



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD INSTALADA PARA EL
CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN,
EN EL ÁREA METROPOLITANA DE GUATEMALA.**

Luis Felipe Ecuté Alfaro

Asesorado por: Inga. Dilma Yanet Mejicanos Jol

Guatemala, febrero de 2009.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD INSTALADA PARA EL
CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN,
EN EL ÁREA METROPOLITANA DE GUATEMALA.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

LUIS FELIPE ECUTÉ ALFARO

ASESORADO POR: INGA. DILMA YANET MEJICANOS JOL

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I:	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II:	Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola de López
VOCAL III:	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV:	Br. José Milton De León Bran.
VOCAL V:	Br. Isaac Sultán Mejía.
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos.
EXAMINADOR:	Ing. Monica Noemí Mazariegos Ramirés.
EXAMINADOR:	Ing. Jeovany Rudaman Miranda Castañón.
EXAMINADOR:	Ing. Guillermo Melini Salguero.
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas.

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD INSTALADA PARA EL
CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN,
EN EL ÁREA METROPOLITANA DE GUATEMALA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
el 30 de abril de 2008.



Luis Felipe Ecuté Alfaro



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 002320

Guatemala, 14 de Enero de 2 009

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
DIRECTOR

Ingeniero Samuels

Me dirijo a usted para informarle, que he revisado el trabajo de graduación DETERMINACION DE LA CAPACIDAD INSTALADA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES DE CONSTRUCCION EN EL AREA METROPOLITANA DE GUATEMALA, elaborado por el estudiante Luis Felipe Ecuté Alfaro, quien conto con la asesoría de la suscrita.

Considero que el trabajo desarrollado por el estudiante Ecuté Alfaro satisface los requisitos exigidos por lo cual recomiendo su aprobación.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Inga. Dilma Yanet Mejicanos Jol
Asesora



C.C. Archivo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, 30 de enero de 2 009

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería

Señor Director:

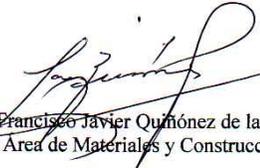
Tengo el agrado de dirigirme a usted para informarle que he revisado el trabajo de graduación "**Determinación de la capacidad instalada para el control de calidad de materiales de construcción en el área metropolitana**", realizado por el estudiante universitario **Luis Felipe Ecuté Alfaro**, quien contó con la asesoría de la Ingeniera Dilma Yanet Mejicanos Jol.

Considero que el trabajo realizado por el estudiante **Ecuté Alfaro**, cumple con los objetivos para los cuales fue planteado, por lo que recomiendo su aprobación.

Agradezco a usted la atención que se sirva prestar a la presente.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz

Coordinador Área de Materiales y Construcciones Civiles



FACULTAD DE INGENIERIA
AREA DE MATERIALES Y
CONSTRUCCIONES CIVILES
USAC

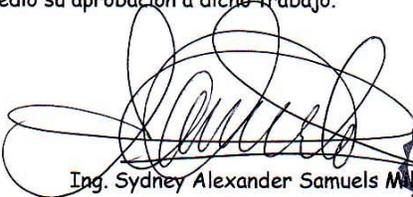
Cc archivo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Inga. Dilma Yanet Mejicanos Jol y del Coordinador del Área de Materiales y Construcciones Civiles, Ing. Francisco Javier Quiñónez de la Cruz, al trabajo de graduación del estudiante Luis Felipe Ecuté Alfaro, titulado DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD INSTALADA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN, EN EL ÁREA METROPOLITANA DE GUATEMALA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Sydney Alexander Samuels Wilson



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
DIRECTOR
FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, febrero 2009

/bbdeb.

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref. DTG.025.2009

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD INSTALADA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN, EN EL ÁREA METROPOLITANA DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Luis Felipe Ecuté Alfaro**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
DECANO

Guatemala, febrero de 2009



/gdech

ACTO QUE DECICO A:

DIOS:

Por permitirme la vida, la sabiduría y las fuerzas necesarias para alcanzar este triunfo que el día de hoy obtengo, ya que sin Él nada es posible.

Mis padres:

Felipe Ecuté Álvarez y Teresa Alfaro Aifán, porque han sido la inspiración para alcanzar mis metas, sin su esfuerzo y paciencia este sueño no se hubiera cumplido.

Mis hermanos:

Melani, Lorena, Claudia, Alex, Edgar, por su apoyo incondicional.

Mis abuelitos:

Nicolás, Fidelia, Faustina y Benito (D.E.P).

Mis tíos:

A todos con mucho cariño.

Mis primos:

A todos con mucha estima.

LUIS FELIPE ECUTÉ ALFARO

AGRADECIMIENTOS A:

Mi asesor: Inga. Dilma Yanet Mejicanos Jol

Por los consejos y tiempo brindado en este trabajo de graduación.

El Ingeniero Jeovany Miranda.

El Ingeniero Guillermo Melini Salguero.

Por sus consejos, apoyo y amistad.

El Ingeniero Francisco Javier Quiñónez.

Por su respaldo y apoyo en la culminación de este trabajo de graduación.

Claudia María y su familia.

Por su cariño, confianza y apoyo brindado.

Todos mis amigos:

En especial a Jorge Arresis, Miguel Martín y Rigoberto González, por su compañerismo y amistad.

Luis Felipe Ecuté Alfaro.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	III
GLOSARIO	VII
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV

1. GENERALIDADES

1.1	Antecedentes	1
1.2	Justificación	2
1.3	Propósitos.	2
1.4	Utilidad de los ensayos.	3
	1.4. 1 Ensayo según su norma	4
	1.4. 2 Ensayos según su naturaleza.	5
	1.4.2. 1 <i>In situ</i>	5
	1.4.2. 2 Laboratorio	6
	1.4. 3 Ensayos según su conveniencia de propiedades.	6
	1.4. 4 Ensayos según el uso.	7
	1.4.4. 1 Ensayo según la utilización del material	7
1.5	Ensayos normados.	14
	1.5. 1 Normas internacionales.	15
	1.5. 2 Normas nacionales.	17
1.6	Supervisión y ejecución de obras	17
	1.6.1 Diferencia entre supervisión y análisis de campo.	18
	1.6.2 Especificaciones en obra.	19

2. SECTORES INTERESADOS

2.1	Estudiantes de la Escuela de Ingeniería Civil.	21
2.2	Profesores de la Escuela de Ingeniería Civil.	22
2.3	Fabricantes y distribuidores de materiales de construcción.	23
2.4	Ejecutores y supervisores de obra.	25
2.5	Sector de servicio de ensayos de laboratorio de materiales de construcción en el area metropolitana.	27
2.5.1	Sector público.	27
2.5.2	Sector privado.	28

3. RECOPIACIÓN Y OBTENCION DE INFORMACIÓN

3.1	Instrumentos para la recopilación de datos.	31
3.1.1	Instrumentos para la recopilación de datos de laboratorios	31
3.2	Obtención de datos.	32
3.2.1	Obtención de datos del sector de servicio de laboratorio.	32

4. RESULTADOS

4.1	Tabulación de datos	37
4.1.1	Tabulación de datos de campo de laboratorios.	37
4.2	Análisis y Resultados.	42
4.2.1	Análisis y resultados de laboratorios.	42

CONCLUSIONES	75
---------------------	----

RECOMENDACIONES	77
------------------------	----

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
-----------------------------------	----

BIBLIOGRAFÍA	81
---------------------	----

ANEXOS	83
---------------	----

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Clasificación del sector de servicio de laboratorios dedicados al Control de calidad de materiales de construcción en el área Metropolitana de Guatemala.	42
2. Tipos de edificaciones estructurales de los laboratorios.	43
3. El área de ubicación de los laboratorios.	44
4. Área específicamente para la realización de ensayos de materiales de construcción.	45
5. Área total de instalación de laboratorios	46
6. El grado de escolaridad del personal que realiza los ensayos	47
7. El grado de escolaridad del personal que tabula datos y presenta resultados del ensayo.	48
8. El personal es capacitado constantemente en normas internacionales y nacionales para ensayos de materiales de construcción.	49
9. Período en el cual se recibe capacitación en normas nacionales e internacionales para materiales de construcción.	50
10. El personal es capacitado constantemente en la realización de ensayos de materiales de construcción.	51
11. Período en el que recibe capacitación en la realización de ensayos a materiales de construcción.	52
12. Demandantes de los servicios de los laboratorios para el control de calidad de materiales de construcción.	53

13. Laboratorios que realizan ensayos de laboratorio de agregados para el concreto.	54
14. Los Laboratorios que realizan ensayos concreto fresco y endurecido.	55
15. Laboratorios que realizan ensayos de compresión a cilindros de concreto.	56
16. Laboratorios que realizan ensayos con el martillo esclerométrico.	57
17. Laboratorios que realizan ensayos de tensión a barras de acero.	58
18. Laboratorios que realizan ensayos de doblado a barras de acero.	59
19. Laboratorios que realizan ensayos a ladrillos de barro cocido	60
20. Laboratorios que realizan ensayos a block de hormigón	61
21. Laboratorios que realizan ensayos a adoquines	62
22. Laboratorios que realizan ensayos a pisos y baldosas de cemento líquido.	63
23. Laboratorios que realizan ensayos a tubería PVC.	64
24. Laboratorios que realizan ensayos completos a la madera	65
25. Laboratorios que realizan ensayos a los suelos	66
26. Laboratorios que realizan ensayos no destructivos a materiales de construcción.	67
27. Laboratorios que realizan ensayos químicos a materiales de construcción.	68
28. Los laboratorios que utilizan las normas FHA para materiales de construcción.	69
29. Incidencia por mes de ensayos de laboratorio.	70
30. Laboratorios que tienen conocimiento de acreditación de ensayos.	71
31. Los laboratorios que tienen conocimiento de a que lugar para el inicio del proceso de acreditación de ensayos materiales de construcción.	72
32. Laboratorios que tienen el conocimiento de la institución que acredita en Guatemala	73

TABLAS

I. Clasificación del sector de servicio de control de calidad de materiales de construcción a nivel metropolitano.	42
II. El tipo de infraestructura de instalación del laboratorio para el control de calidad de materiales de construcción	43
III. El área de ubicación de los laboratorios	44
IV. El área específicamente para la realización de ensayos	45
V. El área total de la instalación del laboratorio.	46
VI. El grado de escolaridad del personal que realiza los ensayos.	47
VII. El grado de escolaridad del personal que tabula datos y presenta resultados del ensayo	48
VIII. El personal es capacitado constantemente en normas internacionales y nacionales para ensayos de materiales de construcción.	49
IX. Período en el cual se recibe capacitación en normas nacionales e internacionales para materiales de construcción.	50
X. El personal es capacitado constantemente en la realización de ensayos de materiales de construcción	51
XI. Período en el cual se recibe capacitación en la realización de ensayos para materiales de construcción.	52
XII. Los demandantes de los servicios de los laboratorios.	53
XIII. Laboratorios que realizan ensayos de agregados para concreto	54
XIV. Laboratorios ensayan concreto endurecido y fresco.	55
XV. Laboratorios que realizan ensayos de compresión a cilindros de concreto.	56
XVI. Laboratorios que realizan ensayos con martillo Esclerométrico	57

XVII. Laboratorios que realizan ensayos de tensión a barras de acero para refuerzo.	58
XVIII. Laboratorios que realizan ensayos de doblado a barras de acero para refuerzo.	59
XIX. Laboratorios que realizan ensayos de ladrillos de barro cocido	60
XX. Laboratorios que realizan ensayos a block de concreto.	61
XXI. Laboratorios que realizan ensayos en adoquines.	62
XXII. Laboratorios que realizan ensayos a pisos y baldosas	63
XXIII. Laboratorios que realizan ensayos a tubería de PVC.	64
XXIV. Laboratorios que realizan ensayos a la madera.	65
XXV. Laboratorios que realizan ensayos de suelos.	66
XXVI. Laboratorios que realizan ensayos no destructivos para materiales de construcción.	67
XXVII. Laboratorios que realizan ensayos químicos, para materiales de construcción.	68
XXVIII. Laboratorios que utilizan normas FHA, para materiales de construcción.	69
XXIX. Costos, incidencias y tiempos de entrega materiales de construcción.	70
XXX. Los laboratorios que tienen conocimiento del proceso de acreditación de ensayos materiales de construcción.	71
XXXI. Los laboratorios que tienen conocimiento a que lugar visitar para el inicio del proceso de acreditación de ensayos materiales de construcción.	72
XXXII. Los laboratorios tienen el conocimiento de cual es la institución de la acreditación en Guatemala	73

GLOSARIO

Agregado fino:	Comúnmente consisten en arena natural o piedra triturada siendo la mayoría de sus partículas menores que 5mm.
Agregado grueso:	Consisten en una grava o una combinación de grava o agregado triturado cuyas partículas sean predominantemente mayores que <i>5mm</i> y generalmente entre <i>9.5 mm</i> y <i>38mm</i> . Pueden ser triturados, piedra bola, guijarros, o grava de gran tamaño.
ANSI:	Instituto Nacional Estadounidense de Estándares
Apisonar:	Acomodar o allanar agregado o grueso por medio de una barra lisa normada, o una apisonadora.
ASTM:	American Society for Testing and Materials.
COGUANOR:	Comité Guatemalteco de Normas.
Corrug:	Deformación en relieve hecha en la barra, con el objeto de aumentar su adherencia al hormigón.

- Elongación:** Deformación longitudinal que sufre un cuerpo debido a una fuerza externa.
- Especificación técnica:** Es un documento que establece las características de los productos o servicios tales como: niveles de calidad, rendimiento, seguridad o dimensiones. Puede incluir también terminología, símbolos, métodos de ensayo embalaje.
- F.H.A:** Fondo de Hipotecas Aseguradas.
- ISO:** Organización Internacional para la Estandarización.
- Norma:** Documento establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido, que proporciona, para un uso común y repetido, reglas, directrices o características para actividades o sus resultados, con el fin de conseguir un grado óptimo de orden en un contexto dado.
- PVC:** Poli Clorato Vinílico.
- Organolépticos:** son caracteres de los materiales referidos al aspecto, color, tamaño y forma, los cuales pueden apreciarse con el uso de los sentidos.
- Características físicas:** referentes al volumen y el peso, así como a conceptos con ellos relacionados, como son la densidad y la porosidad.

Propiedades mecánicas: expresan la capacidad resistente del material a los esfuerzos producidos por causas exteriores.

Sondeos: perforación profunda que se realiza en el suelo para conocer la naturaleza y profundidad de las capas.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación se enfoca en la determinación de la capacidad instalada para el control de calidad de materiales de construcción, en el área metropolitana de Guatemala.

Estructurado por cuatro capítulos, en el primero de ellos se presenta la teoría básica de lo que son los ensayos, tipos de ensayos, utilidad de los ensayos, ensayos normados, normas internacionales y nacionales, la supervisión y ejecución de obras, las especificaciones en obra, la diferencia entre supervisión y análisis de campo.

Al tener una idea de la importancia de los ensayos, del trabajo y sus objetivos, en el capítulo dos se toman en cuenta los sectores interesados en el trabajo de graduación, siendo estos los Estudiantes de la Escuela de Ingeniería Civil, los Profesores de la Escuela de Ingeniería Civil, los fabricantes y distribuidores de materiales de construcción, los ejecutores y supervisores de obra y el sector de servicio de ensayos de laboratorio para materiales de construcción, en el área metropolitana estos son el sector público y privado.

En el capítulo tres, se determina el instrumento para la recopilación de datos y obtención de datos del sector de servicio de los laboratorios.

En el capítulo cuatro, se presenta la tabulación de datos de campo obtenidos de laboratorios, el análisis de resultados y finalmente la presentación de los resultados como: nombre del laboratorio, la ubicación, número telefónico, correo electrónico, los servicios de ensayos de laboratorio, cobertura, rango aproximado de precios, tiempo de entrega de resultados.

OBJETIVOS

General

Determinar la ubicación y la capacidad instalada de laboratorios para ensayos de materiales de construcción, en el área metropolitana.

Específicos:

1. Determinar el nivel de capacidad con el que cuenta el sector de servicio de ensayos de laboratorio de materiales de construcción.
2. Determinar la capacidad humana que labora en este sector.
3. Determinar los servicios que prestan los laboratorios que se dedican a ensayos de materiales de construcción
4. Determinar los ensayos con más incidencia en los laboratorios de ensayos de materiales de construcción.
5. Determinar el tipo de normas que utiliza el sector de servicio de ensayos de laboratorio de materiales de construcción.

INTRODUCCIÓN

El actual desarrollo tecnológico en el campo de la construcción, la incursión de modernos procesos constructivos y la utilización de nuevos productos, hacen que el Ingeniero Civil este constante en su capacitación y preparación. En el mercado se ofrece una amplia gama de materiales de construcción que varían en calidad, tamaños, formas, pesos, precios, etc. Este cambio tan acelerado genera el desconocimiento del origen y naturaleza de los mismos, entre los cuales el Ingeniero debe seleccionar los de mejor calidad.

La calidad de las construcciones depende en gran medida de la mano de obra empleada en todas las etapas de la obra, así como de la supervisión y el control de calidad de los materiales de construcción a utilizar o bien la verificación de calidad de los ya utilizados. No obstante, en la actualidad se encuentra el problema de la falta de información necesaria del sector de servicio de laboratorios que se dediquen a ensayos de materiales de construcción. Esto genera el desconocimiento de la calidad de los materiales utilizados en la obra, generando falta de garantía y desconfianza de la misma.

Debido a esta situación se realiza el trabajo de campo con nombre determinación de la capacidad instalada para el control de calidad de materiales de construcción en el área metropolitana de Guatemala, para lo cual se cuenta con la información de la ubicación, numero telefónico, correo electrónico, tiempo de servicio, ensayos que se realizan, tipos de normas que utilizan, maquinaria y equipo empleado, incidencia de ensayos, infraestructura de los laboratorios, capacidad humana con la que cuentan, costo de ensayos, cobertura a nivel local o nacional, tiempo en la entrega de resultados.

1. GENERALIDADES

1.1 Antecedentes

Las entidades encargadas de verificar el control de calidad de materiales de construcción, han implementado normas y ensayos de laboratorio necesarios para determinar las características físicas y propiedades mecánicas de los materiales, sin embargo en la actualidad se ha observado que es muy común obviar las pruebas y ensayos durante la ejecución de la obra, siendo las causas más comunes la inexperiencia con que cuenta el supervisor, poca práctica de los profesionales recientemente graduados o el desconocimiento de normas y ensayos por parte de los supervisores y/o ejecutores. Además se encuentran con el inconveniente que no existe la información necesaria acerca de la ubicación y los servicios que prestan las empresas o laboratorios.

Para disminuir este problema que se genera, por falta de información y que se ha hecho muy frecuente en el ámbito de la construcción, es de gran importancia orientar al estudiante de la Escuela de Ingeniería Civil, profesores de la Escuela de Ingeniería Civil, personal a cargo de obras, fabricantes y distribuidores de materiales de construcción, de los lugares, a los cuales pueden enviar sus muestras para que sean ensayadas y tener conocimiento de los servicios prestados por los laboratorios, para determinar la calidad de los materiales a utilizar en la obra.

Ante esta situación se estableció por medio de investigación de campo, el nivel de la capacidad instalada del sector de servicio de ensayos de laboratorio de materiales de construcción en el área metropolitana, determinando así la ubicación, servicios que prestan, costos, la incidencia de los ensayos, normas que utilizan, cobertura de trabajo a nivel local o nacional, tiempo de entrega de resultados y otros.

1.2 Justificación

Debido al constante movimiento y acomodamiento de placas tectónicas, además a la múltiple actividad volcánica, Guatemala es un país con alta incidencia sísmica, por ende, es de suma necesidad realizar edificaciones altamente resistentes a sismos y agentes agresivos, de aquí la importancia en la calidad en la construcción de obras de infraestructura que proporcione a los usuarios confort y seguridad, esto conduce a determinar con exactitud las características físicas y propiedades mecánicas de los materiales de construcción, generando así obras de buena calidad.

Con la importancia de realizar ensayos a materiales de construcción en cualquier obra civil, en muchos casos la falta de información de la ubicación, los servicios de laboratorio de ensayos de materiales de construcción y cuáles son los más cercanos a nuestra ubicación. En consecuencia no se hacen los ensayos necesarios para determinar la calidad de los materiales. Por lo consiguiente nos condujo a determinar capacidad de instalación, ubicación y servicios que prestan las empresas dedicadas a ensayar de materiales de construcción, en el área metropolitana de Guatemala.

1.3 Propósito

Con el trabajo de campo, se determina la capacidad instalada para el control de calidad de materiales de construcción, en el área metropolitana de Guatemala, el propósito es generar y presentar información precisa para el sector de la construcción y el público en general, relacionada al sector de servicios del control de calidad de los materiales.

Se presenta la información de la ubicación, los servicios y costos. Para las personas dedicadas al campo constructivo y el público en general, que requiera los servicios de los laboratorios y mitigar en parte el problema anteriormente expuesto.

1.4 Utilidad de los ensayos ¹

El ensayo es un proceso experimental cuyos resultados permitirán realizar la medición de series de valores proporcionales a los caracteres de un material. El significado real de cualquier ensayo reside en el grado al cual capacita para predecir el desempeño de un material en servicio. El ensayo ideal debe ser significativo, confiable, de precisión conocida y sobre todo económico.

Si, en efecto, si se desea comprobar la resistencia de un material cualquiera, el método más seguro es el de un ensayo bajo especificaciones de norma, pero la complejidad y el costo de tal sistema lo harían, en general, prohibitivo, salvo en casos especiales o fin, como temas de investigación; la experiencia obtenida por medio de los estudios realizados demuestra que basta con realizar ensayos a un pequeño trozo del material, (probeta), para deducir con suficiente exactitud, el comportamiento de la pieza entera de material.

El ensayo comercial ² se preocupa, principalmente, ya sea por la verificación de la aceptabilidad de los materiales bajo especificaciones de adquisición o por el control de la producción o fabricación. Generalmente, el tipo de ensayo ha sido especificado, aunque como guía para la calidad de medición pueda resultar completamente arbitraria. No se necesita un alto grado de refinamiento, aunque los límites de exactitud se especifican.

Los propósitos más comunes de este ensayo son:³

- Determinar la calidad de los materiales conocidos.

¹ Según referencia No. 1

² Idem a la anterior

³ Según referencia No. 4

- Descubrir las propiedades de los materiales nuevos.
- Elaborar normas de calidad o procedimientos de ensayo significativos

La investigación de materiales de construcción tiene como propósito: arribar a un nuevo entendimiento de los materiales conocidos, descubrir las propiedades de nuevos materiales y elaborar normas de control de calidad y el procedimiento de sus ensayos significativos.

El ensayo científico⁴ tiene como meta la acumulación de un acervo de información ordenado y confiable acerca de las propiedades mecánicas y características físicas fundamentales y útiles de los materiales de construcción, con la mira final de aportar datos para el análisis exacto del comportamiento estructural y el diseño eficiente.

1.4.1 Ensayos según su norma⁵.

ENSAYOS DE ELECCIÓN. Cuyo objetivo es el conocimiento previo de las posibilidades de un material para analizarlo correctamente en una construcción; a los materiales naturales rocas, maderas, etc., no podemos imponerles condiciones de bondad o resistencia, teniendo que aceptar las que ofrezcan, pero sabiendo elegir los que mejor resuelvan el problema planteado.

ENSAYOS DE COMPROBACIÓN. Para certificar si el material responde a una calidad o a un tipo fijado por las disposiciones vigentes o consagrados por la experiencia; los materiales artificiales, obtenidos tras largos procesos fabriles y después de manipulaciones, almacenajes y transportes, pueden sufrir fuertes alteraciones en sus propiedades, por lo que es preciso comprobar que, en el momento de su empleo, se encuentran en perfectas condiciones.

⁴ Según referencia No. 5

⁵ Según referencia No. 1

1.4.2 Ensayos según su naturaleza.⁶

Según los medios utilizados para la realización de ensayos, pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- Ensayo In Situ. (organoléptico).
- Ensayo Tecnológico

1.4.2.1 Ensayo *in situ*.⁷

Los ensayos "in situ" son pruebas realizadas en el sitio para la determinación de las características geotécnicas de un terreno o de materiales de construcción que se encuentran en la obra.

Si bien es cierto que el volumen de materiales afectado por los ensayos "in situ" es mayor que el tamaño de las probetas usuales en laboratorio, ello no resuelve totalmente el problema de los efectos macroestructurales previamente.

Ensayo organoléptico.⁸

Es el que investiga caracteres del mismo nombre y que es normalizado, reglamentado, rígido, en cuanto se hace referencia al plano, a la línea, a la dimensión y a la forma; y personal si aprecia el color, aspecto o proporción; en cualquier caso es esencialmente estático, reduciéndose a comprobar si el material responde a un aspecto, calidad o color determinados.

Entre los ensayos organolépticos más importantes están:

1. La apariencia externa o vitola, primera impresión que produce la contemplación del material permitiendo distinguir su forma, tamaño, manchas, imperfecciones, etc.

⁶ Según referencia No. 1

⁷ Según referencia No. 6

⁸ Según referencia No. 4

2. El ensayo de fracturas, permite comprobar la uniformidad, el tamaño de su grano y las grietas, poros o fallas que pueda contener en su interior.
3. Propiedades típicas, peculiares de cada material, por ejemplo la transparencia, la opacidad, el color, el olor, la sonoridad de percusión, el peso relativo, la tonalidad, etc.

Los ensayos organolépticos no pierden su carácter sensorial aun cuando el observador se valga de censillos instrumentos útiles a su alcance, tales como llaves, anillos, ácidos caseros, etc. Tienen valor cuando aquel tiene experiencia y ausencia total de prejuicios; en caso contrario, lo probable es que se deje llevar por la desconfianza y rechace materiales admisibles.

1.4.2. 2 Ensayo tecnológico.⁹

El ensayo ya sea físico, mecánico o químico, resultante de una investigación experimental normalizada a fin de que los resultados obtenidos sean comparables. Los físicos y químicos son estáticos, pero los mecánicos son dinámicos, con el concurso de las fuerzas que actúan sobre el material hasta determinar, por lo general la rotura del mismo.

1.4. 3 Ensayos según su conveniencia de propiedades.¹⁰

Por su conveniencia se puede diferenciar entre los ensayos de campo y los ensayos de laboratorio. Debido a las condiciones de trabajos difíciles o azarosos, la interferencia, las limitaciones de tiempo, y las condiciones climáticas variables, los ensayos realizados en el campo usualmente carecen de la predicción de ensayos similares efectuados en el laboratorio; sin embargo, el desempeño del trabajo de laboratorio no garantiza necesariamente la precisión. Ciertos tipos de ensayo, como por ejemplo, el análisis de la criba de grava, pueden ser realizados con la misma exactitud por un inspector en la obra que por un técnico en el laboratorio.

⁹ Según referencia No. 1

¹⁰ Idem a la anterior

1.4.4 Ensayo según el uso.¹¹

Con respecto al método general de ataque y la interpretación de los resultados, es deseable distinguir entre:

1. Ensayos en estructuras, miembros o partes de tamaño natural.
2. Ensayos en modelos de estructuras, miembros o partes.
3. Ensayos en probetas cortadas de las partes acabadas.
4. Ensayos en muestras de materiales naturales o transformados.

1.4.4.1 Ensayo según la utilización del material.¹²

Con respecto a la utilización de un material o una parte de este después del ensayo, los pueden clasificarse como: destructivos y no destructivos.

Los ensayos para determinar la resistencia última de un material naturalmente implica la destrucción de la muestra. Los ensayos no destructivos son de particular interés para la supervisión de la obra.

Ensayo no destructivo:¹³ Se denomina ensayo no destructivo (también llamado END, o en inglés NDT de nondestructive testing) a cualquier tipo de prueba practicada a un material que no altere de forma permanente sus propiedades físicas, químicas, mecánicas o dimensionales. Los ensayos no destructivos implican un daño imperceptible o nulo. Los diferentes métodos de ensayos no destructivos se basan en la aplicación de fenómenos físicos tales como ondas electromagnéticas, acústicas, elásticas, emisión de partículas subatómicas, capilaridad, absorción y cualquier tipo de prueba que no implique un daño considerable a la muestra examinada.

¹¹ Según referencia No. 4

¹² Según referencia No. 5

¹³ Según referencia No. 10

Los ensayos no destructivos se utilizan en una variedad de ramas que cubren una gran gama de actividades industriales.¹⁴

- En construcción: estructuras, puentes.
- En la industria automotriz: partes de motores, chasis.
- En aviación e industria aeroespacial: exteriores de chasis, plantas generadoras (Motores a reacción, cohetes espaciales).
- En manufactura: partes de máquinas
- En ingeniería nuclear: Pressure vessels.
- En petroquímica: transporte por tuberías, tanques de almacenamiento.
- Misceláneos: atracciones de parques de diversiones, conservación y restauración de obras de arte.

Entre los ensayos no destructivos más comunes para la construcción se encuentran:¹⁵

Examen visual. La inspección visual del objeto nunca debe omitirse cuando sea necesario detectar posibles defectos superficiales. Aunque parezca innecesario enumerar ésta como un método de ensayo, ha existido una tendencia a desestimar las ventajas a derivar por medio de una cuidadosa inspección. Los microscopios equipados con aditamentos fotográficos frecuentemente se usan para obtener registros permanentes de los defectos en zonas dudosas y variaciones estructurales. La comprobación de las variaciones por medio de escalas, cintas, micrómetros o calibradores especiales, también pueden catalogarse como un tipo de inspección visual.

¹⁴ Según referencia No. 9

¹⁵ Según referencia No. 4

Ensayo del martillo. Cuando un objeto sólido homogéneo es golpeado con un martillo, emite un sonido limpio de tañido mientras uno defectuoso (agrietado) posee un sonido hueco bien conocido. Este hecho ha constituido por mucho tiempo la base para uno de los ensayos no destructivos más antiguos.

El método del martillo esclerométrico. Permite determinar la dureza superficial del hormigón. Para ello, una masa conocida, es impulsada con una determinada energía, golpea al hormigón y rebota. La cantidad de energía recuperada en el rebote es un índice de la dureza superficial y se cuantifica con el índice esclerométrico, parámetro que varía entre 20 y 50.

En el esclerómetro Schmidt, la energía es proporcionada por un mecanismo de resorte, mientras que el esclerómetro de péndulo utiliza, exclusivamente, la energía potencial gravitatoria. El primer tipo de esclerómetro es utilizado en estructuras de hormigón, mientras que el segundo, cuyo impacto superficial posee menos energía, se emplea en mamposterías.

Método de la velocidad de ultrasonidos. El principio de funcionamiento de esta técnica consiste en un transductor transmisor electro-acústico, que produce ondas de alta frecuencia, en contacto con la superficie del hormigón. Estas ondas atraviesan una distancia conocida, hasta alcanzar a otro transductor receptor, que convierte la señal acústica en electrónica. Un circuito electrónico mide el tiempo de tránsito, pudiéndose obtener la velocidad del impulso. En algunos aparatos, el impulso recibido es amplificado y llevado a un tubo de rayos catódicos, donde se compara la forma y amplitud de las ondas recibidas, con respecto a las emitidas. En el hormigón se generan tres tipos de ondas: longitudinales, transversales y de Rayleigh.

El método de ultrasonidos se ha empleado, en el hormigón, para el estudio de: ¹⁶

- Identificación de zonas débiles en su estructura (test de homogeneidad);
- Defectoscopia (medida y dimensiones de defectos), espesores de capas dañadas por frío o fuego, ataques químicos, acción del fuego / calor, etc.;
- Medidas de las constantes físicas, tales como el Módulo de Elasticidad, Dinámico;
- Evolución de procesos de fisuración y microfisuración, bajo carga; y
- Determinación de la resistencia a compresión y tracción.

La inspección por líquidos penetrantes. ¹⁷

Es un tipo de ensayo no destructivo que se utiliza para detectar e identificar discontinuidades presentes en la superficie de los materiales examinados. Generalmente se emplea en aleaciones no ferrosas, aunque también se puede utilizar para la inspección de materiales ferrosos cuando la inspección por partículas magnéticas es difícil de aplicar. En algunos casos se puede utilizar en materiales no metálicos. El procedimiento consiste en aplicar un líquido coloreado o fluorescente a la superficie en estudio, el cual penetra en cualquier discontinuidad que pudiera existir debido al fenómeno de capilaridad.

Inspección por partículas magnéticas. ¹⁸

La inspección por partículas magnéticas es una tipo de ensayo no destructivo que permite detectar discontinuidades superficiales y subsuperficiales en materiales ferromagnéticos.

¹⁶ Según referencia No. 11

¹⁷ Idem a la anterior

¹⁸ Idem a la anterior

Método de radiografía.¹⁹

Una radiografía es una imagen registrada en una placa o película fotográfica. La imagen se obtiene al exponer dicha placa o película a una fuente de radiación de alta energía, comúnmente rayos X o radiación gamma procedente de isótopos radiactivos (Iridio 192, Cobalto 60, Cesio 137, etc.). Al interponer un objeto entre la fuente de radiación y la placa o película las partes más densas aparecen con un tono más o menos gris en función inversa a la densidad del objeto. Por ejemplo: si la radiación incide directamente sobre la placa o película, se registra un tono negro. Sus usos pueden ser tanto médicos, para detectar fisuras en huesos, como industriales en la detección de defectos en materiales y soldaduras tales como grietas, poros, "rechupes", etc.

Radiografía industrial.²⁰

La radiografía industrial de moltilner ensayo no destructivo de tipo físico, que es utilizado para inspeccionar materiales en busca de discontinuidades macroscópicas y variaciones en su estructura interna.

La radiación electromagnética de onda corta tiene la propiedad de poder penetrar diversos materiales sólidos, por lo que al utilizarla se puede generar una imagen de la estructura interna del material examinado.

Los ensayos destructivos son los siguientes:²¹

Ensayo de tracción

En el ensayo se mide la deformación (alargamiento) de la probeta entre dos puntos fijos de la misma a medida que se incrementa la carga aplicada, y se representa gráficamente en función de la tensión (carga aplicada dividida por la sección de la probeta). En general, la curva tensión-deformación así obtenida presenta cuatro zonas diferenciadas

¹⁹ Según referencia No. 9

²⁰ Según referencia No. 11

²¹ Según referencia No. 2

Ensayo de compresión.²²

El esfuerzo de compresión es una presión que tiende a causar una reducción de volumen. Cuando se somete un material a una fuerza de flexión, cizalladora o torsión actúan simultáneamente fuerzas de torsión y compresión. Es la fuerza que actúa sobre un material de construcción, suponiendo que esté compuesto de planos paralelos, lo que hace la fuerza es intentar aproximar estos planos, manteniendo su paralelismo (propio de los materiales pétreos).

Los ensayos practicados para medir el esfuerzo de compresión son contrarios a los aplicados al de tensión, con respecto a la dirección y sentido de la fuerza aplicada tiene varias limitaciones: Dificultad de aplicar una carga concéntrica o axial. Una probeta de sección circular es preferible a otras formas.

Ensayo de flexión.²³

En ingeniería se denomina flexión al tipo de deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal. El término "alargado" se aplica cuando una dimensión es preponderante frente a las otras. Un caso típico son las vigas, las que están diseñadas para trabajar, preponderantemente, por flexión. Igualmente, el concepto de flexión se extiende a elementos estructurales superficiales como placas o láminas.

Las vigas o arcos son elementos estructurales pensados para que trabajen predominantemente en flexión. Geométricamente son prismas mecánicos cuya rigidez depende, entre otras cosas, del momento de inercia de la sección transversal de las vigas.

²² Según referencia No. 6

²³ Idem a la anterior.

Ensayo de fatiga²⁴

En ingeniería y, en especial, en ciencia de materiales, la fatiga de materiales se refiere a un fenómeno por el cual la rotura de los materiales bajo cargas dinámicas cíclicas se produce más fácilmente que con cargas estáticas. Un ejemplo de ello se tiene en un alambre: flexionándolo repetidamente se rompe con facilidad.

Ensayo de resiliencia.²⁵

En ingeniería, la resiliencia es la cantidad de energía que puede absorber un material, antes de que comience la deformación irreversible, esto es, la deformación plástica. Se corresponde con el área bajo la curva de un ensayo de tracción entre la deformación nula y la deformación correspondiente al esfuerzo de fluencia. En el Sistema Internacional de Unidades se expresa en julios por metro cúbico.

Ensayo de torsión.²⁶

En ingeniería, torsión es la sollicitación que se presenta cuando se aplica un momento sobre el eje longitudinal de un elemento constructivo o prisma mecánico, como pueden ser ejes o, en general, elementos donde una dimensión predomina sobre las otras dos, aunque es posible encontrarla en situaciones diversas.

La torsión se caracteriza geoméricamente porque cualquier curva paralela al eje de la pieza deja de estar contenida en el plano formado inicialmente por las dos curvas. En lugar de eso una curva paralela al eje se retuerce alrededor de él.

²⁴ Según referencia No. 6

²⁵ Idem a la anterior

²⁶ Según referencia No. 2

Ensayo de plegado.²⁷

El plegado consiste en doblar un material delgado, por ejemplo un aplancha metálica, con el fin de reforzar algunas de sus funciones.

El ensayo de doblado.²⁸

Consiste en doblar una probeta de un material hasta que aparezcan grietas o fisuras, midiéndose el ángulo donde tales alteraciones se han producido. Para realizar el ensayo se coloca el material sobre dos rodillos y se le aplica la presión de un tercer rodillo situado encima de la pieza y en medio de los dos rodillos que sujetan la pieza. Al aplicar la fuerza el material cede y se dobla y se calcula por valores preestablecidos la presión que hay que darles y el ángulo que deben formar.

1.4 Ensayos normados.²⁹

Un notable desarrollo de las pasadas décadas, particularmente en lo referente a los materiales de construcción, ha sido la preparación y el uso de especificaciones "normales". Una especificación normal para un material es por lo general el resultado de un acuerdo entre los interesados en un campo particular e involucra la aceptación para su uso de las agencia participantes.

Una especificación normal implica métodos de ensayos normales y ocasionalmente también definiciones normativas. En algunos casos, los métodos de ensayos que incorporan a una especificación de materiales. Por otra parte, algunas agencias normativas establecen métodos de ensayos además de las especificaciones de materiales de construcción y hacen referencia obligatoria a los métodos de ensayo.

²⁷ Según referencia No. 3

²⁸ Idem a la anterior

²⁹ Según referencia No. 1

Las especificaciones normales apropiadas redactadas y susceptibles de ponerse en vigor pueden tener un valor inmenso para la industria. Algunas de las ventajas que pueden citarse para las especificaciones de materiales de construcción son:

1. Usualmente representan el conocimiento combinado del productor y del consumidor, y reducen la posibilidad de que surjan malentendidos a un mínimo.
2. Ofrecen al fabricante una norma de producción, tienden a arrojar un producto más uniforme y reducir el número de variedades requeridas en existencia, bajando así el consiguiente desperdicio, y por consiguiente el costo.
3. Reducen los costos de unitarios al tornar posible la producción en masa de productos normalizados.
4. Permiten al consumidor usar una especificación ensayada y ponerla en vigor.
5. Permiten al diseñador elegir un material con certeza razonable de adquirirlo.
6. Simplifican la preparación de especificaciones para uso especial porque las especificaciones normales publicadas pueden incorporarse por referencia existente.

1.4.1. Normas internacionales³⁰

Gran número de países tienen establecidas normas técnicas que definen cualidades, tipos, tamaños y ensayos de los materiales de construcción.

Francia tiene las normas AFNOR. Association Francaise de Normalisation; Alemania, las normas DIN, Deutsche Industrialische Normen, extendida a numerosas actividades; Estados Unidos, las ASTM, American Society for Testing And Materials; Italia, la UNI, Une Norme Italiana y en España, la UNE, una Norma Española.

³⁰ Según referencia No. 10

Las normas promulgadas por la American Society for Testing And Materials (sociedad norteamericana para el ensayos y los materiales), son de especial importancia para quienes se ocupan del ensayo e inspección de los materiales de construcción. La ASTM desempeña la doble función de; La normalización de las especificaciones y los métodos de ensayo de los materiales de construcción; y el mejoramiento de los materiales de ingeniería.³¹

Agencias como la organización internacional de normas (ISO, International Standard Organization), se encargan de recopilar y elaborar normas y especificaciones para materiales, procesos, servicios, etc. Estas normas tienen el fin de unificar los criterios tomados alrededor del mundo en materia de normas.

Normas ASTM significa American Society for Testing and Materials (Sociedad Americana para pruebas y materiales). Fue fundada en 1,898 y es una organización para el desarrollo de normas sobre características y comportamiento de materiales, sistemas, productos y servicios y la promoción del conocimiento relacionado.³²

Estas son normas de los Estados Unidos de Norteamérica, pero de uso internacional, que dan requerimientos sobre maquinas, equipos y patrones empleados en ensayos. También son usadas por la industria para la producción y comercialización de productos de exportación. Además sirven de base a instituciones metrológicas para certificar productos como tubería, alambres, etc.

³¹ Según referencia No. 10

³² Según referencia No. 7

1.4.2. Normas nacionales. ³³

En Guatemala la institución o entidad encargada de normalizar es la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR), según sus estatutos de fundación, sus funciones son las siguientes:

1. Dirigir, coordinar y unificar las actividades y las políticas del país en materia de normas.
2. Estudiar, elaborar, modificar y proponer al Organismo Ejecutivo por conducto del Ministerio de Economía, la adopción de normas formuladas.
3. Construir los comités técnicos de trabajo para el estudio, elaboración y en su caso, modificación de cada norma en particular.
4. Vigilar la aplicación de las normas adoptadas.
5. Establecer y mantener relaciones con las organizaciones internacionales y regionales de fijación de normas.
6. Tener bajo su jurisdicción todos los demás asuntos relacionados con la fijación de normas en Guatemala.
7. Verificar el cumplimiento de las normas vigentes en Guatemala.

1.5 Supervisión y ejecución de obras. ³⁴

La calidad de las estructuras de hormigón armado depende en gran medida de la mano de obra empleada en la construcción. Los mejores materiales y la mejor práctica de diseño carecen de efectividad, a menos que la construcción se haya realizado bien. En la ejecución, la supervisión es necesaria para confirmar que la construcción se ajusta a los planos de diseño y las especificaciones del proyecto.

³³ Según referencia No. 12

³⁴ Según referencia No. 8

El comportamiento adecuado de la estructura depende esencialmente que la construcción represente correctamente el diseño y cumpla con los requisitos de códigos o normas de construcción aplicadas en la zona y dentro de las tolerancias de seguridad permitidas por las mismas.

1.5.1. Diferencia entre supervisión y análisis de campo.³⁵

Aunque sus funciones se relacionen, es necesario distinguir entre el ensayo, como tal, y la inspección y análisis de campo. Como ya se hizo ver, el ensayo se relaciona específicamente con la realización física de las operaciones para medidas cuantitativas de ciertas propiedades. La inspección o análisis de campo cubre la observación de los procesos y productos de fabricación o construcción con el propósito de garantizar la presencia de las cualidades deseadas.

En muchos casos la inspección puede ser enteramente cualitativa e involucra solamente la observación visual de la corrección de las operaciones o dimensiones, la determinación o detección de efectos superficiales, o posiblemente la indicación de la presencia o ausencia de condiciones no deseables, tales como la humedad o la temperatura excesivas.

En principio, en cualquier obra de construcción el supervisor deberá solicitar muestras y ensayos de por lo menos, los siguientes materiales:

- Concreto y sus componentes: cemento, arena, grava.
- Acero de refuerzo estructural.
- Elementos de relleno: tabiques, bloca, ladrillos, etc.
- Tuberías de todo tipo.
- Morteros y pastas hidráulicas.

³⁵ Según referencia No. 5

El supervisor podrá exigir el ensayo de cualquiera de todos los materiales de construcción después de entrega, incluyendo los que hayan sido aprobados y aceptados en la fuente de suministro y rechazara todos aquellos que no cumplan con las especificaciones técnicas.

Entre todas las funciones del supervisor destacan para el enfoque del presente trabajo de graduación.

Examinar cuidadosamente los materiales de construcción que habrán de usarse en la obra y darles su aprobación o rechazo oportuno, según sea el caso, así como pedir o exigir pruebas de laboratorio de los distintos materiales, si así lo ameritan.

Ordenar el análisis y ensayos de laboratorio que se necesitan para los materiales de construcción de los cuales se tengan dudas o en caso de obras que exijan un estricto control de calidad de los materiales a emplearse.

Los materiales de construcción, sus muestras o probetas de ensayo, deben mantenerse el directo control y vigilancia del personal encargado de la supervisión y ser marcados de tal manera que sea fácil y su identificación segura.

1.5.2. especificaciones en obra.³⁶

Se entiende como especificaciones en obra al conjunto de disposiciones, requisitos, condiciones y normas que se establecen para la contratación y ejecución de una obra de construcción determinada.

Las especificaciones son instrucciones escritas que suplementan los dibujos y diagramas de los planos en la formulación de los requerimientos técnicos, de los trabajos a realizar. También definen la calidad de los materiales y manufactura deseada y sirven particularmente como norma y guía para la supervisión y el control de la obra.

³⁶ Según referencia No. 8

Básicamente en cualquier tipo de obra o proyecto de ingeniería hay tres tipos de especificaciones en obra, en las cuales se define la totalidad del proyecto y estas son:³⁷

1. Especificaciones generales: proporcionan información general del proyecto y detalles sobre pormenores de la obra que no se ponen en los planos ni en las especificaciones técnicas ni especiales, y por lo general, hacen alusión a definiciones, el contrato, métodos de diseño, control de trabajo, equipo a usarse, responsabilidades publicas y legales, etc.
2. Especificaciones técnicas: estas proporcionan, en si, de los detalles técnicos de la obra o proyecto de ingeniería y detallan los materiales a utilizarse, forma, calidad, forma de colocación, etc., del proyecto, renglón por renglón, por lo que son las más usadas y consultadas en el momento de construir. Aquí se incluyen las normas que deben satisfacer los materiales a utilizar.
3. Especificaciones especiales: estas proporcionan información sobre detalles especiales muy delicados del proyecto.

³⁷ Según referencia No. 13

2. SECTORES INTERESADOS

2.1 Estudiantes de ingeniería civil

Los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de San Carlos de Guatemala, es uno de los sectores más beneficiados con el estudio de campo e investigación técnica de la capacidad instalada para el control de calidad de materiales de construcción, en el área metropolitana de Guatemala, siendo los estudiantes los que se encuentran en plena formación profesional, además obteniendo experiencias para su vida profesional y laboral, es de vital importancia que cuente con el manejo adecuado de información relacionada con los laboratorios en los cuales se ensayan materiales de construcción para el control de calidad de los mismos, así mismo determinar las propiedades mecánicas y las características físicas de los materiales utilizados en obra civil.

Por las necesidades del estudiante en la formación académica, requiere cubrir áreas básicas, específicas, y científicas; para optar y desarrollar las funciones designadas en el área de trabajo, tanto en los procesos teóricos y prácticos como en la interpretación de resultados. El estudiante debe involucrarse en el desarrollo y manipulación de información del tipo de ensayo, normas para la realización de los mismos, equipo, estableciendo los parámetros requeridos en la calidad de los materiales de la obra en construcción.

Se ha notado que al culminar la formación algunas personas tienen poco conocimiento de estas actividades, cuando es claro que todo profesional debe responder ante esta situación de control de calidad y ejecución, como principio tener el conocimiento básico de los procesos y la interpretación, para tomar decisiones con bases técnicas, para el buen desarrollo de la labor constructiva que se realice.

Por la gran demanda con que cuentan los ensayos de laboratorio para materiales de construcción en el mercado constructivo y que es necesario enviar muestras de materiales para que sean ensayadas y conocer las propiedades mecánicas y características físicas de los mismos, de esto depende la calidad de la obra o proyecto que sea supervisado y/o ejecutado de tal forma que es indispensable saber y manejar información de nombres, lugares de ubicación, servicios, materiales que ensayan, cobertura, costos y servicios que no se han considerado. Pero en la actualidad no se cuenta con información de dichos laboratorios y por ende muchas veces se incurre en obviar los ensayos produciendo desconfianza y posibles gastos de reparación por la utilización de materiales de baja calidad.

Por lo anteriormente expuesto se hace el trabajo de investigación de los laboratorios de ensayos de laboratorio de materiales de construcción, esto con el único afán de brindarle al estudiante una herramienta más para buscar y determinar el laboratorio más seguro y confiable, más cercano, Ya sea por sus servicios o capacidad en general y que se adapte a las necesidades del mercado y a las requeridas en cualquier momento por el usuario.

2.2 Profesores de la escuela de ingeniería civil.

Los catedráticos de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de San Carlos de Guatemala, son la base fundamental y los encargados en formar a los estudiantes con la responsabilidad y capacidad en la aplicación de normas para cada material de construcción, formando criterio de calidad en la interpretación de los resultados y garantizando así construcciones seguras, basadas en los ensayos de laboratorio pertinentes para los materiales de construcción que sean utilizados en obra.

El catedrático siendo el vínculo permanente en la formación teórica-práctica del estudiante de ingeniería civil, para que estos sean aptos de manejar cierta información de ensayos de laboratorio de materiales de construcción, así como de información del sector servicio de control de calidad de los mismos.

2.3 Fabricantes y distribuidores.

El fabricante es la empresa que produce un material para la venta, teniendo que verificar la calidad del mismo, por lo que envía muestras a los laboratorios de materiales. Para aplicar los ensayos necesarios que comprueban la resistencia y garantizar el producto finalmente fabricado.

La mayoría de industrias de grandes proporciones, fabricantes de materiales para la construcción realizan su fabricación con estricto control de calidad en sus productos, de tal forma que hacen constantes ensayos de laboratorio de los productos manufacturados y materia prima, en la mayoría de los casos estos ensayos se realizan en laboratorios instalados internamente en la empresa fabricante, de esta manera determinan las características físicas y las propiedades mecánicas de los productos fabricados, garantizando la calidad de su marca, utilización y venta del mismo en el mercado de la construcción.

En muchos casos los fabricantes artesanales y pequeños fabricantes, no cuentan con los fondos de inversión para la instalación de laboratorios en sus empresas. Por lo consiguiente no cuentan con maquinaria, equipo, información de normas y ensayos para un control de calidad que los respalde, esto generando materiales de dudosa procedencia y el desconocimiento de la naturaleza de los mismos.

Existen casos comunes de empresarios, que no cuentan con un control de calidad de sus productos, por no contar ya sea con información de ubicación de laboratorios, como por desconocimiento de los ensayos y normas para el control de calidad de materiales de construcción o también porque no les interesa invertir en la calidad de su producto.

El distribuidor es el intermediario entre el fabricante y el constructor; y a su vez depende del fabricante para distribuir un producto de calidad al constructor por lo que envía las muestras para efectuarle ensayos según el material con el objetivo de verificar la calidad del material.

Los distribuidores y vendedores, de materiales de construcción son los encargados de hacer llegar los materiales más adecuados en relación a la calidad y cada uno de estos con las especificaciones técnicas de los mismos, para que el usuario tenga la certeza necesaria que los materiales que utilizara son los requeridos por su calidad.

Por ende, es de mucha importancia que este sector sea capaz de manejar información de ubicación y servicios de laboratorios para el control de calidad de materiales de construcción para que en el momento que se requiera verificar las características físicas y las propiedades mecánicas de los productos fabricados o los productos que deberá vender en el mercado, para crear la aceptación y garantizar al usuario la calidad del mismo.

2.4 Ejecutores y supervisores de obra.

En todas las etapas constructivas de un proyecto es de suma importancia la supervisión y/o la ejecución de obras de infraestructura, en dicho proceso por la naturaleza, las funciones de control y las asesorías técnicas son las más importantes para estas.

El examen cuidadoso de los materiales de construcción que habrán de utilizarse en la obra; para su aprobación o rechazo oportuno, exigiendo pruebas de laboratorio de los distintos materiales de construcción, cuando se considere conveniente.

Ordenar los ensayos y análisis de laboratorio que sean necesarios para los materiales de construcción de los cuales se tenga duda de su calidad, o bien en caso de obras que exijan un estricto control de calidad de la materia prima a utilizarse.

Para el cumplimiento de estas funciones, las muestras de materiales de construcción o las probetas de ensayo, deben mantenerse bajo directo control y vigilancia del supervisor y deben ser marcadas de tal manera que sea fácil y segura su identificación.

Las observaciones y resultados de ensayos deberán llevarse por escrito, con estricto control de fechas en las que fueron realizadas, de tal forma que sea determinar su relación con el avance físico de la obra de construcción.

De todos los resultados de los ensayos el supervisor deberá tener una copia y conservar registros de los datos y demás información al respecto en el expediente de la obra, haciendo las anotaciones pertinentes en la bitácora o libro de órdenes.

En el campo de la construcción, es necesario contar con un control de calidad de todos los materiales de construcción a utilizar, por lo que se hace importante y necesario realizar ensayos físico-mecánicos a los mismos, bajo las normas nacionales e internacionales y que de acuerdo a ellas existen rangos permisibles para su utilización, será a criterio del constructor, basándose en los resultados y especificaciones la aplicación que se les brinde, para la utilización o el rechazo de los mismos.

En la actualidad se ha fomentado la supervisión con mayor énfasis en el control de calidad de cada uno de los materiales de construcción, para evitar riesgos de falla durante y después de la ejecución de las obras.

Por tal razón, se hace necesario el conocimiento del normativo y aplicación de las diferentes pruebas de laboratorio. El profesional debe conocer tanto los procedimientos para realizar la actividad ingenieril, como tener relación con el control de calidad de los productos que va a utilizar dentro del proceso de construcción, así como también las pruebas de laboratorio necesarias para la determinación de características de suelos para tener una base firme donde apoyar sus diseños.

De lo anteriormente expuesto, se ha generado un grave problema, que así como es de suma importancia el control de calidad de materiales de construcción el supervisor y/o el ejecutor de obras, no cuenta con la información necesaria del sector de servicio dedicado a los ensayos de laboratorio y al control de calidad de materiales de construcción, teniendo como consecuencia obviar dichos ensayos generando desconfianza en el proceso de construcción y obras de baja calidad, por consecuencia posibles fallas en la estructura, gastos y engorrosos procesos de reparación y mantenimiento de la obra.

Con esta medida, el sector de supervisores y/o ejecutores de obra será uno de los sectores más beneficiados con la recopilación de la información de la investigación de la determinación de la capacidad instalada para el control de calidad de materiales de construcción en el área metropolitana de Guatemala. Generando información de la ubicación, servicios, ensayos, cobertura, posibles costos de ensayos y tiempo de entrega de resultados.

2.5 Sector de servicio de ensayos de laboratorio de materiales de construcción, en el área metropolitana.

2.5.1 Sector público.

El sector público dedicado al control de calidad y a los ensayos de laboratorio de materiales de construcción, mantiene las puertas abiertas al público en general para prestar sus servicios.

Dicho sector se encuentra muy reducido a nivel nacional, y no se diga a nivel metropolitano, en la actualidad el único laboratorio público que se encuentra en Guatemala es el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos, dedicado al servicio tan importante para el control de calidad de materiales de construcción, al cual pueden acceder estudiantes, profesores, supervisores y/o ejecutores de obra, distribuidores, fabricantes y público en general que necesite verificar las propiedades mecánicas y características físicas de los materiales a utilizar en el proceso constructivo de una obra de infraestructura o proyecto de construcción civil.

Es muy importante mencionar que el sector privado y/o particular, también solicitan los servicios al sector público de laboratorio de ensayos de materiales de construcción, para la verificación de normas, propiedades mecánicas y características físicas, de los productos fabricados, y obtener una comparación de resultados presentados desde su propio laboratorio, para determinar y verificar la buena calidad de los productos ensayados, para su posterior distribución.

2.5.2 Sector privado.

El sector privado de control de calidad de materiales de construcción se encuentra generalmente instalado internamente en algunas de las empresas dedicadas a la fabricación de materiales para la construcción y de esta forma llevar un estricto control de calidad de los materiales y productos fabricados, para luego ser distribuidos en el mercado.

Los ensayos realizados muchas veces se hacen para verificación y/o comparación de normas de los productos fabricados, haciendo referencia a la información técnica y garantizando el material fabricado.

Cabe mencionar que este sector también puede realizar ensayos de laboratorio si algún usuario lo requiere para determinar las propiedades mecánicas y características físicas de materiales de construcción.

Es importante mencionar que el sector de fabricantes de materiales de construcción, aun contando en la mayoría de los casos con su propio laboratorio para el control de calidad de los materiales fabricados, también solicitan al sector público de servicio de laboratorio de ensayos de materiales de construcción la verificación de normas, propiedades mecánicas y características físicas de sus productos, esto para obtener un parámetro más adecuado de comparación de resultados de su propio laboratorio y además uno ajeno a la empresa, para determinar y verificar la buena calidad de los productos ensayados.

El sector de servicio de control de calidad de materiales de construcción será el más beneficiado con el trabajo de investigación puesto que este trabajo le abrirá campo en el mercado constructivo, para la realización de ensayos de laboratorio debido a la demanda y la importancia de dichos controles de los materiales en las obras u proyectos de infraestructura civil a realizar, tomando en cuenta que existirá un documento en cuyo contenido se presentará el nombre de la empresa, dirección, teléfono, correo electrónico, tipo de cobertura, los ensayos, los materiales que ensayan, así como un parámetro de costos, esto para los sectores públicos y privados de servicios de control de calidad de materiales de construcción. Para que todos los sectores interesados tengan acceso a dicha información al momento de requerirla.

3. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN Y OBTENCIÓN DE INFORMACIÓN

3.1 Instrumentos para la recopilación de datos.

3.1.1 Instrumentos para la recopilación de datos de laboratorios.

La recopilación de información se realizó por medio de entrevista personal. Se realizó una selección de muestra que incluyó el trabajo preparatorio de la encuesta y la realización de la misma.

Para esta encuesta el universo que se tomó fueron empresas al servicio de control de calidad de materiales de construcción, establecidas, en el amplio campo de la construcción. La muestra de la encuesta se determinó en 6 empresas o laboratorios, en los cuales se incluyeron las empresas de tipo privado y de sector público.

Diseño de boleta.

- **Marco muestral.** La determinación del marco muestral fue difícil por lo complejo del tema y la falta de información al respecto y se obtuvo con datos proporcionados por: El Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII), profesores, personal a cargo de laboratorios, y personas dedicadas a la construcción.
- **Entrevistado.** Instituciones dedicadas a los servicios del control de calidad de materiales de construcción, por medio de ensayos de laboratorio, ya sea del sector público o privado.
- **Periodo de referencia:** mayo 2008 hasta octubre 2008.
- **Método de Entrevista:** Personal, mediante cita previa.

Encuesta para la determinación de la capacidad instalada para el control de calidad de materiales de construcción, en el área metropolitana de Guatemala

El diseño de la encuesta capta la información de las empresas o laboratorios del sector de servicio dedicado al control de calidad de materiales de construcción en el área metropolitana de Guatemala. Se tomo como parámetros generales la ubicación, los servicios y cobertura. Además los aspectos de capacidad de infraestructura, capacidad humana, capacidad técnica, capacidad de maquinaria y equipo, cobertura, incidencia de ensayos, posibles costos y acreditación de ensayos.

El diseño de la encuesta tomada como instrumento para la recopilación de información de la capacidad instalada para el control de calidad de materiales de construcción en le área metropolitana de Guatemala. Es mostrada seguidamente.

3.2 Obtención de datos.

La obtención de información se baso en los factores de la encuesta por los elementos mostrados a continuación.

3.2.1 Obtención de datos del sector de servicio de laboratorio.

El encabezado.

Determinó el nombre de los laboratorios, empresas o instituciones dedicadas al control de calidad de materiales de construcción, el lugar de la ubicación, el número telefónico, el correo electrónico, la cobertura, los posibles costos y los ensayos que realizan así como los materiales que se ensayan en las anteriormente encuestadas.

Para crear un listado de las empresas que se dediquen al control de calidad de materiales de construcción para poder enviar muestras en el momento que se requiera, contando con la información anterior.

Recursos de infraestructura de instalación de laboratorios.

El tipo de edificación estructural en la instalación del laboratorio de ensayos de materiales de construcción es muy importante al momento de enviar muestras a ensayar, puesto que se debe establecer si este se encuentra en áreas industriales, comerciales y residenciales, asimismo el área de de la construcción específicamente utilizada para ensayos y el área de procesamiento de datos el cual nos puede dar un criterio para la utilización de los servicios.

Recursos de maquinaria y equipo utilizado en el laboratorio.

Determinó el recurso de maquinaria y equipo, identificando el tipo de maquinaria que utilizan y establece si la maquinaria es normada o no, para la realización de los ensayos, así como la maquinaria y equipo utilizada para realizar cada ensayo, dependiendo del material a ensayar.

Determinó la maquinaria y equipo, utilizada en los diferentes laboratorios que se dedican al control de calidad de materiales de construcción.

Capacidad del recurso humano que labora en el laboratorio.

Determinó el grado de escolaridad o educación del personal que realizan los ensayos, la escolaridad del personal que tabula datos y presenta resultados del ensayo.

Determinó si el personal es capacitado constantemente en normas nacionales e internacionales, asimismo si el personal es capacitado constantemente en la realización de ensayos. Y el periodo de tiempo en el que son capacitados en la realización de los ensayos, tabulación de datos y la presentación de resultados de los ensayos a materiales de construcción que realizan.

Capacidad en recursos técnicos.

Indicó cuales son los tipos de sectores de la población que demandan los servicios del laboratorio, siendo estos los constructores, fabricantes, vendedores, supervisores y/o ejecutores de obra, publico en general.

Indica también el tipo de ensayos que se realizan en el laboratorio, así como los materiales que se ensayan tomando en cuenta los siguientes.

AGREGADOS: Granulometría para agregado fino y grueso, gravedad específica del agregado fino y grueso, absorción del agregado fino, y grueso, masa unitaria en agregados finos y gruesos, impurezas orgánicas (Químico), desgaste.

CONCRETO: Esfuerzo a compresión en cilindros de concreto, ensayo con martillo esclerométrico, ensayo de penetración con balín, el ensayo de revenimiento, Ensayo de flujo, extracción de núcleos.

ACERO: Ensayo a tensión en barras de acero, ensayo de doblado en barras de acero

LADRILLO: Ensayo a compresión en ladrillos de barro cocido, absorción

BLOCK: Ensayo a compresión en bloques de hormigón, absorción.

ADOQUÍN: Ensayo a flexión y compresión para adoquines de concreto, absorción.

PISOS Y BALDOSA: Ensayo a flexión e impacto para baldosas de cemento líquido, absorción

PVC: Ensayo de rigidez, tubería blanca y tubería gris, ensayo de aplastamiento, tubería blanca y tubería gris, ensayo de presión interna tubería blanca y tubería gris.

MADERA: clivaje, flexión estática, compresión paralela a la fibra, compresión perpendicular a la fibra, corte paralelo a la fibra, tensión paralela a la fibra, tensión perpendicular a la fibra.

SUELOS: Límites de Atterberg, determinación del límite líquido, determinación del límite plástico, índice de plasticidad, ensayo de compresión triaxial, valor soporte California cbr, análisis granulométrico, sondeo dinámico, ensayo de compactación próctor modificado.

Determina si realizan ensayos no destructivos y cuales son los que realizan así como los materiales ensayados, los ensayos químicos que realizan y para que materiales.

Determinó el tipo de norma nacional e internacionales que se utilizan para la realización de ensayos en el laboratorio de control de calidad de materiales de construcción.

Tabla de costos, incidencia, tiempos: determina la incidencia que tiene cada ensayo según cada material, su precio aproximado y el tiempo de entrega de resultados.

Información técnica de respaldo.

Determina si los establecimientos tienen el conocimiento de cual es el proceso para acreditar los ensayos, si saben a que lugar acudir para iniciar el proceso de acreditación de ensayos, si saben que institución es la encargada de la acreditación en Guatemala. Determinar si estos se encuentran legalmente acreditados a nivel nacional o internacional.

4. DETERMINACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Tabulación de datos.

4.1.1. Tabulación de datos de campo de laboratorios

Nombre de la institución: Centro de Investigaciones de Ingeniería CII. USAC.

Dirección: Edificio T – 5, zona 12 Ciudad Universitaria. Teléfono: 2476-3992

Correo electrónico: <http://cii.usac.edu.gt>

Tiempo de servicio de la empresa: 49 años. Sector de servicio: Público

Cobertura a: Nivel Nacional.

Servicio de ensayos a: Agregados para concreto, concreto fresco y endurecido, acero, ladrillo, block, adoquín, pisos y baldosas de cemento líquido, PVC, madera, suelos.

Nombre de la institución: Centro Tecnológico Cementos Progreso (CETEC).

Dirección: 15 Av. 18-01. La Pedrera Zona 6. Teléfono: 2286-4100

Correo electrónico: cetec@cempro.com.

Tiempo de servicio de la empresa: 17 años Sector de servicio: Privado

Cobertura a: Nivel Nacional

Servicio de ensayos a: Agregados para concreto, concreto fresco y endurecido, ladrillo, block, adoquín, pisos y baldosas de cemento líquido, suelos.

Nombre de la institución: Consultora Carranza "Concarza"

Dirección: 15 Av. A 3-99 Z. 4 de Mixco. Col Valle del Sol. Teléfono: 2437-3700

Correo electrónico: mj.concarza@yahoo.com.

Tiempo de servicio de la empresa: 15 años Sector de servicio: Privado

Cobertura a: Nivel Nacional

Servicio de ensayos a: Agregados para el concreto, análisis de suelos y pavimentos

Nombre de la institución: Concal

Dirección: 13 Calle B 31-90 Zona 7. Tikal 1

Teléfono: 2431-1657

Correo electrónico: Concal@intelnett.com

Tiempo de servicio de la empresa: Sector de servicio: Privado

Cobertura a: Nivel Nacional.

Servicio de ensayos a: Agregados para concreto, concreto fresco y endurecido, suelos.

Nombre de la institución: Ingeniería y Planificación INPLASA

Dirección: 8va calle 18-74 Z. 15 Vista Hermosa 1

Teléfono: 2369-1394

Correo electrónico: inplasa@intelnett.net.gt

Tiempo de servicio de la empresa: 5 años

Sector de servicio: Privado

Cobertura a: Nivel Nacional.

Servicio de ensayos a: Agregados para concreto, concreto fresco y endurecido, suelos.

Nombre de la institución: Laboratorio de Ingeniería S.A.

Dirección: 1ra Calle 3-17 Z.4 Mixco. Col Monte Verde

Teléfono: 2485-3651

Correo electrónico: labingsa@tutopia.com

Tiempo de servicio de la empresa: 10 años

Sector de servicio: Privado

Cobertura a: Nivel Nacional.

Servicio de ensayos a: Agregados para concreto, concreto fresco y endurecido, acero, ladrillo, blocks, adoquín, suelos.

El único laboratorio de ensayos no destructivos en Guatemala.

Nombre de la institución: Servicios Industriales Especializados (SIE).

Dirección: 10 Calle 18-38 Z 11. Col Miraflores Teléfono: 24743680-24748004

Correo electrónico: www.Sie.com.gt

Tiempo de servicio de la empresa: 30 Años Sector de servicio: Privado

Cobertura a: Centroamericano.

Servicio de ensayos a: Tanques de almacenamiento de agua, tuberías de alta presión, tuberías para hidroeléctricas, estructuras metálicas y puentes de acero.

Venta de códigos y normas bajo pedidos Ensayo por corrientes inducidas (ET), Ensayo de Dureza, Ensayo visual / Visual Testing (VT), Ensayo por Líquidos penetrantes / Penetrant Testing (PT), Ensayo por Partículas Magnéticas / Magnetic Testing (MT), Ensayo por Ultrasonido Industrial / Ultrasonic Testing (UT), Ensayo por Radiografía Industrial / Radiographic Testing (RT), Medición de espesores por el Método Ultrasónico.

1. Recursos de infraestructura de instalación de laboratorios.

1.1 Tipo de edificación estructural en la instalación del laboratorio de ensayos de materiales de construcción.

Una planta y techo de lámina 3, Una planta y techo de losa 1, Dos plantas y techo de lámina 0, Dos plantas y techo de losa 2, Más de dos plantas 0, Tipo bodega. 0

1.2 El área de ubicación del laboratorio. Residencial 3, Comercial 0, Industrial 0, Mixta 3

1.3 El área total de instalación de laboratorio. 50, 135, 200, 250, 600 m².

1.4 El área utilizada específicamente para ensayos. 50, 55, 135, 230, 400 m².

2. Recursos de maquinaria y equipo utilizado en el laboratorio.

Utilizan maquinaria normada. Si 6, No 0.

3. Capacidad del recurso humano que labora en el laboratorio.

3.1 Grado de escolaridad del personal que realizan los ensayos.

Diversificado 1/6 Universitario 3/6 Técnico 4/6

3.2 Grado de escolaridad del personal que tabula datos y presenta resultados del ensayo.

Diversificado 1/6, Universitario 6/6, Técnico 0/6.

3.3 El personal es capacitado constantemente en normas nacionales e internacionales.

Si 5 No 1 Cada cuanto tiempo 2 cada año, 2 cada 6 meses, 1 cada 2 años.

3.4 El personal es capacitado constantemente en la realización de ensayos. Si 4, No 2,

4. Capacidad en recursos técnicos

4.1 Indique quiénes demandan los servicios del laboratorio.

Constructoras 6, Fabricantes 3, Distribuidores 2, Estudiantes 1.

4.2 Indique qué ensayos que se realizan en el laboratorio.

4.2.1 AGREGADOS

Granulometría para agregado fino y grueso 6 Gravedad específica del agregado fino y grueso 6

Absorción del agregado fino y grueso 6 Masa unitaria en agregados finos y gruesos 6

Impurezas orgánicas (Químico) 5 Desgaste 5

4.2.2 CONCRETO

Esfuerzo a compresión en cilindros de concreto 5. Ensayo con martillo esclerométrico 3.

Ensayo de penetración con balín 0. El ensayo de revenimiento 4. Ensayo de flujo 2.

4.2.3 ACERO

Ensayo a tensión en barras de acero 2. Ensayo de doblado en barras de acero 1

4.2.4 LADRILLO

Ensayo a compresión en ladrillos de barro cocido. 3 Absorción 3

4.2.5 BLOCK

Ensayo a compresión en bloques de hormigón 3 Absorción 3

4.2.6 ADOQUÍN

Ensayo a flexión y compresión para adoquines de concreto 3 Absorción 3

4.2.7 PISOS Y BALDOSA

Ensayo a flexión e impacto para baldosas de cemento líquido 2 Absorción 2

4.2.8 PVC

Ensayo de rigidez 1 Tubería blanca. 1 Tubería gris. 1

Ensayo de aplastamiento 1 Tubería blanca. 1 Tubería gris. 1

Ensayo de presión interna 1 Tubería blanca. 1 Tubería gris. 1

4.2.9 **MADERA**

Clivaje. 1 Flexión estática. 1 Compresión paralela a la fibra. 1 Compresión perpendicular a la fibra. 1 Corte paralelo a la fibra 1 Tensión paralela a la fibra 1 Tensión perpendicular a la fibra. 1

4.2.10 **SUELOS**

Límites de Atterberg 6 Determinación del límite líquido 6 Determinación del límite plástico 6
Índice de plasticidad 6 Ensayo de compresión triaxial 3 Valor soporte California cbr 6
Análisis granulométrico 6 Sondeo dinámico 1 Ensayo de compactación próctor modificado 6

Otros ensayos que realizan:

4.3 Realizan ensayos no destructivos. Si 2, No 4

4.4 Realizan ensayos químicos. Si 4, No 2

4.5 **Las normas que se utilizan en el laboratorio.**

4.6.1 **NORMAS INTERNACIONALES**

ASTM 6 AASHTO 6 UNI UNE DIN ISO AFNOR

4.6.2 **NORMAS NACIONALES**

COGUANOR 6 FHA 2

5. Información técnica de respaldo.

5.1 Sabe cual es el proceso para acreditar los ensayos. Si 4 No 2

5.2 Sabe a que lugar acudir para iniciar el proceso de acreditación de ensayos.
Si 3 No 3

5.3 Sabe que institución es la encargada de la acreditación en Guatemala.
Si 3 No 3

Vale la pena mencionar que ninguno de los laboratorios encuestados se encuentra acreditado.

Todos los datos anteriores representan la información obtenida de 6 empresas dedicadas al control de calidad de materiales de construcción.

4.2 Análisis y resultados.

4.2.1 Análisis de resultados de laboratorios.

El análisis de los resultados obtenidos se presenta en forma de tablas indicadas en forma porcentual y la presentación se hace en forma gráfica, indicando los valores en forma porcentual, para la mejor comprensión de los mismos.

Tabla I. Clasificación del sector de servicio de control de calidad de materiales de construcción a nivel metropolitano.

SECTOR DE SERVICIO	PORCENTAJES
SECTOR PRIVADO	83%
SECTOR PÚBLICO	17%
TOTAL	100%

Figura 1. Clasificación del sector de servicio de laboratorios.

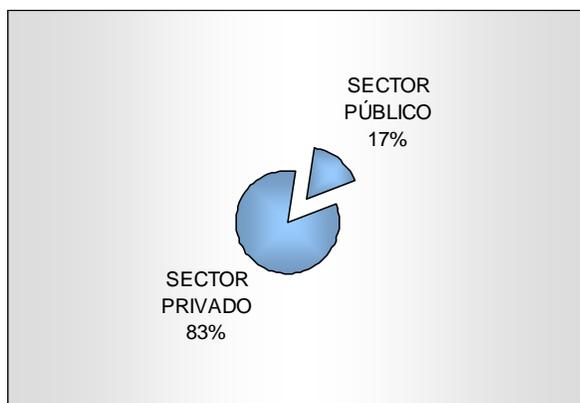


Figura 1. En esta gráfica se observa el sector de servicio de laboratorios dedicados al control de calidad de materiales de construcción. Siendo el sector público el de menor porcentaje en comparación con el sector privado. Se hace referencia que esta gráfica representa la muestra tomada en cuanto al número de unidades del volumen de encuestados.

Recursos de infraestructura de instalación de laboratorios.

Tabla II. El tipo de infraestructura de instalación del laboratorio para el control de calidad de materiales de construcción.

TIPO DE EDIFICACIÓN	PORCENTAJE
Una planta y techo de lámina	50%
Una planta y techo de losa	17%
Dos plantas y techo de losa	33%
TOTAL	100%

Figura 2. Tipos de edificaciones estructurales de los laboratorios

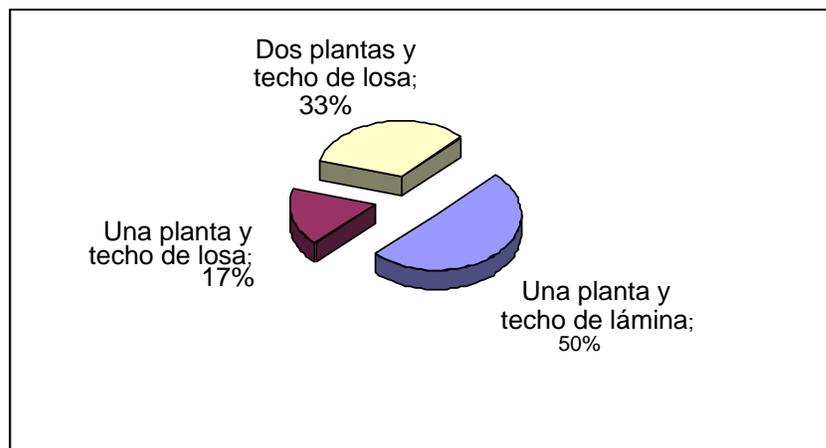


Figura 2. En esta gráfica se observa el tipo de edificación estructural de los laboratorios, el cual el de mayor porcentaje se encuentra el de una planta y techo de lámina.

Tabla III. El área de ubicación de los laboratorios.

ÁREA DE UBICACIÓN DE LABORATORIOS	PORCENTAJES
Área residencial	50%
Área Mixta	50%
TOTAL	100%

Figura 3. El área de ubicación de los laboratorios.

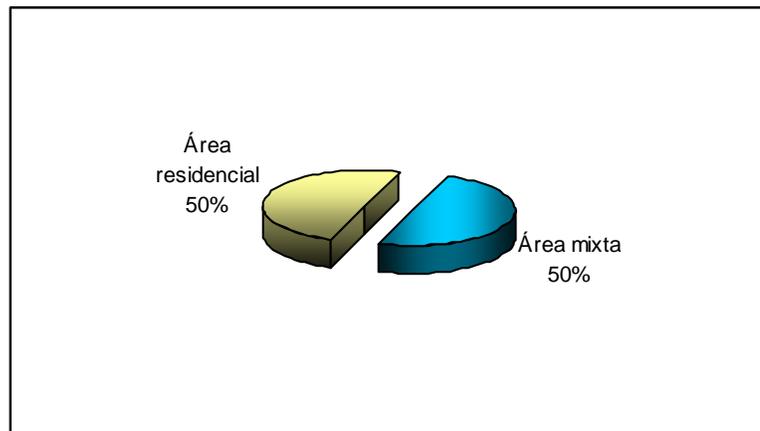


Figura 3. En esta gráfica se observa el área de ubicación de los laboratorios en la cual el 50% se encuentran instalados en área mixta (área industrial y/o comercial) y el otro 50% en área residencial.

Tabla IV. El área específicamente para la realización de ensayos.

ÁREA ESPECÍFICA PARA ENSAYO	PORCENTAJES
50 a 55 m ²	33,33%
135 a 230 m ²	33,33%
300 a 400 m ²	33,33%
TOTAL	100%

Figura 4. Área específicamente para la realización de ensayos de materiales de construcción.

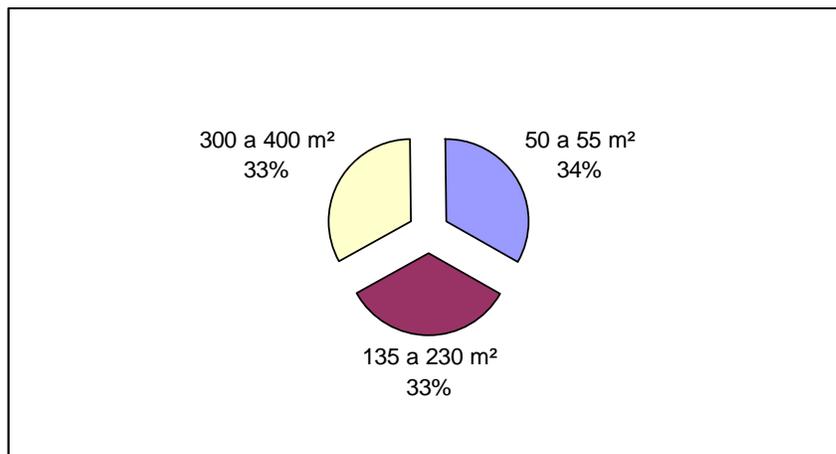


Figura 4. En la gráfica se observa que el área exclusivamente para realización de ensayos varía entre 50 a 55 m² para los laboratorios pequeños y de 300 a 400 m² para los más grandes.

Tabla V. El área total de la instalación del laboratorio.

ÁREA TOTAL DE INSTALACIÓN	PORCENTAJE
50 a 135 m ² .	33.33%
200 a 250 m ²	33.33%
200 a 500 m ² .	33.33%
TOTAL	100%

Figura 5. Área total de instalación de laboratorios.

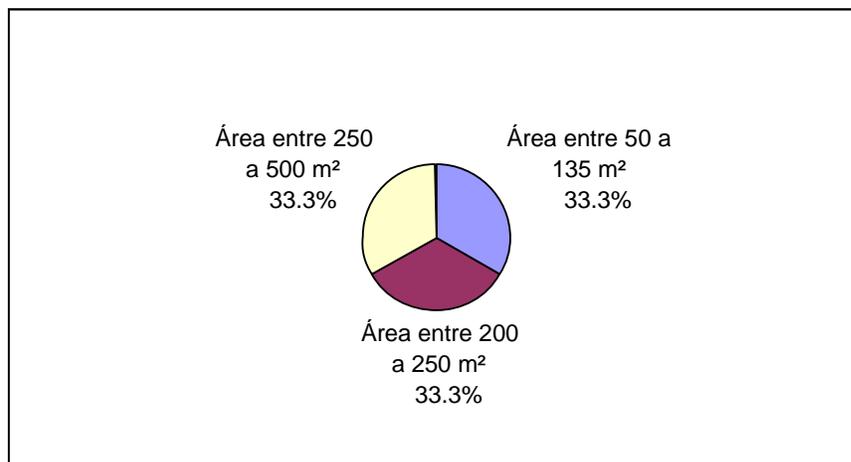


Figura 5. En esta gráfica se observa que el área total de los laboratorios, en los cuales los más grandes tienen de 200 a 500 m². Y los más pequeños entre 50 a 135 m².

El recurso de maquinaria y equipo utilizado en el laboratorio.

El 100% de los laboratorios utilizan maquinaria y equipo normado, siendo algunas de estas las siguientes: Tamizadoras, prensa hidráulica para ensayos de compresión para cilindros de concreto, maquina de los Ángeles, prensa Marshall, perforadora para testigos de concreto, martillo de impacto, balanzas, hornos, compactadoras, agitadoras, speedy, tamices, bachadora (eléctrica), cristalería, Vernier, cono de Abrahams, marco para ensayos de flexión y compresión digital con sistema plus V.I.2X.

La mayoría de los laboratorios cuentan la maquinaria y equipo básicos para realizar sus ensayos de acuerdo con los servicios que presten.

Capacidad del recurso humano que labora en le laboratorio.

Tabla VI. El grado de escolaridad del personal que realiza los ensayos.

Escolaridad	Porcentaje
Técnico	49%
Diversificado	13%
Universitario	38%
TOTAL	100%

Figura 6. Grado de escolaridad del personal que realiza los ensayos a los materiales de construcción.

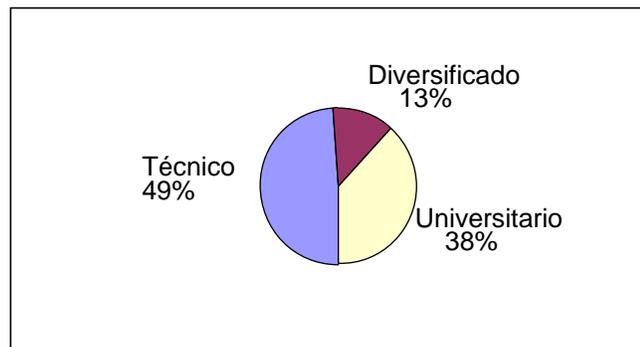


Figura 6. En esta gráfica se observa que el 49% del personal que realiza los ensayos es técnico, luego se encuentran los universitarios en un 38% y finalmente los de diversificado en 13%.

Tabla VII. El grado de escolaridad del personal que tabula datos y presenta resultados del ensayo.

Escolaridad	Porcentaje
Técnico	0%
Diversificado	16.67%
Universitario	83.33%
TOTAL	100%

Figura 7. Grado de escolaridad del personal que tabula datos y presenta resultados de los ensayos.

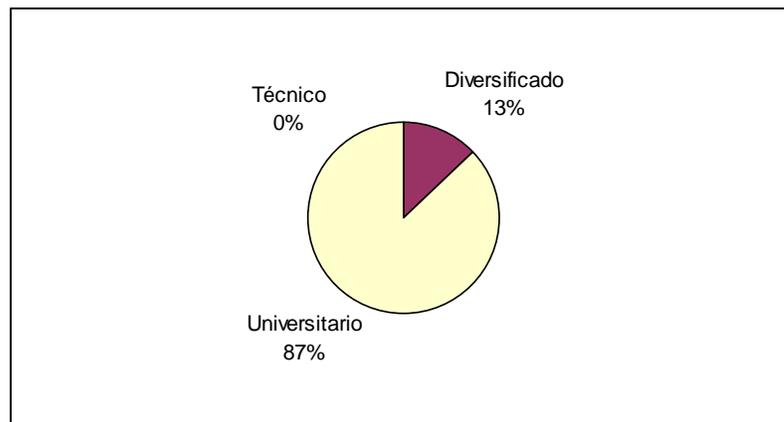


Figura 7. En esta gráfica que el grado universitario en un 87% es el que tabula y presenta resultados de los ensayos y de diversificado 13%.

Tabla VIII: El personal es capacitado constantemente en normas internacionales y nacionales de ensayos de materiales de construcción.

Capacitación en normas	Porcentajes
Si son capacitados	83%
No son capacitados	17%
TOTAL	100%

Figura 8. El personal que labora en el laboratorio es capacitado constantemente en normas nacionales e internacionales para ensayos de materiales de construcción.

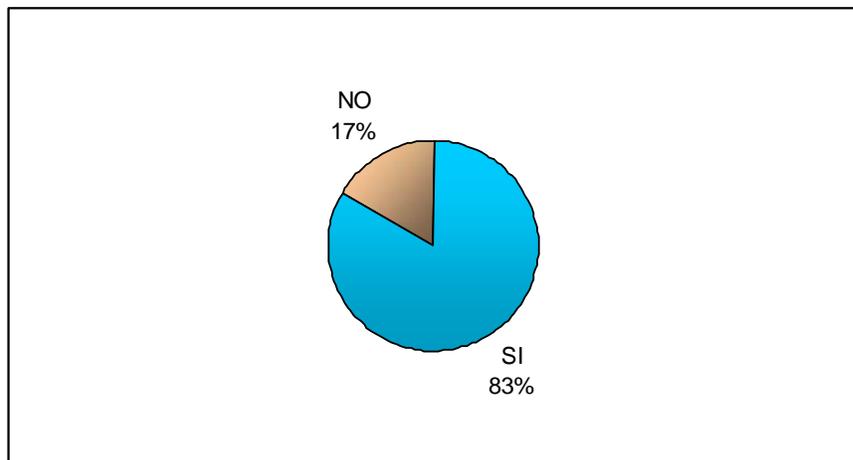


Figura 8. En esta gráfica se observa que el 83% de los laboratorios capacita constantemente a sus empleados en normas nacionales e internacionales para ensayos de materiales de construcción.

Tabla IX. Período en el cual se recibe capacitación en normas nacionales e internacionales para materiales de construcción.

Período de capacitación	Porcentaje
Cada 6 meses	40%
Cada un año	40%
Cada dos años	20%
TOTAL	100%

Figura 9. Período en el que recibe capacitación en normas nacionales e internacionales para ensayos de materiales de construcción.

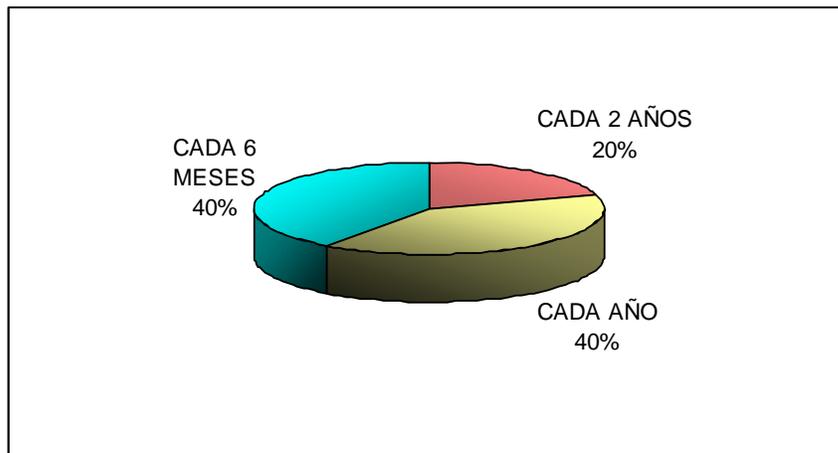


Figura 9. En esta gráfica se observa que el 40% reciben capacitación cada 6 meses, el otro 40% cada año y el 20% cada 2 años en normas nacionales e internacionales para ensayos de materiales de construcción.

Tabla X. El personal es capacitado constantemente en la realización de ensayos de materiales de construcción.

Capacitación en ensayos	Porcentajes
Si son capacitados	67%
No son capacitados	33%
TOTAL	100%

Figura 10. El personal es capacitado constantemente para la realización de ensayos a materiales de construcción.

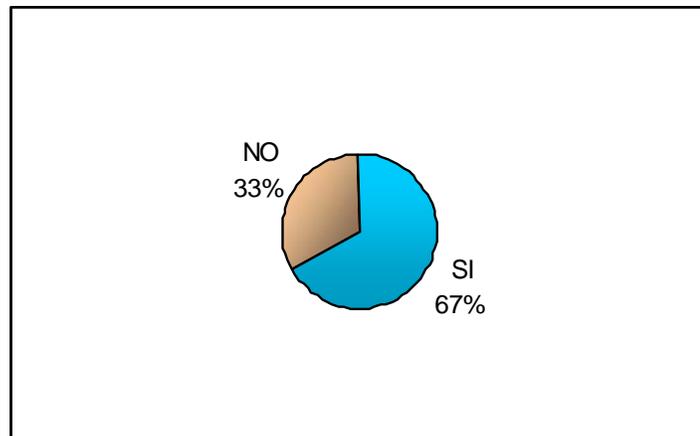


Figura 10. En esta gráfica se observa que el 67% de los laboratorios capacita constantemente a sus empleados en la realización de ensayos de materiales de construcción y el 33% no los capacita.

Tabla XI. Período en el cual se recibe capacitación en la realización de ensayos para materiales de construcción.

Período de capacitación	Porcentaje
Cada 6 meses	50%
Cada un año	50%
Cada dos años	0.0%
TOTAL	100%

Figura 11. Período en el que reciben capacitación en la realización de ensayos para materiales de construcción.

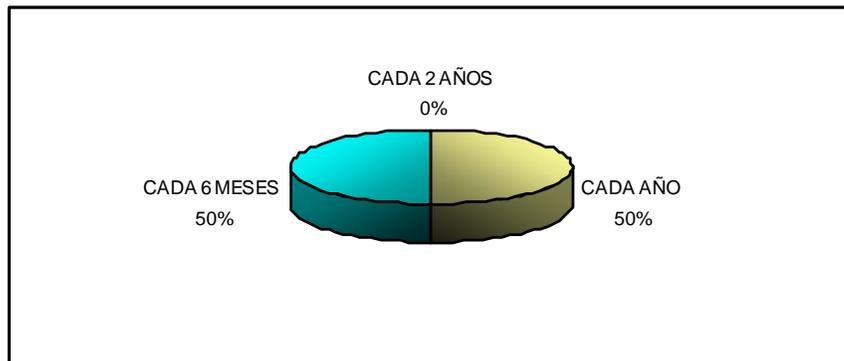


Figura 11. En esta gráfica se observa que el 50% reciben capacitación sus empleados cada 6 meses, el otro 50% cada año, en la realización de ensayos de materiales de construcción.

Tabla XII. Los demandantes de los servicios de los laboratorios

Demandantes	Porcentajes
Constructoras	50%
fabricantes	25%
Distribuidores	16.67%
Estudiantes	8.33%
TOTAL	100%

Figura 12. Demandantes de los servicios de los laboratorios para el control de calidad de materiales de construcción.

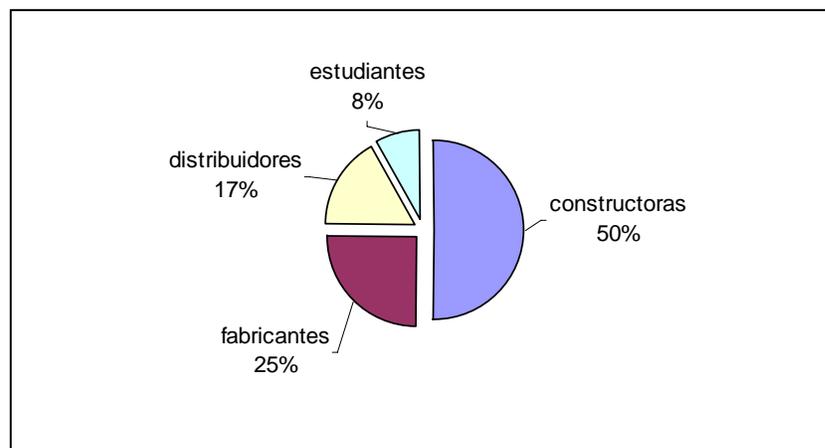


Figura12. En esta gráfica se observa que la mayor demanda de los servicios del control de calidad de materiales de construcción son las constructoras con 50%, luego se encuentran los fabricantes 25%, seguido de los distribuidores 17% y por ultimo los estudiantes con el 8%.

Tabla XIII. Laboratorios que realizan ensayos de agregados para concreto.

Ensayos de agregados	Porcentajes
Si son realizados	67%
No son realizados	33%
TOTAL	100%

Figura 13. Laboratorios que realizan ensayos de laboratorio de agregados para el concreto.

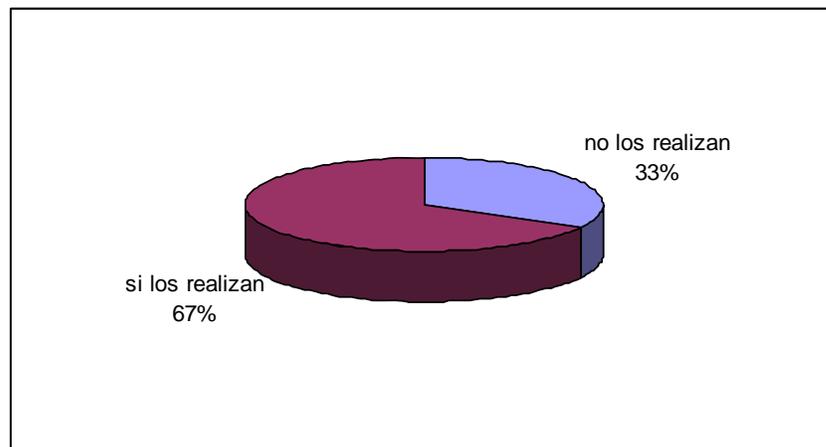


Figura 13. En esta gráfica se observa que el 67% de los laboratorios realizan ensayos de agregados finos y gruesos para el concreto, tales como granulometría, absorción, gravedad específica, masa unitaria y el 33% no realiza dichos ensayos.

Tabla XIV. Laboratorios que ensayan concreto endurecido y fresco.

Ensayos de concreto	Porcentajes
Si son realizados	83.33%
No son realizados	16.67%
TOTAL	100%

Figura14. Los laboratorios que realizan ensayos de concreto fresco y endurecido.

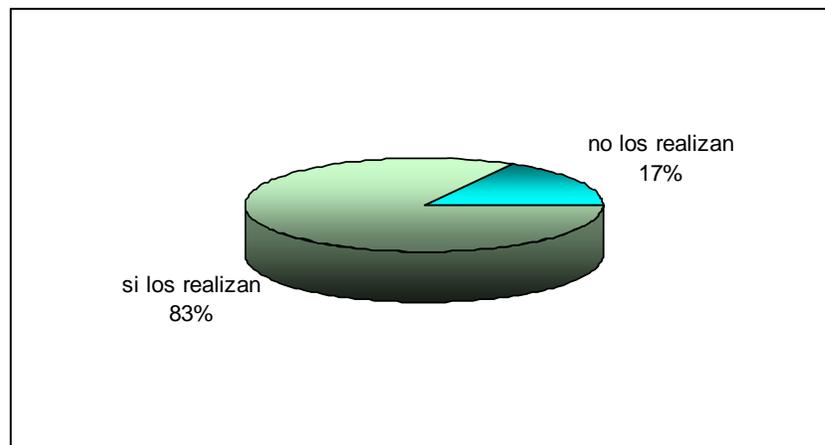


Figura 14. En esta gráfica se observa que el 83% de, los laboratorios realizan ensayos de concreto fresco y endurecido, mientras que el 17% no realizan dichos ensayos.

Tabla XV. Laboratorios que realizan ensayos de compresión a cilindros de concreto.

Ensayos de concreto	Porcentajes
Si son realizados	83.33%
No son realizados	16.67%
TOTAL	100%

Figura 15. Laboratorios que realizan ensayos de compresión a cilindros de concreto.

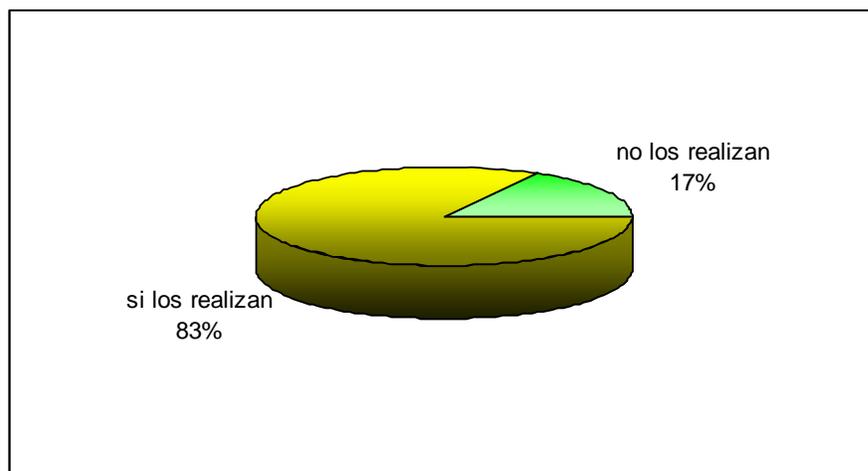


Figura 15. En esta gráfica se observa que el 83% de los laboratorios realiza ensayos de compresión a cilindros de concreto y el 17% no realiza dicho ensayo.

Tabla XVI. Laboratorios que realizan ensayos con martillo esclerométrico.

Ensayos de concreto	Porcentajes
Si son realizados	50%
No son realizados	50%
TOTAL	100%

Figura 16. Laboratorios que realizan ensayos con el martillo esclerométrico.

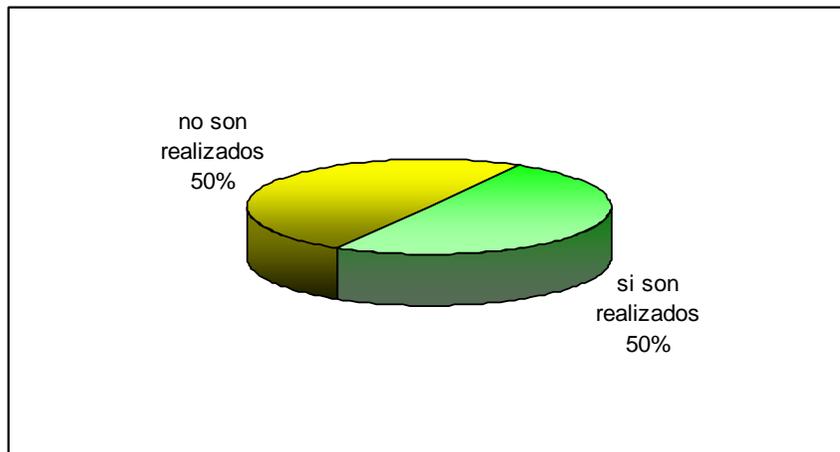


Figura 16. En esta gráfica se observa que el 50% de los laboratorios realiza ensayos con martillo esclerométrico para concreto y el 50% no realiza dicho ensayo.

Tabla XVII. Laboratorios que realizan ensayos de tensión a barras de acero para refuerzo.

Ensayos de aceros	Porcentajes
Si son realizados	33.33%
No son realizados	66.67%
TOTAL	100%

Figura. 17 Laboratorios que realizan ensayos de tensión a barras de acero.



Figura 17. En esta gráfica se observa que el 33% de los laboratorios realiza ensayos de tensión a barras de acero y el 67% no realiza dicho ensayo. Siendo muy poco los laboratorios que realizan el ensayo.

Tabla XVIII. Laboratorios que realizan ensayos de doblado a barras de acero para refuerzo.

Ensayos de aceros	Porcentajes
Si son realizados	17%
No son realizados	83%
TOTAL	100%

Figura 18. Laboratorios que realizan ensayos de doblado a barras de acero.



Figura 18. En esta gráfica se observa que el 17% de los laboratorios realiza ensayos de doblado a barras de acero y el 83% no realiza dicho ensayo. Siendo muy pocos los laboratorios que realizan el ensayo.

Tabla XIX. Laboratorios que realizan ensayos de ladrillos de barro cocido.

Ensayos para ladrillos	Porcentajes
Si son realizados	50%
No son realizados	50%
TOTAL	100%

Figura 19. Laboratorios que realizan ensayos a ladrillos de barro cocido.



Figura 19. En esta gráfica se observa que el 50% de los laboratorios realizan ensayos de compresión y absorción a ladrillos de barro cocido y el 50% no realiza dichos ensayos.

Tabla XX. Laboratorios que realizan ensayos a block de concreto.

Ensayos para block	Porcentajes
Si son realizados	50%
No son realizados	50%
TOTAL	100%

Figura 20. Laboratorios que realizan ensayos a block de hormigón.

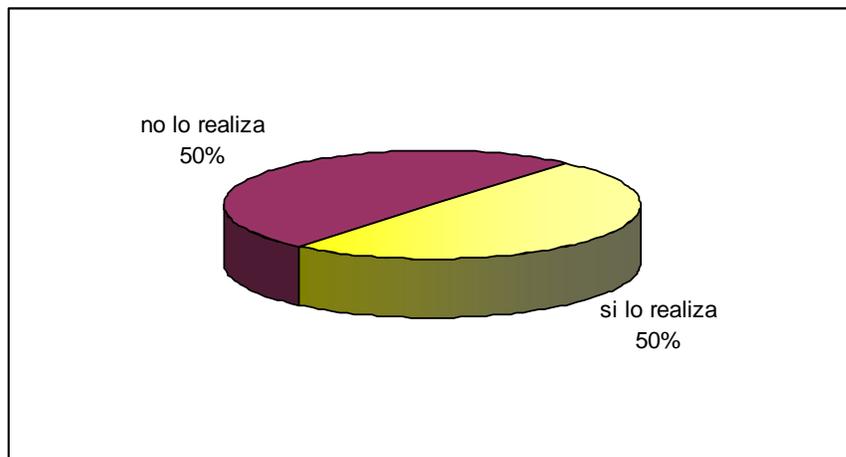


Figura 20. En esta gráfica se observa que el 50% de los laboratorios ensayos de compresión y absorción a block de hormigón y el 50% no realizan dichos ensayos.

Tabla XXI. Laboratorios que realizan ensayos en adoquines.

Ensayos para adoquines	Porcentajes
Si son realizados	50%
No son realizados	50%
TOTAL	100%

Figura 21. Laboratorios que realizan ensayos a adoquines.

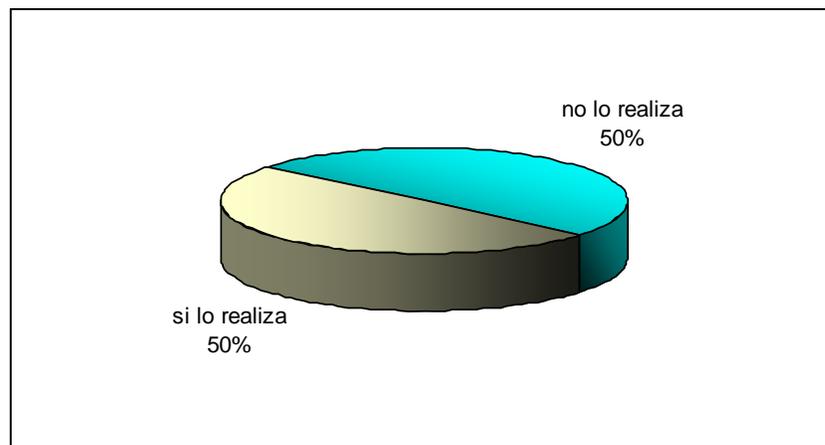
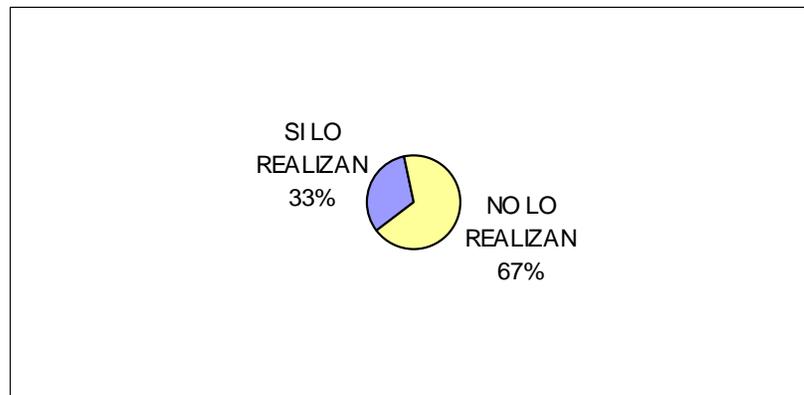


Figura 21. En esta gráfica se observa que el 50% de los laboratorios realizan ensayos de absorción, compresión y flexión para adoquines y el 50% no realiza dichos ensayos.

Tabla XXII. Laboratorios que realizan ensayos a pisos y baldosas.

Ensayos para pisos y baldosas	Porcentajes
Si son realizados	33%
No son realizados	67%
TOTAL	100%

Figura 22. Laboratorios que realizan ensayos a pisos y baldosas de cemento líquido.



Figuras 22. En esta gráfica se observa que el 33% de los laboratorios realizan ensayos de absorción, impacto y flexión para pisos y baldosas de cemento líquido y el 67% no realiza dichos ensayos.

Tabla XXIII. Laboratorios que realizan ensayos a tubería de PVC.

Ensayos para PVC	Porcentajes
Si son realizados	16.67%
No son realizados	83.33%
TOTAL	100%

Figura 23. Laboratorios que realizan ensayos a tubería PVC.

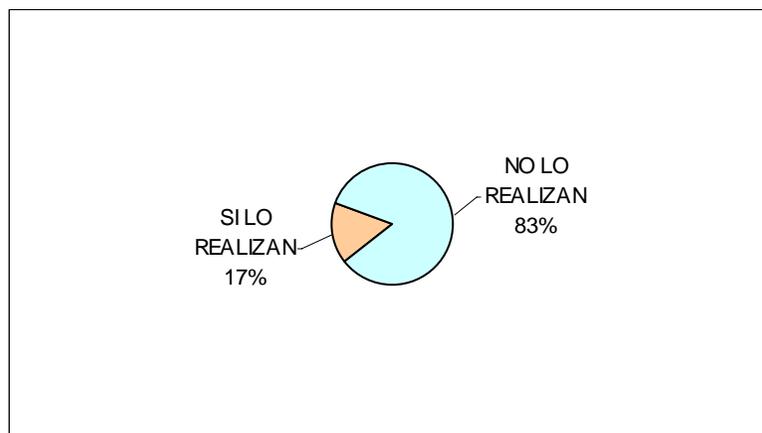


Figura 23. En esta gráfica se observa que solamente el 17% de los laboratorios realizan ensayos de rigidez, aplastamiento y presión interna de tubería de PVC, gris y blanca y el 83% no realiza dichos ensayos.

Tabla XXIV. Laboratorios que realizan ensayos a la madera.

Ensayos para madera	Porcentajes
Si son realizados	16.67%
No son realizados	83.33%
TOTAL	100%

Figura 24. Laboratorios que realizan ensayos completos a la madera.

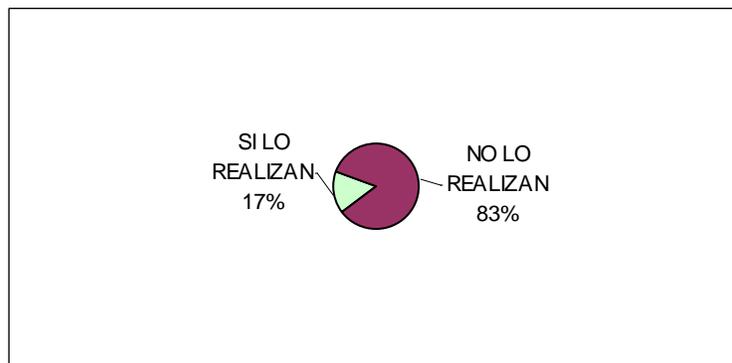


Figura 24. En esta gráfica se observa que solamente el 17% de los laboratorios realizan ensayos de corte, flexión, compresión para la madera y el 83% no realiza dichos ensayos

Tabla XXV. Laboratorios que realizan ensayos de suelos

Ensayos para suelos	Porcentajes
Si son realizados	100%
No son realizados	0.0%
TOTAL	100%

Figura 25. Laboratorios que realizan ensayos a los suelos.

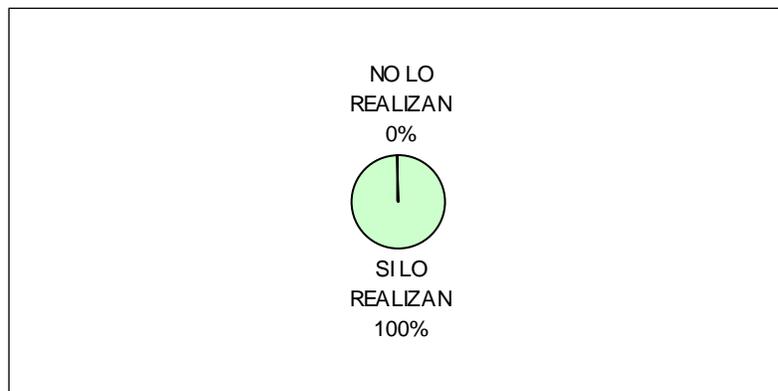


Figura 25. En esta gráfica se observa que el 100% de los laboratorios realizan ensayos de granulometría, índice de plasticidad, límites de Atterberg, límite líquido, límite plástico, a suelos.

Tabla XXVI. Laboratorios que realizan ensayos no destructivos para materiales de construcción.

Ensayos no destructivos	Porcentajes
Si son realizados	66.67%
No son realizados	33.33%
TOTAL	100%

Figura 26. Laboratorios que realizan ensayos no destructivos a materiales de construcción.

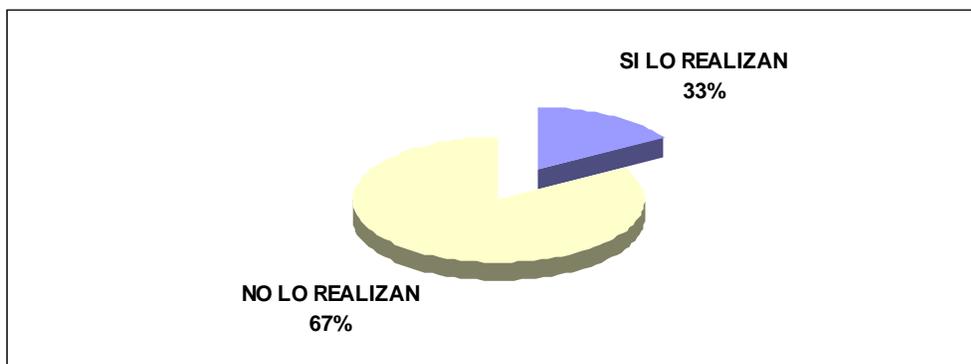


Figura 26. En esta gráfica se observa que solamente el 33% de los laboratorios realizan ensayos no destructivos para materiales de construcción

Tabla XXVII. Laboratorios que realizan ensayos químicos para materiales de construcción.

Ensayos químicos	Porcentajes
Si son realizados	66.67%
No son realizados	33.33%
TOTAL	100%

Figura 27. Laboratorios que realizan ensayos químicos a materiales de construcción.

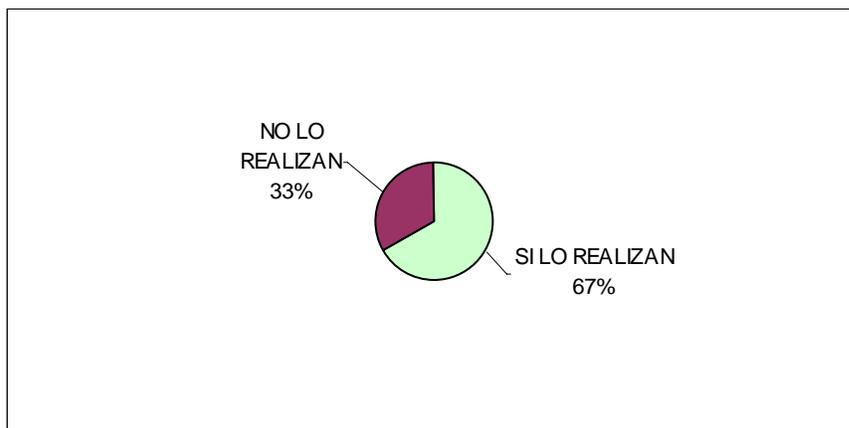


Figura 27. En esta gráfica se observa que solamente el 33% de los laboratorios no realizan ensayos químicos para materiales de construcción, mientras que el 67% lo realiza.

Tabla XXVIII. Laboratorios que utilizan normas FHA para materiales de construcción.

Utilizan normas FHA	Porcentajes
Si las utilizan	33.33%
No las utilizan	66.67%
TOTAL	100%

Figura 28. Los laboratorios que utilizan las normas FHA para materiales de construcción.

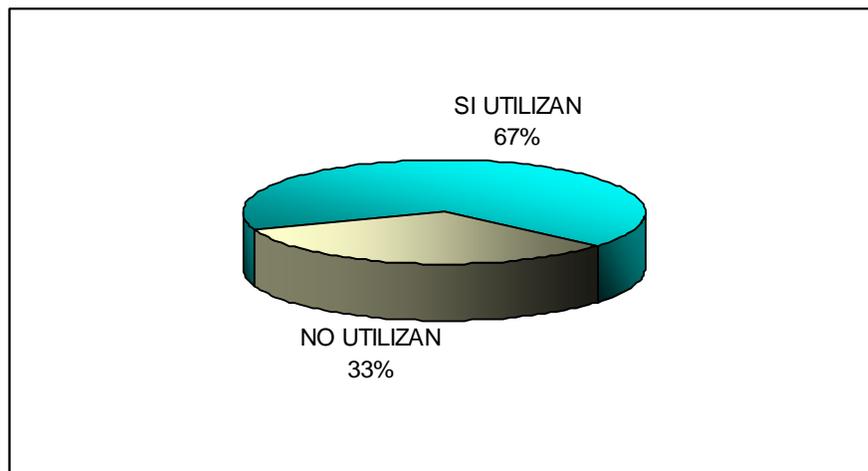


Figura 28. En la gráfica se observan los laboratorios que utilizan las normas FHA. Son del 67% y el 33% no las utilizan.

Tabla XXIX. Costos, incidencias y tiempos de entrega materiales de construcción.

ENSAYO	INCIDENCIA / MES	COSTO APROXIMADO	TIEMPO DE ENTREGA DE RESULTADOS
Concreto fresco	De 1 a 5	Q650.00 a Q1035.00 c/u	De 7 a 30 días
Concreto endurecido	De 100 a 250	Q70.00 a Q100.00 c/u	De 5 a 30 días
Acero	De 200 a 250	Q180.00 c/u	De 3 a 5 días
Agregado fino	De 4 a 12	Q300.00 a Q1000.00	De 3 a 7 días
Agregado grueso	De 4 a 12	Q300.00 a Q1000.00	De 3 a 7 días
Madera			
Blocks	De 1 a 10	Q250.00 a Q400.00	De 1 a 3 días
Pisos y baldosas	De 2 a 5	Q200.00 a Q400.00	De 1 a 5 días
Adoquín	De 2 a 4	Q250.00 a Q350.00	De 2 a 5 días
PVC	De 1 a 5	Q200.00 a Q500.00	De 2 a 5 días
Ladrillos	De 1 a 5	Q225.00 a Q300.00	De 1 a 5 días
Plásticos			
Vidrios			
Suelos	De 12 a 15	Q1300.00 a Q2200.00	De 5 a 7 días
Morteros			
Cales			
Cementos			

Figura 29. Incidencia por mes de ensayos de laboratorio.

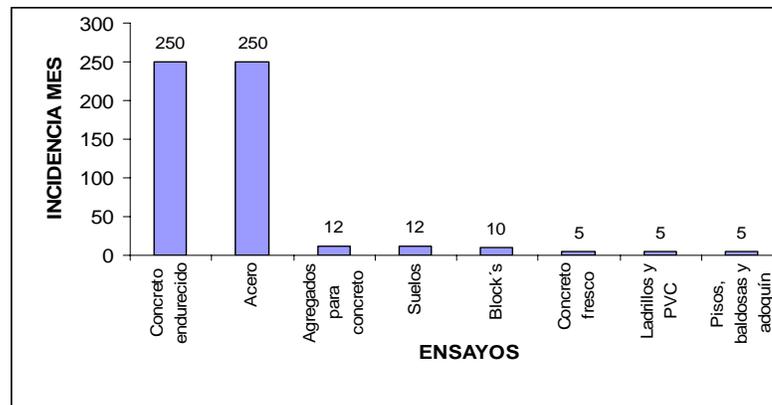


Figura 29. En la gráfica se puede observar que los ensayos con más incidencia se encuentran los de acero y concreto endurecido, seguido por agregados y suelos, luego block y por último los de adoquín, pisos, baldosas y ladrillos.

Información técnica de respaldo.

Tabla XXX. Los laboratorios que tienen conocimiento del proceso de acreditación de ensayos materiales de construcción.

Conocimiento de acreditación	Porcentajes
Si tienen conocimiento	66.67%
No tienen conocimiento	33.33%
TOTAL	100%

Figura 30. Laboratorios que tienen conocimiento del procedimiento de acreditación de ensayos.

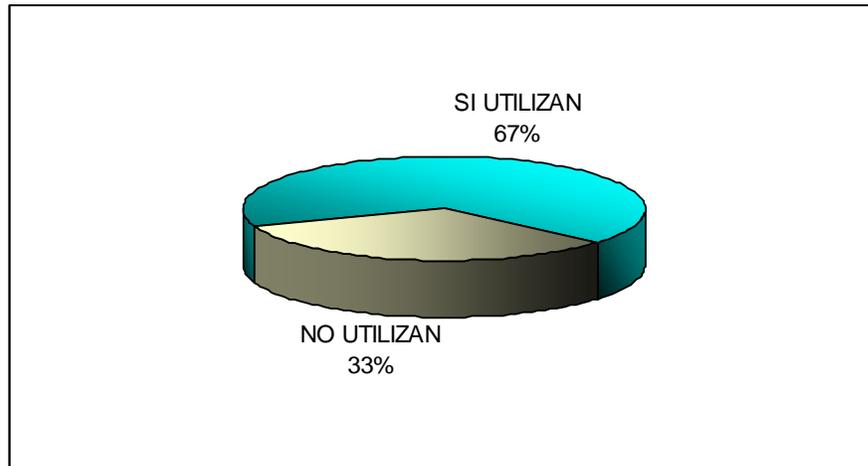


Figura 30. En la gráfica se puede observar los laboratorios que tienen el conocimiento de acreditación de ensayos de materiales de construcción son el 67% y los que no tienen el conocimiento del mismo son el 33%.

Tabla XXXI. Los laboratorios que tienen conocimiento de a que lugar presentarse para el inicio del proceso de acreditación de ensayos materiales de construcción.

Conocimiento del lugar	Porcentajes
Si tienen conocimiento	50%
No tienen conocimiento	50%
TOTAL	100%

Figura 31. Los laboratorios que tienen conocimiento de a que lugar presentarse para el inicio del proceso de acreditación de ensayos materiales de construcción.

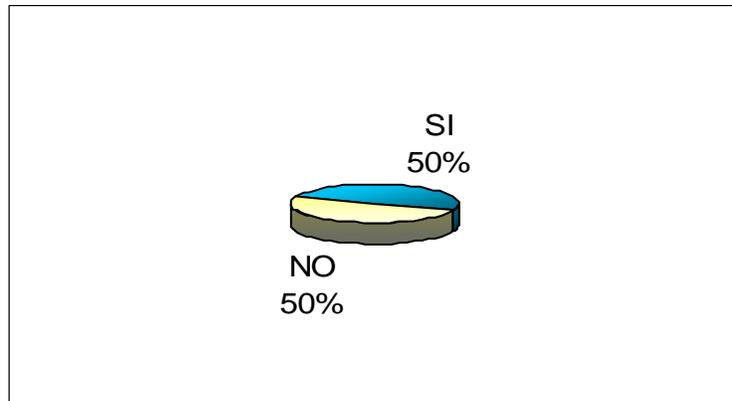


Figura 31. En esta gráfica se pueden observar los laboratorios que tienen conocimiento del lugar al cual se deben presentar para iniciar el proceso de acreditación y estos son el 50% y el otro 50% no tienen el conocimiento.

Tabla XXXII. Los laboratorios tienen el conocimiento de cual es la institución encargada de la acreditación en Guatemala.

Conocimiento de la institución	Porcentajes
Si tienen conocimiento	50%
No tienen conocimiento	50%
TOTAL	100%

Figura 32. Los laboratorios tienen el conocimiento de la institución que acredita en Guatemala.

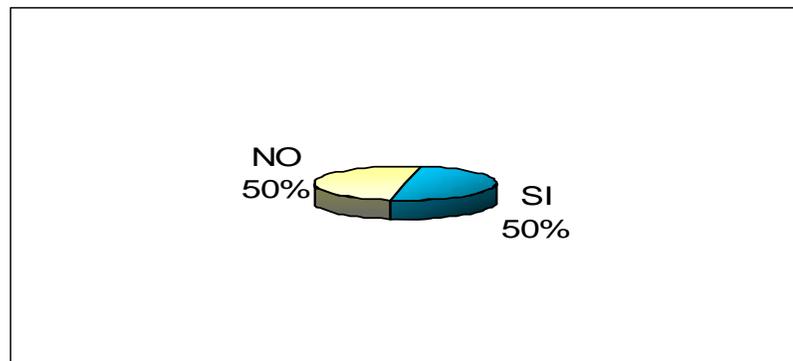


Figura 32. En la gráfica se observa que el 50% de laboratorios tienen conocimiento de la institución que acredita en Guatemala y el otro 50% no tiene dicho conocimiento.

El 100% de los laboratorios no cuenta con la acreditación de ningún ensayo que realizan en sus instalaciones.

Anteriormente se han presentado los resultados obtenidos en el trabajo de graduación para la determinación de la capacidad instalada para el control de materiales de construcción.

CONCLUSIONES

1. El nivel de capacidad con el que cuenta el sector de servicio de control de calidad de materiales de construcción, es muy reducido. El Centro de Investigaciones de Ingeniería es el único laboratorio que realiza ensayos a la mayoría de materiales de construcción.
2. Que el personal que labora en el sector de servicio para control de calidad de materiales de construcción. Es capacitado de 6 a 2 años.
3. El personal que labora en los laboratorios de control de calidad de materiales de construcción son técnicos en la realización de los ensayos, los de educación universitaria son los encargados de tabular datos y presentar los resultados.
4. Los servicios que prestan los laboratorios, son generalmente ensayos de concreto fresco y endurecido, a los agregados para concreto, adoquín, ladrillo de barro cocido, baldosas y pisos de cemento líquido y suelos.
5. Los ensayos con más incidencia en los laboratorios de control de calidad de materiales de construcción, son el concreto de endurecido de 100 a 250 al mes, el acero de 200 a 250 al mes y los suelos de 12 a 15 al mes.

6. Las normas utilizadas en el sector de servicio de ensayos de laboratorio de materiales de construcción, son las normas internacionales ASTM y AASHTO. Las normas nacionales más utilizadas son las COGUANOR Y FHA.
7. El Centro de Investigaciones de Ingeniería es el único laboratorio público de materiales de construcción, en el área metropolitana.
8. Ningún laboratorio de los encuestados está acreditado a nivel Nacional y menos a nivel Internacional.
9. Todos los laboratorios encuestados tienen cobertura a nivel nacional.
10. La única empresa que se encontró dedicada a ensayos no destructivos en Guatemala es (SIE). Servicios Industriales Especializados.
11. El sector de servicio de control de materiales de construcción es reducido en el área metropolitana.

RECOMENDACIONES

1. En el caso de requerir los servicios de control de calidad de materiales de construcción, visitar los laboratorios que aparecen en este trabajo de graduación.
2. Tomar en cuenta el tipo de ensayo requerido para cada material de construcción, según la necesidad de la obra.
3. Es recomendable que los profesores fomenten la importancia del sector de servicio de control de calidad de materiales de construcción, en el área metropolitana, a los Estudiantes de Ingeniería Civil.
4. Motivar al estudiante en el desarrollo de las aplicaciones, usos, sistemas y servicios que proporcionan los sectores público y privados dedicados al control de calidad de materiales de construcción en el área metropolitana de Guatemala, haciendo referencia de este trabajo de graduación.
5. Si se desea un ensayo no destructivo visitar el laboratorio (SIE). Servicios Industriales Especializados. Siendo el único que se encontró en Guatemala.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **GORCHAKOV G.I.** MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN. 3ra. Edición. Rusia. Editorial Mir 1984. Pág. 19-21, 38- 46, 123-150.
2. Escuela de Ingeniería Civil. 2002 **Manual de Laboratorio del Curso de Materiales de Construcción**. Guatemala. Universidad de san Carlos de Guatemala. 2002. Pág. 1-15, 23,36.
3. Escuela de Ingeniería Civil. 2002 **Manual del Curso de Materiales de Construcción**. Guatemala. Universidad de san Carlos de Guatemala. 2002. Pág. 11-15.
4. **DAVIS H.E.; TROXELL G.E Y WISKOCIL C.T.** "Ensaye e Inspección de los materiales de ingeniería. 3ra edición. Mexico. Compañía Editora. 1970. Pág. 15,18,21, 35-50.
5. Garrido López. Juan Carlos. Manual práctico sobre ensayos de laboratorio y análisis de campo de materiales de construcción básicos para una correcta supervisión. Trabajo de graduación. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, abril 1997. Ingeniero Civil. Pág. 1-19.
6. www.wikipedia.com Sección de Ensayos de Materiales de Construcción. Mayo 2008

7. Escuela de Ingeniería Eléctrica. 2002. **Manual de Metrología.** Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. Pág. 25-30.
8. RODAS BARRERA, Aníbal. **Manual de Supervisión de obras de Campo.** Trabajo de graduación. Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala 1991. Ingeniero Civil. Pág. 5-30.
9. www.wikipedia.com. Sección de Ensayos No destructivos. Junio 2008.
10. www.wikipedia.com. Sección de Normalización Internacional. Junio 2008.
11. www.Sie.com. Diciembre 2008.
12. **Comisión Guatemalteca de Normas.** 2005 Normalización en Guatemala. Guatemala: Ministerio de Economía. Dirección del Sistema Nacional de Calidad. 2005. Pág. 1- 9.
13. Código ACI 319-05. Pág. 1-25.

BIBLIOGRAFÍA

1. **American Society for Testing and Materials**, Philadelphia, P.A. 1995
Annual book of ASTM Standards. Volumen 04.02 Concrete and
Aggregates. Easton. Pp. 115.
2. Escuela De Ingeniería Civil. 2002 **Manual de Laboratorio del Curso de
Materiales de Construcción**. Guatemala. Universidad de san Carlos de
Guatemala. Pp. 119.
3. Comisión Guatemalteca de Normas. 2005 **Normalización en
Guatemala. Guatemala**: Ministerio De Economía. Dirección Del Sistema
Nacional De Calidad. Pp. 58.
4. Garrido López. Juan Carlos. Manual práctico sobre ensayos de
laboratorio y análisis de campo de materiales de construcción básicos
para una correcta supervisión. Trabajo de graduación. Facultad de
ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, abril
1997. Ingeniero Civil. Pp. 62
5. Morales Ramírez. Evelyn Maribel. Manual de apoyo docente para
desarrollar ensayos de laboratorio, relacionados con materiales de
construcción, trabajo de graduación. Facultad de Ingeniería. Universidad
de San Carlos de Guatemala. Guatemala, agosto de 2006. Ingeniero
Civil. Pp. 136.

6. <http://cii.usac.edu.gt>

7. Beer, Ferdinand P. y E. Russell Johnston Jr. **Mecánica vectorial para ingenieros. “Estática”**. Sexta edición. Tr. Muci Kuchler, Karim Heinz y Alex Elías Zúñiga. México: Editorial Mcgraw-Hill, 1997. 599 Pp.

8. Fitzgerald, Robert W. **Mecánica de materiales**. Primera edición revisada. Tr. Ordóñez Reyna, Luis. México: Ediciones Alfaomega, 1990. 557 Pp.

9. Gere, James M. y Stephen P. Timoshenko. **Mecánica de materiales**. Cuarta edición. Tr. de la Cera Alonso, José. México: International Thomson editores, 1998. 912 Pp.

10. Hibbeler, R.C. **Mecánica de materiales**. Tercera edición. Tr. de la Cera Alonso, José. México: Editorial Prentice Hall, 1998. 854 Pp.

ANEXO

Figura 1. Máquina Universal con sistema para ensayo a tensión de barras de acero.

Figura 2. Máquina con sistema para compresión de ladrillos de barro.

Figura 3. Máquina con sistema para compresión de bloques de concreto.

Figura 4. Máquina Universal con sistema para flexión de adoquines.

Figura 5. Máquina Universal con sistema para flexión de baldosa

Figura 6. Sistema para impacto de baldosas

Figura 7. Máquina Universal con sistema para compresión de tubo PVC

Figura 8. Sistema para impacto de tubo PVC.

Figura 9. Tamizadora para agregado fino con tamices No.4, 8, 16, 30, 50, 100 y fondo; con armadura.

Figura 10. Tamizadora para agregado grueso con tamices de 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", y No.4 y fondo.

Figura 11. Máquina de Los Ángeles para desgaste de agregados.

Figura 12. Máquina para compresión de cilindros.

Figura 13. Durómetro Brinell y Rockwell.

Figura 14. Durómetro Vicker.

Figura 15. Durómetro.

Figura 16. Moldes Metálicos Cilíndricos y cono de Abraham para toma de muestras de concreto.

Figura 17. Equipo portátil de inspección por ultrasonidos.

Las fotografías mostradas a continuación son proporcionadas por el **Centro de investigaciones de Ingeniería**, por ser el único laboratorio público de materiales de construcción fue el único que proporciono dicha información.

Figura 1. Máquina Universal con sistema para ensayo a tensión de barras de acero.



Figura 2. Máquina con sistema para compresión de ladrillos de barro.



Figura 3. Máquina con sistema para compresión de bloques de concreto.



Figura 4. Máquina Universal con sistema para flexión de adoquines.



Figura 5. Máquina Universal con sistema para flexión de baldosa.



Figura 6. Sistema para impacto de baldosas



Figura 7. Máquina Universal con sistema para compresión de tubo PVC.

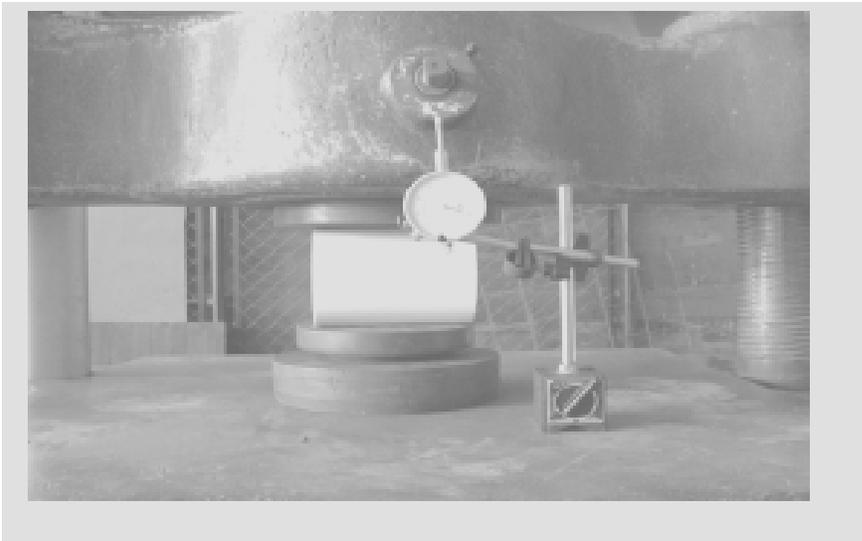


Figura 8. Sistema para impacto de tubo PVC.

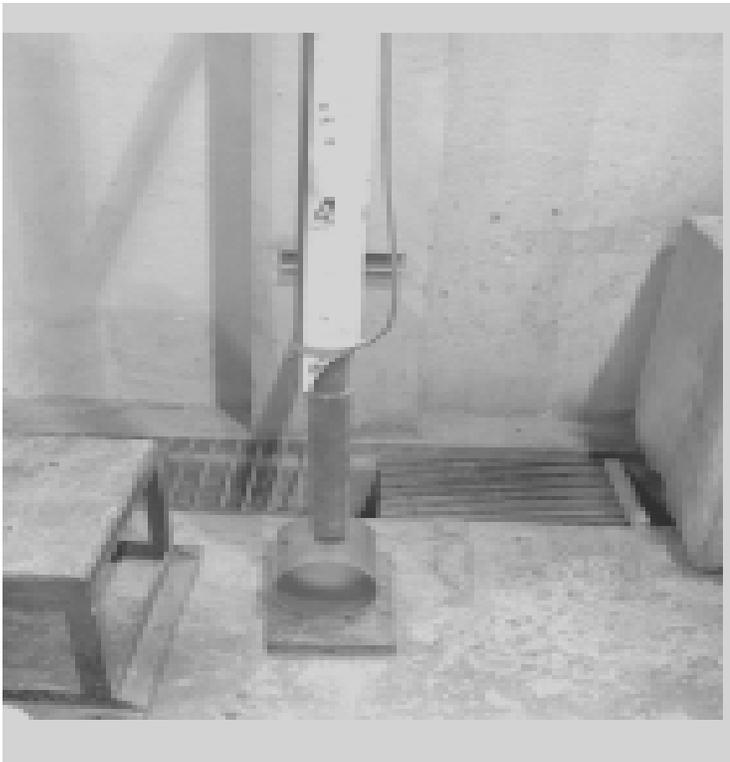


Figura 9. Tamizadora para agregado fino con tamices No.4, 8, 16, 30, 50,100 y fondo; con armadura.



Figura 10. Tamizadora para agregado grueso con tamices de 2", 1 ½", 1", ¾", 1/2", 3/8", y No.4 y fondo.



Figura 11 Máquina de Los Ángeles para desgaste de agregados.



Figura 12. Máquina para compresión de cilindros.

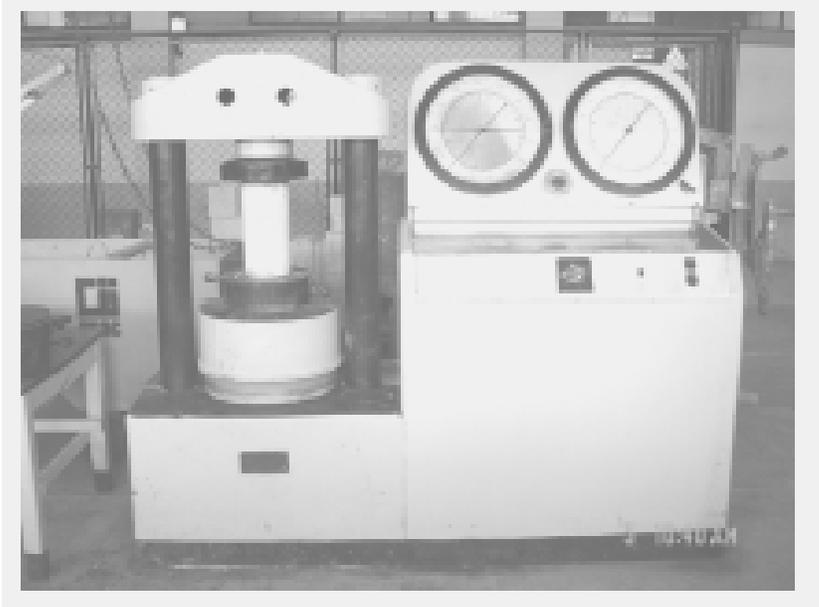


Figura 13. Durómetro Brinell y Rockwell.



Figura 14. Durómetro Vicker.



Figura 15. Durómetro.

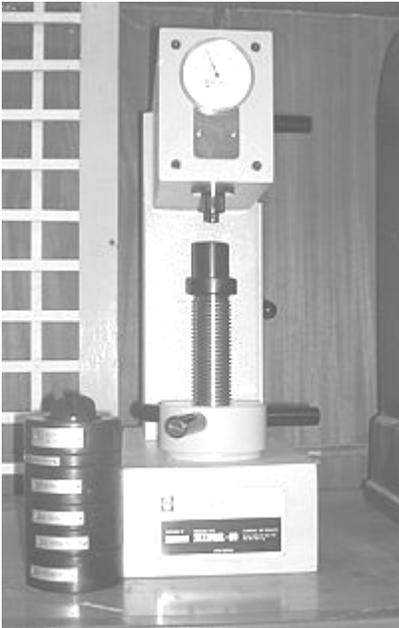


Figura 16. Moldes Metálicos Cilíndricos y cono de Abraham para toma de muestras de concreto.



Figura 17. Equipo portátil de inspección por ultrasonidos.

