



RESUMEN

El Centro de Servicios y Análisis de la Universidad de Cuenca, es un centro que atiende entre otras a la industria cerámica del país. Actualmente está en proceso de acreditación de 8 ensayos que son requisitos para baldosas cerámicas, entre éstos están los contenidos en las normas INEN 651 Determinación de la Absorción de Agua e INEN 652 Determinación del módulo de Rotura; que estipulan que las baldosas deben secar en intervalos de 24h hasta peso constante o la diferencia de peso es menor al 0.1% del peso inicial, es decir un intervalo mínimo de 48 horas.

En este contexto, el trabajo de investigación tiene como objetivo determinar la posibilidad de disminuir y optimizar el tiempo de secado de las mismas a fin de mejorar el proceso. Para ello se planteó realizar un estudio mediante el diseño experimental con un modelo de diseño factorial 2^3 , para determinar si es posible disminuir este tiempo. Las variables que intervienen en el diseño son: Tiempo, Temperatura, Tipo de baldosa y Posición de las baldosas dentro de la estufa. El diseño no se aplicó debido a que no se obtuvo un dominio experimental de tiempo. Finalmente, se demuestra estadísticamente mediante el ANOVA DE UN FACTOR tomando en cuenta que este factor, el tiempo, es independiente para cada tipo de baldosa consiguiéndose, un óptimo para cada una, de acuerdo a los resultados obtenidos.



PALABRAS CLAVES

Baldosas

Secado

Normas INEN

Diseño Experimental

Anova de un Factor



ABSTRACT

The Center for Services and Analysis of the University of Cuenca is a facility that serves, among others, the ceramic industry in our country. Currently, this center is undergoing an accreditation process featuring 8 trials as requirements for ceramic tiles, such as the ones in the standards INEN 651: Determination of Water Absorption and INEN 652: Determination of the modulus of rupture; these stipulate that tiles should be dried in periods of 24 hours until a constant weight is obtained or until the weight difference is less than 0.1% of the initial weight, i.e., a minimum period of 48 hours.

In this context, this research aims to determine the possibility to reduce and optimize the drying time of the tiles in order to improve such process. For this purpose, it was necessary to conduct a study by experimental design with a 2^3 factorial design model to determine if this time can be reduced. The variables involved in the design are: time, temperature, type of tile, and tile position in the oven. The design was not applied because an experimental time domain was not achieved. Finally, it has been statistically demonstrated by a ONE-WAY ANOVA that this factor, time, is independent for each type of tile; an optimal period of time has been achieved for them according to these results.

KEYWORDS: Tiles, drying, INEN standards, experimental design, One-Way ANOVA.



3. ÍNDICE

DEDICATORIA	- 11 -
AGRADECIMIENTO	- 12 -
2. INTRODUCCIÓN	- 13 -
3. ÍNDICE	- 4 -
4. RESUMEN	- 1 -
5. REVISIÓN DE LA LITERATURA	- 16 -
CAPITULO I	- 16 -
1.1 Introducción	- 16 -
1.2 Servicios	- 16 -
1.3 Localización	- 19 -
1.4 Justificación del Tema	- 20 -
1.5 Normas que se van a aplicar en el estudio	- 23 -
CAPITULO 2	- 24 -
BALDOSAS CERÁMICAS	- 24 -
2.1. Introducción	- 24 -
2.2 Clasificación Según Normativa.	- 26 -
2.2.1. Grupos de baldosas por el método de moldeo	- 26 -
2.2.1.1 El relieve de las baldosas extruidas	- 26 -
2.2.1.2 El relieve de las baldosas prensadas en seco	- 27 -
2.2.2. Grupos de baldosas clasificadas según la absorción de agua	- 27 -
2.3 Proceso de Fabricación de Baldosas Cerámicas	- 28 -
2.3.1 Preparación de las materias primas.	- 33 -
2.3.2 Molturación	- 34 -
2.3.2.1 Molturación por vía húmeda y secado de la composición por atomización	- 35 -
2.3.2.2 Molturación por vía seca	- 37 -
2.3.3 Conformación de las piezas.	- 38 -
2.3.3.1 Prensado en seco.	- 38 -
2.3.3.2 Extrusión.	- 39 -
2.3.4 Secado de piezas conformadas.	- 39 -
2.3.5 Cocción o cocciones, con o sin esmaltado.	- 40 -
2.3.5.1 Esmaltado.	- 41 -



2.3.6. Decoración	- 42 -
2.3.7. Cocción de las piezas.	- 42 -
2.3.8 Tratamientos adicionales.	- 44 -
2.3.9 Clasificación y embalado.	- 45 -
2.4. Secado de Baldosas Cerámicas	- 45 -
2.4.1 Condiciones externas	- 47 -
2.4.2 Condiciones internas	- 48 -
2.4.3 Métodos de secado	- 48 -
2.4.4 Fases de secado	- 48 -
CAPITULO 3	- 50 -
DISEÑO EXPERIMENTAL	- 50 -
3.1. Experimentación	- 50 -
3.1.1. Ciclo de Deming	- 52 -
3.2. Definición de Diseño Experimental	- 53 -
3.3 Objetivos del Diseño Experimental	- 54 -
3.4 Ventajas del Diseño Experimental.	- 54 -
3.5 Desventajas del Diseño Experimental	- 55 -
3.6 Etapas de un Diseño Experimental Factorial	- 55 -
3.6.1 Análisis del Problema	- 57 -
3.6.2 Planificación de los Experimentos	- 57 -
3.6.3 Ejecución de los Experimentos	- 58 -
3.6.4 Tratamiento Estadístico de los Datos y Análisis de Resultados	- 59 -
3.7 Escalado de las Variables	- 60 -
3.8 Diseño Factorial a dos Niveles y “K” Factores	- 60 -
3.8.1 Descripción	- 61 -
3.9 Determinación de los Efectos Significativos	- 63 -
3.9.1 Error Experimental	- 64 -
3.10 Inferencia Estadística	- 65 -
3.11 ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)	- 65 -
3.11.1 Definición	- 65 -
3.11.2 Supuestos de Anova	- 66 -
3.11.3. Tipos de Modelos	- 67 -
3.11.3.1. Número de factores:	- 68 -
3.11.3.2 Muestreo de niveles	- 68 -
3.11.3.3 Tipo de aleatorización:	- 68 -
3.11.4 Análisis de la Varianza con un Factor (Anova)	- 69 -
3.11.4.1 Grados de libertad	- 71 -
3.11.4.2 Pruebas de significación o estadístico de prueba	- 72 -
3.11.4.3 Tablas ANOVA	- 72 -



6. MATERIALES Y MÉTODOS	- 74 -
CAPITULO 4	- 74 -
4.1 EXPERIMENTACION	- 74 -
4.1.1 Diseño Experimental	- 74 -
4.1.1.1 Objetivo e Hipótesis:	- 74 -
4.1.1.2 Variables que intervienen en el Diseño	- 75 -
4.1.1.1 Prueba Previa	- 79 -
7. RESULTADOS	82
4.1.1.1.2 Resultados primera prueba previa.	82
4.2. Tamaño de la muestra	91
4.2.1 Calculo del tamaño de la muestra	92
4.2.1.1 Calculo de la varianza	93
8. ANÁLISIS DE RESULTADOS	106
CAPITULO 5	106
ANOVA DE UN FACTOR	106
5.1 Introducción	106
5.2. Calculo de ANOVA	107
5.2.1 TIPO DE BALDOSA I: 0,5% - 3% A.A	108
5.2.1.1 Calculo de la suma de cuadrados	108
5.2.1.2 Calculo de los cuadrados medios de tratamientos y del error	109
5.2.1.3 Calculo del estadístico de prueba	110
5.2.1.4 Determinación del estadístico de prueba crítico	110
5.2.2 TIPO DE BALDOSA II: 3%-6% A.A	113
5.2.2.1 Tabla de Anova de los resultados	113
5.2.3 TIPO DE BALDOSA III: 6%-10% A.A	115
5.2.3.1 Tabla de Anova de los resultados	116
5.2.4 TIPO DE BALDOSA IV: >10% A.A	118
5.2.4.1 Tabla de Anova de los resultados	119
5.2.5 Ensayo adicional	124
5.2.5.1 TIPO 1: 0,5%-3%A.A	124
5.2.5.2 TIPO II: 3% - 6%A.A	125
5.2.5.3 TIPO III: 6% - 10%A.A	127
5.2.5.4 TIPO IV: > 10%A.A	128



9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	130
CAPITULO 6	130
6.1 CONCLUSIONES	130
6.2 RECOMENDACIONES	134
10. BIBLIOGRAFÍA	136
11. ANEXOS	137
ANEXO I NORMAS INEN	138
ANEXO II: TABLAS	165
ANEXO III DATOS PRUEBA PREVIA	167
ANEXO IV DATOS PARA ANOVA	184



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Yo, Jessica Marisol Delgado Peres, autor de la tesis "Determinación del tiempo óptimo de secado de baldosas cerámicas para ensayos descritos en la normas INEN 651:2000 e INEN 652:2000 en el Cesemin", reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniero Químico. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, 15 de Enero del 2013

Jessica Marisol Delgado Peres
0105618631

Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316

e-mail cdjbv@ucuenca.edu.ec casilla No. 1103

Cuenca - Ecuador



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Fundada en 1867

Yo, Jessica Marisol Delgado Peres, autor de la tesis "Determinación del tiempo óptimo de secado de baldosas cerámicas para ensayos descritos en la normas INEN 651:2000 e INEN 652:2000 en el Cesemin", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor/a.

Cuenca, 15 de Enero del 2013

Jessica Marisol Delgado Peres
0105618631

Cuenca Patrimonio Cultural de la Humanidad. Resolución de la UNESCO del 1 de diciembre de 1999

Av. 12 de Abril, Ciudadela Universitaria, Teléfono: 405 1000, Ext.: 1311, 1312, 1316

e-mail cdjbv@ucuenca.edu.ec casilla No. 1103

Cuenca - Ecuador

UNIVERSIDAD DE CUENCA



UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS



ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**“DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ÓPTIMO DE SECADO DE BALDOSAS
CERÁMICAS PARA ENSAYOS DESCRITOS EN LA NORMAS INEN 651:2000
Y INEN 652:2000 EN EL CESEMIN”**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO QUÍMICO**

AUTOR: JESSICA MARISOL DELGADO P.

DIRECTOR: ING. QUIM CATALINA PEÑAHERRERA

CUENCA – ECUADOR

2012



DEDICATORIA

A Dios, por haberme permitido culminar mi tesis y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

JESSICA



AGRADECIMIENTO

Debo agradecer de manera especial y sincera a la Ing. Química Catalina Peñaherrera por aceptarme para realizar esta tesis bajo su dirección, su apoyo y confianza en mi trabajo y su capacidad para guiar mis ideas ha sido muy importante. Le agradezco también el haberme facilitado siempre los medios suficientes para poder llevar a cabo todas las actividades propuestas durante el desarrollo de esta tesis.



2. INTRODUCCIÓN

El objetivo central de esta investigación es “Determinación del tiempo óptimo de secado de baldosas cerámicas para ensayos descritos en la normas INEN 651:2000 y INEN 652:2000 en el Cesemin”.

Este tema se consideró debido a que el Centro de Servicios y Análisis de Minerales de la Universidad de Cuenca se encuentra desarrollando un proyecto, mediante convenios firmados con la Cámara de Industrias de Cuenca y el Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO), para realizar los ensayos de verificación de la calidad de la cerámica plana y el contenido de plomo y cadmio en vajillas cerámicas que se comercializan en el Ecuador.

Para ello se debe acreditar 8 ensayos técnicos cerámicos que son requisitos para cerámica plana, entre estos ensayos se encuentran los citados anteriormente donde se requiere del secado de las baldosas cerámicas con la siguiente secuencia: se debe secar la baldosa en intervalos de 24h hasta peso constante o la diferencia de peso menor al 0.1% del peso inicial, es decir un intervalo mínimo de 48 horas. Este tiempo se considera excesivo para realizar un análisis por lo que en esta monografía se pretende averiguar si es posible disminuir este factor, lo que viene a ser la hipótesis de esta tesis.



Para demostrar esta hipótesis se empleará el diseño experimental con un modelo de diseño factorial 2^3 , considerando como variables de entrada: Tiempo, Temperatura, Tipo de baldosa y Posición de las baldosas dentro de la estufa; y una prueba previa para determinar los dominios experimentales del variable tiempo.

El diseño no se aplicó debido que a que en los intervalos de tiempo empleados en la prueba no se obtuvo una diferencia significativa de peso de la baldosa, lo que conlleva a demostrar estadísticamente mediante el ANOVA DE UN FACTOR, los tiempos óptimos para cada tipo de baldosa.

El presente trabajo consta de cinco capítulos, el primer capítulo contiene la información sobre el Centro de Servicios y Análisis de Minerales como objetivos, servicios, localización, entre otros. El segundo capítulo se refiere a las baldosas cerámicas, tipos, procesos de formación, debido a que no se disponía de información sobre el secado de baldosas cerámicas terminadas se investigó sobre el secado de sólidos en general. En el tercer capítulo contiene todo lo relacionado al diseño experimental que se pretendía aplicar y el ANOVA DE UN FACTOR con los pasos requeridos para emplearlo. Los dos siguientes capítulos están referidos a los análisis de datos obtenidos en las pruebas previas realizadas, y la aplicación del ANOVA para cada tipo de baldosa con los resultados calculados en el programa de análisis de datos de Excel.



Al final se estableció de acuerdo al análisis de datos un tiempo óptimo general para los tipos de baldosas empleados, considerando el mayor valor de tiempo obtenido como el más recomendable de aplicar.



5. REVISIÓN DE LA LITERATURA

CAPITULO I

1.1 Introducción

El CESEMIN se inició como Proyecto P-BID-128 como resultado del programa BID- FUNDACYT para complementar la planta cerámica de la Universidad de Cuenca, e implementar un laboratorio especializado de análisis químicos en el área de minerales metálicos, no metálicos, técnico cerámico y afines. Dispone de un espacio físico aproximado de 400m² distribuidos en diferentes laboratorios. Cuenta con profesionales experimentados en cada área.

Su finalidad es apoyar a la investigación y prestar servicios a la zona de influencia de la Universidad de Cuenca en las diferentes actividades relacionadas con los minerales metálicos y no metálicos, especialmente las vinculadas con la industria cerámica, la pequeña y mediana minería, la metalurgia, así como en otras áreas que el desarrollo de la comunidad lo exija.

1.2 Servicios

Los servicios que presenta el CESEMIN son los siguientes:

1.2.1. - Análisis químicos

1.2.1.1. Minerales no metálicos:



- Arcillas, caolines, calizas, yeso, etc.
- SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P, Fuego.

1.2.1.2. Cementos

1.2.1.3. Fritas y Vidriados

1.2.1.4. Cerámica: Pb y Cd en vidriados cerámicos.

1.2.1.5. Minerales Metálicos:

- Muestras geoquímicas y placeres aluviales.
- Au, Ag, Cu, Pb, Fe, Zn, Cd, As, Ni, Pt, otros.

1.2.1.6. Aguas: Pb, Cd, Hg, As, etc. (metales pesados).

1.2.1.7. Suelos: Pb, Cd, Hg, As, etc. (metales pesados).

1.2.1.8. Fundiciones: Análisis de metales

1.2.1.9. Aleaciones de metales preciosos:

- Fineza: oro
- Aleaciones de plata: Ag y otros metales

1.2.2. Análisis Técnico Cerámicos

1.2.2.1 Análisis Físicos

- Granulometría
- Porcentaje de humedad
- pH
- Plasticidad
- Contracción al secado, quema y total
- Absorción de agua

1.2.2.2 Análisis Térmicos



- Dilatometría: materiales crudos y coeficientes de dilatación
- Gradiente de temperatura
- Cocción hasta 1650 grados centígrados

1.2.2.3 Pruebas de Fiabilidad

1.2.3. Contaminación

Metales en agua, aire y suelo

1.2.4. Otros

Para los análisis químicos contamos con equipos de Absorción Atómica con horno de grafito que nos permiten realizar las siguientes técnicas de análisis:

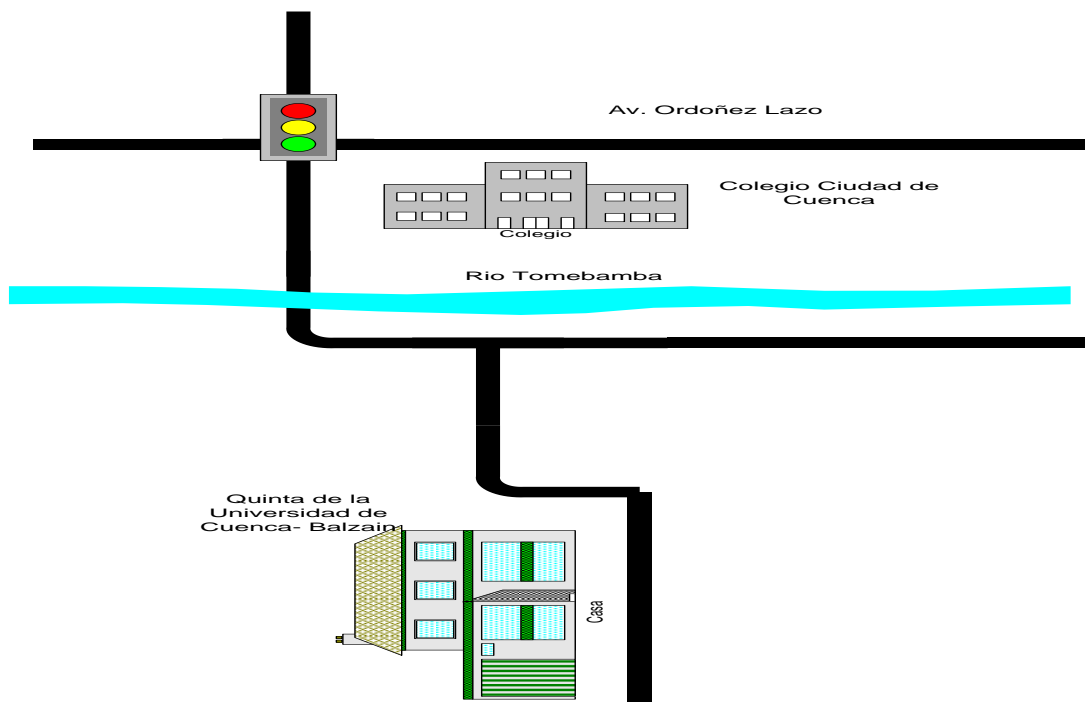
- Absorción Atómica
- Emisión Atómica
- Generación de Hidruros
- Horno de Grafito
- También disponen de un microscopio óptico y una planta piloto de cerámica con equipos para trituración, molienda, extrusionadora, filtro prensa, disgregador de arcillas y hornos.

1.3 Localización

El CESEMIN se encuentra ubicado en la Quinta de Balzain perteneciente a la Universidad de Cuenca.

Teléfonos: 07 4089561 – 087209315

Email: cesemin@ucuenca.edu.ec





1.4 Justificación del Tema

En la actualidad el Cesemin se encuentra desarrollando un proyecto, mediante convenios firmados con la Cámara de Industrias de Cuenca y el Ministerio de Industrias y Productividad (MIPRO), para realizar los ensayos de verificación de la calidad de la cerámica plana y el contenido de plomo y cadmio en vajillas cerámicas que se comercializan en el Ecuador. Para ello se debe acreditar 8 ensayos técnicos cerámicos que son requisitos para cerámica plana, de acuerdo a las normas técnicas ecuatorianas correspondientes que se indican a continuación:



Pruebas	Norma NTE
	INEN
Resistencia al cuarteado de baldosas esmaltadas.	647
Determinación de la resistencia a los agentes químicos.	648
Determinación de las dimensiones y calidad superficial.	650
Determinación de la absorción de agua: método de ebullición.	651
Determinación del módulo de rotura y la resistencia a la rotura.	652
Determinación de la resistencia a la abrasión profunda de baldosas sin esmaltado.	2189
Determinación de la resistencia a la abrasión superficial de baldosas esmaltadas.	2190
Determinación de la resistencia a las manchas.	2198
Productos cerámicos	1802
Vajilla	
Determinación de la solubilidad de plomo y cadmio.	

Los análisis de Determinación del Módulo de Rotura y Determinación de Absorción de agua en baldosas cerámicas, según las normas INEN 651 Y 652 respectivamente, dentro de sus procedimientos requieren un tiempo de secado de mínimo 48 horas, con la siguiente secuencia:

- Secar 24h las piezas,
- Enfriar hasta temperatura ambiente,



- Pesar,
- Secar nuevamente 24h,
- Enfriar y
- Pesar y verificar peso constante

Implica mínimo 60 horas de uso de la estufa, lo que vuelve a la estufa un cuello de botella para el desarrollo de la cantidad de estos ensayos que se pueden efectuar por mes, tiempo que se considera muy elevado, por lo que el objetivo de la tesis es tratar de reducirlo.

Para ello se estableció un diseño experimental para la reducción del mismo mediante una serie de experimentos y réplicas, empleando como variables: tiempo, temperatura, y posición de la baldosa dentro del secador.

El fin de esta investigación es determinar un tiempo óptimo de secado de baldosas cerámicas para los ensayos indicados empleando un diseño factorial 2^k y de ser posible validar el método con la consecuencia de proponer un cambio de la norma en el futuro.

El CESEMIN se encuentra en un proceso de acreditación y asignación por lo que al optimizar el tiempo de secado de baldosas para los ensayos traerá beneficios como:



- Rapidez en el proceso de los análisis.
- Reducción de tiempo de entrega de resultados de los análisis a sus clientes,
- Disminución en la utilización de la estufa y por consiguiente menor costo de energía, también estarán en capacidad de realizar un mayor número de análisis en ese período de tiempo ya que se eliminaría el posible cuello de botella en el que se convertiría la estufa.

1.5 Normas que se van a aplicar en el estudio

Las normas que van a estar influenciadas con el estudio propuesto de reducción del tiempo de secado de baldosas cerámicas para los ensayos son:

NTE INEN 651:2000 Baldosas Cerámicas. Determinación de la Absorción de agua, Porosidad aparente, Densidad relativa aparente y densidad total.

NTE INEN 652:2000 Baldosas Cerámicas. Determinación del Módulo de Rotura y la Resistencia a la Rotura. **Las normas indicadas se encuentran en el Anexo 1.**



CAPITULO 2

BALDOSAS CERÁMICAS

2.1. Introducción

Hoy en día, las baldosas cerámicas se han convertido en uno de los elementos más populares cuando se trata de decorar nuestras casas, ya que las podemos apreciar en los pisos y paredes mostrando la resplandeciente y suave textura de su superficie.

Se reconoce ampliamente su resistencia así como su facilidad de limpieza; además, presentan una innumerable cantidad de diseños. Y no sólo son utilizadas para el hogar, sino que su uso se ha distribuido masivamente por restaurantes, hospitales, hoteles, plazas y en muchas otras locaciones de cada ciudad.

Según la norma INEN 644:2000 las baldosas cerámicas se definen como: Placas de poco grosor de arcilla y/u otras materias primas, generalmente utilizadas como revestimientos de pisos y paredes, usualmente moldeadas por extrucción o prensado a temperatura ambiente pero también pueden ser moldeadas por otros procesos, seguidamente son secadas y posteriormente cocidas a suficiente temperatura para que se desarrollen las propiedades requeridas; las baldosas pueden ser esmaltadas o no esmaltadas y son incombustibles e inalterables por la luz.



El empleo de las baldosas cerámicas como revestimiento de paredes o como pavimento, ha dependido tradicionalmente de sus características técnicas, aunque también depende de sus características estéticas.

- Las baldosas esmaltadas de elevada porosidad (10-18%) suelen ser empleadas para revestimientos de paredes.
- Las baldosas con soporte de baja porosidad (<3%) se destinan normalmente a pavimentos.
- Debido a la creciente demanda de productos con mejores prestaciones técnicas (resistencia mecánica, resistencia a la abrasión, a la helada y baja porosidad), en los últimos años se ha desarrollado un nuevo tipo de producto denominado “gres porcelánico”, caracterizado por ser de baja porosidad (absorción de agua <0,5%).

Características del producto cerámico:

Las características que se le exige a los productos cerámicos de pavimento y revestimiento son:

- Constancia dimensional.
- Lados siempre paralelos, perpendiculares y superficies planas.
- Resistencia a las manchas.



- Resistencia al ataque químico: ácido y básico.
- Resistencia mecánica
- Resistencia a la abrasión
- Resistencia al cuarteo, a las heladas, al desconchado
- Características estéticas.
- Brillo igualmente repartido en toda la pieza.

2.2 Clasificación Según Normativa.

Según las norma INEN 644 citada anteriormente, la clasificación básica de las baldosas cerámicas resulta del método utilizado para su moldeo y de la absorción de agua.

2.2.1. Grupos de baldosas por el método de moldeo

Las baldosas pueden ser moldeadas:

- Por extrusión forman el grupo A.
- Por prensado en seco forman el grupo B.

2.2.1.1 El relieve de las baldosas extruidas

Tiene la forma de estrías longitudinales paralelas, más o menos pronunciadas, conservando las baldosas la misma sección transversal a lo largo de la dirección de las estrías.



2.2.1.2 El relieve de las baldosas prensadas en seco

Se distribuye sin dirección preferente y consiste en puntos o líneas ordenados en forma de cuadrícula, panal u otro diseño, incluso decorativo.

2.2.2. Grupos de baldosas clasificadas según la absorción de agua

La porosidad de las baldosas cerámicas se expresa por el porcentaje de absorción de agua sobre el peso total de la baldosa, medido según un ensayo normalizado. La absorción de agua es un parámetro asociado a la capacidad para retener agua de las baldosas cerámicas, determinado como la relación entre el aumento de masa por efecto del agua retenida y la masa inicial del material seco, expresada en porcentaje. La porosidad guarda una relación próxima con algunas de las restantes características de las baldosas cerámicas.

Tipos: La absorción de agua hasta el 3 % se considera baja (grupo I) y dentro de ella, hasta el 0,5 % muy baja (grupo Ia). Entre 3 y 6 %, se considera media-baja (grupo IIa) y entre 6 y 10 % media-alta (grupo IIb). Por encima del 10 % la absorción se considera alta (grupo III)¹.

TABLA 1. Clasificación de baldosas cerámicas con respecto a la absorción de agua y al moldeo

Moldeo	Grupo I $E \leq 3\%$	Grupo II _a $3\% \leq E < 6\%$	Grupo II _b $6\% \leq E < 10\%$	Grupo III $E > 10\%$
A Extruido	Grupo AI (ver anexo A de la NTE INEN 654)	Grupo All _{a-1} ¹⁾ (ver anexo B de la NTE INEN 654)	Grupo All _{b-1} ¹⁾ (ver anexo D de la NTE INEN 654)	Grupo AIII (ver anexo F de la NTE INEN 654)
		Grupo All _{a-2} ¹⁾ (ver anexo C de la NTE INEN 654)	Grupo All _{b-1} ¹⁾ (ver anexo E de la NTE INEN 654)	
B Prensado en seco	Grupo BI _a $E \leq 0,5\%$ (ver anexo G de la NTE INEN 654)	Grupo BII _a (ver anexo J de la NTE INEN 654)	Grupo BII _b (ver anexo K de la NTE INEN 654)	Grupo BIII ²⁾ (ver anexo L de la NTE INEN 654)
	Grupo BI _b $0,5\% < E \leq 3\%$ (ver anexo H de la NTE INEN 654)			
C Baldosas fabricadas por otros procesos	Grupo CI ³⁾	Grupo CII _a ³⁾	Grupo CII _b ³⁾	Grupo CIII ³⁾

1) Los grupos All_a y All_b están divididos en dos partes (parte 1 y parte 2) con especificaciones de producto diferentes.

2) El grupo BIII cubre únicamente a las baldosas esmaltadas. Hay una producción pequeña de baldosas no esmaltadas prensadas en seco con una absorción de agua mayor al 10% que no está cubierta por este grupo de productos.

3) Estas baldosas no están cubiertas por esta norma¹.

Las normas de las baldosas cerámicas se encuentran en el **anexo 1**.

2.3 Proceso de Fabricación de Baldosas Cerámicas

Tabla 1. Norma INEN 644



El proceso de fabricación de baldosas cerámicas se desarrolla en una serie de etapas sucesivas, que pueden resumirse de la siguiente manera:

- Preparación de las materias primas.
- Conformación y secado en crudo de la pieza
- Cocción o cocciones, con o sin esmaltado
- Tratamientos adicionales
- Clasificación y embalaje

Dependiendo de que el producto a fabricar sea esmaltado o no, de que éste se fabrique por un procedimiento de monococción, bicocción o tercer fuego, en un determinado proceso se realizará o no el esmaltado, o se modificará la secuencia de las etapas de esmaltado y de cocción en la forma adecuada.

Procesos de fabricación de baldosas cerámicas

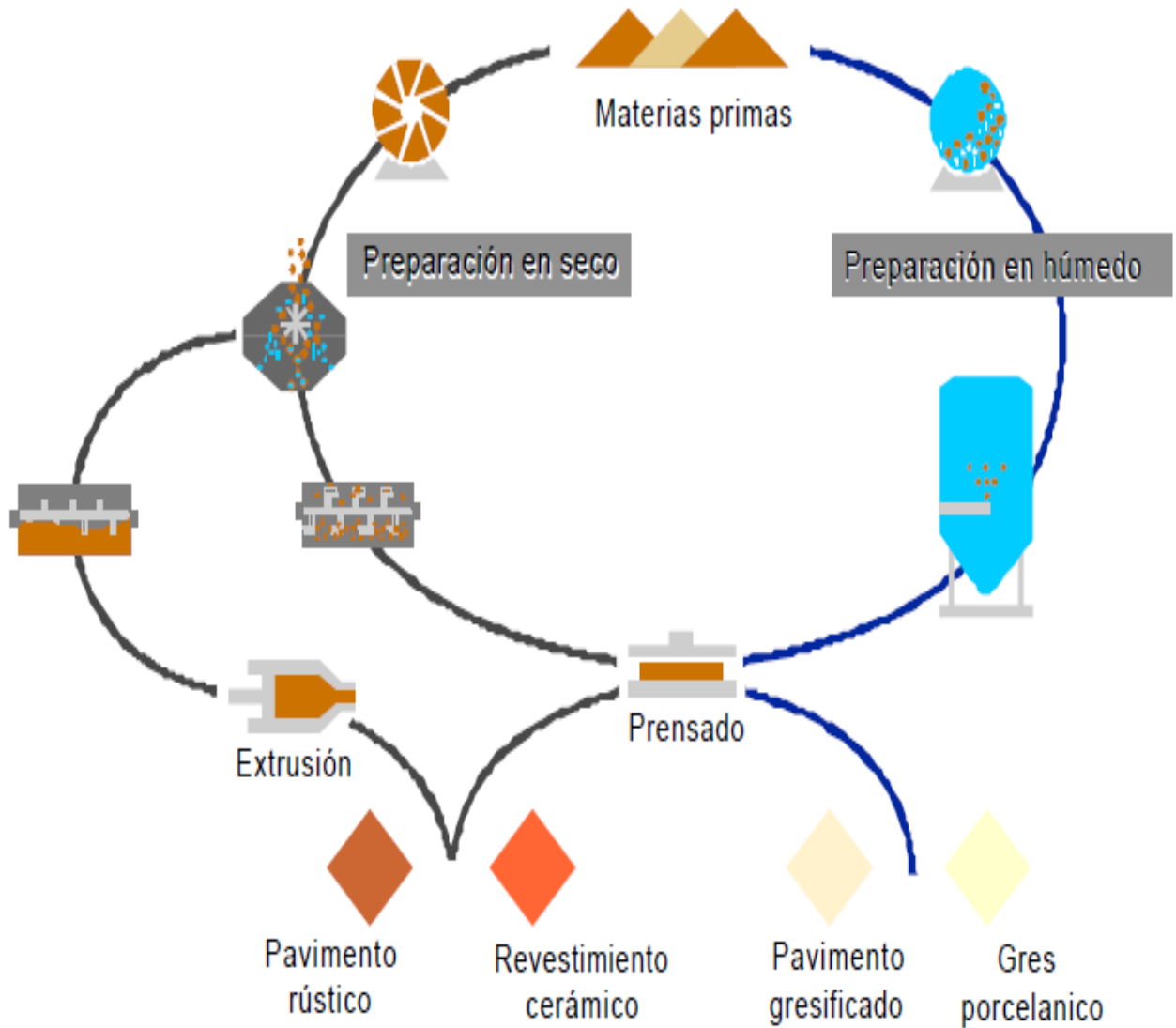


Figura 1. Diagrama de los procesos de fabricación considerados²

² Figura 1. Proceso de fabricación de baldosas Ecu cerámica. 25/08/2011



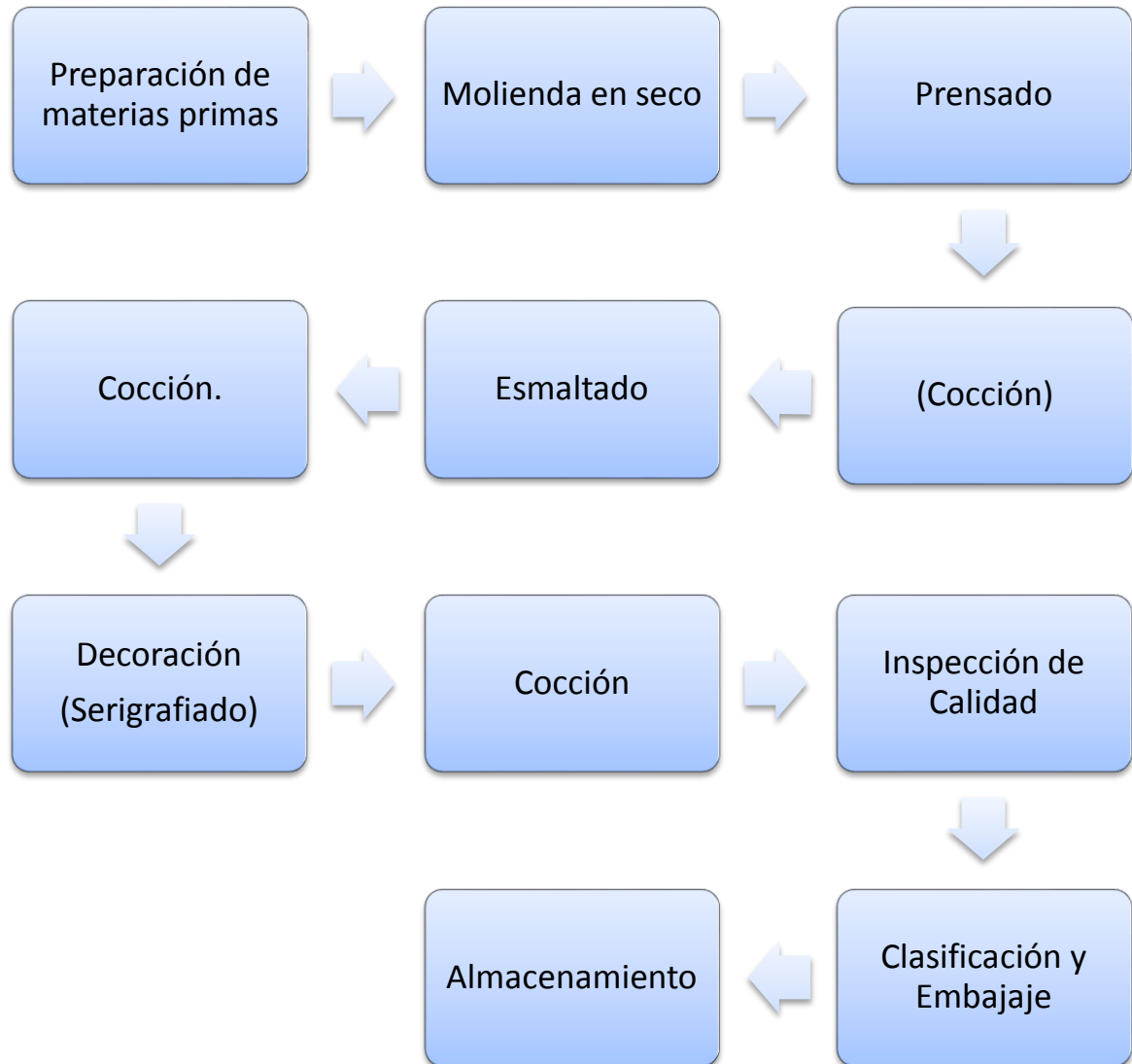
DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO POR PREPARACION EN HUMEDO³



³ Diagrama de Flujo del proceso de fabricación. 25/08/2011



DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO POR PREPARACION EN SECO⁴



⁴ Diagrama de Flujo del proceso de fabricación. 25/08/2011

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO POR EXTRUSIÓN⁵



2.3.1 Preparación de las materias primas.

Los materiales cerámicos son silicatos y aluminosilicatos en consecuencia son típicamente duros y frágiles con baja tenacidad y ductilidad. Se comportan

⁵ Diagrama de Flujo del proceso de fabricación. 25/08/2011



usualmente como buenos aislantes eléctricos y térmicos debido a la ausencia de electrones conductores, normalmente poseen temperaturas de fusión relativamente altas y, asimismo, una estabilidad relativamente alta en la mayoría de los medios más agresivos debido a la estabilidad de sus fuertes enlaces.

El proceso cerámico comienza con la selección de las materias primas que deben formar parte de la composición de la pasta, que son fundamentalmente arcillas, feldespatos, arenas, carbonatos y caolines.

2.3.2 Molturación

Una vez realizada la primera mezcla de los distintos componentes de la pasta cerámica, ésta se somete por lo general a un proceso de molturación, que puede ser:

- Vía seca (molinos de martillos o pendulares) o
- Vía húmeda (molinos de bolas continuos o discontinuos).

El material resultante de la molturación presenta unas características distintas si se efectúa por vía seca o por vía húmeda. En el primer caso se produce una fragmentación, manteniéndose tanto los agregados como los aglomerados de partículas, siendo el tamaño de partículas superior al obtenido por vía húmeda. Al elegir el tipo de molturación a emplear, un factor decisivo lo constituye el costo de la inversión a realizar en cada caso.



2.3.2.1 Molturación por vía húmeda y secado de la composición por atomización

El procedimiento que se ha impuesto totalmente en la fabricación de pavimentos y revestimientos cerámicos por monococción, como consecuencia de las importantes mejoras técnicas que supone, es el de vía húmeda y posterior secado de la suspensión resultante por atomización.

En el procedimiento de vía húmeda, las materias primas pueden introducirse total o parcialmente en el molino de bolas. A la suspensión resultante (barbotina) se le elimina una parte del agua que contiene hasta alcanzar el contenido en humedad necesario para cada proceso. El método más utilizado en la fabricación de pavimentos y revestimientos cerámicos es el secado por atomización.

El proceso de atomización es un proceso de secado, por el cual una suspensión pulverizada en finas gotas, entra en contacto con aire caliente para producir un producto sólido de bajo contenido en agua. El contenido en humedad presente en la suspensión (barbotina), suele oscilar entre 35% a 40%, este contenido en agua tras el proceso de atomización se reduce al 5% o 6%.

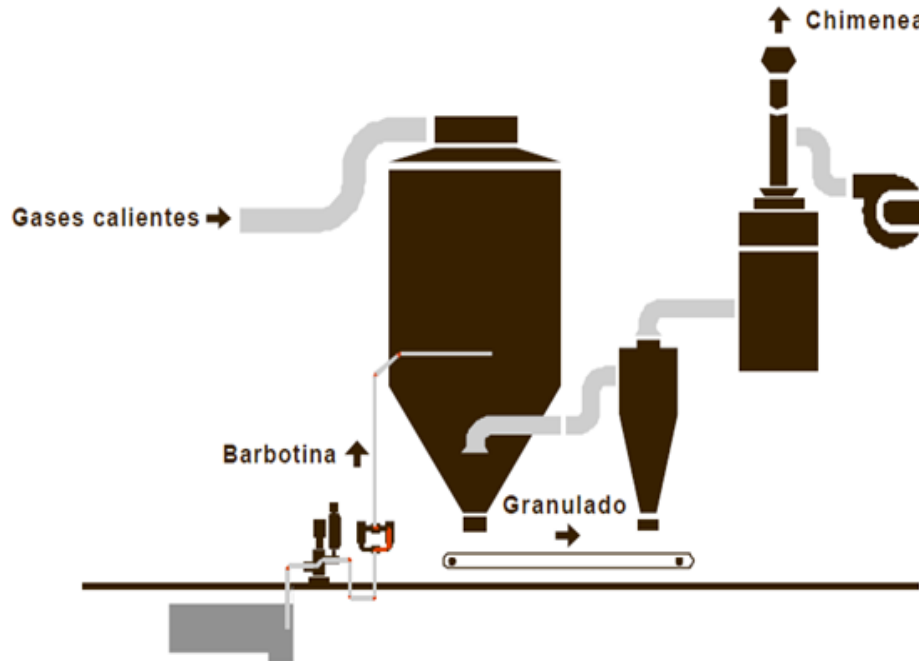


Figura 3. Esquema del proceso de secado por atomización⁶

Ventajas:

- ✓ La obtención de gránulos más o menos esféricos, huecos en su interior y muy uniformes, lo que confiere al polvo atomizado una elevada fluidez, facilitando las operaciones de llenado de los moldes de las prensas y prensado de piezas de gran formato.
- ✓ La consecución de dos operaciones, secado y granulación, a la vez y con el mismo equipo.
- ✓ Carácter continuo del proceso, por lo que puede ser automatizado.

⁶ Figura 3. Ecuaceràmica. 26/08/2011



2.3.2.2 Molturación por vía seca

La tecnología de molienda en seco puede utilizarse cuando se trata de materias primas muy homogéneas desde un punto de vista morfológico y de dureza, o cuando se deben elaborar materiales de calidad no excesivamente elevada o productos de Bicocción en general. La molturación vía seca, es más habitual en el caso de los productos de “cerámica estructural”. Ésta se realiza mediante molinos de martillos o pendulares, con el fin de reducir las dimensiones de los materiales arcillosos y de las impurezas. A continuación, se pasa a la etapa de mezclado y humectación, cuyo objetivo es reunir elementos de diferentes características para formar una única pieza que sea en todo momento homogénea. En la molturación por vía seca el consumo de agua es el necesario para humectar la composición hasta un 7-12% en base seca.

Ventajas

- Bajo consumo de agua.
- Bajo consumo de energía.
- Baja inversión económica. Simplicidad del sistema.

Inconvenientes

- Tamaño de la partícula relativamente grande, lo que implica tener limitaciones en el producto acabado (limitaciones en el conformado de piezas de grandes dimensiones, debido a la disminución de la resistencia mecánica).



- Baja fluidez, lo que implica dificultad en el llenado de los moldes de prensas y por tanto, limita el conformado por prensado de piezas de grandes dimensiones.
- Dificultad en el desarrollo de las siguientes etapas de fabricación.

2.3.3 Conformación de las piezas.

2.3.3.1 Prensado en seco.

El procedimiento predominante de conformación de las piezas es el prensado en seco (5-7% de humedad), mediante el uso de prensas hidráulicas. Este procedimiento de formación de pieza opera por acción de una compresión mecánica de la pasta en el molde y representa uno de los procedimientos más económicos de la fabricación de productos cerámicos de geometría regular.

El sistema de prensado se basa en prensas oleodinámicas que realizan el movimiento del pistón contra la matriz por medio de la compresión de aceite y presentan una serie de características como son:

- Elevada fuerza de compactación,
- Alta productividad,



- Facilidad de regulación y
- Constancia en el tiempo del ciclo de prensado establecido.

2.3.3.2 Extrusión.

Básicamente el procedimiento de conformación de pieza por extrusión consiste en hacer pasar una columna de pasta, en estado plástico, a través de una matriz que forma una pieza de sección constante.

Los equipos que se utilizan constan de tres partes principales:

- ❖ Sistema propulsor, el sistema propulsor más habitual es el sistema de hélice.
- ❖ Matriz y
- ❖ Cortadora.

2.3.4 Secado de piezas conformadas.

La pieza cerámica una vez conformada se somete a una etapa de secado, con el fin de reducir el contenido en humedad de las piezas tras su conformado hasta niveles lo suficientemente bajos (0,2-0,5 %), para que las fases de cocción y esmaltado se desarrollen adecuadamente.



En los secaderos que normalmente se utilizan en la industria cerámica, el calor se transmite en mayor parte por convección, desde gases calientes a la superficie de la pieza, participando ligeramente el mecanismo de radiación desde dichos gases y desde las paredes del secadero a dicha superficie.

Por lo tanto, durante el secado de piezas cerámicas, tiene lugar simultánea y consecutivamente un desplazamiento de agua a través del sólido húmedo y a través del gas. El aire que se utiliza debe ser lo suficientemente seco y caliente, pues se utiliza, no sólo para eliminar el agua procedente del sólido sino también para suministrar la energía en forma de calor, que necesita esa agua para evaporarse.

Actualmente el secado de las piezas se realiza en secaderos vertical u horizontal. La emisión resultante de la operación de secado es una corriente de gases a temperatura del orden de los 110°C y con muy baja concentración de partículas en suspensión arrastradas de la superficie de las piezas por esta corriente.

2.3.5 Cocción o cocciones, con o sin esmaltado.

En los productos no esmaltados, tras la etapa de secado se realiza la cocción. Asimismo, en el caso de productos esmaltados fabricados por bicocción,

tras el secado de las piezas en crudo se realiza la primera cocción. Proceso de cocción de las baldosas en el horno.⁷



2.3.5.1 Esmaltado.

El esmaltado consiste en la aplicación por distintos métodos de una o varias capas de vidriado con un espesor comprendido entre 75-500 micras en total, que cubre la superficie de la pieza. Este tratamiento se realiza para conferir al producto cocido una serie de propiedades técnicas y estéticas, tales como:

- Impermeabilidad,
- Facilidad de limpieza,
- Brillo, color, textura superficial y
- Resistencia química y mecánica

⁷ Fotos. Ecuacerámica.



Dependiendo del tipo de producto, de su temperatura de cocción, y de los efectos y propiedades a conseguir en el producto acabado, se formula una amplia variedad de esmaltes. En el proceso de pavimentos y revestimientos cerámicos se usan materias primas de naturaleza vítrea (fritas), preparadas a partir de los mismos materiales cristalinos como son sílices, feldespatos, óxidos sometidos previamente a un tratamiento térmico de alta temperatura.

2.3.6. Decoración

La serigrafía es la técnica mayoritariamente utilizada para la decoración de baldosas cerámicas, debido a su facilidad de aplicación en las líneas de esmaltado. Esta técnica se utiliza tanto en monococción como en bicocción y tercer fuego, y consiste en la consecución de un determinado diseño que se reproduce por aplicación de una o varias pantallas superpuestas. Estas pantallas presentan casi la totalidad de su superficie cerrada por un producto endurecedor, dejando libre de paso únicamente el dibujo que se va a reproducir. Al pasar sobre la pantalla un elemento que ejerce presión (rasqueta), se obliga a la pasta serigráfica a atravesarla, quedando la impresión sobre la pieza.

2.3.7. Cocción de las piezas.

La cocción de los productos cerámicos es una de las etapas más importantes del proceso de fabricación, ya que de ella dependen gran parte de las



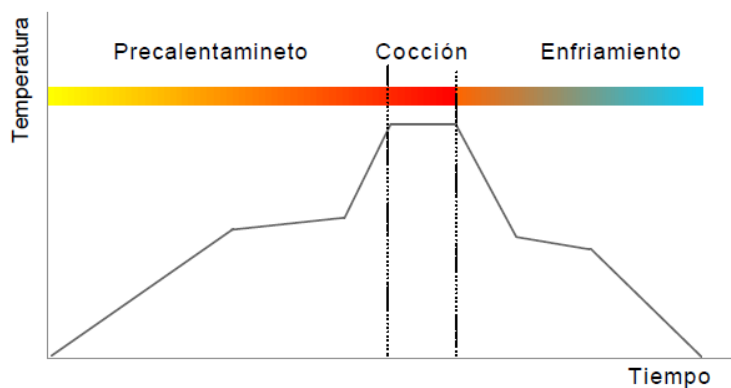
características del producto cerámico: resistencia mecánica, estabilidad dimensional, resistencia a los agentes químicos, facilidad de limpieza, resistencia al fuego, etc.

Las variables fundamentales a considerar en la etapa de cocción son,

- Ciclo térmico (temperatura-tiempo), y
- Atmósfera del horno

Estas variables deben adaptarse a cada composición y tecnología de fabricación, dependiendo del producto cerámico que se desee obtener.

Ciclo de cocción



La operación de cocción consiste en someter a las piezas a un ciclo térmico, durante el cual tienen lugar una serie de reacciones en la pieza que provocan cambios en su microestructura y les confieren las propiedades finales deseadas.

Los materiales cerámicos pueden someterse a una, dos o más cocciones:



- **Cocción única:** Las baldosas no esmaltadas reciben una única cocción.
- **Monococción:** Las baldosas esmaltadas, pueden someterse a una cocción tras la aplicación del esmalte sobre las piezas crudas.
- **Bicocción:** Las baldosas se someten a una primera cocción para obtener el soporte, al que se aplica el esmalte para pasar luego a una segunda cocción.
- **Cocción rápida:** La cocción rápida de las baldosas cerámicas, actualmente predominante, se realiza actualmente en hornos monoestrato de rodillos, que han permitido reducir extraordinariamente la duración de los ciclos de cocción hasta tiempos inferiores a los 40 minutos, debido a la mejora de los coeficientes de transmisión de calor de las piezas, y a la uniformidad y flexibilidad de los mismos.

2.3.8 Tratamientos adicionales.

En algunos casos, en particular en baldosas de gres porcelánico, se realiza una operación de pulido superficial de las piezas cocidas con lo que se obtienen baldosas homogéneas brillantes no esmaltadas.

2.3.9 Clasificación y embalado.

Por último con la etapa de clasificación y embalado finaliza el proceso de fabricación del producto cerámico.

La clasificación se realiza mediante sistemas automáticas con equipos mecánicos y visión superficial de las piezas. El resultado es un producto controlado en cuanto a su regularidad dimensional, aspecto superficial y características mecánicas y químicas.



Clasificación y embalaje de las baldosas.⁸

2.4. Secado de Baldosas Cerámicas

El secado de sólidos consiste en separar pequeñas cantidades de agua u otro líquido de un material sólido con el fin de reducir el contenido de líquidos residuales hasta un valor aceptable bajo.

⁸ Fotos. Ecuacerámica.



El secado es un término relativo y solo significa que hay una reducción del contenido de líquido desde un valor inicial hasta algún valor final aceptable. Dos procesos ocurren simultáneamente cuando un sólido húmedo es sometido a un secado térmico.

- Hay transferencia de energía (calor) de los alrededores para evaporar la humedad de la superficie.
- Hay transferencia de la humedad interna hacia la superficie del sólido.

La acumulación de vapor sobre la superficie de secado influye en la velocidad de secado y el manejo adecuado de estas condiciones es determinante para lograr un proceso satisfactorio.

Equilibrio en el contenido de humedad (Contenido mínimo de humedad higroscópica).- La humedad que está en equilibrio con el vapor contenido en el agente de secado. Este es el mínimo contenido de humedad en la cual un material puede teóricamente ser secado.

Contenido máximo de humedad higroscópica.- Es el equilibrio en el contenido de humedad del sólido cuando la humedad del ambiente está saturada.



Humedad higroscópica.- Es el líquido el cual ejerce presión de vapor menor que la de puro líquido a cierta temperatura provocada por la retención en poros pequeños, solución en paredes celulares, químicas o adsorción física.

La Humedad Ambiental

El aire que nos rodea contiene cantidades variables de vapor de agua cuyo origen podemos buscar en el ciclo que dicho líquido sigue en la naturaleza. La cantidad de vapor de agua que el aire puede contener disminuye a medida que aumenta la altitud y lo hace de forma incluso más acusada de lo que ocurre con la presión atmosférica. También la temperatura ambiental influye en la cantidad de vapor que puede contener el aire. Así, cuanto más frío es el aire, menos húmedo puede ser. Como vimos anteriormente, la humedad ambiental está estrechamente relacionada con la altitud y la temperatura. En lugares de alta montaña se disminuye la humedad ambiental, por lo que se habla de sequedad del aire allí respirado.

2.4.1 Condiciones externas

Durante la transferencia de calor en la cual se pretende eliminar el agua en forma de vapor de la superficie de la partícula, algunas condiciones toman un papel importante como son: la temperatura, flujo del aire y humedad, área de superficie expuesta al calor y presión. Ya que estas condiciones durante la etapa inicial del secado son importantes para remover la humedad de la superficie.



2.4.2 Condiciones internas

Los factores que pueden determinar la rapidez de secado son: la temperatura, su contenido de humedad y la naturaleza física dentro de la partícula. Durante la transferencia de calor hacia un material húmedo, un gradiente de temperatura se genera dentro del material mientras la evaporación de la humedad ocurre en la superficie. La evaporación hace que la humedad del material vaya desde el interior hacia la superficie, lo cual sucede a través de mecanismos como son: difusión, flujo capilar, presión interna causada por el encogimiento durante el secado.

2.4.3 Métodos de secado

Existen dos métodos para quitar la humedad de un sólido y son la evaporación y la vaporización, el primero ocurre cuando la presión del vapor de la humedad en la superficie del sólido iguala la presión parcial del gas en el aire; esto sucede por el aumento de temperatura de la humedad hasta el punto de ebullición. Por otro lado en la vaporización, el secado es llevado a cabo por convección, haciendo pasar aire caliente sobre el sólido húmedo. El aire es enfriado por el sólido y la humedad es transferida hacia el aire y en este caso la presión del vapor de la humedad sobre el sólido es menor que la presión parcial del gas en el aire.

2.4.4 Fases de secado

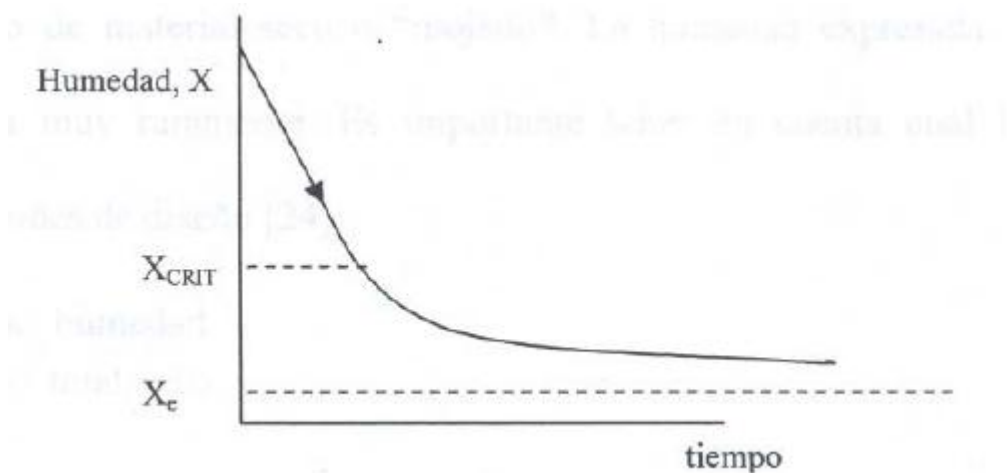
Se dan en dos fases:



1. Velocidad constante.
2. Velocidad decreciente.

El contenido de humedad durante estas dos fases ocurre en el punto de transición y se llama punto crítico conocido comúnmente como humedad crítica. Y se le conoce como período inicial a la etapa constante.

El comportamiento de la humedad con respecto al tiempo durante el proceso de secado se puede observar en la figura 2. Donde la parte uniforme corresponde al período de velocidad constante y la no uniforme a la velocidad decreciente.



Si el contenido de humedad es menor que el higroscópico, la velocidad de secado decrece, principalmente debido a la retención de la superficie de evaporación. Hay que tomar que el efecto de enfriamiento por evaporación cesa y la temperatura de superficie del material empieza a incrementarse gradualmente casi a la temperatura del agente de secado.



CAPITULO 3

DISEÑO EXPERIMENTAL

3.1. Experimentación

La experimentación es un método científico de investigación que consiste en realizar operaciones y prácticas cuyo objetivo es demostrar, comprobar o descubrir fenómenos o principios básicos, es decir comprobar en la práctica una hipótesis formulada sobre el valor de un procedimiento, factor o elemento; generalmente se usa un “testigo o control” que constituye el individuo o parcela experimental, que no recibe el tratamiento, cuyo efecto se desea conocer”⁹.

La experimentación proporciona los datos experimentales, en contraste con los datos de la observación; los cuales se representan por observaciones de las unidades elementales de una población o de una muestra, y no deben ser cambiados ni modificados. El objetivo es:

- Obtener información de calidad que permita desarrollar nuevos productos y procesos,
- Comprender mejor un sistema (un proceso industrial, un procedimiento analítico, etc.) y

⁹ GUTIÉRREZ Humberto, “Análisis y diseño de experimentos”, Ed. Mc Graw Hill, México. 2008.(pp 545).

- Tomar decisiones sobre como optimizarlo y mejorar su calidad, comprobar hipótesis científicas, etc.

Evidentemente que la experimentación debe ser planificada cuidadosamente para que proporcione la información buscada. En el proceso intervienen distintos tipos de variables o factores como se indica en la siguiente figura.

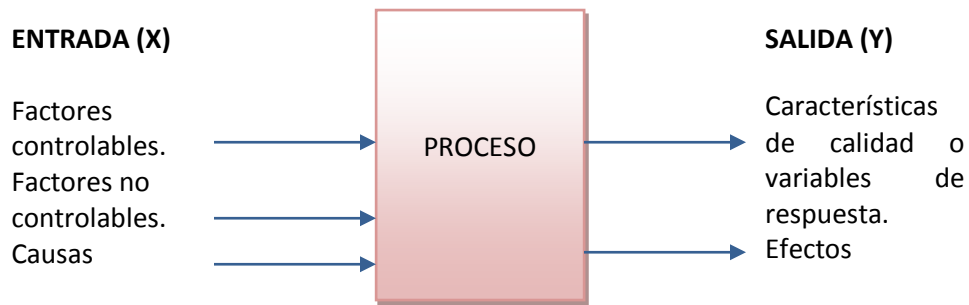


Figura 3.1. Variables de un proceso. Mc Graw Hill. 3/09/2011

En el diseño se considera las variables de entrada o factores (X) que son los que se investigan en el experimento para observar cómo afectan en la variable respuesta (Y), en la cual se conoce el efecto de cada prueba experimental.

3.1.1. Ciclo de Deming

Muchas estrategias de optimización y de mejora continua, y en particular el diseño de experimentos, embonan en el llamando Ciclo de Deming, el cual representa una estrategia a seguir para mejorar continuamente cada producto o proceso, y consiste en los cuatro pasos: planear, hacer, verificar o estudiar y actuar¹⁰.



Figura 3.2. Ciclo de Deming y los experimentos¹¹

Planear un experimento:

- Lo primero es localizar un problema importante que sea susceptible de determinarse con diseño de experimentos.

¹⁰ GUTIÉRREZ Humberto, "Análisis y diseño de experimentos", Ed. Mc Graw Hill, México. 2008.(pp 545).

¹¹ Figura 3.2 Mecatek.ar. 3/09/2012



- Una vez ubicado el problema se determina los factores controlables que pudieran tener alguna influencia sobre la característica de calidad de interés.
- Se diseña el plan experimental más adecuado a la situación, con lo cual quedan especificadas las corridas del proceso que han de realizarse: cuáles tratamientos y cuántas repeticiones de cada uno.

Hacer las corridas experimentales: Se prueba el proceso en cada tratamiento especificado en la etapa de planeación. Las corridas se realizan en orden aleatorio y de acuerdo al plan experimental seleccionado¹².

Verificar o analizar los resultados: Consiste en analizar los datos con las técnicas adecuadas. Verificar los supuestos y determinar el mejor tratamiento para la variable de respuesta que es objeto de estudio¹⁰.

Implementación de los resultados: Hacer pruebas confirmatorias para tener una mejor representatividad del desempeño del proceso en el nuevo tratamiento¹⁰.

3.2. Definición de Diseño Experimental

El diseño experimental es la aplicación de métodos científicos para generar conocimiento a cerca de un sistema o proceso. Esta herramienta se ha ido consolidando como un conjunto de técnicas estadísticas y de ingeniería, que

¹² GUTIÉRREZ Humberto, "Análisis y diseño de experimentos", Ed. Mc Graw Hill, México. 2008.(pp 545).



permiten lograr la máxima eficacia de los procesos con el mínimo costo. El diseño de experimentos es especialmente útil para crear calidad desde la fase de diseño del producto y del proceso; pero también permite lograr mejoras sustanciales en procesos ya establecidos¹³.

El diseñar experimentos es, entonces una secuencia completa de pasos previstos de antemano, para asegurar la obtención de datos apropiados, esto hará posible que poseamos una herramienta necesaria y útil para el análisis objetivo de la investigación, de tal manera que se conduzca a deducciones valederas con respecto a las soluciones.

3.3 Objetivos del Diseño Experimental

Los objetivos principales del diseño experimental son:

- Obtener un conocimiento inicial sobre un nuevo sistema en estudio.
- Determinar la influencia de los factores sobre las respuestas observadas.
- Optimizar respuestas
- Determinar la robustez del sistema¹⁴.

3.4 Ventajas del Diseño Experimental.

¹³ GUTIÉRREZ Humberto, "Análisis y diseño de experimentos", Ed. Mc Graw Hill, México. 2008.(pp 545).

¹⁴ Joan Ferré, F. Xavier Rius," introducción al diseño estadístico de experimentos".



1. Permite la utilización más eficiente de los recursos disponibles.
2. Los factores en estudio son evaluados bajo condiciones más cercanas a la realidad.
3. Permiten evaluar todas las posibles interacciones que existan entre los factores en estudio.
4. Elimina el efecto producto de las variables perturbadoras o extrañas, mediante el efecto de aleatorización.
5. Flexibilidad, eficiencia, simetría y manipulación estadística¹⁵.

3.5 Desventajas del Diseño Experimental

1. Podría no constituir el tipo de experimento más apropiado para obtener la información buscada.
2. Requieren un gran número de tratamientos, especialmente cuando se tienen muchos factores o muchos niveles de un mismo factor.

3.6 Etapas de un Diseño Experimental Factorial

La metodología de la planificación experimental necesita de algunos pasos que finalizan en la solución del problema en estudio. Esta serie de pasos son necesarios pues de otra forma el problema podría no ser resuelto o bien definido. Los pasos fundamentales en los que se desarrolla la metodología experimental para resolver un problema son:

¹⁵ GUTIÉRREZ Humberto, "Análisis y diseño de experimentos", Ed. Mc Graw Hill, México. 2008.(pp 545).

1. Análisis del problema.
2. Planificación de los experimentos.
3. Ejecución de los experimentos.
4. Tratamiento estadístico de los datos y análisis de resultados.
5. Responder las preguntas planteadas, sea directamente o utilizando un modelo matemático. Si es necesario, regresar a la etapa inicial (1).

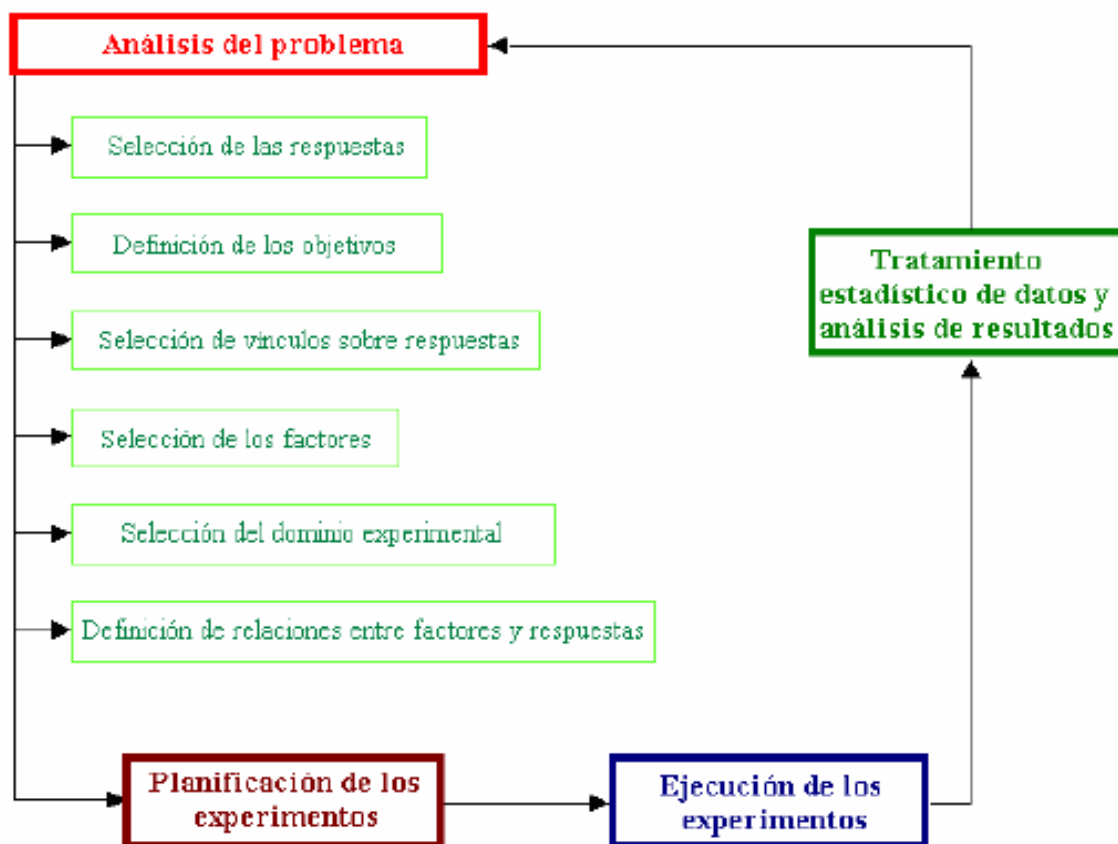


Figura 3.2. Ciclo de resolución de un diseño experimental. ¹⁶

¹⁶Figura 3.2. Carlson, R. 1992. *Design and optimization in organic synthesis*, Elsevier Science Publishers B.V.



3.6.1 Análisis del Problema

Es el primer paso en el ciclo de resolución y consiste en un análisis detallado del contexto conceptual y científico en el que se ubica la actividad a desarrollar. Esta fase se desarrolla antes de efectuar los experimentos; o en otros casos, a la luz de información que proviene de experimentos iniciales donde se sentarán las bases para que el experimento sea exitoso.

3.6.2 Planificación de los Experimentos

Esta etapa es la verdadera y propia fase en el cual se definen los experimentos que se tienen que realizar. Se trata entonces de elaborar una lista de los experimentos a desarrollar en el laboratorio, especificando el valor que cada factor en estudio debe tener en cada experimento, con la finalidad de medir una respuesta experimental en las condiciones establecidas de los factores, es decir en las condiciones experimentales establecidas. La selección de la técnica entre las varias disponibles depende del problema, del objetivo o del tipo de factores a estudiar¹⁷.

La planificación de los experimentos tiene una importancia crucial para conseguir los objetivos de la investigación. Esto indica, que si la proyección de los experimentos es efectuada de forma no adecuada, la información obtenida no será

¹⁷ GUTIÉRREZ Humberto, "Análisis y diseño de experimentos", Ed. Mc Graw Hill, México. 2008.(pp 545).



suficiente para alcanzar el objetivo, lo que no permitirá que el modelo sea útil, ni permita encontrar las condiciones de optimidad.

Un diseño factorial completo permite evaluar la importancia de todos los efectos principales, de todos los términos de interacción de segundo orden, y de todos los términos de interacción de orden superior, hasta interacciones entre todos los factores. En la siguiente tabla se indica el número de experimentos que se van a realizar de acuerdo al número de factores y los niveles para cada uno.

Factores	Niveles					
	2	3	4	5	6	7
2	4	9	16	25	36	49
3	8	27	64	125	216	343
4	16	81	256	625	1296	2401
5	32	243	1024	3125	7776	16807
6	64	729	4096	15625	46656	117649
7	128	2187	16384	78125	279936	823543
8	256	6561	65536	390625	1679616	5764801
9	512	19683	262144	1953125	10077696	
10	1024	59049	1048576	9765625	60466176	

Tabla 3.1. Número de experimentos para n niveles y k factores¹⁸

3.6.3 Ejecución de los Experimentos

Esta fase consiste en la realización efectiva de los experimentos planificados. En la ejecución de los experimentos es absolutamente necesario atenerse a los procedimientos estándares, de tal forma de evitar que la variación

¹⁸ Tabla 3.1. Carlson, R. 1992. *Design and optimization in organic synthesis*, Elsevier Science Publishers B.V.



relevante de la medida experimental dependa también de cómo el experimentador ha procedido al momento de efectuarla¹⁹.

El objetivo de un procedimiento estandarizado es el de reducir el error experimental y obtener la máxima repetitividad y reproducibilidad; para tal efecto es importante randomizar los experimentos de la lista de planificación.

3.6.4 Tratamiento Estadístico de los Datos y Análisis de Resultados

En el diseño experimental, el tratamiento de los datos consiste en utilizar los métodos de regresión, con referencia particular a la regresión de mínimos cuadrados multivariantes.

El análisis estadístico de resultados obtenido del modelo de regresión permite a través de los coeficientes de las variables, obtener toda la información necesaria para evaluar la importancia de los factores en el modelamiento del sistema. El papel de los coeficientes de regresión tiene una importancia relevante, por cuanto permite seleccionar los factores realmente significativos para la respuesta experimental estudiada, y poder eliminar definitivamente los factores poco influyentes sobre la misma respuesta.

¹⁹ GUTIÉRREZ Humberto, “Análisis y diseño de experimentos”, Ed. Mc Graw Hill, México. 2008.(pp 545).



3.7 Escalado de las Variables

Una de las razones por las que se recurre al escalado de las variables de los factores en el diseño experimental es justamente para proporcionar homogeneidad en los coeficientes del modelo vinculados de los factores y de los intervalos de variación para cada uno.

$$X_{MAX} = \text{valor máximo de cada variable } X' = +1$$

$$X_{MIN} = \text{Valor mínimo de cada variable } X' = -1$$

Este tipo de escalado de variables permite una mayor facilidad de interpretación de los factores, debido a que el coeficiente calculado del modelo está directamente relacionado con la importancia de los factores. La información obtenida no tiene influencia con la unidad de medida con que se expresa las diferentes variables.

3.8 Diseño Factorial a dos Niveles y “K” Factores

Un diseño experimental común es en el que todas las variables de entrada se ponen a dos niveles cada una. Estos niveles se llaman “Alto” y “Bajo” o “+1” y “-1”, respectivamente. Un diseño con todas las posibles combinaciones de las variables de entrada en los niveles alto/bajo se denomina un plan o diseño experimental factorial completo a dos niveles.



Si tenemos k factores, cada uno colocado a 2 niveles, un diseño experimental factorial completo tiene 2^k experimentos.

n. exp.	x_1	x_2	x_3	x_4
1	-	-	-	-
2	+	-	-	-
3	-	+	-	-
4	+	+	-	-
5	-	-	+	-
6	+	-	+	-
7	-	+	+	-
8	+	+	+	-
9	-	-	-	+
10	+	-	-	+
11	-	+	-	+
12	+	+	-	+
13	-	-	+	+
14	+	-	+	+
15	-	+	+	+
16	+	+	+	+

Tabla 3.2. Matriz del diseño a dos niveles para 1, 2, 3 y 4 variables²⁰

Cuando se tratan de más factores se emplean otros tipos de diseño como es el caso de los diseños fraccionarios.

3.8.1 Descripción

Considerando el diseño experimental factorial completo a dos niveles para tres factores, es decir un plan experimental 2^3 ; esto implica ocho experimentos (sin

²⁰ Tabla 3.2 Montgomery, DC. 2001. *Design and analysis of experiments*. Fifth edition. John Wiley & Sons, Inc.

contar las réplicas al punto cero). Gráficamente podemos representar este diseño 2^3 por el cubo mostrado en Figura 3.5. La dirección de las flechas muestra la dirección de aumento de los factores. Los números de las esquinas de referencia del cubo de plan muestran el orden normal de los experimentos.

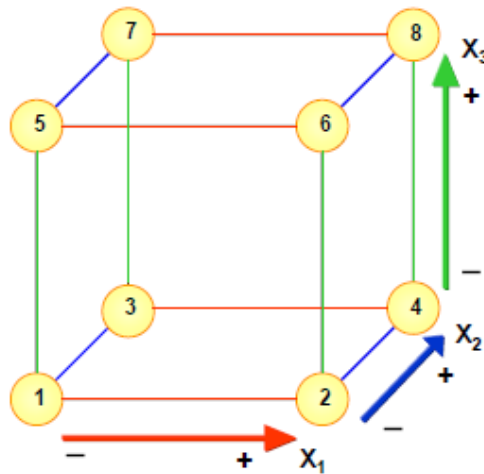


Figura 3.5. Representación de un diseño factorial completo a dos niveles y tres factores²¹

Un diseño factorial completo a 2 niveles y 3 factores tiene la siguiente matriz del diseño en la forma tabular, la cual viene derivada del gráfico anterior:

Exp	X_1	X_2	X_3	Y
1	-1	-1	-1	Y_1
2	1	-1	-1	Y_2
3	-1	1	-1	Y_3
4	1	1	-1	Y_4
5	-1	-1	1	Y_5
6	1	-1	1	Y_6
7	-1	1	1	Y_7
8	1	1	1	Y_8

Tabla 3.3. Matriz del diseño para dos niveles y 3 factores¹²

²¹ Figura 3.5; Tabla 3.3 Montgomery, DC. 2001. *Design and analysis of experiments*. Fifth edition. John Wiley & Sons, Inc.



De la matriz del diseño se construye la matriz del modelo, en la cual se adicionan columnas, las interacciones de dos, tres o n número de variables independientes que están siendo estudiadas:

Exp	I	X_1	X_2	X_3	X_1X_2	X_1X_3	X_2X_3	$X_1X_2X_3$	Y
1	1	-1	-1	-1	1	1	1	-1	Y_1
2	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	Y_2
3	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	Y_3
4	1	1	1	-1	1	-1	-1	-1	Y_4
5	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	Y_5
6	1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	Y_6
7	1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	Y_7
8	1	1	1	1	1	1	1	1	Y_8

Tabla 3.4. Matriz del modelo para dos niveles y 3 factores²²

3.9 Determinación de los Efectos Significativos

Una vez calculados los efectos de los factores, el objetivo fundamental se convierte en evaluar cuáles son los efectos relevantes para la respuesta y también cuales pueden ser razonablemente considerados como no influyentes, para lo cual se emplean diversos métodos estadísticos tales como modelos de regresión, normal probability Plot, entre otros; que determinarán los efectos significativos y no significativos del diseño desarrollado.

²² Tabla 3.4 Montgomery, DC. 2001. *Design and analysis of experiments*. Fifth edition. John Wiley & Sons, Inc.



3.9.1 Error Experimental

El error experimental [g] es una cantidad que juega un rol extremadamente relevante en todas las metodologías de investigación experimental. A más de su significado intrínseco que va de la mano a la precisión de las medidas experimentales, entre las diversas expresiones que definen la calidad de la experimentación, se tiene: el cálculo de los intervalos de confianza de los coeficientes de regresión y de las respuestas calculadas por un modelo de regresión.²³

Para el cálculo de la incertidumbre del efecto es necesario calcular el error experimental mediante réplicas de la misma medida, estas deben ser de un experimento ubicado en el centro del dominio experimental, o también con réplicas de experimentos diversos.

El error experimental sobre la respuesta se podrá calcular a partir de réplicas de un mismo experimento. La varianza de las respuestas para el experimento replicado puede ser utilizada como estimadora del error experimental.

²³ GUTIÉRREZ Humberto, “Análisis y diseño de experimentos”, Ed. Mc Graw Hill, México. 2008.(pp 545).



3.10 Inferencia Estadística

Comprende el conjunto de métodos estadísticos que permiten deducir (inferir) cómo se distribuye la población bajo estudio a partir de la información que proporciona una muestra representativa, obtenida de dicha población.

La inferencia siempre se realiza en términos aproximados y declarando un cierto nivel de confianza. Si se quiere mejorar el nivel de confianza, se deberá aumentar el tamaño de la muestra, o bien disminuir la precisión de la estimación, Recíprocamente, si se quiere aumentar la precisión en la estimación disminuyendo el tamaño del intervalo, entonces hay que aumentar el tamaño de la muestra o bien consentir un nivel de confianza menor. Finalmente, si se quiere mejorar tanto la precisión como el nivel de confianza, hay que tomar una muestra suficientemente grande.

3.11 ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)

3.11.1 Definición

El análisis de la varianza (ANOVA) es una potente herramienta estadística, de gran utilidad tanto en la industria, para el control de procesos, como en el laboratorio de análisis, para el control de métodos analíticos. Es un método muy flexible que permite construir modelos estadísticos para el análisis de los datos



experimentales. Básicamente es un procedimiento que permite dividir la varianza de la variable dependiente en dos o más componentes, cada uno de los cuales puede ser atribuido a una fuente (variable o factor) identificable.

Para utilizar el ANOVA de forma satisfactoria deben cumplirse tres tipos de hipótesis, aunque se aceptan ligeras desviaciones de las condiciones ideales:

1. Cada conjunto de datos debe ser independiente del resto.
2. Los resultados obtenidos para cada conjunto deben seguir una distribución normal.
3. Las varianzas de cada conjunto de datos no deben diferir de forma significativa.

3.11.2 Supuestos de Anova

El ANOVA está basado en ciertos supuestos acerca de dichas variables aleatorias. Es evidente que cuantos más factores se introduzca menos cantidad de variación residual (error) quedará por explicar. Pero siempre quedará alguna variación residual. Los supuestos en los que está basado respecto a la variación residual se resumen en los siguientes:

1. El valor esperado de cada variable aleatoria residual es cero.

Esto significa que toda la variación de los valores esperados es debida a los



parámetros (y/o variables aleatorias) que representan efectos atribuibles. En la mayor parte de las situaciones este supuesto no es incorrecto.

2. Las variables aleatorias residuales son mutuamente independientes. Significa que entre las observaciones no existe nexo alguno que no sea explicado por los factores controlados. El supuesto no es tan claramente correcto como el primero, pero se puede mantener razonablemente si los individuos se eligen al azar y la medición se hace separadamente para cada uno.

3. Todas las variables aleatorias residuales tienen la misma desviación típica. Es el llamado supuesto de homoscedasticidad o de igualdad de varianzas. Es el menos viable, pues los métodos de medida producen variaciones de diferente magnitud y sabemos que los valores esperados están relacionados con las desviaciones típicas.

4. Toda variable aleatoria residual se distribuye normalmente. Es probablemente, el menos válido de los cuatro. Sin embargo, se puede tolerar cierto alejamiento de la normalidad con mínimo efecto práctico sobre las propiedades del ANOVA.

3.11.3. Tipos de Modelos



Los modelos del ANOVA son muchos pero se consideraran los más representativos y el más conveniente para ser usado en el tema en estudio:

3.11.3.1. Número de factores: Aquellos experimentos que utilizan una sola variable independiente o factor y una variable dependiente se analizan mediante varianza llamado de un factor, de clasificación simple, unidireccional o de una vía. Se trata de comparar grupos o muestras que difieren sistemáticamente en un solo factor.

Si varios grupos o muestras se asignan a diferentes combinaciones de dos factores, el ANOVA correspondiente es llamado de dos factores, de clasificación doble, bidireccional o de dos vías. Se trata de comparar grupos o muestras que difieren sistemáticamente en dos factores.

3.11.3.2 Muestreo de niveles: El factor es la variable independiente o experimental controlada por el investigador. Puede tomar pocos o muchos valores o niveles, a cada uno de los cuales se asignan los grupos o muestras.

3.11.3.3 Tipo de aleatorización: Sabemos que la aleatorización es el procedimiento por el cual las unidades experimentales se asignan al azar a los niveles del factor o tratamientos, de modo que todas ellas tengan la misma probabilidad de recibir un tratamiento o nivel determinado.



Analizando los parámetros de las variables en estudio en la presente monografía se concluye que el modelo empleado para el análisis es ANOVA de un factor o ANOVA factorial, el cual es el Tiempo.

3.11.4 Análisis de la Varianza con un Factor (Anova)

El análisis de la varianza permite contrastar la hipótesis nula de que las medias de K poblaciones ($K > 2$) son iguales, frente a la hipótesis alternativa de que por lo menos una de las poblaciones difiere de las demás en cuanto a su valor esperado. Este contraste es fundamental en el análisis de resultados experimentales, en los que interesa comparar los resultados de K 'tratamientos' o 'factores' con respecto a la variable dependiente o de interés.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_K = \mu$$
$$H_1: \exists \mu_j \neq \mu \quad j = 1, 2, \dots, K$$

Si se acepta H_0 se confirma que los efectos sobre la respuesta de los k tratamientos son estadísticamente nulos (iguales a cero) y en caso de rechazar se estaría concluyendo que al menos un efecto es diferente de cero²⁴.

Para probar la hipótesis dada en el tema antes indicado mediante la técnica de ANOVA, lo primero es descomponer la variabilidad total de los datos en sus

²⁴ GUTIÉRREZ Humberto, "Análisis y diseño de experimentos", Ed. Mc Graw Hill, México. 2008.(pp 545).



dos componentes: la variabilidad debida a tratamientos y a la que corresponde al error aleatorio.

Una medida de la variabilidad total es la suma total de los cuadrados.

$$SC_T = \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^{n_i} (Y_{ij} - Y_{..})^2 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 - \frac{Y_{...}^2}{N}$$

Desarrollando la ecuación tenemos:

$$SC_T = \sum_{i=1}^K n_i (Y_{i.} - Y_{..})^2 + \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (Y_{ij} - Y_{i.})^2$$

$$SC_T = SC_{TRAT} + SC_E$$

Donde el primer componente es la suma de cuadrados de tratamientos (SC_{TRAT}) y es segundo es la suma de cuadrados del error (SC_E). Se indica que SC_{TRAT} mide la variación entre tratamientos, ya que estos son muy diferentes entre si, la diferencia $Y_{i.} - Y_{..}$ tenderá a ser grande en valor absoluto y con ello también será grande SC_{TRAT} . Mientras que SC_E mide la variación dentro de los tratamientos, ya que si hay mucha variación entre las observaciones de cada tratamiento ($Y_{ij} - Y_{i.}$) tenderá a ser grande en valor absoluto.



	Grados de Libertad
Cuando un total de N observaciones SC_T	N-1
k tratamientos del factor de interés	
SC_{TRAT}	k-1
SC_E	N-k
$N-1=(k-1)+(N-k)$	

Cuadrados Medios: Es la suma de los cuadrados divididas entre sus respectivos grados de libertad. Los más importantes son cuadrado medio de tratamientos y el cuadrado medio del error.

$$CM_{TRAT} = \frac{SC_{TRAT}}{k - 1}$$

$$CM_E = \frac{SC_E}{N - k}$$

3.11.4.1 Grados de libertad

Los grados de libertad son una cantidad que permite introducir una corrección matemática en los cálculos estadísticos para restricciones impuestas en los datos. Los grados de libertad pueden descomponerse al igual que la suma de cuadrados. Así, $GL_{total} = GL_{entre} + GL_{dentro}$. Los GL_{entre} se calculan como:



$a - 1$, donde a es el número de tratamientos o niveles del factor. Los GL dentro se calculan como $N - a$, donde N es el número total de observaciones o valores de la variable medida (la variable respuesta).

3.11.4.2 Pruebas de significación o estadístico de prueba

El análisis de varianza lleva a la realización de pruebas de significación estadística, usando la denominada distribución F de Snedecor.

$$F_0 = \frac{CM_{TRAT}}{CM_E}$$

De lo cual se deduce que

F_0 es grande, se contradice la hipótesis de que no hay efectos de tratamientos.

F_0 es pequeña se confirma la validez de H_0 .

También se rechaza H_0 si el valor $p < \alpha$, donde el valor p es el valor del área bajo la distribución F.

3.11.4.3 Tablas ANOVA

Una vez que se han calculado las sumas de cuadrados, las medias cuadráticas, los grados de libertad y la F, se proceden a elaborar una tabla que



reúna la información, denominada "Tabla de Análisis de varianza o ANOVA", que adopta la siguiente forma:

FV	SC	GL	CM	F_0	Valor p
Tratamientos	$\sum_{i=1}^K n_i Y_i - Y_{..}^2$	k-1	CM_{TRAT} $= \frac{SC_{TRAT}}{k-1}$	$\frac{CM_{TRAT}}{CM_E}$	P(F>F ₀)
Error	$SC_E = SC_T - SC_{TRAT}$	N-k	CM_E $= \frac{SC_E}{N-k}$		
Total	$\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 - \frac{Y_{...}^2}{N}$	N-1			

Las tablas de grados de libertad y distribución F se encuentran en el **anexo 2**.



6. MATERIALES Y MÉTODOS

CAPITULO 4

4.1 EXPERIMENTACION

4.1.1 Diseño Experimental

Ciclo de Deming

Pasos	Descripción
Planear un Experimento.	El problema es tiempo excesivo de secado de las baldosas cerámicas antes de ser empleadas para el análisis.
	Los factores más relevantes son: temperatura, tiempo, posición de las baldosas y tipo de baldosas de acuerdo a la porosidad de la misma.
	Diseño factorial 2^3 con el número de corridas y repeticiones.
Hacer las corridas experimentales.	Las corridas se realizan en orden aleatorio y de acuerdo al plan experimental seleccionado (2^3).
Verificar o analizar los resultados.	Analizar los datos mediante métodos adecuados, para este caso se aplicara ANOVA DE UN FACTOR.
Implementación de resultados.	Determinar el tiempo óptimo de secado.

4.1.1.1 Objetivo e Hipótesis:

El objetivo para el diseño experimental es: "Determinar el tiempo óptimo de secado de las baldosas cerámicas".



La hipótesis formulada que en este caso sería: “La reducción del tiempo de secado de baldosas cerámicas a menos de 48 horas es posible” y se establece una investigación cuando se estudia la causa y el efecto.

Para poder llevar a cabo la experimentación se establece las variables, los límites máximos y mínimos de las mismas; también se construyó unas hojas para registrar los resultados o detalles que tenga el mismo.

4.1.1.2 Variables que intervienen en el Diseño

Las variables que rigen el sistema de secado son las siguientes:

- Tiempo de secado.
- Temperatura.
- Tipo de baldosa.
- Posición de las baldosas dentro de la estufa.

La variable Tiempo de secado es muy importante para el proceso puesto que es la que riga el tema de la monografía ya que se requiere la disminución del mismo y optimizarlo para el secado de las baldosas como se ha indicado anteriormente. Si se consigue tal disminución trae los beneficios que ya se indicaron para el centro.



La Temperatura es una variable que influye en el proceso ya que variar la misma podría afectar el resultado final y por consiguiente se considera de vital importancia.

El tipo de baldosa empleado se considera una variable discreta por lo que no se puede introducir en el diseño, ya que no puede mezclarse con las demás variables puesto que no puede adquirir ningún valor que no esté dentro de un conjunto numerable.

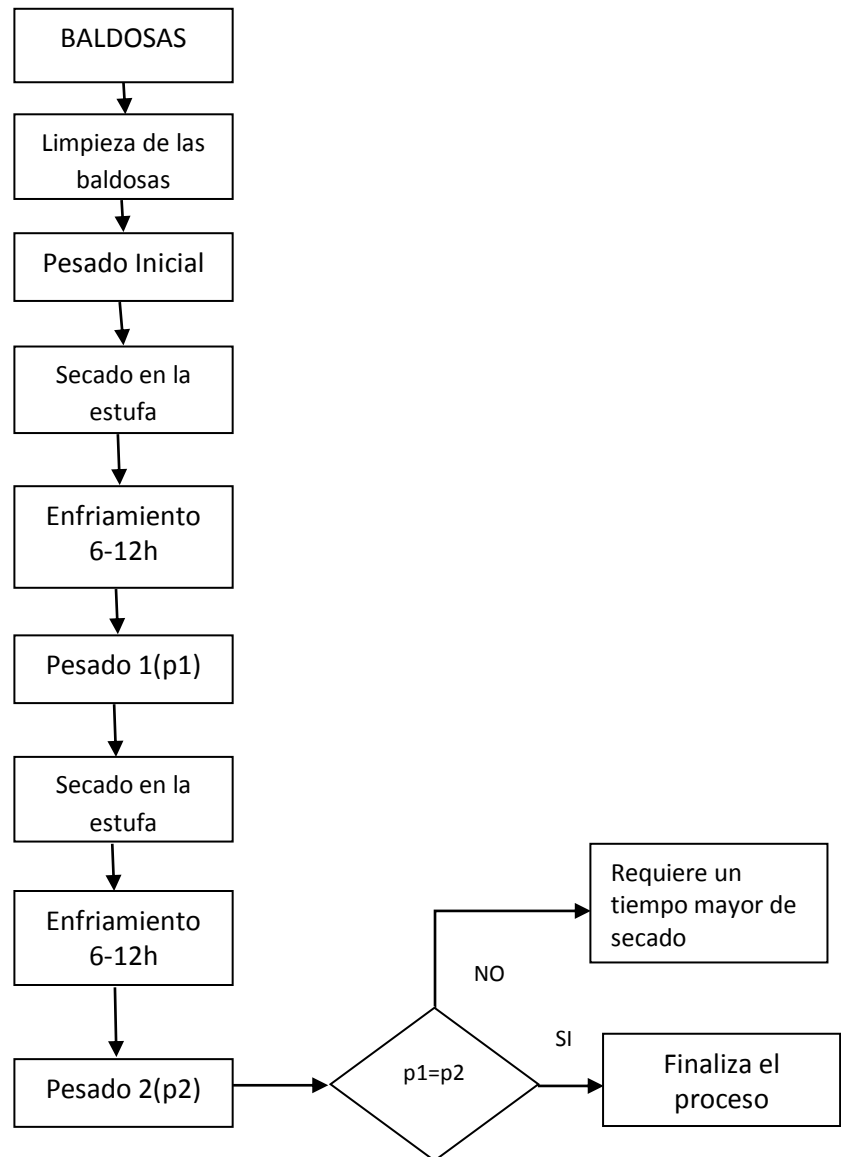
La posición de las baldosas dentro de la estufa es una variable que afecta los resultados ya que una calibración realizada en la estufa anteriormente se comprobó que la temperatura varía de una bandeja a otra en un promedio de 2°C, los cuales van disminuyendo de la parte superior a la inferior, lo cual indica que si colocamos la baldosa arriba o abajo va afectar el resultado al final del proceso.

Los Límites de las variables que se establecieron son las siguientes, pero para el caso del tiempo no se puede tener unos límites considerables, para lo cual se realizará una prueba previa.



VARIABLES	MAXIMO	MINIMO
Temperatura	250°C	110°C
Posición de la baldosa	Arriba	Abajo
Tiempo	Prueba previa	

Y para explicar la metodología de trabajo que rige el secado de las baldosas cerámicas en el CESEMIN se elaboró un diagrama del proceso.

DIAGRAMA DEL PROCESO DE SECADO DE BALDOSAS CERAMICAS²⁵

²⁵ Diagrama elaborado por la autora



4.1.1.1 Prueba Previa

Para aplicar el diseño experimental es necesario determinar los dominios experimentales de cada factor en estudio, pero para establecer un dominio del factor tiempo se realizó una prueba previa. Considerando para ello las variables con sus valores medios indicados en la siguiente tabla:

Variables	Valores medios
Temperatura	180°C
Posición dentro de la estufa	Medio
Tipo de baldosa	<0,5%A.A 3-6%A.A >10%A.A

Se consideraron estos tres tipos debido a que abarca a los dos restantes. El formato de la hoja empleado para esta prueba es el siguiente:



PRUEBAS PREVIAS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL								
Realizado por:	Jessica Delgado							
TIPO DE BALDOSA:								
TEMPERATURA:								
TIEMPO DE SECADO:								
1h	FECHA:							
	Peso inicial		# baldosa	1	Peso inicial		# baldosa	2
	Hora inicio		Hora inicio		Hora inicio		Hora inicio	
	Hora final		Hora final		Hora final		Hora final	
	Peso 1		Peso 2		Peso 1		Peso 2	
	Observaciones				Observaciones:			
2h	FECHA:							
	Peso inicial		# baldosa	1	Peso inicial		# baldosa	2
	Hora inicio		Hora inicio		Hora inicio		Hora inicio	
	Hora final		Hora final		Hora final		Hora final	
	Peso 1		Peso 2		Peso 1		Peso 2	
	Observaciones				Observaciones:			
4h	FECHA:							
	Peso inicial		# baldosa	1	Peso inicial		# baldosa	2
	Hora inicio		Hora inicio		Hora inicio		Hora inicio	
	Hora final		Hora final		Hora final		Hora final	
	Peso 1		Peso 2		Peso 1		Peso 2	
	Observaciones				Observaciones:			



8h	FECHA:							
	Peso inicial		# baldosa	1	Peso inicial		# baldosa	2
	Hora inicio		Hora inicio		Hora inicio		Hora inicio	
	Hora final		Hora final		Hora final		Hora final	
	Peso 1		Peso 2		Peso 1		Peso 2	
	Observaciones				Observaciones:			
12h	FECHA:							
	Peso inicial		# baldosa	1	Peso inicial		# baldosa	2
	Hora inicio		Hora inicio		Hora inicio		Hora inicio	
	Hora final		Hora final		Hora final		Hora final	
	Peso 1		Peso 2		Peso 1		Peso 2	
	Observaciones				Observaciones:			
16h	FECHA:							
	Peso inicial		# baldosa	1	Peso inicial		# baldosa	2
	Hora inicio		Hora inicio		Hora inicio		Hora inicio	
	Hora final		Hora final		Hora final		Hora final	
	Peso 1		Peso 2		Peso 1		Peso 2	
	Observaciones				Observaciones:			
20h	FECHA:							
	Peso inicial		# baldosa	1	Peso inicial		# baldosa	2
	Hora inicio		Hora inicio		Hora inicio		Hora inicio	
	Hora final		Hora final		Hora final		Hora final	
	Peso 1		Peso 2		Peso 1		Peso 2	
	Observaciones				Observaciones:			



24h	FECHA:							
	Peso inicial		# baldosa	1	Peso inicial		# baldosa	2
	Hora inicio		Hora inicio		Hora inicio		Hora inicio	
	Hora final		Hora final		Hora final		Hora final	
	Peso 1		Peso 2		Peso 1		Peso 2	
	Observaciones				Observaciones:			

Los datos que se registraron en éstas hojas se encuentran en el Anexo 4.

7. RESULTADOS

4.1.1.1.2 Resultados primera prueba previa.

Los resultados obtenidos deben cumplir con lo indicado en las normas 651 y 652, las mismas que establecen en el punto 3.4.1 de ambas lo siguiente: “Secar cada espécimen de ensayo en la estufa mantenida a $(110^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C})$ hasta masa constante, es decir, hasta que la diferencia entre las dos pesadas sucesivas con 24 horas de intervalo sea inferior al 0.1%. Los especímenes de ensayo se deben enfriar en la estufa cerrada o en un desecador sobre gel de sílice u otro desecante adecuado, pero no en ácido, hasta que ellos alcancen la temperatura ambiente”.



Datos obtenidos:

PRUEBAS PREVIAS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL										
TIPO DE BALDOSA	<0,5%A.A									
# BALDOSA	1					2				
Tiempo(horas)	Peso 1 (gr)	Peso 2 (gr)	Diferencia	%	Cumple	Peso1 (gr)	Peso2 (gr)	Diferencia	%	Cumple
1	1750,2	1750,2	0	0,000	si	1839	1838,9	0,1	0,005	si
2	1746,7	1746,7	0	0	si	1748,8	1748,8	0	0,000	si
4	1805,2	1805,1	0,1	0,006	si	1792,3	1792,3	0	0	si
8	1745,2	1745,1	0,1	0,006	si	1748,6	1748,5	0,1	0,006	si
12	1835,9	1835,9	0	0	si	1794	1794	0	0	si
16	1749,2	1749,2	0	0	si	1746,6	1746,5	0,1	0,006	si
20	1743	1743	0	0	si	1748	1747,9	0,1	0,006	si
24	1821	1821	0	0	si	1813	1813	0	0	si

PRUEBAS PREVIAS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL										
TIPO DE BALDOSA	3-6%A.A									
# BALDOSA	1					2				
Tiempo(h)	Peso 1(gr)	Peso 2(gr)	Diferencia	%	Cumple	Peso 1(gr)	Peso 2(gr)	Diferencia	%	Cumple
1	3177,7	3177,7	0	0,000	si	3190,3	3190,3	0	0,000	si
2	3129,5	3129,5	0	0	si	3171,2	3171,2	0	0	si
4	3181,9	3181,8	0,1	0,003	si	3274	3274	0	0,000	si
8	3174,6	3174,5	0,1	0,003	si	3265,9	3265,7	0,2	0,006	si
12	3160,5	3160,4	0,1	0,003	si	3187,8	3187,8	0	0	si
16	3152,1	3151,9	0,2	0,006	si	3155,6	3155,3	0,3	0,010	si
20	3195,7	3195,6	0,1	0,003	si	3238,4	3238,3	0,1	0,003	si



24	3137,9	3136,4	1,5	0,048	si	3322,8	3321,6	1,2	0,036	si
PRUEBAS PREVIAS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL										
TIPO DE BALDOSA		>10%A.A								
# Baldosa	1					2				
tiempo (h)	Peso 1(gr)	Peso 2(gr)	Diferencia	%	Cumple	Peso 1(gr)	Peso 2(gr)	Diferencia	%	Cumple
1	1483,2	1483,2	0	0,000	si cumple	1462	1462	0	0,000	si cumple
2	1472,3	1472,3	0	0	si cumple	1493,8	1493,8	0	0	si cumple
4	1492,3	1492,3	0	0,000	si cumple	1505,4	1505,4	0	0,000	si cumple
8	1475,2	1475	0,2	0,014	si cumple	1474,9	1474,8	0,1	0,007	si cumple
12	1478,7	1478,6	0,1	0,007	si cumple	1469,1	1469	0,1	0,007	si cumple
16	1490,6	1490,5	0,1	0,007	si cumple	1506,1	1506	0,1	0,007	si cumple
20	1532,3	1532,2	0,1	0,007	si cumple	1487,6	1487,4	0,2	0,013	si cumple
24	1510,9	1510,9	0	0	si cumple	1506,8	1506,7	0,1	0,007	si cumple



Resultados:

Como se puede observar en los resultados y lo que indica la norma, el secado no es influyente en los análisis posteriores puesto que los datos tomados dan como resultado pesos constantes o diferencias de pesos menores al 0,1% del peso de la baldosa. Como la temperatura varió también en el proceso, se realizaron pruebas a la temperatura indicada en la norma ($110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$) para experimentar si existen cambios con esta variación.

Los datos obtenidos se presentan a continuación:



PRUEBAS PREVIAS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL										
TIPO DE BALDOSA	<0,5%A.A					TEMPERATURA	110°C			
# Baldosa	1					2				
Tiempo(horas)	Peso 1 (gr)	Peso 2 (gr)	Diferencia	%	Cumple	Peso 1 (gr)	Peso 2 (gr)	Diferencia	%	Cumple
1	1728,9	1728,8	0,1	0,006	si cumple	1746,8	1746,8	0	0	si cumple
12	1726	1726	0	0	si cumple	1717,9	1717,9	0	0	si cumple
24	1748,7	1748,7	0	0	si cumple	1747,8	1747,7	0,1	0,006	si cumple

PRUEBAS PREVIAS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL										
TIPO DE BALDOSA	3-6%A.A					TEMPERATURA	110°C			
# Baldosa	1					2				
Tiempo(horas)	Peso 1 (gr)	Peso 2 (gr)	Diferencia	%	Cumple	Peso 1 (gr)	Peso 2 (gr)	Diferencia	%	Cumple
1	3219,8	3219,8	0	0	si cumple	3309,9	3309,9	0	0,000	si cumple
12	3312	3311,9	0,1	0,003	si cumple	3304,6	3304,5	0,1	0,003	si cumple
24	3229,1	3228,9	0,2	0,006	si cumple	3306,7	3306,5	0,2	0,006	si cumple

PRUEBAS PREVIAS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL										
TIPO DE	>10% A.A					TEMPERATURA	110°C			



BALDOSA										
# Baldosa	1					2				
Tiempo(horas)	Peso 1(gr)	Peso 2 (gr)	Diferencia	%	Cumple	Peso 1 (gr)	Peso 2 (gr)	Diferencia	%	Cumple
1	1476,7	1476,7	0	0	si cumple	1470,6	1470,6	0	0,000	si cumple
12	1493,9	1493,9	0	0	si cumple	1472,1	1472,1	0	0	si cumple
24	1506,2	1506,1	0,1	0,007	si cumple	1491,8	1491,7	0,1	0,007	si cumple



Con estos datos se puede observar que no hay diferencia considerable con la temperatura a 110°C, lo que implica no aumentar la temperatura ya que este aumento contribuiría a un consumo mayor de energía, mayor tiempo de enfriamiento y por ende un mayor costo.

Para tener un resultado más confiable puesto que la humedad relativa promedio de la ciudad de Cuenca es 60%²⁶, se efectuó pruebas con baldosas almacenadas en lugares que presenten una mayor humedad relativa, se eligió la ciudad de Guayaquil ya que la humedad relativa es mayor (promedio 83,5%²⁶) y se solicitó a las empresas Graiman y Rialto, nos proporcione baldosas almacenadas en esos lugares por lo menos un año; esta prueba se realizó para comprobar si las baldosas expuestas a una mayor humedad que la ciudad de Cuenca, presentan cambios en los resultados de esta prueba, puesto que las baldosas ahí almacenadas probablemente absorben mayor humedad higroscópica. Los resultados obtenidos son los siguientes:

²⁶ freemeteo.com/default.asp?pid=15&gid=3658666



Datos obtenidos:

PRUEBA PREVIA							
TIEMPO	1 hora						
TEMPERATURA	110°C						
TIPO DE BALDOSA	Ópalo azul 3% - 6% A.A						
Nº BALDOSA	Peso inicial(gr)	Peso 1 (gr)	Diferencia	% A.A 1	Peso 2 (gr)	Diferencia	% A.A 2
1	1469,7	1469,5	0,2	0,014	1469,5	0	0
2	1457,1	1456,8	0,3	0,021	1456,7	0,1	0,007
TIPO DE BALDOSA	Marfil 6% - 10% A.A						
1	3710,5	3705,6	4,9	0,132	3705,1	0,5	0,013
2	3781,2	3776,7	4,5	0,119	3776,6	0,1	0,003
TIPO DE BALDOSA	Isis Rosa >10% A.A						
1	1120,1	1119,6	0,5	0,045	1119,7	0,1	0,009
2	1142	1141,6	0,4	0,035	1141,5	0,1	0,009

PRUEBA PREVIA							
TIEMPO	24 horas						
TEMPERATURA	110°C						
TIPO DE BALDOSA	Ópalo azul 3% - 6% A.A						
Nº BALDOSA	Peso inicial(gr)	Peso 1 (gr)	Diferencia	% A.A 1	Peso 2 (gr)	Diferencia	% A.A 2
1	1455,5	1455,2	0,3	0,021	1455,2	0	0,000
2	1455,3	1455,2	0,1	0,007	1455	0,2	0,014
TIPO DE BALDOSA	Marfil 6% - 10% A.A						
1	3752,4	3750,9	1,5	0,040	3750,9	0	0,000
2	3669,7	3668,6	1,1	0,030	3668,6	0	0,000
TIPO DE BALDOSA	Isis Rosa >10% A.A						
1	1153,2	1152,4	0,8	0,069	1152,4	0	0,000
2	1138,2	1137,5	0,7	0,062	1137,5	0	0,000



Resultados:

Para realizar estas pruebas de secado se emplearon baldosas traídas de GRAIMAN y RIALTO, quienes nos proporcionaron los cinco tipos de baldosas que se utilizaron para el estudio, pero el problema hubo en que la entrega de las mismas tardo seis meses, debido a la demora en los trámites de pedido y revisión, lo que más tiempo llevó fue las baldosas traídas de Guayaquil ya que no se conseguían todos los tipos de baldosas requeridos con el tiempo de almacenamiento de más de un año.

Los resultados obtenidos nos permiten considerar que sí se necesita un secado de las baldosas, puesto que su diferencia de peso es mayor al 0,1% del peso inicial de la misma, pero no en todos los tipos de baldosa sino en los intermedios, es decir 6% - 10% de absorción de agua y posiblemente en tiempos menores a 24 horas, ya que a ese tiempo si se cumple con lo indicado en la norma.

De acuerdo a los datos obtenidos con la prueba previa se considera que ya no es necesario aplicar el diseño experimental indicado anteriormente, puesto que no se obtuvo un dominio experimental del variable tiempo, sino se observó que a los tiempos empleados en la prueba se obtienen resultados diferentes para cada tipo de baldosa.



Al obtener estos resultados se tiene que demostrar estadísticamente qué tiempo de secado es el más conveniente dependiendo del tipo de baldosa, para lo cual se considera elaborar el método ANOVA DE UN FACTOR. Primeramente se debe calcular el tamaño de la muestra considerando una población infinita ya que los análisis que realiza el CESEMIN abarcan a todas las industrias cerámicas del Ecuador, por lo que se tendrá que sacar una muestra representativa de dicha población, la cual se indica a continuación.

4.2. Tamaño de la muestra

El determinar el tamaño de la muestra representa una parte esencial del método científico y del tema de la monografía, que nos permita continuar con la investigación.

El muestreo es el conjunto de observaciones necesarias para estudiar la distribución de determinadas características en la totalidad de una población, a partir de la observación de una parte o subconjunto de una población, denominada muestra.

Al definir el tamaño de la muestra, se debe procurar que ésta información sea representativa, válida y confiable y al mismo tiempo nos represente un mínimo costo. Por lo tanto, el tamaño de la muestra estará delimitado por los objetivos del estudio y las características de la población, además de los recursos y el tiempo de que se dispone. En el caso de estudio de la tesis se considera una posible limitación la estufa de laboratorio, puesto que permite colocar 10 baldosas grandes (42cm x 42cm) que son



para piso (3%-6%A.A, 6%-10%A.A) y 20 baldosas pequeñas (35cm x 25cm) que son para pared y piso (<0,5%A.A, 0,5%-3%A.A, >10%A.A).

Para calcular el tamaño de una muestra hay que tomar en cuenta tres factores:

- El porcentaje de confianza con el cual se quiere generalizar los datos desde la muestra hacia la población total.
- El porcentaje de error que se pretende aceptar al momento de hacer la generalización. El error o porcentaje de error equivale a elegir una probabilidad de aceptar una hipótesis que sea falsa como si fuera verdadera, o la inversa: rechazar a hipótesis verdadera por considerarla falsa.
- El nivel de variabilidad que se calcula para comprobar la hipótesis. La variabilidad es la probabilidad (o porcentaje) con el que se aceptó y se rechazó la hipótesis, el porcentaje con que se aceptó tal hipótesis se denomina variabilidad positiva y se denota por p , y el porcentaje con el que se rechazó la hipótesis es la variabilidad negativa q . Una vez que se han determinado estos tres factores, entonces se puede calcular el tamaño de la muestra como a continuación se expone.

4.2.1 Calculo del tamaño de la muestra

La fórmula para calcular el tamaño de la muestra para una población infinita es la siguiente:



$$n = \frac{z^2 * \sigma^2}{E^2}$$

n=Tamaño de la muestra

z= Valor obtenido mediante niveles de confianza.

E= Límite aceptable de error muestral

σ = Varianza.

Para el presente estudio se considera los siguientes valores:

- **Tiempo=** se considera un tiempo de secado de 24 horas como referencia para cada tipo de baldosa.
- **z=** se considera un intervalo de confianza del 95% que corresponde a **1,96**.
- **E=** 0,5% que equivale a **0,05**.
- **σ =** se obtiene con un estudio previo, el cual es diferente para cada tipo de baldosa.

4.2.1.1 Calculo de la varianza

Para calcular la varianza se establece una prueba de secado de las baldosas cerámicas considerando para ello un número de 5 baldosas en un tiempo 24 h con intervalos de 12 h como referencia. Los datos obtenidos se encuentran en la siguiente tabla:



Tipo de baldosa	Valor de la Varianza
<0,5%A.A	0,005
0,5%-3%A.A	0,005
3%-6%A.A	0,006667
6%-10% A.A	0,003
>10% A.A	0,006667

Las hojas con los datos obtenidos se encuentran en el anexo 4.

TIPO I: <0,5%A.A

$$n = \frac{z^2 * \sigma^2}{E^2}$$

$$z=1,96$$

$$\sigma^2 = 0,005$$

$$E=0,05$$

$$n = \frac{(1,96)^2 * 0,005}{(0,05)^2}$$

$$n = 7,68 = 8 \text{ Baldosas}$$

TIPO II: 0,5%-3%A.A

$$z=1,96$$

$$\sigma^2 = 0,005$$

$$E=0,05$$



$$n = \frac{(1,96)^2 * 0,005}{(0,05)^2}$$

$$n = 7,68 = 8 \text{ baldosas}$$

TIPO III: 3%-6%A.A

$$z=1,96$$

$$\sigma^2 = 0,006667$$

$$E=0,05$$

$$n = \frac{1,96^2 * 0,006667}{0,05^2} = 10,24$$

$$n = 10 \text{ baldosas}$$

TIPO IV: 6%-10% A.A

$$z=1,96$$

$$\sigma^2 = 0,003$$

$$E=0,05$$

$$n = \frac{1,96^2 * 0,003}{0,05^2} = 4,6$$

$$n = 5 \text{ baldosas}$$

TIPO V: >10% A.A

$$z=1,96$$



$$\sigma^2 = 0,006667$$

$$E = 0,05$$

$$n = \frac{1,96^2 * 0,006667}{0,05^2} = 10,24$$

$$n = 10 \text{ baldosas}$$

De acuerdo a los resultados obtenidos del tamaño de la muestra se observa diferentes tamaños para cada tipo pero se considera en forma global un tamaño de 10 baldosas que es el mayor valor obtenido que indica un menor error en el ensayo; y al mismo tiempo es recomendable por lo indicado anteriormente con la estufa ya que ocupan todo el espacio disponible de la misma.

Con este valor se realiza los ensayos de secado en los diferentes tiempos y así poder demostrar estadísticamente un tiempo óptimo para el secado de las baldosas cerámicas.

De acuerdo a las pruebas realizadas el proceso de secado de la baldosa se desarrolla de la siguiente manera. Se considera la capacidad de la estufa de 10 baldosas, y esta tabla representa para una prueba en un tiempo n.

Pasos	Tiempo
Secar la baldosa	Tiempo n (1h-24h)



Enfriamiento a T ambiente	8h – 12h
Pesado	30min (0,5h)
Secar nuevamente un tiempo n	(1h – 24h)
Enfriamiento a T ambiente	8h – 12h
Pesado y verificación de peso constante	30min (0,5h)
Total de tiempo empleado (mínimo 1h)	19h
Total de tiempo empleado (máximo 24h)	73h

Los resultados obtenidos para el cálculo del tamaño de la muestra se encuentran en el anexo 3.



Se realizó un ensayo adicional debido a que algunas baldosas que nos enviaron de Guayaquil presentaron la superficie mojada y al realizar el secado de las mismas, nos dieron resultados fuera de lo indicado en la norma, por lo que se consideró realizar pruebas con las baldosas sometidas a condiciones extremas como lluvia, por dos semanas. Para ello se estableció los mismos tipos de baldosas empleadas anteriormente y se obtuvieron los siguientes resultados:

Análisis de datos								
Tiempo	6h							
Tipo	0,5% - 3% A.A							
Nº Baldosa	Peso Inicial(gr)	Peso 1(gr)	Peso2 (gr)	Diferencia	% A.A1	Diferencia	%A.A 2	Cumple
1	1478,9	1422	1422	56,9	3,8475	0,00	0	Si cumple
2	1482,3	1432,5	1432,5	49,8	3,3596	0,00	0	Si cumple
3	1476,2	1420	1420	56,2	3,8071	0,00	0	Si cumple
4	1486	1424	1424	62	4,1723	0,00	0	Si cumple
5	1447,4	1397	1397	50,4	3,4821	0,00	0	Si cumple
6	1480,5	1419,3	1419,3	61,2	4,1337	0,00	0	Si cumple
7	1432,5	1374,5	1374,5	58	4,0489	0,00	0	Si cumple
8	1462,7	1405,4	1405,4	57,3	3,9174	0,00	0	Si cumple
9	1423,3	1408,6	1408,6	14,7	1,0328	0,00	0	Si cumple
10	1413,5	1411,5	1411,5	2	0,1415	0,00	0	Si cumple



Análisis de datos								
Tiempo	6h							
Tipo	3% - 6% A.A							
Nº Baldosa	Peso Inicial(gr)	Peso 1(gr)	Peso2 (gr)	Diferencia	% A.A1	Diferencia	%A.A 2	Cumple
1	1526,8	1485,9	1485,7	41,1	2,6919	0,20	0,01345986	Si cumple
2	1503,3	1465,1	1465,1	38,2	2,5411	0,00	0	Si cumple
3	1518,8	1483,8	1483,7	35,1	2,3110	0,10	0,00673945	Si cumple
4	1517,3	1472	1471,9	45,4	2,9922	0,10	0,00679348	Si cumple
5	1510,7	1463,7	1463,7	47	3,1111	0,00	0	Si cumple
6	1538,6	1475,4	1475,4	63,2	4,1076	0,00	0	Si cumple
7	1562,9	1486,7	1486,6	76,3	4,8820	0,10	0,00672631	Si cumple
8	1543,4	1479,2	1479,1	64,3	4,1661	0,10	0,00676041	Si cumple
9	1504,5	1438,9	1438,9	65,6	4,3603	0,00	0	Si cumple
10	1473,5	1462,1	1462,1	11,4	0,7737	0,00	0	Si cumple



Análisis de datos								
Tiempo	6h							
Tipo	6% - 10% A.A							
Nº Baldosa	Peso Inicial (gr)	Peso 1(gr)	Peso2 (gr)	Diferencia	% A.A1	Diferencia	%A.A 2	Cumple
1	2742,9	2742,6	2742,6	0,3	0,0109	0,00	0	Si cumple
2	2744,5	2744,3	2744,3	0,2	0,0073	0,00	0	Si cumple
3	2762,2	2761,9	2761,9	0,3	0,0109	0,00	0	Si cumple
4	2711,4	2711,2	2711,2	0,2	0,0074	0,00	0	Si cumple
5	2740,7	2740,5	2740,5	0,2	0,0073	0,00	0	Si cumple
6	2721,4	2721,2	2721,2	0,2	0,0073	0,00	0	Si cumple
7	2754,3	2753,6	2753,6	0,7	0,0254	0,00	0	Si cumple
8	2768,2	2768,1	2768,1	0,1	0,0036	0,00	0	Si cumple
9	2733,2	2732,9	2732,9	0,3	0,0110	0,00	0	Si cumple
10	2711,6	2711,5	2711,5	0,1	0,0037	0,00	0	Si cumple



Análisis de datos								
Tiempo	6h							
Tipo	>10% A.A							
Nº Baldosa	Peso Inicial (gr)	Peso 1(gr)	Peso2 (gr)	Diferencia	% A.A1	Diferencia	%A.A 2	Cumple
1	1288,7	1188,8	1188,8	99,9	7,7520	0,00	0	Si cumple
2	1282,1	1217	1217	65,1	5,0776	0,00	0	Si cumple
3	1154,3	1091,5	1091,5	62,8	5,4405	0,00	0	Si cumple
4	1144,8	1096,1	1096	48,8	4,2628	0,10	0,00912326	Si cumple
5	1177,6	1129,3	1129,2	48,4	4,1101	0,10	0,00885504	Si cumple
6	1166,3	1131,4	1131,4	34,9	2,9924	0,00	0	Si cumple
7	1215,4	1121,9	1121,9	93,5	7,6929	0,00	0	Si cumple
8	1159,6	1127,1	1127,1	32,5	2,8027	0,00	0	Si cumple
9	1158	1107,1	1107,1	50,9	4,3955	0,00	0	Si cumple
10	1157,3	1097,2	1096,9	60,4	5,2190	0,30	0,02734233	Si cumple



Análisis de datos								
Tiempo	12h							
Tipo	0,5% - 3% A.A							
Nº Baldosa	Peso Inicial (gr)	Peso 1 (gr)	Peso2 (gr)	Diferencia	% A.A1	Diferencia	%A.A 2	Cumple
1	1405,4	1390,1	1390,1	15,3	1,0887	0,00	0	Si cumple
2	1406,6	1383,8	1383,8	22,8	1,6209	0,00	0	Si cumple
3	1443,5	1392,3	1392,3	51,2	3,5469	0,00	0	Si cumple
4	1401,5	1384	1384	17,5	1,2487	0,00	0	Si cumple
5	1411,8	1392	1392	19,8	1,4025	0,00	0	Si cumple
6	1439	1387,2	1387,2	51,8	3,5997	0,00	0	Si cumple
7	1451,9	1394,5	1394,5	57,4	3,9534	0,00	0	Si cumple
8	1415,1	1398,3	1398,3	16,8	1,1872	0,00	0	Si cumple
9	1400,5	1399,5	1399,5	1	0,0714	0,00	0	Si cumple
10	1400,3	1399,1	1399,1	1,2	0,0857	0,00	0	Si cumple



Análisis de datos								
Tiempo	12h							
Tipo	3% - 6% A.A							
Nº Baldosa	Peso Inicial (gr)	Peso 1 (gr)	Peso2 (gr)	Diferencia	% A.A1	Diferencia	%A.A 2	Cumple
1	1424,4	1423,9	1423,9	0,5	0,0351	0,00	0	Si cumple
2	1401,3	1401	1401	0,3	0,0214	0,00	0	Si cumple
3	1421,8	1421,5	1421,5	0,3	0,0211	0,00	0	Si cumple
4	1420,9	1420,5	1420,5	0,4	0,0282	0,00	0	Si cumple
5	1402,6	1402,3	1402,3	0,3	0,0214	0,00	0	Si cumple
6	1421,1	1420,7	1420,7	0,4	0,0281	0,00	0	Si cumple
7	1402,7	1402,3	1402,3	0,4	0,0285	0,00	0	Si cumple
8	1441,3	1440,8	1440,8	0,5	0,0347	0,00	0	Si cumple
9	1422,7	1422	1422	0,7	0,0492	0,00	0	Si cumple
10	1419,3	1418,9	1418,9	0,4	0,0282	0,00	0	Si cumple



Análisis de datos								
Tiempo	12h							
Tipo	6% - 10% A.A							
Nº Baldosa	Peso Inicial (gr)	Peso 1 (gr)	Peso2 (gr)	Diferencia	% A.A1	Diferencia	%A.A 2	Cumple
1	2711,8	2711,3	2711,3	0,5	0,0184	0,00	0	Si cumple
2	2739	2738,8	2738,8	0,2	0,0073	0,00	0	Si cumple
3	2740,4	2739,9	2739,9	0,5	0,0182	0,00	0	Si cumple
4	2812	2759,4	2759,4	52,6	1,8706	0,00	0	Si cumple
5	2805,1	2759,2	2759,2	45,9	1,6363	0,00	0	Si cumple
6	2792,4	2772,3	2772,3	20,1	0,7198	0,00	0	Si cumple
7	2827	2781,3	2781,3	45,7	1,6166	0,00	0	Si cumple
8	2822,5	2786,4	2786,4	36,1	1,2790	0,00	0	Si cumple
9	2840,6	2792,9	2792,9	47,7	1,6792	0,00	0	Si cumple
10	2786,8	2779,2	2779,2	7,6	0,2727	0,00	0	Si cumple



Análisis de datos								
Tiempo	12h							
Tipo	> 10% A.A							
Nº Baldosa	Peso Inicial (gr)	Peso 1 (gr)	Peso2 (gr)	Diferencia	% A.A1	Diferencia	%A.A 2	Cumple
1	1185,8	1142,8	1142,8	43	3,6262	0,00	0	Si Cumple
2	1167,4	1140,2	1140,2	27,2	2,3300	0,00	0	Si Cumple
3	1147,5	1137,9	1137,9	9,6	0,8366	0,00	0	Si Cumple
4	1140,7	1138,7	1138,7	2	0,1753	0,00	0	Si Cumple
5	1115,6	1113,9	1113,9	1,7	0,1524	0,00	0	Si Cumple
6	1145,6	1144	1144	1,6	0,1397	0,00	0	Si Cumple
7	1130,9	1129,5	1129,5	1,4	0,1238	0,00	0	Si Cumple
8	1121,9	1120	1120	1,9	0,1694	0,00	0	Si Cumple
9	1137,3	1135,8	1135,8	1,5	0,1319	0,00	0	Si Cumple
10	1148,9	1147,2	1147,2	1,7	0,1480	0,00	0	Si Cumple

Con estos datos obtenidos se observa que si se requiere un secado ya que en el primer intervalo de tiempo no cumple con la norma pero con el segundo intervalo si cumple.



8. ANÁLISIS DE RESULTADOS

CAPITULO 5

ANOVA DE UN FACTOR

5.1 Introducción

Como se mencionó anteriormente el ANOVA DE UN FACTOR es el método que se aplicara en este tema de estudio, siguiendo el formato establecido, y de acuerdo a la realización de cada prueba se registraron las condiciones de trabajo, así como se anotaron además las observaciones que se evidenciaron durante las pruebas de secado y enfriamiento de las baldosas cerámicas.

El objetivo planteado en la monografía es determinar un tiempo óptimo de secado de las baldosas antes de realizar los análisis posteriores por lo que la hipótesis establecidas para el estudio están centradas en comparar los tratamientos en cuanto a sus medias poblacionales. La hipótesis fundamental es determinar si los tiempos son iguales estadísticamente en cuanto a sus medias:

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k = \mu$$

La hipótesis alternativa es que al menos dos de los tiempos sean diferentes.



$$H_A = \mu_i \neq \mu_j \text{ para algún } i \neq j$$

Con las hipótesis establecidas se procede a obtener una muestra representativa de mediciones del peso de las baldosas después del secado (determinado en el capítulo anterior un tamaño de muestra de 10), en cada uno de los tiempos determinados anteriormente para luego construir una tabla de ANOVA y decidir el resultado de dicha comparación.

5.2. Calculo de ANOVA

Una vez establecidos los parámetros de estudio, el objetivo de ANOVA es probar la hipótesis de igualdad de los tratamientos con respecto a la media de la correspondiente variable de respuesta (tiempo).

Para un mejor entendimiento sobre el desarrollo paso a paso de ANOVA se procederá a realizar el cálculo manual de uno de los tipos de baldosa, el cual es $<0,5\%$ A.A. Los datos obtenidos para el ANOVA se encuentran en el anexo 5.



5.2.1 TIPO DE BALDOSA I: 0,5% - 3% A.A

DATOS:

Tipo/Tiempo	1h	2h	3h	6h	9h	12h	18h	24h
1	0,4	0,6	0,3	0,3	0,5	0,45	0,5	0,5
1	0,3	0,5	0,3	0,2	0,4	0,3	0,4	0,3
1	0,5	0,6	0,4	0,2	0,5	0,35	0,5	0,3
1	0,4	0,6	0,2	0,3	0,3	0,45	0,3	0,4
1	0,6	0,8	0,2	0,15	0,4	0,25	0,4	0,3
1	0,4	0,6	0,4	0,15	0,4	0,35	0,4	0,4
1	0,5	0,8	0,3	0,15	0,3	0,35	0,3	0,4
1	0,4	0,5	0,3	0,15	0,5	0,35	0,5	0,5
1	0,4	0,6	0,3	0,2	0,4	0,5	0,4	0,7
1	0,6	0,9	0,3	0,1	0,4	0,3	0,4	0,4

Grados de Libertad:

Factores	Grados de Libertad	Valores
Tratamientos	k-1	9
Error	N-k	70
Total	N-1	79

5.2.1.1 Calculo de la suma de cuadrados

Suma total de cuadrados o variabilidad total de los datos:

$$SC_T = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} Y_{ij}^2 - \frac{Y_{\dots}^2}{N}$$

$$SC_T = 15,75 - \frac{33,7^2}{80} = 1,553875$$



Lo primero es descomponer la variabilidad total de los datos obtenidos en sus dos componentes:

- La variabilidad debida a los tratamientos.

$$SC_T = \sum_{i=1}^{10} n_i Y_i - Y_{..}^2$$

$$SC_{Trat} = \frac{150,01}{10} - \frac{33,7^2}{80} = 0,80487$$

- La variabilidad que corresponde al error aleatorio.

$$SC_T = SC_{TRAT} + SC_E$$

$$SC_E = 1,553875 - 0,804875$$

$$SC_E = 0,749$$

5.2.1.2 Calculo de los cuadrados medios de tratamientos y del error

$$CM_{TRAT} = \frac{SC_{TRAT}}{k - 1}$$

$$CM_{TRAT} = \frac{1,553875}{10 - 1} = 0,114982$$

$$CM_E = \frac{SC_E}{N - k}$$

$$CM_E = \frac{0,749}{80 - 10} = 0,010402$$



5.2.1.3 Cálculo del estadístico de prueba

$$F_0 = \frac{CM_{TRAT}}{CM_E}$$

$$F_0 = \frac{0,114982}{0,010402} = 11,05302$$

5.2.1.4 Determinación del estadístico de prueba crítico

Este valor se obtiene de tablas de distribución F donde:

Con el valor de $\alpha=0,005$ $F=2,15$

$F_0 < F$ Acepta la hipótesis

$F_0 > F$ Rechaza la hipótesis

$$F_0 = 11,05 > 2,15$$



FV	SC	GL	CM	F ₀	Valor p
Tratamientos	0,804875	9	0,114982		
Error	0,749	70	0,010402	11,05302	11,05 > 2,15
Total	1,553875	79			

Con este resultado se rechaza la hipótesis nula donde indica que hay diferencia significativa en los diferentes tiempos de secado de las baldosas. Entonces se procede a evaluar la hipótesis alternativa donde por lo menos dos de los tratamientos (tiempos) no hay diferencia significativa con respecto al secado.

Se procede a evaluar los datos a partir de 3h de prueba para determinar si hay diferencia entre los tiempos y se obtiene los siguientes resultados para ello se usa el programa de Excel “Análisis de Datos- Anova de un Factor”:

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
3h	10	3	0,3	0,00444444
6h	10	3,1	0,31	0,00988889
9h	10	4,1	0,41	0,00544444
12h	10	4,2	0,42	0,01511111
18h	10	4,1	0,41	0,00544444
24h	10	4,2	0,42	0,01511111



ANÁLISIS DE VARIANZA

Variaciones	SC	G.L	CM	F	Probabilidad	F crítico
Tratamientos	0,162833333	5	0,03256667	3,5242485	0,00788748	2,386069862
Error	0,499	54	0,00924074			
Total	0,661833333	59				

El valor $F_0=3,524$ es mayor que el valor obtenido en tabla $F=2,38$ por lo que se rechaza la hipótesis, este procedimiento se realiza hasta determinar si se cumple la hipótesis alternativa.

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
6h	10	3,1	0,31	0,00988889
9h	10	4,1	0,41	0,00544444
12h	10	4,2	0,42	0,01511111
18h	10	4,1	0,41	0,00544444
24h	10	4,2	0,42	0,01511111

ANÁLISIS DE VARIANZA

Variaciones	SC	G.L	CM	F	Probabilidad	F crítico
Tratamientos	0,0892	4	0,0223	2,18627451	0,08573203	2,57873918
Error	0,459	45	0,0102			
Total	0,5482	49				

$$\underline{\underline{F \text{ crítico}=2,57 > F_0=2,18}}$$



Con estos resultados se concluye un tiempo de secado de las baldosas cerámicas de 6h para el tipo I.

5.2.2 TIPO DE BALDOSA II: 3%-6% A.A

DATOS

Tipo/Tiempo	1h	2h	3h	6h	9h	12h	18h	24h
2	0,3	0,4	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
2	0,3	0,4	0,3	0,2	0,1	0	0,1	0
2	0,3	0,5	0,2	0,1	0,3	0,2	0,3	0,2
2	0,3	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2
2	0,4	0,5	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
2	0,3	0,5	0,2	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2
2	0,5	0,6	0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
2	0,4	0,6	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
2	0,3	0,5	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3

Grados de Libertad:

Factores	Grados de Libertad	Valores
Tratamientos	k-1	9
Error	N-k	70
Total	N-1	79

5.2.2.1 Tabla de Anova de los resultados



RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
1h	10	3,4	0,34	0,00488889
2h	10	4,9	0,49	0,00544444
3h	10	1,8	0,18	0,00622222
6h	10	2,2	0,22	0,004
9h	10	2,3	0,23	0,00455556
12h	10	2	0,2	0,00666667
18h	10	2,3	0,23	0,00455556
24h	10	2	0,2	0,00666667

ANÁLISIS DE VARIANZA

Variaciones	SC	G.L	CM	F	Probabilidad	F Crítico
Tratamientos	0,76287	7	0,1089821	20,275747	9,2078E-15	2,1396555
Error	0,387	72	0,005375	5		2
Total	1,14987	79				

Resultado: $F > F$ crítico por lo cual se rechaza la hipótesis nula.

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
3h	10	1,8	0,18	0,00622222
6h	10	2,2	0,22	0,004
9h	10	2,3	0,23	0,00455556
12h	10	2	0,2	0,00666667
18h	10	2,3	0,23	0,00455556
24h	10	2	0,2	0,00666667



ANÁLISIS DE VARIANZA

Variaciones	SC	G.L	CM	F	Probabilidad	F crítico
Tratamientos	0,02	5	0,004	0,7346938	0,60066436	2,3860698
Error	0,29	54	0,0054444	8		5
Total	0,31	59				

Resultado: $F > F$ crítico por lo cual se acepta la hipótesis alternativa.

5.2.3 TIPO DE BALDOSA III: 6%-10% A.A

Datos:

Tipo/Tiempo	1h	2h	3h	6h	9h	12h	18h	24h
3	0,6	0,9	0,5	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6
3	0,4	0,6	0,5	0,2	0,5	0,3	0,5	0,3
3	0,5	0,6	0,4	0,3	0,4	0,5	0,4	0,5
3	0,4	0,6	0,5	0,2	0,6	0,5	0,6	0,5
3	0,4	0,7	0,3	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5
3	0,3	0,5	0,4	0,2	0,5	0,6	0,5	0,6
3	0,5	0,6	0,4	0,7	0,6	0,4	0,6	0,4
3	0,4	0,6	0,3	0,1	0,4	0,6	0,4	0,6
3	0,5	0,7	0,5	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
3	0,4	0,6	0,3	0,1	0,5	0,4	0,5	0,4

**Grados de Libertad:**

Factores	Grados de Libertad	Valores
Tratamientos	k-1	9
Error	N-k	70
Total	N-1	79

5.2.3.1 Tabla de Anova de los resultados

RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
1h	10	4,4	0,44	0,00711111
2h	10	6,4	0,64	0,01155556
3h	10	4,1	0,41	0,00766667
6h	10	2,6	0,26	0,02933333
9h	10	4,9	0,49	0,00988889
12h	10	4,7	0,47	0,01344444
18h	10	4,9	0,49	0,00988889
24h	10	4,7	0,47	0,01344444

**ANÁLISIS DE
VARIANZA**

Variaciones	SC	G.L	CM	F	Probabilidad	F Crítico
Tratamientos	0,77287	7	0,1104107	8,6314564		2,1396555
Error	0,921	72	0,0127916	9	1,1951E-07	2
Total	1,69387	79				

Resultado: $F > F$ crítico por lo que se rechaza la hipótesis alternativa, y esto se continua hasta encontrar si hay diferencia significativa entre el secado de las baldosas en los diferentes tiempos.

**RESUMEN**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
3h	10	4,1	0,41	0,00766667
6h	10	2,6	0,26	0,02933333
9h	10	4,9	0,49	0,00988889
12h	10	4,7	0,47	0,01344444
18h	10	4,9	0,49	0,00988889
24h	10	4,7	0,47	0,01344444

ANÁLISIS DE VARIANZA

Variaciones	SC	G.L	CM	F	Probabilidad	F Crítico
Tratamientos	0,3968333	3	0,0793666	5,6916334	0,00027507	2,3860698
Error	0,753	54	0,0139444	7		6
Total	1,1498333	59				

Resultado: $F > F$ crítico por lo cual se rechaza la hipótesis alternativa.

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
6h	10	2,6	0,26	0,02933333
9h	10	4,9	0,49	0,00988889
12h	10	4,7	0,47	0,01344444
18h	10	4,9	0,49	0,00988889
24h	10	4,7	0,47	0,01344444

ANÁLISIS DE VARIANZA

Variaciones	SC	G.L	CM	F	Probabilidad	F Crítico
Tratamientos	0,3912	4	0,0978	6,43421053	0,00034946	2,57873918
Error	0,684	45	0,0152			
Total	1,0752	49				



Resultado: $F > F$ crítico se rechaza la hipótesis

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
9h	10	4,9	0,49	0,00988889
12h	10	4,7	0,47	0,01344444
18h	10	4,9	0,49	0,00988889
24h	10	4,7	0,47	0,01344444

ANÁLISIS DE VARIANZA

Variaciones	SC	G.L	CM	F	Probabilidad	F Crítico
Tratamientos	0,00	3	0,0013333	0,1142857	0,95117366	2,8662655
Error	0,42	36	0,0116666	1		5
Total	0,42	39				

Resultado: $F < F$ Crítico se acepta la hipótesis alternativa por lo que el tiempo es 9h.

5.2.4 TIPO DE BALDOSA IV: >10% A.A

Datos:

Tipo/Tiempo	1h	2h	3h	6h	9h	12h	18h	24h
4	0,4	0,5	0,4	0,3	0,5	0,5	0,4	0,5
4	0,3	0,5	0,3	0,5	0,6	0,6	0,5	0,6
4	0,3	0,5	0,3	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5
4	0,5	0,6	0,6	0,4	0,6	0,6	0,4	0,6
4	0,6	0,8	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5
4	0,4	0,6	0,5	0,6	0,5	0,4	0,5	0,5
4	0,5	0,6	0,5	0,3	0,5	0,5	0,5	0,6



4	0,5	0,8	0,6	0,3	0,5	0,4	0,5	0,6
4	0,6	0,8	0,5	0,3	0,4	0,6	0,4	0,5
4	0,6	0,7	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5

Grados de Libertad:

Factores	Grados de Libertad	Valores
Tratamientos	k-1	9
Error	N-k	70
Total	N-1	79

5.2.4.1 Tabla de Anova de los resultados

RESUMEN				
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
1h	10	4,7	0,47	0,01344444
2h	10	6,4	0,64	0,016
3h	10	4,6	0,46	0,01155556
6h	10	4,1	0,41	0,01433333
9h	10	5,1	0,51	0,00322222
12h	10	5	0,5	0,00666667
18h	10	4,7	0,47	0,00233333
24h	10	5,4	0,54	0,00266667

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

Variaciones	SC	G.L	CM	F	Probabilidad	F Crítico
					d	
Tratamiento	0,32		0,0468571	5,3381555		2,1396555
s	8	7	4	2	5,9654E-05	1
Error	0,63		0,0087777			
	2	72	8			
Total	0,96	79				

Resultado: $F > F$ crítico se rechaza la hipótesis

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
3h	10	4,6	0,46	0,01155556
6h	10	4,1	0,41	0,01433333
9h	10	5,1	0,51	0,00322222
12h	10	5	0,5	0,00666667
18h	10	4,7	0,47	0,00233333
24h	10	5,4	0,54	0,00266667

ANÁLISIS DE VARIANZA

Variaciones	SC	G.L	CM	F	Probabilidad	F Crítico
					d	
Tratamiento	0,1028333		0,0205666	3,0261580		2,3860698
s	3	5	7	4	0,01764679	6
Error	0,367	54	0,0067963			
	0,4698333					
Total	3	59				

Resultado: $F > F$ crítico se rechaza la hipótesis

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
6h	10	4,1	0,41	0,01433333
9h	10	5,1	0,51	0,00322222



12h	10	5	0,5	0,00666667
18h	10	4,7	0,47	0,00233333
24h	10	5,4	0,54	0,00266667

ANÁLISIS DE VARIANZA

Variaciones	SC	G.L	CM	F	Probabilidad	F Crítico
Tratamientos	0,097	2	0,0243	4,1577946	0,00597434	2,5787391
Error	0,263	45	0,0058444	8		8
Total	0,360	49				

Resultado: $F > F$ crítico se rechaza la hipótesis

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
9h	10	5,1	0,51	0,00322222
12h	10	5	0,5	0,00666667
18h	10	4,7	0,47	0,00233333
24h	10	5,4	0,54	0,00266667

ANÁLISIS DE VARIANZA

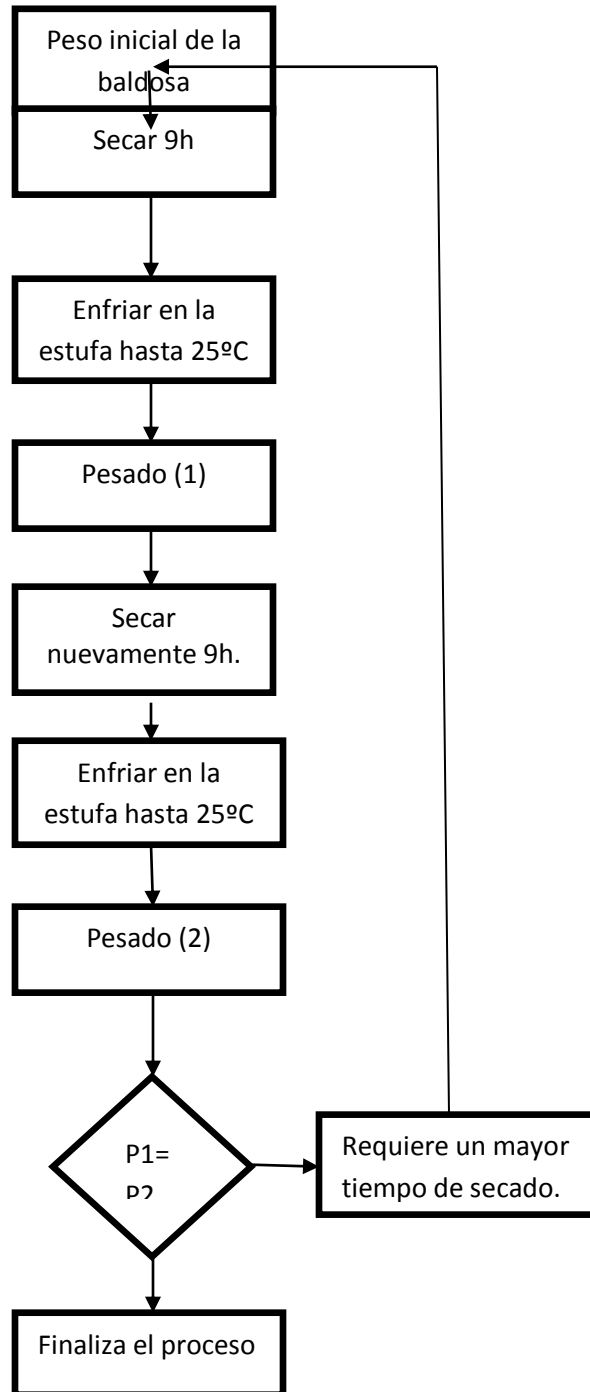
Variaciones	SC	G.L	CM	F	Probabilidad	F Crítico
Tratamientos	0,02	5	0,0083333	2,2388059	0,10042711	2,8662655
Error	0,13	36	0,0037222	7		5
Total	0,15	39				

Resultado: $F < F$ Crítico se acepta la hipótesis alternativa por lo que el tiempo es

9h.



De acuerdo a los datos obtenidos en el ANOVA se puede observar que de acuerdo al tipo de baldosa empleado se requiere de un tiempo de secado diferente, pero como el tiempo máximo de secado obtenido es 9h, se puede considerar el tiempo de secado para todas las baldosas 9 horas, con la siguiente secuencia:





5.2.5 Ensayo adicional

5.2.5.1 TIPO 1: 0,5%-3%A.A

Con datos obtenidos en el ensayo adicional se calcula el ANOVA DE UN FACTOR

TIPO/TIEMPO	6h	12h	24h
1	56,9	15,3	15,3
1	49,8	22,8	22,8
1	56,2	51,2	51,2
1	62	17,5	17,5
1	50,4	19,8	19,8
1	61,2	51,8	51,8
1	58	57,4	57,4
1	57,3	16,8	16,8
1	14,7	1	1
1	2	1,2	1,2

Tabla de Resultados

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
6h	10	468,5	46,85	435,982778
12h	10	254,8	25,48	427,115111
24h	10	254,8	25,48	427,115111

ANÁLISIS DE VARIANZA

Variaciones	SC	GL	CM	F	Probabilidad	F Crítico
Tratamientos	3044,5126	2	1522,2563	3,5395465		3,3541308
Error	11611,917	27	430,071	7	0,04313427	3
Total	14656,429	29				

Resultados: $F > F$ crítico se rechaza la hipótesis nula.

**RESUMEN**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
12h	10	254,8	25,48	427,115111
24h	10	254,8	25,48	427,115111

ANÁLISIS DE VARIANZA

Variaciones	SC	GL	CM	F	Probabilidad	F Crítico
Tratamientos	1,819E-12	1	1,819E-12	4,2588E-15	0,99999995	4,41387342
Error	7688,07	18	427,11511			
Total	7688,07	19				

Resultado $F < F$ crítico se acepta la hipótesis alternativa.

5.2.5.2 TIPO II: 3% - 6%A.A

TIPO/TIEMPO	6h	12h	12h	24h
II	40,9	41,1	0,5	0,5
II	38,2	38,2	0,3	0,3
II	35	35,1	0,3	0,3
II	45,3	45,4	0,4	0,4
II	47	47	0,3	0,3
II	63,2	63,2	0,4	0,4
II	76,2	76,3	0,4	0,4
II	64,2	64,3	0,5	0,5
II	65,6	65,6	0,7	0,7
II	11,4	11,4	0,4	0,4



Tabla de Resultados

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
6h	10	487	48,7	361,875556
12h	10	4,2	0,42	0,01511111
24h	10	4,2	0,42	0,01511111

ANÁLISIS DE VARIANZA

Variaciones	SC	GL	CM	F	Probabilidad	F Crítico
Tratamientos	15539,72	2	7769,861	64,40788	5,2864E-11	3,354130
Error	3257,152	27	120,6352			83
Total	18796,87	29				

Resultados: $F > F$ crítico se rechaza la hipótesis nula.

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
12h	10	4,2	0,42	0,01511111
24h	10	4,2	0,42	0,01511111

ANÁLISIS DE VARIANZA

Variaciones	SC	GL	CM	F	Probabilidad	F crítico
Tratamientos	0	1	0	0	1	4,4138734
Error	0,27	18	0,0151111			2
Total	0,27	19				

Resultado $F < F$ crítico se acepta la hipótesis alternativa.



De acuerdo a los resultados obtenidos el tiempo óptimo de secado es intervalos de 12h.

5.2.5.3 TIPO III: 6% - 10%A.A

TIPO/TIEMPO	6h	12h	12h	24h
III	0,3	0,3	0,5	0,5
III	0,2	0,2	0,2	0,2
III	0,3	0,3	0,5	0,5
III	0,2	0,2	52,6	52,6
III	0,2	0,2	45,9	45,9
III	0,2	0,2	20,1	20,1
III	0,7	0,7	45,7	45,7
III	0,1	0,1	36,1	36,1
III	0,3	0,3	47,7	47,7
III	0,1	0,1	7,6	7,6

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
6h	10	2,6	0,26	0,02933333
12h	10	256,9	25,69	489,234333
24h	10	256,9	25,69	489,234333

ANÁLISIS DE VARIANZA

Variaciones	SC	GL	CM	F	Probabilidad	F Crítico
Tratamientos	4311,232		2155,616	6,608954		3,354130
Error	8806,482	27	326,166	74	0,0046105	83
Total	13117,71	47				

Resultados: $F > F$ crítico se rechaza la hipótesis nula.

**RESUMEN**

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
12h	10	256,9	25,69	489,234333
24h	10	256,9	25,69	489,234333

ANÁLISIS DE VARIANZA

Variaciones	SC	GL	CM	F	Probabilidad	F Crítico
Tratamientos	1,819E-12	1	1,819E-12	3,718E-15	0,99999995	4,41387342
Error	8806,21	18	489,23433			
Total	8806,21	19	3			

Resultado $F < F$ crítico se acepta la hipótesis alternativa.

5.2.5.4 TIPO IV: > 10%A.A

TIPO/TIEMPO	6h	12h	12h	24h
IV	99,9	99,9	43	43
IV	65,1	65,1	27,2	27,2
IV	62,8	62,8	9,6	9,6
IV	48,7	48,8	2	2
IV	48,3	48,4	1,7	1,7
IV	34,9	34,9	1,6	1,6
IV	93,5	93,5	1,4	1,4
IV	32,5	32,5	1,9	1,9
IV	50,9	50,9	1,5	1,5
IV	60,1	60,4	1,7	1,7



Tabla de Resultados

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
6h	10	596,7	59,67	497,853444
12h	10	91,6	9,16	206,900444
24h	10	91,6	9,16	206,900444

ANÁLISIS DE VARIANZA

Variaciones	SC	GL	CM	F	Probabilidad	F crítico
Tratamientos	17008,4007	2	8504,20033	27,9849501	2,6181E-07	3,35413083
Error	8204,889	27	303,884778			
Total	25213,2897	29				

Resultados: $F > F$ crítico se rechaza la hipótesis nula.

RESUMEN

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
12h	10	91,6	9,16	206,900444
24h	10	91,6	9,16	206,900444

ANÁLISIS DE VARIANZA

Variaciones	SC	GL	CM	F	Probabilidad	F Crítico
Tratamientos	4,5475E-13	1	4,5475E-13	2,1979E-15	0,99999996	4,41387342
Error	3724,208	18	206,900444			
Total	3724,208	19				

Resultado $F < F$ crítico se acepta la hipótesis alternativa.

Los datos obtenidos para el ANOVA DE UN FACTOR se encuentran en el **anexo**

4.



9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CAPITULO 6

6.1 CONCLUSIONES

Después de haber culminado las pruebas previas para el diseño y el análisis estadístico a través del ANOVA DE UN FACTOR empleando los 4 tipos de baldosas se concluye con:

- No se pudo aplicar el diseño experimental citado anteriormente debido a que al realizar la prueba previa se determinó que no existen límites máximo y mínimo del factor tiempo, ya que los resultados indicaron que el secado de los tipos de baldosas aplicadas en el estudio no reflejaban diferencias apreciables a los distintos niveles de tiempo, lo cual nos lleva a determinar estadísticamente un tiempo óptimo de secado, y que es posible disminuirlo para optimizar el proceso de una manera eficiente.

- La prueba realizada con la variación de temperatura (180°C y 110°C), nos permite concluir que no existe diferencia significativa con las diferentes temperaturas, por lo que se mantendrá la temperatura indicada en la norma (110°C±5°C) debido a que realizar una prueba a mayor temperatura se observó que no había variación.



- Para tener un resultado más confiable se realizó pruebas con baldosas almacenadas en Guayaquil por lo menos un año, ya que su humedad relativa es mayor, en estas baldosas se encontró una diferencia de peso considerable, lo que indica que deben ser secadas.

- El tiempo de enfriamiento se considera un cuello de botella ya que según las pruebas realizadas se demoran de 8 a 12 horas en enfriarse las baldosas en la misma estufa hasta los 25°C.

- Al realizar el ANOVA DE UN FACTOR para los tipos de baldosas utilizados se determina que la hipótesis nula se rechaza, lo cual indica que hay una diferencia significativa en los diversos tiempos empleados.

- Para el TIPO I (0,5% - 3% A.A) tenemos que la hipótesis alternativa se acepta en el tiempo de 6h, por lo que se debe secar la baldosa en intervalos de 6h para obtener peso constante.

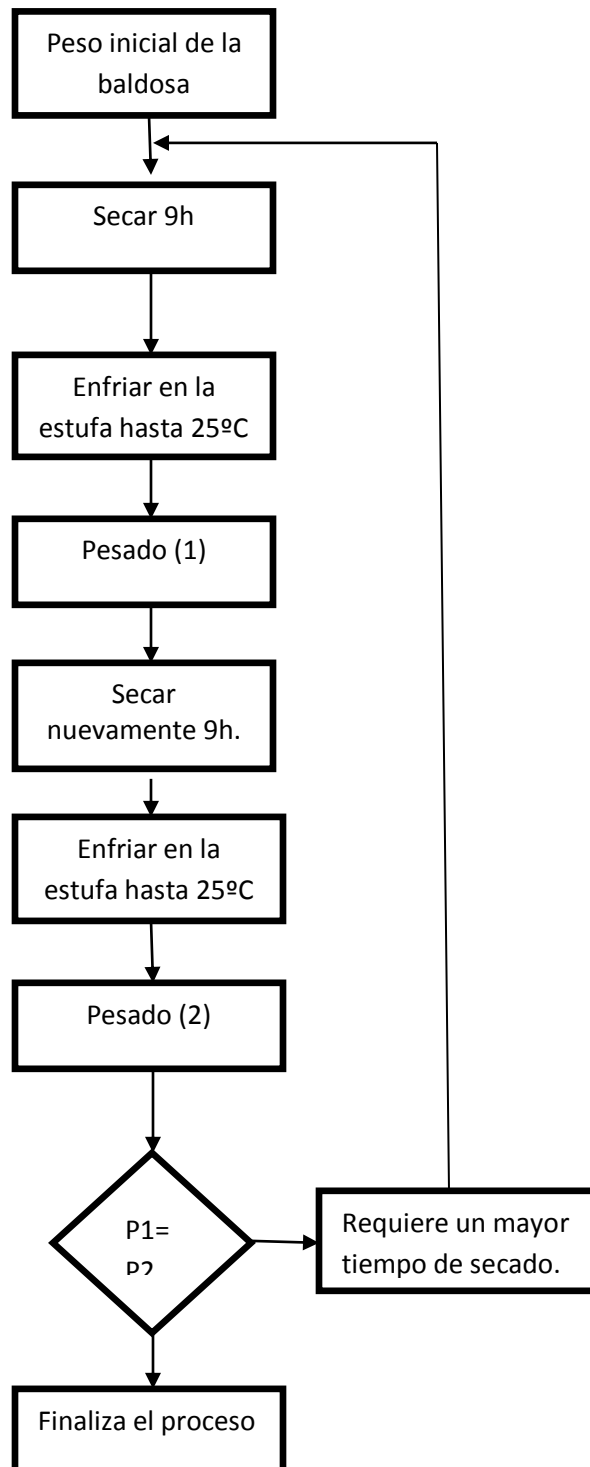
- Para el TIPO II (3% - 6% A.A) tenemos que la hipótesis alternativa se acepta en el tiempo de 3h, lo que indica que se debe secar en intervalos de 3h para obtener un peso constante.



- Para el TIPO III (6% - 10% A.A) tenemos que se acepta la hipótesis en el tiempo de 9h e igual resultado se obtiene par el TIPO IV (>10% A.A), esto se debe a que poseen mayor absorción de agua por lo que se requiere de un tiempo mayor a los demás.

- El tipo de baldosa <0,5% A.A, no se realizó el ANOVA debido a que no se disponía de este tipo en Guayaquil, las pruebas que se realizaron fueron con baldosas almacenadas en Cuenca dando como resultado pesos constantes en los diversos tiempos empleados, por lo que se considera emplear el tiempo máximo obtenido en el ANOVA cuyo valor es intervalos de 9h.

- Es posible disminuir el tiempo de secado de acuerdo a la investigación realizada, por lo que el tiempo para los tipos de baldosas son diferentes pero por precaución se determinó secar las baldosas en el tiempo máximo que es 9h, que según el procedimiento se establece en el siguiente diagrama de proceso.





6.2 RECOMENDACIONES

- ✓ La estufa y la balanza deben estar más cerca para evitar errores en la pesada debida a que la estufa está en un cuarto y la balanza en otro, y al momento de sacar la baldosa de la estufa y llevarla a pesar, en ese trayecto puede alterar el peso real de la misma.
- ✓ Mantener almacenadas las baldosas en un lugar libre de humedad y en condiciones adecuadas para evitar alteraciones en el peso original.
- ✓ Programar el tiempo para el secado de las baldosas que van a utilizar en los análisis posteriores para que el enfriamiento se dé en la noche y así optimizar el tiempo.
- ✓ La persona que recibe las baldosas debe fijarse en las condiciones que esta se encuentra, si observa que la baldosa esta con agua en la superficie, se debe utilizar un tiempo de secado de 12h, o si la baldosa está en condiciones comunes (sólo humedad higroscópica) se secan 9 horas.



- ✓ Para evitar el tiempo excesivo de enfriamiento en la estufa, se recomendaría un desecador de sílice de un tamaño adecuado para las baldosas, lo cual mejoraría satisfactoriamente el proceso ya que el tiempo de enfriamiento sería menor y a la vez la estufa estaría vacía para realizar otra prueba.

- ✓ Luego de haber culminado el estudio se recomienda continuar con las baldosas que no se pudieron conseguir de la ciudad de Guayaquil, las cuales son <math><0,5\%</math> A.A para tener los resultados completos de todos los tipos de baldosa que se emplean en el CESEMIN.



10. BIBLIOGRAFÍA

Libros:

AVGUSTINIK, A. I, “Cerámica”, Ed. Reverté, S.A, España, 1983.

NORTON, F.H, Cerámica Fina Tecnología y Aplicaciones, Editorial Omega I Edición, España 1975.

SINGER Félix, Singer, Sonja S., Cerámica Industrial procesos de la fabricación de Cerámica, Editorial Urma, I Edición, España 1971

GUTIERREZ, Pulido Humberto, Análisis y Diseño de Experimentos, Editorial Mc Graw Hill, I Edición, México 2008.

HINES, William, Montgomery Douglas, Goldsman David, Borrer Connie, “Probabilidad y Estadística para Ingeniería”, Editorial Continental, Cuarta Edición, México, 2005.

Sitios Web:

<http://es.scribd.com/doc/.../Proceso-de-fabricacion-de-baldosas-ceramicas>

(28/07/2011)

<http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias...y.../4-4-1.html> (24/08/2011)

[http://academic.uprm.edu/.../... - Puerto Rico](http://academic.uprm.edu/.../...) (25/08/2011)

http://es.wikipedia.org/wiki/Secado_de_s%C3%B3lidos (30/08/2011)

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/sanchez_h_a/capitulo6.pdf

(6/09/2011)

www.metodologiasytecnicas.ecaths.com/.../calcu. (17/09/2011)



<http://www.uaq.mx/matematicas/estadisticas/xu5.html> (20/09/2011)

www.fabis.org/html/archivos/docuweb/contraste_hipotesis_2r.pdf (12/10/2011)

http://www.epidemio.com/.../21_06_58_2TamanoMuestra3.pdf (12/10/2011)

http://www.epidemio.com/epidemio/img/datos/21_06_58_2TamanoMuestra3.pdf

(15/10/2011)

http://es.wikipedia.org/wiki/Tama%C3%B1o_de_la_muestra (15/10/2011)

<http://www.monografias.com/trabajos12/muestam/muestam.shtml> (15/10/2011)

[http://s.wikipedia.org/wiki/Grado_de_libertad_\(estadística\)](http://s.wikipedia.org/wiki/Grado_de_libertad_(estadística)) (18/10/2011)

http://es.wikipedia.org/wiki/Grado_de_libertad (20/10/2011)

<http://oasis.cisc-ug.org/letzhune/cisc/.../grado%20de%20libertad1.doc>

(20/10/2011)

http://es.wikipedia.org/wiki/Distribución_F (20/10/2011)

<http://www.estadisticafacil.com/Main/DistribucionFisher> (20/10/2011)

http://www.tec.url.edu.gt/boletin/URL_02_BAS02.pdf (24/11/2011)

<http://www.fisterra.com> (2/12/2011)

Documentos:

Introducción al Diseño Estadístico de Experimentos, Joan Ferré, F. Xavier Rius

Departamento de Química Analítica y Química Orgánica, Universitat Rovira i

Virgili., Pl. Imperial Tàrraco, 1. 43005-Tarragona.

11. ANEXOS



**ANEXO I NORMAS INEN
NORMAS INEN EMPLEADAS EN EL CESEMIN**

- **NORMA INEN 651: Determinación de la Absorción de Agua de baldosas cerámicas.**
- **NORMA INEN 652: Determinación del Módulo de Rotura y Resistencia a la Rotura.**



INEN

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 651:2000

Primera revisión

**BALDOSAS CERÁMICAS. DETERMINACIÓN DE LA
ABSORCIÓN DE AGUA, POROSIDAD APARENTE,
DENSIDAD RELATIVA APARENTE Y DENSIDAD TOTAL.**

Primera Edición

CERAMIC TILES. DETERMINATION OF WATER ABSORPTION, APPARENT POROSIT.

First Edition


DESCRIPTORES: Materiales de construcción, productos minerales y cerámicos, baldosas cerámicas, ensayos.

CO 02.07-318

CDU: 691.43

CIIU: 3891

ICS: 91.100.20

CDU: 691.43 ICS: 91-100-20			CIU: 3691 CO 02.07-318
Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	BALDOSAS CERÁMICAS. DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN DE AGUA, POROSIDAD APARENTE, DENSIDAD RELATIVA APARENTE Y DENSIDAD TOTAL.		NTE INEN 651:2000 Primera revisión 2000-01
1. OBJETO			
1.1 Esta norma establece los métodos de ensayo para determinar la absorción de agua, porosidad aparente, densidad relativa aparente y densidad total en las baldosas cerámicas.			
2. ALCANCE			
2.1 Esta norma comprende dos métodos para obtener la Impregnación con agua de los poros abiertos de las muestras: ebullición e Inmersión bajo vacío. La ebullición impregnará los poros abiertos que se llenan fácilmente; el método de vacío llena casi todos los poros abiertos.			
2.2 El método de la ebullición se debe usar para la clasificación de las baldosas y la especificación de los productos. El método del vacío se debe usar para la porosidad aparente, densidad relativa aparente y absorción de agua, para otros propósitos que no sea la clasificación.			
3. MÉTODO DE ENSAYO			
3.1 Principio. Impregnación de las baldosas secas con agua y luego la suspensión en agua. Cálculo de las propiedades de la lista usando la relación entre la masa seca y la masa saturada y suspendida.			
3.2 Equipos			
3.2.1 Estufa de secado. Capaz de operar a $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$. Se puede usar un sistema de microondas, infrarrojo u otro sistema de secado siempre y cuando se haya determinado que se obtienen los mismos resultados.			
3.2.2 Aparato para calentamiento. Construido de un material Inerte apropiado, en el que tiene lugar la ebullición.			
3.2.3 Fuente de calor.			
3.2.4 Balanza. Con una precisión hasta 0,01 % de la masa de un espécimen de ensayo.			
3.2.5 Agua destilada o desionizada.			
3.2.6 Desecador.			
3.2.7 Gamuza.			
3.2.8 Lazos de alambre, cabestro o canasta. Capaces de sostener a los especímenes bajo agua para la obtención de las mediciones de la masa suspendida.			
3.2.9 Bidón de vidrio. O un recipiente de tamaño y forma tal que la muestra, cuando está suspendida de la balanza (3.2.4) por los lazos de alambre (3.2.8), esté completamente sumergida en agua, con el espécimen de ensayo y los lazos de alambre completamente libres de contacto con cualquier parte del recipiente.			
(Continúa)			
DESCRIPTORES: Materiales de construcción, productos minerales y cerámicos, baldosas cerámicas, ensayos.			
-1-			
1997-083			

NTE INEN 651

2000-01

3.2.10 Cámara de vacío y sistema de vacío. De suficiente capacidad para acomodar el número requerido de especímenes de ensayo y alcanzar y mantener un vacío de (110 ± 1) kPa por 30 min.

3.3 Especímenes de ensayo

3.3.1 Una muestra, para cada tipo de baldosa bajo ensayo, debe consistir de 10 baldosas enteras.

3.3.2 Si el área de la superficie de la cara vista de cada baldosa individual es más grande que 0,04 m², solo cinco baldosas enteras se deben usar para el ensayo.

3.3.3 Cuando la masa de cada baldosa individual está por debajo de 50 g, un número suficiente de baldosas se deben tomar para que cada espécimen de ensayo alcance una masa de 50 g a 100 g.

3.3.4 Baldosas con lados más largos que 200 mm se pueden cortar en piezas más pequeñas, pero todas las piezas se deben incluir en la medición. Con baldosas poligonales y otras no rectangulares, largos y anchos deben ser los de sus rectángulos circunscritos.

3.4 Procedimiento

3.4.1 Secar las baldosas en la estufa (3.2.1) graduada a $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$, hasta masa constante es decir hasta que la diferencia entre dos pesadas sucesivas con un intervalo de 24 h sea menor a 0,1%. Enfriar las baldosas en el desecador (3.2.6) sobre gel de sílice u otro desecante apropiado, pero no en ácido.

3.4.2 Pesar cada baldosa y registrar el resultado con la precisión correspondiente indicada en la tabla 1.

TABLA 1. Precisión de la medida de la masa de la baldosa

Masa de la baldosa (g)	Precisión de la medida (g)
50 a 100	0,02
> 100 a 500	0,05
> 500 a 1 000	0,25
> 1 000 a 3 000	0,50
> 3 000	1,00

3.4.3 Impregnación con agua

3.4.3.1 Método de ebullición. Colocar las baldosas verticalmente, sin contacto entre ellas, en el aparato para calentamiento (3.2.2) de tal forma que haya una profundidad de 5 cm de agua (3.2.5) sobre y por debajo de las baldosas. Mantener el nivel del agua a 5 cm sobre las baldosas hasta el fin del ensayo. Calentar el agua hasta ebullición y continuar la ebullición por 2 h. Entonces remover la fuente de calor (3.2.3) y dejar que las baldosas se enfrien hasta la temperatura ambiente, aún completamente sumergidas, por $4 \text{ h} \pm 15 \text{ min}$. Agua a temperatura ambiente o un espiral de refrigeración se puede usar para enfriar los especímenes de ensayo a temperatura ambiente. Preparar la gamuza (3.2.7) humedeciéndola y exprimiéndola manualmente. Colocar la gamuza en una superficie plana y con ella secar ligeramente cada uno de los lados de cada baldosa en turno.

Frotar cualquier realce de la superficie con la gamuza.

Inmediatamente después de este procedimiento, pesar cada baldosa y registrar los resultados a la misma precisión como para el estado seco (ver tabla 1).

(Continúa)

NTE INEN 651

2000-01

3.4.3.2 Método del vacío. Colocar las baldosas verticalmente, sin contacto entre ellas, en la cámara de vacío (3.2.10). Evacuar a una presión de (100 ± 1) kPa y mantener ésta por 30 min. Entonces, mientras se mantiene el vacío, lentamente dar entrada de agua suficiente para cubrir las baldosas por 5 cm. Aliviar el vacío y permitir que las baldosas permanezcan sumergidas por 15 min. Preparar la gamuza (3.2.7) humedeciéndola y exprimiéndola manualmente. Colocar la gamuza en una superficie plana y con ella secar ligeramente cada lado de la baldosa en turno. Frotar cualquier resaca de la superficie con la gamuza. Inmediatamente después de este proceso, pesar cada baldosa y registrar los resultados con la misma precisión como para el estado seco (ver tabla 1).

3.4.4 Peso suspendido.

3.4.4.1 Después de la impregnación bajo el vacío de los especímenes de ensayo, determinar, lo más aproximado a 0,01 g, la masa m_b de cada espécimen mientras está suspendido en agua. Realizar la pesada colocando el espécimen en un lazo de alambre, cabestro o canasta (3.2.8) que está suspendido de uno de los brazos de la balanza (3.2.4).

Antes de la pesada efectiva, equilibrar la escala con los lazos de alambre, el cabestro o la canasta en posición e inmerso en agua a la misma profundidad que se usa cuando los especímenes están colocados.

3.5 Cálculos

3.5.1

m_1 es la masa de la baldosa seca;

m_{2b} es la masa de la baldosa impregnada con agua a ebullición;

m_{2v} es la masa de la baldosa impregnada por inmersión bajo vacío;

m_3 es la masa de la baldosa suspendida impregnada por inmersión bajo vacío.

3.5.2 En los siguientes cálculos, se supone que 1 cm³ de agua pesa 1 g. Esto es verdad dentro de poco más o menos 3% de agua a temperatura ambiente.

3.5.3 Absorción de agua. Para cada baldosa, la absorción de agua, $E_{(b,v)}$, expresada como porcentaje de la masa seca, se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$E_{(b,v)} = \frac{m_{2(b,v)} - m_1}{m_1} \times 100$$

En donde:

m_1 = es la masa de la baldosa seca;

m_2 = es la masa de la baldosa húmeda.

3.5.3.1 La designación E_b se debe usar para la absorción de agua determinada usando m_{2b} , y E_v cuando se usa m_{2v} . E_b representa la penetración de agua en los poros de fácil llenado, mientras que E_v representa la penetración de agua en casi todos los poros abiertos.

3.5.4 Porosidad aparente

3.5.4.1 El volumen exterior, V , expresado en centímetros cúbicos se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$V = m_{2v} - m_b$$

(Continúa)

NTE INEN 651

2006-01

3.5.4.2 El volumen de los poros abiertos, V_0 , y el volumen de la porción impermeable, V_i , expresados en centímetros cúbicos, está dado por la ecuación siguiente:

$$V_0 = m_{2v} - m_1$$

$$V_i = m_1 - m_3$$

3.5.4.3 La porosidad aparente, P , expresada como porcentaje, es la relación del volumen de los poros abiertos del espécimen de ensayo a su volumen exterior. La porosidad aparente se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$P = \frac{m_{2v} - m_1}{V} \times 100$$

3.5.5 Densidad relativa aparente

3.5.5.1 La densidad relativa aparente, T , de la porción impermeable del espécimen de ensayo, se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$T = \frac{m_1}{m_1 - m_3}$$

3.5.6 Densidad total

3.5.6.1 La densidad total, B , expresada en gramos por centímetro cúbico, de un espécimen es el cociente de esta masa seca dividida por el volumen exterior, incluyendo los poros. La densidad total se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$B = \frac{m_1}{V}$$

3.6 Informe de resultados

3.6.1 El reporte del ensayo debe incluir la siguiente información:

- a) Referencia a esta norma;
- b) Una descripción de las baldosas;
- c) Para cada propiedad determinada, reportar los resultados individuales para cada baldosa;
- d) Para cada propiedad determinada, reportar el valor promedio.

(Continúa)



NTE INEN 651 2006-01

APÉNDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Esta norma no requiere de otras para su aplicación.

Z.2 BASES DE ESTUDIO

International Standard ISO 10545-3:1995(E). Ceramic Tiles. Part 3: Determination of water absorption, apparent porosity, apparent relative density and bulk density. International Organization for Standardization. Geneva, 1995.

-5- 1997-083



INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 651 Primera revisión	TÍTULO: BALDOSAS CERÁMICAS. DETERMINACIÓN DE LA ABSORCIÓN DE AGUA, POROSIDAD APARENTE, DENSIDAD RELATIVA APARENTE Y DENSIDAD TOTAL.	Código: CO 02.07-316
--	---	-------------------------

ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio: 1997-04-28	REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo: 1982-03-18 Oficialización con el Carácter de OBLIGATORIA por Acuerdo No. 311 de 1982-04-20 publicado en el Registro Oficial No. 244 de 1982-05-17 Fecha de iniciación del estudio: 1997-04-28
---	--

Fechas de consulta pública: de _____ a _____

Subcomité Técnico: CERÁMICA PLANA
Fecha de iniciación: 1997-07-24
Integrantes del Subcomité Técnico: _____
Fecha de aprobación: 1998-04-09

NOMBRES:

Dr. Julio Vintimilla (Presidente)
Ing. Remigio Segovia
Ing. Pablo Vázquez
Sr. Xavier Crespo
Ing. Sonia Ortega
Ing. Diego Loyola
Ing. Silvana Zalamea
Ing. Diego Monsalve
Tiga. Germana Cabrera
Ing. Lucía Cabrera A. (Secretaría Técnica)

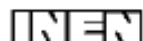
INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

UNIVERSIDAD DEL AZUAY
CERÁMICA RIALTO
MUTUALISTA AZUAY
KERAMIKOS
CERÁMICA GRAIMAN
KERAMIKOS
UNIVERSIDAD DE CUENCA
CICA
CERÁMICA CUENCA
INEN CUENCA

Otros trámites: Esta norma anula a la 646 [*] Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue DESREGULARIZADA, pasando de OBLIGATORIA a VOLUNTARIA, según Resolución de Consejo Directivo de 1998-01-08 y oficializada mediante Acuerdo Ministerial No. 235 de 1998-05-04 publicado en el Registro Oficial No. 321 del 1998-05-20

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 1999-09-29

Oficializada como: Voluntaria Por Acuerdo Ministerial No. 990423 de 1999-11-30
Registro Oficial No. 1 de 2000-01-24



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 652:2000
Primera revisión


**BALDOSAS CERÁMICAS. DETERMINACIÓN DEL
MODULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA ROTURA.**

Primera Edición

CERAMIC TILES. DETERMINATION OF MODULUS OF RUPTURE AND BREAKING STRENGTH.

First Edition

DESCRPTORES: Materiales de construcción, productos minerales y cerámicos, baldosas cerámicas, ensayos.
CO 02.07-316
CDU: 691.43
CIIU: 3591
ICS: 91.100.20

CDU: 691.43 ICS: 91.100.20		CIU: 3691 CO 02.07-318
Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	BALDOSAS CERÁMICAS. DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA ROTURA.	NTE INEN 652:2000 Primera revisión 2000-01
Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Casilla 17-01-3969 - Baquerizo 454 y Av. 6 de Diciembre - Quito-Ecuador - Prohibida la reproducción	<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece el método de ensayo para determinar el módulo de rotura y la resistencia a la rotura de todas las baldosas cerámicas.</p> <p style="text-align: center;">2. DEFINICIONES</p> <p>2.1 Para los efectos de esta norma, se adoptan las siguientes definiciones:</p> <p>2.1.1 <i>Carga de rotura.</i> Fuerza, expresada en newtones e indicada en el medidor de presión, necesaria para causar la rotura del espécimen de ensayo.</p> <p>2.1.2 <i>Resistencia a la rotura.</i> Fuerza expresada en newtones, obtenida al multiplicar la carga de rotura por la razón (espacio entre rodillos)/(ancho de los especímenes de ensayo).</p> <p>2.1.3 <i>Módulo de rotura.</i> Cantidad, expresada en newtones por milímetro cuadrado, obtenida de la división de la resistencia a la rotura calculada por el cuadrado del espesor mínimo a lo largo del lado roto.</p> <p style="text-align: center;">3. METODO DE ENSAYO</p> <p>3.1 <i>Resumen.</i> Determinación de la carga de rotura, la resistencia a la rotura y los módulos de rotura de una baldosa por la aplicación de una fuerza a una velocidad definida al centro de la baldosa, estando el punto de aplicación en contacto con la superficie apropiada de la baldosa.</p> <p>3.2 Equipos</p> <p>3.2.1 <i>Estufa para secado.</i> Capaz de operar a (110 ± 5) °C. Se puede usar un sistema de microondas, infrarrojo u otro sistema de secado siempre y cuando se haya determinado que se obtienen los mismos resultados.</p> <p>3.2.2 <i>Registrador de la medida de presión.</i> Con precisión hasta 2,0 %.</p> <p>3.2.3 <i>Dos rodillos para soporte.</i> Hechos de metal y las partes en contacto con los especímenes de ensayo deben estar cubiertos con caucho de dureza (50 ± 5) IRHD, medida de acuerdo con ISO 48. Un rodillo debe oscilar ligeramente (ver figura 1) y el otro debe estar ligeramente rotando respecto de su propio eje (ver tabla 1 para las dimensiones correspondientes).</p> <p style="text-align: right;">(Continúa)</p> <hr/> <p><small>DESCRIPTORES: Materiales de construcción, productos minerales y cerámicos, baldosas cerámicas, ensayos.</small></p>	
-1-		1998-034

NTE INEN 652

2000-01

FIGURA 1. Aparato para medir la resistencia a la flexión

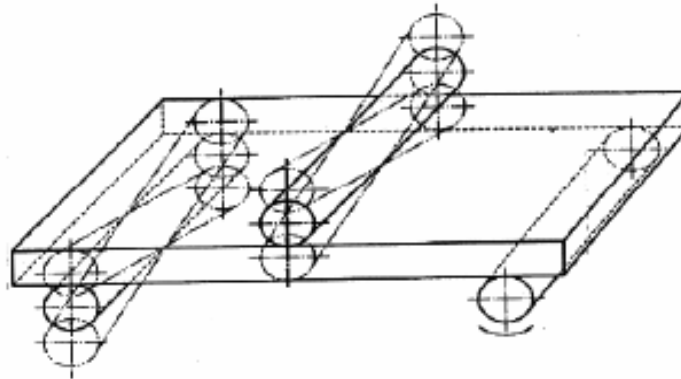
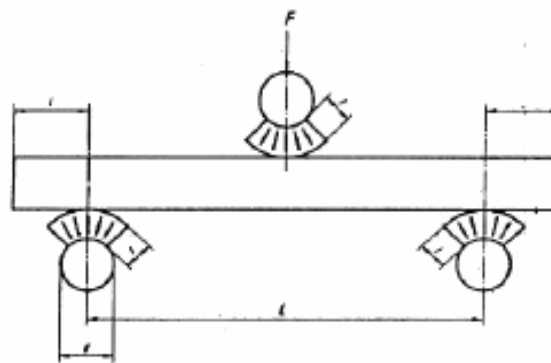


TABLA 1. Diámetro de los rodillos, espesor del caucho y longitud l (ver figura 2)

Dimensión de la baldosa	Diámetro del apoyo	Espesor del caucho	Distancia entre los puntos de apoyo y el extremo de la baldosa l
mm	mm	mm	mm
≥ 95	20	5 ± 1	10
< 95 pero ≥ 48	10	2,5 ± 0,5	5
< 48 pero ≥ 18	5	1 ± 0,2	2

FIGURA 2. Sección del aparato de resistencia a la flexión



(Continúa)

NTE INEN 652

2000-01

3.2.4 Rodillo cilíndrico central. Del mismo diámetro como el rodillo de soporte (3.2.3) y cubierto con un caucho similar, para la transmisión de la carga F . Este rodillo también debe oscilar ligeramente (ver figura 1). (Ver la tabla 1 para las dimensiones correspondientes).

3.3 Preparación de la muestra

3.3.1 Seleccionar los especímenes al azar del lote que se va a someter al ensayo. Siempre que sea posible, baldosas enteras se deben ensayar. Sin embargo, puede ser necesario cortar las baldosas excepcionalmente grandes (esto es, más grandes que 300 mm de largo) y baldosas de forma no rectangular, a fin de poderlas introducir en el aparato. En el caso de especímenes de ensayo rectangulares de tamaño más largo del viable se deben cortar de tal manera que sus centros coincidan con los centros de las baldosas. En caso de duda, serán siempre preferentes los resultados obtenidos usando baldosas enteras.

3.3.2 El número mínimo de especímenes de ensayo para cada muestra están dados en la tabla 2.

TABLA 2. Número mínimo de especímenes de ensayo

Dimensión de las baldosas (mm)	Número mínimo de especímenes de ensayo
> 48	7
< 48 pero > 18	10

3.4 Procedimiento

3.4.1 Remover cualquier partícula floja adherida a la parte posterior de cada espécimen de ensayo con un cepillo duro. Secar cada espécimen de ensayo en la estufa (3.2.1) mantenida a $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ hasta masa constante, es decir, hasta que la diferencia entre dos pesadas sucesivas con 24 horas de intervalo sea inferior a 0,1 %. Los especímenes de ensayo se deben enfriar en la estufa cerrada o en un desecador sobre gel de sílice u otro desecante apropiado, pero no en ácido, hasta que ellos alcancen la temperatura ambiente.

3.4.1.1 Los especímenes no deben ser ensayados pasadas más de 3 h después de que han alcanzado la temperatura ambiente.

3.4.2 Colocar el espécimen de ensayo sobre los rodillos de soporte, con la cara esmaltada o la cara vista hacia arriba de manera que sobrepase una longitud l (ver la tabla 1 y la figura 2) por el exterior de cada soporte.

3.4.3 En el caso de baldosas reversibles, tales como mosaicos de cerámica no esmaltada, no importa que lado de la baldosa este hacia arriba. Para baldosas extruidas, colocar el espécimen de ensayo de tal forma que los rebordes sobresalientes estén en ángulo recto con los rodillos de soporte. Para todas las otras baldosas rectangulares, colocar los especímenes de ensayo tal que el lado más largo este en ángulo recto con los rodillos de soporte.

3.4.4 Para las baldosas con relieve en la superficie, colocar una segunda capa de caucho, del espesor apropiado dado en la tabla 1, en el rodillo central (3.2.4) en contacto con aquellas.

3.4.5 Colocar el rodillo central equidistante entre los rodillos de apoyo. Aplicar la carga, repartida uniformemente, de tal manera que se obtenga una velocidad de incremento de la fuerza de $(1 \pm 0,2)$ N/mm^2 por segundo; la velocidad real por segundo puede ser calculada mediante la ecuación (2) dada en 3.5.4. Anotar la carga de rotura F .

(Continúa)

NTE INEN 652

2006-01

3.5 Cálculos

3.5.1 Para calcular el promedio de la resistencia a la rotura, utilizar solo los resultados de los ensayos en que la rotura se produjo en una zona central de longitud equivalente al diámetro del rodillo central. Para calcular el valor promedio son necesarios como mínimo cinco resultados aceptables.

3.5.2 Si se obtiene menos de cinco resultados aceptables, volver a realizar el ensayo sobre una segunda muestra de doble número de baldosas. Para calcular el valor promedio son necesarios entonces, como mínimo, diez resultados aceptables.

3.5.3 La resistencia a la rotura S , expresada en newtones, se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$S = \frac{FL}{b}$$

En donde:

- F = es la carga de rotura, en newtones;
- L = es la distancia entre los rodillos de apoyo, en milímetros (ver figura 2);
- b = es el ancho de la baldosa, en milímetros;

3.5.4 El módulo de rotura R , expresado en newtones por milímetro cuadrado, se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$R = \frac{3FL}{2bh^2} \\ = \frac{3S}{2h^2}$$

En donde:

- F = es la carga de rotura, en newtones;
- L = es la distancia entre los rodillos de apoyo, en milímetros (ver figura 2);
- b = es el ancho de la baldosa, en milímetros;
- h = es el espesor mínimo del espécimen de ensayo, en milímetros, medido después del ensayo a lo largo del borde roto (ver nota 1).

3.5.5 Anotar todos los resultados individuales.

3.5.6 Calcular del promedio de la resistencia a la rotura y el promedio de los módulos de rotura de la muestra como el promedio de los resultados aceptables.

3.6 Informe de resultados

3.6.1 El reporte del ensayo debe incluir la siguiente información:

- a) Referencia a esta norma;
- b) Descripción de las baldosas, incluyendo relieves de la superficie, en el caso de alguno.
- c) El número de especímenes de ensayo de la muestra
- d) Los valores de d , t , l , y L .
- e) La carga de rotura F de cada espécimen de ensayo;
- f) El promedio de la carga de rotura;

NOTA 1. El cálculo del módulo de rotura, está basado en una sección transversal rectangular. En el caso de baldosas de espesor variable, la medida del espesor mínimo a lo largo del lado roto no da sino resultados aproximados. Estas aproximaciones son tanto más exactas cuanto los relieves son menos profundos.

(Continúa)



NTE INEN 652

2000-01

- g) La resistencia a la rotura S de cada espécimen de ensayo;
- h) El valor promedio de la resistencia a la rotura;
- i) El módulo de rotura R de cada espécimen de ensayo;
- j) El valor promedio del módulo de rotura.

I

(Continúa)

-5-

1998-034



NTE INEN 652 2006-01

APENDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

International Standard ISO 48: 1994 *Rubber, vulcanized or thermoplastic. Determination of hardness (hardness between 10 IRHD and 100 IRHD)*

Z.2 BASES DE ESTUDIO

International Standard ISO 10545-4:1994(E). *Ceramic Tiles. Part 4: Determination of modulus of rupture and breaking strength.* International Organization for Standardization. Geneva, 1994.

-8-

1998-034



INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: **TÍTULO: BALDOSAS CERÁMICAS. DETERMINACIÓN DEL** Código: **CO 02.07-316**
 NTE INEN 652 **MÓDULO DE ROTURA Y LA RESISTENCIA A LA ROTURA.**
 Primera revisión

ORIGINAL:

Fecha de iniciación del estudio:
1997-04-28

REVISION:

Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 1982-03-18
 Oficialización con el Carácter de OBLIGATORIA
 por Acuerdo No. 310 de 1982-04-20
 publicado en el Registro Oficial No. 243 de 1982-05-14

Fecha de iniciación del estudio: 1997-04-28

Fechas de consulta pública: de

a

Subcomité Técnico: CERAMICA PLANA

Fecha de iniciación: 1997-07-24

Fecha de aprobación: 1998-04-09

Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:

Dr. Julio Vintimilla (Presidente)
 Ing. Pablo Vázquez
 Ing. Ramiro Segovia
 Sr. Xavier Crespo
 Ing. Sonia Ortega
 Ing. Diego Loyola
 Ing. Silvana Zalamea
 Tga. Germana Cabrera
 Ing. Lucía Cabrera A. (Secretaría Técnica)

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

UNIVERSIDAD DEL AZUAY
 MUTUALISTA AZUAY
 CERAMICA RIALTO
 KERAMIKOS
 CERAMICA GRAIMAN
 KERAMICOS
 UNIVERSIDAD DE CUENCA
 MUTUALISTA AZUAY
 INEN CUENCA

Otros trámites:

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de gnta en sesión de 1999-09-29

Oficializada como: Voluntaria
 Registro Oficial No. 1 de 2000-01-24

Por Acuerdo Ministerial No. 990422 de 1999-11-30

I

INEN

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

FE DE ERRATAS
(2009-07-15)

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 644:2000

Primera revisión

**BALDOSAS CERÁMICAS. DEFINICIONES,
CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS.**

Primera Edición

CERAMIC TILES. DEFINITIONS, CLASSIFICATION AND CHARACTERISTICS.

First Edition

En la página 3, numeral 3.3, literal a)

Dice:

a) Baldosas con baja absorción de agua (Grupo I), $E \leq 3\%$. Además el grupo I está dividido para las baldosas prensadas en seco como sigue:

- 1) $E \leq 0,5\%$ (Grupo BIa);
- 2) $0,5\% < E \leq 3\%$ (Grupo BIb).

Debe decir:

a) Baldosas con baja absorción de agua (Grupo I), $E \leq 3\%$. Además el grupo I está dividido para las baldosas prensadas en seco como sigue:

- 1) $E \leq 0,5\%$ (Grupo BI_a);
- 2) $0,5\% < E \leq 3\%$ (Grupo BI_b).

En la página 8, literal Z.2 Bases de estudio

Dice:

Final Draft International Standard ISO/FDIS 13 006. Ceramic tile, definitions, classification, characteristics and marking. International Organization for Standardization. Geneva, 1998.

Debe decir:

International Standard ISO 13 006. Ceramic tile, definitions, classification, characteristics and marking. International Organization for Standardization. Geneva, 1998.

DESCRIPTORES: Cerámicas, baldosas, definiciones, clasificación y características

CO 02.07-104
CDU: 691.31
CIIU: 3691
ICS: 91.100.20



INEN

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 644:2000

Primera revisión

**BALDOSAS CERÁMICAS. DEFINICIONES,
CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS.**


Primera Edición

CERAMIC TILES. DEFINITIONS, CLASSIFICATION AND CHARACTERISTICS.

First Edition

DESCRIPTORES: Cerámicas, baldosas, definiciones, clasificación y características
CO: 62.07-104
CDU: 691.31
CIIU: 3691
ICS: 91.100.20



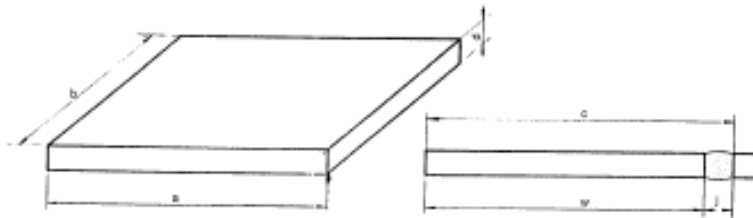
CDU: 691.31 ICS: 91.100.20		CIIU: 3691 CO 02.07-104
Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria	BALDOSAS CERÁMICAS DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS.	NTE INEN 644:2000 Primera revisión 2000-01
1. OBJETO		
1.1 Esta norma establece las definiciones, clasificaciones y características para diferentes aplicaciones de las baldosas cerámicas.		
2. DEFINICIONES		
2.1 Para los efectos de esta norma, se adoptan las definiciones contempladas en la Norma ISO 1006 y las que a continuación se detallan:		
2.1.1 <i>Baldosas cerámicas.</i> Placas de poco grosor de arcilla y/u otras materias primas, generalmente utilizadas como revestimientos de pisos y paredes, usualmente moldeadas por extrucción (A) o prensado (B) a temperatura ambiente pero también pueden ser moldeadas por otros procesos (C), seguidamente son secadas y posteriormente cocidas a suficiente temperatura para que se desarrollen las propiedades requeridas; las baldosas pueden ser esmaltadas (GL) o no esmaltadas (UGL) y son incombustibles e inalterables por la luz.		
2.1.2 <i>Esmalte.</i> Cubierta vitrificada que es impermeable.		
2.1.3 <i>Superficie engobada.</i> Cubierta a base de arcilla con un acabado mate que puede ser permeable o impermeable (ver nota 1).		
2.1.4 <i>Superficie pulida.</i> Superficie de una baldosa no esmaltada a la cual se le ha dado un acabado brillante por pulido mecánico como la última etapa de fabricación.		
2.1.5 <i>Baldosa extruída (designada como A).</i> Baldosas cuyo cuerpo es moldeado en estado plástico en un extrusor, la columna obtenida se corta en baldosas de dimensiones predeterminadas (ver notas 2 y 3).		
2.1.6 <i>Baldosas prensadas en seco (designada como B).</i> Baldosas formadas por un cuerpo de una mezcla perfectamente molida y moldeada en moldes a alta presión.		
2.1.7 <i>Baldosas fabricadas por otros procesos (designadas como C).</i> Baldosas fabricadas por otros procesos que los comerciales normales, por ejemplo extruido o prensado en seco (ver nota 4).		
2.1.8 <i>Espaciadores.</i> Proyecciones, que están dispuestas a lo largo de ciertos lados de las baldosas de tal manera que cuando dos baldosas se colocan juntas, en línea, los espaciadores en los lados adyacentes separan las baldosas una distancia no menor que el ancho especificado de la junta (ver figura 2), (ver notas 5 y 6).		
NOTA 1. Una baldosa con una superficie engobada es considerada como una baldosa no esmaltada.		
NOTA 2. Esta norma clasifica a las baldosas extruídas como de "precisión" o "natural". La clasificación depende de las diferentes características técnicas registradas en las normas individuales de los productos.		
NOTA 3. Los términos tradicionales usados para productos extruídos son "baldosas dobles" (split tiles) y "baldosas simples" (quarry tiles). Ellos indican comúnmente baldosas de extruido doble y extruido simple respectivamente. El término "baldosas simples" solo se refiere a baldosas extruídas con una absorción de agua que no excede el 6%.		
NOTA 4. Estas baldosas no están cubiertas en ésta norma.		
NOTA 5. Los espaciadores están dispuestos de tal manera que la junta entre las baldosas puede rellenarse con mortero sin que estos queden visibles.		
NOTA 6. Las baldosas prensadas en seco pueden ser fabricadas con otros sistemas de espaciadores y en tales casos, es aplicable la dimensión de fabricación.		
(Continúa)		
DESCRIPTORES: Cerámicas, baldosas, definiciones, clasificación y características		

NTE INEN 644 2000-01

2.1.9 Absorción de agua (Símbolo E). Porcentaje de agua por masa, medido de acuerdo con lo especificado en la NTE INEN 651.

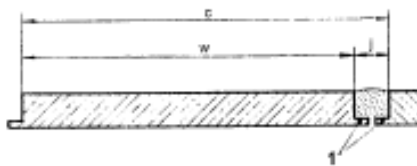
2.1.10 Descripción de las dimensiones (ver figuras 1 y 2) (ver nota 7)

FIGURA 1. Baldosa



Dimensión de coordinación (c) = Dimensión de fabricación (W) + Junta (J)
 Dimensión de fabricación (W) = Dimensión de la cara vista (a), (b) y el espesor (d)

FIGURA 2. Baldosa con espaciador



Clave
 1 Espaciadores

Dimensión de coordinación (c) = Dimensión de fabricación (W) + Junta (J)
 Dimensión de fabricación (W) = Dimensión de la cara vista (a), (b) y el espesor (d)

2.1.10.1 Dimensión nominal. Dimensión usada para describir el producto.

2.1.10.2 Dimensión de fabricación (símbolo W). Dimensión de una baldosa especificada por el fabricante a la cual debe ajustarse la dimensión real dentro de las desviaciones permisibles especificadas (ver nota 8).

2.1.10.3 Dimensión real. La dimensión obtenida por la medición de la cara de la baldosa de acuerdo a lo especificado en la NTE INEN 650.

2.1.10.4 Dimensión de coordinación (símbolo C). Dimensión de fabricación más el ancho de la junta.

NOTA 7. Estas están definidas solo para baldosas rectangulares. Si se requieren las dimensiones para baldosas no rectangulares, ellas están definidas por el rectángulo más pequeño dentro del cual ellas encajan.

NOTA 8. Esta está especificada por las dimensiones de largo, ancho y espesor.

(Continúa)

NTE INEN 644

2000-01

2.1.10.5 *Dimensión modular.* Baldosas y dimensiones basadas en el módulo M, 2M, 3M y 5 M y también sus múltiplos y subdivisiones, excepto para las baldosas con una superficie de área inferior a 9000 mm² (ver nota 9).

2.1.10.6 *Dimensiones no modulares.* Dimensiones no basadas en el módulo M (ver nota 10).

2.1.10.7 *Tolerancia.* La diferencia entre los límites permisibles de dimensión.

3. CLASIFICACIÓN

3.1 *Bases de clasificación.* Las baldosas cerámicas se dividen en grupos de acuerdo a su método de fabricación y su absorción de agua (ver 2.1.9 y la tabla 1). Los grupos no presuponen la utilización de los productos.

3.2 *Métodos de fabricación.* Hay tres métodos de fabricación que son los siguientes:

- método A, baldosas extruidas (ver 2.1.5)
- método B, baldosas prensadas en seco (ver 2.1.6)
- método C, baldosas fabricadas por otros procesos (ver 2.1.7)

3.3 *Grupos según la absorción de agua (E).* Hay tres grupos según la absorción de agua que son los siguientes:

b) Baldosas con baja absorción de agua (Grupo I), $E \leq 3\%$. Además el grupo I está dividido para las baldosas prensadas en seco como sigue:

- 1) $E < 0,5\%$ (Grupo BIa);
- 2) $0,5\% < E \leq 3\%$ (Grupo BIb).

b) Baldosas con mediana absorción de agua (Grupo II), $3\% < E \leq 10\%$. Además, el grupo II, para baldosas extruidas, está dividido como sigue:

- 1) $3\% < E \leq 6\%$ (Grupo AII_a, Partes 1 y 2);
- 2) $6\% < E \leq 10\%$ (Grupo AII_b, Partes 1 y 2).

c) Baldosas con alta absorción de agua (Grupo III), $E > 10\%$

NOTA 9. Ver ISO 1006 donde M = 100 mm.

NOTA 10. Las baldosas de éstas dimensiones son las comúnmente usadas en la mayoría de países.

(Continúa)



NTE INEN 644

2000-01

TABLA 1. Clasificación de baldosas cerámicas con respecto a la absorción de agua y al moldeo

Moldeo	Grupo I $E \leq 3\%$	Grupo II _a $3\% \leq E < 6\%$	Grupo II _b $6\% \leq E < 10\%$	Grupo III $E > 10\%$
A Extruido	Grupo AI (ver anexo A de la NTE INEN 654)	Grupo AII _{a-1} ¹⁾ (ver anexo B de la NTE INEN 654)	Grupo AII _{b-1} ¹⁾ (ver anexo D de la NTE INEN 654)	Grupo AIII (ver anexo F de la NTE INEN 654)
		Grupo AII _{a-2} ¹⁾ (ver anexo C de la NTE INEN 654)	Grupo AII _{b-2} ¹⁾ (ver anexo E de la NTE INEN 654)	
B Prensado en seco	Grupo BI _a $E \leq 0,5\%$ (ver anexo G de la NTE INEN 654)	Grupo BII _a (ver anexo J de la NTE INEN 654)	Grupo BII _b (ver anexo K de la NTE INEN 654)	Grupo BIII ²⁾ (ver anexo L de la NTE INEN 654)
	Grupo BI _b $0,5\% < E \leq 3\%$ (ver anexo H de la NTE INEN 654)			
C Baldosas fabricadas por otros procesos	Grupo CI ³⁾	Grupo CII _a ³⁾	Grupo CII _b ³⁾	Grupo CIII ³⁾

1) Los grupos AII_a y AII_b están divididos en dos partes (Parte 1 y Parte 2) con especificaciones de producto diferentes.

2) El grupo BIII cubre únicamente a las baldosas esmaltadas. Hay una producción pequeña de baldosas no esmaltadas prensadas en seco con una absorción de agua mayor al 10% que no está cubierta por este grupo de productos.

3) Estas baldosas no están cubiertas por esta norma.

4. CARACTERÍSTICAS

4.1 Las características para diferentes aplicaciones de las baldosas cerámicas están dadas en la tabla 2.

(Continúa)

NTE INEN 644 2000-01

TABLA 2. Características requeridas para diferentes aplicaciones

Características	Pisos		Paredes		Método de ensayo ¹⁾
	Interior	Exterio r	Interior	Exterio r	NTE INEN
Dimensiones y calidad de la superficie					
- Longitud y ancho	X	X	X	X	650
- Espesor	X	X	X	X	
- Rectitud de los lados	X	X	X	X	
- Rectangularidad	X	X	X	X	
- Planitud de la superficie (curvatura y alabeo)	X	X	X	X	
- Calidad de la superficie	X	X	X	X	
Propiedades físicas					
- Absorción de agua	X	X	X	X	651
- Módulo de rotura	X	X	X	X	652
- Resistencia a la rotura	X	X	X	X	652
- Resistencia a la abrasión profunda -baldosas no esmaltadas	X	X			2189
- Resistencia a la abrasión superficial -baldosas esmaltadas	X	X			2190
- Coeficiente de fricción	X	X			2195
- Resistencia al cuarteado -baldosas esmaltadas	X	X	X	X	647
- Resistencia a la helada ³⁾	X	X	X	X	2194
- Resistencia al choque térmico ²⁾	X	X	X	X	2192
- Expansión por humedad ²⁾	X	X	X	X	2193
- Dilatación térmica lineal ²⁾	X	X	X	X	2191
- Pequeñas diferencias de color ²⁾	X	X	X	X	2199
- Resistencia al impacto ²⁾	X	X			2188
Propiedades químicas					
- Resistencia a ácidos y álcalis de baja concentración	X	X	X	X	648
- Resistencia a ácidos y álcalis de alta concentración	X	X	X	X	648
- Resistencia a limpiadores caseros y limpiadores de agua de piscina	X	X	X	X	648
- Desprendimiento de plomo y cadmio - baldosas esmaltadas ²⁾	X	X	X	X	2196
- Resistencia al manchado					
- baldosas esmaltadas	X	X	X	X	2198
- baldosas no esmaltadas ²⁾	X	X	X	X	2198

1) Los ensayos deben ser realizados por laboratorios de ensayo que son reconocidos por la Organización Internacional de Normalización (miembros de ISO) y/o cuerpos de acreditación de los países interesados. Se prefiere la Acreditación bajo la serie ISO 9000 y/o la Guía GPE INEN ISO/IEC 25 (ver Apéndice Z).

2) Método de ensayo disponible

3) Para baldosas que se destinan a ser usadas en situaciones donde se aplican las condiciones de helada.

(Continúa)

NTE INEN 644

2000-01

**ANEXO A
(INFORMATIVO)****CLASIFICACIÓN DE LAS BALDOSAS ESMALTADAS PARA PISOS DE ACUERDO A SU
RESISTENCIA A LA ABRASIÓN**

Esta clasificación aproximada está dada solo como una guía (ver NTE INEN 2190). No debe tomarse para proveer especificaciones exactas del producto para requisitos específicos.

- Clase 0 Las baldosas esmaltadas en esta clase no son recomendadas para usar en pisos.
- Clase 1 Para cubrir pisos en áreas en las que se camina esencialmente con suelas de zapato suaves o pies desnudos sin basura que raspe (por ejemplo baños residenciales y dormitorios sin acceso directo desde el exterior).
- Clase 2 Para cubrir pisos en áreas en las que se camina vistiendo zapatos de suela suave o normal con, a lo sumo, ocasionales cantidades pequeñas de polvo que raye (por ejemplo habitaciones en áreas de vivienda de hogares pero con la excepción de cocinas, entradas, y otras habitaciones que pueden tener una gran cantidad de tráfico). Esto no es aplicable a calzado fuera de lo normal; por ejemplo botas con clavos de herradura.
- Clase 3 Para cubrir pisos en áreas que, con calzado normal, son caminadas más a menudo con pequeñas cantidades de polvo que raye (por ejemplo cocinas residenciales, salones, corredores, balcones, logias y terrazas). Esto no es aplicable a calzado fuera de lo normal; por ejemplo botas con clavos de herradura.
- Clase 4 Para cubrir pisos que están sujetos a un tráfico regular de caminado con algo de tierra que raye, así que las condiciones son más severas que en la Clase 3 (por ejemplo entradas, cocinas comerciales, hotel, salas de exhibición y salas de venta).
- Clase 5 Para cubrir pisos que están sujetos a un tráfico pedestre severo además períodos prolongados con algo de polvo que raya, así que las condiciones son más severas a causa de lo cual las baldosas esmaltadas para pisos pueden ser apropiadas (por ejemplo áreas públicas tales como centros comerciales, afuercia a aeropuertos, vestíbulos de hoteles, caminos públicos y aplicaciones industriales).

Esta clasificación es válida para aplicaciones bajo condiciones normales. Las consideraciones deben darse al calzado, tipo de tráfico y métodos de limpieza que se espera y los pisos deben ser adecuadamente protegidos contra la tierra que raye en las entradas a construcciones por la interposición de aparatos para la limpieza del calzado. En casos extremos de muy alto tráfico y cantidades de polvo que raye, pueden considerarse baldosas no esmaltadas para pisos y las baldosas del Grupo I.

(Continúa)

-5-

1098-065

NTE INEN 644

2000-01

APÉNDICE Z

Z.1 DOCUMENTOS NORMATIVOS A CONSULTAR

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 647:1998	Baldosas cerámicas. Determinación de la resistencia al cuarteado de baldosas esmaltadas.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 648:1998	Baldosas cerámicas. Ensayo de resistencia a los agentes químicos.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 650:1998	Baldosas cerámicas. Determinación de características geométricas.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 651:1998	Baldosas cerámicas. Determinación de la absorción de agua.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 652:1998	Baldosas cerámicas. Determinación de la resistencia a la flexión.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 654:1998	Baldosas cerámicas. Requisitos.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2188:1998	Baldosas cerámicas. Determinación de la resistencia al impacto mediante la medición del coeficiente de restitución.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2189:1998	Baldosas cerámicas. Determinación de la resistencia a la abrasión profunda de baldosas sin esmaltado.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2190:1998	Baldosas cerámicas. Determinación de la resistencia a la abrasión superficial de baldosas esmaltadas.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2191:1998	Baldosas cerámicas. Determinación de la dilatación térmica lineal.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2192:1998	Baldosas cerámicas. Determinación de la resistencia al choque térmico.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2193:1998	Baldosas cerámicas. Determinación de la expansión por humedad.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2194:1998	Baldosas cerámicas. Determinación de la resistencia a la helada.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2195:1998	Baldosas cerámicas. Determinación del coeficiente de fricción.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2196:1998	Baldosas cerámicas. Determinación del desprendimiento de plomo y cadmio en baldosa esmaltada.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2196:1998	Baldosas cerámicas. Determinación de la resistencia a las manchas.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2199:1998	Baldosas cerámicas. Determinación de pequeñas diferencias de color.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 9 000-1	Gestión de la calidad y el aseguramiento de la calidad. Parte 1. Directrices para su selección y uso.
Norma Internacional ISO 9 000-2: 1997	Quality management and quality assurance standards -Part 2: Generic guidelines for the application of ISO 9001, ISO 9002 and ISO 9003.
Norma Internacional ISO 9 000-3: 1997	Quality management and quality assurance standards -Part 3: Guidelines for the application of ISO 9001:1994 to the development, supply, installation and maintenance of computer software.
Norma Internacional ISO 9 000-4: 1993	Quality management and quality assurance standards -Part 4: Guide to dependability programme management.

(Continúa)



NTE INEN 644

2000-01

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 9 001:96	Sistemas de la calidad. Modelo para el aseguramiento de la calidad en el diseño, el desarrollo, la producción, la instalación y el servicio postventa.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 9 002:96	Sistemas de la calidad. Modelo para el aseguramiento de la calidad en la producción, la instalación y el servicio postventa.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 9 003:96	Sistema de la calidad. Modelo para el aseguramiento de la calidad en la inspección y los ensayos finales.
Norma Internacional ISO 9004-1:1994	Quality management and quality system elements -Part 1: Guidelines.
Norma Internacional ISO 9004-2:1991	Quality management and quality system elements -Part 2: Guidelines for services.
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 9 004-3:98	Gestión de la calidad y elementos del sistema de la calidad. Parte 3: Directrices para materiales procesados.
Norma Internacional ISO 9004-4:1993	Quality management and quality system elements -Part 4: Guidelines for quality improvement.
Norma Internacional ISO 1006: 1983	Building construction. Modular coordination. Basic module
Guía Práctica Ecuatoriana GPE INEN-ISO/IEC 25:95	Requisitos Generales para la competencia de los laboratorios de calibración y ensayo.

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Final Draft International Standard ISO/IDIS 13 006. Ceramic tile, definitions, classification, characteristics and marking. International Organization for Standardization. Geneva, 1998.



INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: **TITULO: BALDOSAS CERÁMICAS. DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS.** Código: **CO 02.07-104**
 Primera revisión

ORIGINAL:

Fecha de iniciación del estudio:
1997-05-15

REVISIÓN:

Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo 1982-03-18
 Oficialización con el Caracter de Obligatoria
 por Acuerdo No. 318 de 1982-04-20
 publicado en el Registro Oficial No. 268 de 1982-06-21

Fecha de iniciación del estudio: 1997-05-29

Fechas de consulta pública: de a

Subcomité Técnico: *Cerámica plana*

Fecha de iniciación: 1997-05-29

Fecha de aprobación: 1998-08-27

Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:

Dr. Julio Vintimilla (Presidente)
 Ing. Ramigio Segovia
 Ing. Diego Loyola
 Ing. Silvana Zalamea
 Sr. Xavier Crespo
 Tlga. Germana Cabrera
 Ing. Pablo Vázquez
 Ing. Lucía Cabrera A. (Secretaria Técnica)

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

UNIVERSIDAD DEL AZUAY
 CERAMICA RIALTO
 KERAMIKOS
 UNIVERSIDAD ESTATAL DE CUENCA
 KERAMIKOS
 CERAMICA CUENCA
 MUTUALISTA AZUAY
 DNEN CUENCA

Otros trámites:

CARÁCTER: Se recomienda su aprobación como:

Aprobación por Consejo Directivo en sesión de
1999-09-29 como: Voluntaria

Oficializada como:
 Por Acuerdo Ministerial No. 990419 de 1999-11-30
 Registro Oficial No. 1 de 2000-01-24



ANEXO II: TABLAS

alfa =	grados de libertad del numerador													
	0.05	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	60	100
1	161.45	199.5	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77	238.88	240.54	241.88	248.02	252.2	253.04	254.3
2	18.513	19	19.164	19.247	19.296	19.329	19.353	19.371	19.385	19.396	19.446	19.479	19.486	19.496
3	10.128	9.5521	9.2766	9.1172	9.0134	8.9407	8.8867	8.8452	8.8123	8.7855	8.6602	8.572	8.5539	8.5267
4	7.7086	6.9443	6.5914	6.3882	6.2561	6.1631	6.0942	6.041	5.9988	5.9644	5.8025	5.6878	5.664	5.6284
5	6.6079	5.7861	5.4094	5.1922	5.0503	4.9503	4.8759	4.8183	4.7725	4.7351	4.5581	4.4314	4.4051	4.3654
6	5.9874	5.1432	4.7571	4.5337	4.3874	4.2839	4.2067	4.1468	4.099	4.06	3.8742	3.7398	3.7117	3.6693
7	5.5915	4.7374	4.3468	4.1203	3.9715	3.866	3.7871	3.7257	3.6767	3.6365	3.4445	3.3043	3.2749	3.2302
8	5.3176	4.459	4.0662	3.8379	3.6875	3.5806	3.5005	3.4381	3.3881	3.3472	3.1503	3.0053	2.9747	2.9281
9	5.1174	4.2565	3.8625	3.6331	3.4817	3.3738	3.2927	3.2296	3.1789	3.1373	2.9365	2.7872	2.7556	2.7072
10	4.9646	4.1028	3.7083	3.478	3.3258	3.2172	3.1355	3.0717	3.0204	2.9782	2.774	2.6211	2.5884	2.5384
11	4.8443	3.9823	3.5874	3.3567	3.2039	3.0946	3.0123	2.948	2.8962	2.8536	2.6464	2.4901	2.4566	2.405
12	4.7472	3.8853	3.4903	3.2592	3.1059	2.9961	2.9134	2.8486	2.7964	2.7534	2.5436	2.3842	2.3498	2.2967
13	4.6672	3.8056	3.4105	3.1791	3.0254	2.9153	2.8321	2.7669	2.7144	2.671	2.4589	2.2966	2.2614	2.207
14	4.6001	3.7389	3.3439	3.1122	2.9582	2.8477	2.7642	2.6987	2.6458	2.6022	2.3879	2.2229	2.187	2.1313
15	4.5431	3.6823	3.2874	3.0556	2.9013	2.7905	2.7066	2.6408	2.5876	2.5437	2.3275	2.1601	2.1234	2.0664
16	4.494	3.6337	3.2389	3.0069	2.8524	2.7413	2.6572	2.5911	2.5377	2.4935	2.2756	2.1058	2.0685	2.0102
17	4.4513	3.5915	3.1968	2.9647	2.81	2.6987	2.6143	2.548	2.4943	2.4499	2.2304	2.0584	2.0204	1.961
18	4.4139	3.5546	3.1599	2.9277	2.7729	2.6613	2.5767	2.5102	2.4563	2.4117	2.1906	2.0166	1.978	1.9175



19	4.3808	3.5219	3.1274	2.8951	2.7401	2.6283	2.5435	2.4768	2.4227	2.3779	2.1555	1.9795	1.9403	1.8787
20	4.3513	3.4928	3.0984	2.8661	2.7109	2.599	2.514	2.4471	2.3928	2.3479	2.1242	1.9464	1.9066	1.8438
21	4.3248	3.4668	3.0725	2.8401	2.6848	2.5727	2.4876	2.4205	2.3661	2.321	2.096	1.9165	1.8761	1.8124
22	4.3009	3.4434	3.0491	2.8167	2.6613	2.5491	2.4638	2.3965	2.3419	2.2967	2.0707	1.8894	1.8486	1.7838
23	4.2793	3.4221	3.028	2.7955	2.64	2.5277	2.4422	2.3748	2.3201	2.2747	2.0476	1.8648	1.8234	1.7577
24	4.2597	3.4028	3.0088	2.7763	2.6207	2.5082	2.4226	2.3551	2.3002	2.2547	2.0267	1.8424	1.8005	1.7338
25	4.2417	3.3852	2.9912	2.7587	2.603	2.4904	2.4047	2.3371	2.2821	2.2365	2.0075	1.8217	1.7794	1.7117
26	4.2252	3.369	2.9752	2.7426	2.5868	2.4741	2.3883	2.3205	2.2655	2.2197	1.9898	1.8027	1.7599	1.6913
27	4.21	3.3541	2.9603	2.7278	2.5719	2.4591	2.3732	2.3053	2.2501	2.2043	1.9736	1.7851	1.7419	1.6724
28	4.196	3.3404	2.9467	2.7141	2.5581	2.4453	2.3593	2.2913	2.236	2.19	1.9586	1.7689	1.7251	1.6548
29	4.183	3.3277	2.934	2.7014	2.5454	2.4324	2.3463	2.2782	2.2229	2.1768	1.9446	1.7537	1.7096	1.6384
30	4.1709	3.3158	2.9223	2.6896	2.5336	2.4205	2.3343	2.2662	2.2107	2.1646	1.9317	1.7396	1.695	1.623
40	4.0847	3.2317	2.8387	2.606	2.4495	2.3359	2.249	2.1802	2.124	2.0773	1.8389	1.6373	1.5892	1.5098
50	4.0343	3.1826	2.79	2.5572	2.4004	2.2864	2.1992	2.1299	2.0733	2.0261	1.7841	1.5757	1.5249	1.4392
60	4.0012	3.1504	2.7581	2.5252	2.3683	2.2541	2.1665	2.097	2.0401	1.9926	1.748	1.5343	1.4814	1.3903
70	3.9778	3.1277	2.7355	2.5027	2.3456	2.2312	2.1435	2.0737	2.0166	1.9689	1.7223	1.5046	1.4498	1.354
80	3.9604	3.1108	2.7188	2.4859	2.3287	2.2142	2.1263	2.0564	1.9991	1.9512	1.7032	1.4821	1.4259	1.3259
90	3.9469	3.0977	2.7058	2.4729	2.3157	2.2011	2.1131	2.043	1.9856	1.9376	1.6883	1.4645	1.407	1.3032
100	3.9362	3.0873	2.6955	2.4626	2.3053	2.1906	2.1025	2.0323	1.9748	1.9267	1.6764	1.4504	1.3917	1.2845
200	3.8884	3.0411	2.6498	2.4168	2.2592	2.1441	2.0556	1.9849	1.9269	1.8783	1.6233	1.3856	1.3206	1.1903
300	3.8726	3.0258	2.6347	2.4017	2.2441	2.1288	2.0402	1.9693	1.9112	1.8623	1.6057	1.3634	1.2958	1.1521



400	3.86 48	3.01 83	2.62 72	2.39 43	2.23 66	2.12 12	2.03 25	1.96 16	1.90 33	1.85 44	1.59 69	1.35 22	1.28 31	1.13 03
500	3.86 01	3.01 38	2.62 27	2.38 98	2.23 2	2.11 67	2.02 79	1.95 69	1.89 86	1.84 96	1.59 16	1.34 55	1.27 53	1.11 59
600	3.85 7	3.01 07	2.61 98	2.38 68	2.22 9	2.11 37	2.02 48	1.95 38	1.89 55	1.84 65	1.58 81	1.34 1	1.27 01	1.10 55
700	3.85 48	3.00 86	2.61 76	2.38 47	2.22 69	2.11 15	2.02 26	1.95 16	1.89 32	1.84 42	1.58 56	1.33 77	1.26 64	1.09 76
800	3.85 31	3.00 7	2.61 6	2.38 31	2.22 53	2.10 99	2.02 1	1.95	1.89 16	1.84 25	1.58 37	1.33 53	1.26 35	1.09 12
900	3.85 18	3.00 57	2.61 48	2.38 18	2.22 4	2.10 86	2.01 97	1.94 87	1.89 03	1.84 12	1.58 22	1.33 34	1.26 13	1.08 61
1000	3.85 08	3.00 47	2.61 38	2.38 08	2.22 31	2.10 76	2.01 87	1.94 76	1.88 92	1.84 02	1.58 11	1.33 18	1.25 96	1.08 18
1500	3.84 77	3.00 17	2.61 08	2.37 79	2.22 01	2.10 46	2.01 57	1.94 46	1.88 61	1.83 7	1.57 75	1.32 73	1.25 42	1.06 75
2000	3.84 61	3.00 02	2.60 94	2.37 64	2.21 86	2.10 31	2.01 42	1.94 3	1.88 46	1.83 54	1.57 58	1.32 5	1.25 16	1.05 93
10000	3.84 24	2.99 66	2.60 58	2.37 28	2.21 5	2.09 95	2.01 05	1.93 93	1.88 08	1.83 16	1.57 16	1.31 94	1.24 51	1.03 34



ANEXO III DATOS PRUEBA PREVIA
FORMATO DE LAS HOJAS DE DATOS Y DATOS OBTENIDOS EN LAS PRUEBAS
REALIZADAS DURANTE EL PROCESO DE ESTUDIO.

Formato de las hojas de datos para demostrar estadísticamente que no hay diferencia significativa en el tiempo de secado de las baldosas cerámicas.

PRUEBAS PREVIAS				
Realizado por:	Jessica Delgado			
Tipo de baldosa:				
Temperatura:	110°C			
Tiempo de secado			Fecha	
	Hora			
Nº Baldosa	Peso inicial	Peso 1		Peso 2
OBSERVACIONES				



PRUEBAS PREVIAS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL								
Realizado por:	Jessica Delgado							
TIPO DE BALDOSA	<0,5% A.A							
TEMPERATURA:	180°C							
TIEMPO DE SECADO:								
1h	FECHA:	21- 23 Julio						
	Peso inicial	1750,2gr	# baldosa	1	Peso inicial	1839gr	# baldosa	2
	Hora inicio	12:18	Hora inicio	07:40	Hora inicio	12:18	Hora inicio	07:40
	Hora final	13:18	Hora final	08:40	Hora final	13:18	Hora final	08:40
	Peso 1	1750,2gr	Peso 2	1750,3gr	Peso 1	1839gr	Peso 2	1838,9gr
	Observaciones	La diferencia entre las dos pesadas es -0,1gr			Observaciones	La diferencia entre las dos pesadas es 0,1gr que según la norma si se cumple.		
2h	FECHA:	15-16 Agosto						
	Peso inicial	1746,8gr	# baldosa	1	Peso inicial	1748,8gr	# baldosa	2
	Hora inicio	15:55	Hora inicio	15:00	Hora inicio	15:55	Hora inicio	15:00
	Hora final	17:55	Hora final	17:00	Hora final	17:55	Hora final	17:00
	Peso 1	1746,7gr	Peso 2	1746,7gr	Peso 1	1748,8gr	Peso 2	1748,9gr
	Observaciones	Se obtiene masa constante, se cumple con la norma.			Observaciones	Se obtiene una diferencia de -0,1gr		
4h	FECHA:	3-5 Agosto						
	Peso inicial	1805,2gr	# baldosa	1	Peso inicial	1792,4gr	# baldosa	2
	Hora inicio	12:28	Hora inicio	11:17	Hora inicio	12:28	Hora inicio	11:17
	Hora final	16:28	Hora final	15:17	Hora final	16:28	Hora final	15:17
	Peso 1	1805,2gr	Peso 2	1805,1gr	Peso 1	1792,3gr	Peso 2	1792,3gr
	Observaciones	La diferencia entre las dos pesadas es 0,1gr, lo que indica que si se cumple la norma			Observaciones	Masa constante si se cumple la norma		



8h	FECHA:	25-27 Julio						
	Peso inicial	1745,2gr	# baldosa	1	Peso inicial	1748,6gr	# baldosa	2
	Hora inicio	09:10	Hora inicio	08:40	Hora inicio	09:10	Hora inicio	08:40
	Hora final	17:10	Hora final	16:40	Hora final	17:10	Hora final	16:40
	Peso 1	1745,2gr	Peso 2	1745,3gr	Peso 1	1748,6gr	Peso 2	1748,7gr
	Observaciones	Se obtiene una diferencia de -0,1gr			Observaciones	Se obtiene una diferencia de -0,1gr		
12h	FECHA:	18-20 Julio						
	Peso inicial	1835,9gr	# baldosa	1	Peso inicial	1794,1gr	# baldosa	2
	Hora inicio	10:00	Hora inicio	10:00	Hora inicio	10:00	Hora inicio	10:00
	Hora final	22:00	Hora final	22:00	Hora final	22:00	Hora final	22:00
	Peso 1	1835,9gr	Peso 2	1835,9gr	Peso 1	1794gr	Peso 2	1794gr
	Observaciones	Masa constante, si se cumple			Observaciones	Masa constante, si se cumple		
16h	FECHA:	8 - 10 Julio						
	Peso inicial	1749,2gr	# baldosa	1	Peso inicial	1746,7gr	# baldosa	2
	Hora inicio	11:05	Hora inicio	11:04	Hora inicio	11:05	Hora inicio	11:04
	Hora final	03:05	Hora final	03:04	Hora final	03:05	Hora final	03:04
	Peso 1	1749,2gr	Peso 2	1749,2gr	Peso 1	1746,6gr	Peso 2	1746,7gr
	Observaciones	Masa constante, si se cumple			Observaciones	Se obtiene una diferencia de -0,1gr		
20h	FECHA:	8 - 10 Agosto						
	Peso inicial	1743gr	# baldosa	1	Peso inicial	1748gr	# baldosa	2
	Hora inicio	09:00	Hora inicio	19:00	Hora inicio	09:00	Hora inicio	19:00
	Hora final	05:00	Hora final	15:00	Hora final	05:00	Hora final	15:00
	Peso 1	1743gr	Peso 2	1743gr	Peso 1	1748gr	Peso 2	1747,9gr
	Observaciones	Masa constante, si se cumple			Observaciones	Se obtiene una diferencia de 0,1gr		
					Lo que indica que se cumple la norma			



24h	FECHA:	11- 15 Julio						
	Peso inicial	1821,2gr	# baldosa	1	Peso inicial	1813,1gr	# baldosa	2
	Hora inicio	18:17	Hora inicio	09:00	Hora inicio	18:17	Hora inicio	09:00
	Hora final	18:17	Hora final	09:00	Hora final	18:17	Hora final	09:00
	Peso 1	1821gr	Peso 2	1821gr	Peso 1	1813gr	Peso 2	1813gr
	Observaciones	Masa constante, si se cumple			Observaciones	Masa constante, si se cumple		

PRUEBAS PREVIAS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL								
Realizado por:	Jessica Delgado							
TIPO DE BALDOSA	3% - 6% A.A							
TEMPERATURA:	180°C							
TIEMPO DE SECADO:								
1h	FECHA:	21- 23 Julio						
	Peso inicial	3177,8gr	# baldosa	1	Peso inicial	3190,5gr	# baldosa	2
	Hora inicio	12:18	Hora inicio	07:40	Hora inicio	12:18	Hora inicio	07:40
	Hora final	13:18	Hora final	08:40	Hora final	13:18	Hora final	08:40
	Peso 1	3177,7gr	Peso 2	3177,8gr	Peso 1	3190,3gr	Peso 2	3190,5gr
	Observaciones	Se obtiene una diferencia de -0,1gr			Observaciones	Se obtiene una diferencia de -0,2gr		



2h	FECHA:	15-16 Agosto						
	Peso inicial	3129,7gr	# baldosa	1	Peso inicial	3171,3gr	# baldosa	2
	Hora inicio	15:55	Hora inicio	15:00	Hora inicio	15:55	Hora inicio	15:00
	Hora final	17:55	Hora final	17:00	Hora final	17:55	Hora final	17:00
	Peso 1	3129,5gr	Peso 2	3129,5gr	Peso 1	3171,2gr	Peso 2	3171,2gr
	Observaciones	Masa constante, si se cumple			Observaciones	Masa constante, si se cumple		
4h	FECHA:	3-5 Agosto						
	Peso inicial	3182gr	# baldosa	1	Peso inicial	3274,2gr	# baldosa	2
	Hora inicio	12:28	Hora inicio	11:17	Hora inicio	12:28	Hora inicio	11:17
	Hora final	16:28	Hora final	15:17	Hora final	16:28	Hora final	15:17
	Peso 1	3181,9gr	Peso 2	3181,8gr	Peso 1	3274gr	Peso 2	3274,1gr
	Observaciones	Se obtiene una diferencia de 0,1gr			Observaciones	Se obtiene una diferencia de -0,1gr		
8h	FECHA:	25-27 Julio						
	Peso inicial	3174,8gr	# baldosa	1	Peso inicial	3266,1gr	# baldosa	2
	Hora inicio	09:10	Hora inicio	09:10	Hora inicio	09:10	Hora inicio	09:10
	Hora final	17:10	Hora final	17:10	Hora final	17:10	Hora final	17:10
	Peso 1	3174,6gr	Peso 2	3174,7gr	Peso 1	3265,9gr	Peso 2	3266,1gr
	Observaciones	Se obtiene una diferencia de -0,1gr			Observaciones	Se obtiene una diferencia de -0,2gr		
12h	FECHA:	18-20 Julio						
	Peso inicial	3160,6gr	# baldosa	1	Peso inicial	3187,8gr	# baldosa	2
	Hora inicio	10:00	Hora inicio	10:00	Hora inicio	10:00	Hora inicio	10:00
	Hora final	22:00	Hora final	22:00	Hora final	22:00	Hora final	22:00
	Peso 1	3160,5gr	Peso 2	3160,6gr	Peso 1	3187,8gr	Peso 2	3187,8gr
	Observaciones	Se obtiene una diferencia de -0,1gr			Observaciones	Masa cnstante, si se cumple		



16h	FECHA:	8 - 10 Julio						
	Peso inicial	3152,2gr	# baldosa	1	Peso inicial	3155,7gr	# baldosa	2
	Hora inicio	11:05	Hora inicio	11:04	Hora inicio	11:05	Hora inicio	11:04
	Hora final	03:05	Hora final	03:04	Hora final	03:05	Hora final	03:04
	Peso 1	3152,1gr	Peso 2	3152,4gr	Peso 1	3155,6gr	Peso 2	3156gr
	Observaciones	Se obtiene una diferencia de -0,3gr			Observaciones	Se obtiene una diferecia de -0,4gr		
20h	FECHA:	8 - 10 Agosto						
	Peso inicial	3196,1gr	# baldosa	1	Peso inicial	3241,7gr	# baldosa	2
	Hora inicio	09:00	Hora inicio	19:00	Hora inicio	09:00	Hora inicio	19:00
	Hora final	05:00	Hora final	15:00	Hora final	05:00	Hora final	15:00
	Peso 1	3195,7gr	Peso 2	3195,8gr	Peso 1	3238,4gr	Peso 2	3238,5gr
	Observaciones	Se obtiene una diferencia de -0,1gr			Observaciones	Se obtiene una diferencia de -0,1gr		
24h	FECHA:	11- 15 Julio						
	Peso inicial	3137,9gr	# baldosa	1	Peso inicial	3322,8gr	# baldosa	2
	Hora inicio	18:17	Hora inicio	09:00	Hora inicio	18:17	Hora inicio	09:00
	Hora final	18:17	Hora final	09:00	Hora final	18:17	Hora final	09:00
	Peso 1	3137,9gr	Peso 2	3136,4gr	Peso 1	3322,8gr	Peso 2	3321,6gr
	Observaciones	Se obtiene una diferencia de 1,5gr			Observaciones	Se obtiene una diferencia de 1,2gr		



PRUEBAS PREVIAS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL								
Realizado por:	Jessica Delgado							
TIPO DE BALDOSA	>10% A. A							
TEMPERATURA:	180°C							
TIEMPO DE SECADO:								
1h	FECHA:	21- 23 Julio						
	Peso inicial	1483,6gr	# baldosa	1	Peso inicial	1462,3gr	# baldosa	2
	Hora inicio	12:18	Hora inicio	07:40	Hora inicio	12:18	Hora inicio	07:40
	Hora final	13:18	Hora final	08:40	Hora final	13:18	Hora final	08:40
	Peso 1	1483,2gr	Peso 2	1483,3gr	Peso 1	1462gr	Peso 2	1462,1gr
	Observaciones	Se obtiene una diferencia de -0,1gr			Observaciones	Se obtiene una diferencia de -0,1gr		
2h	FECHA:	15-16 Agosto						
	Peso inicial	1472,6gr	# baldosa	1	Peso inicial	1494,1gr	# baldosa	2
	Hora inicio	15:55	Hora inicio	15:00	Hora inicio	15:55	Hora inicio	15:00
	Hora final	17:55	Hora final	17:00	Hora final	17:55	Hora final	17:00
	Peso 1	1472,3gr	Peso 2	1472,3gr	Peso 1	1493,8gr	Peso 2	1493,8gr
	Observaciones	Masa constante, si se cumple			Observaciones	Masa cnstante, si se cumple		
4h	FECHA:	3-5 Agosto						
	Peso inicial	1492,6gr	# baldosa	1	Peso inicial	1505,5gr	# baldosa	2
	Hora inicio	12:28	Hora inicio	11:17	Hora inicio	12:28	Hora inicio	11:17
	Hora final	16:28	Hora final	15:17	Hora final	16:28	Hora final	15:17
	Peso 1	1492,3gr	Peso 2	1492,4gr	Peso 1	1505,4gr	Peso 2	1505,5gr
	Observaciones	Se obtiene una diferencia de -0,1gr			Observaciones	Se obtiene una diferencia de -0,1gr		



8h	FECHA:	25-27 Julio						
	Peso inicial	1475,8gr	# baldosa	1	Peso inicial	1475,3gr	# baldosa	2
	Hora inicio	09:10	Hora inicio	09:10	Hora inicio	09:10	Hora inicio	09:10
	Hora final	17:10	Hora final	17:10	Hora final	17:10	Hora final	17:10
	Peso 1	1475,2gr	Peso 2	1475,4gr	Peso 1	1474,9gr	Peso 2	1475gr
	Observaciones	Se obtiene una diferencia de -0,2gr			Observaciones:	Se obtiene una diferencia de -0,1gr		
12h	FECHA:	18-20 Julio						
	Peso inicial	1479gr	# baldosa	1	Peso inicial	1469,5gr	# baldosa	2
	Hora inicio	10:00	Hora inicio	10:00	Hora inicio	10:00	Hora inicio	10:00
	Hora final	22:00	Hora final	22:00	Hora final	22:00	Hora final	22:00
	Peso 1	1478,7gr	Peso 2	1478,8gr	Peso 1	1469,1gr	Peso 2	1469,2gr
	Observaciones	Se obtiene una diferencia de -0,1gr			Observaciones:	Se obtiene una diferencia de -0,1gr		
16h	FECHA:	8 - 10 Julio						
	Peso inicial	1490,8gr	# baldosa	1	Peso inicial	1506,2gr	# baldosa	2
	Hora inicio	11:05	Hora inicio	11:04	Hora inicio	11:05	Hora inicio	11:04
	Hora final	03:05	Hora final	03:04	Hora final	03:05	Hora final	03:04
	Peso 1	1490,6gr	Peso 2	1490,7gr	Peso 1	1506,1gr	Peso 2	1506gr
	Observaciones	Se obtiene una diferencia de -0,1gr			Observaciones:	Se obtiene una diferencia de 0,1gr		
20h	FECHA:	8 - 10 Agosto						
	Peso inicial	1532,6gr	# baldosa	1	Peso inicial	1488gr	# baldosa	2
	Hora inicio	09:00	Hora inicio	19:00	Hora inicio	09:00	Hora inicio	19:00
	Hora final	05:00	Hora final	15:00	Hora final	05:00	Hora final	15:00
	Peso 1	1532,3gr	Peso 2	1532,4gr	Peso 1	1487,6gr	Peso 2	1487,8gr
	Observaciones	Se obtiene una diferencia de -0,1gr			Observaciones:	Se obtiene una diferencia de -0,1gr		



24h	FECHA:	11- 15 Julio						
	Peso inicial	1511,1gr	# baldosa	1	Peso inicial	1507,1gr	# baldosa	2
	Hora inicio	18:17	Hora inicio	09:00	Hora inicio	18:17	Hora inicio	09:00
	Hora final	18:17	Hora final	09:00	Hora final	18:17	Hora final	09:00
	Peso 1	1510,9gr	Peso 2	1510,9gr	Peso 1	1506,8gr	Peso 2	1506,9gr
	Observaciones	Masa constante, si se cumple			Observaciones	Se obtiene una diferencia de -0,1gr		



Pruebas realizadas a la temperatura de 110°C, con los tres tipos de baldosas, se obtuvo los siguientes datos.

PRUEBAS PREVIAS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL									
Realizado por:	Jessica Delgado								
TIPO DE BALDOSA	<0,5% A.A								
TEMPERATURA:	110°C								
TIEMPO DE SECADO:									
1h	FECHA:	29- 30 Agosto							
	Peso inicial	1728,9gr	# baldosa	1	Peso inicial	1747gr	# baldosa	2	
	Hora inicio	16:10	Hora inicio	15:00	Hora inicio	16:10	Hora inicio	15:00	
	Hora final	17:10	Hora final	16:00	Hora final	17:10	Hora final	16:00	
	Peso 1	1728,9gr	Peso 2	1728,8gr	Peso 1	1746,8gr	Peso 2	1746,8gr	
	Observaciones:	La diferencia entre las dos pesadas es 0,1gr, si cumple				Observaciones:	peso constante si cumple		
12h	FECHA:	24-26 Agosto							
	Peso inicial	1726,1gr	# baldosa	1	Peso inicial	1718gr	# baldosa	2	
	Hora inicio	09:07	Hora inicio	10:31	Hora inicio	09:07	Hora inicio	10:31	
	Hora final	21:07	Hora final	22:31	Hora final	21:07	Hora final	22:31	
	Peso 1	1726gr	Peso 2	1726gr	Peso 1	1717,9gr	Peso 2	1717,9gr	
	Observaciones:	Se obtiene masa constante, se cumple con la norma.				Observaciones:	peso constante si cumple		
24h	FECHA:	5 - 7 Julio							
	Peso inicial	1748,7gr	# baldosa	1	Peso inicial	1748gr	# baldosa	2	
	Hora inicio	08:41	Hora inicio	18:00	Hora inicio	08:41	Hora inicio	18:00	
	Hora final	08:41	Hora final	18:00	Hora final	08:41	Hora final	18:00	
	Peso 1	1748,7gr	Peso 2	1748,7gr	Peso 1	1747,8gr	Peso 2	1747,7gr	
	Observaciones:	peso constante si cumple				Observaciones:	diferencia de 0,1gr		



PRUEBAS PREVIAS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL								
Realizado por:	Jessica Delgado							
TIPO DE BALDOSA	3-6% A.A							
TEMPERATURA:	110°C							
TIEMPO DE SECADO:								
1h	FECHA:	29-30 Agosto						
	Peso inicial	3220,1gr	# baldosa	1	Peso inicial	3310,2gr	# baldosa	2
	Hora inicio	16:10	Hora inicio	15:00	Hora inicio	16:10	Hora inicio	15:00
	Hora final	17:10	Hora final	16:00	Hora final	17:10	Hora final	16:00
	Peso 1	3219,8gr	Peso 2	3219,8gr	Peso 1	3309,9gr	Peso 2	3309,9gr
	Observaciones:	peso constante si cumple			Observaciones:	peso constante si cumple		
12h	FECHA:	24- 26 Agosto						
	Peso inicial	3312,2gr	# baldosa	1	Peso inicial	3304,9gr	# baldosa	2
	Hora inicio	09:07	Hora inicio	10:31	Hora inicio	09:07	Hora inicio	10:31
	Hora final	21:07	Hora final	22:31	Hora final	21:07	Hora final	22:31
	Peso 1	3312gr	Peso 2	3311,9gr	Peso 1	3304,6gr	Peso 2	3304,5gr
	Observaciones:	se obtiene una diferencia de 0,1gr si cumple			Observaciones:	Se obtiene una diferencia de 0,1gr		
24h	FECHA:	5- 7 Julio						
	Peso inicial	3232gr	# baldosa	1	Peso inicial	3307,5gr	# baldosa	2
	Hora inicio	08:41	Hora inicio	18:00	Hora inicio	08:41	Hora inicio	18:00
	Hora final	08:41	Hora final	18:00	Hora final	08:41	Hora final	18:00
	Peso 1	3229,1gr	Peso 2	3228,9gr	Peso 1	3306,7gr	Peso 2	3306,5gr
	Observaciones:	La diferencia entre las dos pesadas es 0,2gr, lo que indica que si se cumple la norma			Observaciones:	Se obtiene una diferencia de 0,2gr		



PRUEBAS PREVIAS DEL DISEÑO EXPERIMENTAL								
Realizado por:	Jessica Delgado							
TIPO DE BALDOSA	>10%A.A							
TEMPERATURA:	110°C							
TIEMPO DE SECADO:								
1h	FECHA:	29- 30 Agosto						
	Peso inicial	1477,1gr	# baldosa	1	Peso inicial	1471gr	# baldosa	2
	Hora inicio	16:10	Hora inicio	15:00	Hora inicio	16:10	Hora inicio	15:00
	Hora final	17:10	Hora final	16:00	Hora final	17:10	Hora final	16:00
	Peso 1	1476,7gr	Peso 2	1476,7gr	Peso 1	1470,6gr	Peso 2	1470,6gr
	Observaciones:	peso constante si cumple la norma			Observaciones:	peso constante si cumple la norma		
12h	FECHA:	24-26 Agosto						
	Peso inicial	1494gr	# baldosa	1	Peso inicial	1472,4gr	# baldosa	2
	Hora inicio	09:07	Hora inicio	10:31	Hora inicio	09:07	Hora inicio	10:31
	Hora final	21:07	Hora final	22:31	Hora final	21:07	Hora final	22:31
	Peso 1	1493,9gr	Peso 2	1493,9gr	Peso 1	1472,1gr	Peso 2	1472,1gr
	Observaciones:	Se obtiene peso constante, se cumple con la norma.			Observaciones:	peso constante si se cumple la norma		
24h	FECHA:	5- 7 Julio						
	Peso inicial	1506,5gr	# baldosa	1	Peso inicial	1492gr	# baldosa	2
	Hora inicio	08:41	Hora inicio	18:00	Hora inicio	08:41	Hora inicio	18:00
	Hora final	08:41	Hora final	18:00	Hora final	08:41	Hora final	18:00
	Peso 1	1506,2gr	Peso 2	1506,1gr	Peso 1	1491,8gr	Peso 2	1491,7gr
	Observaciones:	La diferencia entre las dos pesadas es 0,1gr, lo que indica que si se cumple la norma			Observaciones:	diferencia de 0,1gr		



Datos obtenidos de las baldosas almacenadas en la Ciudad de Guayaquil por lo menos 1 año.

PRUEBAS PREVIAS					
REALIZADO POR:		Jessica Delgado			
TEMPERATURA		110°C			
FECHA:		27-28 Octubre			
TIEMPO DE SECADO		1 hora			
TIPO DE BALDOSA:		Opalo azul 3% - 6% A.A			
Nº Baldosa	Peso Inicial (gr)	Hora	Peso 1 (gr)	Hora	Peso 2 (gr)
1	1469,7	21:10	1469,5	08:00	1469,5
		22:10		09:00	
2	1457,1	21:10	1456,8	08:00	1456,7
		22:10		09:00	
TIPO DE BALDOSA:		Marfil 6% - 10% A.A			
Nº Baldosa	Peso Inicial	Hora	Peso 1	Hora	Peso 2
1	3710,5	21:10	3705,6	08:00	3705,1
		22:10		09:00	
2	3781,2	21:10	3776,7	08:00	3776,6
		22:10		09:00	
TIPO DE BALDOSA:		Isis Rosa >10% A.A			
Nº Baldosa	Peso Inicial (gr)	Hora	Peso 1 (gr)	Hora	Peso 2 (gr)
1	1120,1	21:10	1119,6	08:00	1119,7
		22:10		09:00	
2	1142	21:10	1141,6	08:00	1141,5
		22:10		09:00	



PRUEBAS PREVIAS					
REALIZADO POR:		Jessica Delgado			
TEMPERATURA		110°C			
FECHA:		7-9 Noviembre			
TIEMPO DE SECADO		24 horas			
TIPO DE BALDOSA:		Opalo azul 3% - 6% A.A			
Nº Baldosa	Peso Inicial (gr)	Hora	Peso 1 (gr)	Hora	Peso 2 (gr)
1	1455,5	08:35	1455,2	18:00	1455,2
		08:35		18:00	
2	1455,3	08:35	1455,2	18:00	1455
		08:35		18:00	
3	1466	08:35	1464,1	18:00	1464,1
		08:35		18:00	
TIPO DE BALDOSA:		Marfil 6% - 10% A.A			
Nº Baldosa	Peso Inicial (gr)	Hora	Peso 1 (gr)	Hora	Peso 2 (gr)
1	3752,4	08:35	3750,9	18:00	3750,9
		08:35		18:00	
2	3669,7	08:35	3668,6	18:00	3668,6
		08:35		18:00	
TIPO DE BALDOSA:		Isis Rosa >10% A.A			
Nº Baldosa	Peso Inicial (gr)	Hora	Peso 1 (gr)	Hora	Peso 2 (gr)
1	1153,2	08:35	1152,4	18:00	1152,4
		08:35		18:00	
2	1138,2	08:35	1137,5	18:00	1137,5
		08:35		18:00	
3	1153,1	08:35	1152,3	18:00	1152,3
		08:35		18:00	

Datos obtenidos para el cálculo del tamaño de la muestra.

Análisis de datos						
Tipo	<0,5% A.A					
Tiempo	0h	12h	24h			
Nº Baldosa	Peso Inicial (gr)	Peso 1 (gr)	Peso 2 (gr)	Diferencia	Diferencia	%
1	1726,1	1726	1726	0,1	0	0
2	1718	1717,9	1717,9	0,1	0	0
3	1740	1739,9	1739,8	0,2	0,1	0,006
4	1741,7	1741,7	1741,7	0	0	0
5	1738,5	1738,4	1738,4	0,1	0	0



Análisis de datos						
Tipo	0,5% - 3% A.A					
Tiempo	0h	12h	24h			
Nº Baldosa	Peso Inicial (gr)	Peso 1 (gr)	Peso2 (gr)	Diferencia	Diferencia	%
1	1379,7	1379,6	1379,6	0,1	0	0
2	1403,4	1403,3	1403,2	0,2	0,1	0,007
3	1364,4	1364,3	1364,3	0,1	0	0
4	1424,6	1424,5	1424,5	0,1	0	0
5	1378,1	1378	1378	0,1	0	0

Análisis de datos						
Tipo	3% - 6% A.A					
Tiempo	0h	12h	24h			
Nº Baldosa	Peso Inicial (gr)	Peso 1 (gr)	Peso2 (gr)	Diferencia	Diferencia	%
1	3312,2	3312	3312	0,2	0	0,000
2	3304,9	3304,6	3304,6	0,3	0	0,000
3	3130,7	3130,4	3130,4	0,3	0	0,000
4	3259,8	3259,4	3259,4	0,4	0	0,000
5	3201,1	3200,6	3200,6	0,5	0	0,000

Análisis de datos						
Tipo	6% - 10% A.A					
Tiempo	0h	12h	24h			
Nº Baldosa	Peso Inicial (gr)	Peso 1 (gr)	Peso2 (gr)	Diferencia	Diferencia	%
1	3251,7	3251,4	3251,4	0,3	0	0
2	3292	3291,7	3291,7	0,3	0	0
3	3241,8	3241,5	3241,5	0,3	0	0
4	3303,4	3303	3303	0,4	0	0
5	3277,1	3276,7	3276,7	0,4	0	0



Análisis de datos						
Tipo	>10% A.A					
Tiempo	0h	12h	24h			
Nº Baldosa	Peso Inicial (gr)	Peso 1 (gr)	Peso2 (gr)	Diferencia	Diferencia	%
1	1494	1493,9	1493,9	0,1	0	0
2	1472,4	1472,1	1472	0,4	0,1	0,00679302
3	1472	1471,4	1471,4	0,6	0	0
4	1468,5	1468	1468	0,5	0	0
5	1450	1449,5	1449,5	0,5	0	0



ANEXO IV DATOS PARA ANOVA
DATOS OBTENIDOS EN LAS PRUEBAS REALIZADAS PARA EL ANOVA DURANTE EL
PROCESO DE ESTUDIO.

Datos obtenidos durante el proceso de secado de baldosas cerámicas a diferentes tiempos se detalla de la manera siguiente:

PRUEBAS PREVIAS					
Realizado por:	Jessica Delgado				
Tipo de baldosa:	0,5% - 3% A.A				
Temperatura:	110°C				
Tiempo de secado	1h		Fecha	13-14 Diciembre	
	Hora	09:00	21:00	09:00	21:00
Nº Baldosa	Peso inicial (gr)	Peso 1 (gr)		Peso 2 (gr)	
1	1425,9	1425,5		1425,3	
2	1403,4	1403,1		1402,9	
3	1446,4	1445,9		1445,8	
4	1443,8	1443,4		1443,2	
5	1447,6	1447		1446,8	
6	1428,2	1427,8		1427,6	
7	1442,8	1442,3		1442	
8	1423,7	1423,3		1423,2	
9	1395,8	1395,4		1395,2	
10	1424,7	1424,1		1423,8	
OBSERVACIONES	Baldosas con mayor humedad almacenadas en Guayaquil por lo menos 1 año (Rialto).				



PRUEBAS PREVIAS					
Realizado por:	Jessica Delgado				
Tipo de baldosa:	0,5% - 3% A.A				
Temperatura:	110°C				
Tiempo de secado	3h		Fecha	13-14 Diciembre	
	Hora	09:00	21:00	09:00	21:00
Nº Baldosa	Peso inicial (gr)	Peso 1 (gr)		Peso 2 (gr)	
1	1398,6	1398,3		1398,1	
2	1396,1	1395,8		1395,7	
3	1397,9	1397,5		1397,5	
4	1399,1	1398,9		1398,8	
5	1401	1400,8		1400,7	
6	1437,1	1436,7		1436,7	
7	1446,5	1446,2		1446,2	
8	1402,4	1402,1		1402	
9	1416,8	1416,5		1416,4	
10	1398,2	1397,9		1397,9	
OBSERVACIONES	Baldosas con mayor humedad almacenadas en Guayaquil por lo menos 1 año (Rialto).				



PRUEBAS PREVIAS					
Realizado por:	Jessica Delgado				
Tipo de baldosa:	0,5% - 3% A.A				
Temperatura:	110°C				
Tiempo de secado	6h		Fecha	13-14 Diciembre	
	Hora	09:00	21:00	09:00	21:00
Nº Baldosa	Peso inicial (gr)	Peso 1 (gr)		Peso 2 (gr)	
1	1429,3	1428,9		1428,9	
2	1407,3	1407		1407	
3	1459,4	1459		1459	
4	1456,3	1455,8		1455,8	
5	1458	1457,8		1457,8	
6	1438,6	1438,3		1438,3	
7	1454,3	1454		1454	
8	1436,9	1436,7		1436,7	
9	1395,9	1395,6		1395,6	
10	1424,9	1424,7		1424,7	
OBSERVACIONES	Baldosas con mayor humedad almacenadas en Guayaquil por lo menos 1 año (Rialto).				



PRUEBAS PREVIAS					
Realizado por:	Jessica Delgado				
Tipo de baldosa:	0,5% - 3% A.A				
Temperatura:	110°C				
Tiempo de secado	9h		Fecha	13-14 Diciembre	
	Hora	09:00	21:00	09:00	21:00
Nº Baldosa	Peso inicial (gr)	Peso 1 (gr)		Peso 2 (gr)	
1	1425,8	1425,3		1425,3	
2	1423,7	1423,3		1423,3	
3	1446,7	1446,2		1446,2	
4	1428,3	1428		1428	
5	1429,4	1429		1429	
6	1457,8	1457,4		1457,4	
7	1396,8	1396,5		1396,5	
8	1392,8	1392,3		1392,3	
9	1391,9	1391,5		1391,5	
10	1403,1	1402,7		1402,7	
OBSERVACIONES	Baldosas con mayor humedad almacenadas en Guayaquil por lo menos 1 año (Rialto).				



PRUEBAS PREVIAS					
Realizado por:	Jessica Delgado				
Tipo de baldosa:	0,5% - 3% A.A				
Temperatura:	110°C				
Tiempo de secado	12h		Fecha	13-14 Diciembre	
	Hora	09:00	21:00	09:00	21:00
Nº Baldosa	Peso inicial (gr)	Peso 1 (gr)		Peso 2 (gr)	
1	1424,4	1423,9		1423,9	
2	1401,3	1401		1401	
3	1421,8	1421,5		1421,5	
4	1420,9	1420,5		1420,5	
5	1402,6	1402,3		1402,3	
6	1421,1	1420,7		1420,7	
7	1402,7	1402,3		1402,3	
8	1441,3	1440,8		1440,8	
9	1422,7	1422		1422	
10	1419,3	1418,9		1418,9	
OBSERVACIONES	Baldosas con mayor humedad almacenadas en Guayaquil por lo menos 1 año (Rialto).				



PRUEBAS PREVIAS					
Realizado por:	Jessica Delgado				
Tipo de baldosa:	Opalo azul claro 3% - 6% A.A				
Temperatura:	110°C				
Tiempo de secado	1h		Fecha	19-20 Diciembre	
	Hora	08:32	09:32	21:00	22:00
Nº Baldosa	Peso inicial gr)	Peso 1 (gr)		Peso 2 (gr)	
1	1459,1	1458,8		1458,7	
2	1480,7	1480,4		1480,3	
3	1465,4	1465,1		1464,9	
4	1464,6	1464,3		1464,1	
5	1478,9	1478,5		1478,4	
6	1453	1452,7		1452,5	
7	1490,2	1489,7		1489,6	
8	1478,6	1478,2		1478	
9	1478,6	1478,3		1478,1	
10	1465,7	1465,4		1465,3	
OBSERVACIONES	Baldosas con mayor humedad almacenadas en Guayaquil por lo menos 1 año (Rialto).				



PRUEBAS PREVIAS					
Realizado por:	Jessica Delgado				
Tipo de baldosa:	Opalo azul claro 3% - 6% A.A				
Temperatura:	110°C				
Tiempo de secado	3h		Fecha	21-22 Diciembre	
	Hora	10:00	16:00	08:00	14:00
Nº Baldosa	Peso inicial (gr)	Peso 1 (gr)		Peso 2 (gr)	
1	1455,8	1455,6		1455,6	
2	1445,9	1445,6		1445,6	
3	1487,7	1487,5		1487,4	
4	1479,1	1478,9		1478,7	
5	1468,2	1468,1		1467,9	
6	1482,7	1482,5		1482,3	
7	1485,2	1485,2		1485	
8	1490,4	1490,2		1490,1	
9	1491,9	1491,7		1491,7	
10	1482,8	1482,6		1482,4	
OBSERVACIONES	Baldosas con mayor humedad almacenadas en Guayaquil por lo menos 1 año (Rialto).				



PRUEBAS PREVIAS					
Realizado por:	Jessica Delgado				
Tipo de baldosa:	Opalo azul claro 3% - 6% A.A				
Temperatura:	110°C				
Tiempo de secado	6h		Fecha	28-29 Diciembre	
	Hora	08:20	11:20	19:00	21:00
Nº Baldosa	Peso inicial (gr)	Peso 1 (gr)		Peso 2 (gr)	
1	1457,9	1457,7		1457,7	
2	1472,8	1472,6		1472,6	
3	1476,7	1476,6		1476,6	
4	1485,6	1485,4		1485,4	
5	1474,7	1474,5		1474,5	
6	1485,9	1485,6		1485,6	
7	1491	1490,8		1490,8	
8	1449,9	1449,7		1449,7	
9	1491,5	1491,2		1491,2	
10	1498,1	1497,8		1497,8	
OBSERVACIONES	Baldosas con mayor humedad almacenadas en Guayaquil por lo menos 1 año (Rialto).				



PRUEBAS PREVIAS					
Realizado por:	Jessica Delgado				
Tipo de baldosa:	Opalo azul claro 3% - 6% A.A				
Temperatura:	110°C				
Tiempo de secado	9h		Fecha	26-27 diciembre	
	Hora	08:50	17:50	09:00	18:00
Nº Baldosa	Peso inicial (gr)	Peso 1 (gr)		Peso 2 (gr)	
1	1473,7	1473,4		1473,4	
2	1476,5	1476,4		1476,4	
3	1437,1	1436,8		1436,8	
4	1463,9	1463,6		1463,6	
5	1485,8	1485,6		1485,6	
6	1476	1475,7		1475,7	
7	1466,8	1466,6		1466,6	
8	1461	1460,8		1460,8	
9	1467,2	1467		1467	
10	1460,7	1460,5		1460,5	
OBSERVACIONES	Baldosas con mayor humedad almacenadas en Guayaquil por lo menos 1 año (Rialto).				



PRUEBAS PREVIAS					
Realizado por:	Jessica Delgado				
Tipo de baldosa:	Opalo azul claro 3% - 6% A.A				
Temperatura:	110°C				
Tiempo de secado	12h		Fecha	13-14 Diciembre	
	Hora	09:00	21:00	09:00	21:00
Nº Baldosa	Peso inicial (gr)	Peso 1 (gr)		Peso 2 (gr)	
1	1447,3	1447		1447	
2	1476,5	1476,5		1476,5	
3	1469,1	1468,9		1468,9	
4	1496,4	1496,2		1496,2	
5	1460,7	1460,5		1460,5	
6	1473,2	1473		1473	
7	1465,2	1465		1465	
8	1445,8	1445,6		1445,6	
9	1459	1458,8		1458,8	
10	1451,8	1451,5		1451,5	
OBSERVACIONES	Baldosas con mayor humedad almacenadas en Guayaquil por lo menos 1 año (Rialto).				



PRUEBAS PREVIAS					
Realizado por:	Jessica Delgado				
Tipo de baldosa:	6% - 10% A.A				
Temperatura:	110°C				
Tiempo de secado	1h		Fecha		13-14 Diciembre
	Hora	08:00	09:00	18:00	19:00
Nº Baldosa	Peso inicial (gr)	Peso 1 (gr)		Peso 2 (gr)	
1	2748,1	2747,5		2747,2	
2	2735,2	2734,8		2734,6	
3	2722,6	2722,1		2722	
4	2695,6	2695,2		2695	
5	2764,8	2764,4		2764,1	
6	2729	2728,7		2728,5	
7	2734,8	2734,3		2734,2	
8	2740,6	2740,2		2740	
9	2741,8	2741,3		2741,1	
10	2728,8	2728,4		2728,2	
OBSERVACIONES	Baldosas de Graiman almacenadas por un año en la ciudad de Guayaquil				



PRUEBAS PREVIAS					
Realizado por:	Jessica Delgado				
Tipo de baldosa:	6% - 10% A.A				
Temperatura:	110°C				
Tiempo de secado	3h		Fecha	15-16 Diciembre	
	Hora	08:00	11:00	18:00	21:00
Nº Baldosa	Peso inicial (gr)	Peso 1 (gr)		Peso 2 (gr)	
1	2728,5	2728		2727,8	
2	2748	2747,5		2747,4	
3	2740	2739,6		2739,3	
4	2764,5	2764		2764	
5	2695,3	2695		2694,8	
6	2722,4	2722		2722	
7	2741,8	2741,4		2741,4	
8	2734,7	2734,4		2734,2	
9	2729,1	2728,6		2728,6	
10	2732,6	2732,3		2732	
OBSERVACIONES	Baldosas de Graiman almacenadas por un año en la ciudad de Guayaquil				



PRUEBAS PREVIAS					
Realizado por:	Jessica Delgado				
Tipo de baldosa:	6% - 10% A.A				
Temperatura:	110°C				
Tiempo de secado	6h		Fecha	17-19 Diciembre	
	Hora	08:00	14:00	08:00	14:00
Nº Baldosa	Peso inicial (gr)	Peso 1 (gr)		Peso 2 (gr)	
1	2742,9	2742,6		2742,6	
2	2744,5	2744,3		2744,3	
3	2762,2	2761,9		2761,9	
4	2711,4	2711,2		2711,2	
5	2740,7	2740,5		2740,5	
6	2721,4	2721,2		2721,2	
7	2754,3	2753,6		2753,6	
8	2768,2	2768,1		2768,1	
9	2733,2	2732,9		2732,9	
10	2711,6	2711,5		2711,5	
OBSERVACIONES	Baldosas de Graiman almacenadas por un año en la ciudad de Guayaquil				



PRUEBAS PREVIAS					
Realizado por:	Jessica Delgado				
Tipo de baldosa:	6% - 10% A.A				
Temperatura:	110°C				
Tiempo de secado	9h		Fecha		21-23 Diciembre
	Hora	09:00	18:00	09:00	18:00
Nº Baldosa	Peso inicial (gr)	Peso 1 (gr)		Peso 2 (gr)	
1	2741,8	2741,2		2741,2	
2	2728,8	2728,3		2728,3	
3	2768,4	2768		2768	
4	2725,8	2725,2		2725,2	
5	2736,2	2735,7		2735,7	
6	2693,5	2693		2693	
7	2749,2	2748,6		2748,6	
8	2716,1	2715,7		2715,7	
9	2747	2746,7		2746,7	
10	2765,5	2765		2765	
OBSERVACIONES	Baldosas de Graiman almacenadas por un año en la ciudad de Guayaquil				



PRUEBAS PREVIAS					
Realizado por:	Jessica Delgado				
Tipo de baldosa:	6% - 10% A.A				
Temperatura:	110°C				
Tiempo de secado	12h		Fecha	27-29 Diciembre	
	Hora	09:00	21:00	09:00	21:00
Nº Baldosa	Peso inicial (gr)	Peso 1 (gr)		Peso 2 (gr)	
1	2765,5	2764,9		2764,9	
2	2740,7	2740,4		2740,4	
3	2735,4	2734,9		2734,9	
4	2747,3	2746,8		2746,8	
5	2732,2	2731,7		2731,7	
6	2745,7	2745,1		2745,1	
7	2686,8	2686,4		2686,4	
8	2755,3	2754,7		2754,7	
9	2732,9	2732,6		2732,6	
10	2746,1	2745,7		2745,7	
OBSERVACIONES	Baldosas de Graitman almacenadas por un año en la ciudad de Guayaquil				



PRUEBAS PREVIAS					
Realizado por:	Jessica Delgado				
Tipo de baldosa:	Isis rosa >10% A.A				
Temperatura:	110°C				
Tiempo de secado	1h		Fecha	19-20 Diciembre	
	Hora	08:32	09:32	21:00	22:00
Nº Baldosa	Peso inicial (gr)	Peso 1 (gr)		Peso 2 (gr)	
1	1141,5	1141,1		1141	
2	1118	1117,7		1117,5	
3	1145,4	1145,1		1144,9	
4	1135,1	1134,6		1134,5	
5	1117,5	1116,9		1116,7	
6	1142,3	1141,9		1141,7	
7	1145,8	1145,3		1145,2	
8	1140,4	1139,9		1139,6	
9	1119,3	1118,7		1118,5	
10	1132,9	1132,3		1132,2	
OBSERVACIONES	Baldosas con mayor humedad enviadas de Guayaquil las cuales han sido almacenadas por lo menos 1 año (Rialto)				



PRUEBAS PREVIAS					
Realizado por:	Jessica Delgado				
Tipo de baldosa:	Isis rosa >10%A.A				
Temperatura:	110°C				
Tiempo de secado	3h		Fecha	21-22 Diciembre	
	Hora	10:00	16:00	08:00	14:00
Nº Baldosa	Peso inicial (gr)	Peso 1 (gr)		Peso 2 (gr)	
1	1135,8	1135,4		1135,4	
2	1139,9	1139,6		1139,4	
3	1134,8	1134,5		1134,3	
4	1119,1	1118,5		1118,5	
5	1137,1	1136,6		1136,6	
6	1139,7	1139,1		1139,1	
7	1147,7	1147,2		1147,1	
8	1146,8	1146,2		1146,2	
9	1117,3	1116,8		1116,7	
10	1137,8	1137,4		1137,4	
OBSERVACIONES	Baldosas con mayor humedad enviadas de Guayaquil las cuales han sido almacenadas por lo menos 1 año (Rialto)				



PRUEBAS PREVIAS					
Realizado por:	Jessica Delgado				
Tipo de baldosa:	Isis rosa >10% A.A				
Temperatura:	110°C				
Tiempo de secado	6h		Fecha	28-29 Diciembre	
	Hora	08:20	11:20	19:00	21:00
Nº Baldosa	Peso inicial (gr)	Peso 1 (gr)		Peso 2 (gr)	
1	1144,6	1144		1144	
2	1121,6	1120,9		1120,9	
3	1143,6	1143,1		1143,1	
4	1136,7	1136,2		1136,2	
5	1141,7	1141,3		1141,3	
6	1140	1139,5		1139,5	
7	1138	1137,5		1137,5	
8	1150,9	1150,3		1150,3	
9	1140,9	1140,4		1140,4	
10	1119,7	1119,2		1119,2	
OBSERVACIONES	Baldosas con mayor humedad enviadas de Guayaquil				
las cuales han sido almacenadas por lo menos 1 año (Rialto)					



PRUEBAS PREVIAS					
Realizado por:	Jessica Delgado				
Tipo de baldosa:	Isis rosa >10% A.A				
Temperatura:	110°C				
Tiempo de secado	9h		Fecha	26-27 diciembre	
	Hora	08:50	17:50	09:00	18:00
Nº Baldosa	Peso inicial (gr)	Peso 1 (gr)		Peso 2 (gr)	
1	1113,9	1113,4		1113,4	
2	1140,5	1139,9		1139,9	
3	1137,7	1137,2		1137,2	
4	1139,7	1139,1		1139,1	
5	1121	1120,5		1120,5	
6	1148,8	1148,3		1148,3	
7	1137,4	1136,9		1136,9	
8	1122	1121,5		1121,5	
9	1130,9	1130,5		1130,5	
10	1145,6	1145,1		1145,1	
OBSERVACIONES	Baldosas con mayor humedad enviadas de Guayaquil las cuales han sido almacenadas por lo menos 1 año (Rialto)				



PRUEBAS PREVIAS					
Realizado por:	Jessica Delgado				
Tipo de baldosa:	Isis rosa >10% A.A				
Temperatura:	110°C				
Tiempo de secado	12h		Fecha	13-14 Diciembre	
	Hora	09:00	21:00	09:00	21:00
Nº Baldosa	Peso inicial (gr)	Peso 1 (gr)		Peso 2 (gr)	
1	1140,3	1139,6		1139,6	
2	1142,7	1142		1142	
3	1139,1	1138,4		1138,4	
4	1144,7	1143,9		1143,9	
5	1142,1	1141,4		1141,4	
6	1121	1120,3		1120,3	
7	1120,9	1120,2		1120,2	
8	1142,1	1141,3		1141,3	
9	1149	1148,2		1148,2	
10	1143	1142,3		1142,3	
OBSERVACIONES	Baldosas con mayor humedad enviadas de Guayaquil				
las cuales han sido almacenadas por lo menos 1 año (Rialto)					



Datos obtenidos en el ensayo adicional

PRUEBAS PREVIAS					
Realizado por:	Jessica Delgado				
Tipo de baldosa:	0,5% - 3% A.A				
Temperatura:	110°C				
Tiempo de secado	6h		Fecha	12-13/Marzo/2012	
	Hora	08:00	14:00	08:00	14:00
Nº Baldosa	Peso inicial (gr)	Peso 1 (gr)		Peso 2 (gr)	
1	1478,9	1422		1422	
2	1482,3	1432,5		1432,5	
3	1476,2	1420		1420	
4	1486	1424		1424	
5	1447,4	1397		1397	
6	1480,5	1419,3		1419,3	
7	1432,5	1374,5		1374,5	
8	1462,7	1405,4		1405,4	
9	1423,3	1408,6		1408,6	
10	1413,5	1411,5		1411,5	
OBSERVACIONES	Baldosas de Graiman almacenadas por un año				
	en la ciudad de Guayaquil con presencia de gotas de agua en la superficie				



PRUEBAS PREVIAS					
Realizado por:	Jessica Delgado				
Tipo de baldosa:	3% - 6% A.A				
Temperatura:	110°C				
Tiempo de secado	6h		Fecha	26-27/Marzo/2012	
	Hora	08:30	14:30	08:30	14:30
Nº Baldosa	Peso inicial (gr)	Peso 1 (gr)		Peso 2 (gr)	
1	1526,8	1485,9		1485,7	
2	1503,3	1465,1		1465,1	
3	1518,8	1483,8		1483,7	
4	1517,3	1472		1471,9	
5	1510,7	1463,7		1463,7	
6	1538,6	1475,4		1475,4	
7	1562,9	1486,7		1486,6	
8	1543,4	1479,2		1479,1	
9	1504,5	1438,9		1438,9	
10	1473,5	1462,1		1462,1	
OBSERVACIONES	Baldosas de Graiman almacenadas por un año en la ciudad de Guayaquil con presencia de gotas de agua en la superficie				



PRUEBAS PREVIAS					
Realizado por:	Jessica Delgado				
Tipo de baldosa:	6% - 10% A.A				
Temperatura:	110°C				
Tiempo de secado	6h		Fecha	12-13/Marzo/2012	
	Hora	08:00	14:00	08:00	14:00
Nº Baldosa	Peso inicial (gr)	Peso 1 (gr)		Peso 2 (gr)	
1	2742,9	2742,6		2742,6	
2	2744,5	2744,3		2744,3	
3	2762,2	2761,9		2761,9	
4	2711,4	2711,2		2711,2	
5	2740,7	2740,5		2740,5	
6	2721,4	2721,2		2721,2	
7	2754,3	2753,6		2753,6	
8	2768,2	2768,1		2768,1	
9	2733,2	2732,9		2732,9	
10	2711,6	2711,5		2711,5	
OBSERVACIONES	Baldosas de Graiman almacenadas por un año				
	en la ciudad de Guayaquil con presencia de gotas de agua en la superficie				



PRUEBAS PREVIAS					
Realizado por:	Jessica Delgado				
Tipo de baldosa:	>10% A.A				
Temperatura:	110°C				
Tiempo de secado	6h		Fecha	26-27/Marzo/2012	
	Hora	08:30	14:30	08:30	14:30
Nº Baldosa	Peso inicial (gr)	Peso 1 (gr)		Peso 2 (gr)	
1	1288,7	1188,8		1188,8	
2	1282,1	1217		1217	
3	1154,3	1091,5		1091,5	
4	1144,8	1096,1		1096	
5	1177,6	1129,3		1129,2	
6	1166,3	1131,4		1131,4	
7	1215,4	1121,9		1121,9	
8	1159,6	1127,1		1127,1	
9	1158	1107,1		1107,1	
10	1157,3	1097,2		1096,9	
OBSERVACIONES	Baldosas de Graiman almacenadas por un año en la ciudad de Guayaquil con presencia de gotas de agua en la superficie				



PRUEBAS PREVIAS					
Realizado por:	Jessica Delgado				
Tipo de baldosa:	0,5% - 3% A.A				
Temperatura:	110°C				
Tiempo de secado	12h		Fecha	07-08/Marzo/2012	
	Hora	08:00	20:00	08:00	20:00
Nº Baldosa	Peso inicial (gr)	Peso 1 (gr)		Peso 2 (gr)	
1	1405,4	1390,1		1390,1	
2	1406,6	1383,8		1383,8	
3	1443,5	1392,3		1392,3	
4	1401,5	1384		1384	
5	1411,8	1392		1392	
6	1439	1387,2		1387,2	
7	1451,9	1394,5		1394,5	
8	1415,1	1398,3		1398,3	
9	1400,5	1399,5		1399,5	
10	1400,3	1399,1		1399,1	
OBSERVACIONES	Baldosas de Graitman almacenadas por un año en la ciudad de Guayaquil con presencia de gotas de agua en la superficie				



PRUEBAS PREVIAS					
Realizado por:	Jessica Delgado				
Tipo de baldosa:	3% - 6% A.A				
Temperatura:	110°C				
Tiempo de secado	12h		Fecha	21-22/Marzo/2012	
	Hora	09:00	21:00	09:00	21:00
Nº Baldosa	Peso inicial (gr)	Peso 1 (gr)		Peso 2 (gr)	
1	1424,4	1423,9		1423,9	
2	1401,3	1401		1401	
3	1421,8	1421,5		1421,5	
4	1420,9	1420,5		1420,5	
5	1402,6	1402,3		1402,3	
6	1421,1	1420,7		1420,7	
7	1402,7	1402,3		1402,3	
8	1441,3	1440,8		1440,8	
9	1422,7	1422		1422	
10	1419,3	1418,9		1418,9	
OBSERVACIONES	Baldosas de Graiman almacenadas por un año en la ciudad de Guayaquil con presencia de gotas de agua en la superficie				



PRUEBAS PREVIAS					
Realizado por:	Jessica Delgado				
Tipo de baldosa:	6% - 10% A.A				
Temperatura:	110°C				
Tiempo de secado	12h		Fecha	7-8/Marzo/2012	
	Hora	09:00	21:00	09:00	21:00
Nº Baldosa	Peso inicial (gr)	Peso 1 (gr)		Peso 2 (gr)	
1	2711,8	2711,3		2711,3	
2	2739	2738,8		2738,8	
3	2740,4	2739,9		2739,9	
4	2812	2759,4		2759,4	
5	2805,1	2759,2		2759,2	
6	2792,4	2772,3		2772,3	
7	2827	2781,3		2781,3	
8	2822,5	2786,4		2786,4	
9	2840,6	2792,9		2792,9	
10	2786,8	2779,2		2779,2	
OBSERVACIONES	Baldosas de Graitman almacenadas por un año en la ciudad de Guayaquil con presencia de gotas de agua en la superficie				



PRUEBAS PREVIAS					
Realizado por:	Jessica Delgado				
Tipo de baldosa:	> 10% A.A				
Temperatura:	110°C				
Tiempo de secado	12h		Fecha	21-22/Marzo/2012	
	Hora	09:00	21:00	09:00	21:00
Nº Baldosa	Peso inicial (gr)	Peso 1 (gr)		Peso 2 (gr)	
1	1185,8	1142,8		1142,8	
2	1167,4	1140,2		1140,2	
3	1147,5	1137,9		1137,9	
4	1140,7	1138,7		1138,7	
5	1115,6	1113,9		1113,9	
6	1145,6	1144		1144	
7	1130,9	1129,5		1129,5	
8	1121,9	1120		1120	
9	1137,3	1135,8		1135,8	
10	1148,9	1147,2		1147,2	
OBSERVACIONES	Baldosas de Graiman almacenadas por un año en la ciudad de Guayaquil con presencia de gotas de agua en la superficie				