

**Diseño e implementación  
de procedimientos  
técnicos para 6 ensayos  
relacionados con  
materiales cerámicos  
como parte del SGC del  
*LabCIVCO* según la norma  
INRTE-ISO/IEC 17025:2005**



# Abstract

This graduation project is aimed on technical and logistical implementation methodologies for the accreditation of six test *LabCIVCO*, which are part of the Quality Management System, based on compliance with the regulations of the Costa Rican Accreditation Entity (ECA) and INTE standard: ISO / IEC 17025:2005, which seeks to standardize the procedures involved in each test.

An important part of this project was the development of instructional based on ASTM and ANSI standards, and conducting training for all test and performance tests for three of them. This with the objective of evaluating the procedures established in each instruction to be executed correctly.

Was performed an analysis of the results of tests and concluded that technicians are familiar with testing methodologies but there is lack of interest from them and why mistakes are made that alter the results, also recommended buy of air conditioning to maintain controlled environmental conditions when performing the tests and help improve the quality of the laboratory and to promote technical competence.

# Resumen

El presente proyecto de graduación se enfocó en realizar una implementación técnica y logística de las metodologías de ejecución para la acreditación de 6 ensayos del *LabCIVCO*, las cuales son parte del Sistema de Gestión de Calidad; basado en el cumplimiento de las normativas del Ente Costarricense de Acreditación (ECA) y la norma INTE:ISO/IEC 17025:2005, la cual busca estandarizar los procedimientos involucrados en cada uno de los ensayos.

Parte importante del presente proyecto fue la elaboración de instructivos técnicos basados en las normas ASTM Y ANSI, así como realización de capacitaciones para todos los ensayos y pruebas de desempeño para tres de ellos. Esto con el objetivo de evaluar que los procedimientos establecidos en cada instructivo sean ejecutados correctamente.

Se realizó un análisis de los resultados obtenidos en las pruebas de desempeño y se llegó a la conclusión que los técnicos conocen bien las metodologías de ensayo pero existe falta de interés por parte de ellos y por eso se cometen errores que alteran los resultados obtenidos. Además se recomienda la compra de un aire acondicionado para mantener las condiciones ambientales controladas cuando se realizan los ensayos y así ayudar a mejorar la calidad del laboratorio y fomentar la competencia técnica.

# **Diseño e implementación de procedimientos técnicos para 6 ensayos relacionados con materiales cerámicos como parte del SGC del *LabCIVCO* según la norma INRTE-ISO/IEC 17025:2005**

DANIELA ZELEDÓN VARGAS

Proyecto final de graduación para optar por el grado de  
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Agosto 2010

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

# Contenido

PREFACIO .....	1
RESUMEN EJECUTIVO.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
OBJETIVOS.....	4
MARCO TEÓRICO.....	5
METODOLOGÍA.....	8
RESULTADOS .....	11
ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	31
CONCLUSIONES.....	33
RECOMENDACIONES.....	34
APÉNDICES.....	35
ANEXOS.....	36
REFERENCIAS.....	37

# Prefacio

El 09 de enero del año 2007, se publicó en La Gaceta la Ley N° 8279, la cual tiene como propósito establecer el Sistema Nacional para la Calidad (SNC), como marco estructural para todas las actividades ligadas al desarrollo y así mejorar la competitividad y calidad de las empresas nacionales, las cuales proporcionarán confianza en los servicios brindados.

Además, ésta Ley indica en su artículo 34 que las instituciones públicas que brinden servicios de laboratorios de ensayo, deben acreditarse por acuerdo mutuo entre la Entidad Costarricense de Acreditación (ECA) y las entidades internacionales equivalentes. Dado esto, el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) ha exigido que los organismos de ensayo que brindan servicios de control y verificación de la calidad, realicen ensayos solamente de laboratorios acreditados según la Norma Nacional INTE-ISO/IEC 17025:2005.

Ésta norma fue creada por el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO), basándose en los reglamentos establecidos por la Organización Internacional de Normalización (ISO) y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), con el fin de establecer los requisitos generales para la competencia en la realización de ensayos o de calibraciones, incluido el muestreo, ya sea de métodos normalizados o no.

Dado esto, la Escuela de Ingeniería en Construcción ubicada en el Instituto Tecnológico de Costa Rica, se está esforzando por mejorar el laboratorio de materiales, así como la elaboración de un plan de procedimientos basados en las normas vigentes, para la aplicación de las metodologías de ensayo; así como la capacitación del personal para la ejecución normalizada y estandarizada de los ensayos involucrados, y tratar de lograr así la homogeneidad de los resultados obtenidos y la minimización de errores en la ejecución de los

ensayos y llegar por lo tanto a optar por la acreditación.

El principal objetivo de este proyecto de graduación es establecer las gestiones técnicas y logísticas para comenzar el proceso de acreditación de seis pruebas en el *LabCIVCO* de acuerdo con lo establecido en la norma INTE-ISO/IEC 17025:2005. Las cuales son % de Absorción en Cerámicas (ASTM C-373), Resistencia a la Compresión de Fraguas (ANSI 118.6), Resistencia a la Compresión de Cubos de Mortero de Cemento Portland (ASTM C-109), Determinación del Tiempo Abierto para morteros de Cemento Portland (ANSI 118.1) y morteros modificados con Látex (ANSI 118.4), Determinación de la Resistencia al cortante en morteros de Cemento Portland (ANSI 118.1) y morteros modificados con Látex (ANSI 118.4) y Determinación del Tiempo de Fraguado Inicial y Tiempo de Fraguado Final para morteros de Cemento Portland (ANSI 118.1) y morteros modificados con Látex (ANSI 118.4).

Es importante mencionar que este proyecto no se hubiera podido realizar sin la ayuda del Ing. Rommel Cuevas, los técnicos Eduardo Arce, Heiner Navarro, Juan Carlos Coto, del profesor guía,<sup>o</sup> el Ing. Mauricio Araya y de mi familia, especialmente mi hija Lucía.

# Resumen ejecutivo

El objetivo principal de este proyecto de graduación fue el establecer las gestiones técnicas y logísticas para la iniciar el proceso de acreditación de 6 ensayos del *LabCIVCO* según lo establecido por la ley nacional para la calidad (ley 8279), la norma INTE-ISO/IEC 17025:2005 y el Ente Costarricense de Acreditación (ECA).

Los ensayos a los cuales se les dio seguimiento en éste proyecto, son los siguientes:

<b>CUADRO 1. DETALLE DE ENSAYOS</b>		
<b>NOMBRE</b>	<b>ANSI</b>	<b>ASTM</b>
Tiempo Abierto	118.1 118.4	-
Tiempo de Fragua	118.1 118.4	-
Compresión de Fraguas	118.6	-
% de Absorción en cerámicas	-	C-373
Resistencia al cortante	118.1 118.4	-
Resistencia a la compresión	-	C-109

Para poder lograr el objetivo principal de este proyecto se tuvo que recolectar la información necesaria de todas las normas ANSI y ASTM involucradas, para generar así los instructivos técnicos que guían sobre ejecución y procedimientos de los ensayos.

Es importante mencionar que para la elaboración de los instructivos es indispensable

realizar una revisión y verificación de todos los equipos existentes en el laboratorio para garantizar con el cumplimiento de los parámetros establecidos en la norma, además se recomienda la elaboración de un plan de calibración de los equipos y garantizar así el cumplimiento de lo estipulado en la norma INTE-ISO/IEC 17025:2005.

Aparte de los instructivos técnicos, se elaboraron los registros técnicos, tanto en forma física como digital, para facilitar así la recolección de los resultados obtenidos en cada ensayo los cuales son necesarios para el análisis de resultados.

Una revisados los instructivos, se procedió a realizar un ciclo de capacitaciones donde se estudiaron y corrigieron los mismos para que el personal del laboratorio logre comprender y aplicar correctamente la información sobre los métodos de ensayo.

Concluidas las capacitaciones se procedió a evaluar la ejecución de los técnicos mediante pruebas de desempeño. A cada técnico se le dio una calificación basado en la aplicación de los instructivos en los procedimientos de cada ensayo.

Dado todo esto, se procedió a realizar un análisis causa-raíz de todos los parámetros de la ejecución de los ensayos. Además se obtuvieron conclusiones y recomendaciones en aspectos importantes como el estado de los equipos de laboratorio, la utilización de los espacios físicos, eficiencias y deficiencias en el desempeño de los técnicos y el funcionamiento del laboratorio en general.

# Introducción

El Centro de Investigaciones en Vivienda y Construcción (CIVCO) cuenta con un laboratorio de materiales el cual se encuentra ubicado dentro de las instalaciones del Instituto Tecnológico de Costa Rica en Cartago. Este centro además de la docencia en la carrera de Ingeniería en Construcción, se ha dedicado en los últimos años a la investigación de métodos constructivos y materiales utilizados en el sector de la construcción.

Debido a esto, el laboratorio del CIVCO se encuentra especializado para realizar ensayos en cemento, agregados para concreto (finos y gruesos), mezcla de agregados, concreto hidráulico fresco y endurecido, morteros, cerámicas, suelos, mezcla asfáltica en caliente, aceros y productos terminados.

Sin embargo, actualmente los clientes son mucho más exigentes en cuanto a la calidad de los resultados obtenidos. Y para ello el *LabCIVCO* al igual que otros laboratorios se ha acogido a la ley 8279 del Sistema Nacional para la Calidad. La misma indica cuál es el alcance entre el Ente Costarricense de Acreditación (ECA), y la norma INTE-ISO/IEC-17025-2005, la cual indica cuáles son todos los lineamientos a seguir para la regulación de la calidad. Debido a esto, el objetivo

principal radicó en establecer las gestiones técnicas y logísticas para iniciar el proceso de acreditación de seis pruebas en el *LabCIVCO* de acuerdo con lo establecido en los entes anteriores.

Los ensayos que abarca este proyecto de graduación son: % de Absorción en Cerámicas (ASTM C-373), Resistencia a la Compresión de Fraguas (ANSI 118.6), Resistencia a la Compresión de Cubos de Mortero de Cemento Portland (ASTM C-109), Determinación del Tiempo Abierto para morteros de Cemento Portland (ANSI 118.1) y morteros modificados con Látex (ANSI 118.4), Determinación de la Resistencia al cortante en morteros de Cemento Portland (ANSI 118.1) y morteros modificados con Látex (ANSI 118.4) y Determinación del Tiempo de Fraguado Inicial y Tiempo de Fraguado Final para morteros de Cemento Portland (ANSI 118.1) y morteros modificados con Látex (ANSI 118.4).

Para poder lograr el objetivo anterior, se plantearon objetivos específicos como la recolección de información, elaboración de instructivos, revisión y calibración de equipos, capacitaciones al personal del laboratorio, pruebas de desempeño, análisis y conclusiones finales que contribuyeron en la organización del trabajo elaborado.

# Objetivo General

Establecer las gestiones técnicas y logísticas para iniciar el proceso de acreditación para seis ensayos en el *LabCIVCO* de acuerdo con lo establecido en la norma INTE-ISO/IEC 17025:2005. Los ensayos seleccionados son los que se muestran en el cuadro #1.

6. Recomendar aspectos importantes que puedan mejorarse en cada uno de los ensayos.

## Objetivos Específicos

1. Elaborar (si no existiesen) o modificar los instructivos técnicos para los ensayos mostrados en el cuadro #1.
2. Diagnosticar el estado actual de los equipos existentes en el laboratorio que estén involucrados en los ensayos mostrados en el cuadro #1.
3. Realizar registros físicos y digitales de la información obtenida en cada uno de los ensayos mostrados en el cuadro #1.
4. Capacitar al personal del laboratorio (técnicos) para homogenizar y estandarizar los procesos de ejecución de cada uno de los ensayos,
5. Realizar pruebas de desempeño a cada uno de los técnicos del laboratorio en 3 ensayos, los cuales son: Resistencia al corte (ANSI 118.1 y 118.4), tiempo abierto (ANSI 118.1 y 118.4) y tiempo de fraguado inicial y final (ANSI 118.1 y 118.4), para garantizar la buena ejecución de los ensayos.

# Marco Teórico

## Sistema Nacional de Calidad

La Ley de Control de Calidad fue publicada en la Gaceta el 9 de enero del año 2007 y tiene como principal objetivo establecer a la calidad como marco estructural de cualquier actividad, y a la vez indica cual es el ámbito de acción de los organismos de ensayo. Es importante mencionar que existen 2 artículos importantes, ellos indican cuales son los alcances del Ente Costarricense de Acreditación (ECA). Uno de ellos es el artículo 21, el cual dice: *“El ECA será el único competente para realizar los procedimientos de acreditación en lo que respecta a laboratorios de ensayo y calibración, entes de inspección y control, entes de certificación y otros fines”*. Y el otro artículo es el 31 el cual indica que: *“Todas las instituciones públicas que, para el cumplimiento de sus funciones, requieren servicios de laboratorios de ensayo, laboratorios de calibración, entes de inspección y entes de certificación, deberán utilizar los acreditados o reconocidos por acuerdos de reconocimiento mutuo entre el ECA y las entidades internacionales equivalentes”*.

El ECA ha creado junto con el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO) una norma de evaluación, la cual se define como INTE-ISO/IEC-17025-2005 y se creó basada en metodologías de ensayo emitidas por entes normalizadores internacionales, que en este caso corresponde a la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM: American Society for Testing and Materials) y el Instituto Americano de Pruebas (ANSI, American National Standards Institute).

## Gestión de Calidad del Laboratorio

El sistema de Gestión de Calidad de los laboratorios se basa en el cumplimiento de los lineamientos citados en la Ley de Calidad. Entonces, los laboratorios deben acreditar todos sus ensayos ante el ECA y así asegura a sus clientes la confianza y calidad, tanto es sus procedimientos, como en los resultados obtenidos.

Como parte del Seguimiento de Gestión de Calidad se debe realizar la documentación escrita de los procedimientos de ensayo delimitados por los entes internacionales, la revisión y verificación de los equipos y espacios existentes en el laboratorio para la elaboración de instructivos técnicos.

La documentación utilizada para la elaboración de los instructivos técnicos corresponde a definiciones relacionadas con los ensayos en morteros y cerámicas indicados en el cuadro #1. En los siguientes párrafos se muestra un resumen de la información encontrada en las normas ASTM y ANSI.

## Morteros de Cemento Portland

El mortero de cemento Portland es un material que se obtiene mezclando uno o más elementos aglomerantes, arena, agua y eventualmente (si es necesario) algún aditivo. El producto obtenido debe ser una masa plástica y trabajable capaz de unir elementos como ladrillos, bloques de concreto, baldosas de cerámica entre otros. Los

morteros poseen algunas características importantes como las siguientes:

a) Plasticidad: Propiedad del mortero fresco de la cual depende lograr buena unión entre los elementos constructivos. La plasticidad se puede calcular realizando medidas de consistencia en el cono de Abrams y limitando el contenido de finos.

b) Resistencia a la compresión: Es la propiedad más importante del comportamiento del mortero, ya que la resistencia debe ser lo más elevada posible; aunque es conveniente que sea igual o inferior a los elementos con los que actúa en conjunto. Se considera como resistencia a la compresión óptima de 175 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días (según ANSI 118.6).

c) Adherencia: La adherencia puede entenderse como la penetración de la pasta del mortero en el elemento que actúa en conjunto, provocada por la succión capilar que éste ejerce. La adherencia tanto en el mortero fresco como endurecido, influye en la naturaleza de los elementos como porosidad, rugosidad y existe una relación directa entre la resistencia a la compresión y la adherencia del mortero endurecido.

## Morteros de Cemento Modificados con Látex

Para mejorar alguna o todas las propiedades mencionadas anteriormente, se ha venido utilizando aditivos. Uno de ellos es el polímero de látex, el cual se ha diseñado para mejorar algunos aspectos como la adherencia, reducir la absorción del agua y proporcionar una mayor resistencia a los golpes e impactos.

Estos aditivos permiten una cierta libertad en el tiempo de trabajo, bajo ciertas condiciones y temperaturas. Los morteros de cemento Portland modificados con Látex varían en sus aplicaciones y características de rendimiento. Se debe consultar con el fabricante para determinar la idoneidad de sus productos para los usos deseados.

La adicción de látex consiste en emulsiones de agua que se añaden a los morteros de cemento Portland en lugar de agua o el reemplazo de una

parte del agua. Los componentes y el mezclado deben ser especificados por el fabricante para su uso en particular para polímeros en espray, polímeros de látex, aditivos secos, de la misma forma si se utiliza algún tipo distinto de arena. Estos morteros deben llevar más adición de agua para su uso, que un mortero de cemento Portland.

## Tiempo de Fragua y Tiempo Abierto en Morteros

El tiempo de fragua es el tiempo en el cual la mezcla de mortero comienza su proceso de cambio de estado, de líquido a estado sólido. Este proceso se compone de dos partes: el tiempo de fraguado inicial que es cuando la mezcla pasa de estado líquido a estado plástico; y el tiempo de fraguado final es cuando el mortero termina su proceso de endurecimiento. Sin embargo, gracias a los aditivos los tiempos de fragua pueden variar sobre todo si se considera que actualmente existen morteros de fraguado rápido que pueden alcanzar su tiempo de fragua final a las 3 horas después de la elaboración de la mezcla.

El tiempo abierto en mortero se conoce como el tiempo en el cual la adherencia es la adecuada. Esto se aplica tanto en instalaciones de cerámica como en morteros de pega y acabados.

## Resistencia a la fuerza cortante y compresión

La fuerza es una variable que depende de la adherencia entre el mortero y la superficie de instalación, y se define como una fuerza que actúa paralela a la superficie de acción; por lo cual, si no es tomada en cuenta en una instalación vertical de cerámica puede entorpecer o hasta frenar el procedimiento. Ante estas circunstancias es importante siempre que el mortero indique dentro de sus propiedades la resistencia a la fuerza cortante.

En caso que el fabricante no indique cuál es la resistencia al cortante del mortero, se debe realizar el ensayo como se define, tanto en la norma ANSI 118.1 como ANSI 118.4 para conocer así cuales son las condiciones a las que se puede someter al mortero sin entorpecer el proceso de instalación.

La fuerza de compresión es una de las más importantes a considerar a la hora de elaborar un mortero y se define como una fuerza que actúa perpendicular a la superficie de aplicación (carga axial); en otras palabras es una fuerza que ejerce presión de aplastamiento sobre el mortero, por lo general se define a una edad de 28 días.

La fuerza de compresión se puede ver reflejada en muchas situaciones, y es por eso, es de vital importancia, conocer cuáles son los alcances de un mortero, ya sea de cemento Portland o modificados. El fabricante debe especificar cual es el valor esperado bajo ciertas condiciones de trabajo.

## Absorción de Agua en Cerámicas

La cerámica posee distintas propiedades que la caracterizan y definen los usos que se les puede dar. Una de sus propiedades más importante es la absorción de agua, la cual es una propiedad que depende de su densidad y porosidad.

Entre más porosa sea la cerámica, más agua absorbe y depende del uso que se le de no esto no es conveniente; por eso los ensayos para determinar la absorción de agua en cerámicas pretenden clasificar distintos tipos de cerámica y obtener así una medida o parámetro de la

densidad, porosidad, y la gravedad específica de la cerámica; la cual a su vez es una herramienta para determinar el grado de maduración de la misma o para determinar las propiedades estructurales que pueden ser necesarios para una aplicación dada.

## Ensayos de Aptitud

Los ensayos de aptitud se basan en propuestas por la Asociación Estadounidense de Carreteras Estatales y Oficiales del Transporte (AASHTO, "American Association of State Highway and Transportation Officials") para cada ensayo. Y tiene como objetivo optimizar el desempeño y las metodologías de ejecución por parte de los técnicos y lograr así proponer medidas correctivas, para estandarizar y mejorar los procesos de cada ensayo.

La evaluación de este método se basa en revisar la repetitividad de las mediciones y resultados obtenidos en cada ensayo, por lo que es necesario realizar varias veces un mismo ensayo bajo las mismas condiciones.

Los resultados obtenidos en cada una de las repeticiones de los ensayos, se determinan mediante métodos estadísticos variables como promedios aritméticos, desviación estándar, entre otros; donde además se debe calcular los límites entre porcentajes y valores. Con estos valores obtenidos se puede dar una calificación a cada uno de los técnicos evaluados.

Este método se empleará en los ensayos Tiempo Abierto (ANSI 118.1 y 118.4), Tiempo de Fraguado Inicial y Final (ANSI 118.1 y 118.4) y Resistencia al Corte (ANSI 118.1 y 118.4).

# Metodología

## Recolección de Información

El primer paso para realizar este proyecto fue la revisión de la información documentada dentro del laboratorio como parte del Sistema de Gestión de Calidad y analizar así, cuál sería el formato de trabajo por seguir en la elaboración de los instructivos técnicos. Se revisó la información contenida dentro de la norma INTE-ISO/IEC 17025:2005 para saber cuáles son los alcances de esta y los lineamientos que se establecen para el proceso de acreditación de ensayos, y además, se debió traducir al español las normas internacionales ASTM y ANSI correspondientes a cada ensayo para conocer cuáles son los procedimientos, condiciones y equipos requeridos.

## Revisión de Equipos e Instalaciones

Seguidamente al proceso anterior, se procedió a la revisión de cada equipo e instrumento existente en el laboratorio que sea parte de cada una de las normas de los ensayos involucrados en el presente documento, así como el estado de los espacios físicos del laboratorio apto para la realización de los ensayos. Uno de los ensayos por realizar es la resistencia al corte de morteros de cemento (ANSI 118.1 y 118.4) y dentro de los equipos por revisar para este ensayo es el que se muestra en la figura 1, el cual corresponde a la máquina de cortante, que consiste en una pieza de madera donde se coloca la muestra que se desea fallar. Para este caso, se verificó que las medidas de la pieza de madera coincidan con las que se determinan en los anexos de las normas ANSI.



**Figura 1.** Máquina de cortante para cerámicas.

Del mismo modo, se revisaron los equipos por utilizar en el ensayo para la determinación del tiempo abierto en morteros de cemento (ANSI 118.1 y 118.4). Para el cual como se observa en la figura 2, la herramienta Mat'l Brass la cual consiste en una manilla de acero inoxidable con 4 moldeadores (uno en cada esquina), quienes son los encargados de girar la pieza de cerámica en la pared de Gypsum.



**Figura 2.** Herramienta Mat'l Brass para determinar el tiempo abierto en las mezclas de mortero.

Del mismo modo, se revisó la instalación de la pared de gypsum (ver figura 3) en la cual se colocará el mortero con las piezas de cerámica para ser giradas. Esta pared, debe estar colocada en un cuarto con condiciones ambientales controladas existente en el laboratorio.



**Figura 3.** Pared de Gypsum

De la misma forma, se revisó el equipo requerido en el ensayo para la determinación del tiempo de fraguado inicial y final (ANSI 118.1 y 118.4) dentro del cuál, se encuentra la lámina de acero inoxidable (ver figura 4) que se utiliza para darle el espesor al mortero y crear los especímenes colocables en el aparato de agujas Gilmore (ver figura 5). La misma consta de 2 agujas, una para la determinación del tiempo de fraguado inicial mediante la penetración de la aguja pequeña al mortero y mediante la penetración de la otra aguja se puede determinar el tiempo de fraguado final.



**Figura 4.** Lámina de acero inoxidable para cerámica.



**Figura 5.** Aparato de Agujas Gilmore

Un punto muy importante por verificar dentro del laboratorio, es el cuarto de ambiente controlado. Este debe cumplir los requisitos mencionados en los instructivos técnicos, los cuales son: temperatura ambiental igual a  $23 \pm 2$  °C y un porcentaje de humedad igual a  $50 \pm 5$  %.



**Figura 6.** Almacenamiento de muestras en el cuarto controlado.

## Elaboración de Instructivos Técnicos

Una vez revisado el equipo y los espacios físicos del laboratorio, se da paso a la generación de los instructivos técnicos para cada ensayo, en total son 9 (ver cuadro 1) se realizaron siguiendo los pasos descritos en el documento "*Método de ensayo y Validación de Métodos, CIVCO-PT-03*", Apartado Segundo "*Documentación Técnica para los Métodos de Ensayo del LabCIVCO*".

## Registro de la Información

Además de los instructivos, debe desarrollarse un registro técnico para cada uno de ellos tanto en formato digital como físico para poder así procesar la información que se despliegue en cada ensayo.

El registro técnico en forma digital se puede elaborar en Microsoft Office Excel, dentro del cual es posible programar fórmulas y gráficos que pueden desplegar los resultados buscados con solo la introducción de datos obtenidos en el ensayo.

De la misma forma, los registros físicos se pueden considerar un respaldo de los registros digitales. Los mismos consisten en una hoja con una serie de información donde es posible introducir manualmente datos obtenidos en el ensayo para procesar y obtener los resultados buscados.

Con la tecnología existente en la actualidad, es muy usual que predomine la utilización de los registros digitales, ya que de alguna manera es más sencillo procesar la información. Sin embargo, es de mucha importancia siempre contar con los registros físicos como respaldo de la información y así evitar la pérdida de datos importantes, así también como para la toma de datos durante la ejecución del ensayo.

## Capacitación de Personal

Cuando se cumple con todos los procedimientos anteriores se procedió a realizar un ciclo de capacitaciones para el personal (especialmente los técnicos del laboratorio), para determinar la comprensión del contenido de los instructivos técnicos por parte de ellos.

Las capacitaciones consistieron en una proyección de los instructivos y los registros para cada uno de los ensayos. Y así realizar las correcciones y/o adaptaciones necesarias para una mejor comprensión y ejecución de los mismos.

## Pruebas de Desempeño

Una vez finalizados los ciclos de capacitaciones se procedió a realizar pruebas de desempeño para 3 ensayos:

- Tiempo Abierto (ANSI 118.1 y 118.4)
- Tiempo de Fraguado Inicial y Final (ANSI 118.1 y 118.4)
- Resistencia al Cortante (ANSI 118.1 y 118.4)

Con el fin de determinar la correcta ejecución de los métodos de ensayo establecidos en los instructivos técnicos y poder así (si fuese necesario) proponer medidas correctivas para poder lograr la estandarización y homogenización de los procesos.

Además, se realizó un análisis por medio de los ensayos de aptitud convenidos por el Laboratorio de Referencia de Materiales de la AASHTO (AMRL, AASHTO Materials Reference Laboratory); con el fin de analizar la efectividad en la repetición de ensayos. Este método se basa en cálculos estadísticos los cuales reflejaran cuan cercanos son entre sí los resultados obtenidos en cada una de las repeticiones y comparar además los resultados obtenidos entre cada uno de los técnicos. Como resultado de éste método, se obtendrá una calificación que reflejará que tan acertados o alejados están los técnicos de realizar correctamente los procedimientos normalizados y estandarizados y también permite realizar un análisis causa-raíz de las principales fuentes de error presentadas en un ensayo.

# Resultados

## Evaluación de Equipos

La verificación del equipo se realizó tomando medidas de todos los equipos existentes en el laboratorio que son requeridos en los ensayos y se comparó con lo establecido en cada una de las normas involucradas, para

observar los resultados obtenidos se debe observar el cuadro #2.

CUADRO 2. VALORACIÓN DE EQUIPOS			
Equipo	Cantidad	Cumple Según ANSI	No cumple Según ANSI
Herramienta Mat'l Brass	1	X	
Cuarto Controlado	1		X
Horno	2	X	
Balanzas	2	X	
Máquina de Carga	1	X	
Equipo de Falla a cortante	1	X	
Agujas Gilmore	1	X	
Placa de vidrio	1	X	
Moldes para mortero	2	X	

**Nota:** Para observar los parámetros que se tomaron en cuenta para verificar el cumplimiento del equipo con respecto a la norma, es necesario observar el cuadro del apéndice 10 del presente documento.

## Instructivos Técnicos

Se logró la elaboración de 9 instructivos técnicos, los cuales se encuentran en los apéndices del 1 al 9 del presente documento. Éstos instructivos especifican los procedimientos involucrados en cada ensayo, así como el equipo y normas por cumplir.

## Registros Técnicos

Para cada instructivo, se elaboró un registro técnico (tanto físico como en versión

electrónica), los cuales se confeccionaron en función de la información derivada en cada ensayo.

## Capacitación de Personal

Se realizaron capacitaciones en las cuales se le expuso al personal del *LabCIVCO* todos los instructivos y los registros técnicos elaborados, con el fin de discutirlos y homogeneizarlos, tanto con los conocimientos de los técnicos como con las

condiciones y equipos existentes en el

laboratorio.

## Pruebas de Desempeño

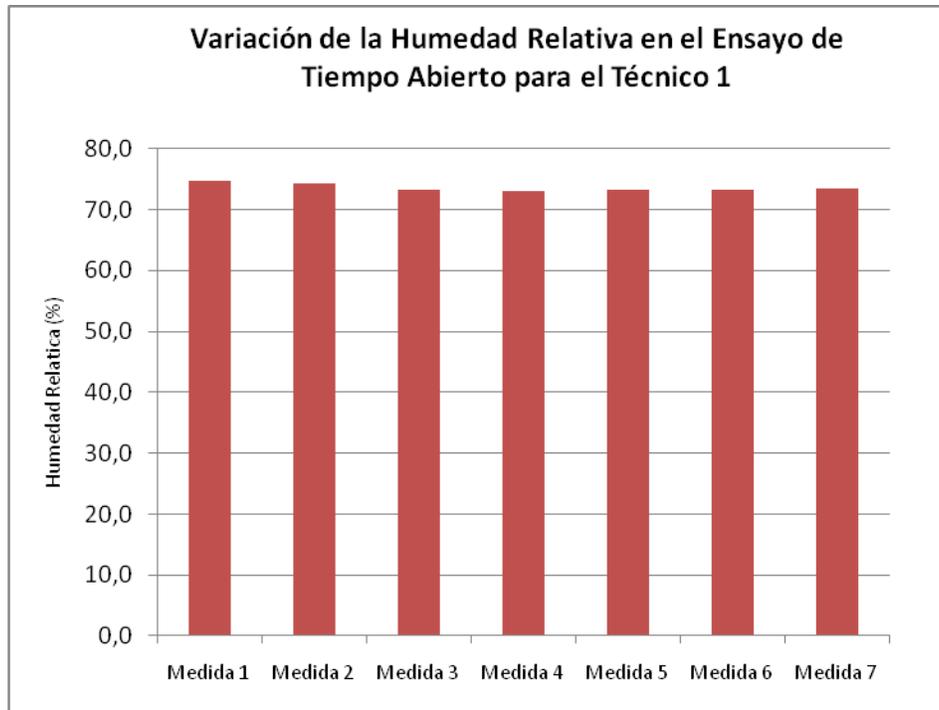
Se realizaron pruebas de desempeño para cada técnico, para ello se escogieron 3 de los 9 ensayos los cuales son: Tiempo Abierto

(E1), Resistencia al Cortante (E2) y Tiempo de Fraguado Inicial y Final (E3).

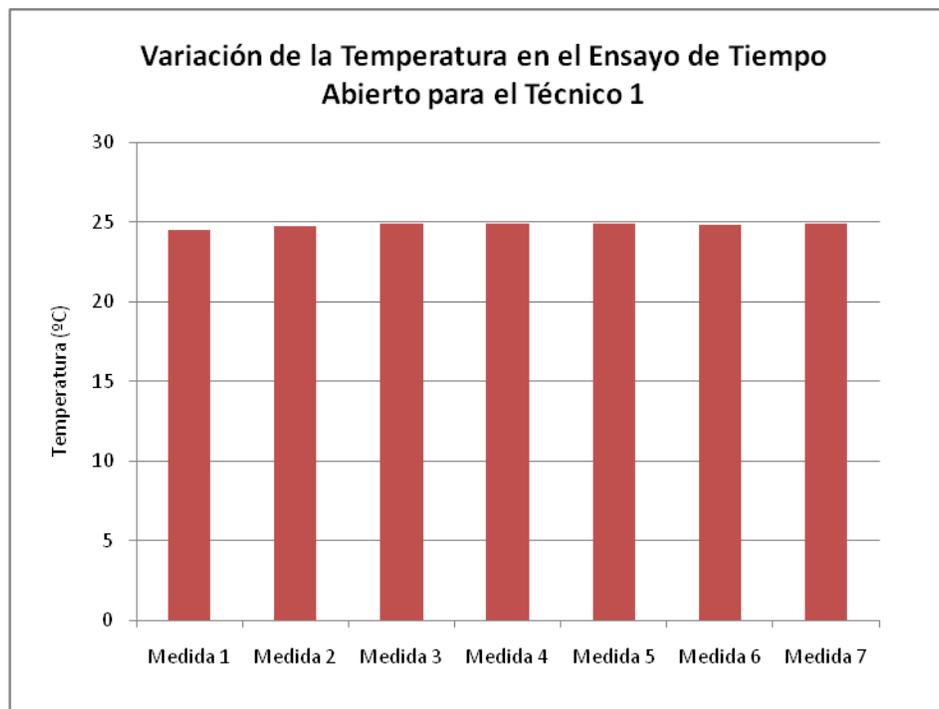
Seguidamente, se muestran los resultados obtenidos para éstas pruebas, indicando que a cada técnico se le nombró como se muestra a continuación: Heiner Navarro (T1), Juan Carlos Coto (T2) y Eduardo Arce (T3).

### E1, T1

CUADRO 3. RESULTADOS DEL ENSAYO 1 PARA EL TÉCNICO 1				
Descripción	Cantidad	Unidad	Temperatura (°C)	Humedad (%)
<b>Preparación del Mortero</b>				
Cantidad Mortero:	999,1	g	24,3	74,2
Cantidad de Agua:	220	ml		
Tiempo de Mezclado:	5:12	mm:ss		
Tiempo de Reposo	45	min	24,5	74,8
<b>Colocación pared de Gypsum</b>				
Determinación del Tiempo Abierto	45	min	24,5	74,8
	50	min	24,7	74,2
	55	min	24,9	73,2
	60	min	24,9	73,0
	65	min	24,9	73,3
	70	min	24,8	73,3
	75	min	24,9	73,5



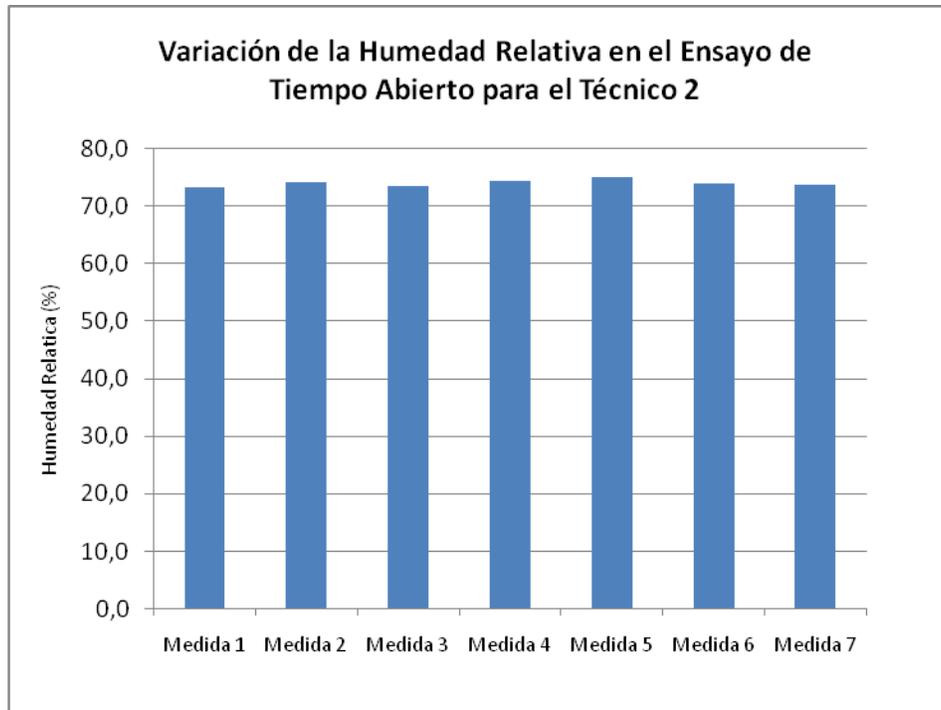
**Figura 7.** Gráfico que muestra la variación de la humedad relativa ambiental en la realización del ensayo de Tiempo abierto para el técnico 1.



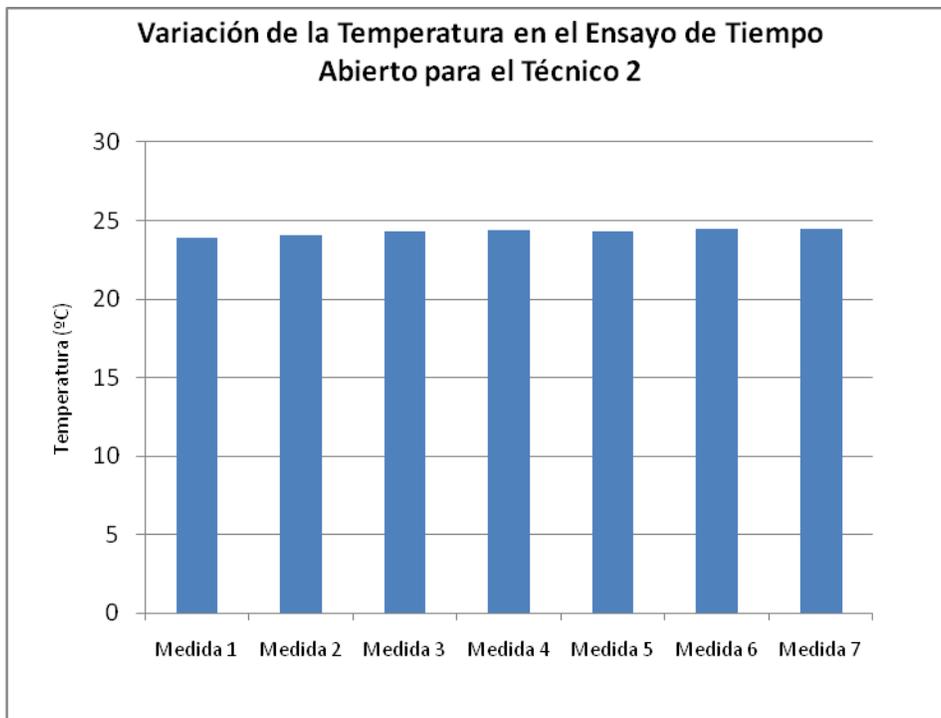
**Figura 8.** Gráfico que muestra la variación de la temperatura en la realización del ensayo de Tiempo abierto para el técnico 1.

## E1, T2

<b>CUADRO 4. RESULTADOS DEL ENSAYO 1 PARA EL TÉCNICO 2</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Humedad (%)</b>
<b>Preparación del Mortero</b>				
Cantidad Mortero:	998	g	24,3	74,8
Cantidad de Agua:	220	ml		
Tiempo de Mezclado:	5:05	mm:ss		
Tiempo de Reposo	45	min	23,9	73,3
<b>Colocación pared de Gypsum</b>				
Determinación del Tiempo Abierto	45	min	23,9	73,3
	50	min	24,1	74,2
	55	min	24,3	73,5
	60	min	24,4	74,3
	65	min	24,3	74,9
	70	min	24,5	73,9
	75	min	24,5	73,7



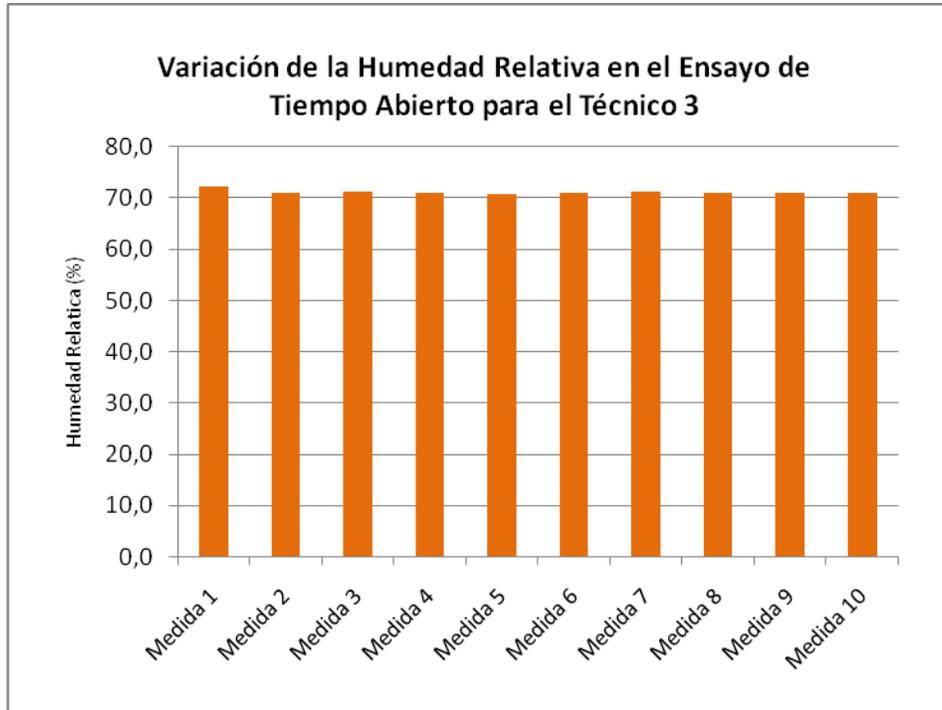
**Figura 9.** Gráfico que muestra la variación de la humedad relativa ambiental en la realización del ensayo de Tiempo abierto para el técnico 2.



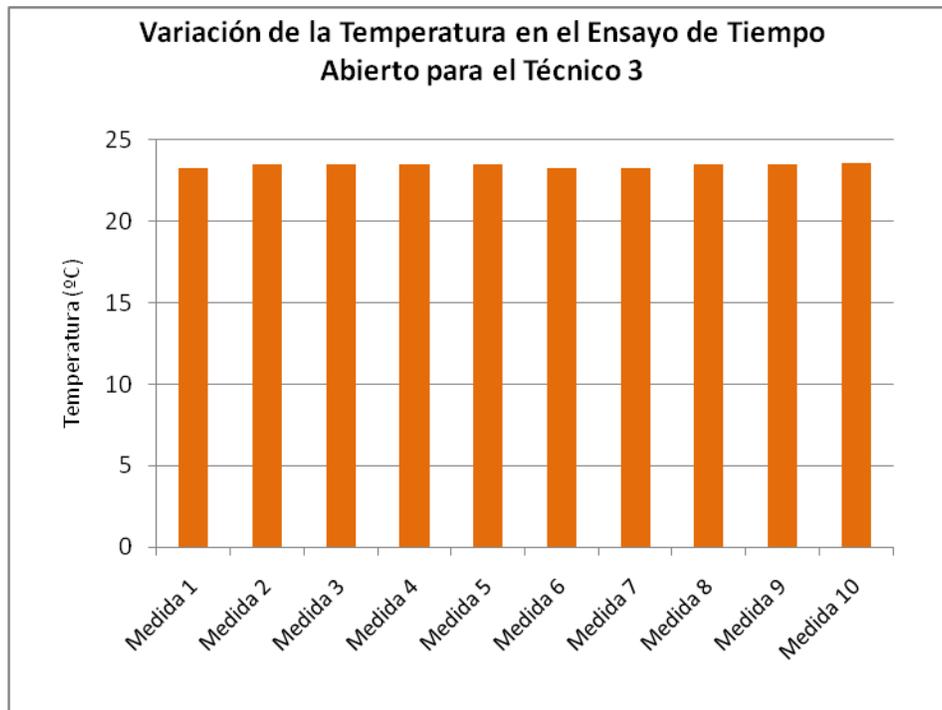
**Figura 10.** Gráfico que muestra la variación de la temperatura en la realización del ensayo de Tiempo abierto para el técnico 2.

## E1, T3

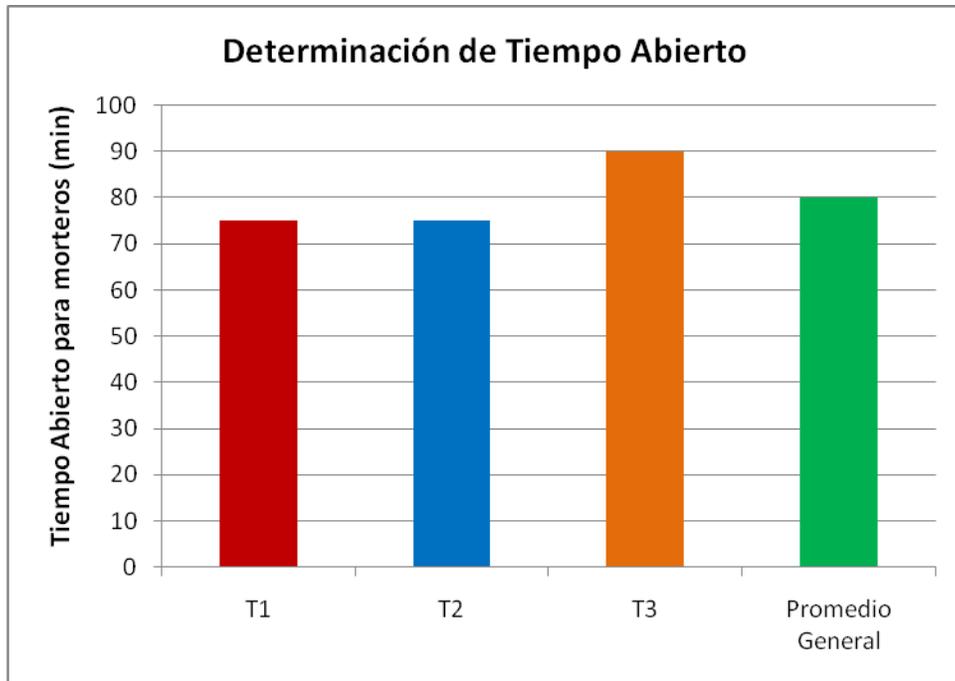
<b>CUADRO 5. RESULTADOS DEL ENSAYO 1 PARA EL TÉCNICO 3</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Humedad (%)</b>
<b>Preparación del Mortero</b>				
Cantidad Mortero:	1000	g	21,23	66,6
Cantidad de Agua:	220	ml		
Tiempo de Mezclado:	5:10	mm:ss		
Tiempo de Reposo:	45	min	23,3	72,2
<b>Colocación pared de Gypsum</b>				
Determinación del Tiempo Abierto	45	min	23,3	72,2
	50	min	23,5	71,1
	55	min	23,5	71,2
	60	min	23,5	71,0
	65	min	23,5	70,7
	70	min	23,3	71,1
	75	min	23,3	71,3
	80	min	23,5	70,9
	85	min	23,5	71,0
	90	min	23,6	71,0



**Figura 11.** Gráfico que muestra la variación de la humedad relativa ambiental en la realización del ensayo de Tiempo abierto para el técnico 3.



**Figura 12.** Gráfico que muestra la variación de la temperatura en la realización del ensayo de Tiempo abierto para el técnico 3.



**Figura 13.** Gráfico que muestra la comparación del valor promedio de los resultados del tiempo abierto obtenida con el valor obtenido por cada técnico .

## E2, T1

CUADRO 6. PROCESO DE MOLDEO PARA EL ENSAYO DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FUERZA CORTANTE PARA EL TÉCNICO 1						
Cantidad de Mortero (g)	Cantidad de Agua (ml)	Tiempo de Preparación de Mortero (mm:ss)	Tiempo de Reposo (mm:ss)	Humedad Relativa (%)	Temperatura (°C)	Tiempo de Moldeo (s)
1000,01	220,00	5:17	14:59	66,64	21,33	40:76
				66,64	21,32	50:65
				66,64	21,32	45:86
				66,64	21,33	55:77

CUADRO 7. RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FUERZA CORTANTE PARA EL TÉCNICO 1					
ID	Carga de Falla (kg)	Carga de Falla (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resistencia (MPa)	Resistencia Promedio (MPa)
1	649,00	6364,09	2576,56	2,47	2,39
2	628,00	6158,17	2587,47	2,38	
3	665,00	6520,99	2577,47	2,53	
4	570,00	5589,42	2587,69	2,16	

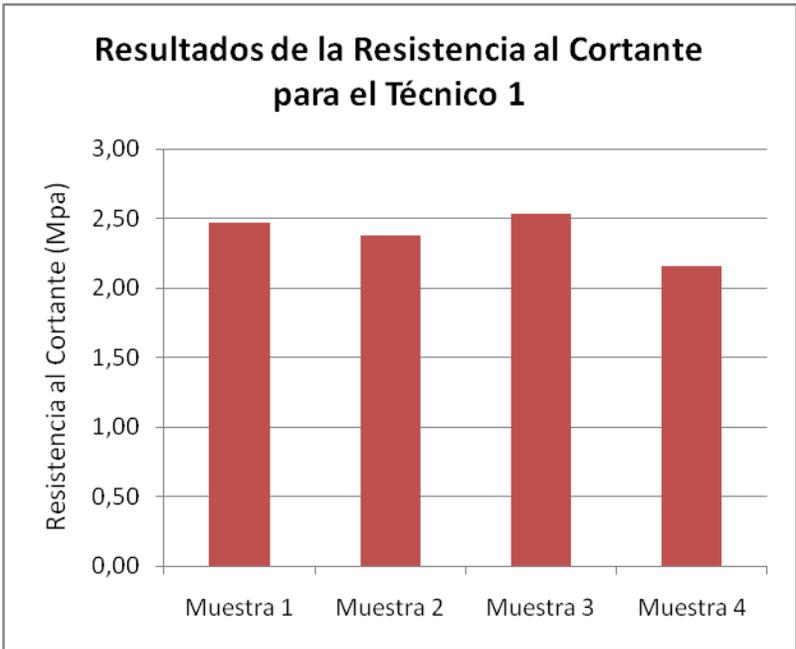
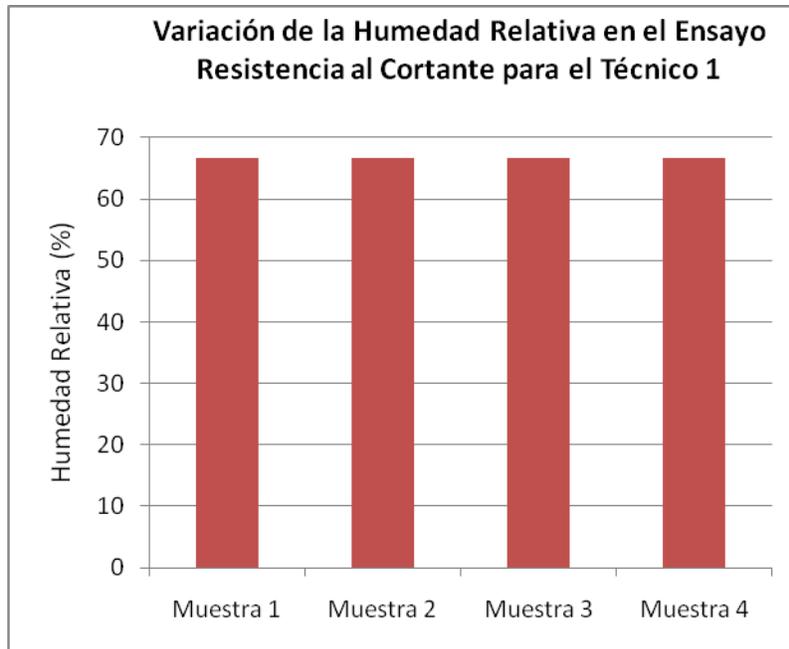
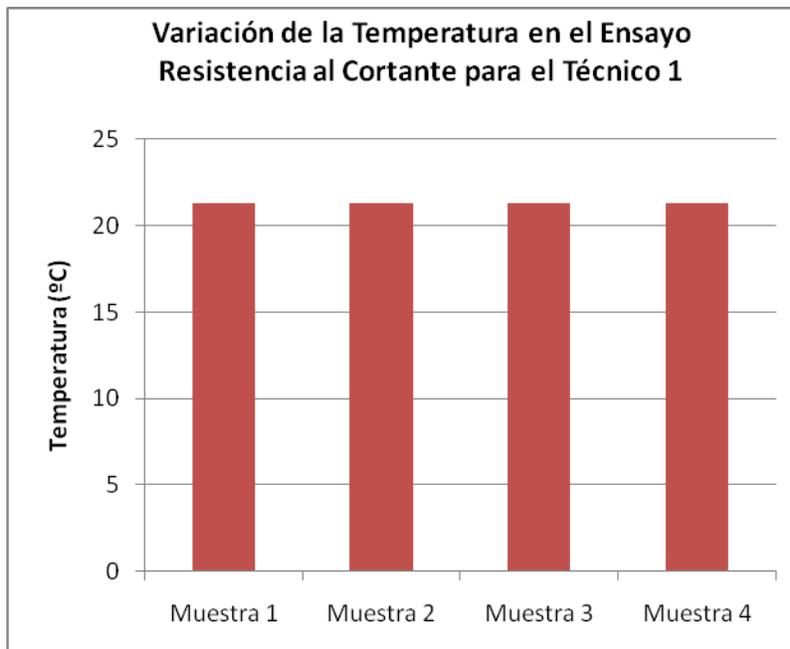


Figura 14. Gráfico que muestra los valores de Resistencia al Cortante obtenidos para el técnico 1.



**Figura 15.** Gráfico que muestra la variación de la humedad relativa ambiental en la realización del ensayo de Resistencia al Cortante para el técnico 1.

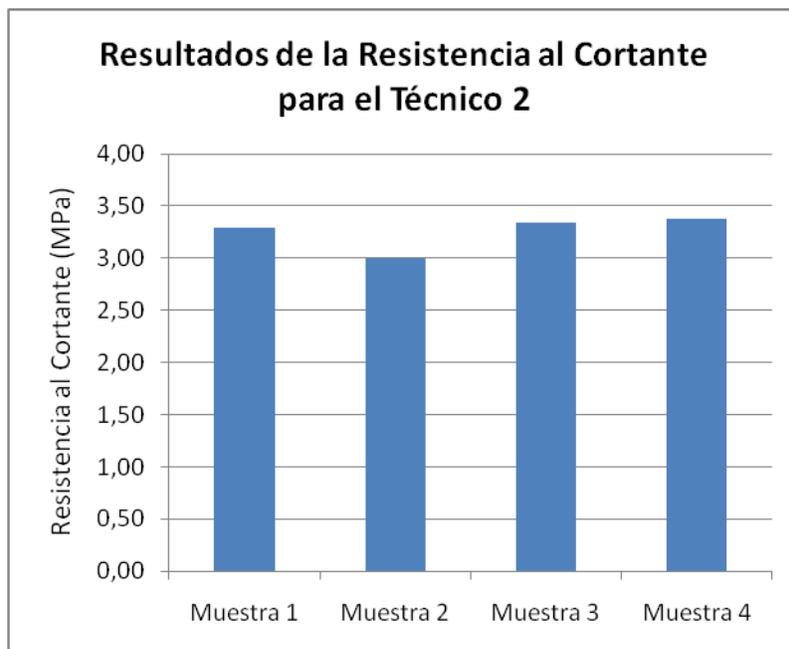


**Figura 16.** Gráfico que muestra la variación de la temperatura ambiental en la realización del ensayo de Resistencia al Cortante para el técnico 1.

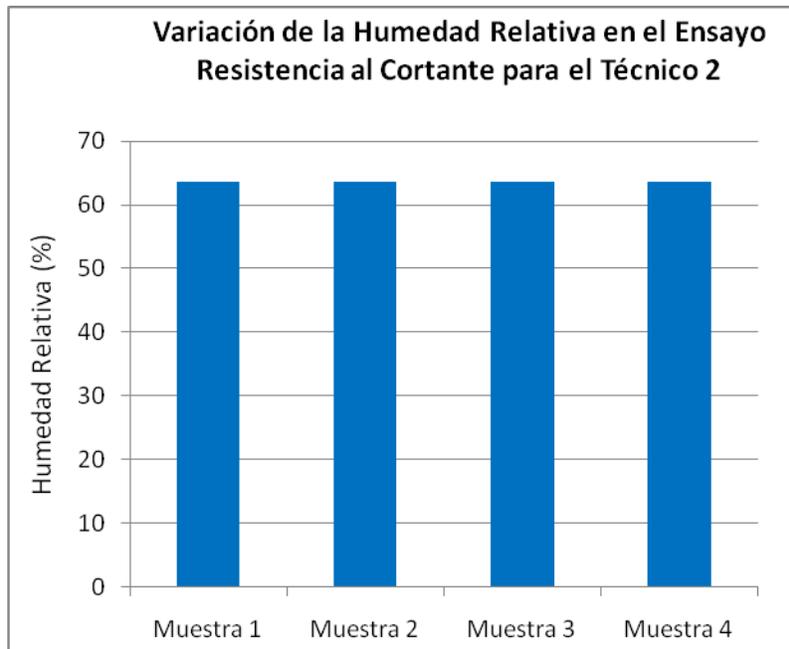
## E2, T2

CUADRO 8. PROCESO DE MOLDEO PARA EL ENSAYO DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FUERZA CORTANTE PARA EL TÉCNICO 2						
Cantidad de Mortero (g)	Cantidad de Agua (ml)	Tiempo de Preparación de Mortero (mm:ss)	Tiempo de Reposo (mm:ss)	Humedad Relativa (%)	Temperatura (°C)	Tiempo de Moldeo (s)
999,99	220,00	5:28	15:21	63,68	23,28	45:87
				63,68	23,27	40:65
				63,68	23,28	37:98
				63,68	23,29	43:25

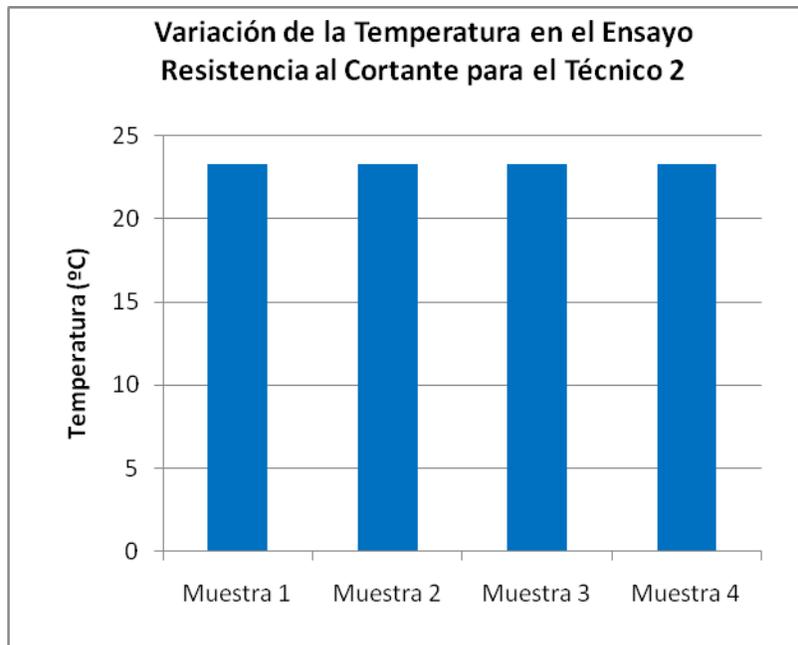
CUADRO 9. RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FUERZA CORTANTE PARA EL TÉCNICO 2					
ID	Carga (kg)	Carga (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resistencia (MPa)	Resistencia Promedio (MPa)
1	870,00	8531,22	2593,80	3,29	3,25
2	791,00	7756,55	2590,37	2,99	
3	897,00	8795,98	2636,47	3,34	
4	897,00	8795,98	2605,00	3,38	



**Figura 17.** Gráfico que muestra los valores de Resistencia al Cortante obtenidos para el técnico 2.



**Figura 18.** Gráfico que muestra la variación de la humedad relativa ambiental en la realización del ensayo de Resistencia al Cortante para el técnico 2.

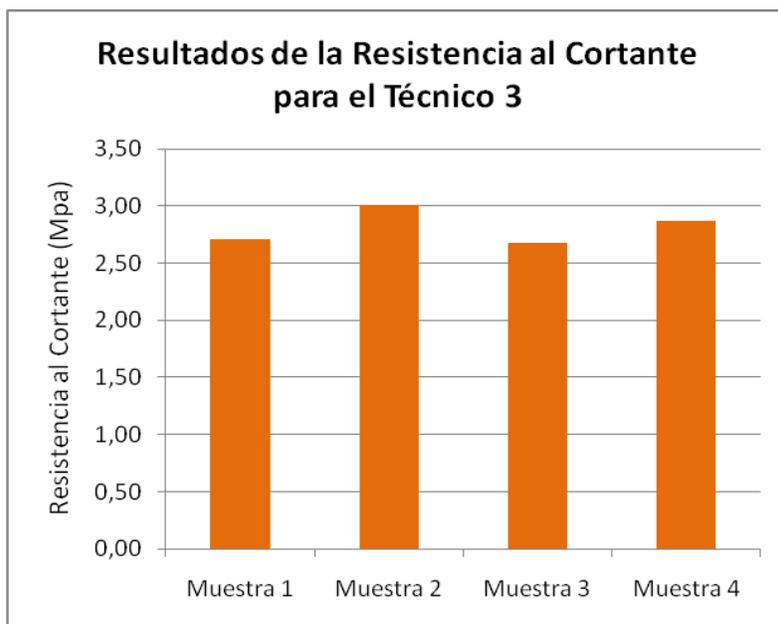


**Figura 19.** Gráfico que muestra la variación de la temperatura ambiental en la realización del ensayo de Resistencia al Cortante para el técnico 2.

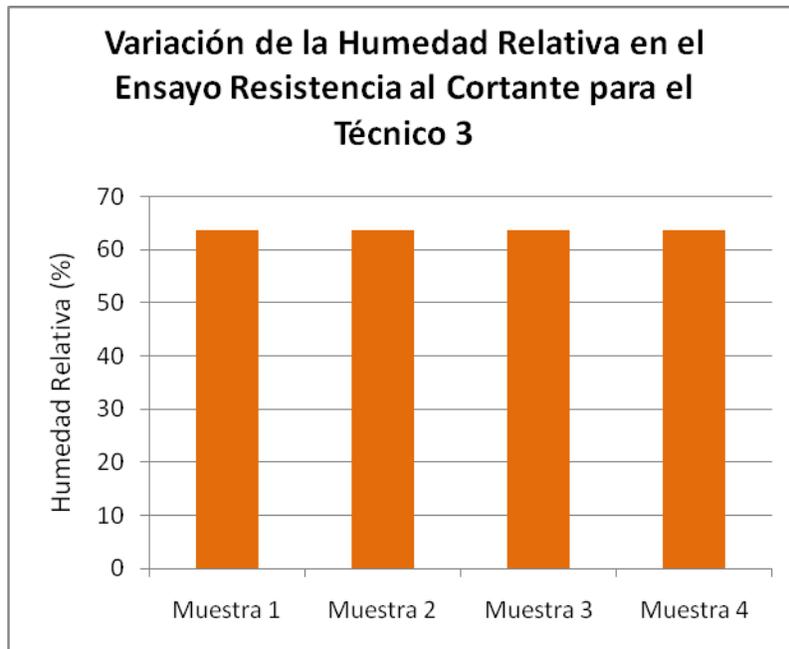
## E2, T3

CUADRO 10. PROCESO DE MOLDEO PARA EL ENSAYO DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FUERZA CORTANTE PARA EL TÉCNICO 3						
Cantidad de Mortero (g)	Cantidad de Agua (ml)	Tiempo de Preparación de Mortero (mm:ss)	Tiempo de Reposo (mm:ss)	Humedad Relativa (%)	Temperatura (°C)	Tiempo de Moldeo (s)
1000,02	220,00	5:10	15:09	63,68	23,28	50:76
				63,68	23,28	42:90
				63,68	23,27	46:65
				63,68	23,27	44:67

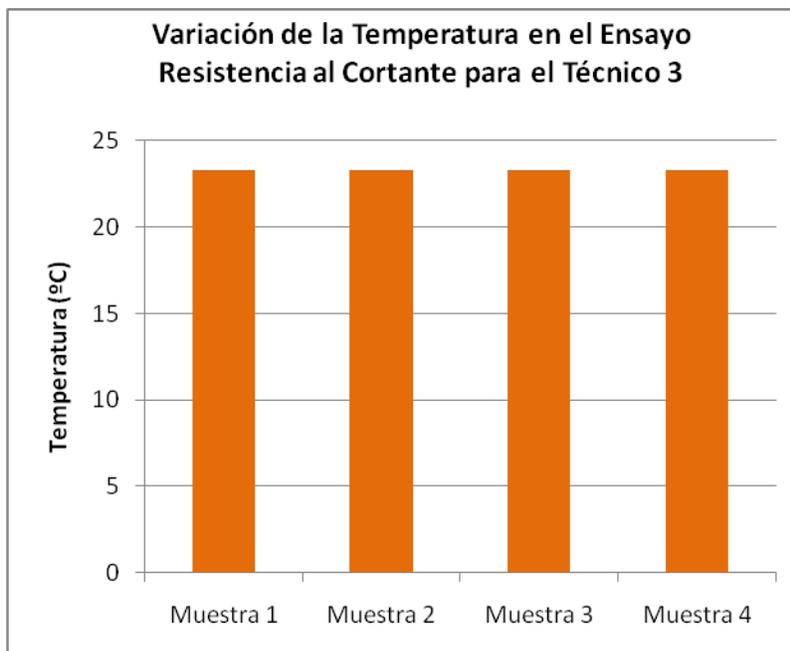
CUADRO 11. RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FUERZA CORTANTE PARA EL TÉCNICO 3					
ID	Carga (kg)	Carga (N)	Área (mm <sup>2</sup> )	Resistencia (MPa)	Resistencia Promedio (MPa)
1	700,00	6864,20	2530,90	2,71	2,82
2	785,00	7697,71	2560,27	3,01	
3	700,00	6864,20	2559,20	2,68	
4	750,00	7354,50	2563,46	2,87	



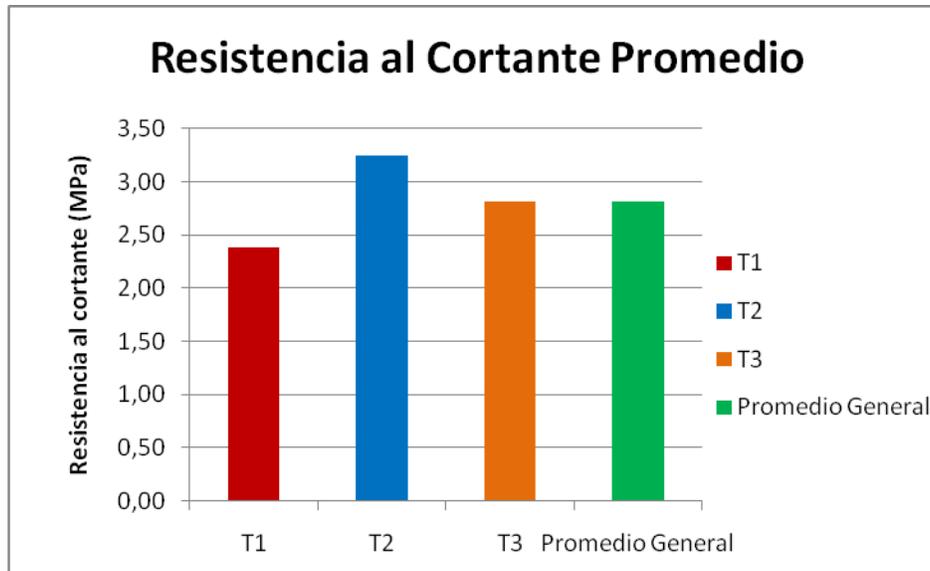
**Figura 20.** Gráfico que muestra los valores de Resistencia al Cortante obtenidos para el técnico 3.



**Figura 21.** Gráfico que muestra la variación de la humedad relativa ambiental en la realización del ensayo de Resistencia al Cortante para el técnico 3.



**Figura 22.** Gráfico que muestra la variación de la temperatura ambiental en la realización del ensayo de Resistencia al Cortante para el técnico 3.



**Figura 23.** Gráfico que muestra la comparación del valor promedio de la Resistencia al Cortante obtenida con el valor promedio obtenido por cada técnico .

### E3, T1

<b>CUADRO 12. RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL PARA EL TÉCNICO 1</b>				
<b>Preparación del Mortero</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Humedad (%)</b>
Cantidad Mortero:	1000,00	g	21,56	79,4
Cantidad de Agua:	220	ml		
Tiempo de Mezclado:	5:10	mm:ss		
Tiempo de Reposo	15:02	mm:ss		
<b>Colocación Cámara Húmeda</b>				
Determinación del Tiempo de Fragua	Tiempo de Fraguado Inicial		12	horas
	Tiempo de Fraguado Final		30	horas

**E3, T2**

<b>CUADRO 13. RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL PARA EL TÉCNICO 2</b>				
<b>Preparación del Mortero</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Humedad (%)</b>
Cantidad Mortero:	999,95	g	21,53	72,1
Cantidad de Agua:	220	ml		
Tiempo de Mezclado:	5:02	mm:ss		
Tiempo de Reposo	15:08	mm:ss		
<b>Colocación Cámara Húmeda</b>				
Determinación del Tiempo de Fragua	Tiempo de Fraguado Inicial		> 8	horas
	Tiempo de Fraguado Final		> 8	horas

**E3, T3**

<b>CUADRO 14. RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO INICIAL Y FINAL PARA EL TÉCNICO 3</b>				
<b>Preparación del Mortero</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Humedad (%)</b>
Cantidad Mortero:	1000,00	g	24,4	66,0
Cantidad de Agua:	220	ml		
Tiempo de Mezclado:	5:05	mm:ss		
Tiempo de Reposo	15:05	mm:ss		
<b>Colocación Cámara Húmeda</b>				
Determinación del Tiempo de Fragua	Tiempo de Fraguado Inicial		< 15	horas
	Tiempo de Fraguado Final		> 25	horas

# Ensayos de Aptitud

En los siguientes cuadros se muestran los resultados obtenidos en las pruebas de aptitud para los técnicos. Dichas pruebas se realizaron para 3 ensayos, los cuales fueron:

- Tiempo de Fragua para morteros de Cemento Portland (ANSI 118.1).
- Resistencia al Cortante en Morteros de Cemento Portland (ANSI 118.1).
- Tiempo de Fraguado Inicial y Final para morteros de cementos Portland (ANSI 118.1).

## E1

CUADRO 15. RESULTADOS PARA EL ENSAYO 1					
ID	Tiempo Abierto (min)			Tiempo Abierto (min) promedio	
	T1	T2	T3	Promedio	Desviación
1	75,00	75,00	90,00	80	8,660

CUADRO 16. COMPARACIÓN DE RESULTADOS ENTRE TÉCNICOS (Fuente: R. Cuevas, 2009)		
Tiempo Abierto (min)		
T1	T2	T3
75,00	75,00	
75,00		90,00
	75,00	90,00

CUADRO 17. PUNTAJE (Z) POR TECNICO (Fuente: R. Cuevas, 2009)			
ID	Tiempo Abierto (min)		
	T1	T2	T3
1	-0,58	-0,58	1,15
Rating			
ID	Tiempo Abierto (min)		
	T1	T2	T3
1	5	5	4

E2

<b>CUADRO 18. RESULTADOS PARA EL ENSAYO 2</b> (Fuente: R. Cuevas, 2009)					
ID	Resistencia al Cortante (MPa)			Resistencia al Cortante (Mpa)	
	T1	T2	T3	Promedio	Desviación
1	2,47	3,29	2,71	2,82	0,42
2	2,38	2,99	3,01	2,79	0,36
3	2,53	3,34	2,68	2,85	0,43
4	2,16	3,38	2,87	2,80	0,61
<b>Promedio</b>	<b>2,39</b>	<b>3,25</b>	<b>2,82</b>	<b>2,82</b>	<b>0,43</b>
<b>Desviación Estándar</b>	0,16	0,17	0,15	0,02	0,11
<b>Coeficiente de Variación (1S%)</b>					
	6,80%	5,34%	5,34%	0,89%	25,21%
<b>Diferencia de variación entre límites (d2S)</b>					
	2,71	3,60	3,12	2,87	0,65
<b>Diferencia de variación porcentual entre límites (d2S%)</b>					
	19,23%	15,11%	15,09%	2,51%	71,30%

<b>CUADRO 19. COMPARACIÓN DE RESULTADOS ENTRE TÉCNICOS</b> (Fuente: R. Cuevas, 2009)				
Técnico	Prueba	Resistencia al Cortante (MPa)		
		T1	T2	T3
T1	1		3,29	2,71
	2		2,99	3,01
	3		3,34	2,68
	4		3,38	2,87
T2	1	2,47		2,71
	2	2,38		3,01
	3	2,53		2,68
	4	2,16		2,87
T3	1	2,47	3,29	
	2	2,38	2,99	
	3	2,53	3,34	
	4	2,16	3,38	

CUADRO 20. RATING POR PRUEBA Y TÉCNICO (Fuente: R. Cuevas, 2009)						
PUNTAJE (Z) POR PRUEBA				PUNTAJE (Z) POR TÉCNICO		
ID	Resistencia al Cortante (MPa)			Resistencia al Cortante (MPa)		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	-0,84	1,11	-0,27	-3,19	4,33	-0,96
2	-1,15	0,56	0,59	-4,01	1,63	1,74
3	-0,75	1,14	-0,39	-2,64	4,77	-1,24
4	-1,05	0,94	0,11	-6,03	5,14	0,48
RATING						
ID	Resistencia al Cortante (MPa)			Resistencia al Cortante (MPa)		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	5	4	5	0	0	5
2	4	5	5	0	3	3
3	5	4	5	1	0	4
4	4	5	5	0	0	5

CUADRO 21. CALIFICACIÓN GENERAL DE LOS TÉCNICOS	
T1	5
T2	0
T3	5

E3

CUADRO 22. RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ENSAYO 3 (Fuente: R. Cuevas, 2009)					
Tiempo de Fraguado Inicial (h)			Tiempo de Fraguado Final (h)		
T1	T2	T3	T1	T2	T3
12	> 8	< 15	30	> 8	> 25

CUADRO 23. COMPARACIÓN DE RESULTADOS ENTRE TÉCNICOS (Fuente: R. Cuevas, 2009)						
Prueba	Tiempo de Fraguado Inicial (h)			Tiempo de Fraguado Final (h)		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	12	> 8		30	> 8	
1	12		< 15	30		> 25
1		> 8	< 15		> 8	> 25



# Análisis de los resultados

## Revisión de Equipos e Instalaciones

Todo el equipo nombrado en el cuadro 2 (ubicado en los resultados) se revisó para garantizar que los resultados obtenidos cumplan con los parámetros establecidos en las normas. Si se observa el cuadro 2, la mayoría del equipo cumple con lo establecido en la norma, a excepción del cuarto controlado, lo cual es un factor muy preocupante; ya que en todos los ensayos se ven involucrados tanto los morteros como cerámicas. Por ello es de suma importancia tener un estricto control tanto de la temperatura como de la humedad relativa ambiental, porque al no cumplir los resultados se pueden ver alterados.

Es por esto que se recomienda la reparación o la compra (de ser necesario) del aire acondicionado ubicado en el cuarto controlado, para que se pueda cumplir con las condiciones ambientales descritas en las normas.

Otra observación importante que se realiza al cuadro 2 es la cantidad de equipo existente en el laboratorio; ya que en casi todos los casos solo existe una muestra de cada equipo, lo que dificulta en cierta manera el funcionamiento del laboratorio, puesto que si el equipo está en uso o se daña, el laboratorio puede verse afectado en la capacidad de respuesta al trabajo solicitado.

## Capacitación del Personal

La capacitación del personal fue un factor determinante dentro del procedimiento de este proyecto, ya que se corrigieron los instructivos y

se logró la versión preliminar de los mismos, así como la corrección de los registros técnicos de manera que fuera más fácil comprensión y el manejo de información por parte de los técnicos y el personal del laboratorio.

## Pruebas de Desempeño

Las pruebas de desempeño son sin duda los resultados más significativos de todo el proyecto, ya que pone en evidencia cuáles son las condiciones actuales de operación del laboratorio, así como la calificación obtenida por cada técnico en la ejecución de los ensayos.

Es evidente que los técnicos no le toman la importancia que deberían a las pruebas de desempeño porque cometieron faltas graves que afectaron los resultados obtenidos en cada uno de los ensayos.

Lo anterior, se nota con solo observar los resultados del ensayo 1; en los cuales para el técnico 3 dio como resultado un tiempo abierto para el mortero de 90 minutos, mientras que para los otros dos, dio como resultado 75 minutos. Aunque para ninguno de los 3 se cumplió con las condiciones ambientales establecidas, éstas fueron muy similares para los 3.

Por lo anterior la diferencia se le atribuye a que el técnico 3 se equivocó al elegir la pieza de cerámica por utilizar y usó una distinta al de los otros 2 técnicos. Es por ello que la "distracción" es un factor que definitivamente influye en los rendimientos y desempeños de los técnicos en la realización de los ensayos.

Además de esto, es importante mencionar que ninguno de los 3 resultados obtenidos por los técnicos en el ensayo de tiempo abierto, se cumplió con lo establecido en la norma ANSI

118.1; la cual indica que el tiempo abierto para morteros de cemento Portland a  $23 \pm 2$  °C no debe ser mayor a 50 minutos. Sin embargo, existen factores que pudieron afectar estos resultados. Uno de ellos es la humedad relativa, ya que la norma ANSI 118.1 indica que la humedad relativa debe ser  $50 \pm 5$  %, y si se observan los cuadros 3,4 y 5 es evidente que la humedad relativa presente en cuarto controlado era mucho mayor a lo requerido, lo que pudo insertar resultados erróneos al ensayo. Otro factor que pudo influir en los resultados fue el material utilizado, ya que se trabajó con un mortero de características desconocidas y no indicadas por el fabricante, por lo que se debe tomar como uno de los factores que pudo afectar el ensayo.

Para los resultados del ensayo 2, se observa para el técnico 2 que el resultado promedio es mayor que los resultados obtenidos por los otros 2 técnicos. Sin embargo, no existe alguna razón de peso para haber obtenido una diferencia tan significativa, ya que si se observan los cuadros 6, 7, 8, 9, 10 y 11, es evidente que las condiciones ambientales para los casos fueron similares (aunque al igual que en el caso anterior no cumplió con las condiciones establecidas en la norma). Además, la velocidad de mezclado y moldeo variaron entre un mismo técnico por razones de hasta 10 segundos, aunque se mantienen similares para los 3 técnicos.

El valor más bajo de resistencia al cortante fue obtenido por el técnico 1 y éste fue el que obtuvo una variación mayor entre sus tiempo de moldeo, aunque esto no es un factor que se pueda atribuir a este resultado.

Además, es importante mencionar que los valores de resistencia al cortante obtenido para los 3 técnicos cumple con lo establecido en la norma ANSI 118.1, por lo que se generaliza que el procedimiento ejecutado en este ensayo, en general es correcto.

Por otro lado, se tiene también los resultados del ensayo 3 los cuales variaron significativamente tanto para los 3 técnicos como con respecto a la norma ANSI 118.1 y ANSI 118.6. No obstante, no se tiene una razón específica de porque los resultados hayan variado tanto entre un resultado y otro, ya que si se observan los cuadros 12, 13 y

14 las condiciones tanto ambientales como de moldeo de la muestra fueron similares y aunque al igual que los dos casos anteriores la humedad relativa se encuentra por encima de la condición establecida en la norma.

Sin embargo, aunque la humedad estaba por encima de la condición establecida no se le puede atribuir a eso la variación tan amplia de los resultados obtenidos, ya que además de dispersos ninguno cumplió con lo especificado en la norma; por lo que se puede intuir que el mortero utilizado puede estar presentando problemas de fragua. Sin embargo, esa teoría debería ser comprobada con más repeticiones de este ensayo.

Para el ensayo 1 y ensayo 3 se debió haber realizado más repeticiones del mismo para realizar un mejor análisis de los resultados obtenidos, pero el tiempo fue una limitante para poder realizarlo. Es por esto que para un futuro se recomienda la ejecución de al menos 3 repeticiones por ensayo.

## Pruebas de Aptitud

Las pruebas de aptitud son un análisis estadístico basado en el método AMRL, el cual trata de dar una calificación que va a depender del resultado obtenido en el ensayo y la ejecución global del mismo.

Lamentablemente, para este caso solo es posible realizar un análisis en el ensayo 2; ya que cuenta con 4 repeticiones por cada técnico con lo cual es posible obtener un promedio y una desviación estándar de los datos. Mientras que para los otros dos ensayos se tiene un solo dato como resultado, lo que impide la realización de éste análisis.

Como se observa en los cuadros 15, 16 y 17 para el ensayo 1 se compararon los resultados obtenidos entre los técnicos, dando un puntaje que corresponde al procedimiento de ejecución en el cual los técnicos 1 y 2 obtuvieron la nota máxima (esto por haber obtenido el mismo resultado); mientras que el técnico 3 obtuvo una calificación más baja por haber obtenido un resultado distinto. Sin embargo, es importante aclarar que esta calificación corresponde

solamente al procedimiento y no es una calificación global de desempeño.

El mismo caso sucede para el ensayo 3, donde solamente se pudo realizar una comparación mediante los resultados obtenidos entre técnicos (cuadro 23), ya que solo se obtuvo un dato como resultado por cada uno y además estos valores se encuentran dispersos entre sí para poder obtener un valor promedio y desviación estándar de los datos para realizar un correcto análisis estadístico.

De lo contrario, para el ensayo 2 si fue posible la realización de un análisis AMRL, ya que por cada técnico se obtuvo 4 valores de resistencia al cortante debido a que se realizaron 4 muestras por cada uno, logrando así obtener un valor promedio y de desviación estándar, tanto por técnico como general. En el cuadros 18, 19 y 20 se observan cómo los valores obtenidos por cada técnico, así como la diferencia de variación entre límites, la comparación de resultados entre técnicos y el puntaje por rating que obtuvo cada uno de ellos; tanto por prueba como por técnico.

Sin embargo, es en el cuadro 21 donde se le asigna la puntuación general de desempeño obtenida para cada técnico, donde se observa que los técnicos 1 y 3, obtuvieron la máxima puntuación y para el técnico 2 se obtuvo la mínima, esto se dio debido a que el resultado obtenido por el técnico 2 sobrepasa los límites de

desviación establecidos en el cuadro 18. Por lo que se puede establecer que aunque en general, la nota obtenida por los técnicos en el ensayo es aceptable, pero en general la nota obtenida por cada uno de ellos no es favorable para todos los cambios que se requieren realizar en el laboratorio para alcanzar la acreditación.

Aparte de la comparación de resultados obtenidos entre técnicos y la comparación con el parámetro que estipula la norma, es importante la comparación con los rangos permisibles de la norma y poder establecer así, cuán alejados o cercanos se encuentran los resultados obtenidos por los técnicos de los rangos permisibles. Sin embargo, los 3 ensayos que fueron evaluados se normalizaron bajo las normas ANSI; los cuales presentan sus resultados de manera muy puntual y no reflejan un rango permisible de resultados, por lo que entonces no se realizó este procedimiento.

Lo anterior, correspondió solo a una parte de todo el procedimiento que se debe llevar a cabo para poder someter un ensayo en proceso de acreditación. Es importante mencionar que se debe aumentar los esfuerzos para seguir adelante con este paso y confirmar así la excelencia, confiabilidad y calidad, de los ensayos ejecutados en el *LabCIVCO*.

# Conclusiones

- Los instructivos técnicos se pueden elaborar basados en las normas ANSI y ASTM. Sin embargo, hay que adaptarlos a las condiciones de equipo y espacio del *LabCIVCO*.
- Se crearon 9 instructivos técnicos cada uno con su respectivo registro técnico.
- Se realizó la capacitación del personal, el técnico T2 no se presentó y los técnicos T1 y T3, los cuales realizaron correcciones y recomendaciones, tanto escritas como orales, a los instructivos y registros técnicos.
- Se realizaron las revisiones de los equipos requeridos en todos los ensayos involucrados, los cuales se encuentran indicados en el cuadro 1.
- La mayoría del equipo sí cumple con las medidas indicadas en la norma, pero solo existe un espécimen para cada uno, lo que limita el desempeño del laboratorio.
- El controlador de humedad del cuarto controlado no funciona adecuadamente, lo cual es un aspecto que se debe corregir, con urgencia ya que el adecuado control de la temperatura y humedad es de suma importancia para estos ensayos.
- Para la elaboración de cualquier ensayo, el *LabCIVCO* debe certificar que todos los equipos se encuentren verificados y calibrados.
- La metodología AMRL solo fue aplicada en los resultados obtenidos en el ensayo 2, en los otros no se pudo aplicar por falta de repeticiones de los mismos.
- Se elaboro un análisis causa-raíz para poder identificar los principales factores que afectaron el rendimiento de los técnicos en la ejecución de los ensayos.
- En general, las pruebas de desempeño dieron como resultado que los técnicos conocen bien los procedimientos de los ensayos, pero la falta de interés en los procesos realizados hace que cometan errores que pueden variar los resultados de un ensayo.
- Se debe comprar más equipo involucrado en los ensayos de morteros y cerámicas, además de aires acondicionados para crear ambientes controlados que cumplan con lo establecido en las normas.

# Recomendaciones

- Se recomienda que la gerencia del *LabCIVCO*, sea miembro de las entidades encargadas de publicar las normas, para que se cuente con las normativas actualizadas.
- Los técnicos deben tomar otra actitud respecto a las capacitaciones y las pruebas de desempeño para que puedan ejecutar los ensayos de manera correcta.
- Es importante recomendar que el *LabCIVCO* cree un plan de calibración y verificación de los equipos del laboratorio, para garantizar así el buen funcionamiento de los mismos.
- Se recomienda implementar evaluaciones continuas al personal técnico para así garantizar la competitividad del *LabCIVCO*.
- Es recomendable la compra de equipos relacionados con los ensayos resistencia al cortante, tiempo abierto y tiempo de fraguado inicial y final como máquina de cortante, equipo de agujas Gilmore y herramientas Mat`l Brass.
- Es importante realizar la compra de un aire acondicionado para el cuarto controlado, ya que se encuentra dañado y para estos ensayos se necesita un estricto control de la temperatura y humedad.
- Se recomienda proveer de al menos una mesa de trabajo al cuarto de ambiente controlado, para poder elaborar las mezclas y moldeos y no tener que exponer a las muestras a cambios bruscos de temperatura y humedad ambiental.
- Por último es importante recomendar que el *LabCIVCO* se comprometa a la implementación de todos los lineamientos establecidos tanto por el ECA como en la Norma INTE-ICO/IEC 17025:2005, para continuar con las gestiones para el proceso de acreditación.

# Apéndices

1. Documento "Instructivo Técnico para la Determinación del % de Absorción en Cerámicas Según la Norma ASTM C-373 (2003)".
2. Documento "Instructivo Técnico para la Determinación de la Resistencia a la Compresión de Fraguas Según la Norma ANSI 118.6 (2005)".
3. Documento "Instructivo Técnico para la Determinación de la Resistencia a la Compresión de Mortero de Cemento Portland Según la Norma ASTM C-109 (2003)".
4. Documento "Instructivo Técnico para la Determinación del Tiempo Abierto en Morteros de Cemento Portland Según la Norma ANSI 118.1 (2005)".
5. Documento "Instructivo Técnico para la Determinación del Tiempo Abierto en Morteros Modificados con Látex Según la Norma ANSI 118.4 (2005)".
6. Documento "Instructivo Técnico para la Determinación del Tiempo de Fraguado Inicial y Final en Morteros de Cemento Portland Según la Norma ANSI 118.1 (2005)".
7. Documento "Instructivo Técnico para la Determinación del Tiempo de Fraguado Inicial y Final en Morteros Modificados con Látex Según la Norma ANSI 118.4 (2005)".
8. Documento "Instructivo Técnico para la Determinación de la Resistencia al Corte en Morteros de Cemento Portland Según la Norma ANSI 118.1 (2005)".
9. Documento "Instructivo Técnico para la Determinación de la Resistencia al Corte en Morteros Modificados con Látex Según la Norma ANSI 118.4 (2005)".
10. Registros Técnicos
11. Documento donde se muestra la verificación de los equipos utilizados en los ensayos evaluados.

# **APENDICE 1**



Centro de Investigaciones en Vivienda y Construcción  
(CIVCO)

*LabCIVCO*

Instructivo técnico para la  
determinación del porcentaje de  
absorción en cerámicas según ASTM  
C-373 (03)

CIVCO-IT-

Versión: PRELIMINAR  
Fecha de emisión:  
Instituto Tecnológico de Costa Rica  
ITCR

**1. ALCANCE**

- 1.1. Este método de ensayo cubre los procedimientos para la determinación del porcentaje absorción en cerámicas basándose en la norma ASTM C-373.
- 1.2. Se utilizarán solamente las unidades establecidas en el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

**2.1. Documentos Externos**

- 2.1.1. American Society for Testing and Materials ASTM C-373 ***Water Absorption, Bulk Density, Apparent Porosity, and Apparent Specific Gravity of Fired Whiteware Products***. American Society for Testing and Materials (ASTM). 2000 Annual Book of ASTM Standards, ASTM, EUA, 2003.

**3. DEFINICIONES**

- 3.1. **Absorción de agua:** Es el proceso mediante el cual un cuerpo absorbe agua dentro de sus poros o espacios vacíos.

**4. RESUMEN DEL METODO**

- 4.1. La cerámica posee distintas propiedades que la caracterizan y definen los usos que se les puede dar, una de sus propiedades más importante es la absorción de agua, la cual es una propiedad que depende de su densidad y porosidad.

Es por eso que ésta práctica pretende clasificar distintos tipos de cerámica a partir de la absorción de agua.

**5. SIGNIFICADO Y USO**

- 5.1. Principalmente para obtener una medida o parámetro de la densidad, porosidad, y la gravedad específica de la cerámica, la cual a su vez es una herramienta para determinar el grado de maduración de la misma, o para determinar las propiedades estructurales que pueden ser necesarios para una aplicación dada.

## 6. SEGURIDAD

- 6.1. Este instructivo no pretende abarcar todos los problemas de seguridad, si los hay, asociados a su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer las prácticas pertinentes de seguridad y salud. Además debe determinar la aplicabilidad de las limitaciones reglamentarias antes de su uso.

## 7. EQUIPO Y REACTIVOS

- 7.1. **Horno de secado:** Controlado termostáticamente, por convección o aire forzado y capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110 \pm 5$  ° C.
- 7.2. **Balanza:** Balanza digital con una resolución de 0,01 g para muestras con masa inferior a los 200 g (excluyendo la masa del recipiente) ó de 0,1 g para muestras con una masa mayor a 200 g.
- 7.3. **Misceláneos:** Cuchillos, espátulas, trapos, ollas, etc.

## 8. ESPECIMEN DE PRUEBA

- 8.1. Se debe preparar al menos cinco especímenes de prueba. Las muestras serán sin esmaltar, los bordes o esquinas deberán ser eliminados, las piezas no podrán presentar grietas y deberán pesar al menos  $50,00 \pm 0,05$  g.

## 9. PROCEDIMIENTO

- 9.1. Seque las muestras de cerámica en el horno hasta obtener masa constante  $W_1$  (ver Nota 1).

*NOTA 1: El secado de las muestras hasta masa constante y la determinación de sus masas se debe realizar antes que las muestras sean impregnadas con agua.*

- 9.2. Coloque las muestras en un recipiente con agua destilada y llevar a ebullición durante 5h, teniendo cuidado de que los especímenes se encuentren cubiertos con agua en todo momento. Utilice algún dispositivo para separar las muestras del el fondo del recipiente, así como de los lados y de las piezas entre sí. Después del procedimiento de la ebullición, deje las muestras en remojo durante un adicional de 24 h.
- 9.3. Seque cada muestra ligeramente con un trapo húmedo sin pelusa o tela para quitar el exceso de agua de la superficie, y determinar la masa saturada  $W_2$ . El secado la muestra se debe realizar con el trapo bastante húmedo (pero que no gotee), ya que si se utiliza un trapo muy seco introducirá error mediante el retiro de agua de los poros de la muestra. El pesaje se debe realizar inmediatamente para minimizar los errores causados por la evaporación del agua de la muestra.

## 10. CÁLCULOS

10.1. La absorción de agua, A, se expresa como un porcentaje, el relación entre la masa de agua absorbida por la masa de la muestra en estado seco. Calcular la absorción de agua de la siguiente manera:

$$A = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100 \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

A= Porcentaje de Absorción de Agua expresada en %.

$W_2$ = Masa seca de la muestra (g).

$W_1$ =Masa saturada de la muestra (g).

## 11. REPORTE

11.1. El informe debe elaborarse con un valor promedio de 5 valores obtenidos con un mínimo de cinco muestras. Cuando existan diferencias pronunciadas entre los valores individuales, se debe elaborar otro lote de cinco ejemplares más y comparar los promedios resultantes.

## 12. PRECISIÓN

12.1. Para que el resultado del ensayo sea confiable deben estar dentro de los límites mostrados en la siguiente tabla:

ITEM	<i>Coefficiente de Variación (%)</i>
<b>Entre piezas del mismo ensayo</b>	0,1
<b>Entre distintos ensayos</b>	0,2

**Cuadro 1.** Porcentajes de variación aceptada en la norma, siempre y cuando el ensayo sea elaborado por una sola persona

FIN

# **APENDICE 2**



Centro de Investigaciones en Vivienda y Construcción  
(CIVCO)

*LabCIVCO*

Instructivo técnico para la  
determinación de la Resistencia a la  
Compresión de Fraguas según ANSI  
118.6 (08)

CIVCO-IT-

Versión: PRELIMINAR

Fecha de emisión:  
Instituto Tecnológico de Costa Rica  
ITCR

## 6. ALCANCE

- 6.1. Este método trata de determinar la Resistencia a la Compresión de fraguas para instalación de cerámica basándose en la norma ANSI 118.6.
- 6.2. Se utilizarán solamente las unidades establecidas en el Sistema Internacional de Unidades (SI).

## 7. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

### 7.1. Documentos Externos

**7.1.1. American Society for Testing and Materials ASTM C-109.** *Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50-mm] Cube Specimens)* **American Society for Testing and Materials (ASTM). 2000 Annual Book of ASTM Standards , ASTM, EUA, 2003.**

**7.1.2. American Society for Testing and Materials ASTM C-305.** *Specification for Mixing of of Hydraulic Cement Pastes and Mortars of Plastic Consistency* **American Society for Testing and Materials (ASTM). 2000 Annual Book of ASTM Standards , ASTM, EUA, 2002.**

**7.1.3. American National Standard Specifications for Standard Cement Grouts for Tile Installation A118.6. 1999. Reaffirmed 2005.**

## 8. DEFINICIONES

- 8.1. **Mezcla de fragua:** Mezcla preparada con arena u otros aditivos que genera resistencia al agua, adherencia, coloración y protección contra fuerzas externas en la instalación de cerámica u otras aplicaciones.
- 8.2. **Fuerza de compresión:** Fuerza que actúa perpendicular a la cara de la superficie del espécimen.

## 9. RESUMEN DEL METODO

9.1. Los morteros de fraguas son utilizados en la instalación de cerámica y acabados en la construcción, algunas de sus propiedades son dadas por el fabricante ya que poseen características específicas para cada tipo de aplicación.

9.2. Sin embargo, lo que se trata de determinar es la resistencia a la compresión de las fraguas preparada según la norma ANSI 118.6 y así estandarizar el proceso, para ello se prepararán muestras de fragua en moldes cúbicos de  $(50,0 \times 50,0 \times 50,0 \pm 0,5)$  mm, se curarán y almacenarán bajo condiciones controladas, se procesarán en la máquina de carga, una vez obtenido este valor, se debe comparar con las especificaciones dadas por el fabricante.

## 10. SIGNIFICADO Y USO

10.1. Es importante para la instalación y pega de cerámicas de todo tipo así como porcelanatos, acabados y pisos industriales, además existen diversos tipos de fraguas, desde modificadas con polímeros hasta las que contienen arena. Sin embargo, se busca estandarizar el procedimiento y obtener así un dato importante como lo es la resistencia a la compresión.

10.2. Dentro de la instalación de cualquier sistema de cerámica siempre se utilizará la fragua como medio protector entre las piezas y contra otras superficies, es de suma importancia conocer si la fragua también aporta resistencia contra las fuerzas que se pueden presentar dentro del sistema y darle así un mejor uso, brindando instalaciones más seguras.

## 11. SEGURIDAD

11.1. Este instructivo no pretende abarcar todos los problemas de seguridad, si los hay, asociados a su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer las prácticas pertinentes de seguridad y salud. Además debe determinar la aplicabilidad de las limitaciones reglamentarias antes de su uso.

## 12. EQUIPO Y REACTIVOS

12.1. **Moldes cúbicos para mortero:** Los moldes debe ser de metal rígido inoxidable en forma cúbica de  $50,0 \pm 0,5$  mm de arista. Los moldes no tendrán más de 3 compartimentos y las partes de los moldes cuando sean colocadas permanecerán juntos positivamente. Los costados serán lo suficientemente rígidos para prevenir abolladuras o deformaciones. Las superficies interiores serán lisas y no se deben afectar por la mezcla de mortero.

- 12.2. **Balanza:** Balanza digital con una resolución de 0,01 g para muestras con masa inferior a los 200 g (excluyendo la masa del recipiente) o de 0,1 g para muestras con una masa mayor a 200 g.
- 12.3. **Almacenamiento muestras:** Este debe ser un cuarto cerrado y con condiciones atmosféricas controladas, la humedad relativa debe ser  $50 \pm 5 \%$  y la temperatura de  $23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- 12.4. **Máquina de Carga:** La máquina de carga aplica carga de compresión directa sobre una de las caras del cubo, tiene una capacidad de 15 000 kg dividido en 2 relojes, el primero llega hasta una capacidad de  $3000,0 \pm 12,5 \text{ kg}$  y el segundo llega hasta los  $15000 \pm 25 \text{ kg}$ .
- 12.5. **Cámara Húmeda:** Esta cámara húmeda debe ser un cuarto especializado para almacenar las muestras bajo condiciones específicas de humedad que rondan el 95% con aspersión de agua para mantener las muestras lo más húmedas posible.
- 12.6. **Mezclador Eléctrico:** El mezclador será un aparato eléctrico, que imparte un movimiento rotatorio ayudado de una pala. El mezclador tendrá un mínimo de dos velocidades, controlados mecánicamente. La primera, o baja velocidad gira la paleta a una velocidad de  $140 \pm 5 \text{ r/min}$ , con un movimiento aproximadamente de  $62 \text{ r/min}$ . La segunda velocidad gira la paleta a una velocidad de  $285 \pm 10 \text{ r/min}$ , con un movimiento aproximadamente de  $125 \text{ r/min}$ . El motor eléctrico será de al menos 124 W. Además el mezclador deberá proporcionar un libre entre el extremo inferior de la paleta y el fondo de la taza que no debe ser superior a 2,5 mm pero inferior a 0,8 mm.
- 12.7. **Misceláneos:** Cuchillos, espátulas, trapos, cucharas, etc.

### 13. ESPECIMEN DE PRUEBA

- 13.1. Obtener al menos 10 kilogramos de fragua de alguna marca en particular que sea comercial y de reciente fabricación.

### 14. PROCEDIMIENTO

- 14.1. Añada al polvo de la fragua con la cantidad de agua que indique el fabricante, ésta debe ser constante a lo largo de toda la prueba, el agua debe ser potable y a una temperatura entre  $23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- 14.2. Luego mezcle mecánicamente los materiales por un período de 30 segundos a velocidad baja, detenga el mezclador y esperar 15 segundos para volver a mezclar (aproveche este tiempo para quitar exceso de mezcla de los lados y fondo del recipiente). Y luego mezcle a velocidad media durante un minuto.

- 14.3. Llene los moldes con la mezcla obtenida, teniendo el cuidado de eliminar todas las burbujas de aire, compactando y retirando el sobrante con una espátula mediante el proceso de enrasado.
- 14.4. Introduzca los morteros dentro de los moldes (protegidos con un plástico) en la cámara húmeda por un período de 72 horas con una humedad del 95% como mínimo.
- 14.5. Luego que pasen las 72 horas, retire las muestras de los moldes e introdúzcalos en el cuarto controlado hasta que cumplan la edad requerida para ser fallados.
- 14.6. Una vez que las muestras cumplan la edad requerida de falla se deben procesar en la máquina de carga, aplicando fuerza a una velocidad de 90 a 180 kg/s, hasta alcanzar la falla y anote el valor de la carga a la cual se produjo la misma.
- 14.7. Realice los cálculos del punto 10.

## 10. CÁLCULOS

### 10.1. Cálculo de la resistencia a la compresión

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

**Ecuación 1**

Donde:

$f_m$  = Resistencia a la compresión (MPa)  
 $P$  = Carga a la cual se produjo la falla (N)  
 $A$  = Área donde se aplica la carga ( $\text{mm}^2$ )

## 11. REPORTE

Los resultados se anotan en el “Registro para la determinación de la Resistencia a la Compresión de Fraguas según 118.6. CIVCO-RT-“.

## 12. PRECISIÓN

**Cálculo del Examen Dixon para las muestras:** Los valores que no reflejen una distribución normal de resistencia deben ser descartados cuando estos satisfagan el Examen Dixon para valores extremos.

Si  $\frac{X_2 - X_1}{X_4 - X_1} \geq 0.765$  los valores más bajos deben ser descartados.

Si  $\frac{X_4 - X_3}{X_4 - X_1} \geq 0.765$  los valores más altos deben ser descartados.

Donde:

$X_1, X_2, X_3, X_4$ , son lo observado en la resistencia de valores van de los más bajos a los más altos.

FIN

# **APENDICE 3**



Centro de Investigaciones en Vivienda y Construcción  
(CIVCO)

*LabCIVCO*

Instructivo técnico para la determinación  
de la Resistencia a la compresión de  
morteros de mortero según ASTM C109  
(03)

CIVCO-IT-

Versión: PRELIMINAR  
Fecha de emisión:  
Instituto Tecnológico de Costa Rica  
ITCR

## 15. ALCANCE

- 15.1. Este método de prueba cubre la determinación de la resistencia a la compresión de los morteros de cemento Portland que usan especímenes cúbicos de 50 mm según ASTM C-109.
- 15.2. Se utilizarán solamente las unidades establecidas en el Sistema Internacional de Unidades (SI).

## 16. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

### 16.1. Documentos Externos

- 16.1.1. **American Society for Testing and Materials ASTM C-109.** *Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50-mm] Cube Specimens)* **American Society for Testing and Materials (ASTM). 2000 Annual Book of ASTM Standards , ASTM, EUA, 2003.**
- 16.1.2. **American Society for Testing and Materials ASTM C-230.** *Specification for Flow Table for Use in Tests of Hydraulic Cement* ■ **American Society for Testing and Materials (ASTM). 2000 Annual Book of ASTM Standards , ASTM, EUA, 2002.**
- 16.1.3. **American Society for Testing and Materials ASTM C-305.** *Specification for Mixing of of Hydraulic Cement Pastes and Mortars of Plastic Consistency* ■ **American Society for Testing and Materials (ASTM). 2000 Annual Book of ASTM Standards , ASTM, EUA, 2002.**

## 17. DEFINICIONES

- 17.1. **Mortero seco:** Un producto que retiene el agua, el cual elimina la necesidad de la adicción de agua, inclusive si se utiliza en cerámica antes de instalación.
- 17.2. **Fuerza de compresión:** Fuerza que actúa perpendicular a la cara de la superficie del espécimen

## 18. RESUMEN DEL METODO

18.1. Los cubos de mortero de cemento Portland generalmente se preparan proporcionados en masa con 1 parte de cemento, 2,75 partes de arena y con raciones específicas de agua para obtener una fluidez de  $110 \pm 5 \%$  en 25 golpes sobre la mesa de flujo.

Los cubos de mortero para la prueba se prepararan en moldes de  $(50,0 \times 50,0 \times 50,0 \pm 0,5)$  mm y se compactan en 2 capas para liberación de burbujas de aire, y se curan por un período de 24 horas dentro de los moldes, se desmoldan y se deben mantener en un ambiente controlado con una temperatura de  $23 \pm 2$  °C y una humedad relativa de  $50 \pm 5 \%$ , hasta que cumplan la edad requerida para procesarlas en la máquina de carga.

## 19. SIGNIFICADO Y USO

19.1. Este método de prueba determina la resistencia a la compresión del mortero de cemento Portland. Los resultados pueden ser utilizados para determinar la compatibilidad con las especificaciones establecidas. Además, este método es referido por otras numerosas especificaciones y métodos de prueba. Siempre y cuando se tenga la precaución con el uso de los resultados para predecir la resistencia del concreto.

## 20. SEGURIDAD

20.1. Este instructivo no pretende abarcar todos los problemas de seguridad, si los hay, asociados a su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer las prácticas pertinentes de seguridad y salud. Además debe determinar la aplicabilidad de las limitaciones reglamentarias antes de su uso.

## 21. EQUIPO Y REACTIVOS

21.1. **Moldes cúbicos para mortero:** Los moldes debe ser de metal rígido inoxidable en forma cúbica  $50,0 \pm 0,5$  mm. Los moldes no tendrán más de 3 compartimentos y las partes de los moldes cuando sean colocadas permanecerán juntos positivamente. Los costados serán los suficientemente rígidos para prevenir abolladuras o deformaciones. Las superficies interiores serán lisas y no se deben afectar por la mezcla de mortero.

21.2. **Balanza:** Balanza digital con una resolución de 0,01 g para muestras con masa inferior a los 200 g (excluyendo la masa del recipiente) ó de 0,1 g para muestras con una masa mayor a 200 g.

21.3. **Cámara Húmeda:** Esta cámara húmeda debe ser un cuarto especializado para almacenar las muestras bajo condiciones específicas de humedad que rondan el 95% con aspersión de agua para mantener las muestras lo más húmedas posible.

21.4. **Mesa de Flujo:** La mesa de flujo consiste en un aparato rígido de hierro fundido con una mesa circular de  $255,0 \pm 2,5$  mm de diámetro con un hombro que se montará sobre una estructura en de tal manera que se puede subir y caer verticalmente a través de la altura especificada de  $12,70 \pm 0,38$  mm (25 golpes en 15 segundos). El tablero debe tener una superficie fina y plana libre de defectos. La parte superior se describe con ocho líneas 68 mm de largo, extendiéndose desde el exterior circunferencia hacia el centro de la mesa.

21.5. **Máquina de Carga:** La máquina de carga aplica carga de compresión directa sobre una de las caras del cubo, tiene una capacidad de 15 000 kg dividido en 2 indicadores de magnitud, el primero llega hasta una capacidad de  $3000 \pm 5$  kg y el segundo llega hasta los  $15000 \pm 25$  kg y se utiliza a una velocidad de 90 a 180 kg/s.

21.6. **Mezclador:** El mezclador será un aparato eléctrico, que imparte un movimiento rotatorio ayudado de una pala. El mezclador tendrá un mínimo de dos velocidades, controlados mecánicamente. La primera, o baja velocidad gira la paleta a una velocidad de  $140 \pm 5$  r/min, con un movimiento aproximadamente de 62 r/min. La segunda velocidad gira la paleta a una velocidad de  $285 \pm 10$  r/min, con un movimiento aproximadamente de 125 r/min. El motor eléctrico será de al menos 124 W. Además el mezclador deberá proporcionar un libre entre el extremo inferior de la paleta y el fondo de la taza que no debe ser superior a 2,5 mm pero inferior a 0,8 mm.

21.7. **Misceláneos:** Cuchillos, espátulas, trapos, cucharas, etc.

## 22. ESPECIMEN DE PRUEBA

22.1. Realizar 3 especímenes para cada período de prueba.

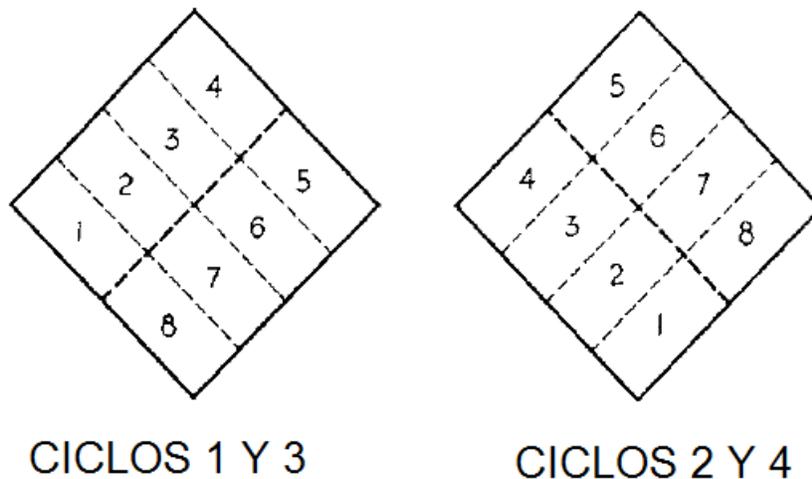
## 23. PROCEDIMIENTO

### 23.1. Preparación de Los Moldes:

23.1.1. Aplicar con una tela algún aceite o grasa a las caras y base de los moldes. Luego de colocar el molde sobre su base remueva cuidadosamente de la superficie cualquier exceso de grasa.

### 9.2. Preparación de los Morteros:

- 9.2.1. Las proporciones de materiales para el mortero será una parte de cemento a 2,75 partes de la arena (proporcionado en masa). Utilice una relación agua-cemento en función de las características del material.
- 9.2.2. Primeramente coloque los ingredientes secos y luego adicione la cantidad de agua requerida y esperar 30 segundos para la absorción de agua a la mezcla.
- 9.2.3. Luego mezcle mecánicamente los materiales por un período de 30 segundos a velocidad baja, detenga el mezclador y esperar 15 segundos para volver a mezclar (aproveche este tiempo para quitar exceso de mezcla de los lados y fondo del recipiente). Y luego mezcle a velocidad media durante un minuto.
- 9.2.4. Realice el cálculo del flujo de la mezcla en la mesa de flujo.
- 9.2.5. Luego coloque el mortero en los moldes en capas de  $25,0 \pm 0,5$  mm (aproximadamente la mitad de la profundidad del molde) en todos los compartimientos del cubo. El mortero en cada compartimiento del cubo se apisona 32 veces en 4 rondas de 8 golpes cada uno, cada ronda al quedar en ángulo recto con la otra e integrado por ocho golpes sobre la superficie adyacente de la muestra, como se ilustra en la figura 1. La presión de apisonamiento debe ser la suficiente para garantizar un nivel uniforme de llenado de los moldes.



**Figura 1.** Orden de apisonamiento del mortero en los moldes (Fuente: ASTM C-109)

- 9.2.6. Luego de que termine el proceso de apisonamiento, quitar el exceso de mortero mediante el proceso de enrasado.
- 9.2.7. Dejar reposar la muestra hasta que inicie su proceso de fragua y una vez que éste proceso comience introducir las muestras en la cámara húmeda y dejarlas reposar por un período de tiempo de  $24 \pm 2$  horas.

- 9.2.8. Pasado este tiempo desmoldar todas las muestras e introducirlas nuevamente en la cámara húmeda hasta que las muestras cumplan la edad requerida para ser procesadas en la máquina de carga.
- 9.2.9. las muestras cumplan la edad requerida se deben procesar en la máquina de carga, para eso primero se deben limpiar las muestras hasta un estado de superficie seca y eliminar cualquier grano de arena suelta o incrustaciones de las caras que se pondrá en contacto con los bloques de rodamiento de la máquina.
- 9.2.10. Aplicar la carga a la muestra colocándola en la máquina de carga por debajo del centro de la parte superior. Aplicar la carga a una velocidad de 90 a 180 kg/s, hasta lograr la falla y anote este valor como fuerza de falla a compresión.
- 9.2.11. Elaborar los cálculos del punto 10.

## 10. CÁLCULOS

### 10.1. Cálculo de la resistencia a la compresión

$$f_m = \frac{P}{A} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

$f_m$  = Resistencia a la compresión (MPa)

$P$  = Carga a la cual se produjo la falla (N)

$A$  = Área donde se aplica la carga ( $\text{mm}^2$ )

## 11. REPORTE

Los resultados se anotan en el “Registro para la determinación de la Resistencia a la Compresión de Cubos de Mortero de cemento Portland según ASTM C-109 CIVCO-RT-“.

## 12. PRECISIÓN

Para que el resultado del ensayo sea confiable deben estar dentro de los límites mostrados en la siguiente tabla:

ITEM	Coefficiente de Variación (%)
Entre piezas del mismo ensayo	0,1
Entre distintos ensayos	0,2

**Cuadro 1.** Porcentajes de variación aceptada en la norma, siempre y cuando el ensayo sea elaborado por una sola persona

FIN

# **APENDICE 4**



Centro de Investigaciones en Vivienda y Construcción  
(CIVCO)

*LabCIVCO*

Instructivo técnico para la determinación  
del Tiempo Abierto para morteros de  
cemento Portland según ANSI 118.1 (08)

CIVCO-IT-

Versión: PRELIMINAR

Fecha de emisión:  
Instituto Tecnológico de Costa Rica  
ITCR

#### 24. ALCANCE

- 24.1. Este método trata de determinar el tiempo abierto para morteros de cemento Portland basándose en la norma ANSI 118.1.
- 24.2. Se utilizarán solamente las unidades establecidas en el Sistema Internacional de Unidades (SI).

#### 25. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

##### 25.1. Documentos Externos

- 25.1.1. **American National Standard Specifications for Standard for Dry-Set Portland Cement Mortar A118.1. -1999. [Reaffirmed 2005].**

#### 26. DEFINICIONES

- 26.1. **Mortero seco:** Un producto que retiene el agua, el cual elimina la necesidad de la adicción de agua, inclusive si se utiliza en cerámica antes de instalación.
- 26.2. **Tiempo Abierto:** Intervalo de tiempo que puede transcurrir tras la aplicación del mortero, en el cual la adherencia de la cerámica sea adecuada.
- 26.3. **Adherencia:** Atracción intermolecular entre las superficies de cuerpos distintos en contacto.
- 26.4. **Mortero de Fraguado Rápido:** Es un mortero modificado capaz de obtener tiempo mas cortos de fraguado y resistencia.
- 26.5. **Morteros Antideslizantes:** Este es un mortero formulado específicamente formulado para reducir el deslizamiento de las piezas en instalaciones (especialmente verticales) de cerámica o porcelanatos.

#### 27. RESUMEN DEL METODO

27.1. El tiempo abierto de un mortero varía según el tipo de cemento y/o aplicación que se le quiere dar, sin embargo la norma ANSI 118.1 trata de estandarizar el proceso para morteros elaborados con cemento Portland.

Para ello se preparará una muestra de mortero y se colocará una capa en una pared de gypsum y se colocarán piezas de cerámica haciéndolas girar hasta que ya la mezcla de mortero no sea trabajable o las piezas caigan al suelo.

## 28. SIGNIFICADO Y USO

28.1. Actualmente la norma ANSI 118.1 cubre varios ensayos para todos los morteros que requieren la adición de agua en el lugar de trabajo, un claro ejemplo de ello es la instalación de cerámica en una pared. Existen variables que afectan el rendimiento de una instalación de cerámica las cuales son: el tipo y espesor del mortero, tipo y dimensiones de la cerámica, sin embargo, los factores que más afectan son la trabajabilidad y adherencia de la mezcla de mortero.

Dado lo anterior se ha venido buscado mejorar estas dos variables para poder brindar un mayor tiempo abierto al mortero y aumentar así el rendimiento en el proceso de instalación de cerámica, aumentando también el tiempo trabajable y logrando una mayor cantidad de piezas instaladas.

## 29. SEGURIDAD

29.1. Este instructivo no pretende abarcar todos los problemas de seguridad, si los hay, asociados a su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer las prácticas pertinentes de seguridad y salud. Además debe determinar la aplicabilidad de las limitaciones reglamentarias antes de su uso.

## 30. EQUIPO Y REACTIVOS

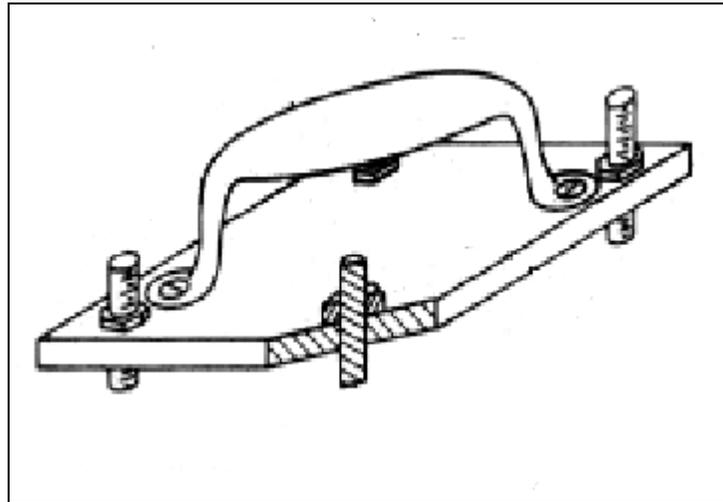
30.1. **Balanza:** Balanza digital con una resolución de 0,01 g para muestras con masa inferior a los 200 g (excluyendo la masa del recipiente) ó de 0,1 g para muestras con una masa mayor a 200 g.

30.2. **Cuarto para tiempo abierto:** Este debe ser un cuarto con condiciones atmosféricas controladas, la humedad relativa debe ser  $50 \pm 5 \%$  y la temperatura  $23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ .

30.3. **Piezas de cerámica:** 10 unidades de cerámica tipo A, con medidas de 108 x 108 mm de lado con un espesor de 8mm con una absorción de agua entre el 13% y 15%.

30.4. **Herramienta Mat`l Brass:** La herramienta Mat`l Brass consiste en una placa metálica de  $6,4 \pm 0,5 \text{ mm}$  de espesor y con medidas de  $139,7 \pm 0,5 \text{ mm}$  x  $95,3 \pm 0,5 \text{ mm}$  con 4

moldeadores (uno en cada esquina) los cuales son los encargados de sostener la pieza de cerámica. (Ver figura 1).



**Figura 1.** Ilustración de la herramienta Mat'l Brass (Fuente: ANSI)

30.5. **Misceláneos:** Cuchillos, espátulas, trapos, cucharas, etc.

## 8. ESPECIMEN DE PRUEBA

8.1. Se prepara como mínimo 1 kilogramo de mortero

## 9. PROCEDIMIENTO

- 9.1. Agregue al mortero la cantidad de agua que indique el fabricante, ésta debe ser constante a lo largo de toda la prueba, el agua debe ser potable y a una temperatura de  $23 \pm 2$  °C.
- 9.2. Revuelva manualmente por un periodo de tiempo de 5 minutos o como indique el fabricante) hasta obtener una mezcla trabajable, de consistencia uniforme, húmeda y libre de grumos. Esperar 15 minutos, volver a mezclar y usarla de inmediato a menos que se indique lo contrario
- 9.3. Coloque el mortero de manera vertical sobre una lámina de gypsum de  $12 \pm 1$  mm de espesor.
- 9.4. Obtenga un espesor de mortero de  $6 \pm 1$  mm. Después de 45 minutos (15 minutos si se realiza con temperaturas entre (38-45) °C con una humedad relativa de  $50 \pm 5$  % colocar una pieza de cerámica Tipo A con la herramienta Mat'l Brass, presionando sobre la superficie del mortero y realizar un giro de 90° soltando la pieza.
- 9.5. Repetir el paso anterior en intervalos de 5 minutos, hasta que la pieza de cerámica caiga al piso y anotar ese tiempo como el tiempo abierto del mortero modificado con Látex.

**9.6.** En caso de utilizar morteros de fraguado rápido se realiza el mismo procedimiento descrito en los puntos anteriores. Sin embargo, hay que seguir las instrucciones del fabricante.

**Requisito tiempo abierto:** no menor a 50 minutos si la temperatura se encuentra en  $23 \pm 2$  °C con una humedad relativa de  $50 \pm 5$  %.

No menor a 20 minutos con temperaturas entre (38-45) °C y una humedad relativa de  $50 \pm 5$  %.

Ó no menor a 20 minutos utilizando morteros de fraguado rápido si la temperatura se encuentra en  $23 \pm 2$  °C con una humedad relativa de  $50 \pm 5$  %. Sin embargo, hay que seguir las especificaciones del fabricante.

## 10. CÁLCULOS

No se especifica.

## 11. REPORTE

Los resultados se anotan en el “Registro para la determinación del Tiempo Abierto CIVCO-RT”

## 12. PRECISIÓN

### 12.1 Cálculo del Examen Dixon para las muestras

Los valores que no reflejen una distribución normal de resistencia deben ser descartados cuando estos satisfagan el Examen Dixon para valores extremos.

Si  $\frac{X_2 - X_1}{X_4 - X_1} \geq 0.765$  los valores más bajos deben ser descartados.

Si  $\frac{X_4 - X_3}{X_4 - X_1} \geq 0.765$  los valores más altos deben ser descartados.

Ecuación 1

Donde:

$X_1, X_2, X_3, X_4$ , son lo observado en la resistencia de valores van de los más bajos a los más altos.

FIN

# **APENDICE 5**



Centro de Investigaciones en Vivienda y Construcción  
(CIVCO)

*LabCIVCO*

Instructivo técnico para la determinación  
del Tiempo Abierto para morteros  
modificados con Látex según ANSI 118.4  
(08)

CIVCO-IT-

Versión: PRELIMINAR  
Fecha de emisión:  
Instituto Tecnológico de Costa Rica  
ITCR

### 31. ALCANCE

- 31.1. Este método trata de determinar el tiempo abierto para morteros de cemento Portland modificados con Látex basándose en la norma ANSI 118.4.
- 31.2. Se utilizarán solamente las unidades establecidas en el Sistema Internacional de Unidades (SI).

### 32. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

#### 32.1. Documentos Externos

- 32.1.1. American National Standard Specifications for Latex-Portland Cement Mortar A118.4-1999. [Reaffirmed 2005].**

### 33. DEFINICIONES

- 33.1. **Mortero modificado con Látex:** Es un mortero al cual se le adiciona algún polímero o sustancia (látex) que mejora las características del mismo como adherencia, absorción de agua y resistencia.
- 33.2. **Tiempo Abierto:** Intervalo de tiempo que puede transcurrir tras la aplicación del mortero, en el cual la adherencia de la cerámica sea adecuada.
- 33.3. **Adherencia:** Atracción intermolecular entre las superficies de cuerpos distintos en contacto.
- 33.4. **Mortero de Fraguado Rápido:** Es un mortero modificado capaz de obtener tiempo mas cortos de fraguado y resistencia.
- 33.5. **Morteros Antideslizantes:** Este es un mortero formulado específicamente formulado para reducir el deslizamiento de las piezas en instalaciones (especialmente verticales) de cerámica o porcelanatos.

## 34. RESUMEN DEL METODO

34.1. El tiempo abierto varía según el tipo de cemento y/o aplicación que se le quiere dar, sin embargo la norma ANSI 118.4 trata de estandarizar el proceso para morteros modificados con Látex.

Para ello se preparará una muestra de mortero y se colocará una capa en una pared de gypsum y se colocarán piezas de cerámica haciéndolas girar hasta que ya la mezcla de mortero no sea trabajable o las piezas caigan al suelo.

## 35. SIGNIFICADO Y USO

35.1. La adicción de látex y polímeros a los morteros de cemento portland se han diseñado para mejorar algunos aspectos como la adherencia, reducir la absorción del agua y proporcionar una mayor resistencia a los golpes e impactos. Estos aditivos permiten una cierta libertad en el tiempo de trabajo, bajo ciertas condiciones y temperaturas. Los morteros de cemento Portland modificados con Látex varían en sus aplicaciones y características de rendimiento. Se debe consultar con el fabricante para determinar la idoneidad de sus productos para los usos deseados.

35.2. Básicamente, los aditivos de látex son emulsiones de agua que se añaden a los morteros de cemento portland en lugar de agua o el reemplazo de una parte del agua. Los componentes y el mezclado deben ser especificados por el fabricante para su uso en particular para polímeros en espray, polímeros de látex, aditivos secos, de la misma forma si se utiliza algún tipo distinto de arena. Estos morteros deben llevar más adición de agua para su uso que un mortero de cemento Portland.

## 36. SEGURIDAD

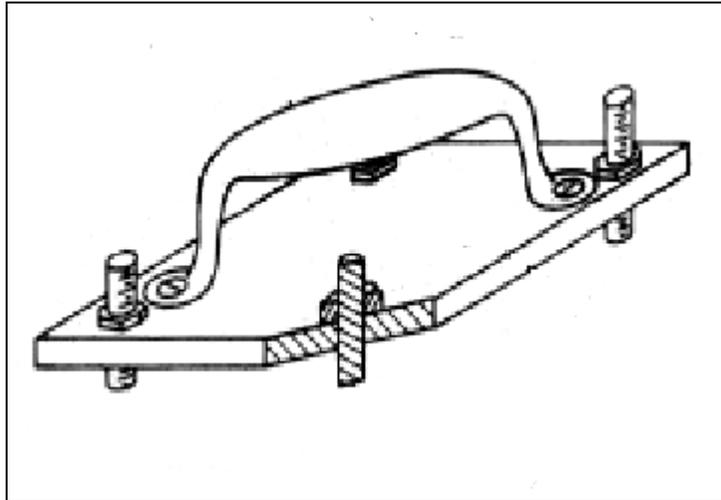
36.1. Este instructivo no pretende abarcar todos los problemas de seguridad, si los hay, asociados a su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer las prácticas pertinentes de seguridad y salud. Además debe determinar la aplicabilidad de las limitaciones reglamentarias antes de su uso.

## 7. EQUIPO Y REACTIVOS

7.1. **Balanza:** Balanza digital con una resolución de 0,01 g para muestras con masa inferior a los 200 g (excluyendo la masa del recipiente) ó de 0,1 g para muestras con una masa mayor a 200 g.

7.2. **Cuarto para tiempo abierto:** Este debe ser un cuarto con condiciones atmosféricas controladas, la humedad relativa debe ser  $50 \pm 5 \%$  y la temperatura  $23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ .

- 7.3. Piezas de cerámica:** 10 unidades de cerámica tipo A, con medidas de 108 x 108 mm de lado con un espesor de 8mm con una absorción de agua entre el 13% y 15%.
- 7.4. Herramienta Mat`l Brass:** La herramienta Mat`l Brass consiste en una placa metálica de  $6,4 \pm 0,5$  mm de espesor y con medidas de  $139,7 \pm 0,5$  mm x  $95,3 \pm 0,5$  mm con 4 moldeadores (uno en cada esquina) los cuales son los encargados de sostener la pieza de cerámica. (Ver figura 1).



**Figura 1.** Ilustración de la herramienta Mat`l Brass (Fuente: ANSI)

- 7.5. Misceláneos:** Cuchillos, espátulas, trapos, cucharas, etc.

## **8. ESPECIMEN DE PRUEBA**

- 8.1.** Se prepara como mínimo 1 kilogramo de mortero

## **9. PROCEDIMIENTO**

- 9.1.** Añada al mortero seco la cantidad de látex que el fabricante recomiende, y mezcle lentamente de forma manual.
- 9.2.** Agregue la cantidad de agua que indique el fabricante, ésta debe ser constante a lo largo de toda la prueba, el agua debe ser potable y presentar una temperatura de  $23 \pm 2$  °C.
- 9.3.** Revuelva manualmente por un periodo de tiempo de 5 minutos (o como indique el fabricante) hasta obtener una mezcla trabajable, de consistencia uniforme, húmeda y libre de grumos. Esperar 15 minutos, volver a mezclar y usarla de inmediato a menos que se indique lo contrario
- 9.4.** Coloque el mortero de manera vertical sobre una lámina de gypsum de  $12 \pm 1$  mm de espesor.

- 9.5. Obtenga un espesor de mortero de  $6 \pm 1$  mm. Después de 45 minutos (15 minutos si se realiza con temperaturas entre  $(38-45) ^\circ\text{C}$  con una humedad relativa de  $50 \pm 5$  % colocar una pieza de cerámica Tipo A con la herramienta Mat'l Brass, presionando sobre la superficie del mortero y realizar un giro de  $90^\circ$  soltando la pieza.
- 9.6. Repetir el paso anterior en intervalos de 5 minutos, hasta que la pieza de cerámica caiga al piso y anotar ese tiempo como el tiempo abierto del mortero modificado con Látex.
- 9.7. En caso de utilizar morteros de fraguado rápido se realiza el mismo procedimiento descrito en los puntos anteriores. Sin embargo, hay que seguir las instrucciones del fabricante.

**Requisito tiempo abierto:** no menor a 50 minutos si la temperatura se encuentra en  $23 \pm 2 ^\circ\text{C}$  con una humedad relativa de  $50 \pm 5$  %.

No menor a 20 minutos con temperaturas entre  $(38-45) ^\circ\text{C}$  y una humedad relativa de  $50 \pm 5$  %.

Ó no menor a 20 minutos utilizando morteros de fraguado rápido si la temperatura se encuentra en  $23 \pm 2 ^\circ\text{C}$  con una humedad relativa de  $50 \pm 5$  %. Sin embargo, hay que seguir las especificaciones del fabricante.

## 10. CÁLCULOS

No se especifica.

## 11. REPORTE

Los resultados se anotan en el "Registro para la determinación del Tiempo Abierto CIVCO-RT"

## 12. PRECISIÓN

### 12.1. Cálculo del Examen Dixon para las muestras

Los valores que no reflejen una distribución normal de resistencia deben ser descartados cuando estos satisfagan el Examen Dixon para valores extremos.

Si  $\frac{X_2 - X_1}{X_4 - X_1} \geq 0.765$  los valores más bajos deben ser descartados.

Si  $\frac{X_4 - X_3}{X_4 - X_1} \geq 0.765$  los valores más altos deben ser descartados.

Donde:

$X_1, X_2, X_3, X_4$ , son lo observado en la resistencia de valores van de los más bajos a los más altos.

FIN

# **APENDICE 6**



Centro de Investigaciones en Vivienda y Construcción  
(CIVCO)

*LabCIVCO*

Instructivo técnico para la determinación del  
Tiempo de fraguado inicial y final en morteros de  
cemento Portland según ANSI 118.1 (08)

CIVCO-IT-

Versión: PRELIMINAR

Fecha de emisión:

Instituto Tecnológico de Costa Rica

ITCR

## 37. ALCANCE

- 37.1. Este método trata de determinar de tiempo de fraguado inicial y tiempo de fraguado final para morteros de cemento Portland basándose en la norma ANSI 118.1.
- 37.2. Se utilizarán solamente las unidades establecidas en el Sistema Internacional de Unidades (SI).

## 38. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

### 38.1. Documentos Externos

- 38.1.1.** American Society for Testing and Materials ASTM C-266. *Time of Setting of Hydraulic-Cement Paste by Gillmore Needles*. American Society for Testing and Materials (ASTM). 2000 Annual Book of ASTM Standards, ASTM, EUA, 2003.
- 38.1.2.** American National Standard Specifications for Standard for Dry-Set Portland Cement Mortar A118.1. -1999. [Reaffirmed 2005].

## 39. DEFINICIÓN

- 39.1. **Mortero seco:** Un producto que retiene el agua, el cual elimina la necesidad de la adicción de agua, inclusive si se utiliza en cerámica antes de instalación.
- 39.2. **Tiempo de fraguado inicial:** es el tiempo en el cual la mezcla de mortero comienza su proceso de fraguado o mejor dicho es el momento en que la mezcla pasa de estado líquido a estado plástico.
- 39.3. **Tiempo de fraguado final:** es el tiempo en el cual la mezcla finaliza su proceso de fraguado y da paso al endurecimiento del mortero.
- 39.4. **Mortero de Fraguado Rápido:** Es un mortero modificado capaz de obtener tiempo mas cortos de fraguado y resistencia.

## 40. RESUMEN DEL METODO

- 40.1. Este método determina el tiempo de fraguado inicial y tiempo de fraguado final del mortero de cemento Portland, y para ello utiliza las agujas Gillmore. Para determinar el tiempo de fraguado inicial se prepara una muestra de mortero y se penetra con aguja de

fraguado inicial hasta que ésta no deje huella, y para determinar el tiempo de fraguado final se utiliza la otra aguja de fraguado final hasta que tampoco deje huella.

40.2. Los valores de tiempo que se determinan en ambos puntos deben ser anotados y comparados con las especificaciones del fabricante (si existiesen) ó con el valor indicado en la norma ANSI 118.1.

#### **41. SIGNIFICADO Y USO**

41.1. Actualmente la norma ANSI 118.1 cubre varios ensayos para todos los morteros que requieren la adición de agua en el lugar de trabajo, un claro ejemplo de ello es la determinación de tiempo de fraguado inicial y el tiempo de fraguado final.

Es de suma importancia conocer en una mezcla de mortero de cemento Portland los tiempos de fraguado inicial y final ya que esto permite conocer cuando una mezcla ya no es trabajable y/o se ha endurecido.

#### **42. SEGURIDAD**

42.1. Este instructivo no pretende abarcar todos los problemas de seguridad, si los hay, asociados a su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer las prácticas pertinentes de seguridad y salud. Además debe determinar la aplicabilidad de las limitaciones reglamentarias antes de su uso.

## 43. EQUIPO Y REACTIVOS

43.1. **Agujas Gilmore:** Este instrumento consiste en un aparato que posee dos agujas, una para el tiempo de fraguado inicial y otra para el tiempo de fraguado final. Debe estar conforme a los siguientes requisitos:

43.1.1. La aguja de fraguado inicial tendrá una masa de  $113,40 \pm 0,01$  g y un diámetro de la punta de  $2,1 \pm 0,5$  mm.

43.1.2. La aguja de fraguado final tendrá una masa de  $453,6 \pm 0,1$  g y un diámetro de la punta de  $4,8 \pm 0,5$  mm. (Ver figura 1)

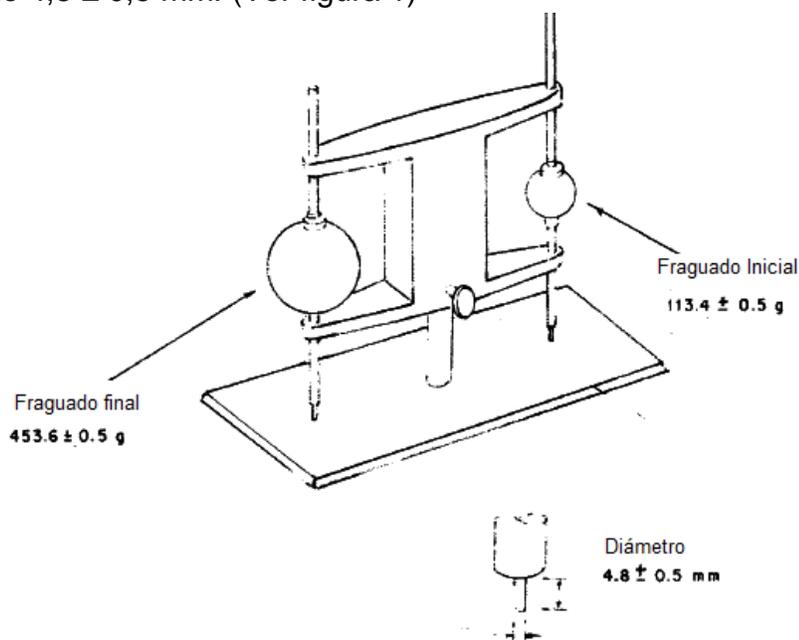


Figura 1. Ilustración del Aparato Gilmore (Fuente: ANSI)

43.2. **Balanza:** Balanza digital con una resolución de 0,01 g para muestras con masa inferior a los 200 g (excluyendo la masa del recipiente) o 0,1 g para especímenes con una masa mayor a 200 g.

43.3. **Cuarto controlado:** Este debe ser un cuarto con condiciones atmosféricas controladas, la humedad relativa debe ser  $50 \pm 5$  % y la temperatura  $23 \pm 2$  °C.

43.4. **Placa de vidrio:** Esta placa para colocar mortero tiene que ser plana, anticorrosivo, no absorbente y debe medir  $100,0 \pm 0,5$  mm

43.5. **Misceláneos:** Cuchillos, espátulas, trapos, cucharas, etc.

## 44. ESPECIMEN DE PRUEBA

**8.1** Preparar al menos 100 g de mortero suficiente para realizar 5 ensayos para cada uno de los tiempos.

## **45. PROCEDIMIENTO**

45.1. Añada al mortero seco la cantidad de agua que se sea necesaria para obtener una consistencia normal, el agua debe ser potable y presentar una temperatura de  $23 \pm 2$  °C.

45.2. Revuelva manualmente por un tiempo mínimo de 5 minutos (o lo que especifique el fabricante) hasta obtener una mezcla trabajable, de consistencia uniforme, húmeda y libre de grumos. Esperar 15 minutos, volver a mezclar y usarla de inmediato a menos que se indique lo contrario. El proceso no debe durar más de una hora, a menos que se indique lo contrario.

45.3. Cuando la mezcla esté lista se debe colocar una capa de  $13,0 \pm 0,5$  mm en la placa de vidrio y colocar la aguja Gilmore en posición vertical.

### **45.4. Tiempo de fraguado inicial**

45.4.1. Tiempo de Fraguado Inicial a 38°C: Dejar caer la aguja Gilmore de fraguado inicial en la muestra de mortero hasta que no deje marca y anotar el tiempo como tiempo de fraguado inicial a 38°C.

**Requisito:** Debe ser mayor a 1 hora después de preparado el mortero.

45.4.2. Tiempo de Fraguado inicial a 23°C: Realizar el paso descrito en 9.4.1 y anotar el tiempo como tiempo de fraguado inicial a 23°C.

**Requisito:** Debe ser mayor a 6 horas después de preparado el mortero.

45.4.3. Tiempo de Fraguado inicial con morteros de fraguado rápido: Realizar el paso descrito en 9.4.1 y anotar el tiempo como tiempo de fraguado inicial para morteros de fraguado rápido.

**Requisito:** Debe ser mayor o igual a 1 hora después de preparado el mortero.

### **45.5. Tiempo de Fraguado Final**

45.5.1. Tiempo de Fraguado Final a 38°C: Dejar caer la aguja Gilmore de fraguado final en la muestra de mortero hasta que no deje marca y anotar el tiempo como tiempo de fraguado final a 38°C.

**Requisito:** Debe ser mayor a 1,5 horas después de preparado el mortero.

45.5.2. Tiempo de Fraguado final a 23°C: Dejar caer la aguja Gilmore de fraguado final en la muestra de mortero hasta que no deje marca y anotar el tiempo como tiempo de fraguado final a 23°C.

**Requisito:** Debe ser mayor a 9 pero menor a 15 horas después de preparado el mortero.

45.5.3. Tiempo de Fraguado inicial con morteros de fraguado rápido: Realizar el paso descrito en 9.4.1 y anotar el tiempo como tiempo de fraguado inicial para morteros de fraguado rápido.

**Requisito:** Debe ser menor a 3 horas después de preparado el mortero.

## 46. CÁLCULOS

46.1. No se especifican

## 11. REPORTE

Los resultados se anotan en el “Registro para la determinación del tiempo de fraguado inicial y tiempo de fraguado final CIVCO-RT”

## 12. PRECISIÓN

**Cálculo del Examen Dixon para las muestras:** Los valores que no reflejen una distribución normal de resistencia deben ser descartados cuando estos satisfagan el Examen Dixon para valores extremos.

Si  $\frac{X_2 - X_1}{X_4 - X_1} \geq 0.765$  los valores más bajos deben ser descartados.

Si  $\frac{X_4 - X_3}{X_4 - X_1} \geq 0.765$  los valores más altos deben ser descartados.

Ecuación 1

Donde:

$X_1, X_2, X_3, X_4$ , son lo observado en la resistencia de valores van de los más bajos a los más altos.

FIN

# **APENDICE 7**



Centro de Investigaciones en Vivienda y Construcción  
(CIVCO)

*LabCIVCO*

Instructivo técnico para la determinación del  
Tiempo de fraguado inicial y final en morteros  
modificados con Látex según ANSI 118.4(08)

CIVCO-IT-

Versión: PRELIMINAR

Fecha de emisión:

Instituto Tecnológico de Costa Rica

ITCR

## 47. ALCANCE

- 47.1. Este método trata de determinar del tiempo de fraguado inicial y tiempo de fraguado final para morteros modificados con Látex basándose en la norma ANSI 118.4.
- 47.2. Se utilizarán solamente las unidades establecidas en el Sistema Internacional de Unidades (SI).

## 48. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

### 48.1. Documentos Externos

- 48.1.1.** American Society for Testing and Materials ASTM C-266. *Time of Setting of Hydraulic-Cement Paste by Gillmore Needles*. American Society for Testing and Materials (ASTM). 2000 Annual Book of ASTM Standards, ASTM, EUA, 2003.
- 48.1.2.** American National Standard Specifications for Latex-Portland Cement Mortar A118.4-1999. [Reaffirmed 2005].

## 3. DEFINICIONES

- 3.1. Mortero modificado con Látex:** Es un mortero al cual se le adiciona algún polímero o sustancia (látex) que mejora las características del mismo como adherencia, absorción de agua y resistencia.
- 3.2. Tiempo de fraguado inicial:** es el tiempo en el cual la mezcla de mortero comienza su proceso de fraguado o mejor dicho es el momento en que la mezcla pasa de estado líquido a estado plástico.
- 3.3. Tiempo de fraguado final:** es el tiempo en el cual la mezcla finaliza su proceso de fraguado y da paso al endurecimiento del mortero.
- 3.4. Mortero de Fraguado Rápido:** Es un mortero modificado capaz de obtener tiempo más cortos de fraguado y resistencia.

## 4. RESUMEN DEL METODO

- 4.1.** Este método determina el tiempo de fraguado inicial y tiempo de fraguado final del mortero de cemento Portland modificados con Látex, y para ello utiliza las agujas Gilmore. Para determinar el tiempo de fraguado inicial se prepara una muestra de

mortero y se penetra con aguja de fraguado inicial hasta que ésta no deje huella, y para determinar el tiempo de fraguado final se utiliza la aguja de fraguado final hasta que tampoco deje huella.

- 4.2. Los valores de tiempo que se determinan en ambos puntos deben ser anotados y comparados con las especificaciones del fabricante (si existiesen) ó con el valor indicado en la norma ANSI 118.4.

## 5. SIGNIFICADO Y USO

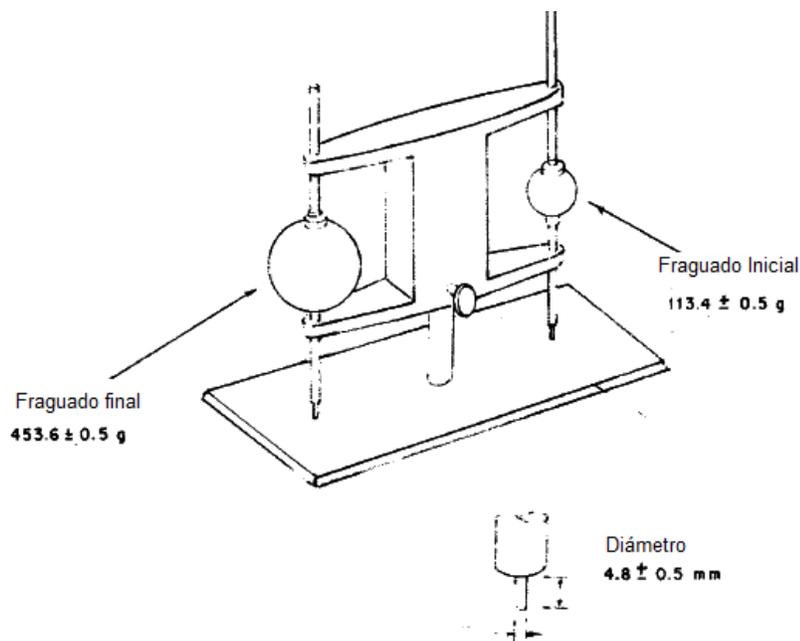
- 5.1. La adición de látex y polímeros a los morteros de cemento portland se han diseñado para mejorar algunos aspectos como la adherencia, reducir la absorción del agua y proporcionar una mayor resistencia a los golpes e impactos. Estos aditivos permiten una cierta libertad en el tiempo de trabajo, bajo ciertas condiciones y temperaturas. Los morteros de cemento Portland modificados con Látex varían en sus aplicaciones y características de rendimiento. Se debe consultar con el fabricante para determinar la idoneidad de sus productos para los usos deseados.
- 5.2. Básicamente, los aditivos de látex son emulsiones de agua que se añaden a los morteros de cemento portland en lugar de agua o el reemplazo de una parte del agua. Los componentes el mezclado deben ser especificados por el fabricante para su uso en particular para polímeros en espray, polímeros de látex, aditivos secos, de la misma forma si se utiliza algún tipo distinto de arena. Estos morteros deben llevar más adición de agua para su uso que un mortero de cemento Portland.

## 6. SEGURIDAD

- 6.1. Este instructivo no pretende abarcar todos los problemas de seguridad, si los hay, asociados a su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer las prácticas pertinentes de seguridad y salud. Además debe determinar la aplicabilidad de las limitaciones reglamentarias antes de su uso.

## 7. EQUIPO Y REACTIVOS

- 7.1. **Agujas Gilmore:** Este instrumento consiste en un aparato que posee dos agujas, una para el tiempo de fraguado inicial y otra para el tiempo de fraguado final. Debe estar conforme a los siguientes requisitos:
  - 7.1.1. La aguja de fraguado inicial tendrá una masa de  $113,40 \pm 0,01$  g y un diámetro de la punta de  $2,1 \pm 0,5$  mm.
  - 7.1.2. La aguja de fraguado final tendrá una masa de  $453,6 \pm 0,1$  g y un diámetro de la punta de  $4,8 \pm 0,5$  mm. (Ver figura 1)



**Figura 1.** Ilustración del Aparato Gilmore (Fuente: ANSI)

- 7.1.3. Balanza:** Balanza digital con una resolución de 0,01 g para muestras con masa inferior a los 200 g (excluyendo la masa del recipiente) o 0,1 g para especímenes con una masa mayor a 200 g.
- 7.1.4. Cuarto controlado:** Este debe ser un cuarto con condiciones atmosféricas controladas, la humedad relativa debe ser  $50 \pm 5 \%$  y la temperatura  $23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- 7.1.5. Placa de vidrio:** Esta placa para colocar mortero tiene que ser plana, anticorrosivo, no absorbente y debe medir  $100,0 \pm 0,5 \text{ mm}$  de lado.
- 7.1.6. Misceláneos:** Cuchillos, espátulas, trapos, cucharas, etc.

## 8. ESPECIMEN DE PRUEBA

- 8.1.** Preparar al menos 100 g de mortero suficiente para realizar 5 ensayos para cada uno de los tiempos.

## 9. PROCEDIMIENTO

- 9.1.** Añada al mortero seco la cantidad de látex que el fabricante recomiende, y mezcle lentamente de forma manual luego agregue la cantidad de agua que se sea necesaria para obtener una consistencia normal, el agua debe ser potable y presentar una temperatura de  $23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ .

- 9.2.** Revuelva manualmente por un tiempo mínimo de 5 minutos (o lo que especifique el fabricante) hasta obtener una mezcla trabajable, de consistencia uniforme, húmeda y libre de grumos. Esperar 15 minutos, volver a mezclar y usarla de inmediato a menos que se indique lo contrario. El proceso no debe durar más de una hora, a menos que se indique lo contrario.
- 9.3.** Cuando la mezcla esté lista se debe colocar una capa de  $13,0 \pm 0,5$  mm en la placa de vidrio y colocar la aguja Gilmore en posición vertical.

#### **9.4. Tiempo de fraguado inicial**

- 9.4.1.** Tiempo de Fraguado Inicial a 38°C: Dejar caer la aguja Gilmore de fraguado inicial en la muestra de mortero hasta que no deje marca y anotar el tiempo como tiempo de fraguado inicial a 38°C.

**Requisito:** Debe ser mayor a 1 hora después de preparado el mortero.

- 9.4.2.** Tiempo de Fraguado inicial a 23°C: Realizar el paso descrito en 9.4.1 y anotar el tiempo como tiempo de fraguado inicial a 23°C.

**Requisito:** Debe ser mayor a 6 horas después de preparado el mortero.

- 9.4.3.** Tiempo de Fraguado inicial con morteros de fraguado rápido: Realizar el paso descrito en 9.4.1 y anotar el tiempo como tiempo de fraguado inicial para morteros de fraguado rápido.

**Requisito:** Debe ser mayor a 1 hora después de preparado el mortero.

#### **9.5. Tiempo de Fraguado Final**

- 9.5.1.** Tiempo de Fraguado Final a 38°C: Dejar caer la aguja Gilmore de fraguado final en la muestra de mortero hasta que no deje marca y anotar el tiempo como tiempo de fraguado final a 38°C.

**Requisito:** Debe ser mayor a 1,5 horas después de preparado el mortero.

- 9.5.2.** Tiempo de Fraguado final a 23°C: Dejar caer la aguja Gilmore de fraguado final en la muestra de mortero hasta que no deje marca y anotar el tiempo como tiempo de fraguado final a 23°C.

**Requisito:** Debe ser mayor a 9 pero menor a 15 horas después de preparado el mortero.

- 9.5.3.** Tiempo de Fraguado inicial con morteros de fraguado rápido: Realizar el paso descrito en 9.4.1 y anotar el tiempo como tiempo de fraguado inicial para morteros de fraguado rápido.

**Requisito:** Debe ser menor a 3 horas después de preparado el mortero.

## 10. CÁLCULOS

10.1. No se especifican

## 11. REPORTE

Los resultados se anotan en el “Registro para la determinación del tiempo de fraguado inicial y tiempo de fraguado final CIVCO-RT”

## 12. PRECISIÓN

**12.1 Cálculo del Examen Dixon para las muestras:** Los valores que no reflejen una distribución normal de resistencia deben ser descartados cuando estos satisfagan el Examen Dixon para valores extremos.

Si  $\frac{X_2 - X_1}{X_4 - X_1} \geq 0.765$  los valores más bajos deben ser descartados.

Si  $\frac{X_4 - X_3}{X_4 - X_1} \geq 0.765$  los valores más altos deben ser descartados.

Ecuación 1

Donde:

$X_1, X_2, X_3, X_4$ , son lo observado en la resistencia de valores van de los más bajos a los más altos.

FIN

# **APENDICE 8**



Centro de Investigaciones en Vivienda y Construcción  
(CIVCO)

*LabCIVCO*

Instructivo técnico para la determinación  
de la Resistencia al cortante en morteros  
de cemento Portland según ANSI 118.1  
(08)

CIVCO-IT-

Versión: PRELIMINAR

Fecha de emisión:

Instituto Tecnológico de Costa Rica  
ITCR

#### 49. ALCANCE

49.1. Este método trata de determinar la resistencia al cortante en morteros de cemento Portland basándose en ANSI 118.1.

49.2. Se utilizarán solamente las unidades establecidas en el Sistema Internacional de Unidades (SI).

#### 50. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

##### 50.1. Documentos Externos

50.1.1. **American National Standard Specifications for Dry-Set Portland Cement Mortar A118.1. - 1999 [Reaffirmed 2005].**

#### 51. DEFINICIONES

51.1. **Mortero seco:** Un producto que retiene el agua, el cual elimina la necesidad de la adicción de agua, inclusive si se utiliza en cerámica antes de instalación.

51.2. **Fuerza Cortante:** Es una fuerza que se va a inducir para producir el deslizamiento entre 2 piezas de cerámica y depende de la adherencia entre el mortero y la cerámica.

51.3. **Adherencia:** Atracción intermolecular entre las superficies de cuerpos distintos en contacto

51.4. **Mortero de Fraguado Rápido:** Es un mortero modificado capaz de obtener tiempo mas cortos de fraguado y resistencia.

51.5. **Morteros Antideslizantes:** Este es un mortero formulado específicamente formulado para reducir el deslizamiento de las piezas en instalaciones (especialmente verticales) de cerámica o porcelanatos.

## 52. RESUMEN DEL METODO

52.1. La fuerza cortante se define como una variable que depende de la adherencia entre el mortero y la superficie de instalación, lo cual si no es tomada en cuenta puede entorpecer o hasta frenar el procedimiento de instalación, ante éstas circunstancias es importante siempre que el mortero indique dentro de sus propiedades la resistencia a la fuerza cortante.

## 53. SIGNIFICADO Y USO

53.1. Actualmente la norma ANSI 118.1 cubre varios ensayos para todos los morteros que requieren la adición de agua en el lugar de trabajo, uno de estos ensayos es la resistencia al cortante, la cual se puede presentar tanto en a la hora de instalar las piezas de cerámica como en sistemas ya instalados.

53.2. Existen variables que afectan la resistencia en un sistema de instalación de cerámicas las cuales son: el tipo y espesor del mortero, tipo y dimensiones de la cerámica, dado esto éste instructivo trata de reunir las variables a evaluar en el cálculo de la resistencia al cortante, y cumplir así los requisitos de la norma ANSI 118.1 siempre y cuando el fabricante de algún mortero diga lo contrario.

## 54. SEGURIDAD

54.1. Este instructivo no pretende abarcar todos los problemas de seguridad, si los hay, asociados a su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer las prácticas pertinentes de seguridad y salud. Además debe determinar la aplicabilidad de las limitaciones reglamentarias antes de su uso.

## 7. EQUIPO Y REACTIVOS

7.1. **Balanza:** Balanza digital con una resolución de 0,01 g para muestras con masa inferior a los 200 g (excluyendo la masa del recipiente) ó de 0,1 g para muestras con una masa mayor a 200 g.

7.2. **Cuarto para tiempo abierto:** Este debe ser un cuarto con condiciones atmosféricas controladas, la humedad relativa debe ser  $50 \pm 5 \%$  y la temperatura  $23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ .

### 7.3. Piezas de cerámica:

Tipo A-1: pieza con medidas de 108 x 54 mm de lado con un espesor de 8mm con una absorción de agua entre el 13% y 15%.

Tipo C: pieza con medidas de 50 x 50 mm de lado con un espesor de 6mm con una absorción de agua entre 0 y 0,5%.

- 7.4. Equipo de falla a Cortante:** Este equipo consiste en una pieza de madera de  $241,3 \pm 0,5$  mm por  $127,0 \pm 0,5$  mm con un espesor de  $25,4 \pm 0,5$  mm la cual tiene un sistema móvil donde se acomoda las muestra y se aplica carga de compresión sobre el canto de una de las piezas. (Ver figura 1).
- 7.5. Máquina de Carga:** La máquina de carga aplica carga de compresión directa sobre un canto de la cerámica, tiene una capacidad de 15 000 kg dividido en dos indicadores de magnitud, el primero llega hasta una capacidad de  $3000,0 \pm 5$  kg y el segundo llega hasta los  $15000 \pm 25$  kg.
- 7.6. Misceláneos:** Cuchillos, espátulas, trapos, cucharas, etc.

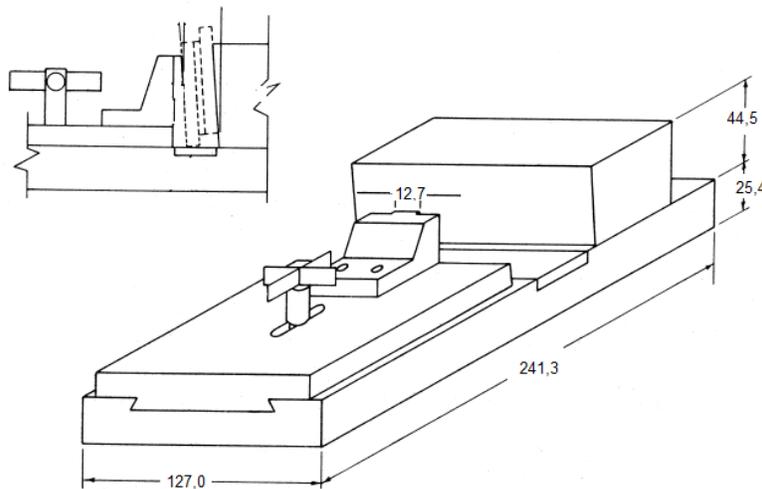


Figura 1. Equipo de falla a cortante (Fuente ANSI)

## 8. ESPECIMEN DE PRUEBA

- 8.1. Preparar al menos 2 kg de mortero para la elaboración de los especímenes de prueba.

## 9. PROCEDIMIENTO

### 9.1. Preparación del Mortero

- 9.1.1. Agregue al mortero seco la cantidad de agua que indique el fabricante, ésta debe ser constante a lo largo de toda la prueba, el agua debe ser potable (libre de contaminación) y a una temperatura de  $23 \pm 2$  °C.

**9.1.2.** Revuelva manualmente por un tiempo de 5 minutos (o como indique el fabricante) hasta obtener una mezcla trabajable, de consistencia uniforme, húmeda y libre de grumos. Esperar 15 minutos, volver a mezclar y usarla de inmediato a menos que se indique lo contrario

## **9.2. Fuerza Cortante para cerámica con cara esmaltada**

**9.2.1.** Prepare al menos 1kg de mortero como se indica en el punto 9.1.

**9.2.2.** Ensamble los especímenes de muestra con las piezas de cerámica tipo A-1 con una capa de mortero de  $2,4 \pm 0,5$  mm y con los separadores de acero inoxidable se le da una diferencia de distancia de  $3,0 \pm 0,5$  mm entre las piezas.

**9.2.3.** Una vez que se preparen los especímenes, manténgalos en el cuarto controlado hasta que cumplan la edad requerida para ser fallados, una vez que la cumplan, obtenga la resistencia al cortante de la siguiente forma:

**9.2.4. Resistencia al cortante 7 Días:** Tome 6 especímenes e individualmente cárguelos con carga de compresión a un rango de 1088,6 kg/min de hasta que se produzca la falla y registre los valores como fuerza de falla al cortante a los 7 días.

**Requisito:** Resistencia al cortante debe ser mayor que  $14,0 \text{ kg/cm}^2$ .

**9.2.5. Resistencia al cortante (Inmersión en Agua) a los 7 Días:** Tome 6 especímenes pero en lugar de almacenarlos en el cuarto controlado, se deben sumergir en agua durante 7 días. Luego aplique el procedimiento indicado en 9.2.4 y registre los valores como fuerza de falla al cortante (Inmersión en Agua) a los 7 Días.

**Requisito:** Resistencia al cortante debe ser mayor que  $10,5 \text{ kg/cm}^2$ .

**9.2.6. Resistencia a la fuerza cortante 4 semanas:** Tome 6 especímenes e individualmente cárguelos con carga de compresión a un rango de 1088,6 kg/min de hasta que se produzca la falla y registre el valor como la resistencia al cortante a las 4 semanas.

**Requisito:** Resistencia al cortante debe ser mayor que  $17,4 \text{ kg/cm}^2$ .

**9.2.7. Resistencia a la fuerza cortante 12 semanas:** Tome 6 especímenes e individualmente cárguelos con carga de compresión a un rango de 1088,6 kg/min de hasta que se produzca la falla y registre el valor como la resistencia al cortante a las 12 semanas.

**Requisito:** Resistencia al cortante debe ser mayor que  $17,4 \text{ kg/cm}^2$ .

## **9.3. Fuerza Cortante para Porcelanatos**

**9.3.1.** Prepare al menos 1 kg de mortero como se indica en el punto 9.1.

**9.3.2.** Ensamble los especímenes de muestra con las piezas de cerámica tipo C con una capa de mortero de  $3,0 \pm 0,5$  mm y con los separadores de acero inoxidable se le da una diferencia de distancia de  $3,0 \pm 0,5$  mm entre las piezas.

**9.3.3.** Una vez que se preparen los especímenes, manténgalos en el cuarto controlado hasta que cumplan la edad requerida para ser fallados, una vez que la cumplan, obtenga la resistencia al cortante de la siguiente forma:

**9.3.4. Resistencia al cortante a los 7 Días:** Tome 6 especímenes e individualmente cárguelos con carga de compresión a un rango de 163,4 kg/min, hasta que se produzca la falla y registre los valores como fuerza de falla al cortante a los 7 días.

**Requisito:** Resistencia al cortante debe ser mayor que  $10,5 \text{ kg/cm}^2$

**9.3.5. Resistencia al cortante (Inmersión en Agua) a los 7 Días:** Tome 6 especímenes pero en lugar de almacenarlos en el cuarto controlado, se deben sumergir en agua durante 7 días. Luego aplique el procedimiento indicado en 9.2.4 y registre los valores como fuerza de falla al cortante (Inmersión en Agua) a los 7 Días.

**Requisito:** Resistencia al cortante debe ser mayor que  $7,0 \text{ kg/cm}^2$ .

**9.3.6. Resistencia al cortante 4 semanas:** Tome 6 especímenes e individualmente cárguelos con carga de compresión a un rango de 163,4 kg/min de hasta que se produzca la falla y registre el valor como la resistencia al cortante a las 4 semanas.

**Requisito:** Resistencia al cortante debe ser mayor que  $10,5 \text{ kg/cm}^2$ .

**9.3.7. Resistencia al cortante 12 semanas:** Tome 6 especímenes e individualmente cárguelos con carga de compresión a un rango de 163,4 kg/min de hasta que se produzca la falla y registre el valor como la resistencia al cortante a las 12 semanas.

**Requisito:** Resistencia al cortante debe ser mayor que  $10,5 \text{ kg/cm}^2$ .

## 10. CALCULOS

### 10.1. Cálculo de la resistencia a la compresión

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

**Ecuación 1**

Donde:

$f_m$  = Resistencia a la compresión ( $\text{kg/cm}^2$ )

$P$  = Carga a la cual se produjo la falla (Kg)

$A$  = Área de la sección adherida del mortero ( $\text{cm}^2$ )

## 11. REPORTE

Los resultados se anotan en el “Registro para la determinación de la resistencia a la fuerza cortante en morteros CIVCO-RT-“.

## 12. PRECISIÓN

### 12.1 Cálculo del Examen Dixon para las muestras

Los valores que no reflejen una distribución normal de resistencia deben ser descartados cuando estos satisfagan el Examen Dixon para valores extremos.

Si  $\frac{X_2 - X_1}{X_4 - X_1} \geq 0.765$  los valores más bajos deben ser descartados.

Si  $\frac{X_4 - X_3}{X_4 - X_1} \geq 0.765$  los valores más altos deben ser descartados.

Ecuación 2

Donde:

$X_1, X_2, X_3, X_4$ , son lo observado en la resistencia de valores van de los más bajos a los más altos.

FIN

# **APENDICE 9**



Centro de Investigaciones en Vivienda y Construcción  
(CIVCO)

*LabCIVCO*

Instructivo técnico para la determinación  
de la Resistencia al cortante en morteros  
modificados con Látex según ANSI 118.4  
(08)

CIVCO-IT-

Versión: PRELIMINAR

Fecha de emisión:  
Instituto Tecnológico de Costa Rica  
ITCR

**55. ALCANCE**

- 55.1. Este método trata de determinar la resistencia a la fuerza cortante en morteros modificados con Látex basándose en la norma ANSI 118.4.
- 55.2. Se utilizarán solamente las unidades establecidas en el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**56. DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

**56.1. Documentos Externos**

- 2.1.1. American National Standard Specifications for Latex-Portland Cement Mortar A118.4. -1999. [Reaffirmed 2005].

**57. DEFINICIONES**

- 57.1. **Mortero modificado con Látex:** Es un mortero al cual se le adiciona algún polímero o sustancia (látex) que mejora las características del mismo como adherencia, absorción de agua y resistencia.
- 57.2. **Fuerza Cortante:** Es una fuerza que se va a inducir para producir el deslizamiento entre 2 piezas de cerámica y depende de la adherencia entre el mortero y la cerámica.
- 57.3. **Adherencia:** Atracción intermolecular entre las superficies de cuerpos distintos en contacto
- 57.4. **Mortero de Fraguado Rápido:** Es un mortero modificado capaz de obtener tiempo mas cortos de fraguado y resistencia.
- 57.5. **Morteros Antideslizantes:** Este es un mortero formulado específicamente formulado para reducir el deslizamiento de las piezas en instalaciones (especialmente verticales) de cerámica o porcelanatos.

## 58. RESUMEN DEL METODO

58.1. La fuerza de cortante se define como una variable que depende de la adherencia entre el mortero y la superficie de instalación, lo cual si no es tomada en cuenta puede entorpecer o hasta frenar el procedimiento de instalación, ante éstas circunstancias es importante siempre que el mortero indique dentro de sus propiedades la resistencia a la fuerza cortante.

## 59. SIGNIFICADO Y USO

59.1. La adicción de látex y polímeros a los morteros de cemento portland se han diseñado para mejorar algunos aspectos como la adherencia, reducir la absorción del agua y proporcionar una mayor resistencia a los golpes e impactos. Estos aditivos permiten una cierta libertad en el tiempo de trabajo, bajo ciertas condiciones y temperaturas. Los morteros de cemento Portland modificados con Látex varían en sus aplicaciones y características de rendimiento. Se debe consultar con el fabricante para determinar la idoneidad de sus productos para los usos deseados.

59.2. Básicamente, los aditivos de látex son emulsiones de agua que se añaden a los morteros de cemento portland en lugar de agua o el reemplazo de una parte del agua. Los componentes y el mezclado deben ser especificados por el fabricante para su uso en particular para polímeros en espray, polímeros de látex, aditivos secos, de la misma forma si se utiliza algún tipo distinto de arena. Estos morteros deben llevar más adición de agua para su uso que un mortero de cemento Portland.

## 60. SEGURIDAD

60.1. Este instructivo no pretende abarcar todos los problemas de seguridad, si los hay, asociados a su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma establecer las prácticas pertinentes de seguridad y salud. Además debe determinar la aplicabilidad de las limitaciones reglamentarias antes de su uso.

## 61. EQUIPO Y REACTIVOS

61.1. **Balanza:** Balanza digital con una resolución de 0,01 g para muestras con masa inferior a los 200 g (excluyendo la masa del recipiente) ó de 0,1 g para muestras con una masa mayor a 200 g.

61.2. **Cuarto para tiempo abierto:** Este debe ser un cuarto con condiciones atmosféricas controladas, la humedad relativa debe ser  $50 \pm 5 \%$  y la temperatura  $23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ .

61.3. **Piezas de cerámica:**

Tipo A-1: pieza con medidas de 108 x 54 mm de lado con un espesor de 8mm con una absorción de agua entre el 13% y 15%.

Tipo C: pieza con medidas de 50 x 50 mm de lado con un espesor de 6mm con una absorción de agua entre 0 y 0,5%.

7.4 **Equipo de falla a Cortante:** Este equipo consiste en una pieza de madera de  $241,3 \pm 0,5$  mm por  $127,0 \pm 0,5$  mm con un espesor de  $25,4 \pm 0,5$  mm la cual tiene un sistema móvil donde se acomoda las muestras y se aplica carga de compresión sobre el canto de una de las piezas. (Ver figura 1).

7.5 **Máquina de Carga:** La máquina de carga aplica carga de compresión directa sobre un canto de la cerámica, tiene una capacidad de 15 000 kg dividido en dos indicadores de magnitud, el primero llega hasta una capacidad de  $3000,0 \pm 5$  kg y el segundo llega hasta los  $15000 \pm 25$  kg.

7.6 **Misceláneos:** Cuchillos, espátulas, trapos, cucharas, etc.

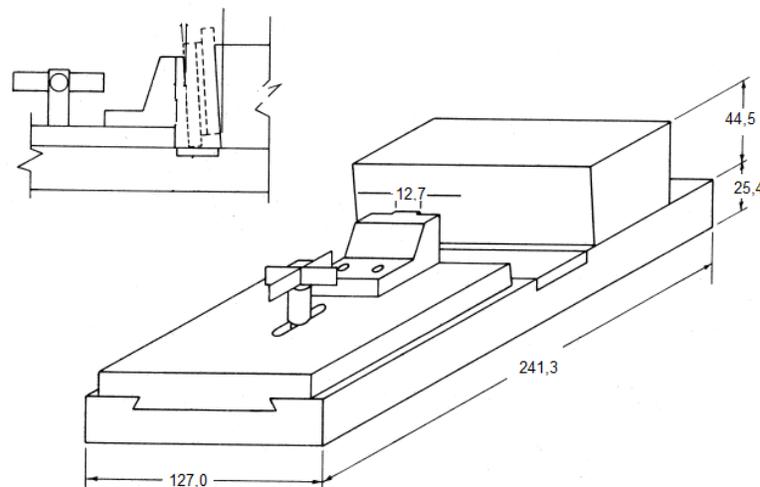


Figura 1. Equipo de falla a cortante (Fuente ANSI)

## 62. ESPECIMEN DE PRUEBA

62.1. Preparar al menos 2 kg de mortero para la elaboración de los especímenes de prueba.

## 63. PROCEDIMIENTO

### 9.1 Preparación del Mortero

63.1.1. Añada al mortero seco la cantidad de látex que el fabricante recomiende, y mezcle lentamente de forma manual.

63.1.2. Agregue la cantidad de agua que indique el fabricante, ésta debe ser constante a lo largo de toda la prueba, el agua debe ser potable (libre de contaminación) y a una temperatura de  $23 \pm 2$  °C.

63.1.3. Revuelva manualmente por un tiempo de 5 minutos (o como indique el fabricante) hasta obtener una mezcla trabajable, de consistencia uniforme, húmeda y libre de grumos. Esperar 15 minutos, volver a mezclar y usarla de inmediato a menos que se indique lo contrario

### 63.2. Fuerza Cortante para cerámica con cara esmaltada

63.2.1. Prepare al menos 1kg de mortero como se indica en el punto 9.1.

63.2.2. Ensamble los especímenes de muestra con las piezas de cerámica tipo A-1 con una capa de mortero de  $2,4 \pm 0,5$  mm y con los separadores de acero inoxidable se le da una diferencia de distancia de  $3,0 \pm 0,5$  mm entre las piezas.

63.2.3. Una vez que se preparen los especímenes, manténgalos en el cuarto controlado hasta que cumplan la edad requerida para ser fallados, una vez que la cumplan, obtenga la resistencia al cortante de la siguiente forma:

63.2.4. **Resistencia al cortante a 48 horas:** Tome 6 especímenes e individualmente cárguelos con carga de compresión a un rango de 1088,6 kg/min de hasta que se produzca la falla y registre los valores como fuerza de falla al cortante a las 48 horas.

**Requisito:** Resistencia al cortante debe ser mayor que  $7,0 \text{ kg/cm}^2$

63.2.5. **Resistencia al cortante 7 Días:** Tome 6 especímenes e individualmente cárguelos con carga de compresión a un rango de 1088,6 kg/min de hasta que se produzca la falla y registre los valores como fuerza de falla al cortante a los 7 días.

**Requisito:** Resistencia al cortante debe ser mayor que 20,9 kg/cm<sup>2</sup>.

63.2.6. **Resistencia al cortante (Inmersión en Agua) a los 7 Días:** Tome 6 especímenes pero en lugar de almacenarlos en el cuarto controlado, se deben sumergir en agua durante 7 días. Luego aplique el procedimiento indicado en 9.2.4 y registre los valores como fuerza de falla al cortante (Inmersión en Agua) a los 7 Días.

**Requisito:** Resistencia al cortante debe ser mayor que 14 kg/cm<sup>2</sup>.

63.2.7. **Resistencia a la fuerza cortante 4 semanas:** Tome 6 especímenes e individualmente cárguelos con carga de compresión a un rango de 1088,6 kg/min de hasta que se produzca la falla y registre el valor como la resistencia al cortante a las 4 semanas.

**Requisito:** Resistencia al cortante debe ser mayor que 20,9 kg/cm<sup>2</sup>.

63.2.8. **Resistencia a la fuerza cortante 12 semanas:** Tome 6 especímenes e individualmente cárguelos con carga de compresión a un rango de 1088,6 kg/min de hasta que se produzca la falla y registre el valor como la resistencia al cortante a las 12 semanas.

**Requisito:** Resistencia al cortante debe ser mayor que 20,9 kg/cm<sup>2</sup>.

### 63.3. Fuerza Cortante para Porcelanatos

63.3.1. Prepare al menos 1 kg de mortero como se indica en el punto 9.1.

63.3.2. Ensamble los especímenes de muestra con las piezas de cerámica tipo C con una capa de mortero de  $3,0 \pm 0,5$  mm y con los separadores de acero inoxidable se le da una diferencia de distancia de  $3,0 \pm 0,5$  mm entre las piezas.

63.3.3. Una vez que se preparen los especímenes, manténgalos en el cuarto controlado hasta que cumplan la edad requerida para ser fallados, una vez que la cumplan, obtenga la resistencia al cortante de la siguiente forma:

63.3.4. **Resistencia al cortante a los 7 Días:** Tome 6 especímenes e individualmente cárguelos con carga de compresión a un rango de 163,4 kg/min, hasta que se produzca la falla y registre los valores como fuerza de falla al cortante a los 7 días.

**Requisito:** Resistencia al cortante debe ser mayor que 14,0 kg/cm<sup>2</sup>

63.3.5. **Resistencia al cortante (Inmersión en Agua) a los 7 Días:** Tome 6 especímenes pero en lugar de almacenarlos en el cuarto controlado, se deben sumergir en agua durante 7 días. Luego aplique el procedimiento indicado en 9.2.4 y registre los valores como fuerza de falla al cortante (Inmersión en Agua) a los 7 Días.

**Requisito:** Resistencia al cortante debe ser mayor que 10,5 kg/cm<sup>2</sup>.

63.3.6. **Resistencia al cortante 4 semanas:** Tome 6 especímenes e individualmente cárguelos con carga de compresión a un rango de 163,4 kg/min de hasta que se produzca la falla y registre el valor como la resistencia al cortante a las 4 semanas.

**Requisito:** Resistencia al cortante debe ser mayor que 14,0 kg/cm<sup>2</sup>.

63.3.7. **Resistencia al cortante 12 semanas:** Tome 6 especímenes e individualmente cárguelos con carga de compresión a un rango de 163,4 kg/min de hasta que se produzca la falla y registre el valor como la resistencia al cortante a las 12 semanas.

**Requisito:** Resistencia al cortante debe ser mayor que 14,0 kg/cm<sup>2</sup>.

63.3.8. **Resistencia al cortante 4 semanas (congelamiento y descongelamiento):** Tome 6 especímenes, y durante las primeras cuatro semanas mantenga en ambiente controlado, luego sumérjalo en agua a una temperatura de 22 ± 1 °C por un período de 6 a horas. Retírelos y escurrirlos durante unos minutos. Colóquelos en un congelador a una temperatura de 18 ± 3 °C durante un mínimo de 12 horas, luego saque del congelador y repita este procedimiento para un total de 20 ciclos. Luego cárguelas con una carga de compresión de 163,4 kg/min hasta lograr la falla y registre los valores como la fuerza de falla al cortante a las 4 semanas (congelamiento y descongelamiento).

## 64. CALCULOS

### ***Cálculo de la resistencia a la compresión***

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

***Ecuación 1***

Donde:

fm= Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)

P= Carga a la cual se produjo la falla (Kg)

A= Área de la sección adherida del mortero (cm<sup>2</sup>)

## 65. REPORTE

Los resultados se anotan en el “Registro para la determinación de la resistencia a la fuerza cortante en morteros CIVCO-RT-“.

## 66. PRECISIÓN

### 12.1 Cálculo del Examen Dixon para las muestras

Los valores que no reflejen una distribución normal de resistencia deben ser descartados cuando estos satisfagan el Examen Dixon para valores extremos.

Si  $\frac{X_2 - X_1}{X_4 - X_1} \geq 0.765$  los valores más bajos deben ser descartados.

Si  $\frac{X_4 - X_3}{X_4 - X_1} \geq 0.765$  los valores más altos deben ser descartados.

Ecuación 1

Donde:

$X_1, X_2, X_3, X_4$ , son lo observado en la resistencia de valores van de los más bajos a los más altos.

FIN

## Anexos

1. Ley N° 8279
2. Norma ANSI 118.1
3. Norma ANSI 118.4
4. Norma ANSI 118.6
5. Norma ASTM C-109
6. Norma ASTM C-373
7. Norma ASTM C670-96

# Referencias

<http://www.firmadigital.go.cr/Documentos/Ley%208279.pdf>

- INTECO.2005. *Norma INTE-ISO/IEC 17025:2005: Requisitos Generales para la Competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración. NORMA INTE-ISO/IEC 17025:2005.* 1:38 p.
- ASTM. 2003. *ASTM C-670 Standard Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials* **AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). 2003 ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARS.**
- ASTM. 2003. *ASTM C-109 Standard Practice for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50-mm] Cube Specimens).* **AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). 2003 ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARS.**
- ASTM. 2003. *ASTM D-373 Standard Practice for Water Absorption, Bulk Density, Apparent Porosity, and Apparent Specific Gravity of Fired Whiteware Products.* **AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). 2003 ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARS.**
- ASTM. 2002. *ASTM D-305 Standard Practice for for Mixing of of Hydraulic Cement Pastes and Mortars of Plastic Consistency.* **AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). 2002 ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARS.**
- ASTM. 2002. *ASTM D-230 Standard Practice for Flow Table for Use in Tests of Hydraulic Cement.* **AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). 2002 ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARS.**
- ANSI. 2005. ANSI 118.1 American National Standard Specifications for Standard Cement Grouts for Tile Installation A118.6. 1999. [Reaffirmed 2005]. **AMERICAN NATIONAL STANDARDS FOR THE INSTALLATIONS OF CERAMIC TILE.**
- ANSI. 2005. ANSI 118.4 American National Standard Specifications for Latex-Portland Cement Mortar A118.4-1999. [Reaffirmed 2005]1999. [Reaffirmed 2005]. **AMERICAN NATIONAL STANDARDS FOR THE INSTALLATIONS OF CERAMIC TILE.**
- ANSI. 2005. ANSI 118.6 American National Standard Specifications for Standard Cement Grouts for Tile Installation A118.6-1999. [Reaffirmed 2005]1999. [Reaffirmed 2005]. **AMERICAN NATIONAL STANDARDS FOR THE INSTALLATIONS OF CERAMIC TILE.**
- Cuevas, R. 2009 diciembre. *Gestiones Técnicas y Logísticas necesarias para la Acreditación de 8 ensayos del LabCIVCO según la Norma INTE-ESI/IEC 17025:2005.* Proyecto Final de Graduación. Escuela de Ingeniería en Construcción, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 143 p.
- Fernández, S. 2007, diciembre, *Diseño de Procedimientos Técnicos Como Parte de un Sistema de Gestión de Calidad en Ensayos de laboratorio,* Proyecto de Graduación de Licenciatura, Escuela de Ingeniería de Construcción, Instituto Tecnológico de Costa Rica, 82p.