAE = 8 \left( 1 + \frac{5}{2} \right)$ $NAE = 28$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 28$ $G = 5,8$
4			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 5$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8 \text{ por jeffries (200x)}$ $NAE = 8 \left( 1 + \frac{5}{2} \right)$ $NAE = 28$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 28$ $G = 5,8$

item	MICROESTRUCTURA DE LA PIEZA OBTENIDA	Microestructura: aluminio de perfil figura (01)	Determinación del tamaño de grano por el procedimiento planimétrico
5			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 5$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 1 + \frac{5}{2} \right)$ $NAE = 28$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 28$ $G = 5,8$
6			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 5$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 1 + \frac{5}{2} \right)$ $NAE = 28$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 28$ $G = 5,8$
7			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 5$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 1 + \frac{5}{2} \right)$ $NAE = 28$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 28$ $G = 5,8$

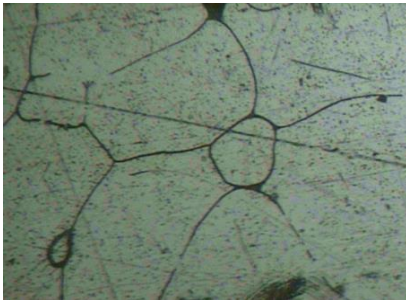
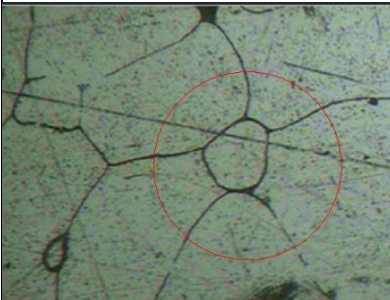
Metalografía	Probetas(7% de Humedad en la arena de Fundidoras Tirado)							
	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$ (Promedio)
Tamaño de grano	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8



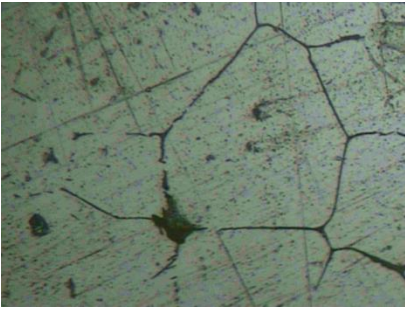
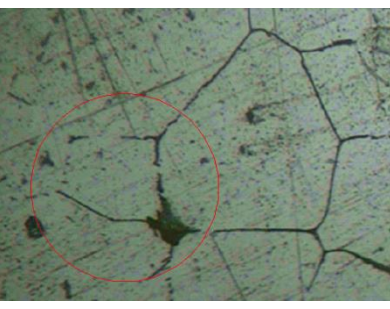
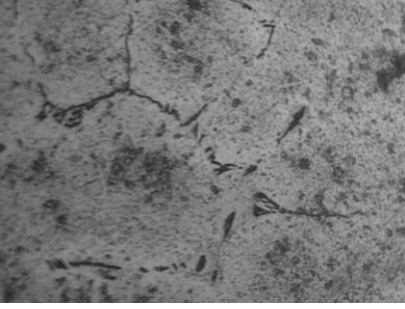
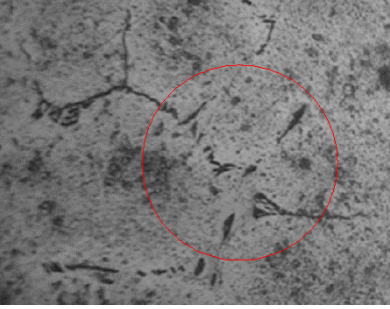
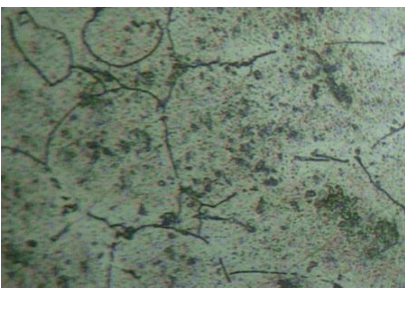
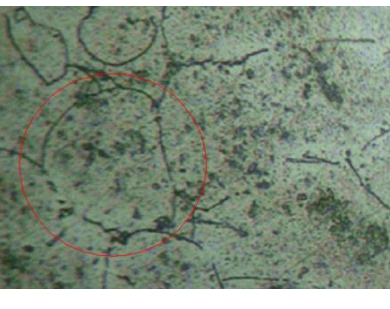
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

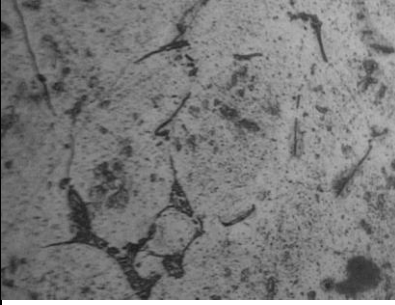

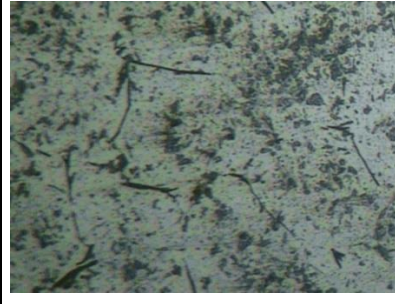
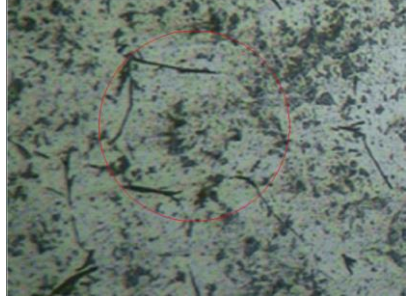
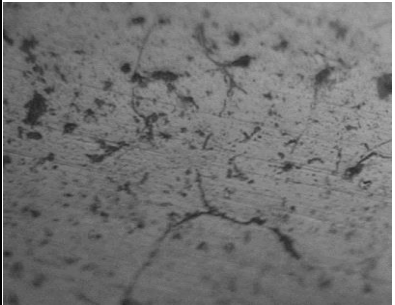
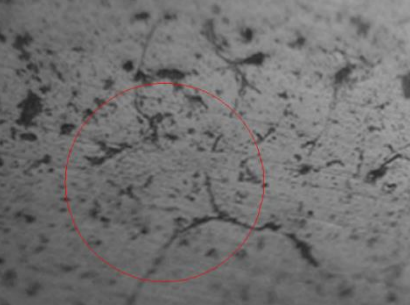


**ENSAYO METALOGRAFICO**

<b>Tipo de estudio</b>	<b>De laboratorio</b>	<b>Ensayo N:01</b>	<b>Humedad: 7%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N :02</b>	<b>Arena: verde de la Spoch</b>
<b>Solicitado por:</b>	<b>UTA - FICM</b>	<b>Fecha:</b>	<b>19/10/2015</b>
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	<b>Milton Martinez</b>	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>
<b>PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO</b>			
<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	<b>22.5°C</b>	<b>Radiación</b>	<b>0.2 w/m<sup>2</sup></b>
<b>Velocidad circundante:</b>	<b>0.8 m/S</b>	<b>Otros</b>	
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>
<b>PARÁMETROS DEL ENSAYO METALOGRAFICO</b>			
<b>Realizado bajo la norma:</b>	<b>ASTM E112</b>	<b>Designación</b>	<b>E3</b>
<b>Acondicionamiento de la superficie por:</b>		<b>Pulido mecánico</b>	
<b>Temperatura durante el pulido:</b>	<b>22°C</b>	<b>Superficie preparada en:</b>	<b>30 min</b>
<b>Ataque químico de la superficie con:</b>	<b>Reactivo para aluminio y aleaciones</b>	<b>Tiempo de ataque</b>	<b>2 min. ; 30 seg.</b>
<b>item</b>	<b>MICROESTRUCTURA DE LA PIEZA OBTENIDA</b>	<b>Microestructura: aluminio de perfil figura (01)</b>	<b>Determinación del tamaño de grano por el procedimiento planimétrico</b>
<b>1</b>			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 5$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8 \text{ por jeffries (200x)}$ $NAE = 8 \left( 1 + \frac{5}{2} \right)$ $NAE = 28$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 28$ $G = 5,8$



item	MICROESTRUCTURA DE LA PIEZA OBTENIDA	Microestructura: aluminio de perfil figura (01)	Determinación del tamaño de grano por el procedimiento planimétrico
2			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 5$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 1 + \frac{5}{2} \right)$ $NAE = 28$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 28$ $G = 5,8$
3		 v	$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 5$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 1 + \frac{5}{2} \right)$ $NAE = 28$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 28$ $G = 5,8$
4			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 5$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 1 + \frac{5}{2} \right)$ $NAE = 28$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 28$ $G = 5,8$

item	MICROESTRUCTURA DE LA PIEZA OBTENIDA	Microestructura: aluminio de perfil figura (01)	Determinación del tamaño de grano por el procedimiento planimétrico
5			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 5$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 1 + \frac{5}{2} \right)$ $NAE = 28$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 28$ $G = 5,8$
6			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 5$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 1 + \frac{5}{2} \right)$ $NAE = 28$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 28$ $G = 5,8$
7			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 5$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 1 + \frac{5}{2} \right)$ $NAE = 28$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 28$ $G = 5,8$

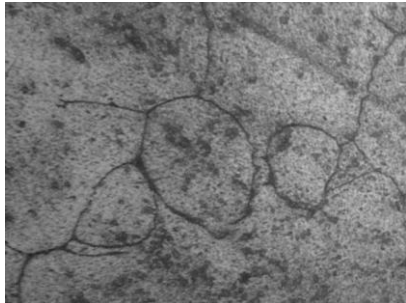
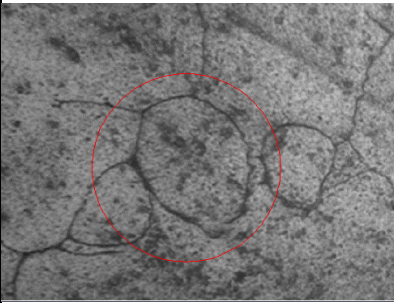
Metalografía	Probetas(7% de Humedad en la arena de la Espoch)							
	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$ (Promedio)
Tamaño de grano	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8

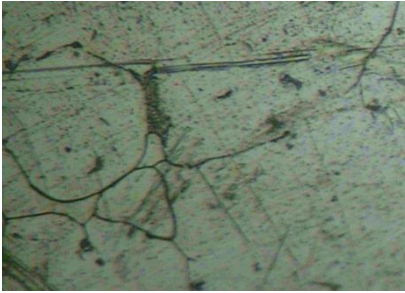

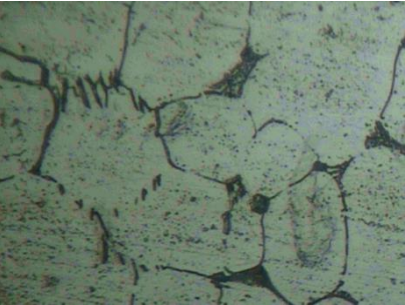
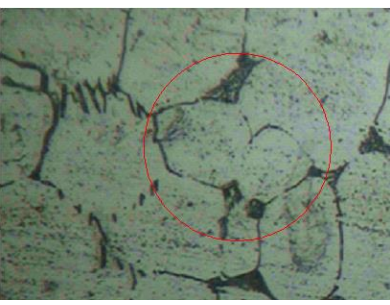
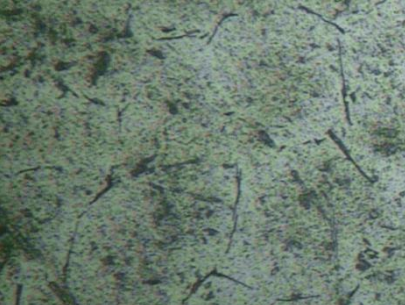
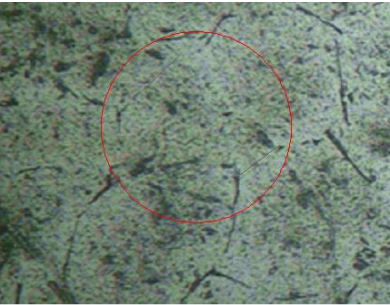


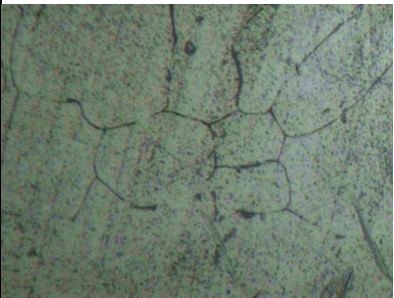
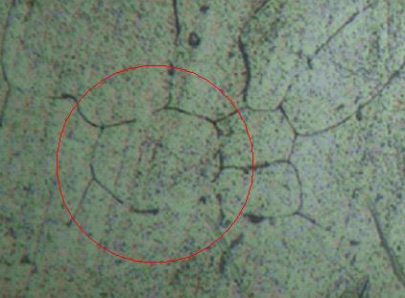
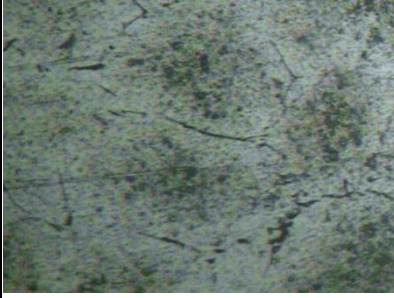
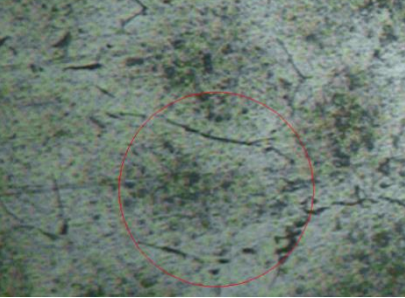
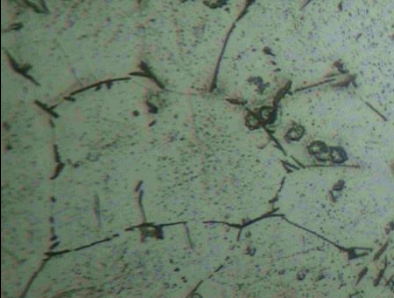
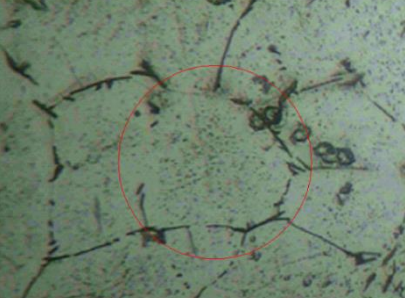
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO METALOGRAFICO**

<b>Tipo de estudio</b>	<b>De laboratorio</b>	<b>Ensayo N:01</b>	<b>Humedad: 8%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N :01</b>	<b>Arena: Reciclada de la UTA</b>
<b>Solicitado por:</b>	<b>UTA - FICM</b>	<b>Fecha:</b>	<b>19/10/2015</b>
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	<b>Milton Martinez</b>	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>
<b>PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO</b>			
<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	<b>22.5°C</b>	<b>Radiación</b>	<b>0.2 w/m<sup>2</sup></b>
<b>Velocidad circundante:</b>	<b>0.8 m/S</b>	<b>Otros</b>	
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>
<b>PARÁMETROS DEL ENSAYO METALOGRAFICO</b>			
<b>Realizado bajo la norma:</b>	<b>ASTM E112</b>	<b>Designación</b>	<b>E3</b>
<b>Acondicionamiento de la superficie por:</b>		<b>Pulido mecánico</b>	
<b>Temperatura durante el pulido:</b>	<b>22°C</b>	<b>Superficie preparada en:</b>	<b>30 min</b>
<b>Ataque químico de la superficie con:</b>	<b>Reactivo para aluminio y aleaciones</b>	<b>Tiempo de ataque</b>	<b>2 min. ; 30 seg.</b>
<b>item</b>	<b>MICROESTRUCTURA DE LA PIEZA OBTENIDA</b>	<b>Microestructura: aluminio de perfil figura (01)</b>	<b>Determinación del tamaño de grano por el procedimiento planimétrico</b>
<b>1</b>			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 7$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8 \text{ por jeffries (200x)}$ $NAE = 8 \left( 1 + \frac{7}{2} \right)$ $NAE = 36$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 36$ $G = 6,17$

item	MICROESTRUCTURA DE LA PIEZA OBTENIDA	Microestructura: aluminio de perfil figura (01)	Determinación del tamaño de grano por el procedimiento planimétrico
2			$N_{ins} = 2 \quad N_{int} = 5$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 2 + \frac{5}{2} \right)$ $NAE = 36$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 36$ $G = 6,17$
3			$N_{ins} = 2 \quad N_{int} = 5$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 2 + \frac{5}{2} \right)$ $NAE = 36$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 36$ $G = 6,17$
4			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 7$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 1 + \frac{7}{2} \right)$ $NAE = 36$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 36$ $G = 6,16$

item	MICROESTRUCTURA DE LA PIEZA OBTENIDA	Microestructura: aluminio de perfil figura (01)	Determinación del tamaño de grano por el procedimiento planimétrico
5			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 7$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 1 + \frac{7}{2} \right)$ $NAE = 36$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 36$ $G = 6,16$
6			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 7$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 1 + \frac{7}{2} \right)$ $NAE = 36$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 36$ $G = 6,16$
7			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 7$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 1 + \frac{7}{2} \right)$ $NAE = 36$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 36$ $G = 6,16$

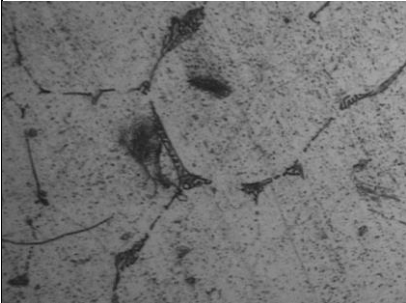
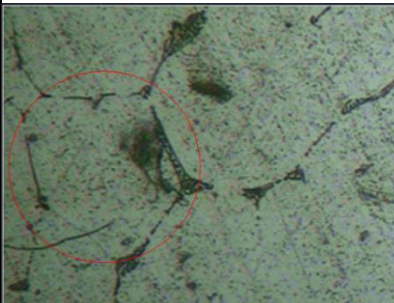
Metalografía	Probetas(8% de Humedad en la arena reciclada de la UTA)							$\bar{x}$ (Promedio)
	1	2	3	4	5	6	7	
Tamaño de grano	6,17	6,17	6,17	6,16	6,16	6,16	6,16	6,164

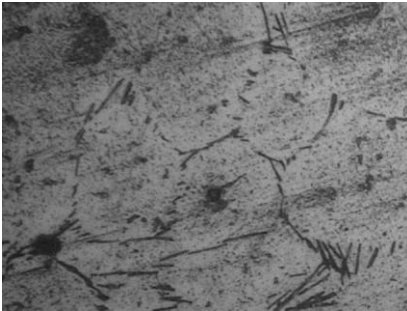
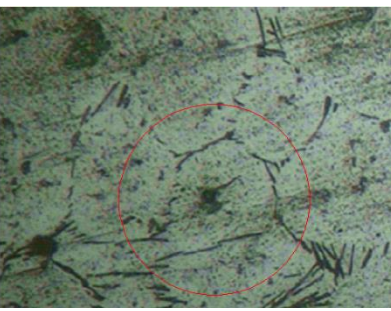
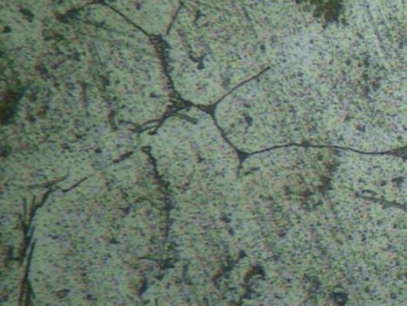
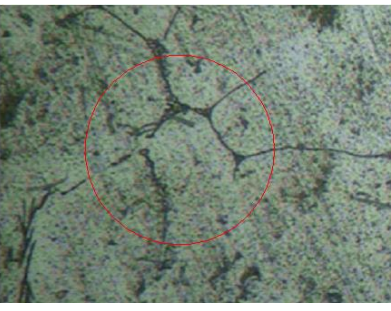
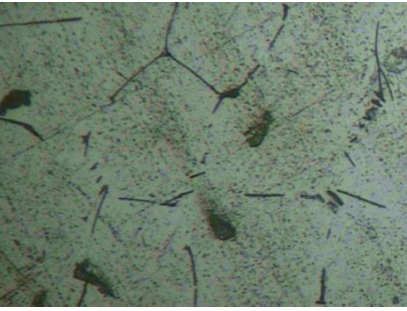
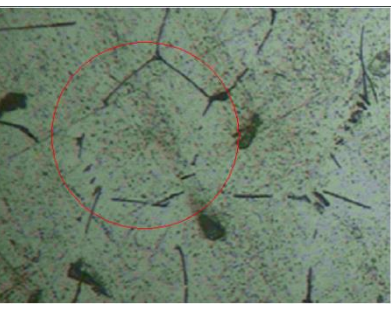


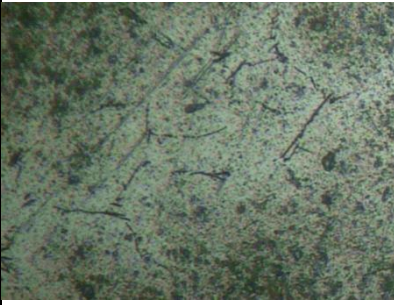
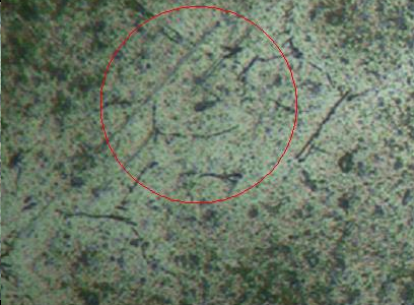
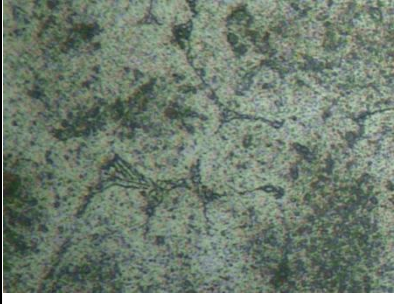
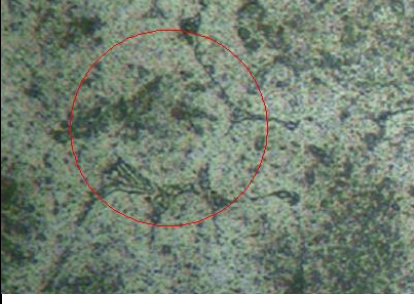
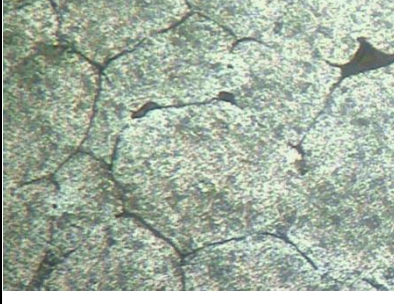

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO METALOGRAFICO**

<b>Tipo de estudio</b>	<b>De laboratorio</b>	<b>Ensayo N:01</b>	<b>Humedad: 8%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N :02</b>	<b>Arena: verde de fundidoras Tirado</b>
<b>Solicitado por:</b>	<b>UTA - FICM</b>	<b>Fecha:</b>	<b>19/10/2015</b>
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	<b>Milton Martinez</b>	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>
<b>PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO</b>			
<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	<b>22.5°C</b>	<b>Radiación</b>	<b>0.2 w/m<sup>2</sup></b>
<b>Velocidad circundante:</b>	<b>0.8 m/S</b>	<b>Otros</b>	
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>
<b>PARÁMETROS DEL ENSAYO METALOGRAFICO</b>			
<b>Realizado bajo la norma:</b>	<b>ASTM E112</b>	<b>Designación</b>	<b>E3</b>
<b>Acondicionamiento de la superficie por:</b>		<b>Pulido mecánico</b>	
<b>Temperatura durante el pulido:</b>	<b>22°C</b>	<b>Superficie preparada en:</b>	<b>30 min</b>
<b>Ataque químico de la superficie con:</b>	<b>Reactivo para aluminio y aleaciones</b>	<b>Tiempo de ataque</b>	<b>2 min. ; 30 seg.</b>
<b>item</b>	<b>MICROESTRUCTURA DE LA PIEZA OBTENIDA</b>	<b>Microestructura: aluminio de perfil figura (01)</b>	<b>Determinación del tamaño de grano por el procedimiento planimétrico</b>
<b>1</b>			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 6$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8 \text{ por jeffries (200x)}$ $NAE = 8 (1 + 6/2)$ $NAE = 32$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 32$ $G = 5,99 \cong 6$

item	MICROESTRUCTURA DE LA PIEZA OBTENIDA	Microestructura: aluminio de perfil figura (01)	Determinación del tamaño de grano por el procedimiento planimétrico
2			<p> <math>N_{ins} = 1</math> <math>N_{int} = 6</math>  <math>NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)</math>  <math>f = 8</math> por jeffries (200x)  <math>NAE = 8 (1 + 6/2)</math>  <math>NAE = 32</math>  <math>G = 1,000 + 3,3219 \log NA E</math>  <math>G = 1,000 + 3,3219 \log 32</math>  <math>G = 5,99 \cong 6</math> </p>
3			<p> <math>N_{ins} = 1</math> <math>N_{int} = 6</math>  <math>NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)</math>  <math>f = 8</math> por jeffries (200x)  <math>NAE = 8 (1 + 6/2)</math>  <math>NAE = 32</math>  <math>G = 1,000 + 3,3219 \log NA E</math>  <math>G = 1,000 + 3,3219 \log 32</math>  <math>G = 5,99 \cong 6</math> </p>
4			<p> <math>N_{ins} = 1</math> <math>N_{int} = 6</math>  <math>NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)</math>  <math>f = 8</math> por jeffries (200x)  <math>NAE = 8 (1 + 6/2)</math>  <math>NAE = 32</math>  <math>G = 1,000 + 3,3219 \log NA E</math>  <math>G = 1,000 + 3,3219 \log 32</math>  <math>G = 5,99 \cong 6</math> </p>

item	MICROESTRUCTURA DE LA PIEZA OBTENIDA	Microestructura: aluminio de perfil figura (01)	Determinación del tamaño de grano por el procedimiento planimétrico
5			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 6$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 (1 + 6/2)$ $NAE = 32$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 32$ $G = 5,99 \cong 6$
6			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 6$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 (1 + 6/2)$ $NAE = 32$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 32$ $G = 5,99 \cong 6$
7			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 6$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 (1 + 6/2)$ $NAE = 32$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 32$ $G = 5,99 \cong 6$

Metalografía	Probetas(6% de Humedad en la arena de Fundidoras Tirado)							
	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$ (Promedio)
Tamaño de grano	6	6	6	6	6	6	6	6





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO METALOGRAFICO**

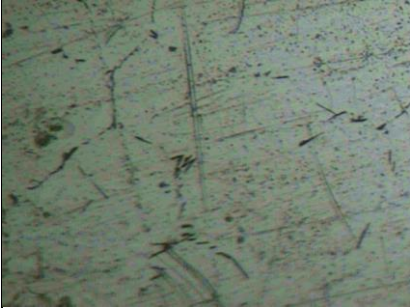
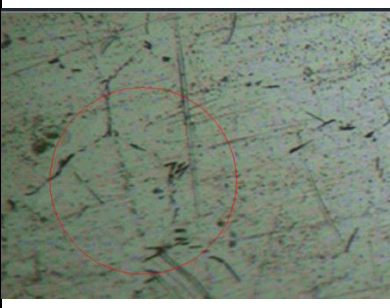
<b>Tipo de estudio</b>	<b>De laboratorio</b>	<b>Ensayo N:01</b>	<b>Humedad: 8%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N :02</b>	<b>Arena: verde de la Espoch</b>
<b>Solicitado por:</b>	<b>UTA - FICM</b>	<b>Fecha:</b>	<b>19/10/2015</b>
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	<b>Milton Martinez</b>	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>

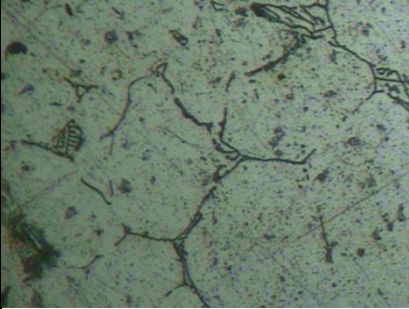
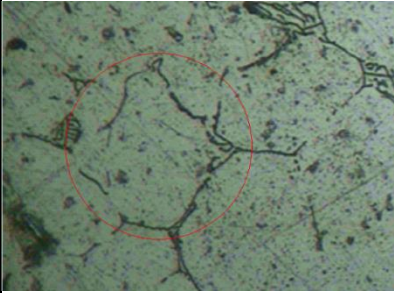
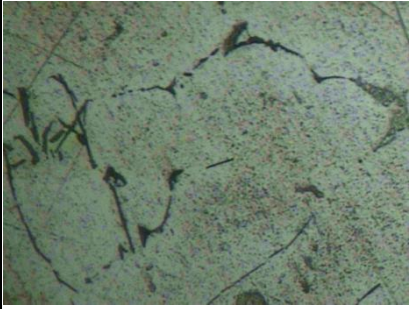
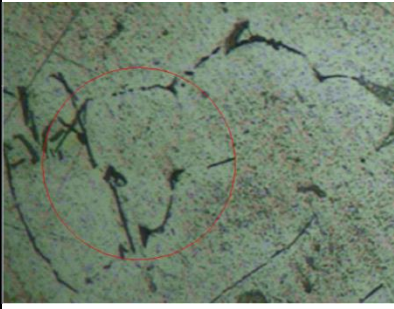
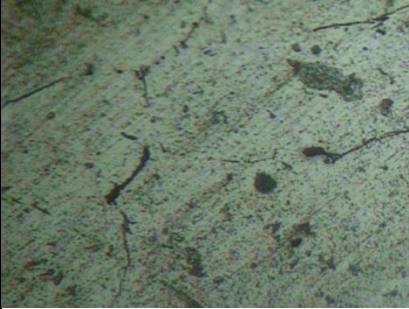
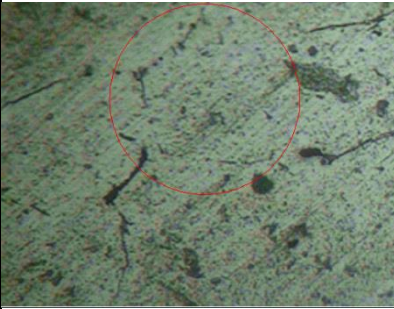
**PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO**

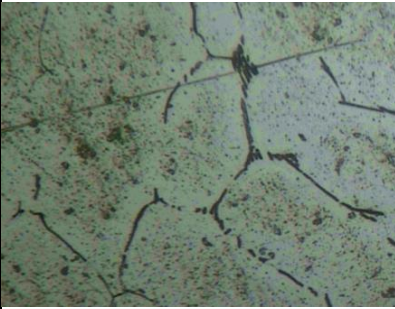
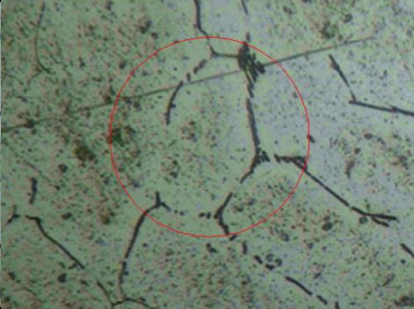
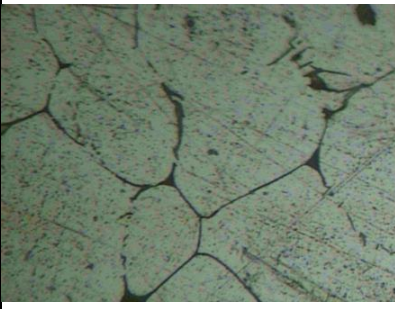
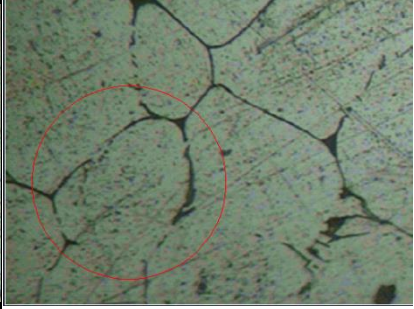
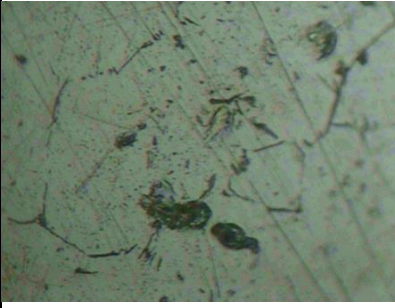

<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	<b>22.5°C</b>	<b>Radiación</b>	<b>0.2 w/m<sup>2</sup></b>
<b>Velocidad circundante:</b>	<b>0.8 m/S</b>	<b>Otros</b>	
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura: 240°C</b>

**PARÁMETROS DEL ENSAYO METALOGRAFICO**

<b>Realizado bajo la norma:</b>	<b>ASTM E112</b>	<b>Designación</b>	<b>E3</b>
<b>Acondicionamiento de la superficie por:</b>		<b>Pulido mecánico</b>	
<b>Temperatura durante el pulido:</b>	<b>22°C</b>	<b>Superficie preparada en:</b>	<b>30 min</b>
<b>Ataque químico de la superficie con:</b>	<b>Reactivo para aluminio y aleaciones</b>	<b>Tiempo de ataque</b>	<b>2 min. ; 30 seg.</b>

item	MICROESTRUCTURA DE LA PIEZA OBTENIDA	Microestructura: aluminio de perfil figura (01)	Determinación del tamaño de grano por el procedimiento planimétrico
1			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 6$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8 \text{ por jeffries (200x)}$ $NAE = 8 (1 + 6/2)$ $NAE = 32$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 32$ $G = 5,99 \cong 6$

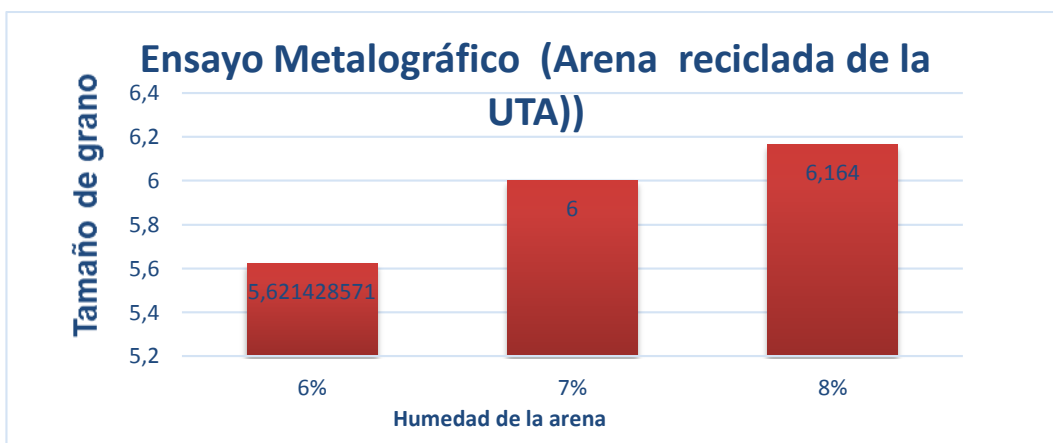
item	MICROESTRUCTURA DE LA PIEZA OBTENIDA	Microestructura: aluminio de perfil figura (01)	Determinación del tamaño de grano por el procedimiento planimétrico
2			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 6$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 1 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 32$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 32$ $G = 5,99 \cong 6$
3			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 6$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 1 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 32$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 32$ $G = 5,99 \cong 6$
4			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 6$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 1 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 32$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 32$ $G = 5,99 \cong 6$

item	MICROESTRUCTURA DE LA PIEZA OBTENIDA	Microestructura: aluminio de perfil figura (01)	Determinación del tamaño de grano por el procedimiento planimétrico
5			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 6$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 1 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 32$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 32$ $G = 5,99 \cong 6$
6			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 6$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 1 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 32$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 32$ $G = 5,99 \cong 6$
7			$N_{ins} = 2 \quad N_{int} = 4$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left( 2 + \frac{4}{2} \right)$ $NAE = 32$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 32$ $G = 5,99 \cong 6$

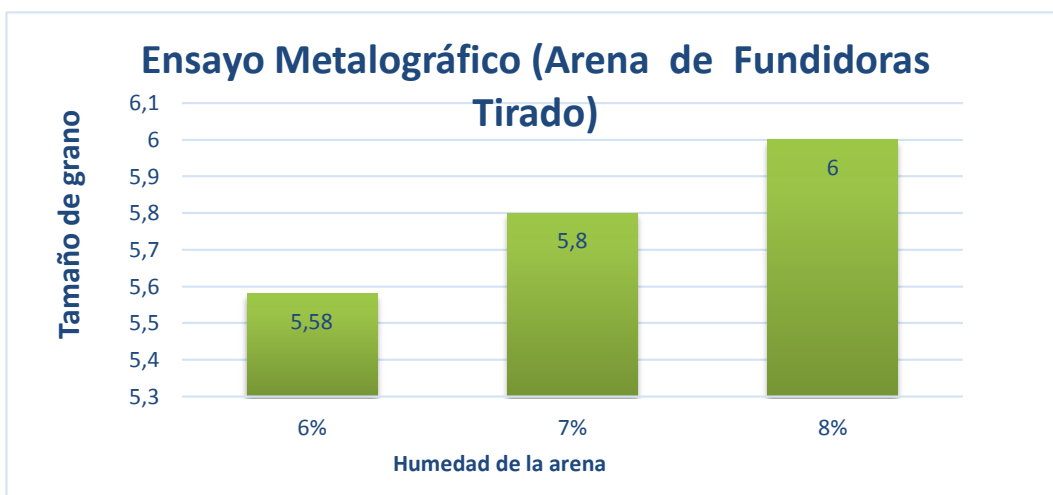
Metalografía	Probetas(8% de Humedad en la arena de la Espoch)							
	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$ (Promedio)
Tamaño de grano	6	6	6	6	6	6	6	6

### 4.2.3.-ANÁLISIS DE RESULTADOS

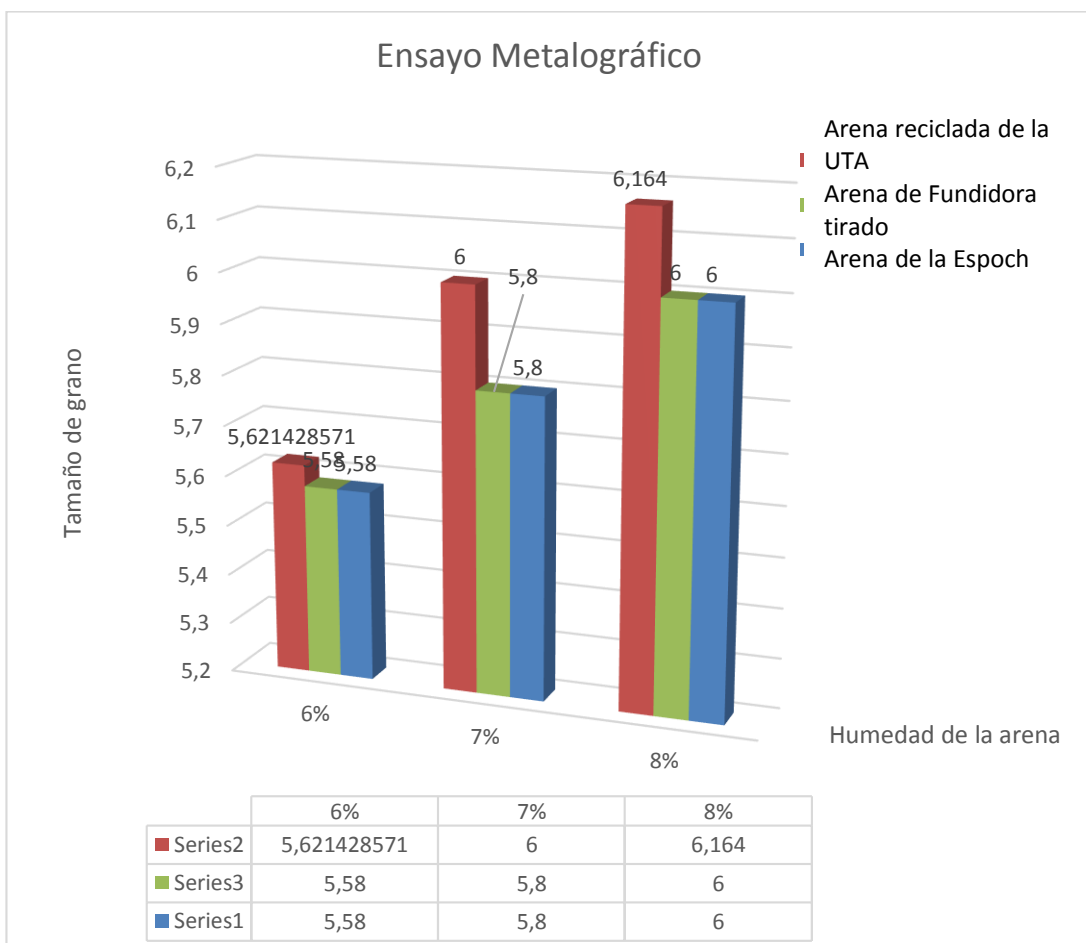
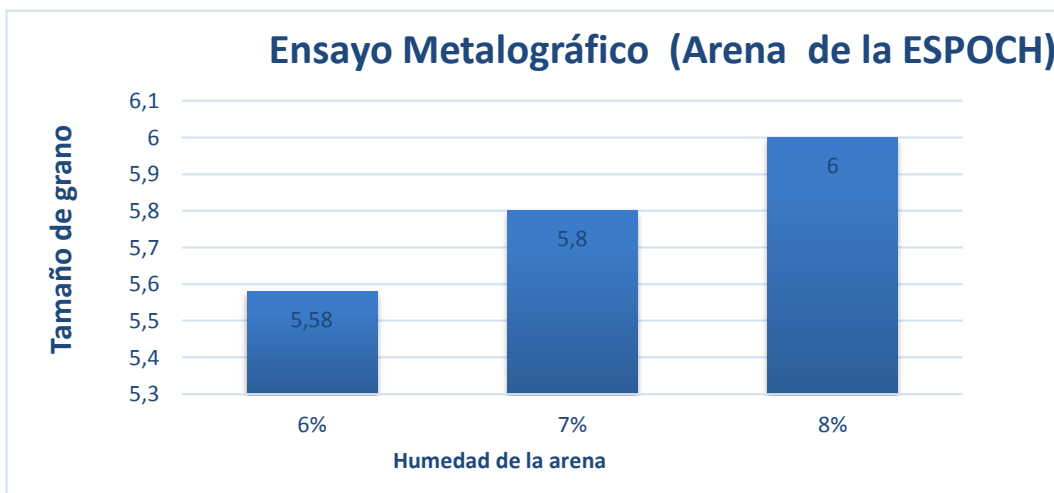
Promedio	Ensayo Metalográfico (Arena reciclada de la UTA)		
	Porcentajes de Humedad		
	6%	7%	8%
1	5,621428571	6	6,164



Promedio	Ensayo Metalográfico (Arena de Fundidoras Tirado)		
	Porcentajes de Humedad		
	6%	7%	8%
1	5,58	5,8	6



Promedio	Ensayo Metalográfico (Arena de la ESPOCH)		
	Porcentajes de Humedad		
	6%	7%	8%
1	5,58	5,8	6





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DE DUREZA**

<b>Tipo de estudio:</b>	Laboratorio	<b>Ensayo N°:</b>	
Identificación del componente del estudio:		Probeta 01	Humedad: 6%
<b>Solicitado por:</b>	UTA - FICM	<b>Fecha:</b>	Arena: Reciclada de la UTA
Centro de estudio y análisis:	Laboratorio de materiales -FICM		
<b>Realizado por:</b>	Milton Martinez	<b>Supervisado por:</b>	Ing. Henry Vaca

**PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	Universidad Técnica de Ambato campus Huachi		
<b>Temperatura Ambiente:</b>	22°C	<b>Radiación</b>	0,2 W/m <sup>2</sup>
<b>Velocidad del aire circundante</b>	0.1m/seg	<b>Norma:</b> ASTM E10	

**PARÁMETROS DE ENSAYO DE DUREZA**

<b>Método:</b>	Brinell		
<b>Tipo de penetrador:</b>	2,5mm		
<b>Cantidad de carga aplicada:</b>	612,9 N (62,5Kgf)	<b>Tiempo de ensayo</b>	<b>16 min</b>

**RESULTADOS DE ENSAYOS:**

Item	# de indentación	Ø de la indentación	Dureza HB	RESULTADO :
1	1	1,2	51,9	Diámetro de la huella 1,198, dureza de 41,62 HB según catalogo
	2	1,25	47,5	
	3	1,2	51,9	
	4	1,19	52,8	
	5	1,15	56,8	
	<b>Mínimo: 47,5</b>	<b>Máximo: 56,8</b>	<b>Promedio: 41,62HB</b>	
2	1	1,45	34,3	Diámetro de la huella 1,35, dureza de 40,88 HB según catalogo
	2	1,35	40,2	
	3	1,3	43,7	
	4	1,45	34,3	
	5	1,2	51,9	
	<b>Mínimo: 34,3</b>	<b>Máximo: 51,9</b>	<b>Promedio: 40,88HB</b>	
3	1	1,25	47,5	Diámetro de la huella 1,354, dureza de 40,52 HB según catalogo
	2	1,27	45,9	
	3	1,33	41,5	
	4	1,45	34,3	
	5	1,47	33,4	
	<b>Mínimo: 33,4</b>	<b>Máximo: 47,5</b>	<b>Promedio: 40,52 HB</b>	

Item	# de indentación	Ø de la indentación	Dureza HB	RESULTADO :
4	1	1,23	49,2	Diámetro de la huella 1,362, dureza de 40,2 HB según catalogo
	2	1,4	37,1	
	3	1,5	31,8	
	4	1,43	35,4	
	5	1,25	47,5	
	<b>Mínimo: 31,8</b>	<b>Máximo: 49,2</b>	<b>Promedio: 40,2 HB</b>	
5	1	1,25	47,5	Diámetro de la huella 1,356, dureza de 40,04 HB según catalogo
	2	1,35	40,2	
	3	1,4	37,1	
	4	1,4	37,1	
	5	1,38	38,3	
	<b>Mínimo: 37,1</b>	<b>Máximo: 47,5</b>	<b>Promedio: 40,04HB</b>	
6	1	1,2	51,9	Diámetro de la huella 1,24, dureza de 38,24 HB según catalogo
	2	1,3	43,7	
	3	1,2	51,9	
	4	1,2	51,9	
	5	1,3	43,7	
	<b>Mínimo: 43,7</b>	<b>Máximo: 51,9</b>	<b>Promedio: 38,24HB</b>	
7	1	1,3	43,7	Diámetro de la huella 1,388, dureza de 38,04 HB según catalogo
	2	1,35	40,2	
	3	1,4	37,1	
	4	1,45	34,3	
	5	1,44	34,9	
	<b>Mínimo: 34,3</b>	<b>Máximo: 43,7</b>	<b>Promedio: 38,04HB</b>	

Dureza	Probetas(6% de Humedad en la arena reciclada de la UTA)							x̄ (Promedio)
	1	2	3	4	5	6	7	
Brinell (HB)	41,62	40,88	40,52	40,2	40,04	38,24	38,04	39,934



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DE DUREZA**

<b>Tipo de estudio:</b>	Laboratorio	<b>Ensayo N°:</b>	
Identificación del componente del estudio:		Probeta 01	Humedad: 6%
<b>Solicitado por:</b>	UTA - FICM	<b>Fecha:</b>	Arena: Fundidoras Tirado
Centro de estudio y análisis:	Laboratorio de materiales -FICM		
<b>Realizado por:</b>	Milton Martinez	<b>Supervisado por:</b>	Ing. Henry Vaca

**PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	Universidad Técnica de Ambato campus Huachi		
<b>Temperatura Ambiente:</b>	22°C	<b>Radiación</b>	0,2 W/m <sup>2</sup>
<b>Velocidad del aire circundante</b>	0.1m/seg	<b>Norma:</b>	ASTM E10

**PARÁMETROS DE ENSAYO DE DUREZA**

<b>Método:</b>	Brinell		
<b>Tipo de penetrador:</b>	2,5mm		
<b>Cantidad de carga aplicada:</b>	612,9 N (62,5Kgf)	<b>Tiempo de ensayo</b>	<b>16 min</b>

**RESULTADOS DE ENSAYOS:**

Item	# de indentación	Ø de la indentación	Dureza HB	RESULTADO :	
1	1	1,2	51,9	Diámetro de la huella 1,3, dureza de 44,08 HB según catalogo	
	2	1,4	37,1		
	3	1,25	47,5		
	4	1,35	40,2		
	5	1,3	43,7		
	<b>Mínimo:</b>	<b>37,1</b>	<b>Máximo:</b>		<b>51,9</b>
2	1	1,25	47,5	Diámetro de la huella 1,28, dureza de 43,9 HB según catalogo	
	2	1,4	37,1		
	3	1,3	43,7		
	4	1,25	47,5		
	5	1,2	43,7		
	<b>Mínimo:</b>	<b>37,1</b>	<b>Máximo:</b>		<b>47,5</b>
3	1	1,35	40,2	Diámetro de la huella 1,023, dureza de 43,7 HB según catalogo	
	2	1,25	47,5		
	3	1,30	43,7		
	4	1,36	39,6		
	5	1,25	47,5		
	<b>Mínimo:</b>	<b>39,6</b>	<b>Máximo:</b>		<b>47,5</b>



Item	# de indentación	Ø de la indentación	Dureza HB	RESULTADO :
4	1	1,25	47,5	Diámetro de la huella 1,304, dureza de 43,64 HB según catalogo
	2	1,27	45,9	
	3	1,4	37,1	
	4	1,35	40,2	
	5	1,25	47,5	
	<b>Mínimo: 37,1</b>	<b>Máximo: 47,5</b>	<b>Promedio: 43,64HB</b>	
5	1	1,3	43,7	Diámetro de la huella 1,305, dureza de 43,36 HB según catalogo
	2	1,275	45,5	
	3	1,3	43,7	
	4	1,35	40,2	
	5	1,3	43,7	
	<b>Mínimo: 40,2</b>	<b>Máximo: 45,5</b>	<b>Promedio: 43,36HB</b>	
6	1	1,375	38,6	Diámetro de la huella 1,31, dureza de 43,36 HB según catalogo
	2	1,2	51,9	
	3	1,25	47,5	
	4	1,35	40,2	
	5	1,375	38,6	
	<b>Mínimo: 38,6</b>	<b>Máximo: 51,9</b>	<b>Promedio: 43,36HB</b>	
7	1	1,3	43,7	Diámetro de la huella 1,314, dureza de 42,8 HB según catalogo
	2	1,35	40,2	
	3	1,3	43,7	
	4	1,25	47,5	
	5	1,37	38,9	
	<b>Mínimo: 47,5</b>	<b>Máximo: 40,2</b>	<b>Promedio: 42,8HB</b>	

Dureza	Probetas(6% de Humedad en la arena de Fundidoras Tirado)							x̄ (Promedio)
	1	2	3	4	5	6	7	
Brinell (HB)	44,08	43,9	43,7	43,64	43,36	43,36	42,8	43,549



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DE DUREZA**

<b>Tipo de estudio:</b>	Laboratorio	<b>Ensayo N°:</b>	
Identificación del componente del estudio:		Probeta 01	Humedad: 6%
<b>Solicitado por:</b>	UTA - FICM	<b>Fecha:</b>	Arena: verde de la ESPOCH
Centro de estudio y análisis:	Laboratorio de materiales -FICM		
<b>Realizado por:</b>	Milton Martinez	<b>Supervisado por:</b>	Ing. Henry Vaca

**PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	Universidad Técnica de Ambato campus Huachi		
<b>Temperatura Ambiente:</b>	22°C	<b>Radiación</b>	0,2 W/m <sup>2</sup>
<b>Velocidad del aire circundante</b>	0.1m/seg	<b>Norma:</b>	ASTM E10

**PARÁMETROS DE ENSAYO DE DUREZA**

<b>Método:</b>	Brinell		
<b>Tipo de penetrador:</b>	2,5mm		
<b>Cantidad de carga aplicada:</b>	612,9 N (62,5Kgf)	<b>Tiempo de ensayo</b>	<b>16 min</b>

**RESULTADOS DE ENSAYOS:**

Item	# de indentación	Ø de la indentación	Dureza HB	RESULTADO :
1	1	1,24	48,3	Diámetro de la huella 1,218, dureza de 42,4 HB según catalogo
	2	1,3	43,7	
	3	1,2	51,9	
	4	1,2	51,9	
	5	1,15	56,8	
	<b>Mínimo: 43,7</b>	<b>Máximo: 56,8</b>	<b>Promedio: 50,52HB</b>	
2	1	1,25	47,5	Diámetro de la huella 1,33, dureza de 42,4 HB según catalogo
	2	1,50	31,8	
	3	1,3	43,7	
	4	1,4	37,1	
	5	1,2	51,9	
	<b>Mínimo: 37,1</b>	<b>Máximo: 45,9</b>	<b>Promedio: 42,4HB</b>	
3	1	1,3	43,7	Diámetro de la huella 1,346, dureza de 42,4 HB según catalogo
	2	1,28	45,1	
	3	1,4	37,1	
	4	1,35	40,2	
	5	1,4	37,1	
	<b>Mínimo: 37,1</b>	<b>Máximo: 45,1</b>	<b>Promedio: 40,64HB</b>	

Item	# de indentación	Ø de la indentación	Dureza HB	RESULTADO :
4	1	1,3	43,7	Diámetro de la huella 1,32, dureza de 42,36 HB según catalogo
	2	1,375	38,6	
	3	1,35	40,2	
	4	1,3	43,7	
	5	1,275	45,5	
	<b>Mínimo: 38,6</b>	<b>Máximo: 45,5</b>	<b>Promedio: 42,36HB</b>	
5	1	1,2	51,9	Diámetro de la huella 1,325, dureza de 42,3 HB según catalogo
	2	1,35	40,2	
	3	1,4	37,1	
	4	1,375	38,6	
	5	1,3	43,7	
	<b>Mínimo: 37,1</b>	<b>Máximo: 51,9</b>	<b>Promedio: 42,3HB</b>	
6	1	1,4	37,1	Diámetro de la huella 1,324, dureza de 42,12 HB según catalogo
	2	1,35	40,2	
	3	1,27	45,9	
	4	1,3	43,7	
	5	1,3	43,7	
	<b>Mínimo: 37,1</b>	<b>Máximo: 45,9</b>	<b>Promedio: 42,12HB</b>	
7	1	1,4	37,1	Diámetro de la huella 1,33, dureza de 41,68 HB según catalogo
	2	1,35	40,2	
	3	1,3	43,7	
	4	1,3	43,7	
	5	1,3	43,7	
	<b>Mínimo: 37,1</b>	<b>Máximo: 43,7</b>	<b>Promedio: 41,68HB</b>	

Dureza	Probetas(6% de Humedad en la arena de la Espoch)							x̄ (Promedio)
	1	2	3	4	5	6	7	
Brinell (HB)	50,52	42,4	40,64	42,36	42,3	42,12	41,68	43,146



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DE DUREZA**

<b>Tipo de estudio:</b>	Laboratorio	<b>Ensayo N°:</b>	
Identificación del componente del estudio:		Probeta 01	Humedad: 7%
<b>Solicitado por:</b>	UTA - FICM	<b>Fecha:</b>	Arena: Reciclada de la UTA
Centro de estudio y análisis:	Laboratorio de materiales -FICM		
<b>Realizado por:</b>	Milton Martinez	<b>Supervisado por:</b>	Ing. Henry Vaca

**PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	Universidad Técnica de Ambato campus Huachi		
<b>Temperatura Ambiente:</b>	22°C	<b>Radiación</b>	0,2 W/m <sup>2</sup>
<b>Velocidad del aire circundante</b>	0.1m/seg	<b>Norma:</b>	ASTM E10

**PARÁMETROS DE ENSAYO DE DUREZA**

<b>Método:</b>	Brinell		
<b>Tipo de penetrador:</b>	2,5mm		
<b>Cantidad de carga aplicada:</b>	612,9 N (62,5Kgf)	<b>Tiempo de ensayo</b>	<b>16 min</b>

**RESULTADOS DE ENSAYOS:**

Item	# de indentación	Ø de la indentación	Dureza HB	RESULTADO :	
1	1	1,2	51,9	Diámetro de la huella 1,276, dureza de 46,06 HB según catalogo	
	2	1,4	37,1		
	3	1,23	49,2		
	4	1,2	51,9		
	5	1,35	40,2		
	<b>Mínimo:</b>	<b>37,1</b>	<b>Máximo:</b>		<b>51,9</b>
2	1	1,25	47,5	Diámetro de la huella 1,278, dureza de 45,7 HB según catalogo	
	2	1,24	48,3		
	3	1,3	43,7		
	4	1,2	51,9		
	5	1,4	37,1		
	<b>Mínimo:</b>	<b>37,1</b>	<b>Máximo:</b>		<b>51,9</b>
3	1	1,2	51,9	Diámetro de la huella 1,28, dureza de 45,4 HB según catalogo	
	2	1,3	43,7		
	3	1,25	47,5		
	4	1,35	40,2		
	5	1,3	43,7		
	<b>Mínimo:</b>	<b>40,2</b>	<b>Máximo:</b>		<b>51,9</b>

Item	# de indentación	Ø de la indentación	Dureza HB	RESULTADO :
4	1	1,25	47,5	Diámetro de la huella 1,256, dureza de 45,26 HB según catalogo
	2	1,27	46,7	
	3	1,25	47,5	
	4	1,26	37,1	
	5	1,25	47,5	
	<b>Mínimo: 37,1</b>	<b>Máximo: 47,5</b>	<b>Promedio: 45,26HB</b>	
5	1	1,35	40,2	Diámetro de la huella 1,29, dureza de 44,52 HB según catalogo
	2	1,3	43,7	
	3	1,25	47,5	
	4	1,25	47,5	
	5	1,3	43,7	
	<b>Mínimo: 40,2</b>	<b>Máximo: 47,5</b>	<b>Promedio: 44,52HB</b>	
6	1	1,3	43,7	Diámetro de la huella 1,29, dureza de 44,46 HB según catalogo
	2	1,3	43,7	
	3	1,25	47,5	
	4	1,3	43,7	
	5	1,3	43,7	
	<b>Mínimo: 43,7</b>	<b>Máximo: 47,5</b>	<b>Promedio: 44,46HB</b>	
7	1	1,25	47,5	Diámetro de la huella 1,292, dureza de 44,36 HB según catalogo
	2	1,35	40,2	
	3	1,31	42,9	
	4	1,3	43,7	
	5	1,25	47,5	
	<b>Mínimo: 40,2</b>	<b>Máximo: 47,5</b>	<b>Promedio: 44,36HB</b>	

Dureza	Probetas(7% de Humedad en la arena reciclada de la UTA)							x̄ (Promedio)
	1	2	3	4	5	6	7	
Brinell (HB)	46,06	45,7	45,4	45,26	44,52	44,46	44,36	45,10857143



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DE DUREZA**

<b>Tipo de estudio:</b>	Laboratorio	<b>Ensayo N°:</b>	
Identificación del componente del estudio:		Probeta 01	Humedad: 7%
<b>Solicitado por:</b>	UTA - FICM	<b>Fecha:</b>	Arena: Fundidoras Tirado
Centro de estudio y análisis:	Laboratorio de materiales -FICM		
<b>Realizado por:</b>	Milton Martinez	<b>Supervisado por:</b>	Ing. Henry Vaca

**PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	Universidad Técnica de Ambato campus Huachi		
<b>Temperatura Ambiente:</b>	22°C	<b>Radiación</b>	0,2 W/m <sup>2</sup>
<b>Velocidad del aire circundante</b>	0.1m/seg	<b>Norma:</b>	ASTM E10

**PARÁMETROS DE ENSAYO DE DUREZA**

<b>Método:</b>	Brinell		
<b>Tipo de penetrador:</b>	2,5mm		
<b>Cantidad de carga aplicada:</b>	612,9 N (62,5Kgf)	<b>Tiempo de ensayo</b>	<b>16 min</b>

**RESULTADOS DE ENSAYOS:**

Item	# de indentación	Ø de la indentación	Dureza HB	RESULTADO :	
1	1	1,2	51,9	Diámetro de la huella 1,208, dureza de 51,28 HB según catalogo	
	2	1,25	47,5		
	3	1,24	48,3		
	4	1,15	56,8		
	5	1,2	51,9		
	<b>Mínimo:</b>	<b>47,5</b>	<b>Máximo:</b>		<b>56,8</b>
2	1	1,25	47,5	Diámetro de la huella 1,21, dureza de 51,12 HB según catalogo	
	2	1,2	51,9		
	3	1,15	56,8		
	4	1,25	47,5		
	5	1,2	51,9		
	<b>Mínimo:</b>	<b>47,5</b>	<b>Máximo:</b>		<b>56,8</b>
3	1	1,2	51,9	Diámetro de la huella 1,214, dureza de 50,66 HB según catalogo	
	2	1,22	50,1		
	3	1,2	51,9		
	4	1,25	47,5		
	5	1,2	51,9		
	<b>Mínimo:</b>	<b>47,5</b>	<b>Máximo:</b>		<b>51,9</b>

Item	# de indentación	Ø de la indentación	Dureza HB	RESULTADO :
4	1	1,2	51,9	Diámetro de la huella 1,216, dureza de 50,52 HB según catalogo
	2	1,18	53,8	
	3	1,2	51,9	
	4	1,25	47,5	
	5	1,25	47,5	
	<b>Mínimo: 47,5</b>	<b>Máximo: 53,8</b>	<b>Promedio: 50,52HB</b>	
5	1	1,15	56,8	Diámetro de la huella 1,27, dureza de 50,24 HB según catalogo
	2	1,25	47,5	
	3	1,25	47,5	
	4	1,2	51,9	
	5	1,5	47,5	
	<b>Mínimo: 47,5</b>	<b>Máximo: 56,8</b>	<b>Promedio: 50,24HB</b>	
6	1	1,35	40,3	Diámetro de la huella 1,234, dureza de 49,16 HB según catalogo
	2	1,2	51,9	
	3	1,22	50,1	
	4	1,2	51,9	
	5	1,2	51,9	
	<b>Mínimo: 40,3</b>	<b>Máximo: 51,9</b>	<b>Promedio: 49,16 HB</b>	
7	1	1,25	47,5	Diámetro de la huella 1,232, dureza de 49,04 HB según catalogo
	2	1,2	51,9	
	3	1,23	49,2	
	4	1,24	48,3	
	5	1,24	48,3	
	<b>Mínimo: 47,5</b>	<b>Máximo: 51,9</b>	<b>Promedio: 49,04HB</b>	

Dureza	Probetas(7% de Humedad en la arena de Fundidoras Tirado)							
	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$ (Promedio)
Brinell (HB)	51,28	51,12	50,66	50,52	50,24	49,16	49,04	50,289



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DE DUREZA**

<b>Tipo de estudio:</b>	Laboratorio	<b>Ensayo N°:</b>	
Identificación del componente del estudio:		Probeta 01	Humedad: 7%
<b>Solicitado por:</b>	UTA - FICM	<b>Fecha:</b>	Arena: verde de la ESPOCH
Centro de estudio y análisis:	Laboratorio de materiales -FICM		
<b>Realizado por:</b>	Milton Martinez	<b>Supervisado por:</b>	Ing. Henry Vaca

**PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	Universidad Técnica de Ambato campus Huachi		
<b>Temperatura Ambiente:</b>	22°C	<b>Radiación</b>	0,2 W/m <sup>2</sup>
<b>Velocidad del aire circundante</b>	0.1m/seg	<b>Norma:</b>	ASTM E10

**PARÁMETROS DE ENSAYO DE DUREZA**

<b>Método:</b>	Brinell		
<b>Tipo de penetrador:</b>	2,5mm		
<b>Cantidad de carga aplicada:</b>	612,9 N (62,5Kgf)	<b>Tiempo de ensayo</b>	<b>16 min</b>

**RESULTADOS DE ENSAYOS:**

Item	# de indentación	Ø de la indentación	Dureza HB	RESULTADO :
1	1	1,3	43,7	Diámetro de la huella 1,24, dureza de 48,62 HB según catalogo
	2	1,2	51,9	
	3	1,2	51,9	
	4	1,3	43,7	
	5	1,2	51,9	
	<b>Mínimo: 43,7</b>	<b>Máximo: 51,9</b>	<b>Promedio: 48,62HB</b>	
2	1	1,2	51,9	Diámetro de la huella 1,238, dureza de 48,58 HB según catalogo
	2	1,25	47,5	
	3	1,22	50,1	
	4	1,25	47,5	
	5	1,27	45,9	
	<b>Mínimo: 47,5</b>	<b>Máximo: 51,9</b>	<b>Promedio: 48,58HB</b>	
3	1	1,4	37,1	Diámetro de la huella 1,25, dureza de 48,16 HB según catalogo
	2	1,25	47,5	
	3	1,25	47,5	
	4	1,2	51,9	
	5	1,15	56,8	
	<b>Mínimo: 37,1</b>	<b>Máximo: 56,8</b>	<b>Promedio: 48,16HB</b>	



Item	# de indentación	Ø de la indentación	Dureza HB	RESULTADO :
4	1	1,36	39,6	Diámetro de la huella 1,262, dureza de 47,02 HB según catalogo
	2	1,25	47,5	
	3	1,15	56,8	
	4	1,25	47,5	
	5	1,3	43,7	
	<b>Mínimo: 37,1</b>	<b>Máximo: 45,9</b>	<b>Promedio: 47,02HB</b>	
5	1	1,25	47,5	Diámetro de la huella 1,26, dureza de 46,92 HB según catalogo
	2	1,25	47,5	
	3	1,35	40,2	
	4	1,2	51,9	
	5	1,25	47,5	
	<b>Mínimo: 40,2</b>	<b>Máximo: 51,9</b>	<b>Promedio: 46,92HB</b>	
6	1	1,15	56,8	Diámetro de la huella 1,27, dureza de 46,7 HB según catalogo
	2	1,25	47,5	
	3	1,2	51,9	
	4	1,35	40,2	
	5	1,4	37,1	
	<b>Mínimo: 37,1</b>	<b>Máximo: 56,8</b>	<b>Promedio: 46,7HB</b>	
7	1	1,2	51,9	Diámetro de la huella 1,274, dureza de 46,08 HB según catalogo
	2	1,25	47,5	
	3	1,35	40,2	
	4	1,37	38,9	
	5	1,2	51,9	
	<b>Mínimo: 38,9</b>	<b>Máximo: 51,9</b>	<b>Promedio: 46,08HB</b>	

Dureza	Probetas(7% de Humedad en la arena de la Espoch)							
	1	2	3	4	5	6	7	̄x (Promedio)
Brinell (HB)	48,62	48,58	48,16	47,02	46,92	46,7	46,08	47,440



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DE DUREZA**

<b>Tipo de estudio:</b>	Laboratorio	<b>Ensayo N°:</b>	
Identificación del componente del estudio:		Probeta 01	Humedad: 8%
<b>Solicitado por:</b>	UTA - FICM	<b>Fecha:</b>	Arena: Reciclada de la UTA
Centro de estudio y análisis:	Laboratorio de materiales -FICM		
<b>Realizado por:</b>	Milton Martinez	<b>Supervisado por:</b>	Ing. Henry Vaca

**PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	Universidad Técnica de Ambato campus Huachi		
<b>Temperatura Ambiente:</b>	22°C	<b>Radiación</b>	0,2 W/m <sup>2</sup>
<b>Velocidad del aire circundante</b>	0.1m/seg	<b>Norma:</b>	ASTM E10

**PARÁMETROS DE ENSAYO DE DUREZA**

<b>Método:</b>	Brinell		
<b>Tipo de penetrador:</b>	2,5mm		
<b>Cantidad de carga aplicada:</b>	612,9 N (62,5Kgf)	<b>Tiempo de ensayo</b>	<b>16 min</b>

**RESULTADOS DE ENSAYOS:**

Item	# de indentación	Ø de la indentación	Dureza HB	RESULTADO :
1	1	1,1	62,4	Diámetro de la huella 1,2, dureza de 52,46 HB según catalogo
	2	1,15	56,8	
	3	1,25	47,5	
	4	1,2	51,9	
	5	1,3	43,7	
	<b>Mínimo: 43,7</b>	<b>Máximo: 62,4</b>	<b>Promedio: 52,46HB</b>	
2	1	1,17	54,8	Diámetro de la huella 1,198, dureza de 52,22 HB según catalogo
	2	1,25	47,5	
	3	1,22	50,1	
	4	1,2	51,9	
	5	1,15	56,8	
	<b>Mínimo: 47,5</b>	<b>Máximo: 56,8</b>	<b>Promedio: 52,22HB</b>	
3	1	1,2	51,9	Diámetro de la huella 1,198, dureza de 52,1 HB según catalogo
	2	1,21	51	
	3	1,2	51,9	
	4	1,18	53,8	
	5	1,2	51,9	
	<b>Mínimo: 51</b>	<b>Máximo: 53,8</b>	<b>Promedio: 52,1HB</b>	

Item	# de indentación	Ø de la indentación	Dureza HB	RESULTADO :
4	1	1,2	51,9	Diámetro de la huella 1,2, dureza de 51,98 HB según catalogo
	2	1,22	50,1	
	3	1,2	51,9	
	4	1,15	56,8	
	5	1,23	49,2	
	<b>Mínimo: 49,2</b>	<b>Máximo: 56,8</b>	<b>Promedio: 51,98HB</b>	
5	1	1,15	56,8	Diámetro de la huella 1,202, dureza de 51,82 HB según catalogo
	2	1,25	47,5	
	3	1,2	51,9	
	4	1,2	51,9	
	5	1,21	51	
	<b>Mínimo: 47,5</b>	<b>Máximo: 56,8</b>	<b>Promedio: 51,82HB</b>	
6	1	1,15	56,8	Diámetro de la huella 1,206, dureza de 51,46 HB según catalogo
	2	1,2	51,9	
	3	1,2	51,9	
	4	1,23	49,2	
	5	1,25	47,5	
	<b>Mínimo: 47,5</b>	<b>Máximo: 56,8</b>	<b>Promedio: 51,46HB</b>	
7	1	1,18	53,8	Diámetro de la huella 1,206, dureza de 51,38 HB según catalogo
	2	1,2	51,9	
	3	1,22	50,1	
	4	1,2	51,9	
	5	1,23	49,2	
	<b>Mínimo: 49,2</b>	<b>Máximo: 53,8</b>	<b>Promedio: 51,38HB</b>	

Dureza	Probetas(8% de Humedad en la arena reciclada de la UTA)							
	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$ (Promedio)
Brinell (HB)	52,46	52,22	52,1	51,98	51,82	51,46	51,38	51,917



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DE DUREZA**

<b>Tipo de estudio:</b>	Laboratorio	<b>Ensayo N°:</b>	
Identificación del componente del estudio:		Probeta 01	Humedad: 8%
<b>Solicitado por:</b>	UTA - FICM	<b>Fecha:</b>	Arena: Fundidoras Tirado
Centro de estudio y análisis:	Laboratorio de materiales -FICM		
<b>Realizado por:</b>	Milton Martinez	<b>Supervisado por:</b>	Ing. Henry Vaca

**PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	Universidad Técnica de Ambato campus Huachi		
<b>Temperatura Ambiente:</b>	22°C	<b>Radiación</b>	0,2 W/m <sup>2</sup>
<b>Velocidad del aire circundante</b>	0.1m/seg	<b>Norma:</b>	ASTM E10

**PARÁMETROS DE ENSAYO DE DUREZA**

<b>Método:</b>	Brinell		
<b>Tipo de penetrador:</b>	2,5mm		
<b>Cantidad de carga aplicada:</b>	612,9 N (62,5Kgf)	<b>Tiempo de ensayo</b>	<b>16 min</b>

**RESULTADOS DE ENSAYOS:**

Item	# de indentación	Ø de la indentación	Dureza HB	RESULTADO :
1	1	1,1	62,4	Diámetro de la huella 1,12, dureza de 60,16 HB según catalogo
	2	1,15	56,8	
	3	1,1	62,4	
	4	1,1	62,4	
	5	1,15	56,8	
	<b>Mínimo: 56,8</b>	<b>Máximo: 62,4</b>	<b>Promedio: 60,16HB</b>	
2	1	1,1	62,4	Diámetro de la huella 1,146, dureza de 57,46 HB según catalogo
	2	1,15	56,8	
	3	1,1	62,4	
	4	1,18	53,8	
	5	1,2	51,9	
	<b>Mínimo: 51,9</b>	<b>Máximo: 62,4</b>	<b>Promedio 57,46 HB</b>	
3	1	1,15	56,8	Diámetro de la huella 1,124, dureza de 57,02 HB según catalogo
	2	1,1	62,4	
	3	1,1	62,4	
	4	1,15	56,8	
	5	1,12	46,7	
	<b>Mínimo: 46,7</b>	<b>Máximo: 62,4</b>	<b>Promedio: 57,02HB</b>	

Item	# de indentación	Ø de la indentación	Dureza HB	RESULTADO :
4	1	1,2	51,9	Diámetro de la huella 1,16, dureza de 55,96 HB según catalogo
	2	1,2	51,9	
	3	1,15	56,8	
	4	1,15	56,8	
	5	1,1	62,4	
	<b>Mínimo: 51,9</b>	<b>Máximo: 64,4</b>	<b>Promedio: 55,96HB</b>	
5	1	1,2	51,9	Diámetro de la huella 1,162, dureza de 55,92 HB según catalogo
	2	1,1	62,4	
	3	1,2	51,9	
	4	1,21	51	
	5	1,1	62,4	
	<b>Mínimo: 51</b>	<b>Máximo: 62,4</b>	<b>Promedio: 55,92HB</b>	
6	1	1,15	56,8	Diámetro de la huella 1,174, dureza de 54,62 HB según catalogo
	2	1,1	62,4	
	3	1,2	51,9	
	4	1,2	51,9	
	5	1,22	50,1	
	<b>Mínimo: 50,1</b>	<b>Máximo: 62,4</b>	<b>Promedio: 54,62HB</b>	
7	1	1,2	51,9	Diámetro de la huella 1,176, dureza de 54,44 HB según catalogo
	2	1,15	56,8	
	3	1,1	62,4	
	4	1,2	51,9	
	5	1,23	49,2	
	<b>Mínimo: 49,2</b>	<b>Máximo: 62,4</b>	<b>Promedio: 54,44HB</b>	

Dureza	Probetas(8% de Humedad en la arena de Fundidoras Tirado)							
	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$ (Promedio)
Brinell (HB)	60,16	57,46	57,02	55,96	55,92	54,62	54,44	56,511



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DE DUREZA**

<b>Tipo de estudio:</b>	Laboratorio	<b>Ensayo N°:</b>	
Identificación del componente del estudio:		Probeta 01	Humedad: 8%
<b>Solicitado por:</b>	UTA - FICM	<b>Fecha:</b>	Arena: verde de la ESPOCH
Centro de estudio y análisis:	Laboratorio de materiales -FICM		
<b>Realizado por:</b>	Milton Martinez	<b>Supervisado por:</b>	Ing. Henry Vaca

**PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	Universidad Técnica de Ambato campus Huachi		
<b>Temperatura Ambiente:</b>	22°C	<b>Radiación</b>	0,2 W/m <sup>2</sup>
<b>Velocidad del aire circundante</b>	0.1m/seg	<b>Norma:</b>	ASTM E10

**PARÁMETROS DE ENSAYO DE DUREZA**

<b>Método:</b>	Brinell		
<b>Tipo de penetrador:</b>	2,5mm		
<b>Cantidad de carga aplicada:</b>	612,9 N (62,5Kgf)	<b>Tiempo de ensayo</b>	<b>16 min</b>

**RESULTADOS DE ENSAYOS:**

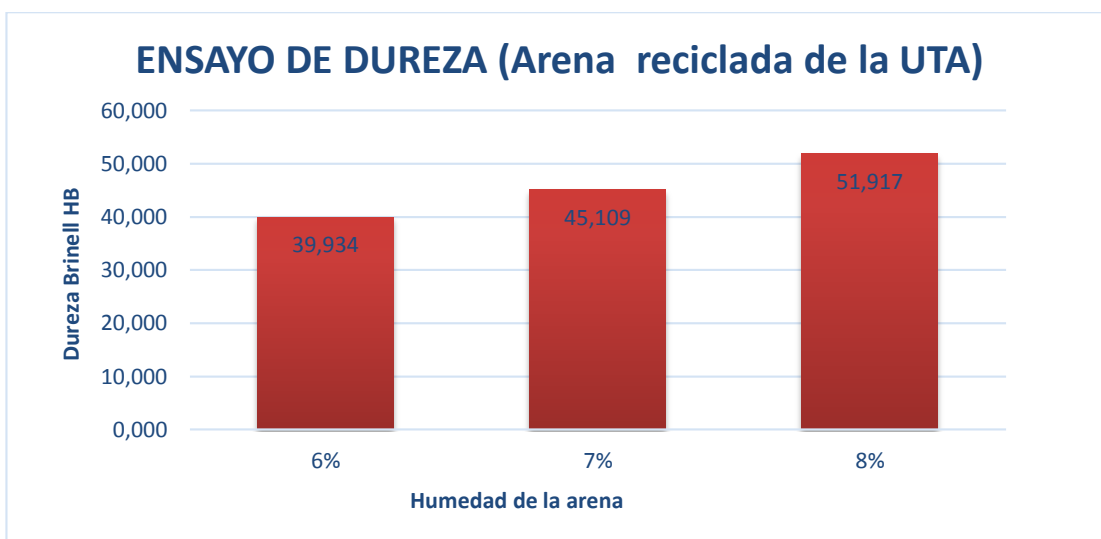
Item	# de indentación	Ø de la indentación	Dureza HB	RESULTADO :
1	1	1,2	51,9	Diámetro de la huella 1,176, dureza de 54,24 HB según catalogo
	2	1,15	56,8	
	3	1,18	53,8	
	4	1,15	56,8	
	5	1,2	51,9	
	<b>Mínimo: 51,9</b>	<b>Máximo: 56,8</b>	<b>Promedio: 54,24HB</b>	
2	1	1,1	62,4	Diámetro de la huella 1,18, dureza de 54,1 HB según catalogo
	2	1,15	56,8	
	3	1,2	51,9	
	4	1,2	51,9	
	5	1,25	47,5	
	<b>Mínimo: 47,5</b>	<b>Máximo: 62,4</b>	<b>Promedio: 54,1HB</b>	
3	1	1,15	56,8	Diámetro de la huella 1,182, dureza de 53,76 HB según catalogo
	2	1,16	55,8	
	3	1,15	56,8	
	4	1,2	51,9	
	5	1,25	47,5	
	<b>Mínimo: 47,5</b>	<b>Máximo: 56,8</b>	<b>Promedio: 53,76HB</b>	

Item	# de indentación	Ø de la indentación	Dureza HB	RESULTADO :
4	1	1,15	56,8	Diámetro de la huella 1,188, dureza de 53,1 HB según catalogo
	2	1,2	51,9	
	3	1,2	51,9	
	4	1,22	50,1	
	5	1,17	54,8	
	<b>Mínimo: 50,1</b>	<b>Máximo: 56,8</b>	<b>Promedio: 53,1HB</b>	
5	1	1,2	51,9	Diámetro de la huella 1,188, dureza de 53,08 HB según catalogo
	2	1,21	51	
	3	1,2	51,9	
	4	1,18	53,8	
	5	1,15	56,8	
	<b>Mínimo: 51</b>	<b>Máximo: 56,8</b>	<b>Promedio: 53,08 HB</b>	
6	1	1,25	47,5	Diámetro de la huella 1,19, dureza de 52,98 HB según catalogo
	2	1,15	56,8	
	3	1,2	51,9	
	4	1,15	56,8	
	5	1,2	51,9	
	<b>Mínimo: 47,5</b>	<b>Máximo: 56,8</b>	<b>Promedio: 52,98HB</b>	
7	1	1,2	51,9	Diámetro de la huella 1,19, dureza de 52,9 HB según catalogo
	2	1,15	56,8	
	3	1,18	53,8	
	4	1,22	50,1	
	5	1,2	51,9	
	<b>Mínimo: 50,1</b>	<b>Máximo: 56,8</b>	<b>Promedio: 52,9HB</b>	

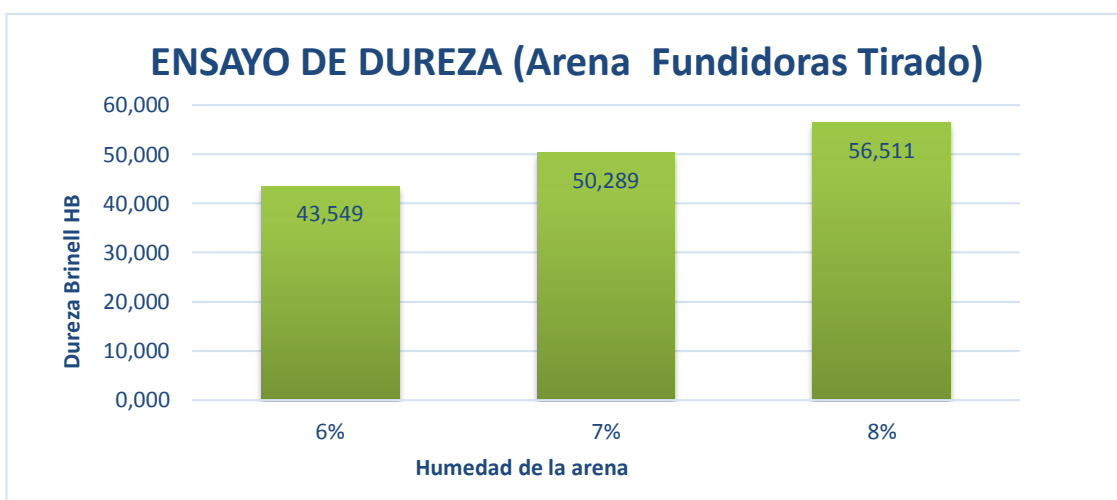
Dureza	Probetas(8% de Humedad en la arena de la Espoch)							
	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$ (Promedio)
Brinell (HB)	54,24	54,1	53,76	53,1	53,08	52,98	52,9	53,451

#### 4.2.4.-ANÁLISIS DE RESULTADOS

Promedio	Ensayo de dureza (Arena reciclada de la UTA)		
	Porcentajes de Humedad		
	6%	7%	8%
1	39,934	45,109	51,917

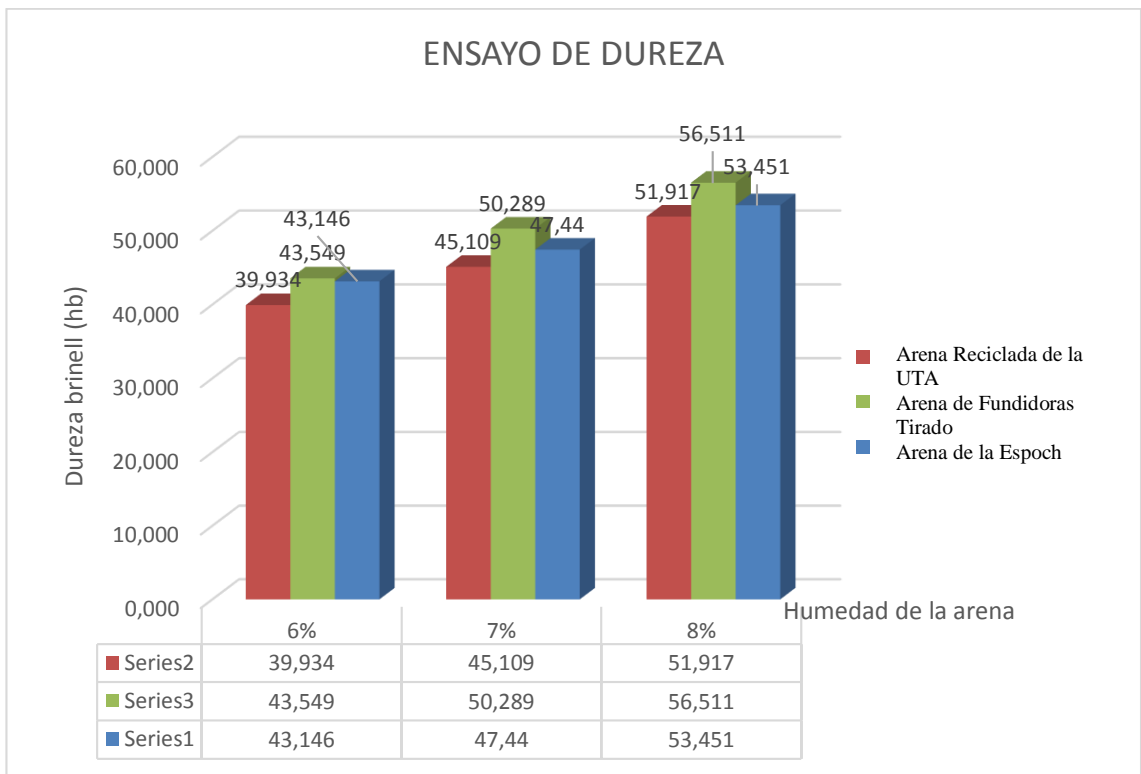
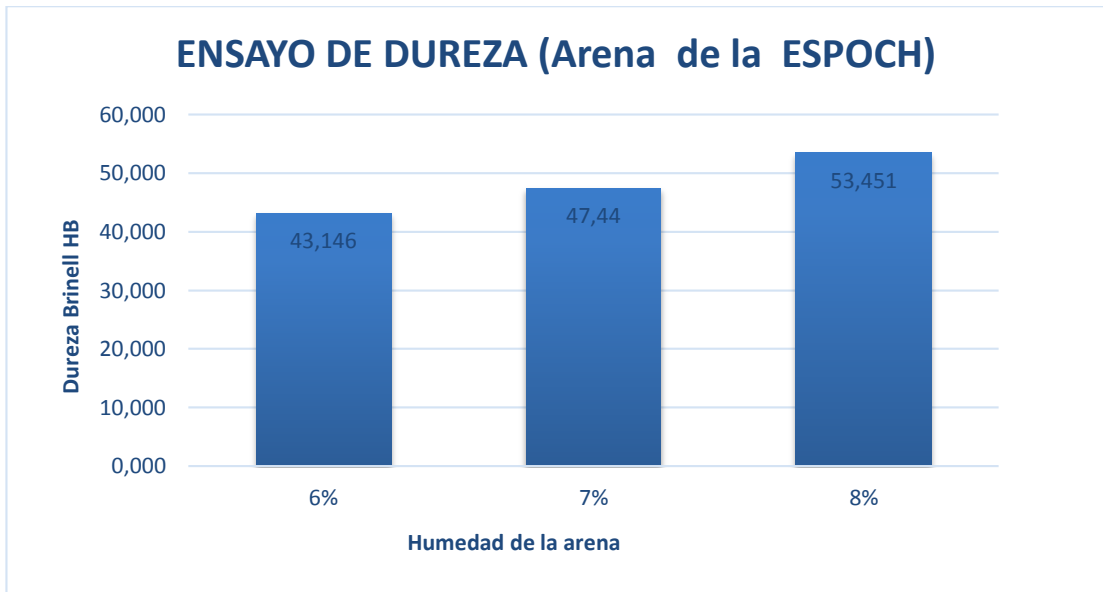


Promedio	Ensayo de dureza (Arena de Fundidoras Tirado)		
	Porcentajes de Humedad		
	6%	7%	8%
1	43,549	50,289	56,511





Promedio	Ensayo de dureza (Arena de la ESPOCH)		
	Porcentajes de Humedad		
	6%	7%	8%
1	43,146	47,44	53,451





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DE CONTRACCION**




<b>Tipo de estudio:</b>	Laboratorio	<b>Ensayo N:</b>	Humedad: 6%
Identificación del componente del estudio:		Probeta 01	Arena: Reciclada de la UTA
<b>Solicitado por:</b>	UTA – FICM	<b>Fecha:</b>	
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de materiales -FICM	
<b>Realizado por:</b>		<b>Supervisado por:</b>	

**PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	Universidad Técnica de Ambato campus Huachi		
<b>Temperatura Ambiente:</b>	22°C	<b>Radiación</b>	0,2 W/m <sup>2</sup>
<b>Velocidad del aire circundante</b>	0.1m/seg	<b>Otros</b>	

**RESULTADOS DE ENSAYOS:**

Item	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
1	20.0085%	1.9512%	0.8196%	1.4285%
2	20.0085%	1.9512%	0.8196%	1.4285%

	<b>PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA</b>	<b>PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL</b>		
		<b>Diámetro 1</b>	<b>Diámetro 2</b>	<b>Altura</b>
3	18.9419%	1.3414%	0.5737%	0.7142%
				
	<b>PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA</b>	<b>PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL</b>		
		<b>Diámetro 1</b>	<b>Diámetro 2</b>	<b>Altura</b>
4	18.9419%	1.2195%	1.1475%	0.9523%
				
	<b>PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA</b>	<b>PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL</b>		
		<b>Diámetro 1</b>	<b>Diámetro 2</b>	<b>Altura</b>
5	20.0085%	1.8292%	1.4754%	2.1428%
				

	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
6	18.9419%	1.2195%	1.4754%	2.3809%
	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
7	13.3959%	1,45%	1,38%	1.00%

Contracción volumétrica	Probetas(6% de Humedad en la arena reciclada de la UTA)							
	1	2	3	4	5	6	7	̄ (Promedio)
%	20,009	20,009	18,942	18,942	20,009	18,942	13,396	18,607

Contracción lineal	Probetas(6% de Humedad en la arena reciclada de la UTA)							
	1	2	3	4	5	6	7	̄ (Promedio)
D1	1,95	1,95	1,34	1,22	1,82	1,21	1,45	1,56
D2	0,82	0,81	0,57	1,15	1,47	1,47	1,38	1,09
altura	1,43	1,42	0,71	0,95	2,14	2,38	1	1,43



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DE CONTRACCION**

<b>Tipo de estudio:</b>	Laboratorio	<b>Ensayo N:</b>	Humedad: 6%
Identificación del componente del estudio:		Probeta 01	Arena: Fundidoras Tirado
<b>Solicitado por:</b>	UTA – FICM	<b>Fecha:</b>	
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de materiales -FICM	
<b>Realizado por:</b>		<b>Supervisado por:</b>	

**PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	Universidad Técnica de Ambato campus Huachi		
<b>Temperatura Ambiente:</b>	22°C	<b>Radiación</b>	0,2 W/m <sup>2</sup>
<b>Velocidad del aire circundante</b>	0.1m/seg	<b>Otros</b>	

**RESULTADOS DE ENSAYOS:**

Item	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
1	7.849%	1.463%	1.639%	2.149%
	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
2	7.849%	1.951%	1.229%	2.149%

	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
3	7.849%	1.341%	0.573%	0.714%
	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
4	7.849%	1.829%	1.475%	1.428%
	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
5	7.849%	1.829%	1.393%	1.190%

	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
6	7.849%	1.219%	1.229%	1.904%
	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
7	8.276%	1.219%	0.737%	0.714%

Contracción volumétrica	Probetas(6% de Humedad en la arena de Fundidoras Tirado)							
	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$ (Promedio)
%	7,850	7,850	7,850	7,850	7,850	7,850	8,276	7,911

Contracción lineal	Probetas(6% de Humedad en la arena de Fundidoras Tirado)							
	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$ (Promedio)
D1	1,46	1,95	1,34	1,82	1,83	1,22	1,22	1,55
D2	1,63	1,23	0,57	1,47	1,39	1,23	0,74	1,18
altura	2,15	2,15	0,71	1,43	1,19	1,90	0,71	1,48



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DE CONTRACCION**

<b>Tipo de estudio:</b>	Laboratorio	<b>Ensayo N:</b>	Humedad: 6%
Identificación del componente del estudio:		Probeta 01	Arena: verde de la ESPOCH
<b>Solicitado por:</b>	UTA – FICM	<b>Fecha:</b>	
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de materiales -FICM	
<b>Realizado por:</b>		<b>Supervisado por:</b>	

**PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	Universidad Técnica de Ambato campus Huachi		
<b>Temperatura Ambiente:</b>	22°C	<b>Radiación</b>	0,2 W/m <sup>2</sup>
<b>Velocidad del aire circundante</b>	0.1m/seg	<b>Otros</b>	

**RESULTADOS DE ENSAYOS:**

Item	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
1	13.3532%	1.4634%	0.7377%	1.9047%
2	13.3959%	1.8292%	0.5737%	1.4285%



	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
3	13.3532%	1.5853%	0.5737%	1.1904%
	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
4	13.3532%	1.4634%	0.8196%	2.3809%
	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
5	8.2764%	1.4634%	0.7377%	0.9523%

	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
6	8.2764%	1.3414%	0.5737%	0.7142%
	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
7	13.3959%	2.0731%	1.3114%	1.9047%

Contracción volumétrica	Probetas(6% de Humedad en la arena de la Espoch)							
	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$ (Promedio)
%	13,353	13,396	13,353	13,353	8,276	8,276	13,396	11,915

Contracción lineal	Probetas(6% de Humedad en la arena de la Espoch)							
	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$ (Promedio)
D1	1,46	1,83	1,58	1,46	1,46	1,34	2,07	1,6
D2	0,74	0,57	0,57	0,81	0,74	0,57	1,31	1,18
altura	1,90	1,43	1,19	2,38	0,95	0,71	1,90	1,48



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DE CONTRACCION**

<b>Tipo de estudio:</b>	Laboratorio	<b>Ensayo N:</b>	Humedad: 7%
Identificación del componente del estudio:		Probeta 01	Arena: Reciclada de la UTA
<b>Solicitado por:</b>	UTA – FICM	<b>Fecha:</b>	
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de materiales -FICM	
<b>Realizado por:</b>		<b>Supervisado por:</b>	

**PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	Universidad Técnica de Ambato campus Huachi		
<b>Temperatura Ambiente:</b>	22°C	<b>Radiación</b>	0,2 W/m <sup>2</sup>
<b>Velocidad del aire circundante</b>	0.1m/seg	<b>Otros</b>	

**RESULTADOS DE ENSAYOS:**

Item	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
1	7.8498%	1.8292%	1.6393%	2.1428%
	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
2	7.8498%	2.1951%	1.3114%	0.9523%

	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
3	7.8498%	2.0731%	1.2295%	1.9047%
	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
4	7.8498%	1.8292%	0.5737%	0.7142%
	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
5	7.8498%	2.0731%	0.8196%	1.9047%

	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
6	7.8498%	1.4634%	0.6557%	1.9047%
	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
7	7.8498%	1.2195%	0.8196%	1.9047%

Contracción volumétrica	Probetas(7% de Humedad en la arena reciclada de la UTA)							
	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$ (Promedio)
%	7,850	7,850	7,850	7,850	7,850	7,850	7,850	7,850

Contracción lineal	Probetas(7% de Humedad en la arena reciclada de la UTA)							
	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$ (Promedio)
D1	1,82	2,19	2,07	1,83	2,07	1,46	1,22	1,8
D2	1,64	1,31	1,23	0,57	0,82	0,65	0,82	1
altura	2,14	0,95	1,90	0,71	1,9	1,9	1,90	1,62



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



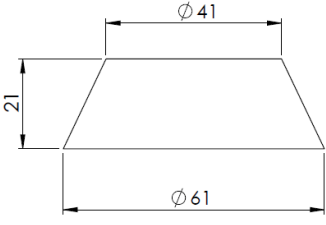


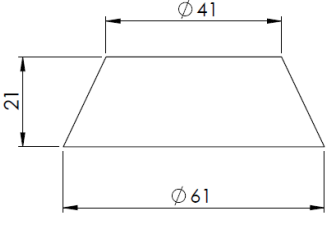


**ENSAYO DE CONTRACCION**

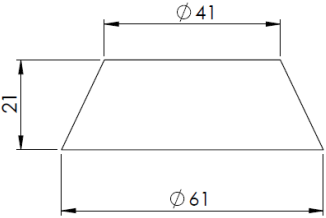


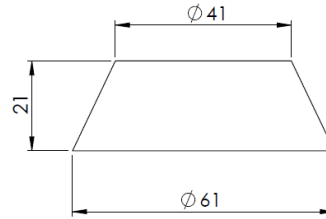


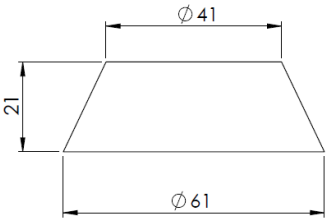


<b>Tipo de estudio:</b>	Laboratorio	<b>Ensayo N:</b>	Humedad: 7%
Identificación del componente del estudio:		Probeta 01	Arena: verde de fundidoras Tirado
<b>Solicitado por:</b>	UTA – FICM	<b>Fecha:</b>	
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de materiales -FICM	
<b>Realizado por:</b>		<b>Supervisado por:</b>	

**PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	Universidad Técnica de Ambato campus Huachi		
<b>Temperatura Ambiente:</b>	22°C	<b>Radiación</b>	0,2 W/m <sup>2</sup>
<b>Velocidad del aire circundante</b>	0.1m/seg	<b>Otros</b>	

**RESULTADOS DE ENSAYOS:**

Item	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
1	7.8498%	2.0731%	0.8196%	0.9523%
				
	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
2	7.2098%	1.2195%	0.5737%	2.1428%
				

	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
3	7.2098%	1.4634%	0.5737%	1.1904%
	  			
	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
4	7.2098%	1.2195%	0.4098%	1.1904%
	  			
	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
5	7.2098%	1.8292%	0.8196%	2.1428%
	  			

	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
6	7.2098%	1.2195%	0.4098%	0.9523%
	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
7	6.7832%	2.1951%	1.2295%	2.1498%

Contracción volumétrica	Probetas(7% de Humedad en la arena de Fundidoras Tirado)							
	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$ (Promedio)
%	7,850	7,210	7,210	7,210	7,210	7,210	6,783	7,240

Contracción lineal	Probetas(7% de Humedad en la arena de Fundidoras Tirado)							
	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$ (Promedio)
D1	2,073	1,22	1,46	1,22	1,83	1,22	2,19	1,6
D2	0,82	0,57	0,57	0,41	0,82	0,41	1,23	0,69
altura	0,95	2,14	1,19	1,19	2,14	0,95	2,15	1,53





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DE CONTRACCION**

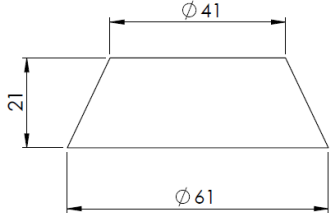


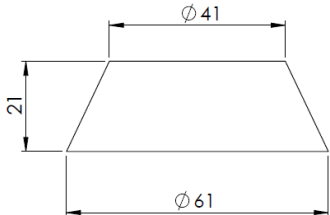


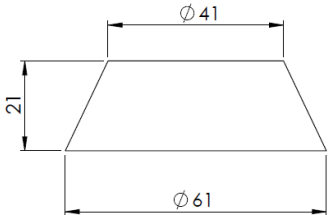


<b>Tipo de estudio:</b>	Laboratorio	<b>Ensayo N:</b>	Humedad: 7%
Identificación del componente del estudio:		Probeta 01	Arena: verde de la ESPOCH
<b>Solicitado por:</b>	UTA – FICM	<b>Fecha:</b>	
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de materiales -FICM	
<b>Realizado por:</b>		<b>Supervisado por:</b>	

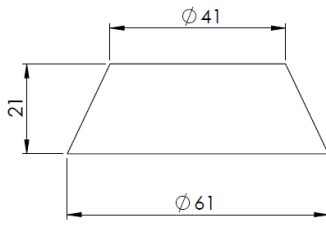


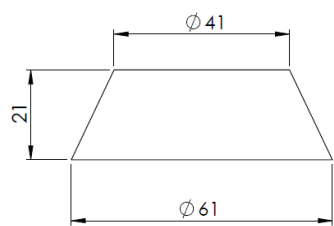


**PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	Universidad Técnica de Ambato campus Huachi		
<b>Temperatura Ambiente:</b>	22°C	<b>Radiación</b>	0,2 W/m <sup>2</sup>
<b>Velocidad del aire circundante</b>	0.1m/seg	<b>Otros</b>	

**RESULTADOS DE ENSAYOS:**

Item	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
1	7.2098%	1.2195%	0.4098%	1.1904%
	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
2	7.8498%	1.2195%	0.4098%	0.7142%

	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
3	7.8498%	1.4634%	0.8196%	1.8285%
	  			
	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
4	7.8498%	2.1951%	0.9836%	1.9047%
	  			
	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
5	7.8498%	1.2195%	1.2295%	2.1485%
	  			

	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
6	7.2098%	1.8292%	1.3114%	1.1904%
	  			
	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
7	7.2098%	1.8292%	1.8196%	1.9047%
	  			

Contracción volumétrica	Probetas(7% de Humedad en la arena de la Espoch)							
	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$ (Promedio)
%	7,210	7,850	7,850	7,850	7,850	7,210	7,210	7,576

Contracción lineal	Probetas(7% de Humedad en la arena de la Espoch)							
	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$ (Promedio)
D1	1,22	1,22	1,46	2,19	1,22	1,83	1,83	1,56
D2	0,41	0,41	0,82	0,98	1,23	1,31	1,82	0,99
altura	1,19	0,71	1,83	1,90	2,15	1,19	1,9	1,55



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DE CONTRACCION**

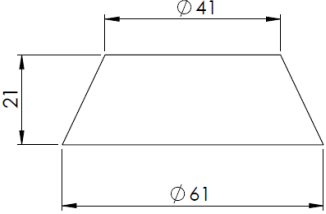


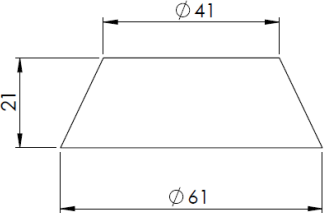


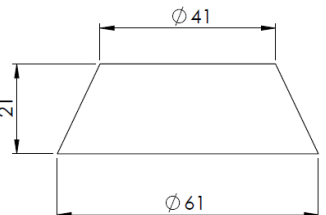


<b>Tipo de estudio:</b>	Laboratorio	<b>Ensayo N:</b>	Humedad: 8%
Identificación del componente del estudio:		Probeta 01	Arena: Reciclada de la UTA
<b>Solicitado por:</b>	UTA – FICM	<b>Fecha:</b>	
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de materiales -FICM	
<b>Realizado por:</b>		<b>Supervisado por:</b>	

**PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	Universidad Técnica de Ambato campus Huachi		
<b>Temperatura Ambiente:</b>	22°C	<b>Radiación</b>	0,2 W/m <sup>2</sup>
<b>Velocidad del aire circundante</b>	0.1m/seg	<b>Otros</b>	

**RESULTADOS DE ENSAYOS:**

Item	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
1	7.2098%	1.8292%	0.4098%	1.1904%
2	7.2098%	1.8292%	0.4918%	0.9523%

	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
3	7.2098%	1.2195%	1.2295%	2.1428%
	  			
	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
4	7.2098%	2.1951%	1.6393%	1.9047%
	  			
	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
5	7.2098%	2.1951%	1.2295%	0.9523%
	  			

	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
6	6.9965%	2.1951%	0.8196%	1.4285%
	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
7	7.2098%	1.8292%	1.8196%	1.9047%

Contracción volumétrica	Probetas(8% de Humedad en la arena reciclada de la UTA)							
	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$ (Promedio)
%	7,210	7,210	7,210	7,210	7,210	6,997	6,677	7,103

Contracción lineal	Probetas(8% de Humedad en la arena reciclada de la UTA)							
	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$ (Promedio)
D1	1,83	1,82	1,22	2,15	2,2	2,19	1,83	1,89
D2	0,41	0,49	1,23	1,64	1,23	0,82	1,82	1,09
altura	1,19	0,95	2,14	1,90	0,95	1,43	1,9	1,49



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DE CONTRACCION**

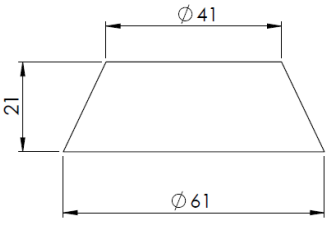


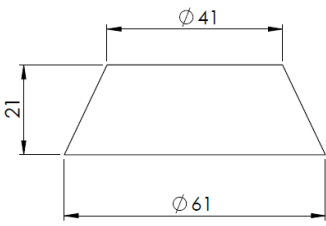


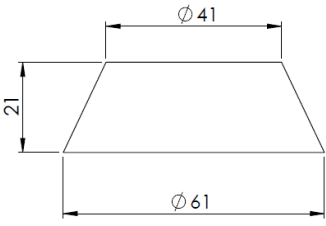


<b>Tipo de estudio:</b>	Laboratorio	<b>Ensayo N:</b>	Humedad: 8%
Identificación del componente del estudio:		Probeta 01	Arena: verde de fundidoras Tirado
<b>Solicitado por:</b>	UTA – FICM	<b>Fecha:</b>	
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de materiales -FICM	
<b>Realizado por:</b>		<b>Supervisado por:</b>	

**PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	Universidad Técnica de Ambato campus Huachi		
<b>Temperatura Ambiente:</b>	22°C	<b>Radiación</b>	0,2 W/m <sup>2</sup>
<b>Velocidad del aire circundante</b>	0.1m/seg	<b>Otros</b>	

**RESULTADOS DE ENSAYOS:**

Item	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
1	6.6766%	1.9512%	0.9836%	2.1498%
	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
2	6.6766%	2.1951%	0.9836%	0.7142%

	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
3	6.6766%	1.8292%	1.3114%	1.1904%
	  			
	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
4	6.6766%	1.2195%	0.4098%	1.1904%
	  			
	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
5	6.6552%	1.8292%	0.3278%	0.9523%
	  			
	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura



6	6.6339%	1.3414%	0.8196%	0.7142%
	<b>PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA</b>	<b>PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL</b>		
		<b>Diámetro 1</b>	<b>Diámetro 2</b>	<b>Altura</b>
7	6.6766%	1.5853%	0.8196%	0.4761%

Contracción volumétrica	Probetas(8% de Humedad en la arena de Fundidoras Tirado)							
	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$ (Promedio)
%	6,677	6,677	6,677	6,677	6,655	6,634	6,677	6,667

Contracción lineal	Probetas(8% de Humedad en la arena de Fundidoras Tirado)							
	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$ (Promedio)
D1	1,95	2,19	1,83	1,22	1,83	1,34	1,58	1,7
D2	0,98	0,98	1,31	0,41	0,33	0,82	0,82	0,8
altura	2,15	0,71	1,19	1,19	0,95	0,71	0,47	1



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**ENSAYO DE CONTRACCION**

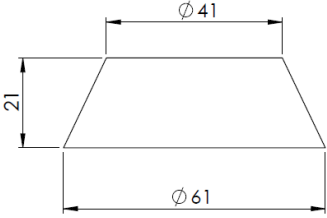


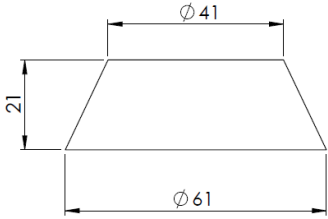


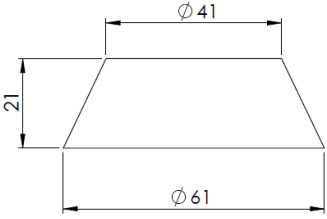


<b>Tipo de estudio:</b>	Laboratorio	<b>Ensayo N:</b>	Humedad: 8%
Identificación del componente del estudio:		Probeta 01	Arena: verde de la ESPOCH
<b>Solicitado por:</b>	UTA – FICM	<b>Fecha:</b>	
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de materiales -FICM	
<b>Realizado por:</b>		<b>Supervisado por:</b>	

**PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO**

<b>Lugar:</b>	Universidad Técnica de Ambato campus Huachi		
<b>Temperatura Ambiente:</b>	22°C	<b>Radiación</b>	0,2 W/m <sup>2</sup>
<b>Velocidad del aire circundante</b>	0.1m/seg	<b>Otros</b>	

**RESULTADOS DE ENSAYOS:**

Item	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
1	6.6766%	1.2195%	0.8196%	1.6667%
	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
2	6.6766%	1.4634%	0.6557%	1.4285%

	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
3	6.6766%	0.8536%	1.6393%	2.1428%
	  			
	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
4	6.6766%	1,8292%	0.8196%	1.1904%
	  			
	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
5	6.6766%	1.9512%	1.1475%	0.9523%
	  			

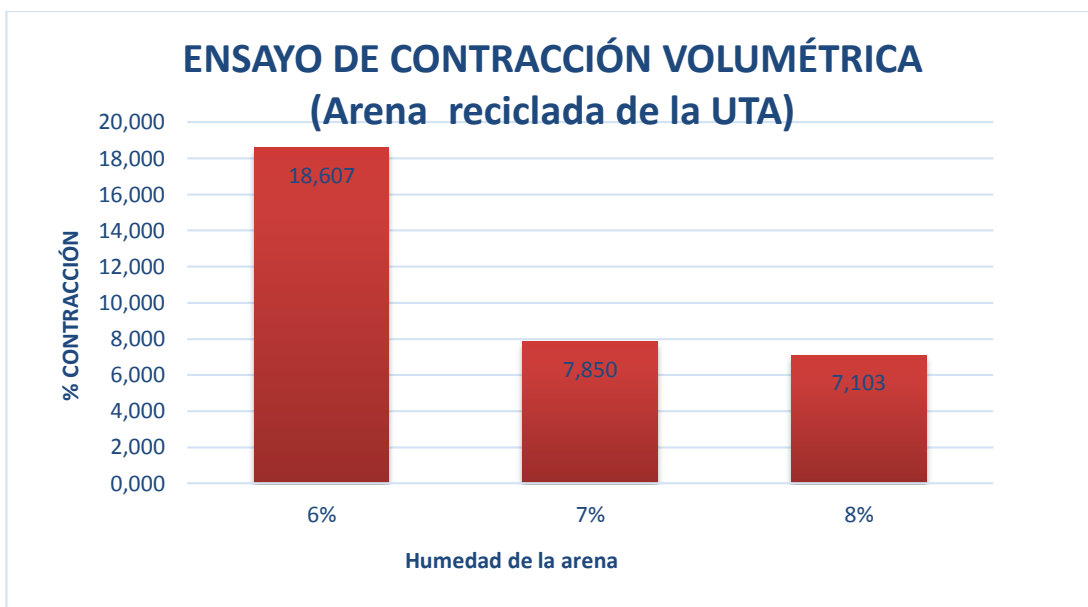
	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
6	6.6766%	0.9756%	0.3278%	0.9523%
	PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA	PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL		
		Diámetro 1	Diámetro 2	Altura
7	6.6979%	1.2195%	0.8196%	0.9523%

Contracción volumétrica	Probetas(8% de Humedad en la arena de la Espoch)							
	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$ (Promedio)
%	6,677	6,677	6,677	6,677	6,677	6,677	6,698	6,680

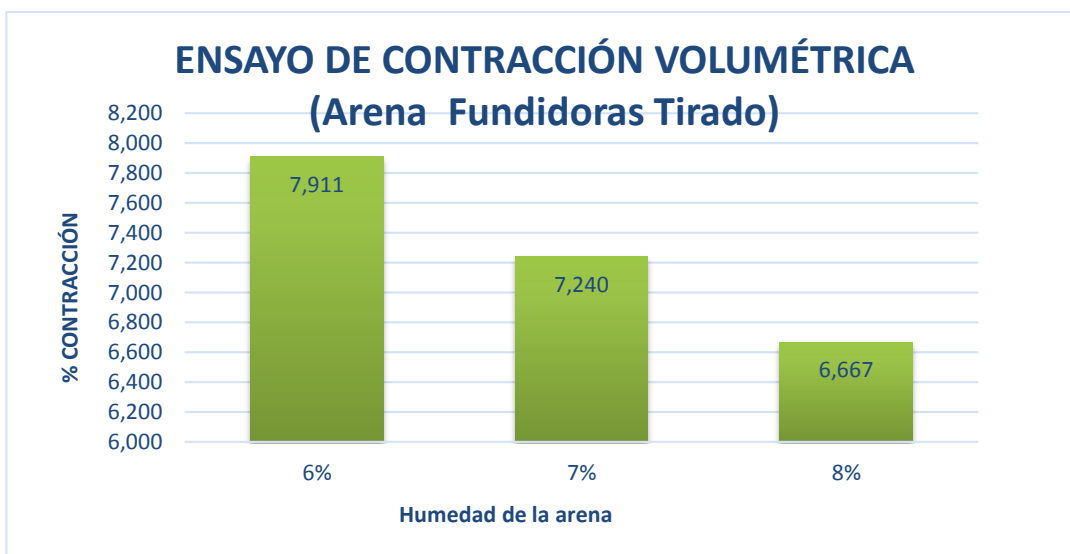
Contracción lineal	Probetas(8% de Humedad en la arena de la Espoch)							
	1	2	3	4	5	6	7	$\bar{x}$ (Promedio)
D1	1,22	1,46	0,85	1,83	1,95	0,98	1,22	1,36
D2	0,82	0,65	1,64	0,82	1,15	0,32	0,82	0,9
altura	1,67	1,43	2,14	1,19	0,95	0,95	0,95	1,33

#### 4.2.5.-ANÁLISIS DE RESULTADOS

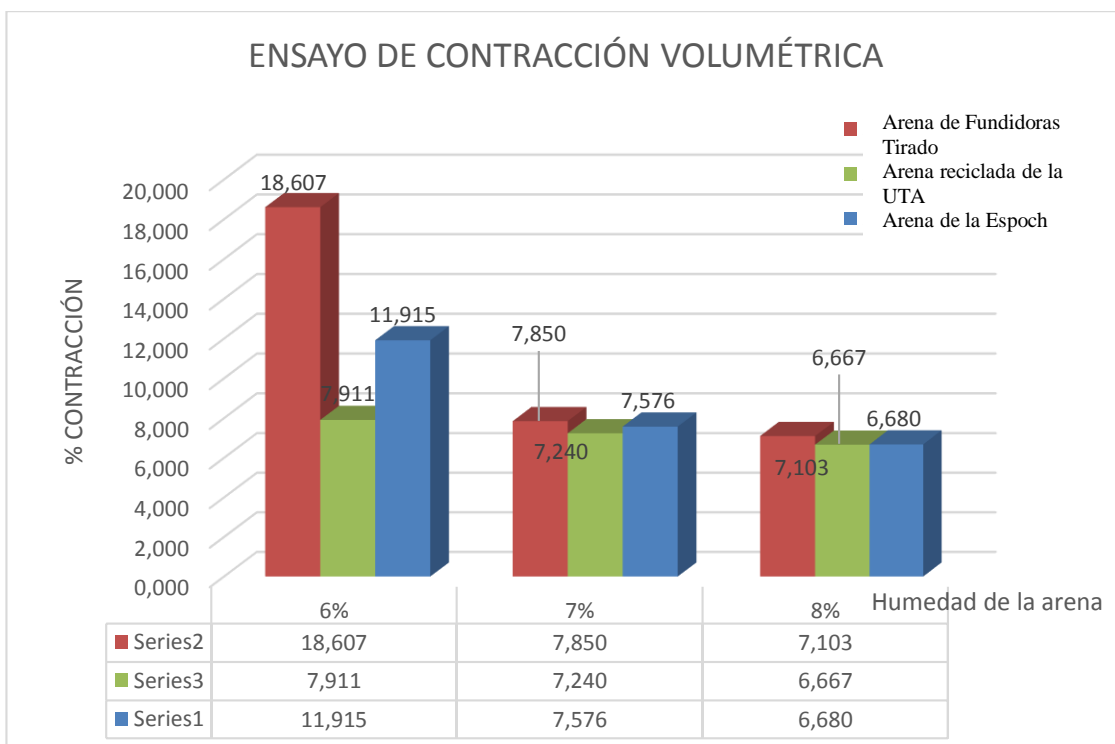
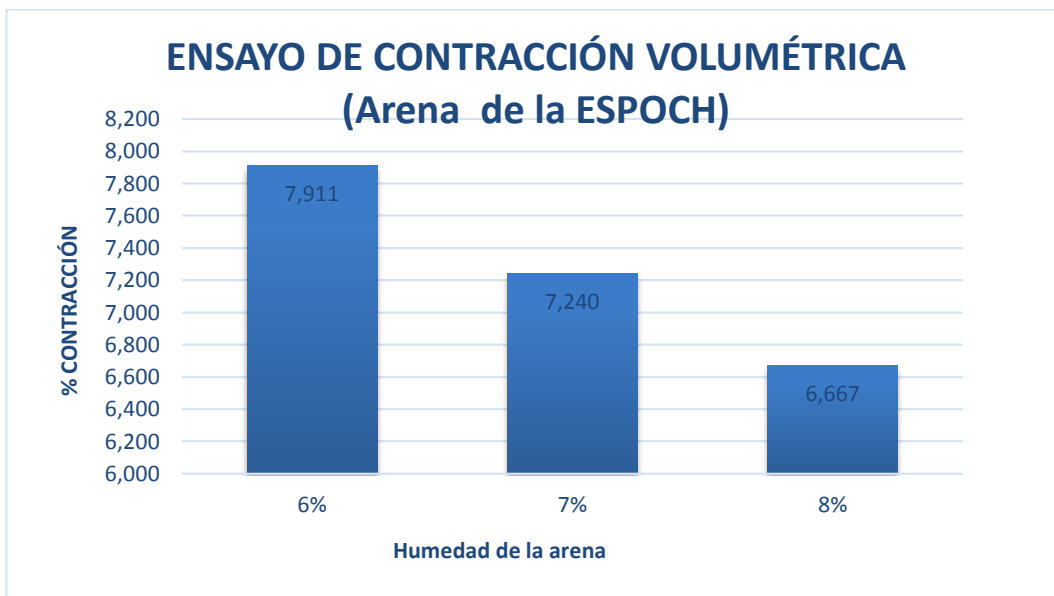
Promedio	Ensayo de contracción volumétrica (Arena reciclada de la UTA)		
	Porcentajes de Humedad		
	6%	7%	8%
1	18,607	7,850	7,103



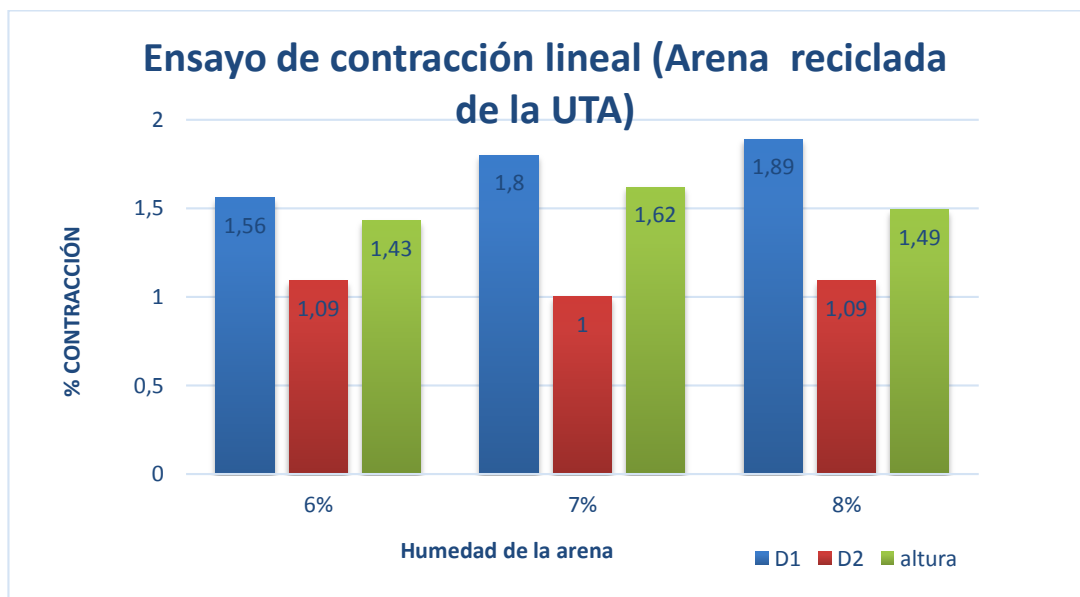
Promedio	Ensayo de contracción volumétrica (Arena de Fundidoras Tirado)		
	Porcentajes de Humedad		
	6%	7%	8%
1	7,911	7,240	6,667



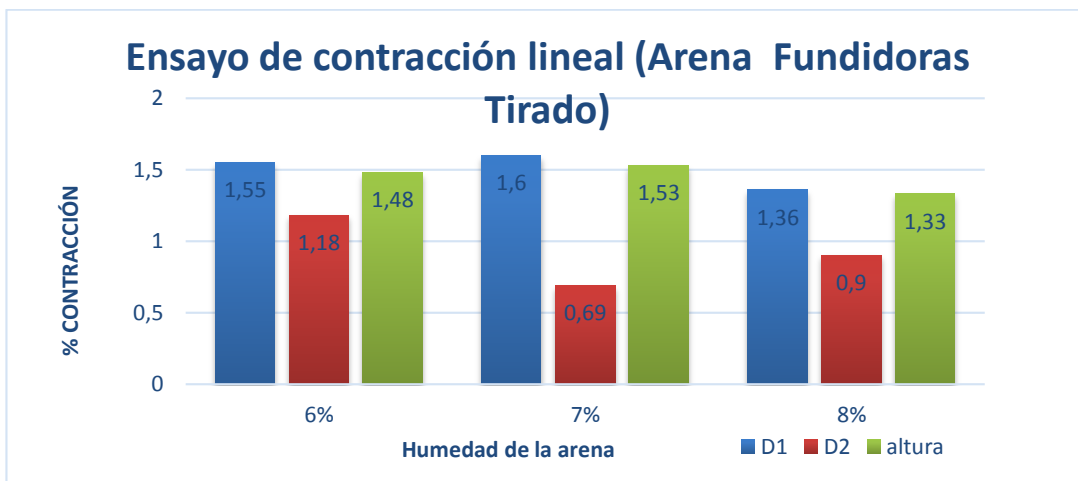
Promedio	Ensayo de contracción volumétrica (Arena de la ESPOCH)		
	Porcentajes de Humedad		
	6%	7%	8%
1	11,915	7,576	6,680



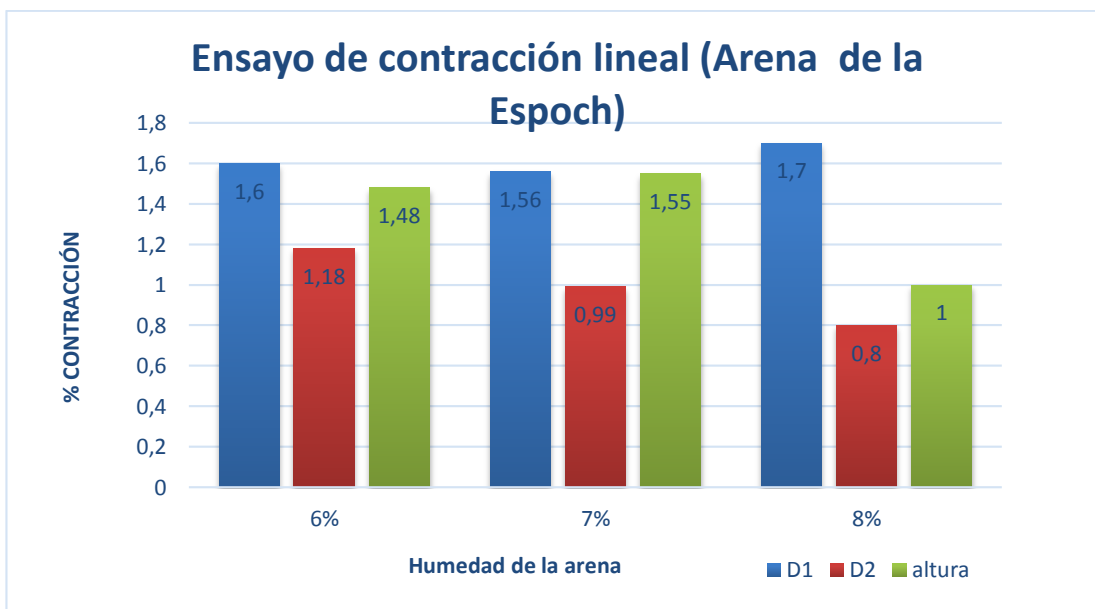
Promedio	Ensayo de contracción lineal (Arena reciclada de la UTA)		
	Porcentajes de Humedad		
	6%	7%	8%
D1	1,56	1,8	1,89
D2	1,09	1	1,09
altura	1,43	1,62	1,49
Promedio	1,36	1,47	1,49



Promedio	Ensayo de contracción lineal (Arena Fundidora Tirado)		
	Porcentajes de Humedad		
	6%	7%	8%
D1	1,55	1,6	1,36
D2	1,18	0,69	0,9
altura	1,48	1,53	1,33
Promedio	1,40	1,27	1,2



Promedio	Ensayo de contracción lineal (Arena de la Espoch)		
	Porcentajes de Humedad		
	6%	7%	8%
D1	1,6	1,56	1,7
D2	1,18	0,99	0,8
altura	1,48	1,55	1
Total	1,42	1,37	1,17





### 4.3 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.3.1.- Ponderación de resultados

Mediante la siguiente tabla se establecen los valores para calificar a las diferentes probetas realizadas anteriormente y expuestas a los ensayos de Defectología, tracción, metalografía, dureza y contracción la calificación va de 1 a 10.

Tabla.4.1- **Tabla de valores de ponderación**

Tabla de valores de ponderación para los ensayos						
Calificación	Defectología %	Resistencia última a la tracción (Mpa)	Metalografía (Tamaño de grano)	Dureza Brinell (HB)	Contracción Volumétrica %	Contracción Lineal %
10	0,5-1	193-180	9-8.	80-70	1-7.	1-2,3
9	1-1,5	180-160	8-7.	70-60	7-10.	2,3-2,5
8	1,5-2	160-140	7-6.	60-50	10-15	2,5-2,7
7	2-2,5	140-120	6-5.	50-40	15-18	2,7-2,9
6	2,5-3	120-100	5-4.	40-30	18-21	2,9-3,1
5	3-3,5	100-80	4-3.	30-25	21-24	3,1-3,3
4	3,5-4	80-60	3-2.	25-20	24-27	3,3-3,5
3	4,5-5	60-40	2-1.	20-15	27-30	3,5-3,7
2	5-5,5	40-20	1-0.5	15-10.	30-33	3,7-3,9
0	5.5-20.	20-0	0.5-0	10-5.	33-36	3,9-4,1

**Fuente.-** Groover, Fundamentos de manufactura moderna, Hufnagel , Manual del aluminio

Tabla.4.2- **Tabla de aceptación**

Excelente	10
muy bueno	9
bueno	8
regular	7
malo	6
muy malo	5
insuficiente	4-0

**Fuente.-** El autor.

Tabla.4.3- Análisis de resultados

Ensayos	Uta			Fundiciones Tirado			Espoch		
	6%	7%	8%	6%	7%	8%	6%	7%	8%
Defectología %	0	0	3	0	3	8	0	2	6
Resistencia última a la tracción (Mpa)	2	4	6	4	5	7	3	4	6
Metalografía (Tamaño de grano)	7	8	8	7	7	8	7	7	8
Dureza Brinell (HB)	6	8	8	7	7	8	7	7	8
Contracción Volumétrica %	6	9	9	9	9	10	8	9	10
Contracción Lineal %	10	10	10	10	10	10	10	10	10
<b>TOTAL</b>	<b>5,166</b>	<b>6,5</b>	<b>7,33</b>	<b>6,166</b>	<b>6,833</b>	<b>8,5</b>	<b>5,833</b>	<b>6,5</b>	<b>8</b>
Aceptación	X	X	√	X	X	√	X	X	√

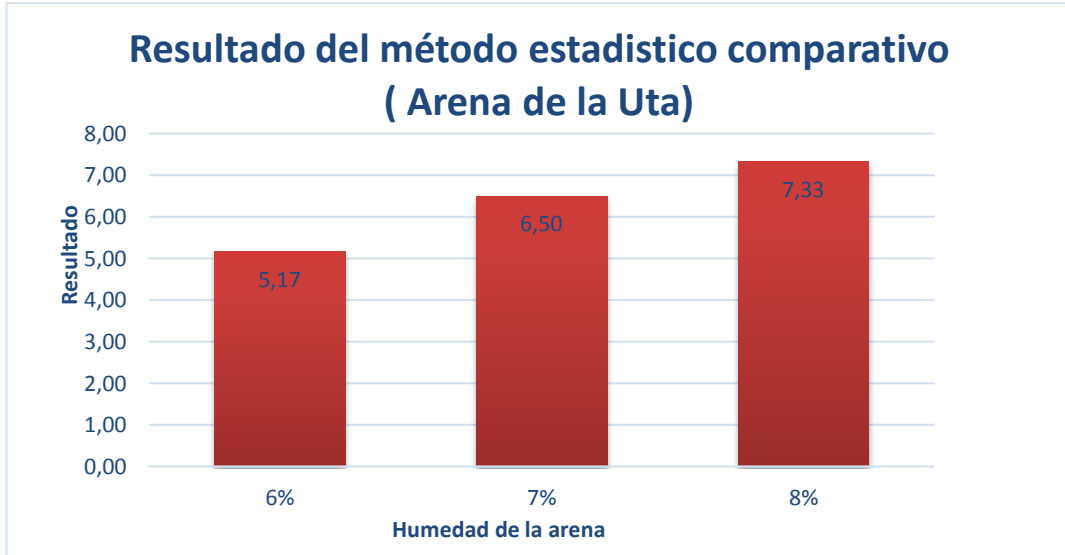
Fuente.- El autor.

#### 4.4.- VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

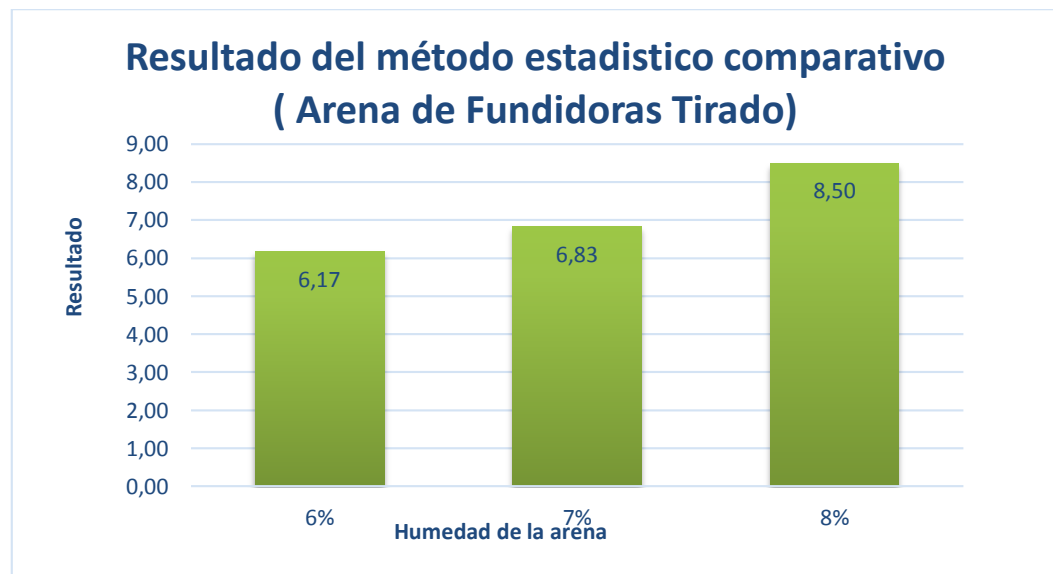
Según la tabla de ponderación que se realizó a las diferentes probetas se obtuvo como mejor resultado para los distintos ensayos las que se realizaron con arena verde de las Fundiciones Tirado alcanzado un valor de 8,5 en la tabla de ponderación y con arena verde de la Espoch un valor de 8 teniendo un rango de aceptación de bueno, con su mejor resultado a un porcentaje de humedad en la arena del 8%.

### Método estadístico comparativo

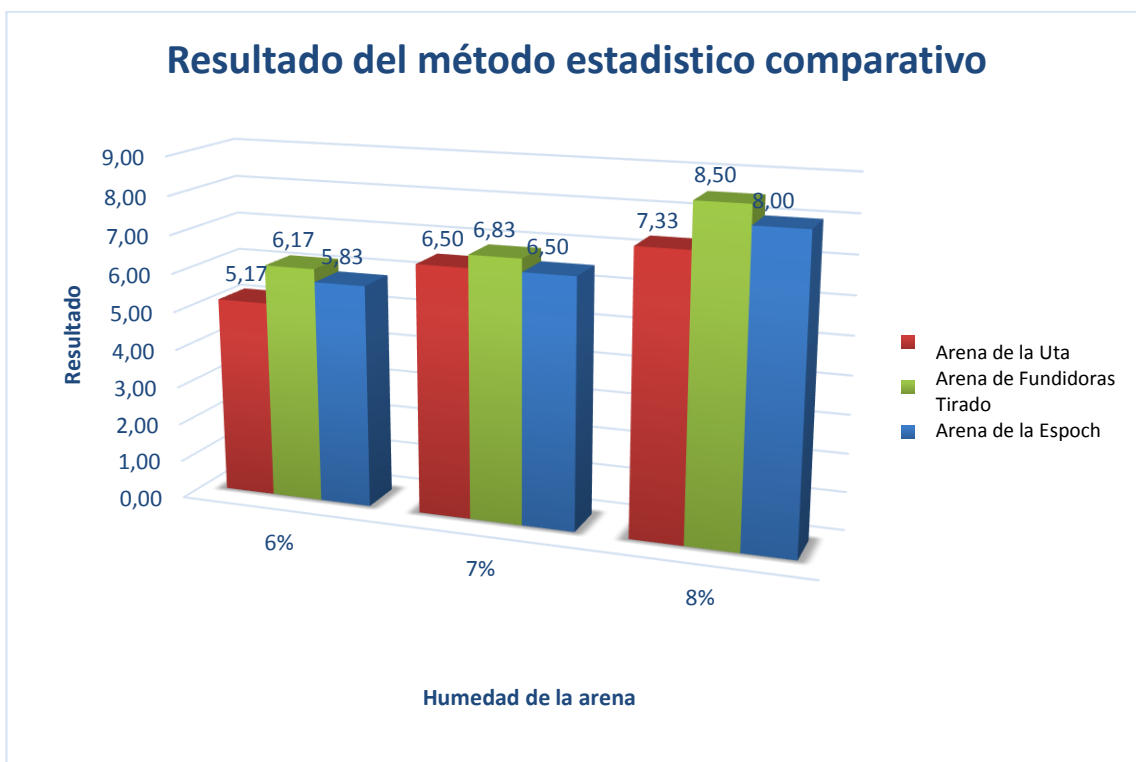
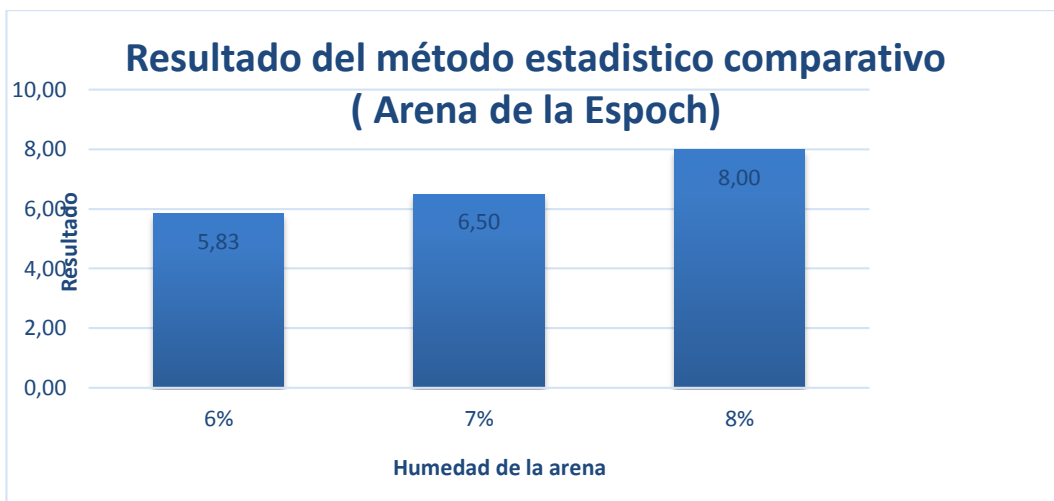
Resultado del método estadístico comparativo ( Arena de la Uta)			
Humedad	6%	7%	8%
Total	5,17	6,50	7,33



Resultado del método estadístico comparativo ( Arena de Fundidoras Tirado)			
Humedad	6%	7%	8%
Total	6,167	6,833	8,5



Resultado del método estadístico comparativo ( Arena de la Epoch)			
Humedad	6%	7%	8%
Total	5,833	6,5	8



## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- Se determina que la mejor arena de moldeo es la de uso industrial obtenida de la empresa de fundición y metalurgia grupo “Hermanos Tirado” la cual con una humedad de trabajo del 8 % presentó las mejores condiciones de trabajo usando aluminio reciclado de perfilería.
- El mejor procedimiento para la fundición de probetas de aluminio es en el cual se utiliza una humedad de 8% procurando mezclar bien el agua utilizada y la arena de moldeo logrando una humedad homogénea.
- En las probetas analizadas la defectología más persistente es la presencia de poros los cuales cuando se presentan en una cantidad excesiva forman nido de poros por toda la superficie de la pieza para eliminar este defecto se debe controlar la humedad de la arena de moldeo a utilizar.
- Se determinó las propiedades mecánicas del aluminio con diferentes ensayos tales como tracción, dureza y metalografía las cuales nos dieron como resultado parámetros aceptables en comparación a otros estudios realizados
- La contracción que se presentó en las piezas de aluminio se encuentra con menor intensidad en las probetas realizadas con la humedad del 8% mientras que en las otras humedades de la arena las probetas presentaron mayores contracciones teniendo esta un mayor porcentaje de contracción volumétricamente.
- El aluminio que presenta un tamaño de grano grande muestra una relación directa con la resistencia a la tracción a mayor tamaño de grano menor resistencia.
- De igual manera el tamaño de grano está relacionado con la dureza a mayor tamaño de grano menor dureza.
- Cuando la mezcla agua-arena se mantiene homogénea se minimiza la concentración de nidos de poros en la superficie de la pieza fundida.

- La introducción de una máquina de mezclado arena-agua al proceso de obtención de piezas fundidas mejoró la homogeneidad de la mezcla y de igual forma la calidad de las fundiciones.
- La defectología más común observada en las fundiciones elaboradas en los laboratorios de procesos de la UTA fue la presencia de poros y de nidos de poros.
- Al utilizar perfiles reciclados cubiertos de pintura se obtiene mayor presencia de escoria en la colada.
- Las probetas ensayadas a tracción hechas de aluminio reciclado presentaron una zona plástica bastante reducida.
- El menor porcentaje de defectología presente fue el 1,66% con una humedad en la arena del 8% y utilizando arena proveniente de la Fundidora Tirado el cual obtuvo un valor de 8 en la ponderación (bueno).
- El mayor esfuerzo último a la tracción fue de 137,84 N/mm<sup>2</sup> a la misma humedad del 8% en la arena y en el mismo tipo de arena obteniendo 7 en la ponderación(regular)

El tamaño de grano más pequeño fue de 6 y se presentó a una humedad en la arena del 8%, en dos tipos de arena la proveniente de la Fundidora Tirado y la proveniente de la Espoch obteniendo 8 en la ponderación (bueno).

- La mayor dureza obtenida fue de 56,511HB a 8% de humedad en la arena proveniente de la Fundidora Tirado obteniendo 8 en la ponderación (bueno).
- El menor porcentaje de contracción volumétrica que se produjo fue de 6,66% a 8% de humedad en la arena proveniente de la Fundidora Tirado obteniendo 10 en la ponderación (muy bueno).

## **5.2 Recomendaciones**

- Realizar un proceso de fundición de piezas de aluminio bajo condiciones optimizadas en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.
- Verificar el estado físico de las cajas donde se va a realizar el molde para evitar incidentes antes durante y después del proceso de moldeo

- Previamente la pieza a moldear debe ser cubierta de talco para evitar que en el momento de retirarla no se adhiera parte de la arena
- Para obtener mejores resultados se debe colocar el molde en la parte central entre los dos cabezales
- La primera arena que tendrá contacto con las partes más detalladas del molde debe ser previamente tamizada para que así los granos más finos adopten la forma buscada.
- Para apisonar la primera capa de arena se debe usar una fuerza moderada caso contrario la arena se puede a los detalles de la pieza
- Ubicar los vertederos en una posición donde no se dificulte el acceso para apisonar sus alrededores
- Variar la temperatura del horno de inducción de una temperatura de 660 C a 760 C para que el metal al momento de transportarlo al molde no se enfríe y conserve una baja viscosidad y completa el molde de una manera adecuada
- No abrir al instante el molde por que el aluminio al contacto con el ambiente se oxida y causa un color amarillento
- Esperar que el molde se enfríe de una manera correcta para que el cambio de temperatura no influya en la contracción
- Para la evaluación de la contracción lineal se debe elegir un modelo con aristas vivas que faciliten la medición
- El reactivo Keller debe mantenerse sobre la probeta por dos minutos y treinta segundos en caso de exceder el tiempo del ataque químico este quemaría la probeta o por lo contrario al no alcanzar este tiempo la microestructura no sería revelada
- Para medir la contracción volumétrica se recomienda utilizar instrumentos de laboratorio que posean una escala de graduación que brinden una alta precisión.
- Una vez que la colada esté lista para ser vertida en el molde se debe aumentar su temperatura por un lapso de cinco minutos para que conserve su fluidez al momento de ser vertida en este proceso.

**CAPÍTULO VI**  
**PROPUESTA**  
**PROCESO DE FUNDICIÓN DE PIEZAS DE ALUMINIO BAJO**  
**CONDICIONES OPTIMIZADAS EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CIVIL Y MECÁNICA**

**6.1.-DATOS INFORMATIVOS**

Los datos para la realización de piezas de aluminio con una humedad en la arena de 8% son los siguientes:

El método que se recomienda usar es por moldeo de arena con una humedad de 8%, esta humedad debe ser controlada de una manera estricta para evitar el exceso de agua en el molde lo que puede causar la presencia de porosidades en la pieza fundida de igual manera la mezcla debe ser homogénea así evitando áreas más húmedas que otras en el molde lo que también causa porosidad en la pieza de aluminio.

Los ensayos de fundición fueron realizados en la Facultad De Ingeniería Civil Y Mecánica, laboratorio de fundición perteneciente al área de materiales de la Carrera de Ingeniería Mecánica, Campus Huachi Chico

**6.2.- ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA**

A través de investigaciones y prácticas realizadas anteriormente con el objetivo de obtener piezas de aluminio se pudo determinar un método eficiente para la obtención de las mismas el cual posee variantes tales como presencia de poros e incluso nido de poros debido al exceso de humedad en el molde o en ciertos casos a una mezcla no homogénea de agua con la arena, la siguiente propuesta se basa en el control de la humedad y la homogeneidad de la misma, de una manera más específica se propone usar una humedad de 8% en los moldes de arena controlando que la humedad en el molde sea igual en toda la mezcla, tomando en cuenta el control de estas variables se ha obtenido piezas de mejor calidad tomando a comparación de piezas anteriormente realizadas.



En el siguiente trabajo investigativo se obtuvo piezas de aluminio con una calidad bastante apreciable y de una manera simple y fácil en cuanto al control de humedad se refiere.

### **6.3.- JUSTIFICACIÓN**

Es importante desarrollar el estudio con el fin de aportar un método eficiente y simple que ayudara a mejorar la calidad de las piezas fundidas de aluminio además tomando en cuenta que el aluminio es uno de los principales componentes en aleación de varios elementos utilizados en la industria, el aluminio al ser combinado con otros elementos mejora sus propiedades mecánicas y es apreciado al ser este un material no ferrosos lo cual es una propiedad importante en el sector industrial.

Es necesario mejorar la calidad de las piezas de aluminio que se realizan en el laboratorio de fundición de la carrera de ingeniería mecánica para mejorar las bases de conocimiento básicas de sobre los procesos de fundición de piezas mecánicas de aluminio además de profundizar en este elemento sumamente importante en la industria no solo por sus propiedades mecánicas sino también por sus propiedades de conducción eléctrica resaltando que es dos veces más conductividad que el cobre, además que si se lo sabe tratar tiene una buena resistencia a la corrosión.

### **6.4.- OBJETIVO**

#### **6.4.1.- Objetivo general**

- Establecer un procedimiento para la fundición de piezas de aluminio mediante condiciones optimizadas.

#### **6.4.1.- Objetivo específico**

- Determinar un método de mezclado de agua arena para mejorar la homogeneidad de la mezcla que conformara el molde.
- Determinar la microestructura obtenida en las piezas fundidas mediante el proceso de humedad controlada
- Someter a ensayos de dureza y resistencia a la tracción a las piezas obtenidas por medio del proceso de humedad controlada.

### **6.5.- ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

Mediante los ensayos realizados se concluyó que la propuesta realizada acerca del control de humedad y homogeneidad en los moldes no permanentes de arena verde que se utilizan en la fundición de aluminio es factible además de que se cuenta con la información necesaria para su desarrollo basándose en normas tales como ASTM E112, ASTM E8, ASTM B85, también se cuenta con recursos materiales instrumentales y humano los mismos que son proporcionados por el laboratorio de fundición del área de materiales de la Carrera De Ingeniería Mecánica De La Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica de La Universidad Técnica De Ambato, Campus Huachi.

### 6.5.1.- ANÁLISIS ECONÓMICOS

En el siguiente análisis se dará a conocer todos costos directos e indirectos que intervienen en la propuesta, resaltando que son de costo factible económicamente y su adquisición nada complicada así demostrando que la propuesta es factible de realizarse.

En la siguiente tabla se puede observar el costo de los diferentes materiales que han intervenido en la realización del estudio.

#### 6.5.1.1.- COSTOS DIRECTOS

Tabla 6. 1.- Costos para la fabricación de piezas de aluminio mediante el método de humedad controlada

Numero	Proceso	Materiales	Costo (USD)
1	Adquisición del material (1)	Aluminio de reciclado de perfil	15
2	Adquisición del material (2)	Arena verde de moldeo	300
3	Maquinado de probeta	Torneado de la probeta	15
5	Borradores	Presentación de reporte	50
		Total	380
		10% de imprevistos	38
		<b>COSTO TOTAL</b>	<b>418</b>

**Fuente:** El Autor

### 6.5.1.2.- COSTOS INDIRECTOS

Este tipo de costo lo tomamos como uno de los costos que son parte del estudio pero que no intervienen en el proceso de fabricación sino más como un apoyo siendo estos materiales impresiones. Tiempo de internet cuadernos etc.

Estos materiales fueron usados en todo el periodo de investigación del tema presentado.

**Tabla 6.2.-** Costo total de la inversión inicial para realizar los ensayos mediante el método de control de humedad

<b>Descripción</b>	<b>Costo total (usd)</b>
Aluminio	15
Arena verde	300
Máquina para mezclado de arena agua	1170
Maquinado de probetas	15
Preparación de la superficie de la probeta	5
Fundición	5
Total	1510

**Fuente:** El Autor

### 6.6.- FUNDAMENTACIÓN

Esta investigación se fundamenta en los capítulos anteriores tales como el capítulo 2 y el capítulo 3 que son el marco teórico y el desarrollo experimental realizado los cuales nos muestran los valores más importantes en esta investigación los mismos que nos ayudaron a presentar la propuesta que indica que una humedad controlada ayuda a mejora la calidad de las piezas fundidas de aluminio en los laboratorios de fundición de la Carrera de Ingeniería Civil y Mecánica.

### 6.7.- METODOLOGÍA

El desarrollo de esta investigación cuenta con un proceso de varios peldaños que se realizaron de una manera minuciosa, los mismos que arrojaron resultados satisfactorios mostrando que desarrollando un proceso en el cual se controle la humedad y la homogeneidad de la mezcla agua arena se obtendrán piezas mecánicas de aluminio fundido con menor porosidad y de esta manera aumentando la calidad de la pieza, esta información obtenida será de gran apoyo para la Carrera de

Ingeniería Mecánica de la Universidad. Esta información será detallada en la siguiente lista de actividades que se mostrara a continuación.

- 1.- Compra de la materia prima (aluminio)
- 2.- Fabricación de la pieza
- 3.- Extracción de material a ensayar
- 4.- Fabricación de las probetas
- 5.-Ejecucion del ensayo de tracción de las probetas
- 6.- Preparación de la probeta para análisis metalográfico
- 7.- Ataque químico de la superficie de la probeta
- 8.- Análisis microscópico de la metalografía de la probeta de aluminio
- 9.- Preparación de la probeta para ensayo de dureza
- 10.- Calibración de la máquina de ensayo de dureza
- 11.- ejecución del ensayo
- 12.- evaluación de resultados.



**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA  
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA  
PROCESO DE FUNDICIÓN DE PIEZAS DE ALUMINIO  
BAJO CONDICIONES OPTIMIZADAS EN LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**



**OBJETO:** Establecer las distintas acciones a seguir para la obtención de una pieza fundida en aluminio con el uso de condiciones optimizadas.

**2. ALCANCE:** Este procedimiento está desarrollado para la obtención de una pieza fundida en aluminio bajo condiciones óptimas para un mejor resultado.

**3. DOCUMENTACION DE REFERENCIA:** El desarrollo del presente procedimiento se encuentra sustentado en el marco teórico investigado en el capítulo II.

**4. GENERALIZACION:**

El mundo actual requiere conocer qué condiciones son óptimas para el desarrollo de una fundición en este caso en fundición de aluminio para lograr conseguir una pieza de excelentes condiciones ya sea en apariencia superficial como en propiedades mecánicas de esta manera aumentar su uso en la industria a la vez que se recicla el desperdicio de aluminio proveniente de los trabajos en perfilaría.

**5. REALIZACION:**

**6.7.1.- Adquisición del material**

**6.7.1.1.- Adquisición de la arena verde**

La arena utilizada en el desarrollo del estudio es la arena verde la cual fue elegida por ser la más común usada en la industria de la fundición por sus propiedades al momento de moldear que son capaces de conservar detalles superficiales con alta precisión además que su adquisición en el medio es accesible.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Verificado por:</b>	<b>Fecha:</b>
<b>Revisado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Validado por:</b>	<b>Fecha:</b>
			<b>Pag.:</b>



**Figura6.1.-**Arena verde de moldeo

**Fuente:** El Autor

### 6.7.1.2.- Aluminio

Este elemento es la materia prima más importante para este estudio, el aluminio que se usó en este estudio es aluminio reciclado de perfilería y se lo eligió por su fácil obtención y su precio accesible y al ser aluminio de perfilaría posee buenas propiedades mecánicas además de tener una buena resistencia a la corrosión



**Figura6.2.-**aluminio reciclado de perfilaría

**Fuente:** El Autor

### 6.7.2 OBTENCION DE PIEZA

Se redacta a continuación el procedimiento para la obtención de piezas de aluminio fundido con el proceso de humedad controlada.

Pesar en seco la arena que va a ser usada en el molde y con el dato del peso calcular el 8% del mismo para luego aumentar en peso de agua

<b>Elaborado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Verificado por:</b>	<b>Fecha:</b>
<b>Revisado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Validado por:</b>	<b>Fecha:</b>
			<b>Pag.:</b>



**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA  
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA  
PROCESO DE FUNDICIÓN DE PIEZAS DE ALUMINIO  
BAJO CONDICIONES OPTIMIZADAS EN LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**



**Figura6.3.-Pesaje de la arena y el agua**

**Fuente:** El Autor

Una vez obtenido los valores buscados proceder a introducir la arena en la máquina mezcladora y de manera progresiva agregar la cantidad de agua calculada anteriormente mientras las palas de la máquina se encuentran en movimiento para obtener la mezcla homogénea.



**Figura6.4.-Mezcla de arena agua en la máquina**

**Fuente:** El Autor

<b>Elaborado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Verificado por:</b>	<b>Fecha:</b>
<b>Revisado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Validado por:</b>	<b>Fecha:</b>
			<b>Pag.:</b>



**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**  
**CARRERA DE INGENIERIA MECANICA**  
**PROCESO DE FUNDICIÓN DE PIEZAS DE ALUMINIO**  
**BAJO CONDICIONES OPTIMIZADAS EN LA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**



Obteniendo la humedad y homogeneidad adecuada proceder a la revisión del modelo que esté libre de impurezas que causen imperfecciones en el molde de arena.



**Figura6.5.-**Modelo base para el molde

**Fuente:** El Autor

Una vez limpio el modelo ubicar en el centro de la caja donde se realizará el molde de arena, este molde para su inicio será conformado por una capa fina de arena que debe ser cernida para captar los detalles más minuciosos del modelo.



**Figura6.6.-**Colocación de la arena fina sobre el modelo

**Fuente:** El Autor

<b>Elaborado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Verificado por:</b>	<b>Fecha:</b>
<b>Revisado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Validado por:</b>	<b>Fecha:</b>
			<b>Pag.:</b>





**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA  
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA  
PROCESO DE FUNDICIÓN DE PIEZAS DE ALUMINIO  
BAJO CONDICIONES OPTIMIZADAS EN LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**



Una vez cubierto toda la superficie del molde por una capa de más de 2 centímetros proceder a apisonar la arena contra el molde y seguir el procedimiento de elaboración del molde de la manera acostumbrada.



**Figura6.7.-**Apisonamiento de la arena fina sobre el modelo

**Fuente:** El Autor

Una vez culminado la primera caja proceder al montaje de la segunda caja tomando en cuenta que se debe adjuntar al molde los bebederos para la entrada de aluminio y salida de los gases y exceso de aluminio los mismos que se debe tener cuidado de que no se muevan en el proceso de apisonamiento de la segunda caja.



**Figura6.8.-**Montaje de la segunda caja y bebederos

**Fuente:** El Autor

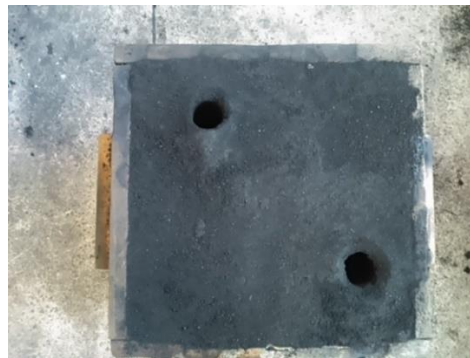
<b>Elaborado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Verificado por:</b>	<b>Fecha:</b>
<b>Revisado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Validado por:</b>	<b>Fecha:</b>
			<b>Pag.:</b>



**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**  
**CARRERA DE INGENIERIA MECANICA**  
**PROCESO DE FUNDICIÓN DE PIEZAS DE ALUMINIO**  
**BAJO CONDICIONES OPTIMIZADAS EN LA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**



Culminado la segunda caja proceder a retirar del molde los bebederos con cuidado de que no se introduzcan partículas de tierra dentro del molde y queden atrapadas en el camino lo que puede causar que el aluminio fundido no ingrese al molde o estas partículas pueden ser arrastradas al interior del mismo.



**Figura6.9.-**Desmontaje de los bebederos

**Fuente:** El Autor

Retirar la caja superior con mucho cuidado para no dañar el molde y a continuación proceder a hacer los canales que inician en los bebederos y conducirán el aluminio fundido hacia el molde culminada esta actividad retirar el modelo del molde y aclarar las entradas de los canales que se dirigen hacia el mismo.



**Figura6.10.-**Aclaración de los canales

**Fuente:** El Autor

<b>Elaborado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Verificado por:</b>	<b>Fecha:</b>
<b>Revisado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Validado por:</b>	<b>Fecha:</b>
			<b>Pag.:</b>



**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**  
**CARRERA DE INGENIERIA MECANICA**  
**PROCESO DE FUNDICIÓN DE PIEZAS DE ALUMINIO**  
**BAJO CONDICIONES OPTIMIZADAS EN LA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**



Retirar todas las escorias de la colada de aluminio para así tener un aluminio de buena calidad y que presente fluidez para el libre ingreso del mismo al molde de arena.



**Figura 6.11.-** Limpieza de las impurezas de la colada de aluminio

**Fuente:** El Autor

Unir nuevamente el molde de arena para poder verter la colada en el mismo y obtener el modelo antes retirado.



**Figura 6.12.-** Proceso de colocación del aluminio en molde por el bebedero

**Fuente:** El Autor

Vertido el aluminio esperar treinta minutos para que el aluminio se enfríe y no exista oxidación con el ambiente, y proceder a desmontar el molde para retirar la pieza fundida.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Verificado por:</b>	<b>Fecha:</b>
<b>Revisado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Validado por:</b>	<b>Fecha:</b>
			<b>Pag.:</b>








**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA  
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA  
PROCESO DE FUNDICIÓN DE PIEZAS DE ALUMINIO  
BAJO CONDICIONES OPTIMIZADAS EN LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**



**Figura6.13.-Desmontaje de las cajas y la pieza del molde**

**Fuente:** El Autor

<b>Elaborado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Verificado por:</b>	<b>Fecha:</b>
<b>Revisado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Validado por:</b>	<b>Fecha:</b>
			<b>Pag.:</b>

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>		
	<b>PROCESO DE FUNDICIÓN DE PIEZAS DE ALUMINIO</b> <b>BAJO CONDICIONES OPTIMIZADAS EN LA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>		
 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERIA MECÁNICA</b> 			
<b>ENSAYO DEFECTOLOGIA</b>			
<b>Tipo de estudio</b>	<b>De laboratorio</b>	<b>Ensayo N:01</b>	<b>Humedad: 8%</b>
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N :</b>	
<b>Solicitado por:</b>	<b>UTA - FICM</b>	<b>Fecha:</b>	
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	<b>Milton Martinez</b>	<b>Supervisado por:</b>	<b>Ing., Henry Vaca</b>
<b>PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO</b>			
<b>Lugar:</b>	<b>SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS</b> <b>UNIVERSITARIO U.T.A.</b>		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	<b>22.5°C</b>	<b>Velocidad circundante:</b>	<b>0.8 m/S</b>
<b>Materia prima:</b> aluminio de perfil estructural	<b>Tiempo de secado de molde: 5 minutos</b>		<b>Temperatura:</b> <b>240°C</b>
<b>PARÁMETROS DEL ENSAYO DEFECTOLOGIA</b>			
<b>PROBETA ANALIZADA</b>			
			
<b>DEFECTOLOGIA</b>	<b>PORCENTAJE DE DEFECTOS EN EL ÁREA TOTAL</b>		
<b>Poros</b>	<b>0,706%</b>		
<b>Grietas</b>	<b>-</b>		
<b>Rechupes</b>	<b>-</b>		
<b>Inclusiones</b>	<b>-</b>		
<b>Elaborado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Verificado por:</b>	<b>Fecha:</b>
<b>Revisado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Validado por:</b>	<b>Fecha:</b>
			<b>Pag.:</b>



### 6.7.3.-Obtencion de la probeta para ensayo a tracción

Repetir el proceso anterior de fundiciones de piezas, realizar una en forma cilíndrica con medidas determinadas que después será maquinada para obtener finalmente la probeta de ensayo a tracción.



Figura6.14.-Piezas cilíndricas de aluminio

Fuente: El Autor

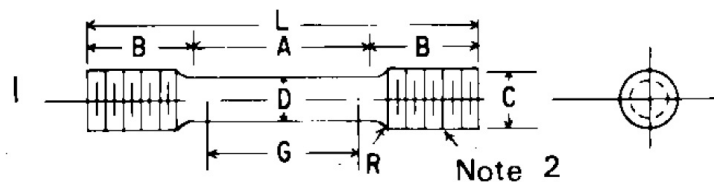
Elaborado por:	Fecha:	Verificado por:	Fecha:
Revisado por:	Fecha:	Validado por:	Fecha:
			Pag.:



**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA**  
**CARRERA DE INGENIERIA MECANICA**  
**PROCESO DE FUNDICIÓN DE PIEZAS DE ALUMINIO**  
**BAJO CONDICIONES OPTIMIZADAS EN LA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**



Maquinar los ejes fundidos anteriormente rigiéndose en la norma ASTM E8 que es la que da las dimensiones de la probeta.



**Figura6.15.-**Medidas de probeta a ensayar

**Fuente:** Norma ASTM E8:00b. (2000). Autores varios. Figura 9. Espécimen 1.

A= Longitud de la sección reducida. = 2.000 ±0.005 in

B= Longitud del tramo final. = 1 3/8 in

C= Diámetro de la sección Final = 3/4 in

D= Diámetro (Nota 1) = 0.500 ±0.010 in

G= Longitud de la Galga = 2 1/4 in, min

L= Longitud Total. Aproximada = 5 in

R= Radio del Filete mínimo. = 3/8 in

NOTA 1-La sección reducida puede tener una conicidad gradual desde los extremos hacia el centro con el no termina más de 0,005 pulgadas de diámetro mayor que el centro.

NOTA 2 En muestras 1 y 2, toda rosca estándar es permisible que establece la alineación y ayuda adecuada para asegurar que la muestra se rompa dentro de la sección reducida.

Se utilizó rosca de 3/4 in

<b>Elaborado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Verificado por:</b>	<b>Fecha:</b>
<b>Revisado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Validado por:</b>	<b>Fecha:</b>
			<b>Pag.:</b>



### Ejecución del ensayo a tracción

Una vez obtenida la probeta a traccionar montamos sobre la máquina universal con los acoples adecuados para este tipo de probeta.



**Figura6.16.-**probeta acoplada a la maquina universal

**Fuente:** El autor

Una vez montada la probeta ingresar los datos que pide el software controlador de la máquina y ejecutamos el análisis el mismo que automáticamente arrojará la información obtenida de esta probeta para posteriormente interpretar.



**Figura6.17.-**Ingreso de datos

**Fuente:** El autor

<b>Elaborado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Verificado por:</b>	<b>Fecha:</b>
<b>Revisado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Validado por:</b>	<b>Fecha:</b>
			<b>Pag.:</b>





**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA  
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA  
PROCESO DE FUNDICIÓN DE PIEZAS DE ALUMINIO  
BAJO CONDICIONES OPTIMIZADAS EN LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**



Una vez cubierto toda la superficie del molde por una capa de más de 2 centímetros proceder a apisonar la arena contra el molde y seguir el procedimiento de elaboración del molde de la manera acostumbrada.



**Figura6.18.-**Apisonamiento de la arena fina sobre el modelo

**Fuente:** El Autor



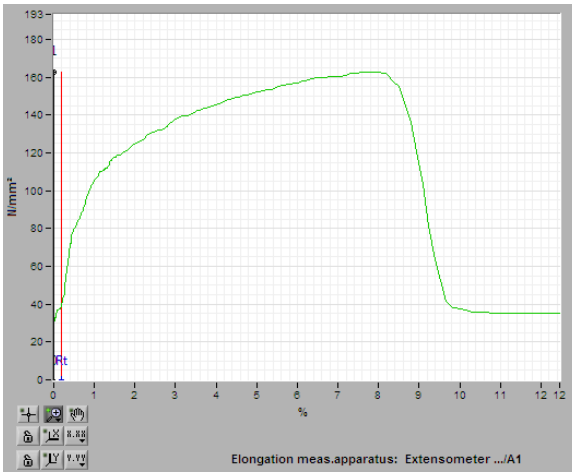
Una vez culminado la primera caja proceder al montaje de la segunda caja tomando en cuenta que se debe adjuntar al molde los bebederos para la entrada de aluminio y salida de los gases y exceso de aluminio los mismos que se debe tener cuidado de que no se muevan en el proceso de apisonamiento de la segunda caja.



**Figura6.19.-**Montaje de la segunda caja y bebederos

**Fuente:** El Autor

<b>Elaborado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Verificado por:</b>	<b>Fecha:</b>
<b>Revisado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Validado por:</b>	<b>Fecha:</b>
			<b>Pag.:</b>

	<b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>		
	<b>PROCESO DE FUNDICIÓN DE PIEZAS DE ALUMINIO</b> <b>BAJO CONDICIONES OPTIMIZADAS EN LA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>		
<b>ENSAYO A TRACCIÓN</b>			
<b>DATOS INFORMATIVOS</b>			
Lugar de análisis: Laboratorio de Materiales FICM – UTA			
Solicitado por: Ing. Henry Vaca		Realizado por: Milton Martinez	
Supervisado por: Ayudante de Laboratorio		Aprobado por:	
Probeta N: 50		Ensayo N: 05	
Material: Aluminio de perfiles		Tratamiento térmico: Ninguno	
<b>DATOS PARA EL ENSAYO</b>			
Norma: ASTM	Designación: E 08	Humedad: 8%	
Probeta: Cilíndrica		Arena: verde de fundidoras tirado	
<b>RESULTADOS DEL ENSAYO</b>			
Fecha de ejecución: 22/07/2013			
Carga máxima: 2100,061 Kg			
Carga de ruptura 2100,061Kg			
<b>RESULTADO:</b> <div style="text-align: center;">  </div>			
<b>Cálculo del porcentaje de alargamiento (%):</b> $\varepsilon = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 = \frac{53,95 - 50}{50} \times 100 = \frac{3,95}{50} \times 100 = 7,91$			
<b>Cálculo de la resistencia ultima a la tracción:</b> $Sut = \frac{P_{Max}}{A_0} = > Sut = \frac{2100,061Kg}{=126,6mm^2} = 16,588 \frac{Kg}{mm^2} = 162,56 \frac{N}{mm^2}$			
<b>Elaborado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Verificado por:</b>	<b>Fecha:</b>
<b>Revisado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Validado por:</b>	<b>Fecha:</b>
			<b>Pag.:</b>



### 6.7.5.-Preparacion de la probeta para análisis metalográfico

Preparar una probeta de 19mm de diámetro y una longitud de 10mm sacada de la fundición que realizamos con el método de humedad controlada que se redactó anteriormente en la propuesta.



**Figura 6.20.-**Probeta sin tratamiento de superficie

**Fuente:** El autor

Preparar la superficie de la probeta primero lijando desde la lija más gruesa a la lija más fina para después pulirla en el paño de la pulidora.



**Figura 6.21.-**Pulido de la probeta

**Fuente:** El autor

Una vez obtenido un acabado espejo en la superficie de la probeta atacar químicamente con el keller por un tiempo máximo de dos minutos para que en el microscopio se pueda divisar la microestructura metalográfica

<b>Elaborado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Verificado por:</b>	<b>Fecha:</b>
<b>Revisado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Validado por:</b>	<b>Fecha:</b>
			<b>Pag.:</b>



**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA  
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA  
PROCESO DE FUNDICIÓN DE PIEZAS DE ALUMINIO  
BAJO CONDICIONES OPTIMIZADAS EN LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**



**Figura6.22.-**Ataque químico de la superficie de la probeta

**Fuente:** El autor

Pasado los 2 minutos del ataque químico enjuagar la probeta con abundante agua y dejar secar procurando no tocar la superficie para no afectar la visualización metalográfica.

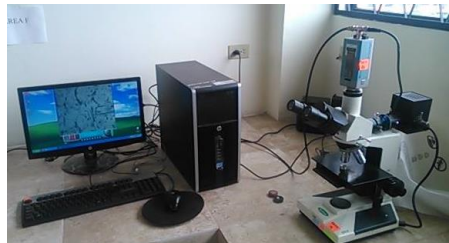


**Figura6.23.-**Secado y análisis de la probeta

**Fuente:** El autor

### **6.7.6.-Evaluación y resultados**

Una vez con la probeta lista proceder al análisis en el microscopio con los lentes disponibles que son de 40x, 100x, 200x, 400x, el cual se encuentra conectado con la computadora y se puede visualizar la microestructura por medio del monitor y tomar fotos de la zona analizada en ese instante.



**Figura6.24.-**Microscopio conectado al computador

**Fuente:** El autor

<b>Elaborado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Verificado por:</b>	<b>Fecha:</b>
<b>Revisado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Validado por:</b>	<b>Fecha:</b>
			<b>Pag.:</b>

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>		
	<b>PROCESO DE FUNDICIÓN DE PIEZAS DE ALUMINIO</b> <b>BAJO CONDICIONES OPTIMIZADAS EN LA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>		
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>	
<b>ENSAYO METALOGRAFICO</b>			
<b>Tipo de estudio</b>	De laboratorio	<b>Ensayo N:01</b>	Humedad: 6%
<b>Identificación del componente de estudio</b>		<b>Probeta N :01</b>	Arena: Reciclada de la UTA
<b>Solicitado por:</b>	UTA – FICM	<b>Fecha:</b>	<b>19/10/2015</b>
<b>Centro de estudio y análisis</b>		<b>Laboratorio de materiales –FICM</b>	
<b>Realizado por:</b>	Milton Martinez	<b>Supervisado por:</b>	Ing., Henry Vaca
<b>PARÁMETROS AMBIENTALES DURANTE EL ENSAYO</b>			
<b>Lugar:</b>	SECTOR HUACHI CHICO / CAMPUS UNIVERSITARIO U.T.A.		
<b>Temperatura del ambiente:</b>	22.5°C	<b>Radiación</b>	0.2 w/m <sup>2</sup>
<b>Velocidad circundante:</b>	0.8 m/S	<b>Otros</b>	
<b>Materia prima: aluminio de perfil estructural</b>	Tiempo de secado de molde: 5 minutos		<b>Temperatura: 240°C</b>
<b>PARÁMETROS DEL ENSAYO METALOGRAFICO</b>			
<b>Realizado bajo la norma:</b>	ASTM E112	<b>Designación</b>	E3
<b>Acondicionamiento de la superficie por:</b>		<b>Pulido mecánico</b>	
<b>Temperatura durante el pulido:</b>	22°C	<b>Superficie preparada en:</b>	30 min
<b>Ataque químico de la superficie con:</b>	Reactivo para aluminio y aleaciones	<b>Tiempo de ataque</b>	2 min. ; 30 seg.
<b>Resultados:</b>			
<b>MICROESTRUCTURA DE LA PIEZA OBTENIDA</b>			
<b>Microestructura:</b>	<b>Microestructura: aluminio de perfil</b>	<b>Determinación del tamaño de grano por el procedimiento planimétrico</b>	
		$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 6$ $NAE = f \left( N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8 \text{ por jeffries (200x)}$ $NAE = 8 \left( 1 + \frac{6}{2} \right) \rightarrow NAE = 32$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NAE$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 32 = 5,99 \cong 6$	
<b>Elaborado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Verificado por:</b>	<b>Fecha:</b>
<b>Revisado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Validado por:</b>	<b>Fecha:</b>
			<b>Pag.:</b>



### 6.7.7.- Desarrollo del ensayo de dureza

Extraer la probeta que sea adecuada para el ensayo de dureza.



**Figura 6.25.-**Probeta para el ensayo de dureza

**Fuente:** El autor

Calibrar el durómetro y escoger un indentador adecuado para evaluar la dureza del aluminio fundido en una escala brinell.



**Figura 6.26.-**Durómetro e indentador

**Fuente:** El autor



Realizar el ensayo y medir la huella que dejó el indentador con el microscopio manual. Y así entrar a tablas de dureza brinell y buscar su equivalencia



**Figura 6.27.-**Microscopio manual y huella dejada por el durómetro

**Fuente:** El autor

<b>Elaborado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Verificado por:</b>	<b>Fecha:</b>
<b>Revisado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Validado por:</b>	<b>Fecha:</b>
			<b>Pag.:</b>

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERIA MECANICA</b>	
	<b>PROCESO DE FUNDICIÓN DE PIEZAS DE ALUMINIO</b> <b>BAJO CONDICIONES OPTIMIZADAS EN LA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>	

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>		
<b>ENSAYO DE DUREZA</b>			
<b>Tipo de estudio:</b>	Laboratorio	<b>Ensayo N°:</b>	
Identificación del componente del estudio:	Probeta 02	Humedad:	6%
<b>Solicitado por:</b>	UTA - FICM	<b>Fecha:</b>	Arena: Reciclada de la UTA
Centro de estudio y análisis:	Laboratorio de materiales -FICM		
<b>Realizado por:</b>	Milton Martinez	<b>Supervisado por:</b>	Ing. Henry Vaca
<b>PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO</b>			
<b>Lugar:</b>	Universidad Técnica de Ambato campus Huachi		
<b>Temperatura Ambiente:</b>	22°C	<b>Radiación</b>	0,2 W/m <sup>2</sup>
<b>Velocidad del aire circundante</b>	0.1m/seg	<b>Otros</b>	
<b>PARÁMETROS DE ENSAYO DE DUREZA</b>			
<b>Método:</b>	Brinell		
<b>Tipo de penetrador:</b>	2,5mm		
<b>Cantidad de carga aplicada:</b>	612,9 N (62,5Kgf)	<b>Tiempo de ensayo</b>	<b>16 min</b>
<b>RESULTADOS DE ENSAYOS:</b>			
<b># de identificación</b>	<b>Ø de la indentación</b>	<b>Dureza HB</b>	
1	1,1	62,4	
2	1,3	43,7	
3	1,25	59,5	
4	1,05	68,8	
5	1,2	51,9	
<b>Mínimo:</b>	<b>43,7</b>	<b>Máximo:</b>	<b>68,8</b>
		<b>Promedio:</b>	<b>57,26HB</b>
<b>RESULTADO :</b>			
Diámetro de la huella 1,18, dureza de 57,26 HB según catalogo			

<b>Elaborado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Verificado por:</b>	<b>Fecha:</b>
<b>Revisado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Validado por:</b>	<b>Fecha:</b>
			<b>Pag.:</b>



### 6.7.8.- Desarrollo del ensayo de contracción

En este ensayo proceder a realizar un molde y medir previamente el volumen y medir todas las aristas vivas del modelo para así después obtenida la pieza de fundición determinar la contracción tanto lineal como volumétrica



Figura 6.28.-Medición de las aristas del modelo

Fuente: El autor

Realizar los pasos anteriores para el proceso de fundición de la probeta de contracción.



Figura6.29.-Fotos del proceso de fundición

Fuente: El autor

Elaborado por:	Fecha:	Verificado por:	Fecha:
Revisado por:	Fecha:	Validado por:	Fecha:
			Pag.:





**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA  
CARRERA DE INGENIERIA MECANICA  
PROCESO DE FUNDICIÓN DE PIEZAS DE ALUMINIO  
BAJO CONDICIONES OPTIMIZADAS EN LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**



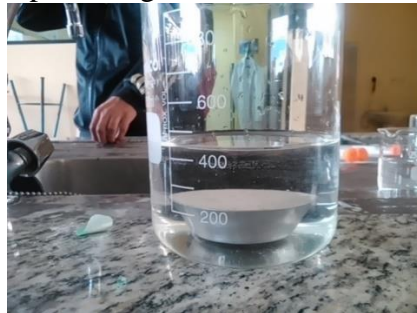
Obtenida la pieza fundida retirar el exceso de escoria de los canales por donde ingreso la colada y proceder a medir las aristas principales para la contracción lineal.



**Figura6.30.-**Medición lineal de la pieza fundida

**Fuente:** El autor



Después en un recipiente graduado medir el volumen de contracción de la pieza con respecto a la pieza original.



**Figura6.31.-**Medición de contracción volumétrica de la pieza fundida

**Fuente:** El autor

<b>Elaborado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Verificado por:</b>	<b>Fecha:</b>
<b>Revisado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Validado por:</b>	<b>Fecha:</b>
			<b>Pag.:</b>

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>	
	<b>PROCESO DE FUNDICIÓN DE PIEZAS DE ALUMINIO</b> <b>BAJO CONDICIONES OPTIMIZADAS EN LA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b>	

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</b>		
<b>ENSAYO DE CONTRACCION</b>			
<b>Tipo de estudio:</b>	Laboratorio	<b>Ensayo N:</b>	Humedad: 8%
Identificación del componente del estudio:		Probeta 01	Arena: Fundidoras tirado
<b>Solicitado por:</b>	UTA – FICM	<b>Fecha:</b>	
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de materiales -FICM	
<b>Realizado por:</b>		<b>Supervisado por:</b>	
<b>PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO</b>			
<b>Lugar:</b>	Universidad Técnica de Ambato campus Huachi		
<b>Temperatura Ambiente:</b>	22°C	<b>Radiación</b>	0,2 W/m <sup>2</sup>
<b>Velocidad del aire circundante</b>	0.1m/seg	<b>Otros</b>	
<b>RESULTADOS DE ENSAYOS:</b>			
			
<b>PORCENTAJE CONTRACCION VOLUMETRICA (%)</b>	<b>PORCENTAJE CONTRACCION LINEAL</b>		
	<b>Diámetro 1 (%)</b>	<b>Diámetro 2 (%)</b>	<b>Altura (%)</b>
5,7603	1.829	0.327	1.428
<b>Resultado</b>			

<b>Elaborado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Verificado por:</b>	<b>Fecha:</b>
<b>Revisado por:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Validado por:</b>	<b>Fecha:</b>
			<b>Pag.:</b>

## CONCLUSIÓN:

Al realizar por este procedimiento después de haber investigado se puede observar que a una humedad de 8% y con una homogeneidad en la mezcla arena agua la pieza elaborada presenta un buen acabado superficial con una mínima presencia de poros en la superficie además el tamaño de grano esta de 5 a 6 y una dureza de 57,6 HB con una resistencia a la tracción de 2100,061Kg y la contracción de la pieza mecánica se encuentra entre los parámetros aceptable

## 6.8 ADMINISTRACIÓN

En la siguiente tabla detallamos todos los costos que intervinieron en el desarrollo de la presente investigación siendo estos todos los factores presentes y necesarios.

RECURSOS MATERIALES			
CANTIDAD	DETALLE	PRECIO(Unidad)	VALOR
124 Kg	aluminio de perfileria	1,5	186
270Kg	arena verde	1,11	300
5	hoja de lija N° 240	0,3	1,5
5	hoja de lija N°600	0,3	1,5
5	hoja de lija N°1200	0,3	1,5
5	hoja de lija N°1500	0,3	1,5
5	hoja de sierra	2,5	12,5
64	maquinado probeta tracción	4	256
1	máquina de mezclado de arena agua	1,2	1200
		total 1	1960,5

RECURSOS VARIOS			
CANTIDAD	Detalle	PRECIO(Unidad)	VALOR
2	resmas de hojas	6	12
750	Impresiones	0,1	75
50	Copias	0,02	1
3	anillados	3,5	10,5
3	empastados	15	45
300	horas de internet	0,7	210
	Transporte	25	25
		TOTAL 2	378,5

Tabla de total final	
Total 1	1960.5
Total 2	378.5
Subtotal	2339
Imprevistos (10%)	233.9
Total final	2572.9

## 6.9.- PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

Una vez desarrollado la investigación se determinó que el uso de un proceso de control de humedad y homogeneidad en la arena usada para el moldeo disminuye significativamente la porosidad en la superficie de la pieza, estos parámetros de humedad tras los distintos ensayos realizados mostraron que la humedad más adecuada para el proceso de moldeo es del 8%

Esta investigación fue realiza en la Universidad Técnica de Ambato en el laboratorio de fundición perteneciente al área de materiales de la carrera de ingeniería mecánica de la facultad de ingeniería civil y mecánica la misma que al contar con lo indispensable para el desarrollo de la investigación fue de gran ayuda siendo motivo de resaltar el inmenso aporte que está brindando a la misma.

Se recomienda para posteriores estudios que se relacionan con el tema de fundición de aluminio que se basen en todo lo presentado en esta investigación para tener un punto de partida más elevado en cuanto a fundición de alta calidad en piezas de aluminio.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Garrido Meneses Aldo Renato, (2011) “Determinación de la Metodología para la Obtención de Aleaciones de Aluminio de Fundición Maquinables sin Porosidad”. (Tesis.). Recuperada de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3955/1/CD-3708.pdf>
2. Pando Baculima Franklin Mauricio & Zapata Palacios Cristian Manuel, (2012) “Análisis del Proceso de Fundición de Aluminio y Propuestas de Mejoras en la Eficiencia de Producción de bases dentadas en la Empresa Press Forja S.A.” (Tesis) Recuperada de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/2229>
3. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/2229>
4. Andreoni Luigi (2010) “Zama Aleaciones y materiales constituyentes” Editorial Edimet
5. Mestanza Barragan Jairo Alberto, (2012) “Aseguramiento de la Calidad en las Fundiciones de Aluminio, en Base a los Procedimientos de Moldeo en el Laboratorio de Fundición de la Facultad de Mecánica”, (Tesis). Recuperada de [dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/](http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/).
6. Castro Guillermo, (2009) “Fundiciones de Hierro”,(Tesis), Recuperada de [http://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material\\_Complementario/Fundiciones.pdf](http://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Fundiciones.pdf)
7. Yandun Henry, (1970) Estudio de las propiedades de arenas de moldeo. (Tesis). Recuperada de [file:///C:/Users/usuario/Downloads/CD-0101%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/CD-0101%20(1).pdf)
8. Galván Alatorre Heyerdahl. (2009) “Procesos de Moldeo para Fundir Piezas en Aluminio” (Tesis). Recuperada de [http://www.academia.edu/9564453/INSTITUTO\\_POLITÉCNICO\\_NACIONAL\\_ESCUELA\\_SUPERIOR\\_DE\\_INGENIERÍA\\_MECÁNICA](http://www.academia.edu/9564453/INSTITUTO_POLITÉCNICO_NACIONAL_ESCUELA_SUPERIOR_DE_INGENIERÍA_MECÁNICA)
9. Castro Guillermo (2009) “Fundiciones”. Recuperado de [http://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material\\_Complementario/Fundiciones.pdf](http://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Fundiciones.pdf)
10. DEUTSCHUMM, A., & MICHELINI, W. (2009). "Diseño de Máquinas". Madrid: McGraw- Hill.

11. MARNARD. (2008). "Manual del Ingeniero Industrial". Mexico: McGraw-Hill.
12. MORING, V. (2008). "Diseño de Elementos de Máquinas". Mexico: McGraw-Hill.
13. MOTT, R. (2012). "Diseño de Elementos de Máquinas". Madrid: McGraw-Hill.
14. Autores Varios, (2004). "ASM Handbook for Materials Research and Engineering, Tomo 2 : Applications", Metallography and Microstructures
15. NORTON, R. (2009). "Diseño de Maquinaria". Mexico: McGraw-Hill.
16. SHIGLEY, J., & MISSCHKE, C. (2012). "Diseño en Ingeniería Mecánica". Mexico: McGraw-Hill.
17. Valdez S. (2009). Fundición y soldadura Editorial El cid Editor
18. S.KALPAKJIAN, & S. R.SCHMID(2008) "Manufactura ingeniería y Tecnología". México: McGraw-Hill.
19. Sidney H. (2006). Introducción a la Metalurgia Física. Ediciones del Castillo S.A Madrid-España.
20. Nelly J. (2002). Metalurgia y materiales industriales México. Tomo I. Editorial Linusa S.A
21. [http://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material\\_Complementario/Fundiciones.pdf](http://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Fundiciones.pdf)
22. <http://materias.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/PDF>
23. <http://www.cinarsistemas.edu.co/pdf/definicion-calidad.pdf>
24. <https://ferrosos.files.wordpress.com/2010/10/controles-de-recepcion-de-piezas-fundidas.pdf>

# ANEXOS

# ANEXOS A



## ANEXOS A1

### Materiales usados en el proceso de fundición



**Anexo A1.1 Arena de moldeo y agua**



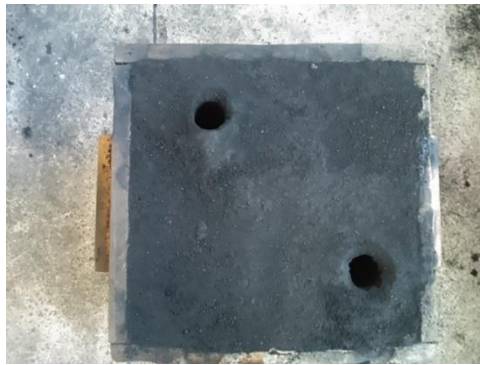
**Anexo A1.2.-Mezcla de arena agua en la maquina**



**Anexo A1.3.-Modelo elegido para la propuesta**



**Anexo A1.4.-Preparacion del molde de arena**



**Anexo A1.5.-Molde realizado en arena**



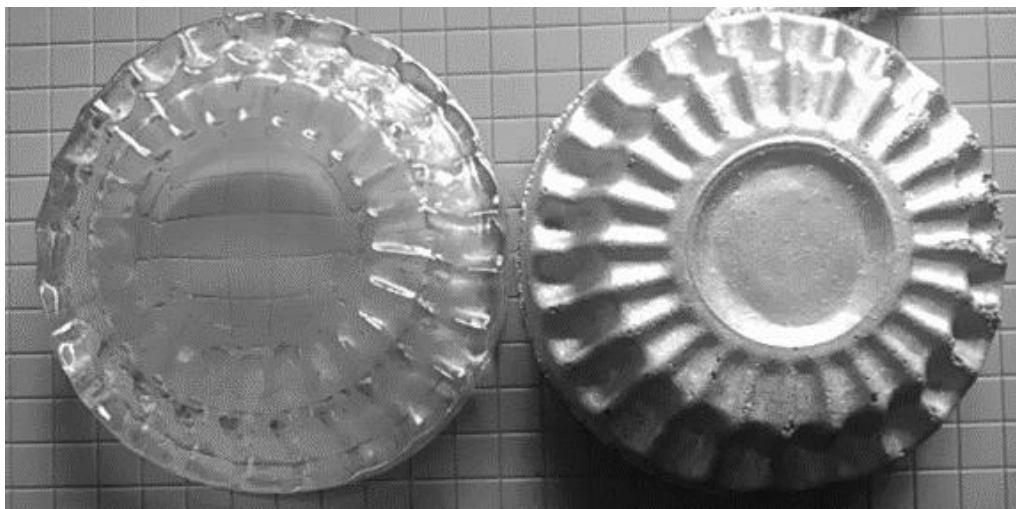
**Anexo A1.6.-Molde realizado en arena**



**Anexo A1.7.-Vertido de la colada**



**Anexo A1.8.-Obtencion del molde**



**Anexo A1.9 modelo y molde fundición**

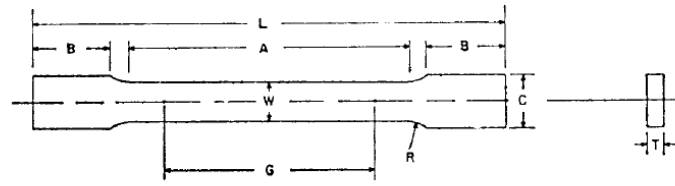
# **ANEXO B**

## Tabulación de resultados obtenidos

# de probeta	defectología %	metalografía Tamaño de grano	dureza (brinell)	traccion (N/mm2)	% contracción lineal				contracción volumétrica %	humedad %	arena	procedencia
					DIAMETRO 1	DIAMETRO 2	altura	promedio				
1	16,8	6,17	41,62	40,035	1,95	0,81	1,42	1,393333333	20,01	6	verde	U.T.A.
2	12,82	6,17	40,88	40,6	0,95	0,81	0,95	0,903333333	20,01	6	verde	U.T.A.
3	14,29	6,17	40,52	40,6	1,34	0,57	0,71	0,873333333	18,94	6	verde	U.T.A.
4	14,66	6,16	40,2	14,29	1,21	1,14	0,95	1,1	18,94	6	verde	U.T.A.
5	14,15	6,16	40,04	25,5	1,82	1,47	2,14	1,81	20,01	6	verde	U.T.A.
6		6,16	38,24	44,61	1,21	1,47	2,38	1,686666667	18,94	6	verde	U.T.A.
7		6,16	38,04	40,35	1,45	1,38	2,3	1,71	13,39	6	verde	U.T.A.
8	6,97	5,99	44,08	65,77	1,46	1,63	2,14	1,743333333	7,84	6	verde	Fundiciones Tirado
9	8,63	5,99	43,9	72,06	1,97	1,22	2,14	1,776666667	7,84	6	verde	Fundiciones Tirado
10	8,53	5,99	43,7	68,06	1,46	0,49	1,9	1,283333333	7,84	6	verde	Fundiciones Tirado
11	8,62	5,99	43,64	73,2	1,82	1,47	1,42	1,57	7,84	6	verde	Fundiciones Tirado
12	8,05	5,99	43,36	70,34	1,82	1,39	1,19	1,466666667	7,84	6	verde	Fundiciones Tirado
13		5,99	43,36	66,34	1,21	1,22	1,9	1,443333333	7,84	6	verde	Fundiciones Tirado
14		5,99	42,8	71,31	1,21	0,73	0,71	0,883333333	8,27	6	verde	Fundiciones Tirado
15	10,05	5,99	42,4	58,91	1,46	0,73	1,9	1,363333333	13,35	6	verde	E. S.P.O.CH.
16	11,11	5,99	42,4	59,48	1,82	0,57	1,42	1,27	13,39	6	verde	E. S.P.O.CH.
17	10,27	5,99	42,4	51,47	1,58	0,57	1,19	1,113333333	13,35	6	verde	E. S.P.O.CH.
18	8,17	5,99	42,36	60,05	1,46	0,81	2,38	1,55	13,35	6	verde	E. S.P.O.CH.
19	10,58	5,99	42,3	57,76	1,46	0,73	0,95	1,046666667	8,27	6	verde	E. S.P.O.CH.
20		5,99	42,12	62,91	1,34	0,57	0,71	0,873333333	8,27	6	verde	E. S.P.O.CH.
21		5,99	41,68	65,77	2,07	1,31	1,9	1,76	13,39	6	verde	E. S.P.O.CH.
22	4,33	5,99	46,06	78,03	1,82	1,63	2,14	1,863333333	7,84	7	verde	U.T.A.
23	7,05	5,99	45,7	77,21	2,19	1,31	0,95	1,483333333	7,84	7	verde	U.T.A.
24	6,55	5,99	45,4	76,06	2,07	1,22	1,9	1,73	7,84	7	verde	U.T.A.
25	5,98	5,99	45,26	77,78	1,82	0,57	0,71	1,033333333	7,84	7	verde	U.T.A.
26	5,15	5,99	44,52	76,06	2,07	0,81	1,9	1,593333333	7,84	7	verde	U.T.A.
27		5,99	44,46	75,21	1,46	0,65	1,9	1,366666667	7,84	7	verde	U.T.A.
28		5,99	44,36	74,56	1,21	0,81	1,9	1,306666667	7,84	7	verde	U.T.A.
29	5,56	5,8	51,28	95,51	2,07	0,81	0,95	1,276666667	7,84	7	verde	Fundiciones Tirado
30	3,89	5,8	51,12	89,79	1,21	0,57	2,14	1,306666667	7,2	7	verde	Fundiciones Tirado
31	2,86	5,8	50,66	94,37	1,46	0,57	1,19	1,073333333	7,2	7	verde	Fundiciones Tirado
32	4,1	5,8	50,52	92,08	1,21	0,4	1,19	0,933333333	7,2	7	verde	Fundiciones Tirado
33	4,83	5,8	50,24	94,37	1,82	0,81	2,14	1,59	7,2	7	verde	Fundiciones Tirado
34		5,8	49,16	87,5	1,21	0,4	0,95	0,853333333	7,2	7	verde	Fundiciones Tirado
35		5,8	49,04	98,3	2,19	1,22	2,14	1,85	6,78	7	verde	Fundiciones Tirado
36	3,58	5,8	48,62	84,64	1,21	0,4	1,19	0,933333333	7,2	7	verde	E. S.P.O.CH.
37	5,98	5,8	48,58	83,5	1,21	0,4	0,71	0,773333333	7,84	7	verde	E. S.P.O.CH.
38	5,88	5,8	48,16	82,93	1,46	0,81	1,82	1,363333333	7,84	7	verde	E. S.P.O.CH.
39	5,15	5,8	47,02	80,07	2,19	0,98	1,9	1,69	7,84	7	verde	E. S.P.O.CH.
40	4,78	5,8	46,92	80,07	1,21	1,22	2,14	1,523333333	7,84	7	verde	E. S.P.O.CH.
41		5,8	46,7	87,5	1,82	1,31	1,19	1,44	7,2	7	verde	E. S.P.O.CH.
42		5,8	46,08	60,05	1,82	1,81	1,9	1,843333333	7,2	7	verde	E. S.P.O.CH.
43	5	5,8	52,46	100,66	1,82	0,4	1,19	1,136666667	7,2	8	verde	U.T.A.
44	5,09	5,65	52,22	100,66	1,82	0,49	0,95	1,086666667	7,2	8	verde	U.T.A.
45	3,04	5,58	52,1	106,38	1,21	1,22	2,14	1,523333333	7,2	8	verde	U.T.A.
46	4,37	5,58	51,98	100,08	2,19	1,63	1,9	1,906666667	7,2	8	verde	U.T.A.
47	4,68	5,58	51,82	102,94	2,19	1,22	0,95	1,453333333	7,2	8	verde	U.T.A.
48		5,58	51,46	101,58	2,19	0,81	1,42	1,473333333	6,99	8	verde	U.T.A.
49		5,58	51,38	110	1,95	1,63	0,23	1,27	6,67	8	verde	U.T.A.
50	0,68	5,58	60,16	162,56	1,95	0,98	2,14	1,69	6,67	8	verde	Fundiciones Tirado
51	3,88	5,58	57,46	133,83	2,19	0,98	0,71	1,293333333	6,67	8	verde	Fundiciones Tirado
52	0,75	5,58	57,02	135,55	1,82	1,31	1,19	1,44	6,67	8	verde	Fundiciones Tirado
53	1,77	5,58	55,96	148,13	1,21	0,4	1,19	0,933333333	6,67	8	verde	Fundiciones Tirado
54	1,22	5,58	55,92	132,11	1,82	0,32	0,95	1,03	6,65	8	verde	Fundiciones Tirado
55		5,58	54,62	126,53	1,34	0,81	0,71	0,953333333	6,63	8	verde	Fundiciones Tirado
56		5,58	54,44	130,21	1,58	0,81	0,47	0,953333333	6,67	8	verde	Fundiciones Tirado
57	4,26	5,58	54,24	123,53	1,21	0,81	1,66	1,226666667	6,67	8	verde	E. S.P.O.CH.
58	1,16	5,58	54,1	113,24	1,46	0,65	1,42	1,176666667	6,67	8	verde	E. S.P.O.CH.
59	4,24	5,58	53,73	111,52	0,85	1,63	2,14	1,54	6,67	8	verde	E. S.P.O.CH.
60	1,51	5,58	53,1	126,39	1,82	0,81	1,19	1,273333333	6,67	8	verde	E. S.P.O.CH.
61	2,14	5,58	53,08	125,25	1,95	1,14	0,95	1,346666667	6,67	8	verde	E. S.P.O.CH.
62		5,58	52,98	110,38	0,97	0,32	0,95	0,746666667	6,67	8	verde	E. S.P.O.CH.
63		5,58	52,9	110,3	1,21	0,81	0,95	0,99	6,69	8	verde	E. S.P.O.CH.

# ANEXO C

E 8



	Dimensions		
	Standard Specimens		Subsize Specimen
	Plate-Type, 1½-in. Wide in.	Sheet-Type, ½-in. Wide in.	¼-in. Wide in.
G—Gage length (Note 1 and Note 2)	8.00 ± 0.01	2.000 ± 0.005	1.000 ± 0.003
W—Width (Note 3 and Note 4)	1½ + ⅛, - ¼	0.500 ± 0.010	0.250 ± 0.005
T—Thickness (Note 5)		thickness of material	
R—Radius of fillet, min (Note 6)	1	½	¼
L—Over-all length, (Note 2, Note 7 and Note 8)	18	8	4
A—Length of reduced section, min	9	2¼	1¼
B—Length of grip section, (Note 8)	3	2	1¼
C—Width of grip section, approximate (Note 4 and Note 9)	2	¾	¾

NOTE 1—For the 1½-in. wide specimen, punch marks for measuring elongation after fracture shall be made on the flat or on the edge of the specimen and within the reduced section. Either a set of nine or more punch marks 1 in. apart, or one or more pairs of punch marks 8 in. apart may be used.

NOTE 2—When elongation measurements of 1½-in. wide specimens are not required, a minimum length of reduced section (A) of 2¼ in. may be used with all other dimensions similar to those of the plate-type specimen.

NOTE 3—For the three sizes of specimens, the ends of the reduced section shall not differ in width by more than 0.004, 0.002 or 0.001 in., respectively. Also, there may be a gradual decrease in width from the ends to the center, but the width at each end shall not be more than 0.015, 0.005, or 0.003 in., respectively, larger than the width at the center.

NOTE 4—For each of the three sizes of specimens, narrower widths (W and C) may be used when necessary. In such cases the width of the reduced section should be as large as the width of the material being tested permits; however, unless stated specifically, the requirements for elongation in a product specification shall not apply when these narrower specimens are used.

NOTE 5—The dimension T is the thickness of the test specimen as provided for in the applicable material specifications. Minimum thickness of 1½-in. wide specimens shall be ¾ in. Maximum thickness of ½-in. and ¼-in. wide specimens shall be ¾ in. and ¼ in., respectively.

NOTE 6—For the 1½-in. wide specimen, a ½-in. minimum radius at the ends of the reduced section is permitted for steel specimens under 100 000 psi in tensile strength when a profile cutter is used to machine the reduced section.

NOTE 7—The dimension shown is suggested as a minimum. In determining the minimum length, the grips must not extend in to the transition section between Dimensions A and B, see Note 9.

NOTE 8—To aid in obtaining axial force application during testing of ¼-in. wide specimens, the over-all length should be as large as the material will permit, up to 8.00 in.

NOTE 9—It is desirable, if possible, to make the length of the grip section large enough to allow the specimen to extend into the grips a distance equal to two thirds or more of the length of the grips. If the thickness of ½-in. wide specimens is over ¾ in., longer grips and correspondingly longer grip sections of the specimen may be necessary to prevent failure in the grip section.

NOTE 10—For the three sizes of specimens, the ends of the specimen shall be symmetrical in width with the center line of the reduced section within 0.10, 0.05 and 0.005 in., respectively. However, for referee testing and when required by product specifications, the ends of the ½-in. wide specimen shall be symmetrical within 0.01 in.

NOTE 11—For each specimen type, the radii of all fillets shall be equal to each other within a tolerance of 0.05 in., and the centers of curvature of the two fillets at a particular end shall be located across from each other (on a line perpendicular to the centerline) within a tolerance of 0.10 in.

NOTE 12—Specimens with sides parallel throughout their length are permitted, except for referee testing, provided: (a) the above tolerances are used; (b) an adequate number of marks are provided for determination of elongation; and (c) when yield strength is determined, a suitable extensometer is used. If the fracture occurs at a distance of less than 2W from the edge of the gripping device, the tensile properties determined may not be representative of the material. In acceptance testing, if the properties meet the minimum requirements specified, no further testing is required, but if they are less than the minimum requirements, discard the test and retest.

**FIG. 1 Rectangular Tension Test Specimens**

condition which can deleteriously affect the properties to be measured.

NOTE 7—Punching or blanking of the reduced section may produce significant cold work or shear burrs, or both, along the edges which should be removed by machining.

6.1.3.2 Within the reduced section of rectangular specimens, edges or corners should not be ground or abraded in a manner which could cause the actual cross-sectional area of the specimen to be significantly different from the calculated area.

6.1.3.3 For brittle materials, large radius fillets at the ends of the gage length should be used.

6.1.3.4 The cross-sectional area of the specimen should be smallest at the center of the reduced section to ensure fracture within the gage length. For this reason, a small taper is permitted in the reduced section of each of the specimens described in the following sections.

6.1.4 *Specimen Surface Finish*—When materials are tested with surface conditions other than as manufactured, the surface

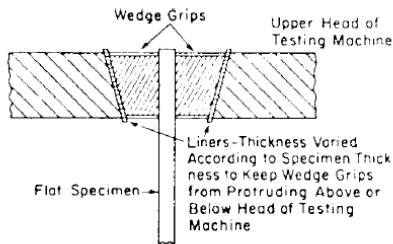


FIG. 2 Wedge Grips with Liners for Flat Specimens

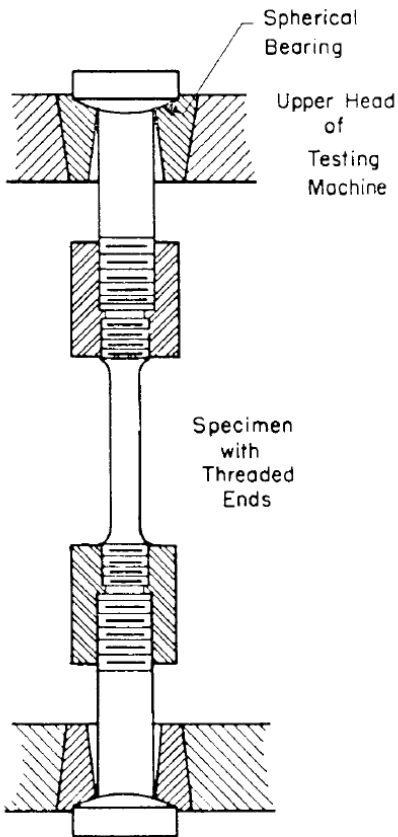


FIG. 3 Gripping Device for Threaded-End Specimens

finish of the test specimens should be as provided in the applicable product specifications.

NOTE 8—Particular attention should be given to the uniformity and quality of surface finish of specimens for high strength and very low ductility materials since this has been shown to be a factor in the variability of test results.

6.2 *Plate-Type Specimens*—The standard plate-type test specimen is shown in Fig. 1. This specimen is used for testing metallic materials in the form of plate, shapes, and flat material having a nominal thickness of  $\frac{3}{16}$  in. or over. When product specifications so permit, other types of specimens may be used, as provided in 6.3, 6.4, and 6.5.

6.3 *Sheet-Type Specimens:*

6.3.1 The standard sheet-type test specimen is shown in Fig.

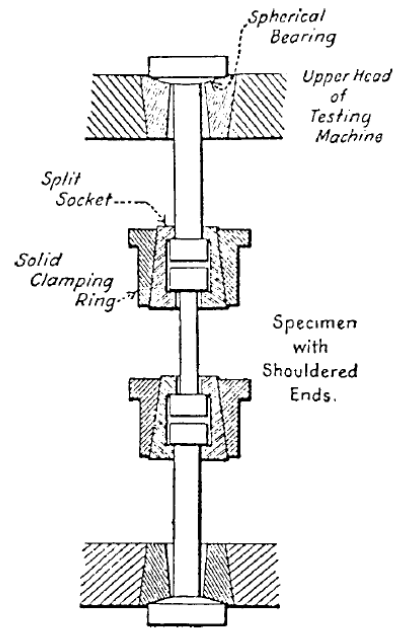


FIG. 4 Gripping Device for Shouldered-End Specimens

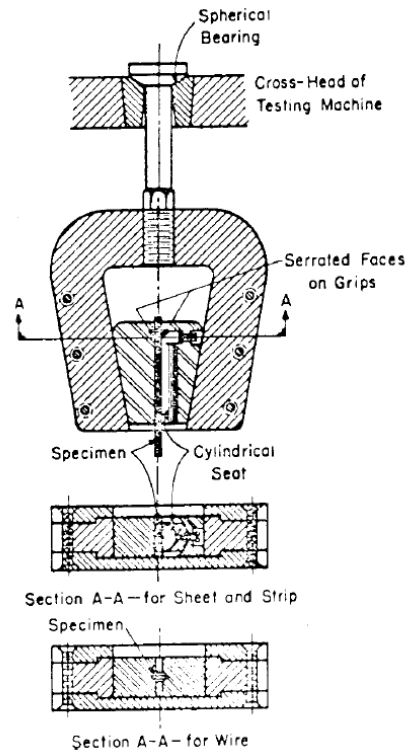


FIG. 5 Gripping Devices for Sheet and Wire Specimens

1. This specimen is used for testing metallic materials in the form of sheet, plate, flat wire, strip, band, hoop, rectangles, and shapes ranging in nominal thickness from 0.005 to  $\frac{3}{4}$  in. When



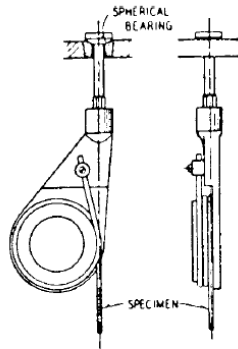


FIG. 6 Snubbing Device for Testing Wire

product specifications so permit, other types of specimens may be used, as provided in 6.2, 6.4, and 6.5.

NOTE 9—Test Methods E 345 may be used for tension testing of materials in thicknesses up to 0.0059 in.

6.3.2 Pin ends as shown in Fig. 7 may be used. In order to avoid buckling in tests of thin and high-strength materials, it may be necessary to use stiffening plates at the grip ends.

6.4 Round Specimens:

6.4.1 The standard 0.500-in. diameter round test specimen shown in Fig. 8 is used quite generally for testing metallic materials, both cast and wrought.

6.4.2 Fig. 8 also shows small-size specimens proportional to the standard specimen. These may be used when it is necessary to test material from which the standard specimen or specimens shown in Fig. 1 cannot be prepared. Other sizes of small round

specimens may be used. In any such small-size specimen it is important that the gage length for measurement of elongation be four times the diameter of the specimen.

6.4.3 The shape of the ends of the specimen outside of the gage length shall be suitable to the material and of a shape to fit the holders or grips of the testing machine so that the forces may be applied axially. Fig. 9 shows specimens with various types of ends that have given satisfactory results.

6.5 Specimens for Sheet, Strip, Flat Wire, and Plate—In testing sheet, plate, flat wire, and strip one of the following types of specimens shall be used:

6.5.1 For material ranging in nominal thickness from 0.005 to 3/4 in., use the sheet-type specimen described in 6.3.

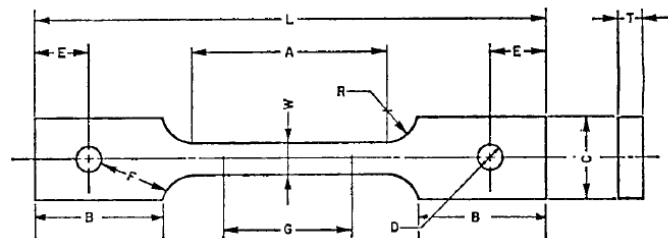
NOTE 10—Attention is called to the fact that either of the flat specimens described in 6.2 and 6.3 may be used for material from 3/16 to 3/4 in. in thickness, and one of the round specimens described in 6.4 may also be used for material 1/2 in. or more in thickness.

6.5.2 For material having a nominal thickness of 3/16 in. or over (Note 10), use the plate-type specimen described in 6.2.

6.5.3 For material having a nominal thickness of 1/2 in. or over (Note 10), use the largest practical size of specimen described in 6.4. When product specifications so permit, a sheet-type 1/2 in. wide specimen conforming to the geometry of Fig. 1 is appropriate, provide the T-Thickness dimension is machined to .400 in., ± .020 in. and this machined thickness is uniform within .004 in. throughout the reduced section. In the event of disagreement, referee specimens shall be the round specimen.

6.6 Specimens for Wire, Rod, and Bar:

6.6.1 For round wire, rod, and bar, test specimens having the



Dimensions	in.
G—Gage length	2.000 ± 0.005
W—Width (Note 1)	0.500 ± 0.010
T—Thickness, max (Note 2)	5/8
R—Radius of fillet, min (Note 3)	1/2
L—Over-all length, min	8
A—Length of reduced section, min	2 1/4
B—Length of grip section, min	2
C—Width of grip section, approximate	2
D—Diameter of hole for pin, min (Note 4)	1/2
E—Edge distance from pin, approximate	1 1/2
F—Distance from hole to fillet, min	1/2

NOTE 1—The ends of the reduced section shall differ in width by not more than 0.002 in. There may be a gradual taper in width from the ends to the center, but the width at each end shall be not more than 0.005 in. greater than the width at the center.

NOTE 2—The dimension T is the thickness of the test specimen as stated in the applicable product specifications.

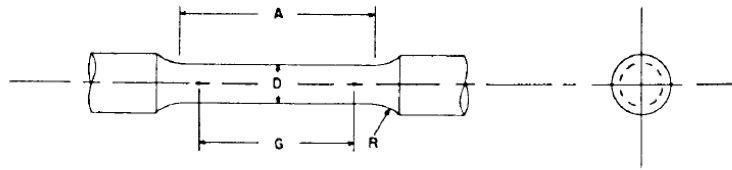
NOTE 3—For some materials, a fillet radius R larger than 1/2 in. may be needed.

NOTE 4—Holes must be on center line of reduced section, within ±0.002 in.

NOTE 5—Variations of dimensions C, D, E, F, and L may be used that will permit failure within the gage length.

FIG. 7 Pin-Loaded Tension Test Specimen with 2-in. Gage Length

E 8



	Dimensions				
	Standard Specimen		Small-Size Specimens Proportional to Standard		
	in.	in.	in.	in.	in.
Nominal Diameter	0.500	0.350	0.250	0.160	0.113
G—Gage length	$2.000 \pm 0.005$	$1.400 \pm 0.005$	$1.000 \pm 0.005$	$0.640 \pm 0.005$	$0.450 \pm 0.005$
D—Diameter (Note 1)	$0.500 \pm 0.010$	$0.350 \pm 0.007$	$0.250 \pm 0.005$	$0.160 \pm 0.003$	$0.113 \pm 0.002$
R—Radius of fillet, min	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{3}{32}$
A—Length of reduced section, min (Note 2)	$2\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{5}{8}$

NOTE 1—The reduced section may have a gradual taper from the ends toward the center, with the ends not more than 1 % larger in diameter than the center (controlling dimension).

NOTE 2—If desired, the length of the reduced section may be increased to accommodate an extensometer of any convenient gage length. Reference marks for the measurement of elongation should, nevertheless, be spaced at the indicated gage length.

NOTE 3—The gage length and fillets may be as shown, but the ends may be of any form to fit the holders of the testing machine in such a way that the load shall be axial (see Fig. 9). If the ends are to be held in wedge grips it is desirable, if possible, to make the length of the grip section great enough to allow the specimen to extend into the grips a distance equal to two thirds or more of the length of the grips.

NOTE 4—On the round specimens in Figs. 8 and 9, the gage lengths are equal to four times the nominal diameter. In some product specifications other specimens may be provided for, but unless the 4-to-1 ratio is maintained within dimensional tolerances, the elongation values may not be comparable with those obtained from the standard test specimen.

NOTE 5—The use of specimens smaller than 0.250-in. diameter shall be restricted to cases when the material to be tested is of insufficient size to obtain larger specimens or when all parties agree to their use for acceptance testing. Smaller specimens require suitable equipment and greater skill in both machining and testing.

NOTE 6—Five sizes of specimens often used have diameters of approximately 0.505, 0.357, 0.252, 0.160, and 0.113 in., the reason being to permit easy calculations of stress from loads, since the corresponding cross-sectional areas are equal or close to 0.200, 0.100, 0.0500, 0.0200, and 0.0100 in.<sup>2</sup>, respectively. Thus, when the actual diameters agree with these values, the stresses (or strengths) may be computed using the simple multiplying factors 5, 10, 20, 50, and 100, respectively. (The metric equivalents of these five diameters do not result in correspondingly convenient cross-sectional areas and multiplying factors.)

**FIG. 8 Standard 0.500-in. Round Tension Test Specimen with 2-in. Gage Length and Examples of Small-Size Specimens Proportional to the Standard Specimen**

full cross-sectional area of the wire, rod, or bar shall be used wherever practicable. The gage length for the measurement of elongation of wire less than  $\frac{1}{8}$  in. in diameter shall be as prescribed in product specifications. In testing wire, rod, or bar that has a  $\frac{1}{8}$ -in. or larger diameter, unless otherwise specified, a gage length equal to four times the diameter shall be used. The total length of the specimens shall be at least equal to the gage length plus the length of material required for the full use of the grips employed.

6.6.2 For wire of octagonal, hexagonal, or square cross section, for rod or bar of round cross section where the specimen required in 6.6.1 is not practicable, and for rod or bar of octagonal, hexagonal, or square cross section, one of the following types of specimens shall be used:

6.6.2.1 *Full Cross Section* (Note 11)—It is permissible to reduce the test section slightly with abrasive cloth or paper, or machine it sufficiently to ensure fracture within the gage marks. For material not exceeding 0.188 in. in diameter or distance between flats, the cross-sectional area may be reduced to not less than 90 % of the original area without changing the shape of the cross section. For material over 0.188 in. in diameter or distance between flats, the diameter or distance between flats may be reduced by not more than 0.010 in. without changing the shape of the cross section. Square, hexagonal, or octagonal wire or rod not exceeding 0.188 in.

between flats may be turned to a round having a cross-sectional area not smaller than 90 % of the area of the maximum inscribed circle. Fillets, preferably with a radius of  $\frac{3}{8}$  in., but not less than  $\frac{1}{8}$  in., shall be used at the ends of the reduced sections. Square, hexagonal, or octagonal rod over 0.188 in. between flats may be turned to a round having a diameter no smaller than 0.010 in. less than the original distance between flats.

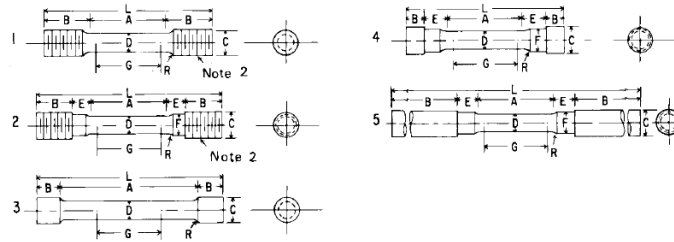
NOTE 11—The ends of copper or copper alloy specimens may be flattened 10 to 50 % from the original dimension in a jig similar to that shown in Fig. 10, to facilitate fracture within the gage marks. In flattening the opposite ends of the test specimen, care shall be taken to ensure that the four flattened surfaces are parallel and that the two parallel surfaces on the same side of the axis of the test specimen lie in the same plane.

6.6.2.2 For rod and bar, the largest practical size of round specimen as described in 6.4 may be used in place of a test specimen of full cross section. Unless otherwise specified in the product specification, specimens shall be parallel to the direction of rolling or extrusion.

6.7 *Specimens for Rectangular Bar*— In testing rectangular bar one of the following types of specimens shall be used:

6.7.1 *Full Cross Section*—It is permissible to reduce the width of the specimen throughout the test section with abrasive cloth or paper, or by machining sufficiently to facilitate fracture within the gage marks, but in no case shall the reduced width

**E 8**



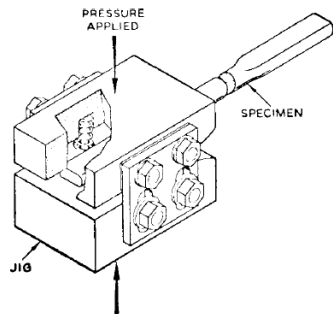
	Dimensions				
	Specimen 1	Specimen 2	Specimen 3	Specimen 4	Specimen 5
	in.				
G—Gage length	2.000 ± 0.005	2.000 ± 0.005	2.000 ± 0.005	2.000 ± 0.005	2.000 ± 0.005
D—Diameter (Note 1)	0.500 ± 0.010	0.500 ± 0.010	0.500 ± 0.010	0.500 ± 0.010	0.500 ± 0.010
R—Radius of fillet, min	3/8	3/8	1/8	3/8	3/8
A—Length of reduced section	2 1/4, min	2 1/4, min	4, approximately	2 1/4, min	2 1/4, min
L—Over-all length, approximate	5	5 1/2	5 1/2	4 3/4	9 1/2
B—Length of end section (Note 3)	1 3/8, approximately	1, approximately	3/4, approximately	1/2, approximately	3, min
C—Diameter of end section	3/4	3/4	23/32	7/8	3/4
E—Length of shoulder and fillet section, approximate	...	5/8	...	3/4	5/8
F—Diameter of shoulder	...	5/8	...	5/8	1 1/32

NOTE 1—The reduced section may have a gradual taper from the ends toward the center with the ends not more than 0.005 in. larger in diameter than the center.

NOTE 2—On Specimens 1 and 2, any standard thread is permissible that provides for proper alignment and aids in assuring that the specimen will break within the reduced section.

NOTE 3—On Specimen 5 it is desirable, if possible, to make the length of the grip section great enough to allow the specimen to extend into the grips a distance equal to two thirds or more of the length of the grips.

**FIG. 9 Various Types of Ends for Standard Round Tension Test Specimens**



**FIG. 10 Squeezing Jig for Flattening Ends of Full-Size Tension Test Specimens**

be less than 90 % of the original. The edges of the midlength of the reduced section not less than 3/4 in. in length shall be parallel to each other and to the longitudinal axis of the specimen within 0.002 in. Fillets, preferably with a radius of 3/8 in. but not less than 1/8 in. shall be used at the ends of the reduced sections.

6.7.2 Rectangular bar of thickness small enough to fit the grips of the testing machine but of too great width may be reduced in width by cutting to fit the grips, after which the cut surfaces shall be machined or cut and smoothed to ensure failure within the desired section. The reduced width shall be not less than the original bar thickness. Also, one of the types of specimens described in 6.2, 6.3, and 6.4 may be used.

6.8 *Shapes, Structural and Other*—In testing shapes other than those covered by the preceding sections, one of the types of specimens described in 6.2, 6.3, and 6.4 shall be used.

6.9 *Specimens for Pipe and Tube* (Note 12):

6.9.1 For all small tube (Note 12), particularly sizes 1 in. and under in nominal outside diameter, and frequently for larger sizes, except as limited by the testing equipment, it is standard practice to use tension test specimens of full-size tubular sections. Snug-fitting metal plugs shall be inserted far enough into the ends of such tubular specimens to permit the testing machine jaws to grip the specimens properly. The plugs shall not extend into that part of the specimen on which the elongation is measured. Elongation is measured over a length of 4D unless otherwise stated in the product specification. Fig. 11 shows a suitable form of plug, the location of the plugs in the specimen, and the location of the specimen in the grips of the testing machine.

NOTE 12—The term "tube" is used to indicate tubular products in general, and includes pipe, tube, and tubing.

6.9.2 For large-diameter tube that cannot be tested in full section, longitudinal tension test specimens shall be cut as indicated in Fig. 12. Specimens from welded tube shall be located approximately 90° from the weld. If the tube-wall thickness is under 3/4 in., either a specimen of the form and dimensions shown in Fig. 13 or one of the small-size specimens proportional to the standard 1/2-in. specimen, as mentioned in 6.4.2 and shown in Fig. 8, shall be used. Specimens of the type shown in Fig. 13 may be tested with grips having

# ANEXO D

## ANEXO B2

# NORMA ASTM E 112-96 (DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE GRANO)



Designation: E 112 – 96<sup>e1</sup>

An American National Standard

### Standard Test Methods for Determining Average Grain Size<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation E 112; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last reapproval. A superscript epsilon ( $\epsilon$ ) indicates an editorial change since the last revision or reapproval.

*This standard has been approved for use by agencies of the Department of Defense.*

<sup>e1</sup> Note—Equations A1.4, A1.5 and A1.6 were editorially revised in April 2000.

#### INTRODUCTION

These test methods of determination of average grain size in metallic materials are primarily measuring procedures and, because of their purely geometric basis, are independent of the metal or alloy concerned. In fact, the basic procedures may also be used for the estimation of average grain, crystal, or cell size in nonmetallic materials. The comparison method may be used if the structure of the material approaches the appearance of one of the standard comparison charts. The intercept and planimetric methods are always applicable for determining average grain size. However, the comparison charts cannot be used for measurement of individual grains.

#### 1. Scope

1.1 These test methods cover the measurement of average grain size and include the comparison procedure, the planimetric (or Jeffries) procedure, and the intercept procedures. These test methods may also be applied to nonmetallic materials with structures having appearances similar to those of the metallic structures shown in the comparison charts. These test methods apply chiefly to single phase grain structures but they can be applied to determine the average size of a particular type of grain structure in a multiphase or multiconstituent specimen.

1.2 These test methods are used to determine the average grain size of specimens with a unimodal distribution of grain areas, diameters, or intercept lengths. These distributions are approximately log normal. These test methods do not cover methods to characterize the nature of these distributions. Characterization of grain size in specimens with duplex grain size distributions is described in Test Methods E 1181. Measurement of individual, very coarse grains in a fine grained matrix is described in Test Methods E 930.

1.3 These test methods deal only with determination of planar grain size, that is, characterization of the two-dimensional grain sections revealed by the sectioning plane. Determination of spatial grain size, that is, measurement of the size of the three-dimensional grains in the specimen volume, is beyond the scope of these test methods.

1.4 These test methods describe techniques performed manually using either a standard series of graded chart images

for the comparison method or simple templates for the manual counting methods. Utilization of semi-automatic digitizing tablets or automatic image analyzers to measure grain size is described in Test Methods E 1382.

1.5 These test methods deal only with the recommended test methods and nothing in them should be construed as defining or establishing limits of acceptability or fitness of purpose of the materials tested.

1.6 The measured values are stated in SI units, which are regarded as standard. Equivalent inch-pound values, when listed, are in parentheses and may be approximate.

1.7 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

1.8 The paragraphs appear in the following order:

Section	Number
Scope	1
Referenced Documents	2
Terminology	3
Significance and Use	4
Generalities of Application	5
Sampling	6
Test Specimens	7
Calibration	8
Preparation of Photomicrographs	9
Comparison Procedure	10
Planimetric (Jeffries) Procedure	11
General Intercept Procedures	12
Heyn Linear Intercept Procedure	13
Circular Intercept Procedures	14
Hilliard Single-Circle Procedure	14.2
Abrams Three-Circle Procedure	14.3
Statistical Analysis	15
Specimens with Non-equiaxed Grain Shapes	16
Specimens Containing Two or More Phases or Constituents	17

<sup>1</sup> These test methods are under the jurisdiction of ASTM Committee E-4 on Metallography and are the direct responsibility of Subcommittee E04.08 on Grain Size.

Current edition approved May 10, 1996. Published July 1996. Originally published as E 112 – 55 T. Last previous edition E 112 – 95.

sections, produced by a random plane (surface of observation) through such a structure, would have a distribution of areas varying from a maximum value to zero, depending upon where the plane cuts each individual crystal. Clearly, no two fields of observation can be exactly the same.

5.2 The size and location of grains in a microstructure are normally completely random. No nominally random process of positioning a test pattern can improve this randomness, but random processes can yield poor representation by concentrating measurements in part of a specimen. *Representative* implies that all parts of the specimen contribute to the result, not, as sometimes has been presumed, that fields of average grain size are selected. Visual selection of fields, or casting out of extreme measurements, may not falsify the average when done by unbiased experts, but will in all cases give a false impression of high precision. For representative sampling, the area of the specimen is mentally divided into several equal coherent sub-areas and stage positions prespecified, which are approximately at the center of each sub-area. The stage is successively set to each of these positions and the test pattern applied blindly, that is, with the light out, the shutter closed, or the eye turned away. No touch-up of the position so selected is allowable. Only measurements made on fields chosen in this way can be validated with respect to precision and bias.

## 6. Sampling

6.1 Specimens should be selected to represent average conditions within a heat lot, treatment lot, or product, or to assess variations anticipated across or along a product or component, depending on the nature of the material being tested and the purpose of the study. Sampling location and frequency should be based upon agreements between the manufacturers and the users.

6.2 Specimens should not be taken from areas affected by shearing, burning, or other processes that will alter the grain structure.

## 7. Test Specimens

7.1 In general, if the grain structure is equiaxed, any specimen orientation is acceptable. However, the presence of an equiaxed grain structure in a wrought specimen can only be determined by examination of a plane of polish parallel to the deformation axis.

7.2 If the grain structure on a longitudinally oriented specimen is equiaxed, then grain size measurements on this plane, or any other, will be equivalent within the statistical precision of the test method. If the grain structure is not equiaxed, but elongated, then grain size measurements on specimens with different orientations will vary. In this case, the grain size should be evaluated on at least two of the three principle planes, transverse, longitudinal, and planar (or radial and transverse for round bar) and averaged as described in Section 16 to obtain the mean grain size. If directed test lines are used, rather than test circles, intercept counts on non-equiaxed grains in plate or sheet type specimens can be made using only two principle test planes, rather than all three as required for the planimetric method.

7.3 The surface to be polished should be large enough in area to permit measurement of at least five fields at the desired

magnification. In most cases, except for thin sheet or wire specimens, a minimum polished surface area of 160 mm<sup>2</sup> (0.25 in.<sup>2</sup>) is adequate.

7.4 The specimen shall be sectioned, mounted (if necessary), ground, and polished according to the recommended procedures in Practice E 3. The specimen shall be etched using a reagent, such as listed in Practice E 407, to delineate most, or all, of the grain boundaries (see also Annex A3).

TABLE 1 Suggested Comparison Charts for Metallic Materials

NOTE 1—These suggestions are based upon the customary practices in industry. For specimens prepared according to special techniques, the appropriate comparison standards should be selected on a structural-appearance basis in accordance with 8.2.

Material	Plate Number	Basic Magnification
Aluminum	I	100X
Copper and copper-base alloys (see Annex A4)	III or IV	75X, 100X
Iron and steel:		
Austenitic	II or IV	100X
Ferritic	I	100X
Carburized	IV	100X
Stainless	II	100X
Magnesium and magnesium-base alloys	I or II	100X
Nickel and nickel-base alloys	II	100X
Super-strength alloys	I or II	100X
Zinc and zinc-base alloys	I or II	100X

## 8. Calibration

8.1 Use a stage micrometer to determine the true linear magnification for each objective, eyepiece and bellows, or zoom setting to be used within  $\pm 2\%$ .

8.2 Use a ruler with a millimetre scale to determine the actual length of straight test lines or the diameter of test circles used as grids.

## 9. Preparation of Photomicrographs

9.1 When photomicrographs are used for estimating the average grain size, they shall be prepared in accordance with Guide E 883.

## 10. Comparison Procedure

10.1 The comparison procedure shall apply to completely recrystallized or cast materials with equiaxed grains.

10.2 When grain size estimations are made by the more convenient comparison method, repeated checks by individuals as well as by interlaboratory tests have shown that unless the appearance of the standard reasonably well approaches that of the sample, errors may occur. To minimize such errors, the comparison charts are presented in four categories as follows:<sup>4</sup>

10.2.1 *Plate I*—Untwinned grains (flat etch). Includes grain size numbers 00, 0, 1/2, 1, 1 1/2, 2, 2 1/2, 3, 3 1/2, 4, 4 1/2, 5, 5 1/2, 6, 6 1/2, 7, 7 1/2, 8, 8 1/2, 9, 9 1/2, 10, at 100X.

10.2.2 *Plate II*—Twinned grains (flat etch). Includes grain size numbers, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, at 100X.

<sup>4</sup> Plates I, II, III, and IV are available from ASTM Headquarters. Order Adjunct: ADJE011201 (Plate I), ADJE011202 (Plate II), ADJE011203 (Plate III), and ADJE011204 (Plate IV). A combination of all four plates is also available. Order Adjunct: ADJE011214.

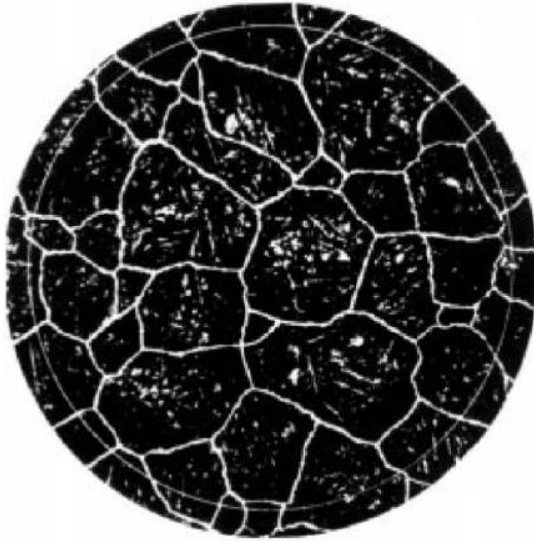


FIG. 4 Example of Austenite Grains In Steel from Plate IV. Grain Size No. 3 at 100X

10.8 The small number of grains per field at the coarse end of the chart series, that is, size 00, and the very small size of the grains at the fine end make accurate comparison ratings difficult. When the specimen grain size falls at either end of the chart range, a more meaningful comparison can be made by changing the magnification so that the grain size lies closer to the center of the range.

10.9 The use of transparencies<sup>5</sup> or prints of the standards, with the standard and the unknown placed adjacent to each other, is to be preferred to the use of wall chart comparison with the projected image on the microscope screen.

10.10 No particular significance should be attached to the fact that different observers often obtain slightly different results, provided the different results fall within the confidence limits reasonably expected with the procedure used.

10.11 There is a possibility when an operator makes repeated checks on the same specimen using the comparison method that they will be prejudiced by their first estimate. This disadvantage can be overcome, when necessary, by changes in magnification, through bellows extension, or objective or eyepiece replacement between estimates (1).<sup>6</sup>

10.12 Make the estimation of macroscopically-determined grain sizes (extremely coarse) by direct comparison, at a magnification of 1X, of the properly prepared specimen, or of a photograph of a representative field of the specimen, with

TABLE 2 Microscopically Determined Grain Size Relationships Using Plate III at Various Magnifications

NOTE 1—First line—mean grain diameter, *d*, in mm; in parentheses—equivalent ASTM grain size number, *G*.  
NOTE 2—Magnification for Plate III is 75X (row 3 data).

Magnification	Chart Picture Number (Plate III)													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
25X	0.015 (9.2)	0.030 (7.2)	0.045 (6.0)	0.060 (5.2)	0.075 (4.5)	0.105 (3.6)	0.135 (2.8)	0.150 (2.5)	0.180 (2.0)	0.210 (1.8)	0.270 (0.8)	0.360 (0)	0.451 (0.00)	0.600 (00 +)
50X	0.0075 (11.2)	0.015 (9.2)	0.0225 (8.0)	0.030 (7.2)	0.0375 (6.5)	0.053 (5.6)	0.0675 (4.8)	0.075 (4.5)	0.090 (4.0)	0.105 (3.8)	0.135 (2.8)	0.180 (2.0)	0.225 (1.4)	0.300 (0.5)
75X	0.005 (12.3)	0.010 (10.3)	0.015 (9.2)	0.020 (8.3)	0.025 (7.7)	0.035 (6.7)	0.045 (6.0)	0.050 (5.7)	0.060 (5.2)	0.070 (4.7)	0.090 (4.0)	0.120 (3.2)	0.150 (2.5)	0.200 (1.7)
100X	0.00375 (13.2)	0.0075 (11.2)	0.0112 (10.0)	0.015 (9.2)	0.019 (8.5)	0.026 (7.6)	0.034 (6.8)	0.0375 (6.5)	0.045 (6.0)	0.053 (5.8)	0.067 (4.8)	0.090 (4.0)	0.113 (3.4)	0.150 (2.5)
200X	0.0019 (15.2)	0.00375 (13.2)	0.0056 (12.0)	0.0075 (11.2)	0.009 (10.5)	0.013 (9.6)	0.017 (8.8)	0.019 (8.5)	0.0225 (8.0)	0.026 (7.8)	0.034 (6.8)	0.045 (6.0)	0.056 (5.4)	0.075 (4.5)
400X	—	0.0025 (14.3)	0.0037 (13.2)	0.005 (12.3)	0.006 (11.7)	0.009 (10.7)	0.011 (10.0)	0.0125 (9.7)	0.015 (9.2)	0.0175 (8.7)	0.0225 (8.0)	0.030 (7.2)	0.0375 (6.5)	0.050 (5.7)
500X	—	—	0.003 (13.8)	0.004 (13.0)	0.005 (12.3)	0.007 (11.4)	0.009 (10.6)	0.010 (10.3)	0.012 (9.8)	0.014 (9.4)	0.018 (8.6)	0.024 (7.8)	0.030 (7.2)	0.040 (6.3)

are usually simple multiples of the basic magnifications.

NOTE 2—If the grain size is reported in ASTM numbers, it is convenient to use the relationship:

$$Q = 2 \log_2 (M/M_b) \tag{2}$$

$$= 6.64 \log_{10} (M/M_b)$$

where *Q* is a correction factor that is added to the apparent micro-grain size of the specimen, as viewed at the magnification, *M*, instead of at the basic magnification, *M<sub>b</sub>* (75X or 100X), to yield the true ASTM grain-size number. Thus, for a magnification of 25X, the true ASTM grain-size number is four numbers lower than that of the corresponding photomicrograph at 100X (*Q* = -4). Likewise, for 400X, the true ASTM grain-size number is four numbers higher (*Q* = +4) than that of the corresponding photomicrograph at 100X. Similarly, for 300X, the true ASTM grain-size number is four numbers higher than that of the corresponding photomicrograph at 75X.

photographs of the standard grain series shown in Plate I (for untwinned material) and Plates II and III (for twinned material). Since the photographs of the standard grain size series

<sup>5</sup> Transparencies of the various grain sizes in Plate I are available from ASTM Headquarters. Order Adjunct: ADJE112010 for the set. Transparencies of individual grain size groupings are available on request. Order Adjunct: ADJE011205 (Grain Size 00), ADJE012206 (Grain Size 0), ADJE012207 (Grain Size 0.5), ADJE011208 (Grain Size 1.0), ADJE011209 (Grain Size 1.5), ADJE11210 (Grain Size 2.0), ADJE011211 (Grain Size 2.5), ADJE011212 (Grain Sizes 3.0, 3.5, and 4.0), ADJE011213 (Grain Sizes 4.5, 5.0, and 5.5), ADJE011214 (Grain Sizes 6.0, 6.5, and 7.0), ADJE011215 (Grain Sizes 7.5, 8.0, and 8.5), and ADJE011216 (Grain Sizes 9.0, 9.5, and 10.0). Charts illustrating grain size numbers 00 to 10 are on 8 1/2 by 11 in. (215.9 by 279.4 mm) film. Transparencies for Plates II, III, and IV are not available.

<sup>6</sup> The boldface numbers in parentheses refer to the list of references appended to these test methods.

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

Grain Size No. G	$N_A$ Grains/Unit Area		$\bar{A}$ Average Grain Area		$\bar{d}$ Average Diameter		$\bar{T}$ Mean Intercept		$\bar{N}_L$
	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	No./mm
0.0	0.25	3.88	0.2581	258064	0.5080	508.0	0.4525	452.5	2.21
0	0.50	7.75	0.1290	129032	0.3592	359.2	0.3200	320.0	3.12
0.5	0.71	10.96	0.0912	91239	0.3021	302.1	0.2691	269.1	3.72
1.0	1.00	15.50	0.0645	64516	0.2540	254.0	0.2263	226.3	4.42
1.5	1.41	21.92	0.0456	45620	0.2136	213.6	0.1903	190.3	5.26
2.0	2.00	31.00	0.0323	32258	0.1796	179.6	0.1600	160.0	6.25
2.5	2.83	43.64	0.0228	22810	0.1510	151.0	0.1345	134.5	7.43
3.0	4.00	62.00	0.0161	16129	0.1270	127.0	0.1131	113.1	8.84
3.5	5.66	87.88	0.0114	11405	0.1068	106.8	0.0951	95.1	10.51
4.0	8.00	124.00	0.00806	8065	0.0898	89.8	0.0800	80.0	12.50
4.5	11.31	175.36	0.00570	5703	0.0755	75.5	0.0673	67.3	14.87
5.0	16.00	248.00	0.00403	4032	0.0635	63.5	0.0566	56.6	17.68
5.5	22.83	350.73	0.00285	2851	0.0534	53.4	0.0476	47.6	21.02
6.0	32.00	496.00	0.00202	2016	0.0449	44.9	0.0400	40.0	25.00
6.5	45.25	701.45	0.00143	1426	0.0378	37.8	0.0336	33.6	29.73
7.0	64.00	992.00	0.00101	1008	0.0318	31.8	0.0283	28.3	35.36
7.5	90.51	1402.9	0.00071	713	0.0267	26.7	0.0236	23.6	42.04
8.0	128.00	1984.0	0.00050	504	0.0225	22.5	0.0200	20.0	50.00
8.5	181.02	2805.8	0.00036	356	0.0189	18.9	0.0168	16.8	59.46
9.0	256.00	3968.0	0.00026	252	0.0159	15.9	0.0141	14.1	70.71
9.5	362.04	5611.6	0.00018	178	0.0133	13.3	0.0119	11.9	84.09
10.0	512.00	7938.0	0.00013	126	0.0112	11.2	0.0100	10.0	100.00
10.5	724.08	11223.2	0.000089	89.1	0.0094	9.4	0.0084	8.4	118.9
11.0	1024.00	15872.0	0.000063	63.0	0.0079	7.9	0.0071	7.1	141.4
11.5	1448.15	22446.4	0.000045	44.6	0.0067	6.7	0.0060	5.9	168.2
12.0	2048.00	31744.1	0.000032	31.5	0.0056	5.6	0.0050	5.0	200.00
12.5	2896.31	44892.9	0.000022	22.3	0.0047	4.7	0.0042	4.2	237.8
13.0	4096.00	63488.1	0.000016	15.8	0.0040	4.0	0.0035	3.5	282.8
13.5	5792.62	89785.8	0.000011	11.1	0.0033	3.3	0.0030	3.0	336.4
14.0	8192.00	126976.3	0.000008	7.9	0.0028	2.8	0.0025	2.5	400.00

11. Planimetric (or Jeffries') (3) Procedure

11.1 In the planimetric procedure inscribe a circle<sup>8</sup> or rectangle of known area (usually 5000 mm<sup>2</sup> to simplify the calculations) on a micrograph or on the ground-glass screen of the metallograph. Select a magnification which will give at least 50 grains in the field to be counted. When the image is focused properly, count the number of grains within this area. The sum of all the grains included completely within the known area plus one half the number of grains intersected by the circumference of the area gives the number of equivalent whole grains, measured at the magnification used, within the area. If this number is multiplied by the Jeffries' multiplier, *f*, in the second column of Table 5 opposite the appropriate magnification, the product will be the number of grains per square millimetre  $N_A$ . Count a minimum of three fields to ensure a reasonable average. The number of grains per square millimetre at 1X,  $N_A$ , is calculated from:

$$N_A = f \left( N_{\text{Inside}} + \frac{N_{\text{Intercepted}}}{2} \right) \tag{4}$$

where *f* is the Jeffries' multiplier (see Table 5),  $N_{\text{Inside}}$  is the number of grains completely inside the test circle and  $N_{\text{Intercepted}}$  is the number of grains that intercept the test circle. The average grain area,  $\bar{A}$ , is the reciprocal of  $N_A$ , that is,  $1/N_A$ , while the mean grain diameter,  $\bar{d}$ , as listed on Plate III (see 10.2.3), is the square root of  $\bar{A}$ . This grain diameter has no

<sup>8</sup> A transparent grid for the planimetric method is available from ASTM Headquarters. The transparency consists of two test circles, one with a diameter of 79.8 mm (5000 mm<sup>2</sup> area) and the other with a diameter of 159.6 mm (20 000 mm<sup>2</sup> area). Order Adjunct: ADJE011223.

TABLE 5 Relationship Between Magnification Used and Jeffries' Multiplier, *f*, for an Area of 5000 mm<sup>2</sup> (a Circle of 79.8-mm Diameter) (*f* = 0.0002 *M*<sup>2</sup>)

Magnification Used, <i>M</i>	Jeffries' Multiplier, <i>f</i> , to Obtain Grains/mm <sup>2</sup>
1	0.0002
10	0.02
25	0.125
50	0.5
75 <sup>A</sup>	1.125
100	2.0
150	4.5
200	8.0
250	12.5
300	18.0
500	50.0
750	112.5
1000	200.0

<sup>A</sup> At 75 diameters magnification, Jeffries' multiplier, *f*, becomes unity if the area used is 5625 mm<sup>2</sup> (a circle of 84.5-mm diameter).

physical significance because it represents the side of a square grain of area  $\bar{A}$ , and grain cross sections are not square.

11.2 To obtain an accurate count of the number of grains completely within the test circle and the number of grains intersecting the circle, it is necessary to mark off the grains on the template, for example, with a grease pencil or felt tip pen. The precision of the planimetric method is a function of the number of grains counted (see Section 19). The number of grains within the test circle, however, should not exceed about 100 as counting becomes tedious and inaccurate. Experience suggests that a magnification that produces about 50 grains within the test circle is about optimum as to counting accuracy per field. Because of the need to mark off the grains to obtain an accurate count, the planimetric method is less efficient than



the intercept method (see Section 12).

11.3 Fields should be chosen at random, without bias, as described in 5.2. Do not attempt to choose fields that appear to be typical. Choose the fields blindly and select them from different locations on the plane of polish.

11.4 By original definition, a microscopically-determined grain size of No. 1 has 1.000 grains/in.<sup>2</sup> at 100X, hence 15.500 grains/mm<sup>2</sup> at 1X. For areas other than the standard circle, determine the actual number of grains per square millimetre,  $N_A$ , and find the nearest size from Table 4. The ASTM grain size number,  $G$ , can be calculated from  $N_A$  (number of grains per mm<sup>2</sup> at 1X) using (Eq 1) in Table 6.

## 12. General Intercept Procedures

12.1 Intercept procedures are more convenient to use than the planimetric procedure. These procedures are amenable to use with various types of machine aids. It is strongly recommended that at least a manual tally counter be used with all intercept procedures in order to prevent normal errors in counting and to eliminate bias which may occur when counts appear to be running higher or lower than anticipated.

12.2 Intercept procedures are recommended particularly for all structures that depart from the uniform equiaxed form. For anisotropic structures, procedures are available either to make separate size estimates in each of the three principal directions, or to rationally estimate the average size, as may be appropriate.

12.3 There is no direct mathematical relationship between the ASTM grain size number,  $G$ , and the mean lineal intercept, unlike the exact relationship between  $G$ ,  $N_{AE}$ ,  $N_A$  and  $\bar{A}$  (Eq 1) for the planimetric method. The relationship

$$\ell = \left(\frac{\pi}{4} \bar{A}\right)^{1/2} \quad (5)$$

between the mean lineal intercept,  $\ell$ , and the average grain area,  $\bar{A}$ , is exact for circles but not quite exact for a structure of uniform equiaxed grains (see A2.2.2). Consequently, the relationship between the ASTM grain size number  $G$  and the mean lineal intercept has been defined so that ASTM No. 0 has a mean intercept size of precisely 32.00 mm for the macroscopically determined grain size scale and of 32.00 mm on a field of view at 100X magnification for the microscopically determined grain size scale. Thus:

$$G = 2 \log_2 \frac{\ell_0}{\ell} \quad (6)$$

TABLE 6 Grain Size Equations Relating Measured Parameters to the Microscopically Determined ASTM Grain Size,  $G$

NOTE 1—Determine the ASTM Grain Size,  $G$ , using the following equations:

NOTE 2—The second and third equations are for single phase grain structures.

NOTE 3—To convert micrometres to millimetres, divide by 1000.

NOTE 4—A calculated  $G$  value of  $-1$  corresponds to ASTM  $G = 00$ .

Equation	Units
$G = (3.321928 \log_{10} \bar{N}_A) - 2.954$	$N_A$ in $\text{mm}^{-2}$
$G = (6.643856 \log_{10} N_A) - 3.288$	$N_A$ in $\text{mm}^{-2}$
$G = (6.643856 \log_{10} P_L) - 3.288$	$P_L$ in $\text{mm}^{-1}$
$G = (-6.643856 \log_{10} \ell) - 3.288$	$\ell$ in mm

$$G = 10.00 - 2 \log_2 \ell \quad (7)$$

$$G = 10.00 + 2 \log_2 \bar{N}_L \quad (8)$$

where  $\ell_0$  is 32 mm and  $\bar{\ell}$  and  $\bar{N}_L$  are in millimetres at 1X or number of intercepts per mm for the macroscopically determined grain size numbers and in millimetres or number per mm on a field at 100X for the microscopically determined grain size numbers. Using this scale, measured grain size numbers are within about 0.01  $G$  units of grain size numbers determined by the planimetric method, that is, well within the precision of the test methods. Additional details concerning grain size relationships are given in Annex A1 and Annex A2.

12.4 The mean intercept distance,  $\bar{\ell}$ , measured on a plane section is an unbiased estimate of the mean intercept distance within the solid material in the direction, or over the range of directions, measured. The grain boundary surface area-to-volume ratio is given exactly by  $S_v = 2 N_L$  when  $N_L$  is averaged over three dimensions. These relations are independent of grain shape.

## 13. Heyn (4) Lineal Intercept Procedure

13.1 Estimate the average grain size by counting (on the ground-glass screen, on a photomicrograph of a representative field of the specimen, or on the specimen itself) the number of grains intercepted by one or more straight lines sufficiently long to yield at least 50 intercepts. It is desirable to select a combination of test line length and magnification such that a single field will yield the required number of intercepts. One such test will nominally allow estimation of grain size to the nearest whole ASTM size number, at the location tested. Additional lines, in a predetermined array, should be counted to obtain the precision required. The precision of grain size estimates by the intercept method is a function of the number of grain interceptions counted (see Section 19). Because the ends of straight test lines will usually lie inside grains (see 14.3), precision will be reduced if the average count per test line is low. If possible, use either a longer test line or a lower magnification.

13.2 Make counts first on three to five blindly selected and widely separated fields to obtain a reasonable average for the specimen. If the apparent precision of this average (calculated as indicated in Section 15) is not adequate, make counts on sufficient additional fields to obtain the precision required for the specimen average.

13.3 An *intercept* is a segment of test line overlaying one grain. An *intersection* is a point where a test line is cut by a grain boundary. Either may be counted, with identical results in a single phase material. When counting intercepts, segments at the end of a test line which penetrate into a grain are scored as half intercepts. When counting intersections, the end points of a test line are not intersections and are not counted except when the end appears to exactly touch a grain boundary, when  $1/2$  intersection should be scored. A tangential intersection with a grain boundary should be scored as one intersection. An intersection apparently coinciding with the junction of three grains should be scored as  $1/2$ . With irregular grain shapes, the test line may generate two intersections with different parts of the same grain, together with a third intersection with the

# **ANEXO E**

E 10

**TABLE 2 Brinell Hardness Numbers<sup>a</sup>**  
(Ball 10 mm in Diameter, Applied Forces of 500, 1500, and 3000 kgf)

**Note 1**—The values given in this table for Brinell hardness numbers are merely solutions of the equation given in the definition in 3.1.1, and include values for indentation diameters outside the ranges recommended in 8.1. These values are indicated by italics.

Diameter of Indentation, mm	Brinell Hardness Number			Diameter of Indentation, mm	Brinell Hardness Number			Diameter of Indentation, mm	Brinell Hardness Number			Diameter of Indentation, mm	Brinell Hardness Number		
	500-kgf Force	1500-kgf Force	3000-kgf Force		500-kgf Force	1500-kgf Force	3000-kgf Force		500-kgf Force	1500-kgf Force	3000-kgf Force		500-kgf Force	1500-kgf Force	3000-kgf Force
2.00	156	473	645	2.60	92.8	278	556	3.20	60.5	182	363	3.80	42.4	127	258
2.01	156	468	638	2.61	91.8	276	551	3.21	60.1	180	361	3.81	42.2	127	253
2.02	154	463	628	2.62	91.1	273	547	3.22	59.8	179	359	3.82	42.0	126	252
2.03	153	459	617	2.63	90.4	271	543	3.23	59.4	178	358	3.83	41.7	126	250
2.04	151	454	608	2.64	89.7	269	538	3.24	59.0	177	354	3.84	41.5	125	249
2.05	150	450	599	2.65	89.0	267	534	3.25	58.6	176	352	3.85	41.3	124	248
2.06	148	445	590	2.66	88.4	265	530	3.26	58.3	175	350	3.86	41.1	123	248
2.07	147	441	582	2.67	87.7	263	526	3.27	57.9	174	347	3.87	40.9	123	245
2.08	146	437	573	2.68	87.0	261	522	3.28	57.5	173	345	3.88	40.6	122	244
2.09	144	432	565	2.69	86.4	259	518	3.29	57.2	172	343	3.89	40.4	121	242
2.10	143	428	556	2.70	85.7	257	514	3.30	56.8	170	341	3.90	40.2	121	241
2.11	141	424	548	2.71	85.1	255	510	3.31	56.5	169	339	3.91	40.0	120	240
2.12	140	420	540	2.72	84.4	253	507	3.32	56.1	168	337	3.92	39.8	119	239
2.13	139	416	532	2.73	83.8	251	503	3.33	55.8	167	335	3.93	39.6	119	237
2.14	137	412	524	2.74	83.2	250	499	3.34	55.4	166	333	3.94	39.4	118	236
2.15	136	408	517	2.75	82.6	248	496	3.35	55.1	165	331	3.95	39.1	117	235
2.16	135	404	509	2.76	81.9	246	492	3.36	54.8	164	329	3.96	38.9	117	234
2.17	134	401	502	2.77	81.3	244	488	3.37	54.4	163	326	3.97	38.7	116	232
2.18	132	397	494	2.78	80.8	242	485	3.38	54.1	162	325	3.98	38.5	116	231
2.19	131	393	487	2.79	80.2	240	481	3.39	53.8	161	323	3.99	38.3	115	230
2.20	130	390	480	2.80	79.6	239	477	3.40	53.4	160	321	4.00	38.1	114	229
2.21	129	388	472	2.81	79.0	237	474	3.41	53.1	159	319	4.01	37.9	114	228
2.22	128	383	465	2.82	78.4	235	471	3.42	52.8	158	317	4.02	37.7	113	226
2.23	126	379	458	2.83	77.9	234	467	3.43	52.5	157	315	4.03	37.5	113	225
2.24	125	378	452	2.84	77.3	232	464	3.44	52.2	156	313	4.04	37.3	112	224
2.25	124	372	445	2.85	76.8	230	461	3.45	51.8	156	311	4.05	37.1	111	223
2.26	123	369	438	2.86	76.2	229	457	3.46	51.5	155	309	4.06	37.0	111	222
2.27	122	368	432	2.87	75.7	227	454	3.47	51.2	154	307	4.07	36.8	110	221
2.28	121	363	425	2.88	75.1	225	451	3.48	50.9	153	306	4.08	36.6	110	219
2.29	120	359	419	2.89	74.6	224	448	3.49	50.6	152	304	4.09	36.4	109	218
2.30	119	358	412	2.90	74.1	222	444	3.50	50.3	151	302	4.10	36.2	109	217
2.31	118	353	406	2.91	73.6	221	441	3.51	50.0	150	300	4.11	36.0	108	216
2.32	117	350	400	2.92	73.0	219	438	3.52	49.7	149	298	4.12	35.8	108	215
2.33	116	347	394	2.93	72.5	218	435	3.53	49.4	148	297	4.13	35.7	107	214
2.34	115	344	388	2.94	72.0	216	432	3.54	49.2	147	295	4.14	35.5	106	213
2.35	114	341	382	2.95	71.5	215	429	3.55	48.9	147	293	4.15	35.3	106	212
2.36	113	338	376	2.96	71.0	213	426	3.56	48.6	146	292	4.16	35.1	105	211
2.37	112	335	370	2.97	70.5	212	423	3.57	48.3	145	290	4.17	34.9	105	210
2.38	111	332	365	2.98	70.1	210	420	3.58	48.0	144	288	4.18	34.8	104	209
2.39	110	330	359	2.99	69.6	209	417	3.59	47.7	143	286	4.19	34.6	104	208
2.40	109	327	353	3.00	69.1	207	415	3.60	47.5	142	285	4.20	34.4	103	207
2.41	108	324	348	3.01	68.6	206	412	3.61	47.2	142	283	4.21	34.2	103	206
2.42	107	322	343	3.02	68.2	205	409	3.62	46.9	141	282	4.22	34.1	102	204
2.43	106	319	337	3.03	67.7	203	406	3.63	46.7	140	280	4.23	33.9	102	203
2.44	105	318	332	3.04	67.3	202	404	3.64	46.4	139	278	4.24	33.7	101	202
2.45	104	313	327	3.05	66.8	200	401	3.65	46.1	138	277	4.25	33.6	101	201
2.46	104	311	321	3.06	66.4	199	398	3.66	45.9	138	275	4.26	33.4	100	200
2.47	103	308	315	3.07	65.9	198	396	3.67	45.6	137	274	4.27	33.2	99.7	199
2.48	102	306	311	3.08	65.5	196	393	3.68	45.4	136	272	4.28	33.1	99.2	198
2.49	101	303	306	3.09	65.0	195	390	3.69	45.1	135	271	4.29	32.9	98.8	196
2.50	100	301	301	3.10	64.6	194	388	3.70	44.9	135	269	4.30	32.8	98.3	197
2.51	99.4	298	297	3.11	64.2	193	385	3.71	44.6	134	268	4.31	32.6	97.8	196
2.52	98.8	296	292	3.12	63.8	191	383	3.72	44.4	133	266	4.32	32.4	97.3	195
2.53	97.8	294	287	3.13	63.3	190	380	3.73	44.1	132	265	4.33	32.3	96.8	194
2.54	97.1	291	282	3.14	62.9	189	378	3.74	43.9	132	263	4.34	32.1	96.4	193
2.55	96.3	289	278	3.15	62.5	188	375	3.75	43.6	131	262	4.35	32.0	95.9	192
2.56	95.5	287	273	3.16	62.1	186	373	3.76	43.4	130	260	4.36	31.8	95.5	191
2.57	94.8	284	269	3.17	61.7	185	370	3.77	43.1	129	259	4.37	31.7	95.0	190
2.58	94.0	282	264	3.18	61.3	184	368	3.78	42.9	129	257	4.38	31.5	94.5	189
2.59	93.3	280	260	3.19	60.9	183	366	3.79	42.7	128	256	4.39	31.4	94.1	188

because of the risk in damaging the ball and difficulty measuring the indentation. The upper limit is necessary because of a reduction in sensitivity as the diameter of the indentation approaches the ball diameter. The thickness and spacing

requirements of 6.1.1, 6.1.2, and 8.3 may determine the maximum permissible diameter of indentation for a specific test. Table 6 gives standard test forces and approximate Brinell hardness numbers for the above range of indentation diameters.

TABLE 2 Continued

Diameter of Indentation, mm	Brinell Hardness Number			Diameter of Indentation, mm	Brinell Hardness Number			Diameter of Indentation, mm	Brinell Hardness Number			Diameter of Indentation, mm	Brinell Hardness Number		
	500-kgf Force	1500-kgf Force	3000-kgf Force		500-kgf Force	1500-kgf Force	3000-kgf Force		500-kgf Force	1500-kgf Force	3000-kgf Force		500-kgf Force	1500-kgf Force	3000-kgf Force
4.40	31.2	93.8	187	5.05	23.3	69.9	140	5.70	17.8	53.5	107	6.35	14.0	42.0	84.0
4.41	31.1	93.2	186	5.05	23.2	69.5	139	5.71	17.8	53.3	107	6.36	13.9	41.8	83.7
4.42	30.9	92.7	185	5.07	23.1	69.2	138	5.72	17.7	53.1	106	6.37	13.9	41.7	83.4
4.43	30.8	92.3	185	5.08	23.0	68.9	138	5.73	17.6	52.9	106	6.38	13.8	41.5	83.1
4.44	30.6	91.8	184	5.09	22.9	68.6	137	5.74	17.6	52.7	105	6.39	13.8	41.4	82.8
4.45	30.5	91.4	183	5.10	22.8	68.3	137	5.75	17.5	52.5	105	6.40	13.7	41.2	82.5
4.46	30.3	91.0	182	5.11	22.7	68.0	136	5.76	17.4	52.3	105	6.41	13.7	41.1	82.2
4.47	30.2	90.5	181	5.12	22.6	67.7	135	5.77	17.4	52.1	104	6.42	13.6	40.9	81.9
4.48	30.0	90.1	180	5.13	22.5	67.4	135	5.78	17.3	51.9	104	6.43	13.6	40.8	81.6
4.49	29.9	89.7	179	5.14	22.4	67.1	134	5.79	17.2	51.7	103	6.44	13.5	40.6	81.3
4.50	29.8	89.3	179	5.15	22.3	66.8	134	5.80	17.2	51.5	103	6.45	13.5	40.5	81.0
4.51	29.6	88.8	178	5.16	22.2	66.5	133	5.81	17.1	51.3	103	6.46	13.4	40.4	80.7
4.52	29.5	88.4	177	5.17	22.1	66.3	133	5.82	17.0	51.1	102	6.47	13.4	40.2	80.4
4.53	29.3	88.0	176	5.18	22.0	66.0	132	5.83	17.0	50.9	102	6.48	13.4	40.1	80.1
4.54	29.2	87.6	175	5.19	21.9	65.8	132	5.84	16.9	50.7	101	6.49	13.3	39.9	79.8
4.55	29.1	87.2	174	5.20	21.8	65.5	131	5.85	16.8	50.5	101	6.50	13.3	39.8	79.6
4.56	28.9	86.8	174	5.21	21.7	65.2	130	5.86	16.8	50.3	101	6.51	13.2	39.6	79.3
4.57	28.8	86.4	173	5.22	21.6	64.9	130	5.87	16.7	50.2	100	6.52	13.2	39.5	79.0
4.58	28.7	86.0	172	5.23	21.6	64.7	129	5.88	16.7	50.0	99.9	6.53	13.1	39.4	78.7
4.59	28.5	85.6	171	5.24	21.5	64.4	129	5.89	16.6	49.8	99.5	6.54	13.1	39.2	78.4
4.60	28.4	85.4	170	5.25	21.4	64.1	128	5.90	16.5	49.6	99.2	6.55	13.0	39.1	78.2
4.61	28.3	84.8	170	5.26	21.3	63.9	128	5.91	16.5	49.4	98.8	6.56	13.0	38.9	78.0
4.62	28.1	84.4	169	5.27	21.2	63.6	127	5.92	16.4	49.2	98.4	6.57	12.9	38.8	77.6
4.63	28.0	84.0	168	5.28	21.1	63.3	127	5.93	16.3	49.0	98.0	6.58	12.9	38.7	77.3
4.64	27.9	83.6	167	5.29	21.0	63.1	126	5.94	16.3	48.8	97.7	6.59	12.8	38.5	77.1
4.65	27.8	83.3	167	5.30	20.9	62.8	126	5.95	16.2	48.7	97.3	6.60	12.8	38.4	76.8
4.66	27.6	82.9	166	5.31	20.9	62.6	125	5.96	16.2	48.5	96.9	6.61	12.8	38.3	76.5
4.67	27.5	82.5	165	5.32	20.8	62.3	125	5.97	16.1	48.3	96.6	6.62	12.7	38.1	76.2
4.68	27.4	82.1	164	5.33	20.7	62.1	124	5.98	16.0	48.1	96.2	6.63	12.7	38.0	76.0
4.69	27.3	81.8	164	5.34	20.6	61.8	124	5.99	16.0	47.9	95.9	6.64	12.6	37.9	75.7
4.70	27.1	81.4	163	5.35	20.5	61.5	123	6.00	15.9	47.7	95.5	6.65	12.6	37.7	75.4
4.71	27.0	81.0	162	5.36	20.4	61.3	123	6.01	15.9	47.6	95.1	6.66	12.5	37.6	75.2
4.72	26.9	80.7	161	5.37	20.3	61.0	122	6.02	15.8	47.4	94.8	6.67	12.5	37.5	74.9
4.73	26.8	80.3	161	5.38	20.3	60.8	122	6.03	15.7	47.2	94.4	6.68	12.4	37.3	74.7
4.74	26.6	79.9	160	5.39	20.2	60.6	121	6.04	15.7	47.0	94.1	6.69	12.4	37.2	74.4
4.75	26.5	79.6	159	5.40	20.1	60.3	121	6.05	15.6	46.8	93.7	6.70	12.4	37.1	74.1
4.76	26.4	79.2	158	5.41	20.0	60.1	120	6.06	15.6	46.7	93.4	6.71	12.3	36.9	73.9
4.77	26.3	78.9	158	5.42	19.9	59.8	120	6.07	15.5	46.5	93.0	6.72	12.3	36.8	73.6
4.78	26.2	78.5	157	5.43	19.9	59.6	119	6.08	15.4	46.3	92.7	6.73	12.2	36.7	73.4
4.79	26.1	78.2	156	5.44	19.8	59.3	119	6.09	15.4	46.2	92.3	6.74	12.2	36.6	73.1
4.80	25.9	77.8	156	5.45	19.7	59.1	118	6.10	15.3	46.0	92.0	6.75	12.1	36.4	72.8
4.81	25.8	77.5	155	5.46	19.6	58.9	118	6.11	15.3	45.8	91.7	6.76	12.1	36.3	72.6
4.82	25.7	77.1	154	5.47	19.5	58.6	117	6.12	15.2	45.7	91.3	6.77	12.1	36.2	72.3
4.83	25.6	76.8	154	5.48	19.5	58.4	117	6.13	15.2	45.5	91.0	6.78	12.0	36.0	72.1
4.84	25.5	76.4	153	5.49	19.4	58.2	116	6.14	15.1	45.3	90.6	6.79	12.0	35.9	71.6
4.85	25.4	76.1	152	5.50	19.3	57.9	116	6.15	15.1	45.2	90.3	6.80	11.9	35.8	71.6
4.86	25.3	75.8	152	5.51	19.2	57.7	115	6.16	15.0	45.0	90.0	6.81	11.9	35.7	71.3
4.87	25.1	75.4	151	5.52	19.2	57.5	115	6.17	14.9	44.8	89.6	6.82	11.8	35.5	71.1
4.88	25.0	75.1	150	5.53	19.1	57.2	114	6.18	14.9	44.7	89.3	6.83	11.8	35.4	70.8
4.89	24.9	74.8	150	5.54	19.0	57.0	114	6.19	14.8	44.5	89.0	6.84	11.8	35.3	70.6
4.90	24.8	74.4	149	5.55	18.9	56.8	114	6.20	14.7	44.3	88.7	6.85	11.7	35.2	70.4
4.91	24.7	74.1	148	5.56	18.9	56.6	113	6.21	14.7	44.2	88.3	6.86	11.7	35.1	70.1
4.92	24.6	73.8	148	5.57	18.8	56.3	113	6.22	14.7	44.0	88.0	6.87	11.6	34.9	69.9
4.93	24.5	73.5	147	5.58	18.7	56.1	112	6.23	14.6	43.8	87.7	6.88	11.6	34.8	69.6
4.94	24.4	73.2	146	5.59	18.6	55.9	112	6.24	14.6	43.7	87.4	6.89	11.6	34.7	69.4
4.95	24.3	72.8	146	5.60	18.5	55.7	111	6.25	14.5	43.5	87.1	6.90	11.5	34.6	69.2
4.96	24.2	72.5	145	5.61	18.5	55.5	111	6.26	14.5	43.4	86.7	6.91	11.5	34.5	68.9
4.97	24.1	72.2	144	5.62	18.4	55.2	110	6.27	14.4	43.2	86.4	6.92	11.4	34.3	68.7
4.98	24.0	71.9	144	5.63	18.3	55.0	110	6.28	14.4	43.1	86.1	6.93	11.4	34.2	68.4
4.99	23.9	71.6	143	5.64	18.3	54.8	110	6.29	14.3	42.9	85.8	6.94	11.4	34.1	68.2
5.00	23.8	71.3	143	5.65	18.2	54.6	109	6.30	14.2	42.7	85.5	6.95	11.3	34.0	68.0
5.01	23.7	71.0	142	5.66	18.1	54.4	109	6.31	14.2	42.6	85.2	6.96	11.3	33.9	67.7
5.02	23.6	70.7	141	5.67	18.1	54.2	108	6.32	14.1	42.4	84.9	6.97	11.3	33.8	67.5
5.03	23.5	70.4	141	5.68	18.0	54.0	108	6.33	14.1	42.3	84.6	6.98	11.2	33.6	67.3
5.04	23.4	70.1	140	5.69	17.9	53.7	107	6.34	14.0	42.1	84.3	6.99	11.2	33.5	67.0

<sup>a</sup> Prepared by the Engineering Mechanics Section, National Bureau of Standards.

It is not mandatory that the Brinell test conform to these hardness ranges, but it should be realized that different Brinell hardness numbers may be obtained for a given material by

using different forces on a 10-mm diameter ball. For the purpose of obtaining a continuous scale of values it may be desirable, however, to use a single force to cover the complete

TABLE 3 Test Conditions

Hardness Symbol	Ball Diameter D, mm	$0.102 F/D^2$	Test Force F Nominal Value
HSW 10/3000	10	30	29.42 kN - (3000 kgf)
HSW 10/1500	10	15	14.71 kN - (1500 kgf)
HSW 10/1000	10	10	9.807 kN - (1000 kgf)
HSW 10/500	10	5	4.903 kN - (500 kgf)
HSW 10/250	10	2.5	2.452 kN - (250 kgf)
HSW 10/125	10	1.25	1.226 kN - (125 kgf)
HSW 10/100	10	1	980.7 N - (100 kgf)
HSW 5/750	5	30	7.355 kN - (750 kgf)
HSW 5/250	5	10	2.452 kN - (250 kgf)
HSW 5/125	5	5	1.226 kN - (125 kgf)
HSW 5/62.5	5	2.5	612.9 N - (62.5 kgf)
HSW 5/31.25	5	1.25	306.5 N - (31.25 kgf)
HSW 5/25	5	1	245.2 N - (25 kgf)
HSW 2.5/167.5	2.5	30	1.639 kN - (167.5 kgf)
HSW 2.5/62.5	2.5	10	612.9 N - (62.5 kgf)
HSW 2.5/31.25	2.5	5	306.5 N - (31.25 kgf)
HSW 2.5/15.625	2.5	2.5	153.2 N - (15.625 kgf)
HSW 2.5/7.8125	2.5	1.25	76.61 N - (7.8125 kgf)
HSW 2.5/3.125	2.5	1	61.29 N - (6.25 kgf)
HSW 2/120	2	30	1.177 kN - (120 kgf)
HSW 2/40	2	10	392.3 N - (40 kgf)
HSW 2/20	2	5	196.1 N - (20 kgf)
HSW 2/10	2	2.5	98.07 N - (10 kgf)
HSW 2/5	2	1.25	49.03 N - (5 kgf)
HSW 2/4	2	1	39.23 N - (4 kgf)
HSW 1/30	1	30	294.2 N - (30 kgf)
HSW 1/10	1	10	98.07 N - (10 kgf)
HSW 1/5	1	5	49.03 N - (5 kgf)
HSW 1/2.5	1	2.5	24.52 N - (2.5 kgf)
HSW 1/1.25	1	1.25	12.26 N - (1.25 kgf)
HSW 1/1	1	1	9.807 N - (1 kgf)

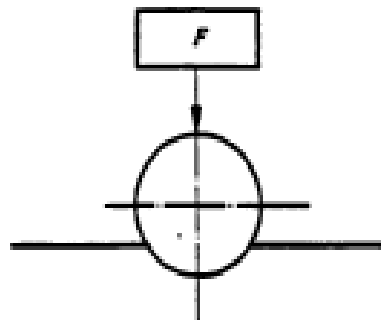


FIG. 1 Principle of Test

range of hardness for a given class of materials. For softer metals, forces of 2.45 kN (250 kgf), 1.23 kN (125 kgf), or 0.981 kN (100 kgf) are sometimes used. The force used shall

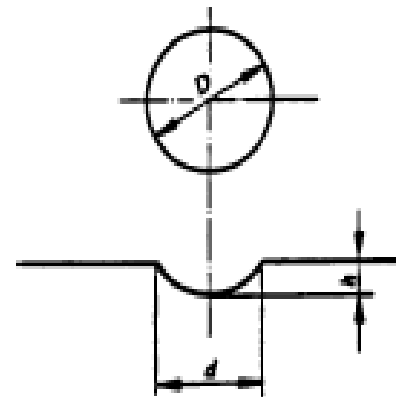


FIG. 2 Principle of Test

TABLE 4 Tolerances for Brinell Hardness Balls

Ball Diameter, mm	Tolerance, mm
10	±0.005
5	±0.004
2.5	±0.003
2	±0.003
1	±0.003

TABLE 5 Minimum Thickness Requirements for Brinell Hardness Tests

Minimum Thickness of Specimen		Minimum Hardness for Which the Brinell Test May Safely Be Made		
in.	mm	3000-kgf Force	1500-kgf Force	500-kgf Force
1/4	1.6	602	301	100
1/2	3.2	301	150	50
3/4	4.8	201	100	33
1	6.4	150	75	25
1 1/4	8.0	120	60	20
1 1/2	9.6	100	50	17

TABLE 6 Standard Test Forces

Ball Diameter, mm	Force	Recommended Range, HSW
10	29.42 kN (3000 kgf)	98 to 600
10	14.7 kN (1500 kgf)	48 to 300
10	4.90 kN (500 kgf)	16 to 100

be specifically stated in the test report (see 11.1.2).

TABLE 7 Hardness Ranges Used By Standard Test Block Method

100 to 200 HBW
300 to 400 HBW
500 to 600 HBW

8.1.1 For testing thin or small specimens, a ball less than 10 mm in diameter is sometimes used. Such tests, which are not to be regarded as standard tests, will approximate the standard tests more closely if the relation between the applied force,  $F$ , measured in N, and the diameter of the ball,  $D$ , measured in mm is the same as in the standard tests,

where:

$$0.102F/D^2 = 30 \text{ for } 29.42 \text{ kN (3000 kgf) force and 10-mm ball,}$$

$$0.102F/D^2 = 15 \text{ for } 14.72 \text{ kN (1500 kgf) force and 10-mm ball, and}$$

$$0.102F/D^2 = 5 \text{ for } 4.90 \text{ kN (500 kgf) force and 10-mm ball.}$$

8.1.1.1 *Example*—A 1.23-kN (125-kgf) test force on a 5-mm diameter ball would approximate a standard 4.90-kN (500-kgf) test force on a 10-mm diameter ball.

8.1.2 Tests for soft metals often are made with the following force-diameter ratios:

$$0.102F/D^2 = 2.5 \quad (2)$$

$$0.102F/D^2 = 1.25$$

$$0.102F/D^2 = 1.0$$

8.1.3 When balls smaller than 10 mm in diameter are used, both the test force and ball size shall be specifically stated in the test report (see 3.1.1, 3.1.1.1, and 11.1.2).

8.2 *Radius of Curvature*—When indentations are made on a curved surface, the minimum radius of curvature of the surface shall be not less than 2½ times the diameter of the ball. Indentations made on curved surfaces may be slightly elliptical rather than circular in shape. The measurements of the indentation shall be taken as the mean of the major and minor axes.

8.3 *Spacing of Indentations*—The distance of the center of the indentation from the edge of the specimen or edge of another indentation shall be at least two and one half times the diameter of the indentation.

8.4 *Application of Test Force*—Apply the force to the specimen uniformly taking precautions to prevent a momentary overload of the system. Apply the full test force for 10 to 15 s.

8.4.1 If a duration of test force application other than 10 to 15 s is used, results of the test shall be reported using the nomenclature outlined in 4.2 and 11.1.2.

8.5 *Alignment*—The angle between the indenter force line and the surface of the specimen should be  $90 \pm 2^\circ$ . (see 9.1)

## 9. Measurement of Indentation

9.1 *Diameter*—In the Brinell hardness test, two diameters of the indentation at right angles to each other shall be measured and their mean value used as a basis for calculation of the Brinell hardness number for flat specimens. If the largest and smallest diameters for two readings of the same indentation differ by 0.1 mm or more, refer to the material specifica-

tions for further guidance. For routine tests and for tests to determine compliance with a material or product specification, the diameter of the indentation shall be estimated to 0.05 mm (0.0020 in.).

Note 4—These measurements are usually made with a low-magnification portable measuring device (approximately 20×) having a fixed scale in the eyepiece. If a more accurate determination is needed, as in referee or standardization tests, a laboratory comparator such as a micrometer measuring device is required.

## 10. Conversion to Other Hardness Scales or Tensile Strength Values

10.1 There is no general method for accurately converting Brinell hardness numbers to other hardness scales or tensile strength values. Such conversion are, at best, approximations and, therefore, should be avoided except for special cases where a reliable basis for the approximate conversion has been obtained by comparison tests.

Note 5—Hardness Conversion Tables E 140 for Metals give approximate hardness conversion values for specific materials such as steel, austenitic stainless steel, nickel and high-nickel alloys, and cartridge brass.

## 11. Report

11.1 Whenever a Brinell hardness number is used, provide the following information:

11.1.1 The Brinell hardness number, which shall be reported rounded to three significant digits in accordance with rounding method in Practice E 29 (for example, 125 HBW, 99.2 HBW).

11.1.2 The test conditions when the Brinell hardness number is determined from forces other than 29.42 kN (3000 kgf), ball diameters other than 10 mm, and test force applications other than 10 to 15 s (see 3.1.1 and 8.4).

## 12. Precision and Bias

12.1 *Precision*—An interlaboratory comparison program is now in progress which, when completed, will be the basis of a statement on precision.

12.2 *Bias*—There is no basis for defining the bias for this test method.

## TEST METHOD B—VERIFICATION OF BRINELL HARDNESS TESTING MACHINES

### 13. Scope

13.1 Test Method B covers two procedures for the verification of Brinell hardness testing machines. These are as follows:

13.1.1 *Direct Verification*—Separate verification of force application, indenter, and the measuring device for measuring the diameter of the indentation.

13.1.2 *Indirect Verification*—Verification by the standardized test block method.

13.2 New or rebuilt machines shall be initially checked by the direct verification method (see 13.1.1) before being placed in service.

13.3 Machines used for routine testing may be checked by either verification method.

### 14. General Requirements

14.1 Before a Brinell hardness testing machine is verified,