

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**  
**NÚCLEO DE BOLÍVAR**  
**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**



**DISEÑO PARA LAS PRÁCTICAS DE ENSAYO DE CORTE  
PROMEDIO EN ACERO Y ENSAYO DE COMPRESIÓN DE  
CONCRETO PARA EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
MATERIALES.**

**TRABAJO FINAL DE GRADO  
PRESENTADO POR EL  
BACHILLER NÉSTOR J. J.  
UZCÁTEGUI D. PARA OPTAR AL  
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL.**

**CIUDAD BOLÍVAR, 10 DE AGOSTO DE 2023**

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**  
**NÚCLEO DE BOLÍVAR**  
**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**



**ACTA DE APROBACIÓN**

Este trabajo de grado intitulado **“DISEÑO PARA LAS PRÁCTICAS DE ENSAYO DE CORTE PROMEDIO EN ACERO Y ENSAYO DE COMPRESIÓN DE CONCRETO PARA EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES.”**, realizado por el bachiller **Néstor Juvenal Jesús Uzcátegui Dagluck** ha sido aprobado, de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombres:

Firmas:

Profesor Giovanni Grieco  
(Asesor)

\_\_\_\_\_

Profesor Antonio Sequera  
(Jurado)

\_\_\_\_\_

Profesor Orlando Guevara  
(Jurado)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Profesor Rodolfo González  
Jefe Departamento Ingeniería Civil

\_\_\_\_\_  
Profesor Francisco Monteverde  
Director Escuela Ciencias de la Tierra

Ciudad Bolívar, 10 de agosto del 2023.

## **DEDICATORIA**

Primero a Dios, por guiarme desde siempre y ser mi apoyo hasta en los días más tormentosos.

A mis padres, Néstor y Gladys, por ser mi motivo de superación, por ayudarme y darme su amor y apoyo incondicional todos los días de mi vida. Por guiarme cada momento y empujarme a seguir adelante desde mi primera formación académica.

A Edymar, mi novia, por ser mi equipo y apoyarme en los días buenos, pero más importante en los días malos.

## AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por apoyarme cada vez que lo necesité.

A mi tutor, Giovanni Grieco, por ser mi guía, por su ayuda y colaboración en la tesis y a lo largo de la carrera, porque fue fundamental en momentos difíciles.

A mis amigos y futuros colegas: Edymar, Bárbara, Daniela, Gianni, José Miguel y Alan, porque esta lucha fue en conjunto para superar las adversidades que se nos presentaban y hacer el camino más agradable.

Al señor Pedro Dos Santos, por prestarnos su taller para realizar todos los ensayos necesarios.

Al Ing. Daniel Feriozzi, por prestarme su apoyo y guía para ayudarme a sacar la tesis adelante.

Al cuerpo profesoral de la Universidad de Oriente, por su vocación y por batallar contra las adversidades que se presentan.

A la Universidad de Oriente, por ser la casa de estudios que me brindó la oportunidad de cumplir este logro.

Finalmente, a todos aquellos que formaron parte de este camino y esta batalla, por ayudarme a subir cada escalón y llegar a la meta.

## **RESUMEN**

En el presente estudio se realizaron los ensayos de compresión de concreto y corte promedio en metales, con el fin de establecer las propiedades que presentan dichos materiales, amén de los pasos que son necesarios para realizar los ensayos y adaptarlos de manera didáctica para el uso de laboratorios universitarios, diseñando las prácticas de laboratorio con alternativas a las máquinas especializadas que normalmente se utilizan para el manejo de dichos ensayos, todo esto motivado por la falta de equipos e instalaciones de laboratorios que presentan algunas universidades en el país, por razones económicas, políticas, sociales, etc. Los ensayos realizados y las prácticas diseñadas en este trabajo siguen los lineamientos de las normas nacionales e internacionales. Esta investigación se sustenta en los ensayos de compresión de concreto y corte promedio para el diseño de prácticas de laboratorio. Es un estudio experimental por las pruebas realizadas en laboratorio y las técnicas de recolección de información fue la observación directa. Las técnicas de análisis de información fue el procesamiento cuantitativo, por la naturaleza del estudio. Los resultados de la investigación permitieron establecer o diseñar procedimientos de prácticas de laboratorio para ensayos de compresión de concreto y corte promedio en metales. Además de dar alternativas de enseñanza para profesores y estudiantes universitarios cursantes de la carrera de ingeniería civil.

# CONTENIDO

	Página
ACTA DE APROBACIÓN .....	i
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTOS .....	iii
RESUMEN.....	iv
CONTENIDO .....	v
LISTA DE FIGURAS .....	x
LISTA DE TABLAS .....	xii
LISTA DE APÉNDICES.....	xiii
LISTA DE ANEXOS.....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPÍTULO I. SITUACIÓN A INVESTIGAR .....</b>	<b>4</b>
1.1 Planteamiento del problema.....	4
1.2 Objetivos de la investigación .....	7
1.2.1 Objetivo general.....	7
1.2.2 Objetivos específicos .....	7
1.3 Justificación de la investigación.....	8

<b>CAPITULO II. GENERALIDADES.....</b>	<b>9</b>
2.1 Ubicación geográfica del área.....	9
2.2 Acceso al área de estudio .....	10
2.3 Características físicas y naturales de Ciudad Bolívar .....	11
2.3.1 Topografía .....	11
2.3.2 Geomorfología .....	11
2.3.3 Geología .....	12
2.3.4 Altitud.....	13
2.3.5 Clima .....	13
2.3.6 Temperatura.....	13
2.3.7 Precipitación.....	14
2.3.8 Vientos.....	14
2.3.9 Geografía.....	14
<b>CAPITULO III. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
3.1 Antecedentes de la investigación .....	16
3.2 Bases teóricas .....	18
3.2.1 Acero .....	18
3.2.2 El concreto .....	19
3.2.3 Resistencia del concreto .....	20
3.2.4 Ensayo de resistencia a compresión.....	20

3.2.5 Resistencia promedio requerida (Fcr).....	22
3.2.6 Esfuerzo de corte.....	23
3.2.7 Ensayo de corte .....	24
3.2.7.1 Ensayo de corte directo. ....	24
3.2.7.2 Prueba de corte simple .....	26
3.2.7.3 Método de ensayo de prueba de corte doble .....	28
3.2.5 Diagrama de esfuerzo-deformación .....	31
3.3 Bases legales .....	37
3.3.1 ASTM F606/F606M.....	37
3.3.2 Norma venezolana COVENIN 338:2002 concreto. Método para la elaboración, curado y ensayo a compresión de cilindros de concreto. ....	38
3.4 Nomenclaturas.....	42
3.5 Fórmulas empleadas.....	42
3.6 Definición de términos básicos .....	44
<b>CAPÍTULO IV, METODOLOGÍA DEL TRABAJO .....</b>	<b>47</b>
4.1 Nivel de la investigación.....	47
4.1.1 Investigación descriptiva.....	47
4.1.2 Investigación exploratoria .....	47
4.2 Diseño de la investigación .....	48
4.2.1 Investigación documental.....	48
4.2.2 Investigación experimental .....	48

4.2.3 Investigación de campo.....	49
4.3 Población y muestra .....	49
4.3.1 Población.....	49
4.3.2 Muestra.....	50
4.4 Técnicas de recolección de datos .....	50
4.5 Técnicas de procesamiento y análisis de los datos.....	51
4.5.1 Recopilación de información .....	51
4.5.2 Análisis de contenido cuantitativo .....	52
4.6 Etapas del desarrollo de la investigación .....	52
4.6.1 Ensayo de corte simple en probetas de acero.....	52
4.6.2 Ensayo de corte doble en probetas de acero.....	55
4.6.3 Ensayo de resistencia a la compresión de las probetas de concreto:.....	58
4.7 Flujograma de la metodología del trabajo de grado.....	61
4.6.1 Descripción del flujograma de la metodología .....	63
4.6.3 Fase III: Procesamiento de datos .....	72
4.6.4 Fase IV: Análisis de datos .....	73
4.6.5 Fase V: Elaboración del informe final.....	73

**CAPITULO V. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.... 74**

5.1 Realizar ensayo de corte simple en probetas de acero, determinar la resistencia al corte del material..... 74

5.2 Realizar ensayo de corte doble en probetas de acero, determinar la resistencia al corte doble del material. .... 75

5.3 Realizar el ensayo de compresión de concreto, determinar su resistencia a la compresión. .... 76

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 77**

Conclusiones de ensayo de corte promedio ..... 77

Conclusiones de ensayo de compresión de concreto ..... 78

Recomendaciones para ensayo de corte promedio..... 79

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 81

APÉNDICES..... 83

ANEXOS ..... 124

## LISTA DE FIGURAS

2.1	Ubicación geográfica de Ciudad Bolívar en el mapa de Venezuela.....	9
2.2	Ubicación geográfica del área de estudio.....	10
2.3	Vista aérea de Ciudad Bolívar. Situación de cárcavas de la ciudad .....	12
3.1	Diagrama de ensayo de resistencia a la compresión de concreto.....	22
3.2	Diagrama de esfuerzo de corte (Flow, Autmix Industrial Group, 2023).....	23
3.3	Diagrama de ensayo de corte simple.....	25
3.4	Diagrama de ensayo de corte simple.....	27
3.5	Diagrama de ensayo de corte doble a tensión .....	28
3.6	Diagrama de esfuerzo-deformación de Acero al bajo carbono .....	34
3.7	Diagrama esfuerzo – deformación para materiales frágiles típicos .....	35
3.8	Diagrama de esfuerzo deformación del concreto .....	36
4.1.	Flujograma de la investigación .....	62
4.2.	Descripción de la fecha y resistencia de la probeta de concreto. ....	64
4.3	Colocación de probeta en la prensa hidráulica.....	65
4.4	Alcance del esfuerzo último (Rotura). ....	66
4.5.	Toma de diámetro de la probeta de acero.....	68
4.6.	Colocación de probeta de acero en el montaje del corte simple .....	69
4.7	Probeta de acero en corte simple (Rotura) .....	70
4.8	Colocación de probeta de acero en el montaje de corte doble .....	71
4.9.	Probeta de acero en corte doble (Rotura).....	72
7.1	Colocación de probeta en el montaje para ensayo de corte doble.....	130

7.2	Detalle del montaje mientras se estaba armando el ensayo de corte.....	131
7.3	Probetas de concreto disponibles para el ensayo .....	133
7.4	Medición de probetas de concreto para el ensayo.....	134
7.5	Medición del largo de la probeta para el ensayo.....	135
7.7	Visualización de la ruptura de la probeta de concreto.....	137
7.8	Probeta de concreto fracturada.....	138

## LISTA DE TABLAS

4.1	Datos de ensayo de corte simple en acero.....	54
4.2	Datos de ensayo de corte simple en acero.....	57
4.3	Datos de ensayo de resistencia a la compresión.....	59
4.4	Dimensiones sugeridas para las probetas de concreto .....	61
5.1	Resultados del ensayo de corte simple.....	74
5.2	Resultados del ensayo de corte doble.....	75
5.3	Resultados del ensayo de compresión de concreto .....	76

## LISTA DE APÉNDICES

A. PROPUESTA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO PARA ENSAYOS DE CORTE PROMEDIO .....	84
B. PROPUESTA DE PRÁCTICA DE LABORATORIO PARA ENSAYO DE COMPRESIÓN DE CONCRETO .....	105

## **LISTA DE ANEXOS**

1. NORMA VENEZOLANA COVENIN 338:2002, CONCRETO. MÉTODO PARA LA ELABORACIÓN, CURADO Y ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO.
2. NORMAS ASTM F606/F606M-16. STANDARD TEST METHODS FOR DETERMINING THE MECHANICAL PROPERTIES OF EXTERNALLY AND INTERNALLY THREADED FASTENERS, WASHERS, DIRECT TENSION INDICATORS AND RIVETS.
3. FOTOGRAFÍAS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS PARA CORTE PROMEDIO.
4. FOTOGRAFÍAS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS PARA COMPRESIÓN DE CONCRETO.

## INTRODUCCIÓN

En la carrera de un ingeniero civil, los materiales son parte fundamental de su profesión. Con los materiales se da pie y se plasman las estructuras que son diseñadas y supervisadas por los ingenieros. El conocimiento de las propiedades de los materiales de construcción debe ser intrínseco y al mismo tiempo se debe tener conocimiento de las propiedades que los caracterizan. Se debe conocer el concreto y el acero pues forman parte de los métodos constructivos más usados en toda la historia. La manera por excelencia para que los estudiantes de ingeniería conozcan de manera práctica las propiedades son los ensayos de laboratorio. Los ensayos de compresión y corte son dos de los ensayos más comunes utilizados para evaluar la resistencia de los materiales. El ensayo de compresión se utiliza para determinar la resistencia a la compresión del concreto, que es su capacidad por excelencia, mientras que el ensayo de corte promedio se utiliza para determinar la resistencia al corte de los materiales, en este caso el acero.

El ensayo de compresión es un ensayo simple y directo que se realiza aplicando una fuerza de compresión a una probeta de concreto hasta que se rompe. La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la fuerza aplicada por el área de la muestra.

El ensayo de corte es un ensayo más complejo que el ensayo de compresión. El ensayo se realiza aplicando una fuerza de corte a una muestra del material hasta que se rompe. La resistencia al corte se calcula dividiendo la fuerza aplicada por el área de la muestra.

En el presente estudio se llevaron a cabo las pruebas de compresión de concreto y de corte promedio en acero con el fin de demostrar las propiedades de los materiales ensayados, para que sirva de guía en la enseñanza de estudiantes de ingeniería en la comprensión de las cualidades de los dos materiales más utilizados en la industria de la construcción a lo largo de la historia.

Se tomaron en cuenta las normas y estándares internacionales a la hora de realizar el diseño de los ensayos, pues son las pautas establecidas por los organismos competentes a lo largo de los años para la verificación de las propiedades y bondades de los materiales correctamente.

La estructura del presente trabajo de investigación, se encuentra de la siguiente manera:

Capítulo I: Situación a investigar: se presenta el planteamiento del problema, los objetivos de la investigación, la justificación y el alcance de la investigación.

Capítulo II. Generalidades: ubicación y acceso del área de estudio, características físicas y naturales, geología regional.

Capítulo III. Marco teórico: se presentan los antecedentes relacionados con la investigación, así como un conjunto de aspectos teóricos (recomendaciones, criterios,

formulas y normas) que se ubican en torno a la misma y que serán aplicados tanto en forma cualitativa como cuantitativa.

Capítulo IV. Metodología de trabajo: corresponde a la descripción de la metodología empleada en el desarrollo de la investigación, se señala el tipo y diseño de la investigación, la población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Capítulo V. Análisis e interpretación de los resultados: en este capítulo se presenta el análisis de los objetivos planteados por medio de tablas y gráficos.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones, producto de la investigación; así como los apéndices y anexos que amplían más la información de la presente investigación.

# CAPÍTULO I

## SITUACIÓN A INVESTIGAR

### 1.1 Planteamiento del problema

La ingeniería civil es la rama de la ingeniería que se encarga de realizar el diseño y construcción de obras civiles. Una de las partes fundamentales son los materiales de construcción, pues son los que aseguran el buen funcionamiento en el tiempo de servicio de una obra de ingeniería. El conocimiento de las propiedades, el funcionamiento y comportamiento de dichos elementos con respecto a los esfuerzos producidos sobre ellos son fundamentales en el conocimiento de un ingeniero civil, por lo tanto, los equipos, estudios y pruebas de estos materiales de construcción en esta carrera universitaria son necesarios.

Es un estándar a nivel mundial que las universidades cuenten con laboratorio de ensayo de materiales, como por ejemplo la escuela de ingeniería de Rockwell en la Universidad de Texas., que cuenta con el laboratorio Ferguson donde realizan ensayos estructurales y de materiales. Otro ejemplo es la Universidad de Cambridge, en el Reino Unido, que cuenta en su Edificio de Ingeniería Civil con aproximadamente 5000 metros cuadrados de laboratorios en los cuales realizan pruebas de carga a los materiales, pruebas estructurales y otras relacionadas. A nivel latinoamericano la Universidad Autónoma de Nuevo León, en México, en su facultad de ingeniería civil,

cuenta con laboratorios que realizan pruebas de ensayos mecánicos a metales, además de tecnología en concreto, mecánica de suelos e hidráulica.

A nivel nacional la Universidad de Carabobo, en su facultad de ingeniería civil, también cuenta con departamentos de ingeniería estructural que permite el ensayo de materiales.

La Universidad de Oriente es una institución referente a nivel nacional y latinoamericano, contando con la enseñanza de carreras fundamentales para el desarrollo de una nación, tales como medicina, geología, e ingeniería civil.

El núcleo de la Universidad de Oriente en Anzoátegui, cuenta igualmente con los equipos necesarios para realizar los mencionados ensayos y prácticas de laboratorio. Pero en los últimos años se han venido presentando situaciones críticas para esta institución, como lo es el deterioro provocado de la universidad en varios de los núcleos que posee a lo largo del país. Esto ha resultado en el desmantelamiento de las instalaciones y la pérdida de equipos esenciales para la enseñanza. La Escuela de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Oriente, en el núcleo Bolívar, no cuenta con las instalaciones correspondientes en la actualidad, pues en algún momento existieron, pero los daños recibidos por la universidad han resultado en la falta de los dispositivos imprescindibles.

Los ensayos de laboratorio en este ámbito son realizados en maquinaria especializada, diseñada exclusivamente con este fin, como lo es una máquina de prueba

de presión controlada, en el caso del concreto con el ensayo de compresión o las máquinas de prueba de corte de metales. Estos equipos por lo general son costosos y poco comunes en el mercado nacional.

Debido a la situación actual de la Universidad de Oriente, es necesario hacer una propuesta para contar una alternativa de contingencia que pueda servir a los estudiantes de ingeniería civil realizar ensayos de laboratorio de concreto y de acero, porque actualmente las instalaciones universitarias carecen de los equipos especializados para la realización de los mismos.

En tal sentido, el presente trabajo de investigación consiste en realizar el diseño de una práctica de laboratorio con otro tipo de equipos como una prensa hidráulica que, a pesar de no tener las especificaciones exactas dictadas por la norma, permite tener el mismo significado pedagógico para el entendimiento del comportamiento de materiales comunes en la construcción como lo son el acero y el concreto.

## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

Diseñar los procedimientos necesarios para las prácticas de corte y compresión de concreto del laboratorio de mecánica de materiales de la Universidad De Oriente, núcleo Bolívar.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

1. Realizar ensayo de corte simple en probetas de acero, determinar la resistencia al corte del material.
2. Realizar ensayo de corte doble en probetas de acero, determinar la resistencia al corte doble del material.
3. Realizar el ensayo de compresión de concreto, determinar su resistencia a la compresión.

### **1.3 Justificación de la investigación**

Esta investigación se origina en la necesidad de crear prácticas de ensayos de laboratorio para dar respuesta a la falta de equipos y espacios necesarios para la realización de los mismos. Además, surge de la idea de plantear una alternativa al uso de las máquinas de ensayos especializadas, que además de ser costosas son difíciles de conseguir en el mercado nacional.

La creación de esta práctica permitirá a los estudiantes de ingeniería civil realizar los ensayos necesarios para complementar la información teórica de la resistencia de los materiales y brindar un entendimiento completo y necesario que debe tener un ingeniero civil para trabajar con materiales comunes en una obra civil, como lo son el acero y el concreto.

## CAPITULO II

### GENERALIDADES

#### 2.1 Ubicación geográfica del área

Ciudad Bolívar es la capital del estado Bolívar, el que es territorialmente el estado más grande de la nación. Está a 591 km de Caracas, la capital de la Nación, como se muestra en la figura 2.1. El área del estudio se encuentra ubicada donde fue realizado el ensayo, en la avenida Moreno de Mendoza, sector avenida República, Parroquia Catedral, en Ciudad Bolívar, estado Bolívar, como se observa en la figura 2.1, y en las coordenadas que se señalan en la tabla.



Figura 2.1 Ubicación geográfica de Ciudad Bolívar en el mapa de Venezuela.

## 2.2 Acceso al área de estudio

El área de estudio se encuentra a unos 30 metros de la avenida República, arterial vial de la ciudad, que de acuerdo a las clasificaciones de las carreteras del país es la troncal 19. Se puede acceder cruzando por la avenida Moreno de Mendoza, en la asociación cooperativa Río Azul, que es un taller de mantenimiento y reparación de vehículos pesados y livianos.



Figura 2.2 Ubicación geográfica del área de estudio.

## **2.3 Características físicas y naturales de Ciudad Bolívar**

### **2.3.1 Topografía**

La topografía de la ciudad es ligeramente accidentada con ondulaciones en algunos sectores y con cárcavas.

### **2.3.2 Geomorfología**

C.V.G., (1992), indica que la ciudad está asentada sobre una serie de planicies elevadas denominadas La Sabanita, Llano Alto, Altos del Perú e Hipódromo, entre otros. La presencia los sedimentos de la Formación Mesa en la zona de estudio, han conformado planicies elevadas bien drenadas y disectadas por cauces profundos, disección que ha conformado un relieve tubular, limitado por escarpes de unos 40 metros de desnivel, formando profundos barrancos denominados localmente como “farallones”. Estos barrancos se formaron por la acción de la erosión regresiva que ocasiona el retroceso de las cabeceras de los Ríos Buena Vista, San Rafael y Santa Bárbara y presentan pendientes entre el 8 % y 16 %. (Figura 2.3).



Figura 2.3 Vista aérea de Ciudad Bolívar. Situación de cárcavas de la ciudad (Google Earth, 2009).

### 2.3.3 Geología

La ciudad tiene gran estabilidad tectónica y está conformada por una llanura aluvial en la franja paralela al río Orinoco, con afloramientos ígneos de la Formación Imataca, que forman parte del escudo Guayanés y conforman colinas redondeadas, además presenta entalles en materiales de la formación mesa que produce un paisaje con pendientes suaves.

#### **2.3.4 Altitud**

La altitud es un factor fundamental en el clima, el relieve del estado Bolívar presenta altitudes que oscilan entre los 200,00 y 500, 00 m.s.n.m. en los márgenes del río Orinoco, pero Ciudad Bolívar se ubica entre los 12 m.s.n.m. en la parte más baja, en las orillas del río Orinoco y los 125 m.s.n.m. en la parte más alta, la cual se encuentra ubicada al Sur de la misma.

#### **2.3.5 Clima**

El estado Bolívar, presenta los siguientes tipos de clima: clima de selva (Af), clima sabana (Aw), clima tropical tipo monzónico (Am), según el sistema de clasificación climática de Köeppen.

#### **2.3.6 Temperatura**

En el estado Bolívar la temperatura media alcanza 28°C, las áreas más cálidas están al norte del estado, en alturas ubicadas hasta los 500,00 metros sobre el nivel de mar, que corresponden principalmente a los llanos de inundación de río Orinoco, mientras en Ciudad Bolívar ubicada al Norte la temperatura media anual es de 27,3°C, con una oscilación térmica anual de 3°C, pero en el día y la noche es sumamente marcada.

### **2.3.7 Precipitación**

Para el estado Bolívar, a pesar de tener una precipitación total media anual de 1.160 mm, las precipitaciones varían de Este a Oeste y de Norte a Sur, y en general la pluviosidad aumenta a medida que se avanza al Sur y al Este. Al Norte del estado existe una precipitación moderada desde mayo a septiembre, las lluvias fuertes se presentan en junio y julio y disminuyen intensidad hasta alcanzar la mínima entre noviembre y marzo.

### **2.3.8 Vientos**

En el estado, los vientos son débiles, en las zonas cubiertas por selva, y bastantes fuertes sobre las riberas de los ríos y en las sabanas abiertas que existen en el estado. El comportamiento predominante de los vientos son los alisios del Noreste y del Sureste. Tiene una velocidad media anual de 10,32 Km/h en dirección este (E), excepto en los meses de noviembre y diciembre que su velocidad media anual es de 9,7 Km/h en dirección este-noreste (ENE). Sin embargo, es importante señalar que tal comportamiento de la variable del viento no puede ser generalizado para el área.

### **2.3.9 Geografía**

Ciudad Bolívar, está constituido por las parroquias: Catedral, Agua Salada, Sabanita, Vista Hermosa, Marhuanta, José Antonio Páez, Orinoco, Panapana y Zea. Consta de una superficie de 591 km<sup>2</sup>, está localizada al sur del río Orinoco a

aproximadamente 43 metros de altitud sobre el nivel medio del mar (m.s.n.m), en la parte más estrecha del río se encuentra el principal puerto fluvial del Este de Venezuela. El municipio Angostura del Orinoco limita al Norte con el río Orinoco, al Sur con el municipio Bolivariano de Angostura, al Este con los municipios Caroní y Piar, finalmente, al Oeste con el municipio Sucre.

## CAPITULO III

### MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Antecedentes de la investigación

Jesús D. Vecchione E. y Josue J. García N, en su trabajo de investigación “**Diseño de una práctica de compresión cilíndrica en materiales metálicos para el Laboratorio de Procesos de Fabricación I, realizado para la Universidad de Carabobo**”, concluye que “De los tres parámetros estudiados la lubricación y la relación de esbeltez son los que más afectaron al comportamiento real del cobre, es por ello que el diseño de la práctica se basa en dicho estudio, permitiendo a los estudiantes evaluar efectos que pudieran generarse durante la realización del ensayo como: la fricción, abarrilamiento, pandeo y otros, contribuyendo con esto a su formación académica”. (p. 155).

La investigación mencionada es de relevancia, porque indica la importancia de los ensayos de laboratorio, así como estudios mecánicos del acero en la formación académica de los estudiantes de ingeniería. Además, ejemplifica el diseño de una práctica de laboratorio, compartiendo el mismo objetivo con este trabajo de investigación.

Geneabel J. Barroso L. y Carlos R. Gómez (2011), en su trabajo de grado para la facultad de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar titulado **“Análisis de la incorporación de materiales reciclados de los residuos de la construcción, para ser usados como agregados en elementos estructurales o no estructurales”**, concluyen que, “de cualquier forma, está totalmente justificado el estudio de este material como material de construcción, ya que desde un punto de vista tanto técnico como medioambiental, es un material totalmente válido, con las consideraciones descritas, que contribuye a solucionar un grave problema de la sociedad desarrollada como es el excesivo destino de materiales a vertedero”. El estudio del uso de concreto reciclado como agregados para el concreto es una investigación indispensable para el entendimiento de las propiedades del concreto, y cómo varía con respecto a la fabricación del mismo y los materiales que son utilizados en ese proceso. (p.128).

Andreina Piñero P. (2011), en su trabajo de grado **“Validación y estimación de la incertidumbre del ensayo a compresión de cilindros de concreto normalizado según la norma COVENIN 338:2002, con variante según la norma ASTM c1231.”** Presentado a la Universidad Central de Venezuela, en este trabajo se concluye que, “se diseñó y desarrollo una metodología que permitió la validación y estimación de la incertidumbre del Ensayo a Compresión de cilindros de Concreto normalizado según la Norma COVENIN 338:2002”. Es de relevancia debido al interés académico que

tiene esta investigación, debido a que aporta a los laboratorios de ingeniería civil de la Universidad Central de Venezuela un método para la validación y estimación de incertidumbre. (p.81).

## **3.2 Bases teóricas**

### **3.2.1 Acero**

El acero es una aleación, que casi en su totalidad es de hierro en un 98% o más y el resto contiene carbono en pequeñas cantidades, además de sílice, manganeso, azufre, fosforo y otros elementos. A pesar de los diferentes materiales en pequeña proporción, el carbono es el que tiene un mayor efecto en las propiedades del acero. La dureza y resistencia aumentan a medida que el porcentaje de carbono se eleva, pero resulta en un acero más quebradizo y su soldabilidad disminuye considerablemente. Si el carbono disminuye, el acero más suave y más dúctil pero también menos resistente. La adición de elementos tales como cromo, sílice y níquel produce aceros considerablemente más resistentes. Estos aceros, por lo tanto, son apreciablemente más costosos y a menudo no son fáciles de elaborar. La ductilidad del acero es relacionada con la resistencia del mismo, una baja ductilidad significa comúnmente con las altas resistencias de los aceros. En la ingeniería civil, no es deseado un acero de alta resistencia, pero baja ductilidad, por el uso que se le da en las estructuras, ya que un acero frágil puede fallar repentinamente por sobrecarga lo que significa que deformación es poca a medida que

se le aplican los esfuerzos, o durante el montaje es posible la falla debido al impacto por golpes durante el proceso de montaje.

### **3.2.2 El concreto**

Según Porrero, Ramos y otros (2008), el concreto, también denominado hormigón, es una mezcla de cemento, agua y áridos como grava, arena, gravilla y piedra. Ha sido por años el material más utilizado en la industria de la construcción. En el Manual del Concreto Estructural, se le considera constituido por una parte pastosa y moldeable, que tiene la propiedad de endurecer con el tiempo, y la otra son trozos pétreos que quedan englobados en esa pasta. La principal característica estructural del concreto es que resiste muy bien los esfuerzos de compresión, pero no tiene propiedades de resistencia a la tracción. (pp. 36-50).

Por otro lado, en la publicación Tecnología del Concreto en el año 1998, Neville y Brooks, definen el concreto como un producto o masa conformada por un medio aglutinador, siendo este medio aglutinador el producto de la reacción entre cemento hidráulico y agua.

### **3.2.3 Resistencia del concreto**

Es la capacidad del concreto para resistir cargas que tienden a reducir su tamaño, además de ser la característica mecánica más importante del concreto, permitiendo evaluar su calidad. Se determina empleando ensayos en un conjunto de probetas normalizadas, tomando el promedio de los resultados, en una fecha determinada y siguiendo un procedimiento establecido. El número de muestras varía dependiendo del grado de probabilidad esperado, de la importancia de la obra y de la precisión necesaria.

### **3.2.4 Ensayo de resistencia a compresión**

El ensayo de resistencia a la compresión, en Venezuela, está normalizado según la Norma COVENIN 338:2002, que tiene por nombre: “Concreto. Método para la elaboración, curado y ensayo a compresión de cilindros de concreto”. A su vez está basada en la norma ASTM C39. Dicha norma establece que, al menos en Venezuela, las probetas deben ser de forma cilíndrica de 15 cm de diámetro y 30 cm de alto. En otros países pueden ser de forma cúbica, pero está normalizado que en Venezuela sean cilíndricas. (Porrero S, Ramos R, Grases G & Velazco, 2009), (p.50).

El ensayo consiste en someter a una serie de probetas a compresión a través de una máquina de ensayos, que debe tener la capacidad suficiente para que produzca la rotura del concreto. Las probetas deben estar centradas cuidadosamente y luego se aplica la compresión, con el área limpia y sin polvo, grasa u otro material extraño. En el caso de

las máquinas de tipo mecánico el desplazamiento del cabezal debe ser aproximadamente de 1,3 mm por minuto; en las máquinas operadas hidráulicamente se aplicará una presión a una tasa constante dentro del rango de 1,4 kg/cm<sup>2</sup>/seg a 3,5 kg/cm<sup>2</sup>/seg. Durante la aplicación de la primera mitad de la presión, se permite incrementar dicha tasa. (COVENIN 338:2002).

La norma establece que la resistencia del concreto se determina al conocer el promedio de los resultados válidos sobre un conjunto de probetas normalizadas, las cuales serán de forma cilíndrica con diámetro de 15 cm y altura de 30 cm. Se debe trabajar siempre con un conjunto mínimo de probetas para contar con una confiabilidad estadística, el número mínimo acostumbrado suele ser tres por cada edad y condición de ensayo. (Porrero S, Ramos R, Grases G & Velazco, 2009). (p.51).

La prueba de resistencia se realiza en una máquina de ensayo tal como se aprecia en la figura 3.1, que muestra un cilindro y las partes que hacen contacto con él en la máquina de ensayos.

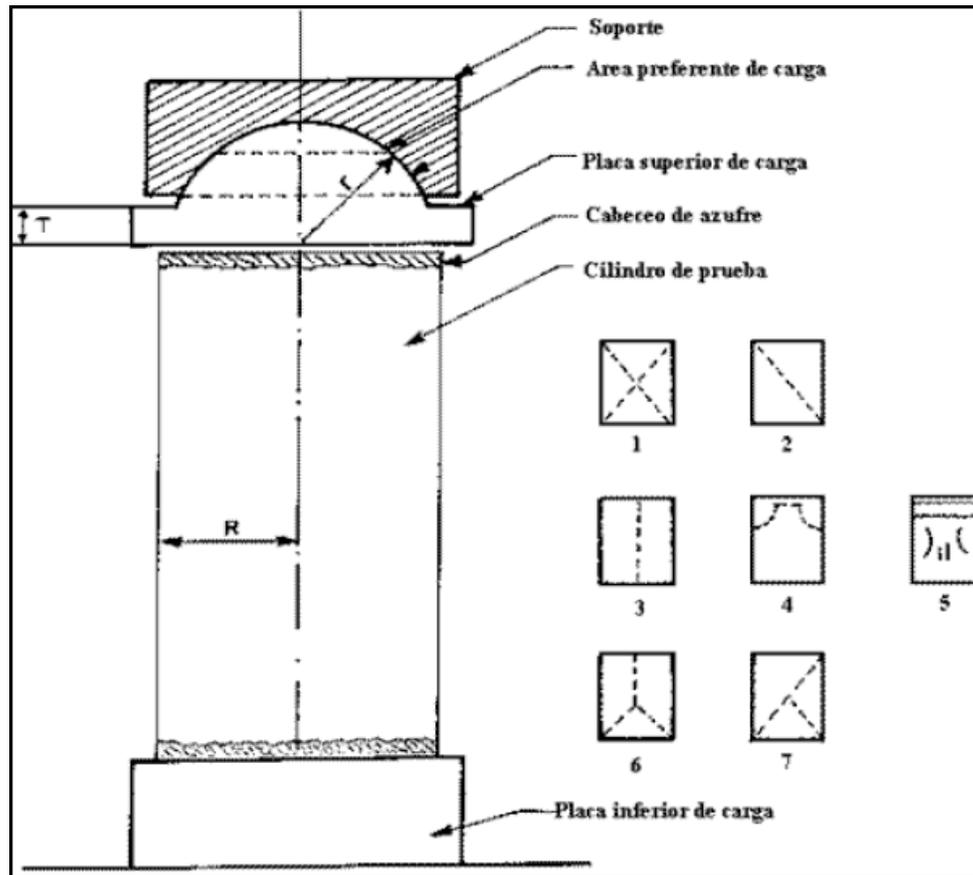


Figura 3.1 Diagrama de ensayo de resistencia a la compresión de concreto

### 3.2.5 Resistencia promedio requerida ( $F_{cr}$ ).

Es la resistencia media a la compresión que se espera en el diseño de la mezcla de concreto, que depende del material utilizado. Para las especificaciones técnicas de una obra, se recomienda como medida de seguridad que esta resistencia siempre sea superior a la resistencia de cálculo del proyecto, debido a que depende de la calidad de los materiales además de la exactitud de las proporciones, por lo que en su preparación puede haber variación, que viene a ser la desviación estándar. La diferencia entre la

resistencia de cálculo y la resistencia requerida, está dada en función de la desviación estándar, en si es conocida o no.

### 3.2.6 Esfuerzo de corte

El esfuerzo de corte ocurre cuando dos fuerzas son aplicadas en un mismo elemento, que ocasionan tensiones o compresiones paralelas a la sección transversal del elemento, lo que se traduce en que un elemento está intentando ser cortado.

El esfuerzo cortante o de cizalladura está definido por:

$$\tau = \frac{V}{A} \quad (3.1)$$

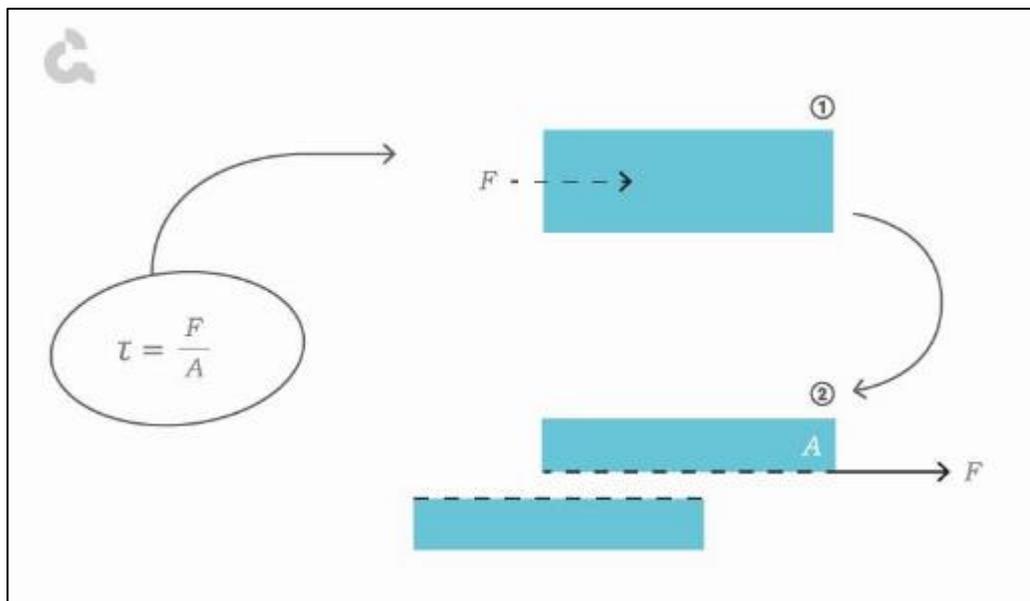


Figura 3.2 Diagrama de esfuerzo de corte (Flow, Autmix Industrial Group, 2023)

### **3.2.7 Ensayo de corte**

Es llamado a menudo como ensayo de corte "transversal". El ensayo de corte directo consiste sujetar una probeta de un material, de manera que los esfuerzos flexionantes se minimicen, aplicando una carga cortante sin que se vea afectada por la flexión del material a ensayar, hasta que ocurra la fractura por corte. Este método otorga una aproximación de los valores correctos de la resistencia al corte debido a la flexión o la fricción entre las partes de la herramienta o a ambas.

#### **3.2.7.1 Ensayo de corte directo.**

Para el ensayo de corte directo de metales, usualmente se sujeta una barra en algún dispositivo que apriete una porción de la probeta mientras que la restante es sometida a una carga por medio de sujetadores o "dados" adecuados. En la herramienta cortante del tipo Johnson, se usa una barra de sección rectangular aproximadamente de 1" por 2" o una varilla cilíndrica de aproximadamente 1" de diámetro. Como se muestra en la figura 3.3, la probeta A se sujeta a la base C. La fuerza aplicada a la herramienta de carga rompe la probeta en corte simple. Si la probeta se extiende hasta el punto B y se forma un puente, queda sometido al corte doble.

Los ensayos de corte directo ordinariamente se hacen en máquinas de ensaye de compresión o tensión.

En el ensayo de corte directo, el dispositivo de ensaye debe sujetar la probeta firmemente y conservar la buena alineación, y la carga debe aplicarse uniformemente en forma perpendicular al eje de la pieza. En un ensayo de corte simple, cuando se usa equipo similar al mostrado en la figura 3.3, la probeta debe extenderse suficientemente por debajo de la herramienta de carga E para evitar los esfuerzos de opresión altos.

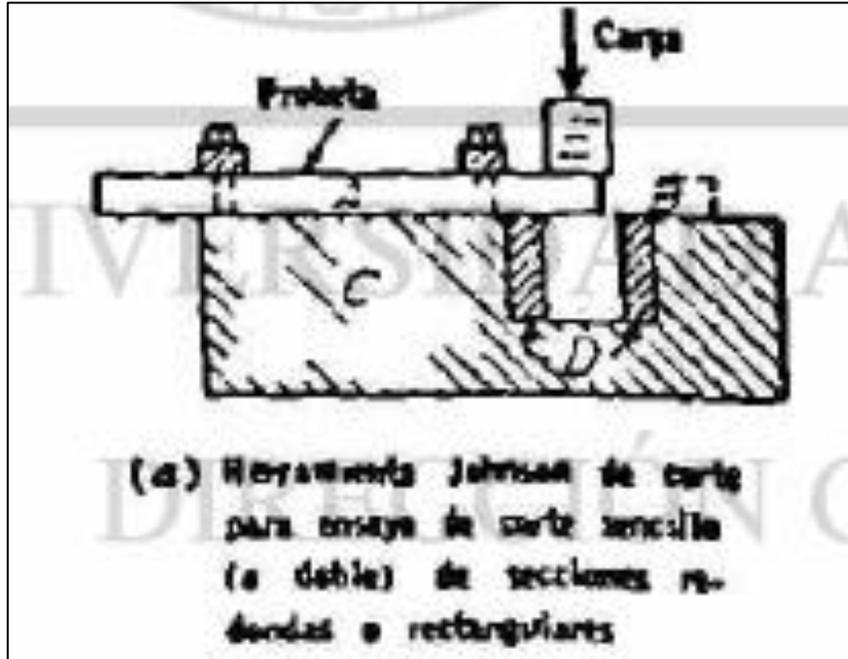


Figura 3.3 Diagrama de ensayo de corte simple (Fuentes Espinoza, 1982)

### **3.2.7.2 Prueba de corte simple**

Según la norma ASTM F606/F606M-16, esta prueba está destinada a determinar la capacidad de un pasador para soportar una carga predeterminada cuando se aplica transversalmente al eje de un tornillo, pasador, remache, etc. El corte se define como una acción causada por fuerzas aplicadas que hace que dos partes adyacentes de un cuerpo se deslicen entre sí para provocar la separación.

Los ensayos de corte se pueden realizar en dispositivos de corte simple de tipo tensión o de compresión. El espécimen se debe ensayar utilizando placas de acero endurecido de espesor suficiente para evitar la falla del apoyo.

Los orificios en las placas de corte deben ser de 1,5 mm para sujetadores métricos, con orificios biselados de 0,25 mm para aliviar los bordes afilados. Se debe evitar que las placas de corte se separen por medio de una plantilla adecuada o usando una tuerca en el perno de prueba apretada con los dedos. El espécimen de prueba, cuando se ensambla en la plantilla de corte, se debe montar en una máquina de prueba de tracción capaz de aplicar carga a una velocidad controlable.

Se debe tener cuidado al montar el espécimen para asegurar que la carga se transmita en línea recta transversalmente a través del perno de prueba. La carga debe aplicarse y continuarse hasta la fractura del pasador. La velocidad de ensayo determinada con una cruceta de marcha libre no debe ser inferior a 6,0 mm/min ni superior a 12,0 mm/min.

La carga máxima aplicada al espécimen, debe registrarse como la resistencia al corte del pasador y debe coincidir con la fractura del pasador o antes de ella.

A discreción de la actividad de ensayo, no es necesario continuar los ensayos hasta su destrucción siempre que la muestra soporte, sin evidencia de fractura del perno, la carga mínima especificada. (Figura 3.4).

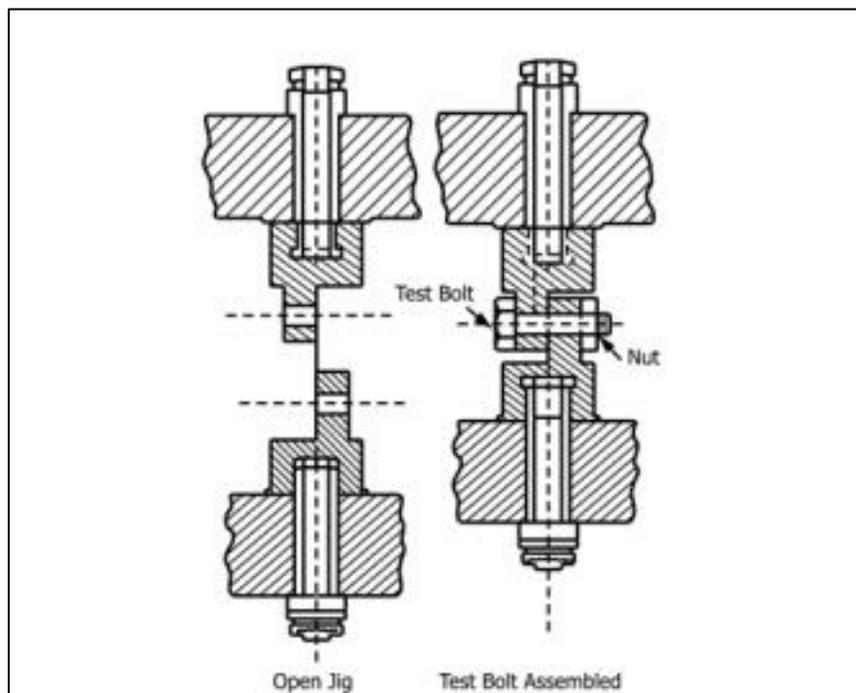


Figura 3.4 Diagrama de ensayo de corte simple (ASTM F606/F606M-16).

### 3.2.7.3 Método de ensayo de prueba de corte doble

La prueba de corte doble se utiliza para determinar la resistencia al corte (esfuerzo de cizallamiento último) de una probeta. La máquina de ensayo universal (UTM, Universal Testing Machine) se puede utilizar para realizar ensayos de corte doble.

La resistencia al corte se define como la carga máxima normalmente aplicada al eje de un pasador que se puede soportar antes de la fractura. El corte doble es una carga aplicada en un plano que daría como resultado que el pasador se cortara en tres piezas (figura 3.5), mientras que el corte simple daría como resultado dos piezas de pasador.

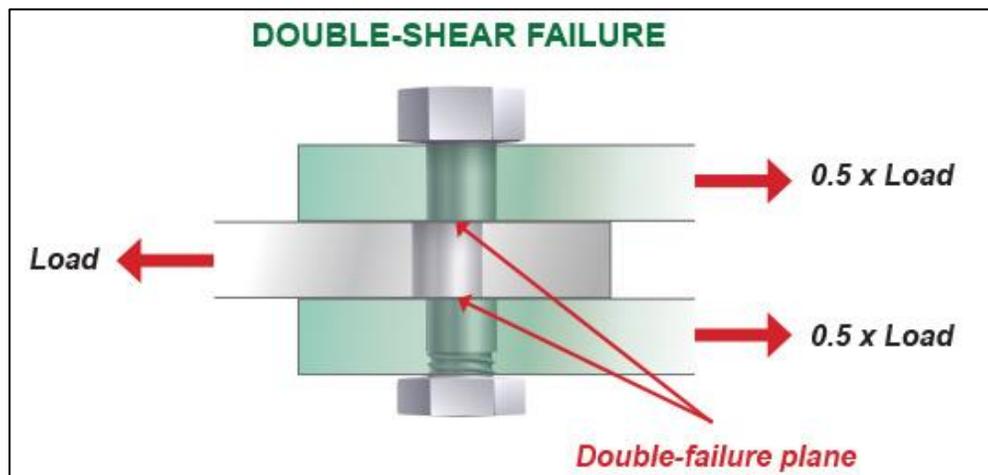


Figura 3.5 Diagrama de ensayo de corte doble a tensión (H&W, 2023).

La resistencia al corte del material es el esfuerzo cortante último ( $T_{\text{máx}}$ ) alcanzado por el espécimen, que bajo doble corte está dado por,

$$T_{\text{máx}} = F/2A \quad (3.2)$$

Dónde,

F: Carga máxima a la que se rompe la probeta

A: área de la sección transversal de la muestra.

El rango de carga al que se ajustará la máquina para la prueba se selecciona en función de la carga máxima F esperada que se aplicará a la muestra. Esto se calcula a partir del límite elástico  $f_y$  y el factor de seguridad (F.S), de la siguiente manera:

El esfuerzo cortante permisible T para acero dulce es,

$$T = 0.45f_y \quad (3.3)$$

Por lo tanto,

$$T_{\text{max}} = (F.S) 0.45f_y \quad (3.4)$$

$$F = 0.9 (FS) \cdot f_y \cdot A \quad (3.5)$$

Los pasos para el ensayo serán los siguientes.

1. Se determina el diámetro de la probeta con la ayuda de un calibrador Vernier.  
Se medirá el diámetro de la muestra en tres secciones (inicio, mitad y final).
2. Con la ecuación (3.4), se calcula la carga máxima que se espera aplicar sobre la probeta, con lo que se selecciona el rango de carga que se utilizará en la prueba.
3. Se configura la máquina de ensayos colocando el rango de carga.
4. Se ensambla el molde para la prueba y se coloca la probeta.
5. Se coloca el ensamblaje en el centro de la máquina de ensayos y se ajusta los cilindros de la máquina de ensayos para que quede ajustado el molde en ella
6. Se aplica la carga gradualmente hasta que la probeta se rompa.
7. Se anota la carga última aplicada sobre el espécimen.
8. Finalmente, se calcula la resistencia al corte de la muestra de acero con los datos arrojados por la prueba

### 3.2.5 Diagrama de esfuerzo-deformación

El diagrama de esfuerzo-deformación de un material es la gráfica que representa la relación existente entre el esfuerzo que es sometido un material y la deformación que experimenta el mismo.

Generalmente, para determinar el diagrama de esfuerzo-deformación se lleva a cabo un ensayo de tensión sobre una probeta del material. En una probeta cilíndrica, el área de la sección transversal de la sección central de la probeta se determina con exactitud y se hacen dos marcas de calibración en dicha porción a una separación de  $L_0$ . La distancia  $L_0$  se conoce como la longitud base de la probeta. Se debe colocar la probeta en una máquina de ensayo, usada para aplicar una carga axial  $P$ .

Al aplicar la carga  $P$  y aumentarla, ocurre la deformación. Esta se traduce en el incremento de distancia entre las dos marcas de calibración de la probeta, llamándose distancia  $L$ , se mide con un indicador de caratula. Por otro lado, está la deformación, que para ensayos a tensión se conoce como alargamiento, tendrá la forma de  $\delta = L - L_0$  y se registra para cada valor de  $P$ . Además, se emplea otro indicador de caratula para registrar la variación del diámetro de la probeta a medida que se aplica la carga. Con frecuencia un segundo indicador de caratula se emplea de manera simultánea para medir y registrar el cambio de diámetro en la probeta.

El esfuerzo, viene dado por

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (3.6)$$

Donde:

$\sigma$  = Esfuerzo

P = Carga aplicada

A = Área de la probeta

Y la deformación unitaria, viene dada por

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L_0} \quad (3.7)$$

Donde:

$\varepsilon$  = Deformación unitaria

$\delta$  = Alargamiento

$L_0$  = longitud base de la probeta

El diagrama de esfuerzo-deformación se puede obtener graficando  $\varepsilon$  como la abscisa y  $\sigma$  como la ordenada.

Dependiendo del material el diagrama esfuerzo-deformación varía en forma considerable, además que los distintos tipos de ensayos de tensión aplicados en el mismo material pueden arrojar resultados diferentes, dependiendo de la temperatura de la probeta y de la velocidad de aplicación de la carga. A pesar de eso, es posible diferenciar características comunes y dividir los materiales en dúctiles y frágiles.

Como material dúctil, tenemos el acero estructural y otras aleaciones de metales. Su característica es que pueden fluir a temperaturas normales. En estos materiales la longitud se incrementa primero linealmente con la carga y a una tasa muy lenta, obteniendo una gráfica de línea recta con pendiente pronunciada. Todos los materiales alcanzan un valor crítico de esfuerzo  $\sigma_Y$  y en este caso, la probeta sufre una gran deformación con un pequeño aumento de la carga aplicada y al mismo tiempo el diámetro de una parte de la probeta comienza a disminuir, generando un fenómeno llamado estricción. Después de que comienza la estricción, cargas algo menores son suficientes para lograr que la probeta se alargue aún más, hasta que finalmente se fracture.

El esfuerzo  $\sigma_Y$ , donde se alcanza el valor crítico, es donde comienza la fluencia y se llama resistencia de fluencia o cedencia del material. El esfuerzo  $\sigma_U$  corresponde al valor donde se produce la gran deformación con poca carga aplicada, que es la máxima carga aplicada al material se conoce como la resistencia última. Finalmente, el esfuerzo  $\sigma_B$  correspondiente a la fractura se denomina resistencia a la fractura.

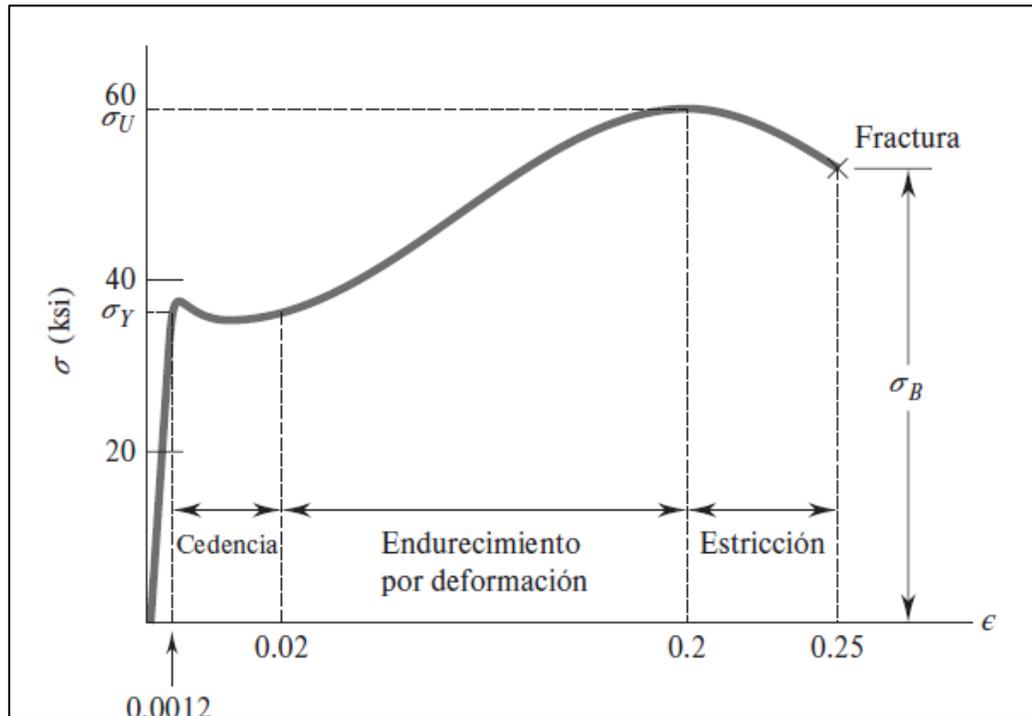


Figura 3.6 Diagrama de esfuerzo-deformación de Acero al bajo carbono.

Los materiales frágiles tienen la característica de que la fractura ocurre sin una deformación notable como lo son los casos del hierro fundido, el vidrio y la piedra. No tienen un cambio notable previo de la tasa de alargamiento. Lo que resulta en que, para los materiales frágiles, no hay diferencia entre la resistencia última y la resistencia a la fractura. Además, la deformación unitaria al momento de la fractura es mucho menor para los materiales frágiles que para los materiales dúctiles.

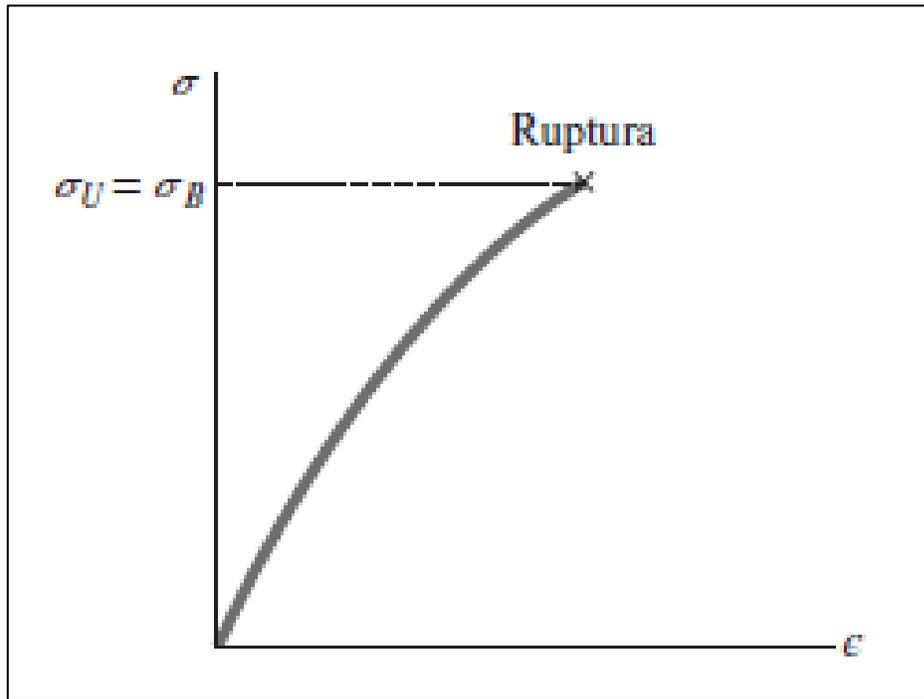


Figura 3.7 Diagrama esfuerzo – deformación para materiales frágiles típicos.

El concreto es un material frágil, que cuenta con diferentes propiedades a tensión y a compresión. En el diagrama de esfuerzo – deformación de este material, para esfuerzos a tensión, en el diagrama se observa primero un rango elástico lineal en el que la deformación es proporcional al esfuerzo. Después de que se ha alcanzado el punto de cedencia, la deformación aumenta más rápidamente que el esfuerzo hasta que ocurre la fractura.

Bajo esfuerzos de compresión, el concreto tiene un comportamiento diferente. Primero, el rango elástico lineal es significativamente mayor. Segundo, la ruptura no ocurre cuando el esfuerzo alcanza su máximo valor. En lugar de esto, el esfuerzo

decrece en magnitud mientras que la deformación sigue aumentando hasta que la ruptura ocurre.

El módulo de elasticidad del concreto, es el mismo en tensión que en compresión y es representado por la pendiente de la curva de esfuerzo-deformación en su porción lineal.

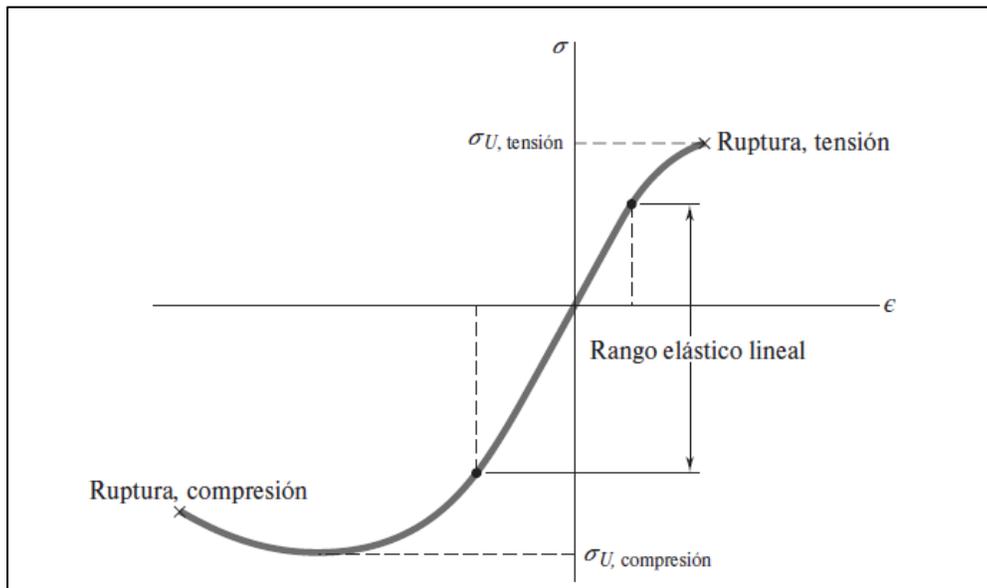


Figura 3.8 Diagrama de esfuerzo deformación del concreto.

### **3.3 Bases legales**

#### **3.3.1 ASTM F606/F606M**

Esta prueba está destinada a determinar la capacidad de un pasador para soportar una carga predeterminada cuando se aplica transversalmente al eje del sujetador. El corte se define como una acción o tensión causada por fuerzas aplicadas que hace que dos partes adyacentes de un cuerpo se deslicen entre sí para provocar la separación. Los ensayos de corte se pueden realizar en dispositivos de corte simple de tipo tensión o de compresión.

La probeta se debe ensayar utilizando placas de acero endurecido de espesor suficiente para evitar la falla del apoyo. Los orificios en las placas de corte deben ser de 1/16 de pulgada para pasadores en pulgadas y de 1,5 mm para pasadores métricos. Los orificios se biselarán 0,010 pulg. o 0,25 mm para aliviar los bordes afilados. Se debe evitar que las placas de corte se separen por medio de una plantilla adecuada o usando una tuerca en el perno de prueba apretada con los dedos.

La probeta cuando se ensambla en la plantilla de corte, debe montarse en una máquina de ensayo de tracción capaz de aplicar carga a una velocidad controlable. Las mordazas deben ser auto alineables y se debe tener cuidado al montar el espécimen para asegurar que la carga se transmita en línea recta transversalmente a través del

perno de prueba. La carga debe aplicarse y continuarse hasta la fractura del perno. La velocidad de ensayo determinada con una cruceta de marcha libre no debe ser inferior a 1/4 pulg. 6,0 mm ni superior a 1/2 pulg/min o 12,0 mm/min.

### **3.3.2 Norma venezolana COVENIN 338:2002 concreto. Método para la elaboración, curado y ensayo a compresión de cilindros de concreto.**

Esta Norma Venezolana contempla el método para la elaboración, curado y ensayo a compresión de probetas cilíndricas de concreto.

#### **3.3.2.1 Máquina de ensayo**

Utilizada en los ensayos de compresión, siempre que su capacidad sea suficiente para producir la rotura de la probeta y se pueda regular la velocidad de carga, de modo que se alcance la velocidad requerida para el ensayo. Debe estar provista de dos platos de acero cuya dureza Rockwell C no sea inferior a 60 (HRC). Uno de estos platos, preferiblemente el que se apoya sobre la base superior de la probeta debe ir montado sobre una rótula esférica.

#### **3.3.2.2 Método de ensayo**

Las caras de compresión deben ser rematadas de tal forma que se logre el paralelismo entre las caras del cilindro. Las superficies de compresión deben ser visiblemente planas, sin grumos, ralladuras o defectos visibles.

Para el momento del ensayo el remate debe tener una resistencia superior a la del concreto que se va a ensayar, como el mortero de azufre, pero pudiéndose emplear cualquier material capaz de proporcionar en el momento el ensayo, la resistencia y la adherencia necesaria. El espesor de la capa de remate debe estar entre 2 y 3% de la dimensión lateral (cara de la probeta).

Los cilindros se deben ensayar a la edad prevista, con una tolerancia de  $\pm t/14$ .

Donde,

$t$  = Edad prevista de la probeta para el ensayo

La sección de la probeta se determina en su zona central y el diámetro de cálculo es el promedio de los diámetros ortogonales aproximados hasta el milímetro entero más próximo.

### **3.3.2.3 Procedimiento**

Los cilindros se colocan en la máquina de ensayo, se centran cuidadosamente y se comprimen. Tanto las superficies rematadas de los cilindros y los platos de la máquina deben estar exentos de polvo, grasa y de cualquier otro material extraño.

En el caso de las máquinas de tipo mecánico el desplazamiento del cabezal debe ser aproximadamente de 1,3 mm. por minuto; en las máquinas operadas hidráulicamente se aplicará una presión a una tasa constante dentro del rango de 1,4 kg/cm<sup>2</sup>/seg a 3,5 kg/cm<sup>2</sup>/seg. Durante la aplicación de la primera mitad de la presión, se permite incrementar dicha tasa.

#### **3.3.2.4 Expresión de los resultados**

La resistencia a compresión de cada cilindro se calcula por la siguiente fórmula:

$$R_c = P/A \quad (3.7)$$

Donde:

R<sub>c</sub> = Resistencia a compresión kgf/cm<sup>2</sup>

P = Carga máxima aplicada, kgf

A = Área de la sección transversal del cilindro, cm<sup>2</sup>

### 3.3.2.5 Informe

Se debe elaborar un informe que tenga los siguientes datos:

1. Identificación de los cilindros.
2. Condiciones de muestreo y de curado, incluyendo fecha y hora de la elaboración del cilindro, así como el asentamiento de la mezcla.
3. Fecha y hora del ensayo.
4. Edad del cilindro, con una aproximación de  $+ t/14$ , pero no mayor de medio día.
5. Dimensiones del cilindro
6. Esfuerzo máximo de cada cilindro en  $\text{kg/cm}^2$ , redondeando al entero más cercano.
7. Resistencia promedio de los cilindros por cada condición de ensayo y pertenecientes a una misma muestra.
8. Desviación estándar del ensayo.
9. Información acerca de la muestra ensayada, indicando por escrito las condiciones de remate, tipo de falla y el aspecto de los agregados.

### 3.4 Nomenclaturas

**A** = Área de la sección transversal (cm<sup>2</sup>)

**D** = Diámetro (cm)

**P** = Última carga (kg)

**t** = Superficie de contacto de la probeta con la herramienta de corte

**τ** = Esfuerzo cortante (kg/cm<sup>2</sup>)

### 3.5 Fórmulas empleadas

**Esfuerzo de corte simple**

$$\tau = \frac{P}{A}$$

**Esfuerzo de corte doble**

$$\tau = \frac{P}{2 \cdot A}$$

### **Esfuerzo de compresión de concreto**

$$R_c = \frac{P}{A}$$

### **Área de un círculo**

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

### **3.6 Definición de términos básicos**

#### **Probeta**

Es una muestra representativa de un material de construcción, como el concreto o el acero, que se utiliza en ensayos de laboratorio para evaluar sus propiedades mecánicas. (Jack C. McCormac.).

#### **Esfuerzo**

La fuerza interna por unidad de área que actúa en un material. (Ferdinand P. Beer, E. Russell Johnston Jr. y John T. DeWolf).

#### **Deformación**

El cambio en la forma o la geometría de un cuerpo debido a la aplicación de una carga o un esfuerzo. (Braja M. Das).

### **Máquina de ensayos universal (UTM)**

También conocida como Universal Testing Machine, es una máquina utilizada para aplicar una carga uniaxial a una muestra de material y medir la respuesta de la muestra a esa carga. (William D. Callister Jr. y David G. Rethwisch).

### **Cedencia**

El punto en el cual un material sometido a una carga comienza a deformarse permanentemente sin que la carga siga aumentando. (Ferdinand P. Beer y E. Russell Johnston Jr.).

### **Ensayo**

Es una prueba de laboratorio que se realiza en una muestra de material para determinar sus propiedades mecánicas, como la resistencia y la elasticidad. (Jack C. McCormac).

### **Resistencia**

Se define como la capacidad de un material o una estructura para soportar cargas sin sufrir deformaciones inaceptables o fallas estructurales. (Craig L. Christensen).

## **Práctica de laboratorio**

Una actividad en la que se lleva a cabo un experimento o una prueba en un ambiente controlado de laboratorio para investigar y aprender sobre un concepto o principio en particular. William D. (Callister Jr. y David G. Rethwisch).

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA DEL TRABAJO**

#### **4.1 Nivel de la investigación**

Para poder interpretar los resultados de los ensayos de probetas de concreto, es necesario conocer las características y presentar los resultados de manera que sean aprovechables para diseñar prácticas de laboratorio. Por dichas razones, resulta necesario que el estudio se base en una investigación tipo descriptiva y exploratoria.

##### **4.1.1 Investigación descriptiva**

Según Lerma, H. (2003): “la investigación descriptiva tiene por objeto describir el estado, las características, factores y procedimientos presentes en fenómenos y hechos que ocurren en forma natural, sin explicar las relaciones que se identifiquen. (p.43). O como refiere Tamayo (2004), que sostiene que la misma comprende la descripción, registro, análisis e interpretación del fenómeno en estudio. (p.72).

##### **4.1.2 Investigación exploratoria**

Según Arias, F. (2006), "La investigación exploratoria es aquella que se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto, es decir un nivel superficial de conocimiento". (p.23).

## **4.2 Diseño de la investigación**

Con el propósito de orientar la investigación y las estrategias para lograr los objetivos planteados, el diseño de la investigación será documental, experimental y de campo.

### **4.2.1 Investigación documental**

Según Salvador Mercado (2003), expresa: “La investigación documental es una técnica que consiste en la selección y recopilación por medio la lectura y crítica de documentos y materiales bibliográficos, de bibliotecas, hemerotecas, centros de documentación e información” (p.75).

### **4.2.2 Investigación experimental**

Según Arias, F (2012), define: La investigación experimental es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento, para observar los efectos o reacciones que se producen. La investigación estará basada en pruebas de laboratorio de probetas de concreto y metálicas, que concuerda con la definición de investigación experimental. (p.45).

### **4.2.3 Investigación de campo**

Según Arias, F. (2006), una investigación de campo “consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna” (p. 31).

## **4.3 Población y muestra**

### **4.3.1 Población**

Balestrini, M. (2006), expresa que: “una población o universo puede estar referido a cualquier conjunto de elementos de los cuales pretendemos indagar y conocer sus características, o una de ellas, y para el cual serán válidas las conclusiones obtenidas en la investigación”. También es referida por Arias, F. (2006), como “un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”. La población de la investigación son las probetas de concreto y acero que serán seleccionadas para llevar a cabo los procesos experimentales. (p. 83).

### **4.3.2 Muestra**

Según Hernández R. (2003), define la muestra como el subgrupo de la población de la cual se recolectan datos, y este debe ser representativo de dicha población. (p.32).

Las muestras serán las 3 probetas de concreto y las 3 probetas de acero que se utilizarán para hacer el ensayo.

### **4.4 Técnicas de recolección de datos**

Para la obtención de información relevante proveniente de la realidad objeto de estudio será necesario utilizar distintos instrumentos de recolección, como lo define Hernández, Fernández y Baptista (2014), el instrumento de recolección de datos es "un medio para recopilar información que permita responder a las preguntas de investigación y objetivos planteados" (p. 229). El método o técnica será la observación directa, pues según Taylor y Bogdan (1992), la observación directa es "la técnica de recopilación de datos que implica la observación sistemática y registro de los comportamientos, acciones, eventos o fenómenos tal como ocurren en el entorno natural". (p. 67). Dicha técnica se acopla a la naturaleza de la investigación, pues en el ensayo de laboratorio de probetas, la observación directa es el método por excelencia, visualizando la carga máxima que soportan las probetas al ser sometidas al ensayo. Además, se realizó una revisión bibliográfica, para recopilar y entender las normas

pertinentes a dichos estudios, además de conocer los métodos de ensayo estandarizados.

#### **4.5 Técnicas de procesamiento y análisis de los datos**

Según Kothari c. r. (2004), las técnicas de procesamiento de datos son "los procedimientos mediante los cuales los datos recopilados se organizan, tabulan y presentan para su análisis". Así es como, para cumplir con los objetivos planteados, se hizo necesario usar diferentes técnicas de recopilación de datos, para la elaboración del estudio. Se procedió a realizar el análisis del contenido cuantitativo, para examinar los datos que arrojaron los ensayos y procesarlos en gráficos. (p. 112).

##### **4.5.1 Recopilación de información**

En esta etapa se localizaron todas las fuentes de información posibles, tales como tesis, libros, ensayos ya realizados, artículos y las normas venezolanas e internacionales con sus estándares, que facilitarían la comprensión de estos ensayos además de la razón por la que son realizados y los pasos que se deben seguir para su ejecución.

#### **4.5.2 Análisis de contenido cuantitativo**

Sabino, C (2003), establece que, el análisis de los datos cuantitativos se efectúa, con toda la información numérica resultante de la investigación. Esta luego del procedimiento sufrido, se presentará como un conjunto de tablas, cuadros y medida, a las cuales habrá que pasar en limpio, calculando sus porcentajes y otorgándoles forma definitiva... (p. 197).

El análisis de contenido cuantitativo comprende los cálculos realizados, el ensayo de resistencia a la compresión y el ensayo de corte promedio, presentados en forma de tablas y figuras, los cuales se llevaron a cabo aplicando unas series de ecuaciones y procedimiento matemáticos, así como de programas como Microsoft Excel.

#### **4.6 Etapas del desarrollo de la investigación**

##### **4.6.1 Ensayo de corte simple en probetas de acero**

En el ensayo de corte simple, se usaron los siguientes instrumentos:

A. Máquina de ensayos (Prensa hidráulica)

Marca: STENHOJ

Capacidad: 100 ton

Apreciación: 5000kg

B. Vernier

Marca: Aerospace

Capacidad: 150mm

Apreciación: 0.02mm

C. Probeta de acero

Diámetro: 1.27 cm. (1/2")

Para realizar el ensayo de corte simple en acero se procedió de la siguiente manera:

- A. Se midieron las probetas en tres lugares diferentes, con un vernier en ambas puntas y en el medio, para conocer el promedio del diámetro de las probetas.
- B. Luego se fijaron las probetas en el montaje o en el molde, asegurando que un solo extremo está fijo en el montaje.
- C. Se procedió a medir con el vernier el sobresaliente de la probeta (siendo esta el espesor) y se colocó el macho en esta.
- D. Seguidamente se comenzó a bombear la máquina hasta que el montaje macho entre en contacto con la probeta.
- E. Se aplicó la carga lentamente hasta que la probeta falle, tomando la lectura de la ruptura.
- F. Se bajó la válvula de alivio, se subió el pistón y se procedió a quitar el macho y montaje de la máquina.

Se obtuvieron los datos de laboratorio que corresponden a: medidas de diámetro, largo y alto (cm) y lectura de carga de ruptura de los bloques sometidos a ensayos de corte simple de acero. El valor de estos datos se tabuló con el módulo de entrada presentado en la tabla 4.3.

Tabla 4.1 Datos de ensayo de corte simple en acero

Probeta N°	Material	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	Esfuerzo cortante (Kg/cm <sup>2</sup> )

El área se obtuvo aplicando la fórmula de área de una circunferencia:

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (4.3)$$

Donde,

D = Diámetro

Luego, el esfuerzo cortante simple ( $\tau$ )

$$\tau = \frac{P}{A} \quad (4.4)$$

Donde,

$\tau$  = esfuerzo de corte

#### 4.6.2 Ensayo de corte doble en probetas de acero

En el ensayo de corte doble, se usaron los siguientes instrumentos:

A. Máquina de ensayos (Prensa hidráulica)

Marca: STENHOJ

Capacidad: 100 ton

Apreciación: 5000kg

B. Vernier

Marca: Aerospace

Capacidad: 150mm

Apreciación: 0.02mm

C. Probeta de acero

Diámetro: 1.27 cm. (1/2")

Para realizar el ensayo de corte doble en acero se procedió con lo siguiente:

- A. Primero, se midieron las probetas en tres lugares diferentes, con un vernier en ambas puntas y en el medio, para conocer el promedio del diámetro de las probetas.
- B. Se fijaron las probetas en el montaje o en el molde, una por una, asegurando que los dos extremos estén fijos en el montaje o molde.
- C. Se procedió a colocar el montaje en la máquina de ensayo, se subió la válvula de alivio y se bombeó hasta que el pistón entró en contacto con la superficie macho.
- D. Finalmente se aplicó la carga lentamente hasta que la probeta falle
- E. Se tomó la lectura y se bajó la válvula de alivio, para luego subir el pistón de la máquina y quitar el macho y el montaje de la máquina.

Se obtuvieron los datos de laboratorio que corresponden a: medidas de diámetro, largo y alto (cm) y lectura de carga última o carga de ruptura de las probetas sometidos a ensayos de corte doble de acero. El valor de estos datos se tabuló con el modelo presentado en la tabla 4.2.

Tabla 4.2 Datos de ensayo de corte simple en acero

Probeta N°	Material	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	Esfuerzo cortante (Kg/cm <sup>2</sup> )

El área se obtuvo aplicando la fórmula de área de una circunferencia:

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (4.6)$$

Donde,

D = Diámetro

Luego, el esfuerzo cortante doble ( $\tau$ )

$$\tau = \frac{P}{2 \cdot A} \quad (4.7)$$

Donde,

$\tau$  = Esfuerzo de corte doble

La dimensión sugerida de la probeta, puede ser la misma que la de corte simple, de 1/2", con 20cm de largo, pero puede ser variable dependiendo del equipo que se disponga.

#### **4.6.3 Ensayo de resistencia a la compresión de las probetas de concreto:**

Los instrumentos utilizados para el ensayo de compresión

- A. Un extensómetro (mm).
- B. Máquina de ensayo, pistón hidráulico (aplicación de cargas en kg).
- C. Un metro de albañil.
- D. Probeta de concreto.

Para realizar el ensayo de resistencia a la compresión, se siguieron los siguientes pasos:

- A. En primer lugar, se toman las medidas del diámetro y longitud de la probeta.
- B. Se toman las medidas del soporte del extensómetro.
- C. Seguidamente, se colocó la probeta en el plato de la prensa, centrándola y asegurándose que esté limpia la superficie.

- D. Se ajustó el reloj de la máquina para que esté en cero.
- E. Luego se comenzó a aplicar la carga lentamente accionando la palanca de la máquina.
- F. Posteriormente, Se tomaron lecturas del acortamiento para incrementos de la carga de 1000kg en 1000kg.
- G. Finalmente, se tomó la lectura de carga última cuando la probeta se fracture.

Realizado el ensayo, se obtuvieron los datos de laboratorio que corresponden a: medidas de diámetro, largo y alto (cm) y lectura de carga de última de las probetas sometidas a los ensayos de compresión de concreto. El valor de estos datos se tabuló con el módulo de entrada presentado en la tabla 4.3.

Tabla 4.3 Datos de ensayo de resistencia a la compresión

N° de probeta	Edad	Medidas		Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	Esfuerzo (kgf/cm <sup>2</sup> )
		Diámetro (cm)	Altura (cm)			

El área se obtuvo aplicando la fórmula de área de una circunferencia:

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \tag{4.1}$$

Donde,

D= Diámetro

Luego, la resistencia a la compresión de las probetas se determinó dividiendo la carga última o carga de ruptura en kilogramos, entre el área de la probeta expresada en cm<sup>2</sup>.

$$Rc = \frac{P}{A} \quad (4.2)$$

Donde,

Rc = Resistencia del concreto

P= Carga última

A= Área de la probeta

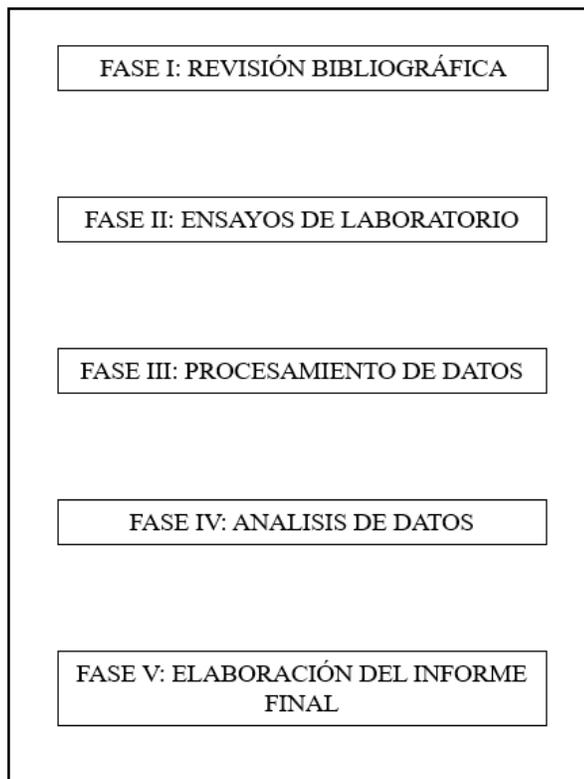
Para el concreto, las probetas estándar son cilindros con una altura del doble del diámetro, para el concreto con agregado - de tamaño máximo no mayor de 2", el tamaño normal del cilindro es de 15cm por 30cm, para el concreto que contenga agregados de tamaño máximo hasta de 2 1/2" se usa un cilindro de 20.3cm por 40.6cm. Se adjunta en la tabla 4.2 los tamaños estándar para las probetas.

Tabla 4.4 Dimensiones sugeridas para las probetas de concreto

<b>Dimension sugerida para probetas de concreto</b>	
<b>Diámetro (cm)</b>	<b>Altura (cm)</b>
15	30

#### **4.7 Flujograma de la metodología del trabajo de grado**

Una vez que se ha seleccionado el diseño a utilizar en el estudio, se requiere poner en claro formas específicas que éste habrá de adoptar, conceptualizando más actividades concretas que deben realizarse para desarrollarlo, a esto se le denomina esquema de la metodología de trabajo (Sabino, 2002). A continuación, se muestran cada una de las fases que constituyen la metodología aplicada.



4.1 Figura. Flujograma de la investigación.

## **4.6.1 Descripción del flujograma de la metodología**

### **4.6.1.1 Fase I: Revisión bibliográfica**

En esta primera fase, se efectuó la recopilación de información para establecer las bases teóricas de la presente investigación, como lo fueron trabajos de investigación, libros relacionados al tema, además de la normativa correspondiente. Además, se hicieron visitas preliminares a la empresa donde se ubican las maquinarias para realizar el ensayo, con la finalidad de conocer relacionada a los ensayos de la mano de los técnicos especializados.

### **4.6.1.2 Fase II: Ensayos de laboratorio**

#### **❖ Ensayos de compresión de concreto**

Para realizar los ensayos de compresión de concreto se tomó en cuenta las normas COVENIN 338:2002. Se adquirieron las probetas de concreto ya fabricadas con resistencias a la compresión  $f'c$  250 kg/cm<sup>2</sup> de fecha 24/03/23. Se tomaron las medidas del diámetro y la altura de las probetas y se colocaron en la máquina de ensayos, centrándolas en las placas metálicas, y asegurándose que no exista ninguna sustancia extraña como pueden ser aceites o lubricantes. Finalmente se aplicó la carga y se obtuvo la lectura. (Figura 4.2 – 4.4).



Figura 4.2. Descripción de la fecha y resistencia de la probeta de concreto.



Figura 4.3 Colocación de probeta en la prensa hidráulica.



Figura 4.4 Alcance del esfuerzo último (Rotura).

### ❖ **Ensayo de corte simple y doble en acero**

Los ensayos de corte simple y corte doble en acero fueron basados en la norma ASTM F606/F606M-16. Las probetas de acero se adquirieron y se cortaron a las medidas establecidas en el ensayo. Luego se procedió a medirlas tanto en diámetro como en altura o largo. Finalmente se colocaron en la máquina de ensayo a través de moldes realizados para el ensayo, para aplicar la carga y obtener la lectura. (Figura 4.5 - 4.9).

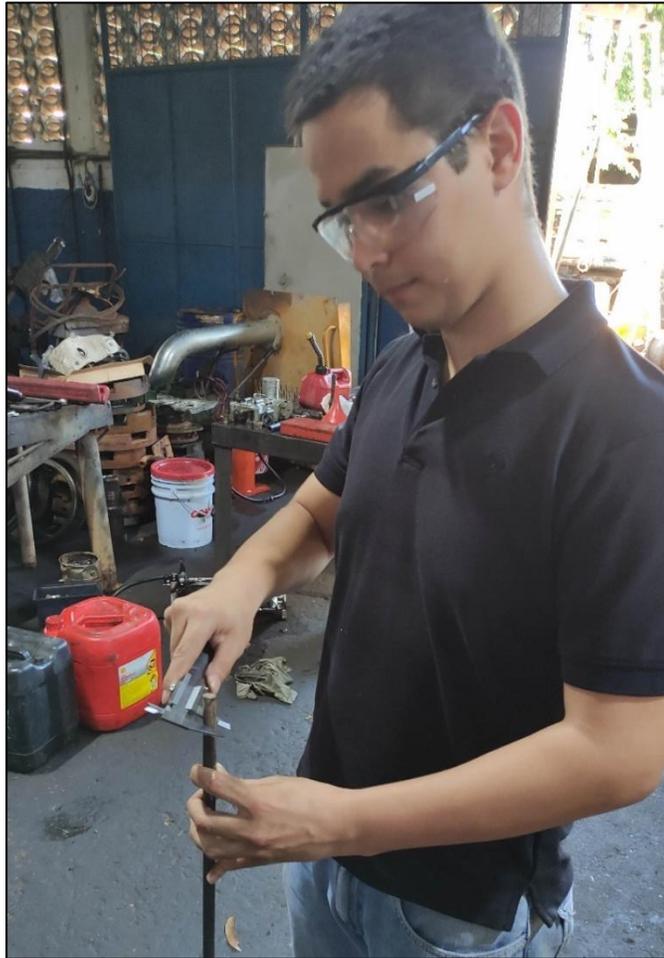


Figura 4.5. Toma de diámetro de la probeta de acero.



Figura 4.6. Colocación de probeta de acero en el montaje del corte simple.



4.7 Probeta de acero en corte simple (Rotura).



Figura 4.8 Colocación de probeta de acero en el montaje de corte doble.



Figura 4.9. Probeta de acero en corte doble (Rotura).

#### **4.6.3 Fase III: Procesamiento de datos**

En esta fase se procesaron los datos arrojados por los ensayos de compresión de concreto, corte simple en acero y corte doble en acero, para luego realizar los cálculos correspondientes a cada caso y así proceder a la construcción de tablas, que permitieron la interpretación y análisis de los resultados obtenidos.

#### **4.6.4 Fase IV: Análisis de datos**

Una vez procesados los datos, se procede al análisis de los mismos. Se determinaron los esfuerzos últimos que tuvieron cada probeta en cada ensayo. Y se establecieron pasos para realizar prácticas de laboratorio.

#### **4.6.5 Fase V: Elaboración del informe final.**

Una vez finalizado con todos los objetivos y demás elementos, se procedió a realizar el informe final siguiendo los lineamientos de elaboración de trabajo de grado para su posterior presentación, con el formato y el esquema de los puntos que debe contener el informe para su elaboración.

## CAPITULO V

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Luego de obtener la cantidad de datos necesarios, se procedió a darle significado a los mismos, es decir, los datos fueron procesados para obtener los resultados, los cuales fueron interpretados y analizados para dar cumplimiento a los objetivos planteados en esta investigación.

#### **5.1 Realizar ensayo de corte simple en probetas de acero, determinar la resistencia al corte del material.**

Se realizó el ensayo de corte simple en acero en las probetas seleccionadas, estas son de acero  $f_y = 4200\text{kg/cm}^2$ . Los resultados se muestran en la tabla 5.1

Tabla 5.1 Resultados del ensayo de corte simple

Probeta N°	Material	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	Esfuerzo cortante (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	acero	1.27	1.267	5600	4420.697
2	acero	1.27	1.267	5400	4262.815
3	acero	1.27	1.267	5800	4578.579

**5.2 Realizar ensayo de corte doble en probetas de acero, determinar la resistencia al corte doble del material.**

Se realizó el ensayo de corte doble en acero en las probetas seleccionadas, estas son de acero  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ . Los resultados se muestran en la tabla 5.2

Tabla 5.2 Resultados del ensayo de corte doble

Probeta N°	Material	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	Esfuerzo cortante (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	acero	1.27	1.267	10500	4144.403
2	acero	1.27	1.267	10000	3947.050
3	acero	1.27	1.267	10300	4065.462

**5.3 Realizar el ensayo de compresión de concreto, determinar su resistencia a la compresión.**

Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión de concreto en una probeta de resistencia 250 kg/cm<sup>2</sup> y una fecha del 24/03/23, teniendo una edad de 119 días. Los resultados se muestran en la tabla 5.3.

Tabla 5.3 Resultados del ensayo de compresión de concreto

N° de probeta	Edad	Medidas		Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	Esfuerzo (kgf/cm <sup>2</sup> )
		Diámetro (cm)	Altura (cm)			
1	119 días	15.000	30.000	176.715	50000	282.942
2	129 días	15.000	30.000	176.715	49000	277.283
3	1548 días	15.000	30.000	176.715	53000	299.919

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones de ensayo de corte promedio

1. Los resultados obtenidos para el esfuerzo cortante promedio, luego de realizar el ensayo a las probetas cilíndricas de acero presentaron ciertas diferencias en sus resultados, estas diferencias son debido, a posibles errores en el funcionamiento de la máquina, errores en la velocidad de aplicación de la carga última, errores de apreciación al leer la carga o errores al leer el diámetro de la probeta en el vernier, etc.
2. Entre las probetas ensayadas, la que presentó más resistencia al corte fue la número 3, porque su carga última fue de 5800 kg, y fue superior que en las otras probetas.
3. Por otra parte, el esfuerzo cortante de la probeta número 3, que dio como resultado 4578.579 kg/cm<sup>2</sup>, también fue mayor que el de las otras probetas, siendo directamente proporcional a la carga última que esta presentó.
4. En el ensayo de corte doble, la probeta que obtuvo el mayor resultado fue la número 1, con una carga última de 10500 kg, superando a las otras 2 probetas con 10000 kg y 10300 kg, respectivamente a pesar de ser del mismo diámetro y resistencia.
5. Con respecto al esfuerzo, la probeta número 1 también obtuvo el mayor valor, con un valor de 4144.403 kg/cm<sup>2</sup>, por lo que tuvo un valor directamente proporcional a la carga última soportada.

6. A pesar de ser ensayos de corte con métodos diferentes, en ambos se obtuvieron valores de esfuerzo de corte con un margen algo cercano uno del otro. Pero con el doble de carga.

### **Conclusiones de ensayo de compresión de concreto**

1. En el ensayo de compresión de concreto, la probeta que presentó una mayor resistencia obtuvo 53.000kg como lectura de la carga última o carga de rotura.
2. El procedimiento realizado para el ensayo de resistencia a la compresión cumplió con las normas COVENIN 338:2002.
3. Se verificó que la resistencia a la compresión de concreto es una de sus propiedades por excelencia, por registrar valores altos en sus lecturas en los ensayos.
4. Durante los ensayos, se evidenció que la edad en las probetas de concreto es un factor fundamental para que tengan una mayor carga última o carga de ruptura.

### **Recomendaciones para ensayo de corte promedio**

1. Para la correcta realización de los ensayos, es necesaria la preparación teórica con el fin de entender lo que ocurre en el ensayo.
2. Es necesario anotar todos los datos necesarios de los materiales y probetas antes de realizar el ensayo por su naturaleza destructiva.
3. Antes de dar inicio a cualquier prueba, es necesario revisar el correcto cumplimiento establecido en las normas y/o prácticas de laboratorio especificadas.
4. El fiel acatamiento de las normas y medidas de seguridad al momento de realizar las pruebas es indispensable para evitar daños.
5. Las probetas de acero deben estar fijadas para evitar cualquier movimiento dentro del montaje y causar una deflexión no deseada.
6. Se debe limpiar antes y después de los ensayos los platos de la prensa hidráulica, para evitar malas lecturas de cargas.

## **Recomendaciones para ensayo de compresión de concreto.**

1. Las cargas deben aplicarse lentamente para ambos ensayos, pues la aplicación de una carga rápida puede alterar la medición además de causar fracturas no deseadas y la dispersión de partículas del material que pueden herir a los usuarios.
2. El fiel acatamiento de las normas y medidas de seguridad al momento de realizar las pruebas es indispensable para evitar daños.
3. Se debe limpiar antes y después de los ensayos los platos de la prensa hidráulica, para evitar malas lecturas de cargas.
4. Antes de dar inicio a cualquier prueba, es necesario revisar el correcto cumplimiento establecido en las normas y/o prácticas de laboratorio especificadas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arias, F. (1998). **EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: UNA GUÍA PARA SU ELABORACIÓN**. Caracas, Editorial Episteme, p. 45-51, 54.

Sabino, Carlos (2000). **LA METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**, Fondo de cultura económica, México. (p.197).

Hernández, R.; Fernández, C.; y Baptista, P. (2006). **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**. México, Editorial McGraw-Hill, p.32.

Balestrini, Miriam (2002). **COMO SE ELABORA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**. Caracas, BL Consultores Asociados, Servicio Editorial, p.83.

Tamayo, M (2001). **EL PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**. México, Editorial Limusa. (p.72).

Lerma, H. (2016). **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN: PROPUESTA, ANTEPROYECTO Y PROYECTO**. Bogotá, Colombia. Ecoe Ediciones. (p.43).

Mercado, S. (2003). **INVESTIGACION: METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION**. México, Editorial PACJ.

Kothari, C.R. (2004). **RESEARCH METHODOLOGY METHODS AND TECHNIQUES**. Nueva Deli. New Age International Publishers. p.121.

Porrero, J; Ramos, C.; Grases, J. y Velazco, G. (2009). **MANUAL DE CONCRETO ESTRUCTURAL**. Caracas, Venezuela, SIDETUR, pp. 36 - 51.

Angulo, C. y Malavé A. (2015). **EVALUACIÓN EXPERIMENTAL DE LAS ROPIEDADES MECÁNICAS: RESISTENCIA, MÓDULO DE ELASTICIDAD Y ESFUERZOS DE ADHERENCIA ENTRE EL ACERO DE REFUERZO Y EL CONCRETO LIVIANO ESTRUCTURAL**. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela, pp. 16-17.

Fuentes Espinoza F. (1982). **ENSAYOS MECÁNICOS EN METALES**. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México. (p. 64).

Vecchione J. y García J. (2009). **DISEÑO DE UNA PRÁCTICA DE COMPRESIÓN CILÍNDRICA EN MATERIALES METÁLICOS PARA EL LABORATORIO DE PROCESOS DE FABRICACIÓN I**. Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela, p.127.

Piñero, A. (2011). **VALIDACIÓN Y ESTIMACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE DEL ENSAYO A COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO NORMALIZADO SEGÚN LA NORMA COVENIN 338:2002, CON VARIANTE SEGÚN LA NORMA ASTM C1231**. Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela, pp. 25-26.

Barroso, J. y Gómez, C. **ANÁLISIS DE LA INCORPORACIÓN DE MATERIALES RECICLADOS DE LOS RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN, PARA SER USADOS COMO AGREGADOS EN ELEMENTOS ESTRUCTURALES O NO ESTRUCTURALES**. Universidad de Oriente, Núcleo Bolívar, Escuela de Ciencias de la Tierra, Ciudad Bolívar, Venezuela. P, 110.

Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN (2002). **NORMA COVENIN 338:2002 CONCRETO. “MÉTODO PARA LA ELABORACIÓN, CURADO Y ENSAYO A COMPRESIÓN PARA CILINDROS DE CONCRETO”**. Covenin. Fondonorma, Caracas, Venezuela.

## **APÉNDICES**

## **APÉNDICE A**

**PRÁCTICA DE LABORATORIO PARA ENSAYOS DE CORTE  
PROMEDIO.**



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**  
**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**INFORME**

**DEPARTAMENTO:** \_\_\_\_\_

**LABORATORIO:** \_\_\_\_\_

**INFORME:** \_\_\_\_\_

**TÍTULO:** \_\_\_\_\_

**INTEGRANTES:** \_\_\_\_\_

**SECCIÓN:** \_\_\_\_\_

**FECHA DE REALIZADO:** \_\_\_\_\_

**FECHA DE ENTREGA:** \_\_\_\_\_

**PROFESOR(A):** \_\_\_\_\_



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**  
**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ENSAYO DE CORTE PROMEDIO**

**1. OBJETIVO GENERAL**

Esta práctica tiene como objetivo la determinación experimental del esfuerzo cortante promedio para las probetas de material específico (acero, aluminio, cobre).

Evaluar la resistencia que tiene un material a la separación de una o dos secciones cuyos planos son paralelos a la fuerza aplicada, y el poder realizar una identificación aproximada de las probetas ensayadas.



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**  
**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**2. EQUIPOS E INSTRUMENTOS.**

**A.- PRENSA HIDRAULICA**

Marca: STENHOJ

Capacidad: 100 ton

Apreciación: 1000 kg

**B.- HERRAMIENTA JOHNSON**

Marca: TINIUS OLSEN

**C.- VERNIER**

Marca: AEROSPACE

**D. PROBETAS**

-Acero

-Aluminio

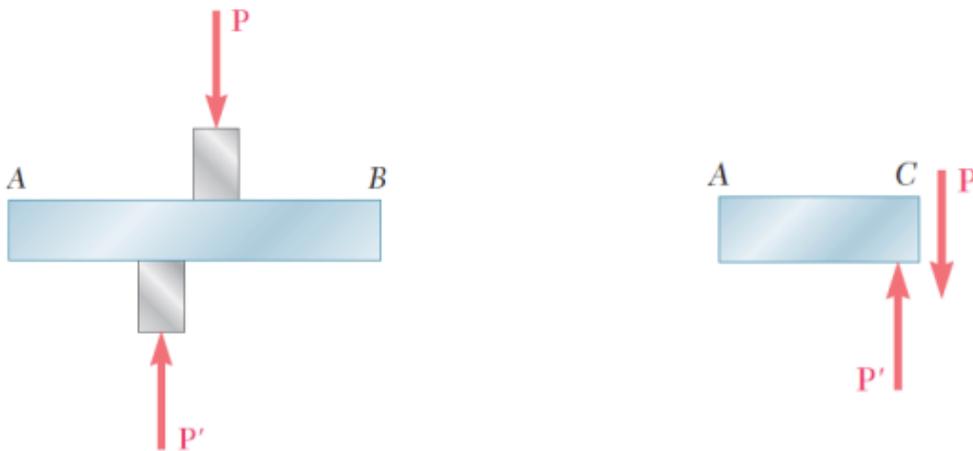
-Cobre



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**  
**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**3. BASES TEÓRICAS**

Se obtiene un tipo muy diferente de esfuerzo cuando se aplican fuerzas transversales  $P$  y  $P'$  al elemento  $A B$  de la figura a continuación:



Cortando en  $C$ , entre los puntos de aplicación de las dos fuerzas - obtenemos el diagrama de la porción  $A C$  que se muestra en la figura 1.2, de esto debemos concluir que deben de existir fuerzas internas en el plano de la sección y que su resultante debe ser igual a  $P$ .



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**  
**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

Estas fuerzas internas elementales se llaman fuerzas cortantes y la magnitud  $P$  de su resultante es el cortante en la sección obtenemos el esfuerzo cortante promedio de la sección. Designando el esfuerzo cortante por la letra griega  $T$  (tau).

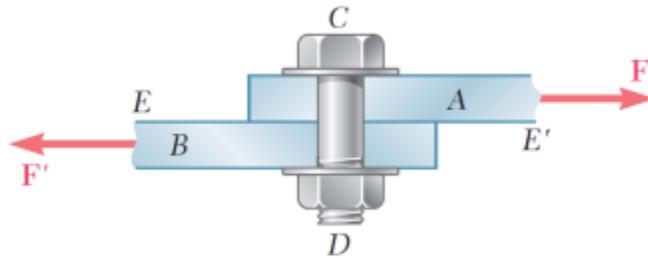
$$\tau_{prom} = \frac{P}{A}$$

El valor obtenido es un valor promedio del esfuerzo cortante en toda la sección, los esfuerzos cortantes se presentan normalmente en pernos, pasadores y remaches utilizados para conectar varios miembros estructurales y componentes de máquinas.



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**  
**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

Como, por ejemplo, las dos platinas A y B que están conectados por un remache C D (fig.1.3), si las placas están sometidas a fuerzas de tensión de magnitud F, se desarrollan esfuerzos cortantes en la sección del remache correspondiente al plano EE'.



Al trazar los diagramas del remache y de la porción localizada por encima del plano EE' de la figura 1.4, concluimos que la fuerza cortante P en la sección es igual a F.

El esfuerzo cortante promedio en la sección se obtiene de acuerdo con la fórmula de  $\tau$  promedio, dividiendo la fuerza cortante  $P = F$  por el área A de la sección del

$$\tau_{prom} = \frac{P}{A} = \frac{F}{A}$$



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**  
**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**4. PROCEDIMIENTO**

**CORTE SIMPLE**

- A.- Se procede a medir en tres lugares el diámetro de las probetas calcular el promedio.
- B. Se fija la probeta en el montaje para el ensayo de corte simple, asegurándose de que el extremo está fijo al montaje, luego se mide con el vernier el sobresaliente de la probeta (siendo el espesor), se coloca el macho en ésta.
- C.- Se procede a colocar el montaje en la máquina de ensayo (pistón hidráulico), se sube la válvula de alivio y se bombea hasta que el pistón entre en contacto con la superficie del macho.
- D. Se aplica la carga lentamente sobre el macho por ser un ensayo cuasi estático hasta que la probeta falle esto se observa en las agujas, es decir, cuando una aguja deja de seguir a la otra entonces se dice que la probeta falló.
- E.- Se procede a tomar la lectura, luego se baja la válvula de alivio, se sube el pistón y se procede a quitar el macho y el montaje de la máquina, luego se procede al ensayo de las otras probetas.



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**  
**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**CORTE DOBLE**

A.- Se procede a medir en tres lugares el diámetro de las probetas para calcular el promedio.

B.- Se fija la probeta en el montaje para el ensayo de corte doble asegurándose de que el extremo está fijo al montaje, luego se mide con el vernier el espesor de la placa de la herramienta de corte Johnson, se coloca el macho en ésta.

C.- Se procede a colocar el montaje en la máquina de ensayo (pistón hidráulico), se sube la válvula de alivio y se bombea hasta que el pistón entre en contacto con la superficie del macho.

D.- Se aplica la carga lentamente sobre el macho por ser un ensayo cuasi estático hasta que la probeta falle. Esto se observa en las agujas es decir cuando una aguja deja de seguir a la otra, entonces se dice que la probeta falló.

E.- Se procede a tomar la lectura, luego se baja la válvula de alivio, se sube el pistón y se procede a quitar el macho y el - montaje de la máquina, luego se procede al ensayo de las otras probetas.



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**  
**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**5. IDENTIFICACIÓN DE MATERIALES E INSTRUMENTOS**

<b>EQUIPOS E INSTRUMENTO</b>			
<b>FECHA</b>	31 – 7- 23	<b>NOMBRE</b>	Néstor Uzcátegui
<b>NOMBRE</b>	<b>MARCA</b>	<b>CAPACIDAD</b>	<b>APRECIACIÓN</b>
Máquina de ensayos (Prensa hidráulica)	STENHOJ	100 ton	5000kg
Vernier	Aerospace	150mm	0.02mm
Probeta de acero			2.54cm
Cinta métrica	Truper	5m	1mm



UNIVERSIDAD DE ORIENTE

ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL

## 6. DATOS Y CÁLCULOS

FECHA	31-7-23
-------	---------

NOMBRE	Néstor Uzcátegui
--------	------------------

Corte simple

Probeta N°	Material	Diámetro(cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	Esfuerzo cortante (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Acero	1.27	1.267	5600	4420.697
2	Acero	1.27	1.267	5400	4262.815
3	Acero	1.27	1.267	5800	4578.579

Corte doble

Probeta N°	Material	Diámetro(cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	Esfuerzo cortante (Kg/cm <sup>2</sup> )
1	Acero	1.27	1.267	10500	4144.403
2	Acero	1.27	1.267	10000	3947.05
3	Acero	1.27	1.267	10300	4065.462

Corte promedio

Material	Esf. Cortante promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
Acero	4282.55
Acero	4104.93
Acero	4322.02



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**

**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

## **7. CONCLUSIONES**

Los resultados obtenidos para el esfuerzo cortante promedio, luego de realizar el ensayo a las probetas cilíndricas de acero, presentaron ciertas diferencias en sus resultados, estas diferencias son debido, quizás a posibles errores en el funcionamiento de la máquina, errores en la velocidad de aplicación de la carga última o sea se aplica la carga con mucha velocidad alterando la condición de cuasi equilibrio necesaria en estos tipos de ensayos, errores de apreciación al leer la carga última en el dial correspondiente o también al leer el diámetro de la probeta en el vernier, entre otras razones.

Se puede observar también que en el ensayo de corte doble la carga última presentó un resultado que indica que resistió el doble de carga con respecto al ensayo simple, tal como indica la teoría.

En las probetas ensayadas, la carga última no fue igual para todas esto puede ser debido al error de la velocidad de aplicación de la carga última o también a otros factores físicos, como calidad de la fabricación, edad, condiciones climáticas a la que fueron expuestas, entre otras razones.



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**

**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**8. RECOMENDACIONES.**

A. Al colocarse la probeta en la herramienta de corte Johnson debe asegurarse que los extremos en el caso de corte doble o corte simple) estén bien ajustado a la herramienta para minimizar los esfuerzos flexionantes a través del plano de aplicación de la fuerza.

B.- La carga última debe aplicarse en forma perpendicular al eje de la probeta.

C.- La carga aplicada a la probeta debe aumentarse lentamente hasta que la probeta falle, no se recomienda aplicar cargas rápidamente.

D.- Se recomienda usar varias probetas para obtener un mejor resultado, ya que en los ensayos de corte no están suficientemente normalizados



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**

**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

### **9. REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL ENSAYO**

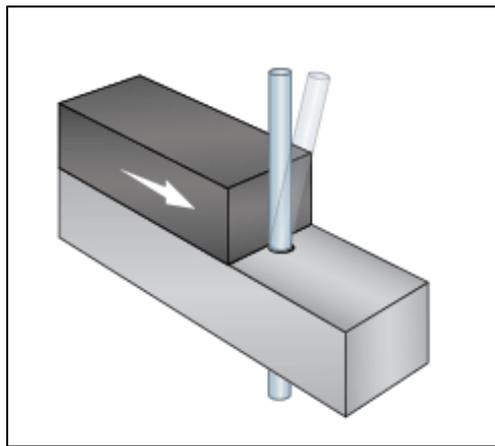


Figura 1. Diagrama de corte simple.

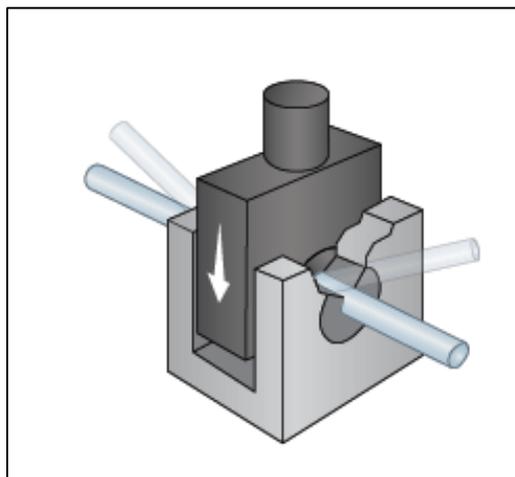


Figura 2. Diagrama de corte doble.



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**

**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**10. FÓRMULAS EMPLEADAS**

Esfuerzo de corte simple

$$\tau = \frac{P}{A}$$

Esfuerzo de corte doble

$$\tau = \frac{P}{2 \cdot A}$$

Área de un círculo:

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**

**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

## **11. NOMENCLATURAS**

**A** = Área de la sección transversal (cm<sup>2</sup>)

**D** = Diámetro (cm)

**P** = Última carga (kg)

**t** = Superficie de contacto de la probeta con la herramienta de corte

**$\tau$**  = Esfuerzo cortante (kg/cm<sup>2</sup>)



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**

**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

## **12. EJEMPLO DE CÁLCULO**

### **Corte simple**

Probeta de acero

$D = 1.27 \text{ cm (1/2")}$

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 1.27^2}{4} = 1.267 \text{ cm}^2$$

### **Esfuerzo cortante simple**

$$\tau = \frac{P}{A} = \frac{5600 \text{ kg}}{1.267 \text{ cm}^2} = 4.420,697 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

### **Corte doble**

Probeta de acero

$D = 1.27 \text{ cm (1/2")}$

$A = 1.267 \text{ cm}^2$



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**

**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**Esfuerzo cortante doble**

$$\tau = \frac{P}{2 \cdot A} = \frac{10300kg}{2 \cdot (1.267 \text{ cm}^2)} = 4.065,462 \frac{kg}{\text{cm}^2}$$

**Esfuerzo cortante promedio**

$$\tau_{prom} = \frac{\tau_s + \tau_d}{2}$$

$$\tau_{prom} = \frac{4420,697 \frac{kg}{\text{cm}^2} + 4.065,462 \frac{kg}{\text{cm}^2}}{2}$$

$$\tau_{prom} = 4243.08 \frac{kg}{\text{cm}^2}$$



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**

**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**ASIGNACIONES**



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**

**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

## **CUESTIONARIO**

**A.- Compare el esfuerzo cortante obtenido por corte doble con el obtenido en corte simple. Explique las diferencias**

**R-** Los resultados obtenidos para las probetas de acero y bronce nos dicen que el esfuerzo cortante obtenido en el ensayo de corte doble en el acero fue menor y en el bronce fue mayor podría ser por muchos factores, esto también se observa en la probeta de aluminio donde el esfuerzo cortante en el corte doble fue mayor que el de corte simple.

Idealmente deberían ser iguales, porque las áreas son iguales y la carga última debería por lógica ser el doble del valor del corte simple en el corte doble, las causas de estas diferencias son debido a errores en la velocidad de aplicación de la carga última o sea se aplica la carga con mucha velocidad alterando las condiciones, errores de apreciación al leer el diámetro de la probeta en el vernier, error al leer la carga última en el dial, entre otras causas.



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**

**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**B.- ¿Cómo se interpretan los resultados de un ensayo de corte de metales?**

**R-** Los resultados de un ensayo de corte de metales se interpretan para determinar la resistencia al corte del material. La resistencia al corte es una medida de la fuerza que puede soportar el material antes de romperse. La resistencia al corte de un material es importante porque determina su capacidad para resistir la deformación bajo carga. Una resistencia al corte alta significa que el material es más fuerte y puede soportar más carga antes de romperse. Una resistencia al corte baja significa que el material es más débil y puede soportar menos carga antes de romperse.

**C.- ¿Cuál es el objetivo del ensayo?**

**R-** Evaluar la resistencia que tiene un material a la separación de una o dos secciones cuyos planos son paralelos a la fuerza aplicada, y el poder realizar una identificación aproximada de las probetas ensayadas.

## **APÉNDICE B**

### **PRÁCTICA DE LABORATORIO PARA ENSAYO DE COMPRESIÓN DE CONCRETO**



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**

**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

**INFORME**

**DEPARTAMENTO:** \_\_\_\_\_

**LABORATORIO:** \_\_\_\_\_

**INFORME:** \_\_\_\_\_

**TÍTULO:** \_\_\_\_\_

**INTEGRANTES:** \_\_\_\_\_

**SECCIÓN:** \_\_\_\_\_

**FECHA DE REALIZADO:** \_\_\_\_\_

**FECHA DE ENTREGA:** \_\_\_\_\_

**PROFESOR(A):** \_\_\_\_\_



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**

**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

## **ENSAYO DE COMPRESIÓN DE CONCRETO**

### **1. OBJETIVO GENERAL**

El principal objetivo de este ensayo consiste en estudiar las propiedades y el comportamiento de una probeta de concreto cuando es sometida a la acción de fuerzas externas de compresión.

### **2. EQUIPOS E INSTRUMENTOS**

E. Extensómetro.

Marca: ZwickRoell

Rango de medición: 700mm

F. Máquina de ensayo, pistón hidráulico

Marca STENHOJ

Capacidad: 100ton

G. Metro de albañil.

H. Probeta de concreto.



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE**

**ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

### **3. BASES TEÓRICAS**

El ensayo de compresión es meramente lo contrario del de tensión con respecto a la dirección o el sentido del esfuerzo aplicado, existen varias limitaciones especiales del ensayo de compresión en las cuales se debe de dirigir atención:

A.- La dificultad de aplicar una carga verdaderamente concéntrica o axial.

B.- El carácter relativamente inestable de este tipo de carga en contraste con la carga de tensión, existe siempre una tendencia al establecimiento de esfuerzos flexionantes y a que el efecto de las irregularidades de alineación accidentales dentro de la probeta se acentúa a medida que la carga prosigue.

C. La fricción entre los puentes de la máquina de ensayo o las placas de apoyo y las superficies de los extremos de la probeta debido a la expansión lateral de esta.

D.- Las áreas seccionales, relativamente mayores de la probeta para ensayo de compresión para obtener un grado apropiado estabilidad de la pieza.

### **Probetas estándar:**

Para el concreto, las probetas estándar son cilindros con una altura del doble del diámetro, para el concreto con agregado - de tamaño máximo no mayor de 2", el tamaño normal del cilindro es de 6 por 12", para el concreto que contenga agregados de tamaño máximo hasta de 2 1/2" se usa un cilindro de 8" por 16".

Pero normalmente, en Venezuela, se usan probetas de 15 cm de diámetro por 30 de alto.

<b>Dimension sugerida para probetas de concreto</b>	
<b>Diámetro (cm)</b>	<b>Altura (cm)</b>
15	30

Es práctica común en muchos laboratorios usar cilindros de 3" por 6" para concreto con agregados hasta de 3/4", y para ensayos de concreto con agregados hasta 6", se usan cilindros de 18" por 36", los cubos se usan en Inglaterra y Europa, en Inglaterra el cubo de 6" es de un tamaño común para concreto ordinario.

Los resultados de los ensayos sobre el concreto indican que la relación entre la resistencia y la velocidad de carga es aproximadamente logarítmica, mientras más rápida es la velocidad más alta es la resistencia indicada.

La resistencia de una probeta cargada a  $100 \text{ Lb/pulg}^2 \cdot \text{min}$ , el módulo de elasticidad también parece aumentar con la velocidad de carga, aunque la mayoría de los observadores han atribuido este efecto a la reducción del creep durante el periodo de ensayo.

### **Esfuerzo Deformación**

Bajo esfuerzos de tensión y compresión, a menos que de otra manera se especifique, la deformación se mide de forma paralela a la dirección de la deformación y a la cual se le refiere, en la figura 1 se ilustra esta definición de la deformación.

Si un cuerpo es sometido a esfuerzos de tensión o compresión en una dirección dada, no sólo ocurre deformación en esa dirección (deformación axial) sino también deformaciones unitarias en direcciones perpendiculares a ella (deformación lateral).

### **Medidas de resistencia última**

Las resistencias últimas se computan con base en la máxima carga soportada por una pieza de ensayo y las dimensiones seccionales originales.

La resistencia última usualmente se estipula en términos - de la clase de esfuerzo que produce cedencia, la resistencia a la tensión en el máximo esfuerzo de tensión que

un material es capaz de desarrollar y, en la práctica, es el máximo esfuerzo desarrollado por una probeta del material durante el curso de carga hasta la ruptura.

La resistencia a la compresión es el máximo esfuerzo de compresión que un material es capaz de desarrollar, con un material (quebradizo) que falla en compresión por ruptura, la resistencia a la compresión posee un valor definido, en el caso de los materiales que no fallen en compresión por una fractura desmoronante (materiales dúctiles, maleables o semi viscosos), el valor obtenido para la resistencia a la compresión es un valor arbitrario que depende del grado de distorsión considerado como falla efectiva del material.

#### **4. PROCEDIMIENTO.**

- A.- Se toman las medidas del diámetro y longitud de la probeta.
- B.- Se toma las medidas del soporte del extensómetro.
- C. Coloque la probeta en el plato hidráulico, centrándola
- D. Se ajustan los diales (el cero) de la máquina.
- E.-Se aplica la carga lentamente accionando la palanca.
- F. Se toman lecturas del acortamiento para incrementos de la carga de 1000kg en 1000kg.
- G.- Se toma la lectura de carga última.

## 5. IDENTIFICACIÓN DE MATERIALES E INSTRUMENTOS

<b>EQUIPOS E INSTRUMENTO</b>			
<b>FECHA</b>	31-7-23	<b>NOMBRE</b>	Néstor Uzcátegui
<b>NOMBRE</b>	<b>MARCA</b>	<b>CAPACIDAD</b>	<b>APRECIACIÓN</b>
Máquina de ensayos (Prensa hidráulica)	STENHOJ	100 ton	5000kg
Vernier	Aerospace	150mm	0.02mm
Cinta métrica	Truper	5m	1mm

## 6. DATOS Y CÁLCULOS

<b>FECHA</b> 31-7-23		<b>NOMBRE</b> Néstor Uzcátegui				
N° de probeta	Edad	Medidas		Área (cm <sup>2</sup> )	Carga última (kg)	Esfuerzo (kgf/cm <sup>2</sup> )
		Diámetro (cm)	Altura (cm)			
1	119 días	15.000	30.000	176.715	50000	282.942
2	129 días	15.000	30.000	176.715	49000	277.283
3	1548 días	15.000	30.000	176.715	53000	299.919

## **7. CONCLUSIONES**

1. En el ensayo de compresión de concreto, la probeta que presentó una mayor resistencia obtuvo 53.000kg como lectura de la carga última o carga de rotura.
2. El procedimiento realizado para el ensayo de resistencia a la compresión cumplió con las normas COVENIN 338:2002.
3. Se verificó que la resistencia a la compresión de concreto es una de sus propiedades por excelencia, por registrar valores altos en sus lecturas en los ensayos.
4. Durante los ensayos, se evidenció que la edad en las probetas de concreto es un factor fundamental para que tengan una mayor carga última o carga de ruptura.

## **8. RECOMENDACIONES.**

A. Se debe asegurar el correcto montaje, centrado y sin fluidos en los platos de la prensa hidráulica.

B.- La carga debe aplicarse de manera lenta en la probeta, para que la misma evite soltar partículas que salgan disparadas.

C.-Debe cumplirse las normas de seguridad y el uso de equipamiento para evitar daños al usuario.

D.- Se recomienda usar varias probetas para obtener un mejor resultado, para visualizar mejor el comportamiento del concreto.

## 9. REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL ENSAYO

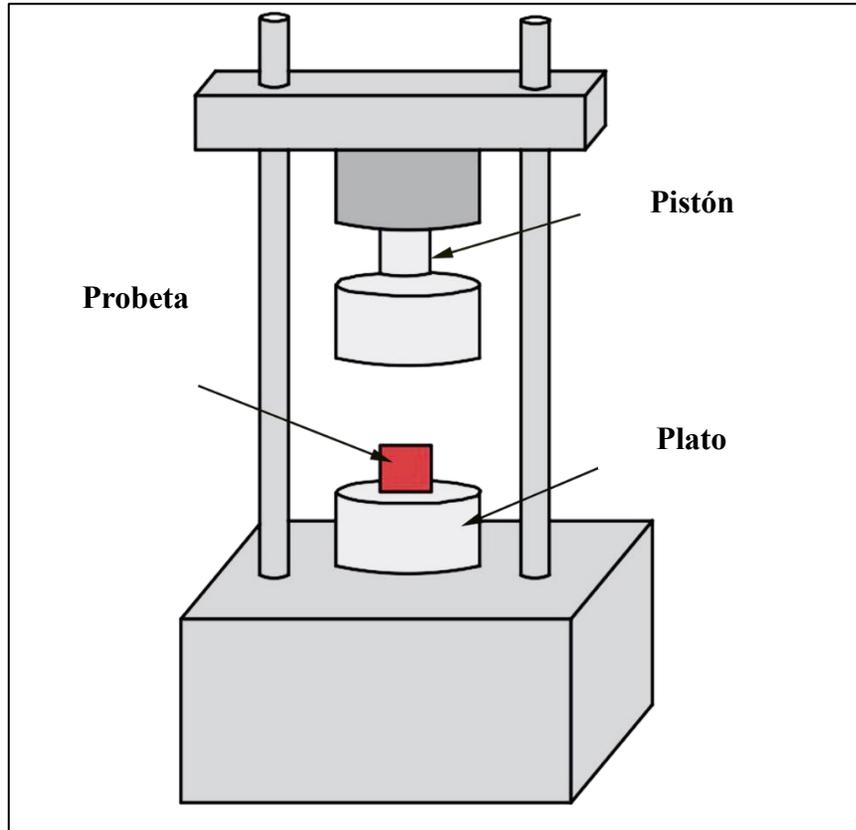


Figura 1. Diagrama de compresión de concreto

## 10. FÓRMULAS EMPLEADAS

Área de un círculo

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$$

Resistencia a la compresión del concreto

$$Rc = \frac{P}{A}$$

## 11. NOMENCLATURA

A = Área de la sección transversal (cm<sup>2</sup>)

D = Diámetro (cm)

P = Última carga (kg)

Rc = Resistencia a la compresión de concreto (kg/cm<sup>2</sup>)

## 12. EJEMPLO DE CÁLCULO

### Compresión de concreto

**Probeta de concreto**

D = 15cm

$$A = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{\pi \cdot (15\text{cm})^2}{4} = 176.715\text{cm}^2$$

**Esfuerzo de compresión**

$$R_c = \frac{P}{A} = \frac{50000\text{kg}}{176.715\text{cm}^2} = 282,942 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

## **ASIGNACIONES**

## **CUESTIONARIO**

**A - ¿Cuál es la importancia de hacer los ensayos de compresión de concreto a los concretos premezclados en una obra?**

**R-** Los ensayos de compresión de concreto son importantes para asegurar que el concreto cumple con las especificaciones de resistencia y durabilidad dictadas por las normas COVENIN. Los resultados de los ensayos se utilizan para tomar decisiones sobre el diseño, construcción y mantenimiento de las estructuras de concreto.

Los ensayos de compresión se realizan en muestras de concreto tomadas de la mezcla en la obra. Las muestras se curan y luego se prueban en una máquina de ensayos de compresión. La máquina aplica una carga a la muestra hasta que se rompe. La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima aplicada por el área de la muestra.

**B.- ¿Cómo se interpretan los resultados de un ensayo de compresión de concreto?**

**R-** Los resultados de un ensayo de compresión de concreto se interpretan comparando la resistencia a la compresión a los 7, 14, 21, 28 días, de la muestra con las especificaciones de resistencia requeridas para la aplicación específica. Si la resistencia a la compresión de la muestra es menor que las especificaciones, el concreto no es adecuado para la aplicación y debe ser reemplazado.

La resistencia a la compresión del concreto es una medida de su capacidad para soportar cargas. Cuanto mayor sea la resistencia a la compresión, más fuerte será el concreto. La resistencia a la compresión también afecta la durabilidad del concreto. Un concreto con mayor resistencia a la compresión es menos susceptible a la fisuración y al agrietamiento.

**C- El ensayo de compresión de concreto es una prueba que se utiliza para medir la resistencia a la compresión del concreto. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es FALSA sobre el ensayo de compresión de concreto?**

- a- El ensayo de compresión de concreto se realiza aplicando una fuerza tractiva a una muestra cilíndrica de concreto hasta que se rompe.
- b- La resistencia a la compresión del concreto se calcula dividiendo la fuerza aplicada por el área de la muestra.
- c- La resistencia a la compresión del concreto se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm<sup>2</sup>).
- d- El ensayo de compresión de concreto es una prueba destructiva, lo que significa que la muestra se rompe durante la prueba.

**R-** La respuesta falsa es la **a**, debido a que una fuerza tractiva se aplica en un ensayo de tracción, no compresión.

## **ANEXOS**

## **ANEXO N° 1**

**NORMA VENEZOLANA COVENIN 338:2002, CONCRETO.  
MÉTODO PARA LA ELABORACIÓN, CURADO Y ENSAYO A  
COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO.**

**NORMA  
VENEZOLANA**

---

**COVENIN  
338:2002**

**CONCRETO. MÉTODO PARA  
LA ELABORACIÓN, CURADO  
Y ENSAYO A COMPRESIÓN  
DE CILINDROS DE CONCRETO**

**(2<sup>da</sup> Revisión)**



## **ANEXO N°2**

**NORMAS ASTM F606/F606M-16. STANDARD TEST METHODS  
FOR DETERMINING THE MECHANICAL PROPERTIES OF  
EXTERNALLY AND INTERNALLY THREADED FASTENERS,  
WASHERS, DIRECT TENSION INDICATORS AND RIVETS.**



Designation: F606/F606M - 16

# Standard Test Methods for Determining the Mechanical Properties of Externally and Internally Threaded Fasteners, Washers, Direct Tension Indicators, and Rivets<sup>1</sup>

This standard is issued under the fixed designation F606/F606M; 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 U.S. Department of Defense.

## 1. Scope\*

1.1 These test methods cover establishment of procedures for conducting tests to determine the mechanical properties of externally and internally threaded fasteners, washers, direct tension indicators, and rivets.

1.2 Property requirements and the applicable tests for their determination are specified in individual product standards. In those instances where the testing requirements are unique or at variance with these standard procedures, the product standard shall specify the controlling testing requirements. In the absence of any specified test requirement(s), these test methods shall apply.

1.3 These test methods describe mechanical tests for determining the following properties:

	Section
For Externally Threaded Fasteners:	3
Product Hardness	3.1
Proof Load	3.2.1
Method 1, Length Measurement	3.2.3
Method 2, Yield Strength	3.2.4
Method 3, Uniform Hardness	3.2.5
Axial Tension Testing of Full-Size Product	3.4
Wedge Tension Testing of Full-Size Product	3.5
Tension Testing of Machined Test Specimens	3.6
Total Extension at Fracture Test	3.7
Single Shear Test	3.8
For Internally Threaded Fasteners:	4
Product Hardness	4.1
Proof Load Test	4.2
Cone Proof Load Test	4.3
For Washers and Direct Tension Indicators:	5
Product Hardness—General Requirements	5.1
Through-Hardened Washers	5.2
Carburized Washers	5.3
Stainless Steel and Nonferrous Washers	5.4
Direct Tension Indicators	5.5
Compression Load	5.6
For Rivets:	6

Product Hardness	6.1
Test for Embrittlement of Metallic-Coated Externally Threaded Fasteners	7
Test Method for Determining Decarburization and Carburization	8

1.4 The values stated in either SI units or inch-pound units are to be regarded separately as standard. The values stated in each system may not be exact equivalents; therefore, each system shall be used independently of the other. Combining values from the two systems may result in non-conformance with the standard.

NOTE 1—The values are stated in inch-pound for inch fasteners and SI metric units for metric fasteners.

1.5 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.

## 2. Referenced Documents

### 2.1 ASTM Standards:<sup>2</sup>

- A394 Specification for Steel Transmission Tower Bolts, Zinc-Coated and Bare
- E4 Practices for Force Verification of Testing Machines
- E8/E8M Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials
- E10 Test Method for Brinell Hardness of Metallic Materials
- E18 Test Methods for Rockwell Hardness of Metallic Materials
- E83 Practice for Verification and Classification of Extensometer Systems
- E92 Test Methods for Vickers Hardness and Knoop Hardness of Metallic Materials
- E384 Test Method for Microindentation Hardness of Materials
- F436/F436M Specification for Hardened Steel Washers Inch

<sup>1</sup> These test methods are under the jurisdiction of ASTM Committee F16 on Fasteners and are the direct responsibility of Subcommittee F16.01 on Test Methods.

Current edition approved Sept. 1, 2016. Published September 2016. Originally approved in 1979. Last previous edition approved in 2014 as F606 - 14a<sup>1</sup>. DOI: 10.1520/F0606\_F0606M-16.

<sup>2</sup> For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, www.astm.org, or contact ASTM Customer Service at service@astm.org. For Annual Book of ASTM Standards volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

\*A Summary of Changes section appears at the end of this standard

Copyright © ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19380-2959, United States

## **ANEXO N° 3**

**FOTOGRAFÍAS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS PARA CORTE  
PROMEDIO.**



Figura A 3.1 Colocación de probeta en el montaje para ensayo de corte doble.



Figura A 3.2 Detalle del montaje mientras se estaba armando el ensayo de corte.

## **ANEXO N°4**

**FOTOGRAFÍAS DE LOS ENSAYOS REALIZADOS PARA  
COMPRESIÓN DE CONCRETO.**

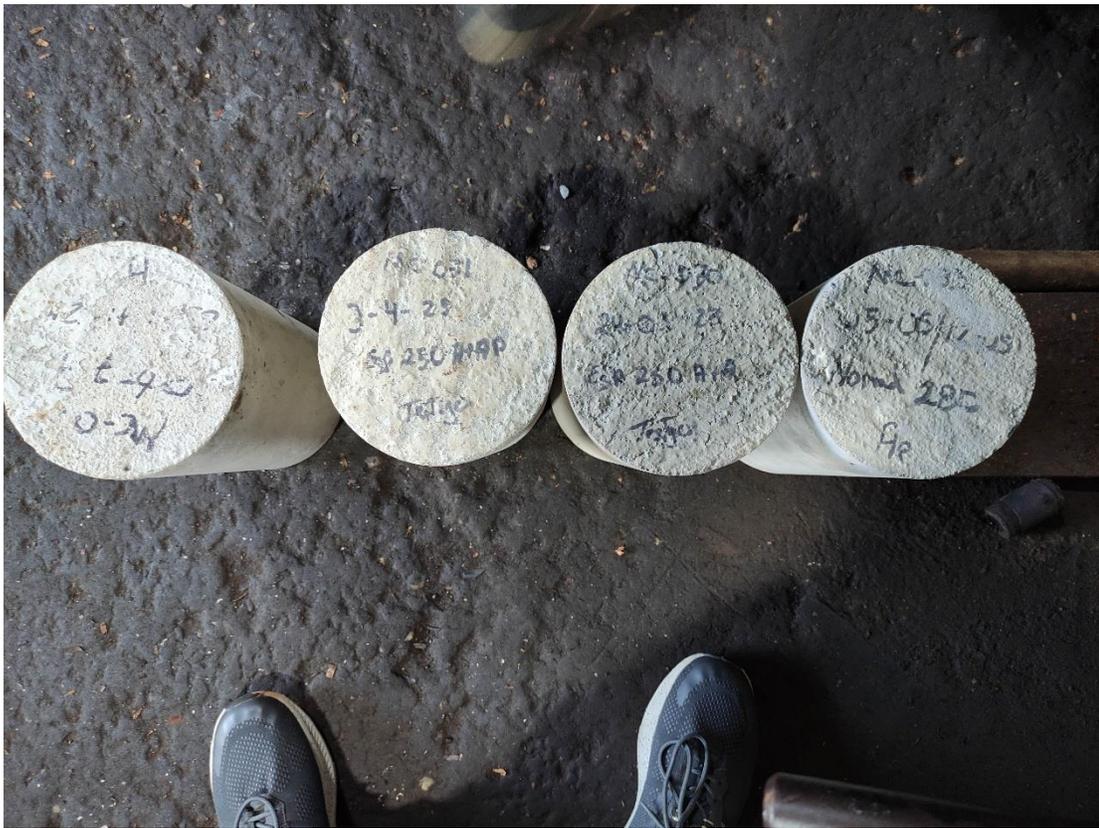


Figura A 4.1 Probetas de concreto disponibles para el ensayo.



Figura A 4.2 Medición de probetas de concreto para el ensayo.



Figura A 4.3 Medición del largo de la probeta para el ensayo.



Figura A 4.4 Montaje de la probeta de concreto en la prensa hidráulica.



Figura A 4.5 Visualización de la ruptura de la probeta de concreto tipo 1.



Figura A 4.6 Probeta de concreto fracturada.

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**

<b>TÍTULO</b>	DISEÑO PARA LAS PRÁCTICAS DE ENSAYO DE CORTE PROMEDIO EN ACERO Y ENSAYO DE COMPRESIÓN DE CONCRETO PARA EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES.
---------------	--

**AUTOR (ES):**

<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>CÓDIGO CVLAC / E MAIL</b>
Uzcátegui Dagluck Néstor Juvenal Jesús	<b>CVLAC: 27. 836. 927</b> <b>E MAIL: nestorjj.uzcategui@gmail.com</b>

**PALÁBRAS O FRASES CLAVES:**

Ensayo
Corte simple
Corte doble
Compresión de concreto
Resistencia a la compresión

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**

<b>ÀREA y/o DEPARTAMENTO</b>	<b>SUBÀREA y/o SERVICIO</b>
Ciencias de la Tierra	Dpto. Ingeniería Civil.

**RESUMEN (ABSTRACT):**

En el presente estudio se realizaron los ensayos de compresión de concreto y corte promedio en metales, con el fin de establecer las propiedades que presentan dichos materiales, amén de los pasos que son necesarios para realizar los ensayos y adaptarlos de manera didáctica para el uso de laboratorios universitarios, diseñando las prácticas de laboratorio con alternativas a las máquinas especializadas que normalmente se utilizan para el manejo de dichos ensayos, todo esto motivado por la falta de equipos e instalaciones de laboratorios que presentan algunas universidades en el país, por razones económicas, políticas, sociales, etc. Lo ensayos realizados y las prácticas diseñadas en este trabajo siguen los lineamientos de las normas nacionales e internacionales. Esta investigación se sustenta en los ensayos de compresión de concreto y corte promedio para el diseño de prácticas de laboratorio. Es un estudio experimental por las pruebas realizadas en laboratorio y las técnicas de recolección de información fue la observación directa. Las técnicas de análisis de información fue el procesamiento cuantitativo, por la naturaleza del estudio. Los resultados de la investigación permitieron establecer o diseñar procedimientos de prácticas de laboratorio para ensayos de compresión de concreto y corte promedio en metales. Además de dar alternativas de enseñanza para profesores y estudiantes universitarios cursantes de la carrera de ingeniería civil.

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**

**CONTRIBUIDORES:**

<b>APELLIDOS Y NOMBRES</b>	<b>ROL / CÓDIGO CVLAC / E_MAIL</b>				
Grieco, Giovanni	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS x</b>	<b>TU</b>	<b>JU</b>
	<b>CVLAC:</b>	8 868 256			
	<b>E_MAIL</b>	griecogio@gmail.com			
	<b>E_MAIL</b>				
Sequera, Antonio	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS</b>	<b>TU</b>	<b>JU x</b>
	<b>CVLAC:</b>	19 870 057			
	<b>E_MAIL</b>	antonio.sequera@gmail.com			
	<b>E_MAIL</b>				
Guevara, Orlando	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS</b>	<b>TU</b>	<b>JU x</b>
	<b>CVLAC:</b>	4 983 662			
	<b>E_MAIL</b>	oguesa1958@hotmail.com			
	<b>E_MAIL</b>				
	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS</b>	<b>TU</b>	<b>JU</b>
	<b>CVLAC:</b>				
	<b>E_MAIL</b>				
	<b>E_MAIL</b>				
	<b>ROL</b>	<b>CA</b>	<b>AS</b>	<b>TU</b>	<b>JU</b>
	<b>CVLAC:</b>				
	<b>E_MAIL</b>				
	<b>E_MAIL</b>				

**FECHA DE DISCUSIÓN Y APROBACIÓN:**

<b>AÑO</b>	<b>MES</b>	<b>DÍA</b>
2023	8	10

**LENGUAJE: Español.**

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**

**ARCHIVO (S):**

<b>NOMBRE DE ARCHIVO</b>	<b>TIPO MIME</b>
<b>TESIS_ENSAYO_CORTE_COMPRESION.doc</b>	<b>.MS.word</b>

**ALCANCE**

**ESPACIAL:** Universidad de Oriente, Ciudad Bolívar.

**TEMPORAL:** 10 años.

**TÍTULO O GRADO ASOCIADO CON EL TRABAJO:** Ingeniería civil.

**NIVEL ASOCIADO CON EL TRABAJO:** Pregrado.

**ÁREA DE ESTUDIO:** Ingeniería civil.

**INSTITUCIÓN:** Universidad de Oriente.

METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:



UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
CONSEJO UNIVERSITARIO  
RECTORADO

CU N° 0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano  
**Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ**  
Vicerrector Académico  
Universidad de Oriente  
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI - 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
SISTEMA DE BIBLIOTECA  
RECIBIDO POR [Firma]  
FECHA 5/8/09 HORA 5:30

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

[Firma]  
JUAN A. BOLAÑOS CUNVELO  
Secretario



C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Telemática, Coordinación General de Postgrado.  
JABC/YGC/maruja

**METADATOS PARA TRABAJOS DE GRADO, TESIS Y ASCENSO:**

**DERECHOS**

De acuerdo al artículo 41 del reglamento de trabajos de grado (Vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009)

“Los Trabajos de grado son exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizadas a otros fines con el consentimiento del consejo de núcleo respectivo, quien lo participara al Consejo Universitario “

---

**Br. Uzcátegui Néstor**  
**AUTOR**  
**C.I 27 836 927**

---

**TUTOR**  
**Prof. Grieco Giovanni**  
**C.I 8 868 256**

---

**JURADO**  
**Prof. Sequera Antonio**  
**C.I 19 870 057**

---

**JURADO**  
**Prof. Guevara Orlando**  
**C.I 4 983 662**

---

**POR LA SUB COMISIÓN DE TESIS**  
**Prof. Grieco Giovanni**