

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



**ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE MORTEROS
ELABORADOS A BASE DE PEGO Y ARENA AMARILLA PARA
REVESTIMIENTOS EN PAREDES**

**TRABAJO FINAL DE GRADO
PRESENTADO POR LOS
BACHILLERES FARIAS G,
ANNYOMARDEL V Y VALERA
S, ANGELO DE J PARA OPTAR
AL TÍTULO DE INGENIERO
CIVIL**

CIUDAD BOLÍVAR, ABRIL 2017



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA

ACTA DE APROBACIÓN

Este trabajo de grado, titulado: **“ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO DE MORTEROS ELABORADOS A BASE DE PEGO Y ARENA AMARILLA PARA REVESTIMIENTOS EN PAREDES”** presentado por la (los) bachiller (es): **ANNYOMAR FARIAS** y **ANGELO VALERA**, ha sido aprobado de acuerdo a los reglamentos de la Universidad De Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombre:

Firma:

Profesor Giovanni Grieco
(Asesor)

(Jurado)

(Jurado)

Prof. Pedro Gamboa

Jefe del Departamento de Ingeniería Civil

Prof. Francisco Monteverde

Director de Escuela

Ciudad Bolívar, Abril de 2017

DEDICATORIA

A Dios (Adonay) Soberano y Todo Poderoso, porque siempre me ha bendecido, me ha sustentado con su brazo y ha depositado su gracia y amor en mi vida para superar cada reto con dedicación y constancia.

A mis amados padres Omar Farias y Anais Guzmán por siempre estar a mi lado y brindarme una excelente educación, por inculcarme buenos valores, por quererme y apoyarme siempre.

A mi hermana Eliana Farias por su amistad, por siempre estar dispuesta a escuchar y brindarme apoyo cuando más lo necesito.

A mis abuelitas Elina Rosal y Valentina Farias por siempre estar presentes y aconsejarme en todo momento, por regalarme su incondicional amor y cariño cada día.

A mis demás familiares por siempre estar pendiente de mi formación académica y por apoyarme.

Annyomar Farias

DEDICATORIA

A Dios Todo Poderoso, porque siempre es mi guía, mi fortaleza y me da la sabiduría para superar todas las metas que se me presentan en la vida en el nombre de nuestro señor Jesucristo.

A mis padres Miguel Valera, Inarvi Sánchez por siempre estar a mi lado y brindarme una excelente educación, por inculcarme buenos valores, por quererme y apoyarme en cada etapa de mi vida.

A mi hermano Miguel Valera y mi prometida Annyomar Farias por su apoyo incondicional, por su ayuda, amor y cariño.

A mis suegros y demás familiares por su apoyo de verdad gracias.

Angelo Valera

AGRADECIMIENTO

A mi Dios Creador, por hacer un milagro y darme la vida. Sin el amor y misericordia de mi Señor Jesucristo no lo hubiera logrado.

A la Universidad de Oriente por brindarme una excelente educación y ayudarme a desarrollarme como profesional.

A mis padres Omar Farias y Anais Guzmán, por el gran esfuerzo económico que hicieron para yo poder estudiar en otra ciudad, por sustentarme en todas mis necesidades, por motivarme y apoyarme incondicionalmente, haciéndome entender que cada error cometido es una oportunidad para aprender, crecer y madurar como persona. Gracias!

A mi compañero y prometido Angelo Valera por darme la oportunidad de compartir esta experiencia juntos, por comprenderme siempre y brindarme su amor incondicional.

A mi cuñado Miguel Valera y su esposa Franyesis de Valera por su amistad sincera y por brindarme su apoyo cuando lo he necesitado.

A la empresa INGECONTROL, al Ingeniero Leudis Astudillo, a los técnicos Jesús, Cesar, Darwin y a todo el personal del laboratorio por abrirnos las puertas y brindarnos el aprendizaje durante los meses que estuvimos realizando el trabajo de grado, muchísimas gracias!

Annyomar Farias

AGRADECIMIENTO

A mi Padre celestial, nuestro señor Jesucristo por darme la vida y permitirme llegar hasta aquí.

A la Universidad de Oriente por brindarme una excelente educación y por formarme como buen profesional.

A mis padres Miguel Valera e Inarvi Sánchez, por el esfuerzo económico que hicieron para yo poder estudiar, por motivarme y nunca juzgarme en los momentos en que fallé, al contrario me hicieron saber que lo importante siempre es levantarse. Gracias!

A mi compañera de tesis y prometida Annyomar Farias por su amor y apoyo todos estos años.

A mi hermano Miguel Valera y su esposa Franyesis de Valera por su amistad sincera y por brindarme una mano amiga cuando lo necesitaba.

A la empresa INGECONTROL, al Ingeniero Leudis Astudillo, a los técnicos Jesús, Cesar y Darwin y a todo el personal del laboratorio por abrirnos las puertas y brindarnos el aprendizaje durante los meses que estuvimos realizando el trabajo de grado, muchísimas gracias!

Angelo Valera

RESÚMEN

El siguiente trabajo de grado tiene como objetivo general “Analizar el comportamiento de las mezclas de mortero elaboradas a base de pego y arena amarilla”. Los materiales utilizados para la elaboración de los morteros fueron: cemento, arena amarilla, agua y pego, siendo este último un material pegante de baldosas muy usado dentro del mundo de la construcción y fácil de conseguir. Se realizaron diferentes dosificaciones de mezclas compuestas de cemento y arena y se seleccionó la que mejor comportamiento tuvo frente al ensayo de compresión para ser usada como mezcla patrón. Luego se realizaron las mezclas experimentales utilizando el método convencional de diseño, variando las proporciones del pego en un 10%, 20% y 30% con respecto al cemento, con el fin de comparar sus características con la de la mezcla patrón y realizar un estudio comparativo del comportamiento físico y mecánico de las mismas mediante pruebas en laboratorio para determinar la fluidez, peso unitario, exudación, resistencia al fuego y resistencia a la compresión a las edades de 7 y 28 días siguiendo los criterios establecidos en la norma COVENIN referentes al estudio de morteros. El análisis final nos permitió saber la factibilidad de la mezcla en obra y cuanto puede ayudar este material en el desarrollo de las aplicaciones a la construcción, siendo una alternativa más para el revestimiento de paredes o friso.

CONTENIDO

	Página
ACTA DE APROBACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	v
RESÚMEN.....	vii
CONTENIDO.....	viii
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABLAS	xiii
LISTA DE APÉNDICES.....	xv
LISTA DE ANEXOS.....	xvii
INTRODUCCIÓN	1
 CAPÍTULO I. SITUACIÓN A INVESTIGAR.....	 4
1.1 Planteamiento del problema	4
1.2 Objetivos de la investigación	6
1.2.1 Objetivo general.....	6
1.2.2 Objetivos Específicos	6
1.3 Alcance de la investigación.....	7
1.4 Justificación de la investigación.....	8
 CAPÍTULO II. GENERALIDADES	 9
2.1. Identificación de la empresa.....	9
2.1.1. Reseña histórica.....	10
2.1.2. Servicios que presta INGECONTROL	10
2.1.3. Ubicación geográfica.....	11
2.2 Características físicas y naturales del área de estudio	12
2.2.1 Geografía.....	12
2.2.2. Geomorfología.	13
2.2.3. Clima.	13
2.2.4. Flora.	13
2.2.5. Fauna.	14
 CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO	 15
3.1 Antecedentes de la investigación	15

3.2 Bases teóricas	17
3.2.1 Mortero	17
3.2.2 Componentes de los morteros	18
3.2.3 Clasificación de los morteros	30
3.2.4 Propiedades de los morteros.....	33
3.2.5 Preparación de la mezcla de mortero	38
3.2.6 Aplicaciones del mortero	42
3.3 Pego de cerámicas	52
3.4 Bases legales	57
3.5 Definición de términos básicos	58

CAPÍTULO IV. METODOLOGÍA DE TRABAJO 63

4.1 Tipo de investigación	63
4.2 Diseño de la investigación.....	64
4.3 Población y muestra	65
4.3.1 Población.....	65
4.3.2 Muestra	65
4.4 Técnicas de instrumentos de recolección de datos	66
4.4.1 Técnicas de recolección de datos	66
4.4.2 Instrumentos de recolección de datos.....	68
4.5 Flujograma de la metodología empleada en la investigación	69
4.6 Etapas del desarrollo de la investigación	71
4.6.1 Etapa I: Elección y delimitación del tema.....	71
4.6.2 Etapa II: Evaluación de los materiales y elaboración de las mezclas.	71
4.6.3 Etapa III: Elaboracion de las mezclas de mortero	86
4.6.4 Etapa IV: Recopilación de datos y análisis de los resultados	103

CAPÍTULO V. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS 104

5.1 Describir los componentes de la mezcla de mortero patrón y mortero a base de pego.	104
5.1.1 Cemento.	104
5.1.2 Agua.	105
5.1.3 Arena amarilla.	105
5.1.4 Pego de cerámicas	106
5.1.5 Propiedades físicas de la arena	106
5.2 Realizar la mezcla patrón y las mezclas experimentales a base de residuo de pego	111

5.3 Determinar las características físicas de la mezcla patrón y las mezclas experimentales en estado fresco y endurecido	113
5.3.1 Ensayo de Exudación	113
5.3.2 Peso unitario	114
5.3.3 Fluidez	114
5.4 Determinar las características mecánicas de la mezcla patrón y las mezclas experimentales en estado endurecido	116
5.4.1 Ensayo de resistencia a la compresión	116
5.5 Resistencia al fuego del mortero	118
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	121
Conclusiones.	121
Recomendaciones.	123
REFERENCIAS.....	124
APÉNDICES.....	128
ANEXOS.....	143

LISTA DE FIGURAS

	Página
2.1 Logo de la empresa INGECONTROL.....	9
2.2 Edificio INGECONTROL.....	11
3.1 Componentes del concreto o mortero (cemento, agua, agregado fino o grueso) (Kosmatka, S. <i>et al.</i> , 2004).....	19
3.2 Muestra de cal (Kosmatka, S. <i>et al.</i> , 2004).....	20
3.3 Cemento Portland (Kosmatka, S. <i>et al.</i> , 2004).....	21
3.4 Ejemplo de agregado ligero natural. Arcilla expandida (izquierda) y esquisto expandido (derecha) (Kosmatka, S. <i>et al.</i> , 2004).....	24
3.5 Ejemplo de agregado de concreto reciclado (Kosmatka, S. <i>et al.</i> , 2004)	
3.6 Varios tamaños de partículas que se encuentran en los agregados para uso en morteros (Kosmatka, S. <i>et al.</i> , 2004).....	25
3.7 Aditivos líquidos y en polvos (Sika Venezuela S.A).....	29
3.8 Agua de exudación en la superficie del concreto de una losa (Kosmatka, S. <i>et al.</i> , 2004).....	35
3.9 Fisuras por retracción en tablero de puente (Kosmatka, S. <i>et al.</i> , 2004).....	37
3.10 Mixer o mezcladora de laboratorio para morteros (Fabiequipos S.A.S).....	40
3.11 Tipos de juntas de mortero (Collado, P., 2005).....	43
3.12 Aplicación de mortero hidráulico (Azkárata, I., et al., 2005).....	46
3.13 Daños por agua en cimentación (Azkárata, I., et al., 2005).....	48
3.14 Impermeabilización de cubierta (Azkárata, I., et al., 2005).....	49
3.15 Aplicación de mortero para el revestimiento de paredes.....	50
4.1 Flujograma de la metodología de trabajo.....	70
4.2 Llenado y compactado del molde.....	75
4.3 Sobrante de la arena.....	76
4.4 Pesado del recipiente.....	76
4.5 Lavado de la muestra de arena.....	78
4.6 Ensamblado de los tamices.....	79
4.7 Extendido de la arena.....	81
4.8 Compactado y desmoldado de la arena.....	82
4.9 Agregado de agua a la muestra seca.....	82
4.10 Peso del agua y arena en el picnómetro.....	83
4.11 Retirando la arena del picnómetro.....	83
4.12 Reposo de la arena y peso de la muestra seca	84
4.13 Frasco de vidrio y solución de hidróxido de sodio.....	85
4.14 Inmersión de la arena en el frasco de vidrio.....	85

4.15	Análisis colorimétrico de la arena.....	86
4.16	Recipiente de mezclado.....	88
4.17	Añadiendo el agua a la mezcla.....	88
4.18	Añadiendo la arena de la mezcla.....	89
4.19	Mezcla en reposo.....	89
4.20	Pesado de la muestra.....	91
4.21	Proceso de exudación de las mezclas de mortero.....	91
4.22	Llenado y compactado del mortero.....	93
4.23	Alisado y limpiado el sobrante del mortero.....	94
4.24	Barnizado de los moldes.....	99
4.25	Vaciado del mortero.....	99
4.26	Compactado de la primera y segunda capa de mortero.....	99
4.27	Enrasado del mortero en los moldes.....	100
4.28	Desencofrado de las probetas.....	100
4.29	Medición y sumergido de las probetas.....	101
4.30	Ensayo a la compresión de las probetas.....	101
5.1	Cemento Portland tipo I.....	104
5.2	Agua sin impurezas.....	105
5.3	Arena amarilla.....	105
5.4	Pego de cerámicas Montelupo.....	106
5.5	Curva granulométrica de la arena.....	109
5.6	Probetas cúbicas de la mezcla patrón.....	112
5.7	Ensayo de fluidez en la mesa de caídas.....	114
5.8	Grafica de resistencia a la compresión de los morteros.....	118
5.9	Suministro de gasolina y encendido de las probetas.....	119

LISTA DE TABLAS

		Página
3.1	Límites en la granulometría (Norma COVENIN 254:1998).....	26
4.1	Equipos de laboratorio (Contenido de humedad).....	73
4.2	Equipos de laboratorio (Peso unitario).....	74
4.3	Valores usuales de relación peso/volumen de los agregados no livianos (Porrero, 2009).....	77
4.4	Equipos de laboratorio (Granulometría del agregado).....	77
4.5	Equipos de laboratorio (Peso específico y porcentaje de absorción)	80
4.6	Equipos de laboratorio (Impurezas orgánicas).....	84
4.7	Tipos de mezclas preparadas en los ensayos.....	87
4.8	Equipos de laboratorio (Elaboración de la mezcla de mortero).....	87
4.9	Equipos de laboratorio (Exudación).....	90
4.10	Equipos de laboratorio (Peso unitario).....	93
4.11	Equipos de laboratorio (Fluidez).....	95
4.12	Equipos de laboratorio (Resistencia a la compresión en probetas cubicas).....	97
5.1	Datos para el cálculo del peso unitario.....	107
5.2	Peso unitario suelto.....	107
5.3	Peso unitario compactado.....	107
5.4	Calculo y resultados del contenido de humedad de la arena.....	108
5.5	Resultados de granulometría de la arena amarilla.....	109
5.6	Datos del peso específico de la arena y cálculo del peso específico y % de absorción	110
5.7	Equivalencias entre colores de la placa orgánica y los colores estándar de Gardner.....	111
5.8	Resultados de las resistencias patrón.....	112
5.9	Mezclas y componentes del mortero en peso.....	113
5.10	Resultados de la exudación.....	113
5.11	Resultados del peso unitario de las mezclas.....	114
5.12	Resultados de la fluidez de las mezclas.....	115
5.13	Características físicas de cada mezcla.....	116
5.14	Resultados de resistencia a la compresión de la mezcla patrón.....	116
5.15	Resultados de resistencia a la compresión de la mezcla Pego-10%.....	117

5.16	Resultados de resistencia a la compresión de la mezcla Pego-20%.....	117
5.17	Resistencia de resistencia a la compresión de la mezcla Pego-30%.....	117
5.18	Resistencia requerida para el uso del mortero.....	118
5.19	Resultados del ensayo de resistencia al fuego.....	119
5.20	Características mecánicas de cada mezcla.....	120

LISTA DE APÉNDICES

	Página
A ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD EN EL AGREGADO FINO.....	129
A.1 Composición granulométrica del agregado fino.....	130
A.2 Ensayo de contenido de humedad del agregado fino.....	131
A.3 Ensayo de peso unitario del agregado fino.....	132
A.4 Ensayo de peso específico del agregado fino.....	133
A.5 Ensayo de impurezas orgánicas del agregado fino.....	134
B ENSAYOS DE LABORATORIO PARA DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL MORTERO EN ESTADO FRESCO.....	135
B.1 Ensayo de exudación de la mezcla patrón y experimental.....	136
B.2 Ensayo de peso unitario a la mezcla patrón y experimental.....	137
B.3 Ensayo de fluidez a la mezcla patrón y experimental.....	138
C ENSAYOS DE LABORATORIO PARA DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL MORTERO EN ESTADO ENDURECIDO.....	139
C.1 Ensayo de resistencia a la compresión para determinar la dosificación del mortero patrón.....	140
C.2 Ensayo de resistencia a la compresión a las probetas cúbicas de las mezclas experimentales.....	141
C.3 Ensayo de resistencia a la compresión después de haber aplicado el ensayo del fuego.....	142

LISTA DE ANEXOS

	Página
1 NORMAS VENEZOLANAS COVENIN UTILIZADAS 254:98, 255:98, 1375:79, 263:78, 268:98, 270:98, 484:93, 2385:2000, E-325-07.....	144
2 INSTRUMENTOS Y ENSAYOS REALIZADOS.....	153

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe una gran variedad de elementos usados en la construcción, muchos de ellos aplicados en los morteros. A pesar de que su elaboración no resulta tan costosa como el concreto en la mayoría de los casos debido a su menor resistencia, sigue constituyendo parte importante dentro del presupuesto de los proyectos de construcción. Con el pasar del tiempo los morteros han evolucionado, teniendo gran variedad, tipos y dosificaciones que varían de acuerdo a su aplicación en la construcción y pueden ir desde morteros pobres hasta morteros ricos.

Los morteros son mezclas que sirven para pegar y revestir elementos de construcción tales como ladrillos, piedras, bloques de hormigón, etc. Además, se usa para rellenar los espacios que quedan entre los bloques y para el relleno de paredes. Los más comunes son los de cemento y están compuestos por cemento, agregado fino y agua. Generalmente, se utilizan para obras de albañilería, como material de agarre, revestimiento de paredes, etc.

La variedad en los morteros también se basa en sus elementos ya que estos han ido evolucionando hasta llegar a encontrar nuevas alternativas que permiten el aprovechamiento de otros materiales usados dentro de la construcción y su aplicación como agregado ya sea fino o grueso. Por esta razón surge la inquietud de encontrar un nuevo elemento y estudiar su comportamiento en su aplicación a los morteros.

Los pegantes o adhesivos cerámicos son productos usados con frecuencia dentro de una obra de construcción, están compuestos de una exclusiva formula en base cemento, con aditivos especiales que lo convierten en un pegamento en polvo

ideal para la colocación de productos cerámicos, pavimentos, mármol, granito, revestimientos, azulejos, cenefas, etc.

El pego o pegante cerámico es de fácil aplicación, gran rendimiento, tiene mejor adherencia y mayor impermeabilidad, que un mortero cementoso común, no es tóxico, no mancha y se puede limpiar fácilmente con agua. Por esto lo tomamos como una alternativa para realizar un mortero usando proporciones del pego en un 10%, 20% y 30% que se deberá evaluar y así saber si es apto y conveniente.

Para lograr los objetivos que se proponen en la presente investigación se deben desarrollar los siguientes capítulos:

Capítulo I. Situación a investigar: en esta etapa de la investigación se explican los argumentos que soportan el planteamiento del problema, también se desarrollan los objetivos que llevaron a la orientación de la investigación; además, se plantea la justificación y los alcances que se esperan en la misma.

Capítulo II. Generalidades: abarca todo lo referente la reseña histórica de INGECONTROL, como también su ubicación geográfica y servicios que presta. También una breve descripción de sus características físicas y naturales del entorno que rodea la empresa.

Capítulo III. Marco teórico: este capítulo se basa en hacer referencias de investigaciones anteriormente realizadas por otros autores, relacionados con el tema en estudio; A su vez contiene una serie bases teóricas y términos básicos que ayudaran a la comprensión de la investigación.

Capítulo IV. Metodología de trabajo: en esta fase se desarrollan las técnicas y los procedimientos que serán utilizados para llevar a cabo la investigación, además de las técnicas de recolección de datos, población y muestra.

Capítulo V. Análisis e interpretación de los resultados: hace referencia a la descripción de los materiales utilizados, los cálculos y los ensayos realizados para el cumplimiento de esta investigación, también se encuentra el análisis del mortero hecho a base de pego y su comparación con el mortero patrón, dando respuesta a los objetivos planteados en la investigación.

Conclusiones y recomendaciones: se detalla de manera concreta los resultados de todos los procedimientos y ensayos realizados como también los aspectos que mostraron gran relevancia, también se muestran algunas recomendaciones que se consideraron finalizado el proyecto.

Finalmente se muestran las referencias de todas las consultas a libros como también las consultas en la web en busca de información, apéndices y anexos para ampliar la información de la investigación.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Planteamiento del problema

Las obras de construcción civil representan a nivel mundial una necesidad primordial asociada al bienestar familiar. En consecuencia la evolución tecnológica promueve la innovación en el uso de materiales, procedimientos y herramientas metodológicas para obtener niveles óptimos y soluciones adaptadas a las condiciones de sustentabilidad de la sociedad actual.

La evolución de los procesos constructivos, la aparición de nuevas normativas y la creciente demanda de los usuarios en todo lo relacionado a la seguridad, habitabilidad y confort, hacen que la intervención de profesionales garantice la calidad de los materiales y procesos de construcción.

Es importante mencionar, que hoy en día los costos relacionados a las obras de construcción civil se han ido elevando, lo que hace necesario investigaciones que generen información que contribuyan en el análisis y sinceración de los costos en las obras de construcción.

Por otra parte, la calidad de los procesos constructivos depende principalmente de dos aspectos técnicos, como lo son:

1. Los materiales utilizados y la ejecución optima del proceso.
2. El cuidadoso control y experiencia laboral de las personas que ejecutan el proceso.

Por tal motivo, los materiales utilizados se convierten en el factor determinante que garantiza que los procesos constructivos sean de excelente calidad.

Existen tablas elaboradas para la dosificación de concreto de cemento, para distintas relaciones agua/cemento, resistencia requerida y especificaciones con agregados; estas tablas han sido elaboradas a través de investigaciones científicas, probadas en laboratorios equipados para tal fin y bajo ciertos criterios normativos. A pesar, de que en Venezuela existen tablas para la dosificación de concreto, se le ha dado poca relevancia a la aplicación que norma la elaboración de morteros, por lo que resulta muy normal que el proceso se realice simplemente por pericia del obrero y/o maestro de obra encargado para tales efectos.

La fabricación de morteros ha experimentado cambios importantes, pasando de una fabricación artesanal, a una fabricación industrial. Los morteros han sido utilizados desde los albores de la civilización en la construcción, donde han cumplido importantes funciones ya sean decorativas o estructurales. Su surgimiento está ligado al descubrimiento y perfeccionamiento de agentes aglomerantes naturales o artificiales. El desarrollo de los mismos se ha visto influenciado por los avances tecnológicos y la aparición de nuevos materiales para la construcción.

Al momento de diseñar un mortero, se busca que sea una mezcla que presente una resistencia adecuada y de durabilidad considerable. La calidad del mortero dependerá directamente de factores como la dosificación que se desee emplear, la naturaleza de los materiales conformantes, entre otros. Las pruebas realizadas a los morteros abarcan ensayos como consistencia, tiempo de fraguado, resistencia a la flexión y compresión, trabajabilidad y adherencia, las cuales aportan datos importantes acerca de la calidad del mortero.

Ahora bien los morteros son usados en la construcción para el levantamiento de paredes, revestimientos de las mismas (frisos), construcción de plantillas para losas de techo, tabiquería y al mantenimiento general de edificaciones. Para ellos, el mortero requiere tener características físicas y mecánicas que garanticen la resistencia y la durabilidad a las solicitaciones actuantes y a factores ambientales.

No obstante, los morteros también se utilizaron desde un primer momento para cumplir otra de las necesidades constructivas básicas, consistente en conferir sentido estético a la obra al ser aplicado como revestimiento de paredes y otros elementos constructivos. Este último aspecto no debe menospreciarse en lo que se refiere a su influencia sobre el origen y desarrollo de los morteros.

Con el presente estudio, se pretende implementar materiales como el pego y la arena amarilla en la elaboración de morteros utilizados para revestimientos de paredes, por esta razón se plantea analizar el comportamiento de estos dos materiales dentro de una mezcla que es necesaria en la albañilería, siendo una alternativa más al momento de construir.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Analizar el comportamiento de morteros elaborados a base de pego y arena amarilla para revestimientos en paredes.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Describir los elementos que componen la mezcla de mortero patrón y mortero a base de pego y arena amarilla.

2. Elaborar la mezcla patrón y las mezclas experimentadas a base de pego y arena amarilla.

3. Determinar las características físicas de la mezcla patrón y las mezclas experimentales en estado fresco y endurecido mediante ensayos establecidos en las normas COVENIN.

4. Determinar las características mecánicas de la mezcla patrón y las mezclas experimentales de mortero mediante ensayos contemplados en la norma COVENIN 484:93.

5. Comparar los resultados obtenidos con las mezclas experimentales y las de la mezcla patrón.

1.3 Alcance de la investigación

El objeto de esta investigación podrá permitir la factibilidad de la utilización del pego y la arena amarilla en las mezclas de mortero rigiéndose por las normas COVENIN que establecen las especificaciones de los ensayos de materiales usados en la construcción.

Los análisis de las propiedades y ensayos a los cuales se someterán las mezclas en estado fresco y endurecido, determina un diseño experimental que ofrece un mejor comportamiento en cuanto a fluidez y resistencia a la compresión. Se desea establecer que este tipo de mezcla sea una alternativa en los proyectos de construcción, además de servir como una referencia de estudio para nuevas propuestas.

1.4 Justificación de la investigación

Actualmente en el ámbito de la construcción de obras civiles, existe una deficiencia técnica en el proceso de elaboración de morteros, no siendo así en el caso del concreto, del cual se cuenta con tablas y gráficas para la dosificación adecuada de acuerdo con las resistencias adecuadas y otras características importantes, como la trabajabilidad; lo cual hace que su elaboración sea más eficiente y orientada a la consecución de resultados de mejor calidad.

Por tal motivo, en los morteros existe la necesidad de adecuar y sistematizar la técnica de elaboración, que garantice la eficiente utilización de los materiales y agregados disponibles en el ámbito geográfico donde se elaboren, así como los recursos económicos, desempeño del personal y tiempo de ejecución.

Por tal motivo y de acuerdo con las necesidades específicas requeridas se hará indispensable realizar un estudio de las características físicas y mecánicas principales del mortero cuando se añade pego y arena amarilla, y se analizará cómo influirá éste en la mezcla en cuanto a resistencia a la compresión.

La realización de este trabajo se hará cumpliendo con todos los requerimientos y exigencias de las normas COVENIN, el cual de ser apto este material en base a resistencia y trabajabilidad contribuirá a ser una alternativa más a la hora de construir.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1. Identificación de la empresa

INGECONTROL (Ingeniería de Inspección y Control de Calidad), es una empresa que cuenta con 36 años de experiencia dedicada, a la inspección de bienes de capital, a la geotecnia, y al muestreo y ensayo de suelos y materiales de construcción. Está facultada para la ejecución de estudios particulares en las áreas de hidrología e hidráulica, a través de recursos humanos y programas especializados con el fin de llevar a cabo las evaluaciones y conclusiones pertinentes.



Figura 2.1 Logo de la empresa INGECONTROL.

Su experiencia en inspección de obras, ensayos de suelos, concreto, asfalto y geotecnia, se remite a un número extenso y variado de proyectos, privados y gubernamentales, de inversión de capital. En el área de hidráulica e hidrología, la experiencia adquirida se concentra en el análisis y estudio de las cuencas de los principales ríos del Estado Bolívar. Actualmente, es la mayor empresa regional en las áreas antes mencionadas, pudiéndose contar dentro de su cartera de clientes proyectos de ORINOCO IRON HBI, VI Y VII LINEA C.V.G. VENALUM, DELL' ACQUA, C.A., C.V.G. ALCASA, C.V.G. FERROMINERA ORINOCO, FARMATODO, SIDOR, ODEBRECHT, C.V.G BAUXILUM, C.V.G EDELCA, PROMOTORA ORDAZ, ALMACARONI, entre otros.

2.1.1. Reseña histórica

INGECONTROL fue fundada en 1979 para la realización de inspecciones técnicas y estudios de suelo tanto en las obras de desarrollo de Ciudad Guayana, así como en las ampliaciones que desde esa época han tenido las industrias básicas.

En 1992 pasa a ser empresa filial de PROTECNICA, por lo cual se hace beneficiaria de toda experiencia, métodos de control, material y equipo humano de PROTECNICA especializado en inspección de obras; esta unión hace de INGECONTROL la empresa líder en inspección, geotecnia y ensayos de materiales de la región.

La empresa también realiza asistencia técnica en mediciones topográficas y en todas las actividades necesarias para garantizar el aseguramiento de control de calidad exigido por los clientes y para ello cuentan con un grupo integral de profesionales y técnicos coordinados para obtener altos niveles de calidad.

INGECONTROL desde su fundación ha mantenido una constante investigación y por ello ha fomentado criterios innovadores que presentan una mejor aplicabilidad de los procesos de Aseguramiento y Control de Calidad.

2.1.2. Servicios que presta INGECONTROL

1. Gerenciación del aseguramiento de la calidad
2. Ensayos de materiales
3. Inspección y gerencia de obras
4. Inspección en acarreo, mezclado y manejo de materiales en canteras y obras.
5. Inspección y verificación de la calibración de plantas asfálticas.

6. Inspección y control en la construcción de vialidades, estacionamientos y pistas de aeropuertos (movimientos de tierras, compactación y colocación de carpetas asfálticas).
7. Control de despacho en plantas de asfalto y plantas de concreto.
8. Control de vaciados de concreto.
9. Levantamientos topográficos.
10. Levantamientos de planos geológicos
11. Estudios geotécnicos
12. Control de ensayos no destructivos

2.1.3. Ubicación geográfica.

Está ubicado en la Zona Industrial Matanzas Sur, UD-321, Manz. 7 Edificio INGECONTROL, Ciudad Guayana, Puerto Ordaz, Edo. Bolívar.



Figura 2.2 Edificio INGECONTROL.

INGECONTROL dispone de un laboratorio central, para la realización de los ensayos de materiales, dotado con equipos que permiten ejecutar los ensayos básicos u otros ensayos normalizados exigidos por el cliente, que requiera cualquier proyecto en particular, y para ello cuenta con profesionales y técnicos especializados en área de Geotecnia, Control de Calidad en Suelos, Concreto y Asfalto.

Si el proyecto lo requiere, INGECONTROL dispone de equipos para la instalación de laboratorio de ensayos de materiales en campo y para ello cuenta con la experiencia previa lograda en el aseguramiento y control de calidad en proyectos ejecutados en los Estados Bolívar, Monagas y Anzoátegui.

2.2 Características físicas y naturales del área de estudio

Ciudad Guayana es actualmente la sexta ciudad más grande y moderna de Venezuela. Está formada por las comunidades de San Félix y Puerto Ordaz; la primera, ubicada en la desembocadura del río Caroní, es puerto fluvial de enlace con la región oriental venezolana y el resto del mundo, mientras que la segunda es una ciudad planificada, industrial y turística de gran actividad, en esta se encuentran las compañías más importantes para la explotación y producción del hierro y del aluminio, éstas comunidades se unen por dos puentes que cruzan el río Caroní muy cerca de su desembocadura en el río Orinoco.

2.2.1 Geografía.

La ciudad está situada a 13 msnm de altitud en la confluencia de los ríos Caroní y Orinoco. Se encuentra unida por autopista a Ciudad Bolívar y Upata y por carreteras a la Región Administrativa de Guayana. Es un importante centro para la Industria Básica Nacional, las exportaciones de hierro, aluminio y acero son algunas de las actividades que aquí se realizan. Además, es terminal del ferrocarril minero de

los yacimientos del Cerro Bolívar. Gracias a estos dos importantes ríos se encuentran las centrales hidroeléctricas de Macagua y Guri que aportan el total de la electricidad comercial generada en Guayana y el 72% del consumo nacional.

2.2.2. Geomorfología.

En Ciudad Guayana se presentan tres tipos de paisajes: Planicie, Peniplanicie y Lomerío. La Topografía de los paisajes de planicie es plana con pendientes entre 0-4%. Los paisajes de planicie presentan una topografía severamente ondulada con pendientes de 4-16% y los paisajes de Lomerío son de topografía ondulada a fuertemente ondulada y están constituidos por relieves de lomas cuyas pendientes son mayores de 8%.

2.2.3. Clima.

En la zona predomina el clima tropical en la mayor parte del territorio guayanés. Su temperatura media oscila entre los 27 y 30° C.

2.2.4. Flora.

En el centro de ciudad Guayana específicamente en puerto Ordaz se encuentran 3 grandes parques como lo son la Ilovizna, el Cachamay y el Loeffling, en donde se pueden apreciar una gran variedad de vegetación, entre las cuales están: los samanes, apamates, caobas, robles, araguaneyes, ceibas y más de 850 variedades de orquídeas, la cual es la flor nacional. Como se puede observar, estos parques son una representación a escala de la selva tropical que tanto abunda en el Estado Bolívar y que lo ha hecho famoso ante el turismo nacional e internacional.

2.2.5. Fauna.

Se tienen registros de Babas, chigiüres, caimanes, venados, báquiros, monos, peces, morrocoyes, dantas, cunaguaros, guacamayas, colibríes, cristofués, garzas, zapoara, aimara, cascabel, culebras, terecay, iguanas, entre otros.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes de la investigación

El arquitecto Francisco Javier Castilla Pascual (2004) en su trabajo de grado doctoral titulado: “Estabilización de morteros de barro para la protección de muros de tierra” en la Universidad Politécnica de Madrid, propone la utilización del barro como revestimiento exterior o interior de las construcciones de adobe (cemento) o tapia, ya que son muchos los ejemplos de construcciones de tierra que perviven desde hace siglos, caracterizando la arquitectura y el paisaje urbano. Con este trabajo el arquitecto Castilla Pascual pretende dar un soporte técnico para la utilización de embarrados (constituidos por barro y paja básicamente), estudiando el uso de aditivos (estabilizantes) de latex sintético y sus ventajas o inconvenientes al aplicarlos sobre fábricas de distinta naturaleza como muros de adobe, tierra apisonada o ladrillos cerámicos. El objetivo es mejorar la durabilidad de los morteros de barro, teniendo siempre presente que, aun incrementando los plazos, siempre serán un elemento constructivo de renovación periódica.

La metodología involucrada para el desarrollo de la investigación consistió en realizar mezclas tradicionales con diferentes porcentajes de reemplazo de cemento por barro y paja para el uso de revestimientos y realizar una comparación con las mezclas destinadas al uso de revestimientos de otros materiales (cal, cemento o yeso). Los revestimientos de barro o “embarrados” son una de las aplicaciones tradicionales que, por su baja calidad o poca durabilidad en comparación con los revestimientos de otros materiales (cal, cemento o yeso) han tenido poca consideración en los estudios que se han realizado sobre este tipo de técnicas.

Se muestra la importancia de este estudio, puesto que contiene elementos cuya proyección podrá tomarse como punto de apoyo en el desarrollo de la presente investigación, ya que esta propone la incorporación de otros materiales (Barro y paja) que puedan sustituir el cemento a la hora de realizar las mezclas de morteros como una alternativa en el ámbito técnico para la construcción de obras civiles, también aporta el desarrollo de las investigaciones relacionadas con ella.

Guillermo Leonidas Guerrero Alarcón (1998), en su trabajo de grado titulado: “Análisis de mezclas para morteros de enlucidos utilizando arena cuarcífera de la formación Hollín”, en la Escuela superior Politécnica del Litoral, emplearon la arena cuarcífera la cual es casi nula en absorción y es utilizada (cumpliendo los requisitos de la norma ASTM) para la determinación de las características de los diferentes tipos de cemento. El agregado fino en su totalidad fue arena de cuarzo y determinaron a través de diversos ensayos como el de granulometría que presenta buenas propiedades mecánicas y baja absorción. Al someter el mortero a ensayos de compresión y flexión encontraron resultados positivos con el material de referencia de la región ya que los resultados de las pruebas fueron muy elevados, concluyendo que la incorporación de la arena cuarcífera como agregado es una alternativa viable, puesto que la arena muestra la presencia de unos pocos minerales pesados, posiblemente magnetita, circón y rutilo que generalmente están asociados con la arena silícea.

Este estudio es de importante relevancia para nuestra investigación ya que ellos plantean el uso de la arena cuarcífera como agregado para la mezcla de mortero y por consiguiente nuestra investigación pretende darle uso a la arena amarilla o arena de minas como agregado destinado al uso de morteros, realizando previamente los ensayos pertinentes para conocer sus propiedades. En el estudio también se propone la incorporación de materiales provenientes de su región como agregado, de la misma manera que en el presente estudio, ya que constituyendo una alternativa de uso cuando

exista una elevada demanda de materiales de fácil obtención dentro del sitio de obra y los costos para su depósito generen gastos superiores a los estimados.

Cesar Badell (2009) en su trabajo de grado titulado: “Análisis de mercado de los pegos en Venezuela”, en la universidad Católica Andrés Bello, establece que existe una necesidad de contar en el mercado venezolano con una gama de pegos especializados para usos específicos y de esto se desprende también la necesaria segmentación de dicho mercado pero con argumentos más técnicos que eviten el uso inadecuado de los mismos lo cual es contraproducente del punto de vista constructivo. La excesiva generalización en el uso de los mismos no contribuye a un uso coherente dependiendo de la aplicación que se tenga. Contando con una adecuada segmentación (técnica) se contribuye a un mejor resultado tanto del punto de vista constructivo como del punto de vista de los usuarios finales. Los pegos son esenciales en el proceso de colocación de productos cerámicos.

El propósito de su investigación fue establecer una metodología que permita conocer la factibilidad del pego en el mercado venezolano y estudiar el procedimiento experimental para su elaboración y usos específicos. Este trabajo contribuye mucho al desarrollo de nuestra investigación, ya que el pego constituirá un material base para la elaboración de nuestras mezclas experimentales de mortero y por lo tanto se hace necesario conocer las propiedades técnicas del mismo.

3.2 Bases teóricas

3.2.1 Mortero

Pueden definirse como la mezcla de material aglomerante (cemento Pórtland y/u otros cementantes), un material de relleno (agregado fino o arena), agua y

eventualmente aditivos, con propiedades químicas, físicas y mecánicas similares a las del concreto y son ampliamente utilizados para pegar piezas de mampostería en la construcción de muros, o para recubrirlos, en cuyo caso se le conoce como recubrimiento, repello o revestimiento.

A diferencia de los otros materiales constructivos, el mortero tiene la particularidad de ser empleado en diversas aplicaciones dentro del ámbito de la construcción. Estas posibilidades se deben a los siguientes factores:

1. Adaptabilidad formal: el mortero se puede adaptar a cualquier superficie y volumen, forma e intersticio sin requerir tolerancias dimensionales.
2. Facilidad de aplicación: contrariamente a otros materiales, los morteros no requieren especial sofisticación para su puesta en obra. Pueden ser aplicados manualmente o por proyección.
3. Prestaciones de diseño asequible: el mortero tiene la posibilidad de adaptar sus propiedades a las exigencias que se deseen conforme a la composición y dosificación precisa (Rodríguez, O., 2003).

3.2.2 Componente de los morteros

Los componentes de los morteros deben poseer ciertas características para ser utilizados como tales. Para la preparación de la mezcla de mortero, es necesaria la unificación en proporciones determinadas de los elementos componentes. A continuación se indican algunas especificaciones de los mismos (Figura 3.1).

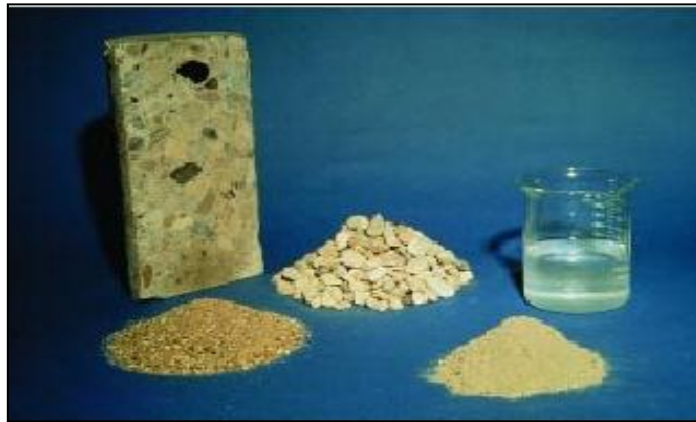


Figura 3.1 Componentes del concreto o mortero (cemento, agua, agregado fino y grueso). (Kosmatka, S. *et al.*, 2004).

3.2.2.1 Conglomerantes

Los conglomerantes son sustancias que al reaccionar con el agua, tienen la propiedad de fraguar y endurecer. Entre los conglomerantes comúnmente usados en la construcción se encuentran la cal y el cemento, los cuales, al mezclarse con arenas y gravas, dan lugar a los morteros y concretos. Se pueden clasificar en:

❖ Conglomerantes naturales: son originados de la calcinación natural sin adición alguna, como son la cal y los cementos naturales. La cal tiene la propiedad de mejorar la plasticidad del mortero y aclarar su color. El cemento es el conglomerante más usado en la construcción, debido a estar formado por mezclas de caliza, arcilla, yeso que son materiales muy abundantes en la naturaleza. Los cementos Portland son cementos hidráulicos producidos por la pulverización del clínker, el cual consiste en silicatos hidráulicos de calcio. En la norma ASTM-C-150-99^a: *Especificación estándar para cemento Portland* se establecen cinco tipos de cemento Portland y el uso indicado de cada uno dependerá de las características y condiciones de obra.

Cales: es un material que transmite al mortero que la contiene, el efecto de un lubricante, que permite incrementar la plasticidad, generando a su vez un incremento en la retención de agua del mortero (Figura 3.2).



Figura 3.2 Muestra de Cal. (Kosmatka, S. *et al.*, 2004).

Las cales utilizadas en los morteros pueden ser aéreas o hidráulicas:

Cal Aérea: las cales aéreas hidratadas (apagadas) endurecen únicamente con el aire. Esta cal, amasada con agua y expuesta a la acción del aire, primero fragua por cristalización del hidróxido cálcico y luego endurece al carbonatarse los cristales por acción del CO_2 atmosférico. El proceso es lento y el producto resultante poco resistente a la acción del agua.

Cal Hidráulica: las hidráulicas, amasadas con agua forman pastas que fraguan y endurecen a causa de las reacciones de hidrólisis e hidratación de sus constituyentes. El proceso es más rápido que en el caso de la cal aérea y da lugar a productos hidratados, mecánicamente resistentes y estables, tanto al aire como bajo el agua. (Rodríguez, O., 2003).

Cemento Portland: son cementos hidráulicos compuestos principalmente de silicatos hidráulicos de calcio. Los cementos hidráulicos se fraguan y se endurecen por la reacción química con el agua. Durante la reacción, llamada hidratación, el cemento se combina con el agua para formar una masa similar a una piedra, llamada pasta. Cuando se adiciona la pasta (cemento y agua) a los agregados (arena y grava, piedra triturada, piedra machacada, pedregón u otro material granular), la pasta actúa como un adhesivo y une los agregados para formar el concreto, el material de construcción más usado en el mundo (Figura 3.3).



Figura 3.3 Cemento Portland. (Kosmatka, S. *et al.*, 2004).

De los componentes de la mezcla de mortero, el cemento es el más caro por unidad de peso. Sin embargo, comparado con otros productos manufacturados, el cemento es un material relativamente barato. En el valor de un kilogramo de este material se debe considerar el coste de: la extracción de los minerales, de dos moliendas a un alto grado de finura; una cocción a elevada temperatura (unos 1.450°C), el control estricto de los procesos, la homogeneización, los cuidados ambientales, etc.

En la norma ASTM-C-150-99^a: *Especificación estándar para cemento Portland* se establecen cinco tipos de cemento Portland y el uso indicado de cada uno dependerá de las características y condiciones de obra.

Tipo I: cemento normal, empleado para uso general.

Tipo IA: cemento normal con aire incluido.

Tipo II: cemento modificado. Proporciona calor moderado y resistencia a los sulfatos. Su uso está enfocado a la construcción de pavimentos y obras marinas.

Tipo IIA: cemento de moderada resistencia a los sulfatos con aire incluido.

Tipo III: cemento de rápida resistencia alta con mayor finura.

Tipo IIIA: cemento de alta resistencia inicial con aire incluido.

Tipo IV: cemento de bajo calor. Es utilizado en estructuras de mayor volumen y presas.

Tipo V: cemento resistente a los sulfatos. Se emplea en la elaboración de concretos que se encuentren en contacto con aguas residuales (González, F., 2004).

❖ Conglomerantes artificiales: se obtienen de la calcinación de mezclas de piedras de composición conocida y mezcladas con el mayor cuidado. En este grupo se incluyen los cementos elaborados artificialmente.

❖ Conglomerantes aéreos: son aquellos que no contienen materiales arcillosos y tienen la propiedad de fraguar al estar en contacto con el aire.

❖ Conglomerantes hidráulicos: contienen arcillas en cantidades considerables que le otorgan al material propiedades hidráulicas, lo que le permite fraguar tanto en el aire como en el agua (Pastrana, U. y Vinuesa, A., 2005)..

3.2.2.2 Agregados

Los agregados finos llamados arenas o áridos, son todos aquellos materiales que teniendo una resistencia propia suficiente (resistencia de grano), no perturban ni

afectan las propiedades y características del mortero y garantizan una adherencia suficiente con la pasta endurecida de cemento.

Los agregados deberán reunir los requerimientos de la norma ASTM-C33: *Especificaciones para Agregados del Concreto*. Estas especificaciones limitan las cantidades permitidas de sustancias dañinas y cubren los requerimientos para la graduación, abrasión, resistencia y solidez. Para cumplir con los requisitos de las normas, los agregados deberán ser partículas limpias, sólidas, fuertes y duraderas; libres de químicos y de recubrimientos de arcilla o de otros materiales finos que perjudiquen la unión de la pasta de cemento. Los materiales contaminantes más comunes en el agregado son tierra, sedimentos, arcilla, mica, sales y mantillo u otras materias orgánicas que pueden aparecer como un recubrimiento o como material fino suelto (Love, T., 1996). Según su procedencia y método de obtención, los áridos pueden clasificarse en:

❖ **Áridos naturales:** son todos aquellos que provienen de la explotación de fuentes naturales tales como depósitos de arrastres fluviales (arenas de río) o de glaciares (canto rodado) y de canteras de diversas rocas y piedras naturales. Se pueden aprovechar en su granulación natural o triturándolos mecánicamente, según sea el caso, de acuerdo con las especificaciones requeridas (Figura 3.4). Están constituidos por dos grandes grupos:

Áridos granulares: se obtienen de graveras que explotan depósitos granulares. Se usan luego de haber sufrido un lavado y clasificación. Tienen forma redondeada, con superficies lisas y sin aristas. Son principalmente áridos de naturaleza silícea.

Áridos de machaqueo: se producen en canteras tras arrancar los materiales de los macizos rocosos y someterlos posteriormente a trituración, molienda y

clasificación. Presentan superficies rugosas y aristas vivas. Son principalmente de naturaleza caliza.



Figura 3.4 Ejemplo de agregado ligero natural. Arcilla expandida (izquierda) y esquisto expandido (derecha). (Kosmatka, S. *et al.*, 2004).

❖ Áridos artificiales: estos se obtienen a partir de productos y procesos industriales tales como: arcillas expandidas, escorias de alto horno, clinker, limaduras de hierro y otros. Generalmente son más ligeros o pesados que los naturales.

Por lo general las arenas naturales (depósitos, sedimentarios, ríos, etc.) producen morteros de resistencias más altas que las de cantera (obtenidas por medio de voladura, o por trituración) siendo este efecto más notorio en morteros pobres de cemento.

❖ Áridos reciclados: resultan de un tratamiento del material inorgánico que se ha utilizado previamente en la construcción, por ejemplo, los procedentes del derribo de edificaciones, estructuras de firmes, etc (Figura 3.5).

Aunque las arenas no toman parte activa en el fraguado y endurecimiento del mortero, desempeñan un papel técnico muy importante en las características de este material, porque conforman la mayor parte del volumen total del mortero. Por ello,

podríamos decir que la arena es la esencia del mortero. De ahí la importancia de conocer algunas de sus características tanto físicas como químicas.



Figura 3.5 Ejemplo de agregado de concreto reciclado. (Kosmatka, S. *et al.*, 2004).

3.2.2.3 Propiedades físicas de los agregados

❖ **Tamaño del árido:** Es la división de los agregados en 2 fracciones cuya frontera nominal es la malla o tamiz de 4mm, y que pueden ser dosificadas en forma individual. Es conveniente que cada fracción contenga todos los tamaños de partícula que sean factibles, de acuerdo a condiciones técnicas y de costo (Figura 3.6).



Figura 3.6 Varios tamaños de partículas que se encuentran en los agregados para uso en morteros. (Kosmatka, S. *et al.*, 2004).

❖ Granulometría de la arena: la composición de los distintos tamaños de las partículas que integran un árido se denomina granulometría.

Es la medición de los granos de una formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por una escala granulométrica con fines de análisis tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas.

Esta relación viene dada por la Norma COVENIN 254:1998 *Cedazos de ensayo* que recoge una serie de tamices constituidos de la siguiente forma en la tabla 3.1:

Tabla 3.1 Límites en la granulometría. (Norma COVENIN 254:1998).

Cedazos COVENIN	Porcentaje que pasa	
9,51 mm; (# 3/8")	100	
4,76 mm; (# 4)	85	100
2,38 mm; (# 8)	60	95
1,19 mm; (# 16)	40	80
595 μm ; (# 30)	20	60
297 μm ; (# 50)	8	30
149 μm ; (# 100)	2	10
75 μm ; (# 200)	0	5

❖ Curva granulométrica: tomando en cuenta el peso total y los pesos retenidos, se procede a realizar la curva granulométrica, con los valores de porcentaje retenido que cada diámetro ha obtenido. La curva granulométrica permite visualizar la tendencia homogénea o heterogénea que tienen los tamaños de grano (diámetros) de las partículas.

❖ **Modulo granulométrico:** es el resultado de dividir por 100 la suma de los % retenidos acumulados de la serie de tamices. El modulo granulométrico recibe el nombre también de módulo de finura. Este módulo nos da idea del tamaño medio del árido empleado en un mortero.

Una vez elegido el módulo granulométrico teórico, es sencillo determinar las proporciones en que deben mezclarse los áridos, a partir de sus módulos granulométricos propios. No obstante, resulta adecuado conocer su valor debido a que todas las mezclas de áridos que poseen el mismo módulo precisan la misma cantidad de agua para producir morteros de la misma trabajabilidad y resistencia. Esto es así siempre que empleen idéntica cantidad de cemento y de los restantes componentes del mortero, ya que, variaciones en el módulo de los áridos indican que ha habido alteraciones en los de una misma procedencia.

❖ **Finos:** se entiende por finos la fracción granulométrica de una arena que pasa por el tamiz 0,063 mm. Pese a que los finos incorporan plasticidad al mortero, es conveniente controlar su contenido en el mismo, ya que un exceso de éstos puede provocar un aumento de la relación agua/cemento, con la consiguiente disminución de la resistencia mecánica de dicho mortero. Por otra parte, el exceso de finos puede favorecer a la aparición de fisuras por retracciones en el mortero.

❖ **Humedad:** es la cantidad total de agua que contiene la muestra de agregados al momento de efectuar la determinación de la masa, para dosificar. Debe controlarse el grado de humedad de los áridos que van a emplearse en la fabricación del mortero, dado que el contenido de humedad existente en estos componentes puede alterar la relación agua/cemento prevista.

3.2.2.4 Agua

Se puede definir como aquel componente del mortero en virtud del cual, el cemento experimenta reacciones químicas que le dan la propiedad de fraguar y endurecer para formar un sólido único con los agregados. Se clasifica en agua de mezclado y agua de curado.

El agua que sea potable y que no tenga un pronunciado olor o sabor puede usarse para mezclas de morteros. Sin embargo, esto no es rigurosamente cierto, debido a que dentro del agua potable se pueden encontrar disueltas en altas concentraciones sales, cítricos o azúcares, entre otros, que pueden ser perjudiciales para el mortero. Por otro lado, el agua que es buena para el mortero no necesariamente es buena para beber.

❖ Agua de mezclado: está definida como la cantidad de agua por volumen unitario de mortero que requiere el cemento, contenido en ese volumen unitario para producir una pasta bien hidratada, con una fluidez tal que permita una lubricación adecuada de los agregados cuando la mezcla se encuentra en estado plástico. De ahí el hecho de que deba hacerse un estricto control sobre el agua de mezclado en el momento de dosificarla.

Al endurecerse la pasta como consecuencia del fraguado, parte del agua queda fija en la estructura rígida de la pasta y el resto queda como agua libre. Si la cantidad de agua de mezclado se aumenta, la parte que de ella queda fija es la misma y por consiguiente el agua libre aumenta, con lo cual aumenta la porosidad y con esta la pasta pierde resistencia y el mortero se hace más permeable.

❖ Agua de curado: El curado puede definirse como el conjunto de condiciones necesarias, para que la hidratación de la pasta evolucione sin interrupción hasta que

todo el cemento se hidrate y el mortero alcance sus propiedades potenciales. Estas condiciones se refieren básicamente a la humedad y la temperatura. Por lo tanto, el agua de curado constituye el suministro para hidratar eficientemente el cemento durante el fraguado.

3.2.2.5 Aditivos

Según el Comité ACI-212 (*American Concrete Institute*), un aditivo se puede definir como *“un material distinto del agua, agregados y cemento hidráulico, que se usa como ingrediente en concretos o morteros y se añade a la mezcla inmediatamente antes o durante su mezclado”*.

Los aditivos son productos que, introducidos en pequeña proporción en el mortero, modifican algunas de sus propiedades originales. Su empleo en los morteros es poco frecuente, recurriéndose a ellos solo cuando las condiciones lo hagan imprescindible. Cuando ello ocurre es conveniente verificar su influencia en otras características distintas de las que se desea modificar. (Figura 3.7).



Figura 3.7 Aditivos líquidos y en polvos.
(Sika Venezuela S.A).

3.2.3 Clasificación de los morteros

3.2.3.1 Mortero según el concepto

Según el concepto se definen dos diferentes tipos de mortero: los morteros diseñados, cuya composición y sistema de fabricación se han elegido por el fabricante con el fin de obtener las propiedades y características especificadas, que han sido objeto de los correspondientes ensayos de aptitud de empleo; y los morteros prescritos, que se fabrican a partir de los componentes primarios (conglomerantes y áridos) en unas proporciones determinadas (Mingarro, F., 1996).

❖ Morteros diseñados: son morteros cuya composición y sistema de fabricación se han elegido por el fabricante con el fin de obtener unas propiedades demandadas específicamente por el cliente.

❖ Morteros de receta o prescritos: son morteros que se fabrican con unas composiciones determinadas y cuyas propiedades dependen de las proporciones de los componentes declarados. Usualmente se denominan según las proporciones de sus componentes según el orden: *conglomerante arena* (Rodríguez, O., 2003).

3.2.3.2 Mortero según el sistema de fabricación

La tecnología de fabricación de los morteros y su llegada a obra ha evolucionado y se ha diversificado considerablemente en los últimos años. Desde los tradicionales morteros in situ a los actuales morteros industriales suministrados desde fábrica, se establece otra clasificación según su forma de fabricación. En este sentido la Norma UNE-EN-998-2 *Especificaciones de los morteros para albañilería*, distingue tres grandes grupos:

❖ Mortero hechos *in situ*: estos morteros están compuestos por los componentes primarios, dosificados, mezclados y amasados con agua en la obra.

❖ Morteros industriales semiterminados: dentro de este grupo existen los morteros predosificados y los morteros premezclados de cal y arena que se definen a continuación:

Morteros predosificados: son aquellos cuyos componentes básicos (conglomerantes o conglomerantes y áridos) dosificados independientemente en una fábrica, se suministran al lugar de su utilización, donde se mezclan en las proporciones y condiciones especificadas por el fabricante y se amasan con el agua precisa hasta obtener una mezcla homogénea para su utilización. Estos morteros pueden tener aditivos y/o adiciones en sus correspondientes compartimentos.

Morteros premezclados de cal y arena: son aquellos cuyos componentes se han dosificado y mezclado en fábrica para su posterior suministro al lugar de construcción, donde se les puede añadir otro u otros componentes especificados o suministrados por el fabricante (por ejemplo, cemento). Se mezclan en las proporciones y condiciones especificadas por el fabricante y se amasan con el agua precisa hasta obtener una mezcla homogénea para su utilización.

❖ Morteros industriales: son aquellos que se han dosificado, mezclado y, en su caso, amasado con agua en una fábrica y suministrado al lugar de construcción. Estos morteros pueden ser morteros secos o morteros húmedos y se definen de la siguiente manera:

Morteros secos: son mezclas ponderales de sus componentes primarios (conglomerante o conglomerantes y áridos secos). Además pueden tener aditivos

y/o adiciones en proporciones adecuadas preparadas en una fábrica. Se suministran en silos o en sacos y se amasan en la obra, con el agua precisa, hasta obtener una mezcla homogénea para su utilización.

Morteros húmedos: éstos constituyen mezclas ponderales compuestas por conglomerantes o conglomerantes, áridos y aditivos. También pueden tener adiciones en proporciones adecuadas. Se amasan en una fábrica con el agua necesaria hasta conseguir una mezcla homogénea para su utilización. Los morteros húmedos precisan añadir retardadores para prolongar su trabajabilidad. (Rodríguez, O., 2003).

3.2.3.3 Mortero según el tipo de conglomerante

En la fabricación de morteros se pueden utilizar conglomerantes que dan lugar a los correspondientes tipos de morteros que se describen a continuación:

❖ Mortero de cal: se obtiene llenando los huecos de la arena con una pasta formada por cal apagada y agua, con un volumen de cal por cada tres de arena. En la actualidad este tipo de mortero ha sido sustituido por el mortero de cemento, por lo que apenas se utiliza hoy en día.

❖ Mortero de cemento: presenta alta resistencia inicial, o bien resistencias elevadas del mortero endurecido. El inconveniente de este tipo de morteros es que endurecen muy lentamente, pero no se puede ajustar las resistencias variando la proporción de cemento:arena debido a que las mezclas pobres en cemento se hacen ásperas y difíciles de trabajar.

❖ Mortero bastardo: se compone de cemento, cal y arena; y reúne las ventajas de los dos anteriores, es decir una buena trabajabilidad y altas resistencias iniciales. Las cales utilizadas no deben ser hidráulicas puesto que no es conveniente que se mezclen éstas con cemento Portland, a no ser que se compruebe que no producen expansión. Por lo tanto, se utilizan cales apagadas para su elaboración.

❖ Morteros con aditivos: se pueden emplear distintos tipos de aditivos, y la cantidad a introducir en la mezcla debe ser la que fije el fabricante en cada caso.

❖ Morteros cemento-cola: son aquellos en los que se mezclan el cemento con compuestos orgánicos tipo resinas solubles en agua. En su composición se puede emplear arenas finas, por la baja tensión superficial que presentan, llegándose a obtener juntas muy finas. En este tipo de morteros se tiene que emplear poca agua de amasado, con lo que se reduce la humedad en obra y el tiempo de secado. Se utilizan mayormente para alicatado, juntas delgadas y enlucidos de superficie muy fina (Collado, P., 2005).

3.2.4 Propiedades de los morteros

La evaluación de las propiedades de los morteros puede considerarse como una medida de control de calidad. Por lo regular se toman en cuenta propiedades en estado fresco y en estado endurecido. Si un mortero cumple con dichas características, fraguará y endurecerá dentro del tiempo y resistencia esperados.

El mortero debe reunir una serie de propiedades que permiten obtener un producto fácil de trabajar y con unas características adecuadas. A continuación se presentan las propiedades que adquiere el mortero cuando se encuentra en estado fresco, así como las que adopta al endurecerse (Collado, P., 2005).

3.2.4.1 Morteros en estado fresco

Las propiedades del mortero en estado fresco son determinantes, pues influirán en gran medida en las prestaciones finales que ofrecerá el mismo. Es necesario subrayar que las características de los morteros, tanto en estado fresco como endurecido, dependen lógicamente de su aplicación de destino. No obstante, con un enfoque de generalidad se pueden distinguir las siguientes:

❖ **Trabajabilidad:** es la facilidad que presenta la mezcla para ser manipulada, colocado, compactado y acabada sin segregación y exudación durante estas operaciones. No existe prueba alguna hasta el momento que permita cuantificar esta propiedad, generalmente se le aprecia en los ensayos de consistencia. (Avanto, F., 1996).

❖ **Consistencia:** la consistencia adecuada se consigue en obra mediante la adición de cierta cantidad de agua que varía en función de la granulometría del mortero, cantidad de finos, empleo de aditivos, absorción de agua de la base sobre la que se aplica, así como de las condiciones ambientales, gusto de los operarios que lo utilizan, etc. (Rodríguez, O., 2003).

❖ **Retención de agua:** se refiere a la capacidad del mortero de mantener su plasticidad cuando queda en contacto con la superficie sobre la que va a ser colocado, por ejemplo un ladrillo. Para mejorar la retención de agua se puede agregar cal, o aumentar el contenido de finos en la arena, o emplear aditivos plastificantes o incorporadores de aire. La retención de agua influye en la velocidad de endurecimiento y en la resistencia final, pues un mortero que no retenga el agua no permite la hidratación del cemento. (Gutiérrez, L., 2003).

❖ **Densidad:** está directamente relacionada con la densidad de sus materiales componentes, así como con su contenido en aire. Los morteros ligeros son más

trabajables a largo plazo. Para fabricar un mortero ligero pueden usarse áridos artificiales ligeros (arcilla expandida) o, más comúnmente añadir aditivos aireantes. (Rodríguez, O., 2003).

❖ Adherencia (en estado fresco): se considera tanto en el mortero fresco como en el endurecido, aunque por distintas causas. Consiste en la capacidad del mortero para absorber tensiones normales o tangenciales a la superficie de la interfase mortero-base. Se refiere, por tanto, a la resistencia a la separación del mortero sobre su soporte. La adherencia del mortero fresco es debida a las propiedades reológicas de la pasta del conglomerante, donde la tensión superficial de la masa del mortero fresco es el factor clave para desarrollar este tipo de característica. La adherencia, antes de que el mortero endurezca, se incrementa cuanto mayor es la proporción del conglomerante o la cantidad de finos arcillosos. Sin embargo, el exceso de estos componentes puede perjudicar otras propiedades (Rodríguez, O., 2003).

❖ Exudación: es el ascenso de una parte del agua de la mezcla hacia la superficie como consecuencia de la sedimentación de los sólidos como se observa en la figura 3.8. Puede ser producto de una mala dosificación de la mezcla, de un exceso de agua en la misma, de la utilización de aditivos y de la temperatura, en la medida en que a mayor temperatura mayor será la velocidad de exudación. (Avanto, F., 1996).



Figura 3.8 Agua de exudación en la superficie del concreto de una losa. (Kosmatka, S. *et al.*, 2004).

❖ Impermeabilidad: es una importante propiedad que puede mejorarse, con frecuencia, reduciendo la cantidad de agua en la mezcla. El exceso de agua deja vacíos y cavidades después de la evaporación y, si están interconectadas, el agua puede atravesar o penetrar al mortero. (Avanto, F., 1996).

❖ Comportamiento frente a temperaturas extremas: en épocas de climas adversos, como en el caso de las heladas, el mortero no fragua correctamente debido a que el agua presenta congelamiento; mientras que en tiempos de clima cálido, esta tiende a evaporarse muy rápido, con lo cual se pierde resistencia, conllevando a la formación de fisuras y aumento de retracción (Crespo, S., 2010).

3.2.4.2 Morteros en estado endurecido

Desde su colocación existen una serie de factores que tienden a destruir el mortero. La durabilidad es la resistencia del mortero al ataque de un conjunto de agentes, tanto propios de la ejecución, como de su vida, que alteran sus condiciones físicas con el tiempo. De estas exigencias nace el estudio de las propiedades del mortero en estado endurecido.

❖ Características mecánicas. Resistencia a la compresión y tracción: el mortero en la mayor parte de sus aplicaciones debe actuar como elemento de unión resistente compartiendo las sollicitaciones del sistema constructivo del que forma parte. El mortero utilizado en juntas debe soportar inicialmente las sucesivas hiladas de ladrillos o bloques, al igual que el mortero de relleno que se deposita en el interior de los muros y el mortero autonivelante, deben poseer la resistencia necesaria para mantener la sección neta de la superficie. Se obtienen conforme a los resultados del ensayo de probetas conservadas en laboratorio según condiciones normalizadas (Rodríguez, O., 2003).

❖ **Retracción:** se debe principalmente a la retracción de la pasta de cemento y se ve aumentada cuando el mortero tiene altos contenidos de cemento. Para mejorar esta retracción y evitar agrietamientos como se observa en la figura 3.9, es conveniente utilizar arenas con granos de textura rugosa, y tener en cuenta además que en clima caliente y de muchos vientos, el agua tiende a evaporarse más rápidamente produciendo tensiones internas en el mortero, que se traducen en grietas visibles. La retracción es proporcional al espesor de la capa, a la riqueza en cemento de la mezcla y a la mayor absorción de la pared sobre la que se vaya a aplicar. (Gutiérrez, L., 2003).

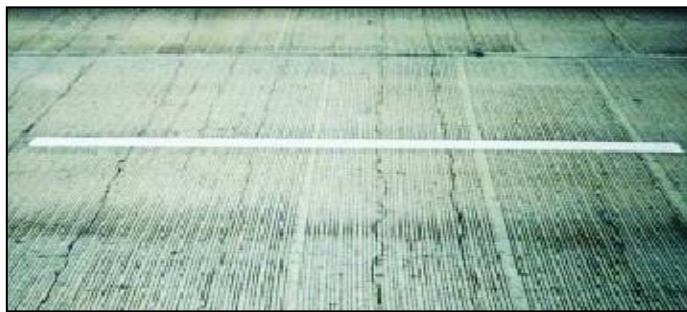


Figura 3.9 Fisuras por retracción en tablero de puente.
(Kosmatka, S. *et al.*, 2004).

❖ **Adherencia:** es la capacidad de absorber, tensiones normales y tangenciales a la superficie que une el mortero y una estructura, es decir a la capacidad de responder monolíticamente con las piezas que une ante solicitudes de carga. En el caso de la mampostería, para obtener una buena adherencia es necesario que la superficie sobre la que se va a colocar el mortero sea tan rugosa como sea posible y tenga una absorción adecuada, comparable con la del mortero. (Gutiérrez, L., 2003).

❖ **Permeabilidad y absorción de agua:** la permeabilidad es la propiedad que permite la entrada de fluidos al material. Un mortero es permeable cuando se originan micro poros en su masa, debido a la pérdida indebida de agua durante el mezclado o

cuando no tiene la compactación adecuada. Respecto a la absorción, por lo general se manifiesta en elementos estructurales expuesto a la intemperie (Crespo, S., 2010).

❖ **Durabilidad:** al igual que en el concreto, la durabilidad se define como la resistencia que presenta el mortero ante agentes externos como: Baja temperatura, penetración de agua, desgaste por abrasión y agentes corrosivos. En general, se puede decir que morteros de alta resistencia a la compresión tienen buena durabilidad. (Gutiérrez, L., 2003).

❖ **Apariencia:** la apariencia del mortero después de fraguado juega un importante papel en las mamposterías de ladrillo a la vista; para lograr una buena apariencia es necesario aplicar morteros de buena plasticidad. (Gutiérrez, L., 2003).relación agua/cemento prevista.

3.2.5 Preparación de la mezcla de mortero

Siempre que un proyecto de construcción o remodelación requiere de un material resistente y duradero, la mayoría de constructores y contratistas recurren al cemento. Extremadamente duradero y fácil de usar, incluso bajo el agua, el cemento es el material que refuerza y sostiene los cimientos de cualquier estructura.

3.2.5.1 Dosificación de las mezclas de mortero

Para conseguir que un mortero trabaje correctamente, tenga una buena docilidad, sea impermeable, tenga resistencia y sea duro debemos dosificarlo correctamente. Dosificando los componentes obtenemos una proporción en porcentaje de cada uno y esta dosificación puede expresarse tanto en peso como en volumen.

Las dosificaciones se expresan indicando el número de partes en volumen de cada uno de sus componentes; se comienza por el cemento y luego la arena. Otro requisito de las especificaciones radica en que los materiales se midan para amasadas individuales con la siguiente precisión: cemento $\pm 1\%$, agregados $\pm 2\%$, agua $\pm 1\%$ y aditivos $\pm 3\%$ (Kosmatka, S. *et al.*, 2004).

3.2.5.2 Mezclado de morteros

Para realizar el mortero se necesita amasar correctamente todos sus componentes. El mezclado se puede realizar de dos formas: mecánicamente o de forma manual. El mezclado mecánico es el que ofrece más garantía a la hora de obtener un mortero de calidad óptima desde el punto de vista de la homogeneidad de la masa y la trabajabilidad (Collado, P., 2005).

Los equipos utilizados para realizar esta operación consisten en tambores metálicos, giratorios, impulsados por un motor, que contienen en su interior un conjunto de palas que agitan y mezclan los materiales. Para garantizar su rendimiento, no debe sobrepasarse su capacidad y debe operarse bajo las condiciones de velocidad establecidas por el fabricante. Por esta razón, si se desea aumentar la producción basta sólo con usar equipos de mayor capacidad o mezcladoras adicionales.

Cuando los morteros se mezclan a mano, el trabajo se debe hacer sobre plataformas impermeables o sobre charolas grandes cuando la consistencia de la mezcla es aguada. Preferentemente se deben emplear mezcladoras mecánicas para garantizar una uniformidad en el mezclado y evitar que el agua o la lechada se puedan perder. En el laboratorio es común emplear en la elaboración de morteros una mezcladora como la mostrada en la Figura 3.10, con la cual se realizan mezclas de

prueba hasta obtener la mezcla con las propiedades físicas y mecánicas adecuadas para el trabajo.



Figura 3.10 Mixer o mezcladora de laboratorio para morteros. (Fabiequipos S.A.S).

Posteriormente la mezcla seleccionada se ajusta a las condiciones de campo, y normalmente se emplea para el caso una mezcladora adecuada tanto en capacidad como en potencia. Cuando se tiene la posibilidad de comprar el mortero premezclado, los problemas potenciales se disminuyen aún más, y los cuidados se reducen a disponer los arreglos necesarios para recibir el mortero y distribuirlo con cuidado dentro de la obra (Gómez, J., 2010).

3.2.5.3 Transporte y manejo de morteros

Los equipos de transporte deben tener la capacidad de trasladar una cantidad considerable de material desde el sitio de mezclado hasta el lugar de colocación en el menor tiempo y fuerza laboral posible, sin segregación o pérdida de los ingredientes a fin de evitar la reducción de los valores de resistencia y durabilidad.

Durante esta actividad se debe contar con los instrumentos adecuados y el equipo necesario, aprovechándolos al máximo para lograr una mayor productividad evitando ciertas ocurrencias como el retraso en la colocación, endurecimiento prematuro o segregación de los materiales conformantes de la mezcla de mortero.

Para conseguir que un mortero trabaje correctamente, tenga una buena docilidad, sea impermeable, tenga resistencia y sea duro debemos dosificarlo correctamente. Dosificando los componentes obtenemos una proporción en porcentaje de cada uno y esta dosificación puede expresarse tanto en peso como en volumen.

3.2.5.4 Curado del mortero

El curado es la manutención de la temperatura y del contenido de humedad satisfactorios, por un periodo de tiempo que empieza inmediatamente después de la colocación (colado) y del acabado, para que se puedan desarrollar las propiedades deseadas en el mortero.

Siempre se debe enfatizar la necesidad de curado pues tiene una fuerte influencia sobre las propiedades del mortero ya endurecido, o sea, el curado adecuado hace con que el concreto tenga mayor durabilidad, resistencia, impermeabilidad, resistencia a abrasión, estabilidad dimensional, resistencia a congelación-deshielo y a descongelantes.

Entre los métodos de curado se encuentran los que mantienen el agua presente en la mezcla durante los primeros períodos de endurecimiento, también están aquellos que reducen la pérdida de agua de la mezcla sobre la superficie del mortero, y otros son los métodos que aceleran el desarrollo de la resistencia mediante el suministro de

calor y humedad adicional al mortero. El método adecuado a utilizar para curar el mortero dependerá de la disponibilidad de los equipos y materiales de curado.

3.2.6 Aplicaciones del mortero

Los morteros principalmente tienen un uso enfocado hacia la albañilería común, si bien pueden tener otras aplicaciones derivadas de las prestaciones específicas de los morteros especiales. Todas estas posibilidades dan origen a una diversa gama de productos designados bajo la acepción de morteros especiales. Podemos establecer una primera clasificación de acuerdo con su aplicación constructiva en la que diferenciamos:

3.2.6.1 Morteros cola

Los morteros cola son adhesivos cementosos para colocación en paredes o suelos tanto interiores como exteriores, de baldosas cerámicas. Se definen como mezcla de conglomerantes hidráulicos, cargas minerales y aditivos orgánicos, que sólo tienen que mezclarse con agua o adición líquida justo antes de su uso. Los morteros cola están formados por una mezcla de cemento blanco o gris, cargas minerales de naturaleza silíceas y/o caliza y aditivos orgánicos: retenedores de agua, polímeros redispersables en agua, modificadores reológicos, fibras, etc.

3.2.6.2 Mortero de juntas

Es el mortero que se utiliza como elemento de unión entre los mampuestos con la finalidad de crear una fábrica, la cual debe ser colocada cuidadosamente en el caso de mamposterías de ladrillos en la que la junta de mortero ha de cumplir no solo una función constructiva, sino también estética. En la fase de replanteo se debe

determinar el espesor de la junta que deberá ser constante durante todo el proceso constructivo. Si se realiza una ejecución deficiente de la junta, provocará que en épocas de clima adverso el agua penetre en el interior del muro; de allí la importancia de ejecutar perfectamente las juntas verticales y horizontales. Por otra parte, la granulometría del mortero que se emplee tiene una relación directa con el espesor de la junta:

Junta < 5 mm: tamaño máximo de árido 2 mm.

Junta 5 – 15 mm: tamaño máximo de árido 3 mm.

Junta 15 – 20 mm: tamaño máximo de árido 5 mm.

En cada pieza de mampostería se debe dejar una distancia mínima que permita absorber las tolerancias propias del elemento, así como las de la colocación. La junta puede tener distintas formas de terminación si es una fachada a cara vista, pero se debe procurar la evacuación del agua que pueda acumularse (Figura 3.11). La forma y el aspecto definitivo de la junta se obtienen mediante su estado fresco, antes de que el mortero fragüe (Collado, P., 2005).

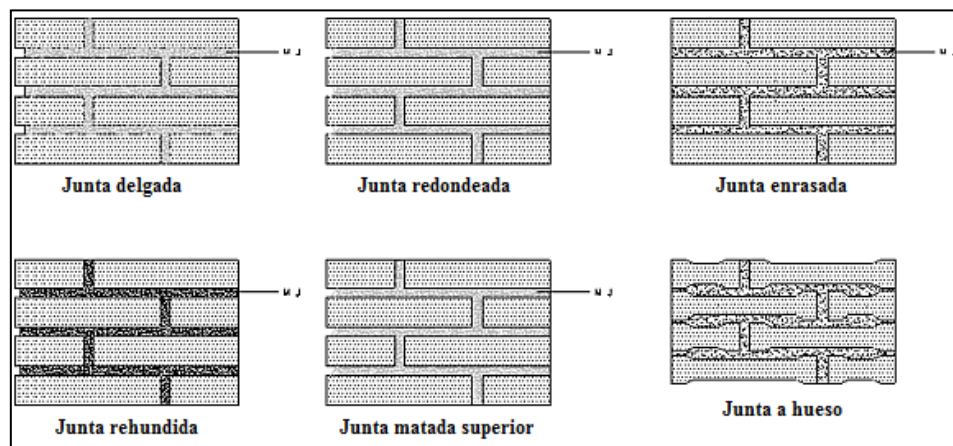


Figura 3.11 Tipos de juntas de mortero. (Collado, P., 2005).

3.2.6.3 Morteros de reparación estructural

Son diseñados tanto como para la restauración geométrica y estética de un elemento de concreto, evitando futuros daños, hasta para la restauración de la función estructural del elemento tratado. Las propiedades de los morteros dependen mucho de sus componentes y su puesta en obra. Si no se escoge bien el mortero puede dar muchos problemas, sobre todo por la falta de adherencia que se puede producir entre el hormigón viejo y el mortero nuevo al fraguar el mortero y retraer. Es usado para atender los siguientes defectos en proyección y ejecución:

- ❖ Aparición de fisuraciones: originadas por exceso de deformación en estructuras sujetas a sobrecargas excesivas. A pesar de que las actuales normativas admiten la aparición de microfisuras en zonas traccionadas, su apertura real debe quedar englobada dentro de unos márgenes extremadamente limitados, que no originen la exposición a la intemperie de la armadura ubicada en dicha área.

- ❖ Degradación de los armados superficiales: motivada por un insuficiente recubrimiento, necesario para asegurar la adherencia entre el metal y el conglomerante, sin olvidar la función protectora que representa. No son pocos los fenómenos patológicos que muestran un avance paulatino desde el exterior de la estructura (carbonatación, cloruros, etc.), fenómenos que en muchos casos no se advierten hasta la aparición de síntomas en la ferralla, principalmente en forma de oxidación y pérdida de sección y adherencia.

- ❖ Baja resistencia característica del hormigón: producida principalmente por una escasa cuantía de cemento en la composición del mismo, lo que limita la alcalinidad y aportación protectora de la pasta, o bien una excesiva porosidad del material.

❖ Exceso de agua de amasado: la fabricación y puesta en obra de hormigones y morteros precisan, lógicamente, del aporte de una cierta cantidad de agua fundamental para llevar a cabo la hidratación de los componentes activos. El aporte de agua debe ser el estrictamente necesario para facilitar el amasado y puesta en obra final del material. Un excedente de agua finalizará su función evaporándose a la intemperie, dejando libre el volumen ocupado en la masa de hormigón en forma de porosidad. Dicha porosidad lleva aparejada una disminución de la resistencia, así como de la capacidad protectora que ejerce sobre el acero de armar.

Los equipos de transporte deben tener la capacidad de trasladar una cantidad considerable de material desde el sitio de mezclado hasta el lugar de colocación en el menor tiempo y fuerza laboral posible, sin segregación o pérdida de los ingredientes a fin de evitar la reducción de los valores de resistencia y durabilidad.

❖ Deficiente curado: esta circunstancia puede incrementar la cantidad de fisuraciones de retracción originadas por tensiones excesivas durante la fase de endurecimiento del material, así como el grado de apertura de dichas singularidades. Por ende, cabe destacar la facilidad que tendrá el acero dispuesto bajo el recubrimiento para corroerse, debido a la apertura de puntos críticos de entrada de agentes lesivos (agua, dióxido de carbono, ácidos, etc.).

❖ Deficiente puesta en obra del hormigón: se pueden citar como casos más característicos la incorrecta colocación de separadores, encofrados, consistencias inadecuadas del material, deficiente vibrado, etc.

3.2.6.4 Morteros de retracción

Estos van a depender según la composición de su conglomerante, dentro de los cuales se pueden mencionar:

❖ Morteros hidráulicos: Consiste en un mortero predosificado monocomponente, de granulometría estudiada para determinados márgenes de espesor de recubrimiento. Presentan altas resistencias, así como adherencias importantes sobre los soportes a regenerar. Su módulo de elasticidad es del mismo orden de magnitud que el hormigón sobre el que se aplica, por lo que permiten su colocación en zonas de la estructura expuestas a carga, colaborando en la absorción de tracciones y compresiones de forma análoga al resto de la estructura. Deben ir acompañados de un grado de tixotropía adecuado para cada uso, permitiendo desde su aplicación sin descuelgue en paramentos verticales u horizontales, hasta capacidades autonivelantes en función de la utilización preferente del material. Aunque carecen de resinas destinadas a la mejora de capacidades mecánicas, no es cierto que vayan exentos de aditivos; aunque su objetivo no se centra específicamente en la mejora de resistencias, sino en facilitar su aplicación, fraguado, endurecimiento y características físico-químicas intermedias y finales como la plasticidad (Figura 3.12).



Figura 3.12 Aplicación de mortero hidráulico.
(Azkárate, I., et al., 2005).

❖ Mortero polimérico: Generalmente están fabricados a partir de resinas epoxídicas; sus cualidades mecánicas así como su durabilidad química, son

excelentes. Su aplicación se limita habitualmente a regeneraciones de mínimo espesor, donde no son de aplicación los morteros convencionales. También se utilizan en reparaciones puntuales de pequeño tamaño (la retracción de dichos productos en grandes volúmenes es importante, lo que puede originar importantes menguas, o incluso el «despegue» del soporte). Su mayor inconveniente es, sin embargo, su bajo módulo de elasticidad. Por tanto, al ser más deformable que el soporte ante una sollicitación, su contribución resistente es menor que la de la base sobre la que se aplica, no cooperando en la medida en que lo hace el soporte de hormigón. Otro problema que suelen presentar es la necesidad, de forma generalizada, de requerir una aplicación sobre paramentos totalmente secos.

❖ Mortero polimérico termoestable: llevan conglomerantes constituidos por unos polímeros líquidos, las resinas, que tras una reacción exotérmica solidifican y se transforman en un polímero termoestable. Las resinas más comunes son los epoxis, aunque también se emplean otras como las acrílicas reactivas. El principal uso de estos morteros es para el anclaje de elementos metálicos. Los morteros epoxi varían mucho según sus componentes. Hay tres grandes grupos: los morteros epoxi no estructurales, los morteros epoxi estructurales, y los morteros epoxi para suelos.

3.2.6.5 Morteros impermeabilizantes

El principal objetivo de estos morteros es asegurar la imposibilidad de que el agua penetre en las estructuras que no estén destinadas a su contención, con la finalidad de protegerlas y hacerlas más durables. Por lo general, los morteros de impermeabilización se utilizan para atender las siguientes condiciones constructivas:

❖ Cortes de fugas de agua: estos morteros tiene un campo de aplicación muy amplio, por ejemplo, infiltraciones o fugas de agua (a presión), enlucidos permeables en soportes sobre los que mane el agua a baja presión, ejecución de medias cañas,

juntas de construcción antes de la impermeabilización total de la superficie, anclaje de pernos, barras metálicas, reparación de juntas de mortero, sellado de juntas y paredes de hormigón en construcción, etc.

❖ Tratamiento de juntas: la penetración de agua en cualquier obra de hormigón tiene, como causa principal, las fisuras y discontinuidades provocadas por las juntas de retracción. El taponamiento de estas fisuras dependerá de las condiciones puntuales que se tengan en cada obra.

❖ Cimentaciones: la impermeabilización de cimentaciones tiene como finalidad evitar que el agua subterránea y otros agentes agresivos del terreno, dañen al hormigón y a sus armaduras, aumentando de esta forma su durabilidad (Figura 3.13).



Figura 3.13 Daños por agua en cimentación
(Azkárate, I., et al., 2005).

❖ Paredes medianeras: dichas impermeabilizaciones se realizan por medio de revestimientos bituminosos. Generalmente se utilizan pinturas de betún-polimérico, de betún-caucho o con revestimientos de caucho acrílico.

❖ Interiores: estas suelen derivar de circunstancias que impiden tratar la cara externa de contacto con el agua y se debe obstruir el paso del agua que fluye a través

del hormigón o mortero. En general los tratamientos habituales son los enfoscados impermeables, los revocos impermeables (mediante pinturas) o de soluciones mineralizantes mediante silicatos.

❖ Cubiertas: la impermeabilización de cubiertas comprende un campo de aplicación muy amplio para lo cual los requerimientos de los sistemas de impermeabilización deben ser los siguientes: a) la obtención de una impermeabilidad total, b) durabilidad frente al envejecimiento, tanto si el sistema está expuesto o no, a las condiciones ambientales, y c) adecuación al tipo de soporte, condiciones ambientales, pendientes, etc., que le aseguran su elasticidad y flexibilidad frente a las dilataciones y movimientos que normalmente tienen. (Figura 3.14).



Figura 3.14 Impermeabilización de cubierta.
(Azkárate, I., et al., 2005).

❖ Canales, depósitos, presas y depuradoras: para la impermeabilización de los canales existen diversos materiales como las pinturas, morteros flexibles rígidos y tapa poro integral. En cuanto a los depósitos de agua potable se utilizan materiales de epoxy, poliuretano, epoxy, láminas de PVC, etc. También existen en algunos casos aditivos impermeabilizantes en masa para tratar canales, depósitos, presas o

depuradoras. Como en los casos anteriores el tratamiento de juntas es fundamental para garantizar una buena impermeabilización en dichas obras.

3.2.6.6 Morteros de revestimiento

Se refiere a la mezcla de mortero utilizada para el tratamiento superficial que se aplica sobre el elemento constructivo con el objeto de mejorar alguna de sus propiedades, protegerlos de la intemperie y de las agresiones en general, así como conseguir un acabado decorativo de los mismos, que pueda disimular los efectos de una ejecución deficiente o de una baja calidad de los materiales. Desde el punto de vista de la ejecución, se pueden diferenciar los siguientes tipos de tratamiento de superficie con mortero:

❖ **Enfoscados:** son revestimientos que se realizan con mortero de cemento, cal o mixtos, y se aplican en paredes y techos, tanto interiores como exteriores.



Figura 3.15 Aplicación de mortero para el revestimiento de paredes.

Al enfoscado se le puede dar distintos tipos de acabado en función del tipo de terminación que se vaya a aplicar sobre el enfoscado. Las más habituales son:

Rugoso: cuando sirva de soporte a un revoco, estuco o plaqueado con piezas mayores de 5 x 5 cm recibidas con pastas o morteros.

Fratasado: cuando sobre él se vaya a colocar un enlucido, pintura rugosa o plaqueado con piezas menores de 5 x 5 cm recibidos con pasta o mortero u adhesivo. También servirá para dejar visto o encalado, y puede estar sometido a la acción directa de la lluvia.

Bruñido: cuando se utilice como soporte de una pintura o revestimiento pegado, flexible o ligero. También puede quedar visto cuando vaya a estar sometido al salpicado de agua.

Cuando se va a aplicar el enfoscado, debe humedecerse la superficie de aplicación y proceder directamente a la aplicación del mortero de tal forma que éste se introduzca en las irregularidades del soporte. En caso de que se encuentre discontinuidades en el soporte de aplicación, como por ejemplo sucede cuando se tiene una pared de ladrillo y se encuentra con un pilar de hormigón, en que las dos superficies presentan adherencias muy distintas, será necesaria la aplicación de una tela metálica o fibra de vidrio previa aplicación del enfoscado con el fin de mejorar la adherencia.

❖ **Revocos:** son revestimientos continuos como acabados de superficies interiores o exteriores a base de mortero de cemento, cal o resinas sintéticas. Generalmente se aplica sobre los enfoscados para darles un acabado final. Pueden ser aplicados de dos maneras: tendidos o proyectados. Los revocos que se pueden tender son los de mortero de cemento, cal o resinas sintéticas, y los que se pueden proyectar son solo los de mortero de cemento o los de resinas sintéticas. Los espesores del revoco pueden ser los siguientes, dependiendo del tipo de mortero que se esté utilizando:

Mortero de cemento: espesor inferior a 8 mm.

Mortero de cal: espesor inferior a 10 mm.

❖ **Guarnecidos y enlucidos:** son revestimientos continuos que se realizan con pasta de yeso y se aplican en las paredes y techos de los espacios interiores. No es aplicado en los espacios exteriores, ni en los lugares en los que la humedad relativa habitual sea superior al 70%, como en el caso de las piscinas y baños. El espesor de estos revestimientos no debe ser superior a 15 mm; si el espesor final fuese mayor, se realizan capas sucesivas que no superen este valor. Se pueden diferenciar tres tipos de revestimientos:

Tendido de yeso: en revestimientos de superficies cerámicas o de hormigón cuando se realiza su acabado final con pinturas rugosas, papel u otro acabado de poder cubriente similar.

Guarnecido: para revestir superficies cuando se realiza su acabado final con papel grueso, corcho, plásticos, revestimientos textiles u otro acabado de poder cubriente similar, o cuando el guarnecido deba servir de base para un enlucido.

Enlucido: para superficies previamente guarnecidas o enfoscadas cuando se deba realizar su acabado con pinturas lisas o similar (Collado, P., 2005).

3.3 Pego de cerámicas

Adhesivo de alto desempeño a base de cemento Blanco o Gris, arena sílice de granulometría controlada y aditivos químicos, con una excelente trabajabilidad y adherencia en aplicaciones de cerámica. Para Interiores y exteriores, en pisos y paredes.

3.3.1 Composición del pego de cerámicas

1. Cemento Gris o blanco, dependiendo del color del Pego que queramos.
2. Áridos de calidad y granulometrías seleccionadas.
3. Retenedores de agua: su función principal es el retener el agua en la masa del mortero, consiguiéndose una desecación lenta de la misma, con lo que obtendremos la adherencia deseada.
4. Resinas: polímeros (acetato de polivinilo, acrílicos, etc.) que dan principalmente adherencia química y disminución del módulo de elasticidad (menor rigidez del material).
5. Acelerantes, etc.

Dependiendo de la función del Pego, las proporciones de estos componentes varían. Con la mezcla de cemento y arena tenemos un mortero base, que mediante la adición de los componentes químicos conseguimos mejorarle las propiedades deseadas.

Todos estos componentes están dosificados y mezclados en plantas industriales de forma que el producto final sea totalmente uniforme. Debido a que las cantidades de los productos químicos adicionados van en muy bajas proporciones es muy importante la uniformidad y control de la producción para obtener un producto final de características constantes.

3.3.2 Características del pego de cerámicas

3.3.2.1 Adherencia

Para clasificar los adhesivos se toma como principal propiedad sus valores de adherencia a las baldosas cerámicas. La adherencia de los adhesivos para colocación

de baldosas cerámicas es la capacidad que tiene el material de agarre para fijar la pieza cerámica a un determinado soporte, fuerza máxima por unidad de superficie que puede ser medida por la resistencia a la tracción o a la cizalladura.

En la práctica, la adherencia tiene lugar por la aparición de dos tipos de adhesión: la mecánica y la química.

❖ Adherencia mecánica: se fundamenta en la unión entre sólidos. Normalmente, uno de los materiales se aplica en estado plástico sobre la superficie del otro, la cual debe ofrecer suficientes posibilidades de anclaje. Los materiales porosos, presentan, en general, una buena superficie para favorecer la adhesión mecánica, viéndose facilitada en algunos casos con relieves o resaltes. Con la penetración del Pego en los poros y grietas del soporte y de la pieza cerámica, se crean unos puntos de anclaje que producen la unión de estos elementos.

❖ Adherencia química: es la unión química que dan las resinas entre los Pegos y el soporte o pieza, por contacto entre las dos partes. En los Pegos siempre tenemos adherencia mecánica y dependiendo del tipo de mortero cola se incorporan mayor o menor cantidad de resinas que son las que nos aportan adherencia química reforzando la adherencia mecánica.

3.3.3 Aspectos relevantes para la colocación y mejor uso de los pegos

Con la finalidad de hacer un mejor uso de los pegos, es preciso manejar ciertos conceptos básicos que influyen de manera preponderante en la calidad final de la aplicación, porque los mejores resultados se tienen cuando los mejores productos van acompañados de la mejor aplicación. Dada entonces la experiencia acumulada tanto en conocimiento práctico como teórico, es preciso que nuestro marketing tenga mucho contenido educativo, no solo para elevar el valor de la marca de los productos

sino también para ayudar a los albañiles a mejorar la calidad de sus trabajos y con ello elevar el valor agregado de su trabajo.

3.3.3.1 Tiempo abierto de colocación

Tiempo disponible para colocar una cerámica entre el momento en que el material de agarre se extiende sobre el soporte y el momento en que pierde su capacidad de adherir adecuadamente.

3.3.3.2 Tiempo de ajustabilidad

Intervalo de tiempo máximo, durante el cual puede corregirse la posición de la baldosa cerámica una vez colocada, sin producir una pérdida importante de la adherencia.

3.3.3.3 Tiempo de puesta en servicio (para suelos)

Tiempo después del cual se puede transitar sobre el pavimento solado sin dañarlo. Encontraremos pegos de fraguado normal y de fraguado rápido.

3.3.3.4 Deslizamiento

Es la medida en que una pieza cerámica de dimensiones y peso determinado puede deslizarse al ser aplicada sobre un pego.

3.3.3.5 Deformabilidad

Capacidad de los materiales de agarre de sufrir deformaciones sin pérdida significativa de adherencia.

3.3.4 Preparación del producto

El amasado del producto en polvo deberá realizarse preferentemente con mezcladora o amasadora mecánica poco revolucionada; esta operación tendrá la duración adecuada para conseguir una mezcla homogénea y cremosa, libre de grumos.

El agua de amasado será la indicada para el producto, con pequeñas variaciones según sean las condiciones ambientales y la absorción del soporte. Una vez finalizada ésta operación se mantendrá la pasta en reposo el tiempo indicado, habitualmente entre 5 y 10 minutos.

La cantidad de masa a preparar dependerá del tiempo de uso del producto y de la rapidez de aplicación. Las pastas adhesivas se sirven listas al uso, no requiriendo manipulación previa. Los adhesivos de resinas reactivas se preparan según las indicaciones del fabricante.

3.3.5 Ventajas del uso del pego de cerámicas

1. Para aplicaciones donde se requiere una elevada adherencia y resistencia a las tensiones mecánicas y deslizamiento reducido.
2. Mayor trabajabilidad, mayor tiempo abierto, consistencia y resistencia
3. Excelente Adherencia vertical u horizontal.
4. Para la colocación de piezas de porcelanato de grandes formatos.
5. Indicado para ambientes sujetos a alta variación de temperatura, elevado tráfico y vibraciones.

3.4 Bases legales

Las normas descritas a continuación serán la guía para realizar los ensayos siguiendo el reglamento.

3.4.1 Norma COVENIN 0254-1998: “Cedazos de ensayo”. Esta norma contempla las condiciones mínimas que deben cumplir los cedazos de ensayos que se utilizan para la separación de los materiales susceptibles de ser clasificados según su tamaño de sus partículas.

3.4.2 Norma COVENIN 0255-1998: “Método de ensayo para determinar la composición granulométrica de los agregados finos y gruesos”. Esta norma contempla los ensayos para determinar los tamaños nominales de los granos contenidos en los agregados finos y gruesos.

3.4.3 Norma COVENIN 1375-1979: “Método de ensayo para determinar por secado, el contenido de humedad total y superficial en el agregado”. Esta norma contempla el método de ensayo para determinar por secado el porcentaje de humedad evaporable en una muestra de agregado. Así como también la humedad superficial.

3.4.4 Norma COVENIN 0263-1978: “Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado”. Esta norma contempla el método de ensayo para determinar el peso unitario de los agregados finos, gruesos o mezclados.

3.4.5 Norma COVENIN 0268-1998: “Agregado fino. Determinación de la densidad y la absorción”. Esta norma contempla el método de ensayo para determinar la densidad aparente, la densidad aparente con muestra saturada y de superficie seca, la densidad nominal y la absorción del agregado fino.

3.4.6 Norma COVENIN 0270-1998: “Agregados. Extracción de muestras para morteros y concretos”. Esta norma contempla los procedimientos para extraer muestras representativas de los agregados para concretos y morteros, con el propósito de hacer ensayo de los mismos.

3.4.7 Norma COVENIN 0484-1993: “Cemento portland. Determinación de la resistencia a la compresión de morteros en probetas cubicas de 50,8 mm de lado”.

3.4.8 Norma COVENIN 2385-2000: “Concreto y mortero. Agua de mezclado”. Esta norma establece los requisitos mínimos exigidos al agua de mezclado para concretos y morteros: simples, armados o tensados.

3.5 Definición de términos básicos

3.5.1 Acabado: nivelar, alisar, compactar y aplicar otros tratamientos a superficies de hormigón o mortero fresco o recientemente colocado para lograr la apariencia y calidad de servicio deseadas. (ACI Committee., 1990).

3.5.2 Agregados: son trozos de materiales pétreos relativamente baratos, destinados a hacer más económica la mezcla y a comunicarle otras propiedades dentro de las cuales destaca el restringir la retracción. (Porrero, J. *et al.*, 1987).

3.5.3 Albañilería: arte de construir y recubrir con materiales pétreos naturales o artificiales. Aplica tanto a la construcción de estructuras o cerramientos de mampostería, como al acabado, revestimiento y reparación de las superficies de los pisos, paredes, techos o elementos decorativos. (COVENIN 2004:1998., 1998).

3.5.4 Aire atrapado: vacío de aire no intencional, con forma irregular, en el concreto fresco o endurecido, con tamaño igual o superior a 1 mm (Kosmatka, S. *et al.*, 2004).

3.5.5 Asentamiento: es la diferencia entre la altura del recipiente que sirvió de molde de una probeta de concreto fresco y la de la probeta fuera del molde, medida en el eje y expresada en centímetros. (COVENIN 221:2001., 2001).

3.5.6 Clinker: producto de un horno parcialmente fundido que se muele para fabricar cemento; también otros materiales vitrificados o calcinados. (ACI Committee., 1990).

3.5.7 Conglomerante: material capaz de unir fragmentos de una o varias sustancias y dar cohesión al conjunto por transformaciones químicas en su masa que originan nuevos compuestos. Ejemplo: yeso, cal y cemento (Martínez, V., 2003)

3.5.8 Consistencia: es el grado de fluidez de una mezcla determinada de acuerdo a un procedimiento prefijado. (COVENIN 221:2001., 2001).

3.5.9 Curado: mantenimiento de un contenido de humedad y una temperatura satisfactorios en el hormigón durante sus etapas tempranas de manera que se puedan desarrollar las propiedades deseadas. (ACI Committee., 1990).

3.5.10 Diseño: es el procedimiento en el cual se calcula o estiman las proporciones que debe haber entre los materiales que componen la mezcla para lograr las propiedades deseadas del mortero.

3.5.11 Dosificación: es la proporción en peso o volumen de los distintos elementos integrantes de una mezcla para la elaboración de morteros.

3.5.12 Fraguado: condición alcanzada por una pasta cementicia, mortero u hormigón que ha perdido plasticidad hasta un nivel arbitrario, generalmente medido en términos de la resistencia a la penetración o deformación; fraguado inicial se refiere a la primera rigidización; fraguado final se refiere a una rigidez significativa; también, deformación remanente luego de retirada la tensión. (ACI Committee., 1990).

3.5.13 Friso: en Venezuela, es la capa de mortero que se aplica como recubrimiento a las paredes y otros componentes de la edificación. Se elabora con arena cernida, cemento y agua en proporciones adecuadas. Según el tipo de acabado, los frisos reciben la denominación de “frisos esponjosos” o “frisos requemados”. (COVENIN 2004:1998., 1998).

3.5.14 Lechada: capa de material débil y no durable que contiene cemento y finos de los agregados que es transportado a la parte superior del hormigón demasiado húmedo por el agua de exudación; la cantidad de nata generalmente aumenta cuando la superficie del hormigón se trabaja o manipula excesivamente durante operaciones de acabado inadecuadas o por el tránsito durante la construcción. (ACI Committee., 1990).

3.5.15 Mezcla: es la cantidad de concreto o mortero preparada de una sola vez. (COVENIN 221:2001., 2001).

3.5.16 Modulo de finura: es un número que indica el cedazo teórico a través del cual pasa el 50% del material. Materiales de granulometría diferentes pueden tener el mismo módulo de finura. Dicho modulo sirve para detectar los cambios granulométricos dentro de un mismo material. (COVENIN 273:1998., 1998).

3.5.17 Mortero: mezcla homogénea constituida por arena, cal o cemento y agua en proporciones convenientes para asegurar una resistencia adecuada. (COVENIN 273:1998., 1998).

3.5.18 Peso específico: una proporción entre la masa y el volumen del material con relación a la densidad del agua (Kosmatka, S. et al., 2004).

3.5.19 Peso unitario: masa por unidad de volumen, peso por unidad de volumen del material, expresados por ejemplo, en kg/m³ (lb/pie³) (Kosmatka, S. et al., 2004).

3.5.20 Plasticidad: aquella propiedad de la pasta, concreto, mortero, groute o revoque frescos que determina su trabajabilidad, resistencia a la deformación o facilidad de moldeo (Kosmatka, S. et al., 2004).

3.5.21 Probeta: Es una muestra de dimensiones previamente definidas, elaborada a partir de cualquier sustancia o material para probar sus características mecánicas tales como elasticidad, resistencia, entre otros.

3.5.22 Relación agua/cemento: relación entre la cantidad de agua, excluyendo solamente aquella absorbida por los agregados, y la cantidad de cemento en un mortero, hormigón o pasta cementicia; preferentemente expresada en forma decimal y abreviada w/c. (ACI Committee., 1990).

3.5.23 Retracción: deformación reológica que depende de los cambios de volumen que se producen en ciertos materiales como consecuencia de su proceso de fraguado, endurecimiento, desecación, etc. (COVENIN 2004:1998., 1998).

3.5.24 Tamiz: placa o lámina metálica, tejido de alambre u otro dispositivo similar con aberturas de tamaño uniforme regularmente espaciadas, montado en un marco o bastidor adecuado, que se usa para separar los materiales granulares de acuerdo con el tamaño de las partículas. (ACI Committee., 1990).

3.5.25 Tiempo de fraguado: es el lapso que transcurre desde el mezclado hasta el atiesamiento del material. (Porrero, J. *et al.*, 1987).

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE TRABAJO

En éste capítulo se dan a conocer todos los aspectos relacionados con la metodología desarrollada en la investigación. Asimismo, se describen los pasos o procedimientos que se van a utilizar en la realización del presente estudio, enmarcando de manera clara y precisa las diferentes características de la investigación.

4.1 Tipo de investigación

Hernández Sampieri, R. (2006), establece que la Investigación Descriptiva “Busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población” (p.103).

Arias, F. (2006), indica que la investigación del Tipo Descriptiva “Consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere” (p.20).

El presente proyecto muestra un sistema investigativo de carácter descriptivo, ya que se basará en la descripción del comportamiento de la mezcla de mortero de acuerdo a su aplicación. Este estudio además se caracteriza por su flexibilidad hacia un tipo de investigación con bases desconocidas o poco estudiadas, obteniendo así resultados inesperados, y que se espera que conlleven a la evolución de nuevas tecnologías y formas de aplicar el mortero para revestimiento en la construcción,

además de descubrir otros puntos de vista no reconocidos previamente con anterioridad.

4.2 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es documental, de campo y experimental ya que requerirá la utilización de material bibliográfico para realizar las comparaciones pertinentes que amerite el proyecto.

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

De igual forma la investigación será de campo, ya que se obtendrán datos de la realización de la mezcla sin alterar sus resultados.

Arias, F. (2006), enfatiza que la investigación de campo “es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes” (p.31).

La investigación también será experimental ya que se ensayará la mezcla en diferentes dosificaciones y composición hasta alcanzar las propiedades mecánicas y físicas deseadas.

Arias, F. (2006), expone que la investigación experimental “consiste en someter a un objeto o grupo de individuos a determinadas condiciones o estímulos (variable independiente), para observar los efectos que se producen (variable dependiente). Se diferencia de la investigación de campo por la manipulación y control de variables” (p.21).

4.3 Población y muestra de la investigación

4.3.1 Población

En el presente estudio se procederá a la realización de diversas mezclas con la finalidad de lograr el diseño deseado que nos dé como resultado un tipo de mortero para revestimientos en paredes. Estas mezclas serán realizadas hasta lograr el diseño deseado. La población está conformada por todas las mezclas confeccionadas de mortero ecológico y los materiales que lo componen como cemento portland tipo I, pega y arena amarilla; los cuales permitirán cumplir con los objetivos planteados en la investigación. Como establece Tamayo, M (2005), “una población está determinada por sus características definitorias, por lo tanto, el conjunto de elementos que posea esta característica se denomina por población o universo”. (p.92).

4.3.2 Muestra

La muestra es una porción de la población. Tal como define Balestrine, M (2006): "Una muestra es un subgrupo de la población o un sub conjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población. "Lo citado se refiere a la toma de una parte representativa de la población que arrojará resultados confiables.

La muestra en esta investigación serán las cantidades de los materiales a utilizar para elaborar las mezclas como lo son: el cemento portland tipo I, el pego y la arena amarilla.

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Aquí se definen las distintas estrategias, formas y maneras de obtener la información para estudiar los fenómenos y problemas a los cuales se les busca una respuesta como lo define Sabino C., (2003): *“Un instrumento de recolección de datos, en un principio es cualquier recurso del que se vale un investigador para acercarse a fenómenos y extraer de ellos información”* (p.143).

Las técnicas e instrumentos que se manejarán para la recolección de los datos necesarios en el presente estudio se describen a continuación:

4.4.1 Técnicas de recolección de datos

En base a lo planteado en la investigación es necesario definir las estrategias, formas o maneras de cómo se obtendrán los datos e información, para estudiar y describir las variantes que definen el problema como tal, mediante la observación directa de la estructura y la revisión documental y estadística que sea necesaria.

4.4.1.1 Recolección de datos primarios

Según Sabino, C. (2006), define los datos primarios como los “recolectados directamente de la realidad por el investigador, usando sus propios instrumentos de recolección” (p.100).

Para el desarrollo de la investigación se tomara como datos primarios la observación directa.

❖ Observación directa: esta técnica permitirá evidenciar los diferentes diseños de mortero realizados, con la finalidad de lograr una mezcla que nos permita evaluar situaciones que se presenten y/o produzcan en las muestras a ensayar durante la fabricación, definiendo los factores que influyan en el proceso los cuales aportaran información en pro del desarrollo de la investigación del mortero en estudio, como lo expresa Sabino C., (2003): “La observación directa puede definirse como el uso sistemático de nuestros sentidos, en la búsqueda de datos que necesitamos para resolver un problema de investigación”. (p.124).

4.4.1.2 Recolección de datos secundarios

Según Sabino, C. (2006) define los datos secundarios como “Aquellos que han sido recolectados e incluso, procesados por otros investigadores” (p.100).

Para el desarrollo de la investigación se tomaron como datos secundarios, la revisión documental y las consultas académicas.

❖ Revisión documental: a través de este instrumento se podrá obtener información de importancia sobre las características y puntos relevantes en el proyecto de estudio consultando distintas referencias bibliográficas. Parte de nuestra revisión documental se sustentará en consultas de textos, tesis e informes cuyo enfoque principal será el ajuste y reconsideración de aspectos que de alguna forma afecten el planteamiento de la mejor propuesta para solucionar el problema.

Es necesario obtener información sobre los antecedentes de la investigación, es decir, aquellos estudios previos y tesis que estén relacionado con el problema

planteado. Además de la revisión de textos que aporten conceptos básicos y proposiciones relacionadas al tema de tesis, consultar aquellos artículos de las normas y aplicar los artículos que sean necesarios en el proyecto, como lo expresa Tamayo, M. (2005):

“La Revisión Literaria, es el fundamento de la parte teórica de la investigación, y permite conocer a nivel documental las investigaciones relacionadas con el problema planteado. Presenta la teoría del problema aplicada a casos y circunstancias concretas y similares a las que se investiga”. (p.325).

❖ Consultas académicas: se realizarán con personas expertas en la materia, con el fin de obtener orientación sobre los pasos a seguir para abordar el problema y aclarar dudas referentes a todo el desarrollo del trabajo de investigación.

4.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos empleados para recolectar la información necesaria en el desarrollo de la investigación serán los siguientes:

1. Lápices y cuadernos de anotación: fueron utilizados para realizar las anotaciones pertinentes en la ejecución del estudio.
2. Equipos de laboratorio: para realizar los ensayos al mortero en estado fresco y endurecido.
3. Equipos fotográficos: que permitirán registrar y almacenar las imágenes de las actividades que se realicen del proyecto de investigación.

4. Registro de información: que permite suministrar los resultados obtenidos, seleccionar, organizar y relacionar los datos relativos al estudio. Estos se realizaron mediante planillas y gráficos elaborados para ese fin.

4.5 Flujograma de la metodología de trabajo

Para el desarrollo del proyecto en cuestión, fue necesario realizar probetas cubicas de la mezcla del mortero, así como también realizar ensayos en la mezcla fresca y endurecida que cumplieran con las Normas COVENIN establecidas. Se siguió el cronograma de trabajo establecido en la figura 4.1.

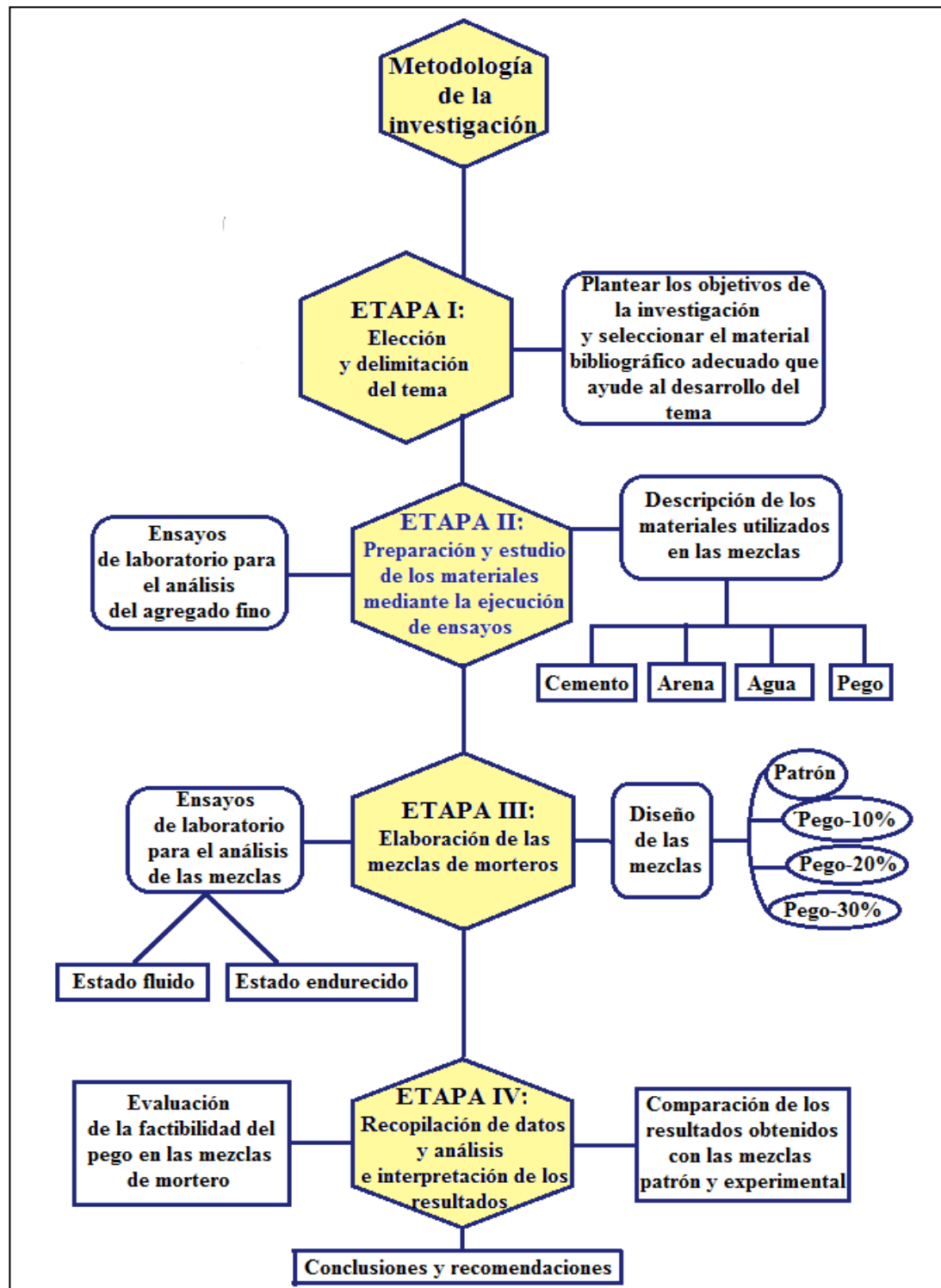


Figura 4.1 Flujograma de la metodología de trabajo.

4.6 Etapas del desarrollo de la investigación

4.6.1 Etapa I: Elección y delimitación del tema

Primeramente se deben establecer los objetivos de la investigación, los cuales permitirán dar respuesta al tema central y sus interrogantes, en base a los objetivos se observan las posibles limitaciones que puedan presentar y su alcance o factibilidad dentro del desarrollo investigativo sirviendo como referencia a las actividades que se vayan a realizar, al mismo tiempo se realizaron consultas bibliográficas (textos, revistas, documentos, internet, trabajos investigativos relacionados al tema, etc.) de tal manera de recopilar la mayor información que ayude al desarrollo del tema de investigación.

4.6.2 Etapa II: Evaluación de los materiales y elaboración de las mezclas

4.6.2.1 Descripción de los materiales utilizados en las mezclas de morteros

❖ Cemento: la norma COVENIN 28:1993 lo define como un producto obtenido por la pulverización del clinker portland, el cual consiste esencialmente en silicatos de calcio hidráulico con la adición de agua y sulfato de calcio.

❖ Arena: la norma COVENIN 273:1998 señala que el agregado fino es el que resulta de la desintegración y/o la abrasión natural o artificial de una roca, piedra o escoria. En este caso se utilizara arena amarilla libre de materia orgánica.

❖ Agua: es imprescindible en varias etapas de la elaboración del mortero como en el mezclado, fraguado y curado. Tanto el agua de mezclado como el del curado deben estar libres de contaminantes que puedan perjudicar el fraguado o que

reaccionen negativamente, por tal razón se utiliza agua potable para la elaboración del mortero porque se considera exenta de materia orgánica y sólidos en suspensión. La norma COVENIN 2385:2000 “agua de mezclado para concretos y morteros especificaciones” establecen los límites de calidad exigidos para el agua.

❖ Pego de cerámicas: adhesivo de altas prestaciones a base de cemento Portland, arena sílice de granulometría controlada y aditivos químicos que mejoran la trabajabilidad y adherencia del producto en la instalación de todo tipo de baldosas cerámicas, revestimientos cerámicos de baja, media y alta absorción de humedad de piezas de diversos formatos. Para Interiores y exteriores.

4.6.2.2 Ensayos de laboratorio para evaluar el agregado fino

La calidad de los agregados finos es de vital importancia en el comportamiento de la mezcla de mortero por su influencia en la resistencia. A continuación se describen cada uno de los ensayos que se les realiza al agregado fino para conocer sus propiedades y características, a fin de conocer si cumple con los requerimientos establecidos por las normas COVENIN para ser usados en la elaboración de morteros. Dichos ensayos se nombran a continuación:

❖ Extracción de muestras del agregado para morteros: la muestra de agregado fino que se utiliza en el laboratorio se obtiene por cuarteo y se realiza de acuerdo a las especificaciones de la norma COVENIN 270:1998 “*Agregados. Extracción de muestras para morteros y concreto*”, la cual contempla los procedimientos para extraer muestras representativas de los agregados para concretos y morteros, con el propósito de hacer ensayos de los mismos.

❖ Contenido de humedad: es un ensayo que consiste en comparar la masa de un agregado antes y después del proceso de secado al que será sometido, dando como resultado el porcentaje de humedad de la muestra. El ensayo se realiza siguiendo las especificaciones de la Norma COVENIN 1375:1979 “*Método de ensayo para la determinar por secado el contenido de humedad total y superficial en el agregado*”. A continuación se describen los equipos a utilizar y el procedimiento a seguir:

Tabla 4.1 Equipos de laboratorio.

EQUIPOS DE LABORATORIO	
Balanza	Capacidad aproximada de 100 kg, apreciación de 5 g para agregados finos y de capacidad aproximada de 120 kg y apreciación de 50 g para agregados gruesos o cualquier otra que sea capaz de dar la precisión necesaria para este ensayo.
Horno	Capaz de mantener la temperatura de 100 a 110°C.
Envase para la muestra	Metálico, de fondo plano y de dimensiones tales que la profundidad que alcanza la muestra colocada no exceda la quinta parte de la dimensión lateral mínima del envase.
Agitador	Una cuchara o espátula de tamaño apropiado.

Procedimiento:

1. Se pesa la muestra, evitando en lo posible la pérdida de humedad.
2. Se coloca la muestra en la fuente de calor, evitando la pérdida de partículas del agregado.
3. Al cabo de un tiempo se saca muestra del horno y se deja enfriar para posteriormente pesarla.

Expresión de los resultados:

El contenido total de humedad se calcula de la siguiente manera:

$$H = \frac{(W_o - W_s)}{W_s} \times 100 \quad (4.1)$$

Dónde:

H= Contenido de humedad de la muestra, en porcentaje.

W_o = Peso de la muestra original, en gramos.

W_s = Peso de la muestra seca, en gramos.

❖ **Peso unitario:** el peso unitario de una muestra de suelo será conocido cuando se ensaye en condición suelta y compacta, siendo necesario llenar el recipiente con el agregado. Estableciendo como finalidad una relación peso/volumen la es cual es usada para la selección y manejo de los agregados. El procedimiento para su determinación se encuentra normalizado en COVENIN 263:1978 “*Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado*”. A continuación se presentan los equipos a utilizar y los procedimientos para realizar este ensayo:

Tabla 4.2 Equipos de laboratorio.

EQUIPOS DE LABORATORIO	
Balanza	Que permita lecturas, con exactitud de 0,3% del peso leído en cualquier punto de su rango de uso.
Barra compactadora	Recta, de acero, de 16 mm (5/8”) de diámetro, de aproximadamente 60 cm de longitud y punta semiesférica.
Recipiente cilíndrico	De metal, preferiblemente con asas. De fondo firme y parejo con precisión en sus dimensiones interiores, suficientemente rígidas para mantener su forma al ser maltratado.

Procedimiento:

Para determinar el peso unitario compactado:

1. Se llena $1/3$ del recipiente con la muestra y se nivela la superficie con la mano.
2. Se compacta la muestra con la barra compactadora (procurando no golpear el fondo con fuerza), mediante 25 golpes distribuidos uniformemente sobre la superficie. Se llena hasta $2/3$ parte del recipiente y se compacta con 25 golpes.
3. Para la última capa, se llena el recipiente hasta rebosar, golpeando la superficie 25 veces con la barra, y se nivela con un rasero.



Figura 4.2 Llenado y compactado del molde.

Para determinar el peso unitario suelto:

1. Se toma la muestra y se llena el recipiente con una pala hasta rebosar, se descarga el agregado desde una altura no mayor a 5cm por encima del recipiente.
2. El agregado sobrante se desecha con una reglilla.



Figura 4.3 Sobrante de la arena.

3. Pesar el recipiente con la muestra.



Figura 4.4 Pesado del recipiente.

Expresión de los resultados:

1. El factor de calibración del recipiente se calcula dividiendo el peso unitario del agua entre el peso necesario para llenar el recipiente.
2. Se calcula el peso neto del agregado restando el peso del recipiente.
3. El peso unitario suelto o compactado del agregado se calcula multiplicando el peso neto del agregado por el factor de calibración.

Tabla 4.3 Valores usuales de relación peso/volumen de los agregados no livianos (Porrero, 2009).

PROPIEDAD	GRUESOS	LIVIANOS
Peso Unitario Suelto (kg/litro)	1,4 a 1,5	1,5 a 1,6
Peso Unitario Compacto (kg/litro)	1,5 a 1,7	1,6 a 1,9
Densidad (peso específico)	2,5 a 2,7	2,5 a 2,7

❖ Granulometría del agregado: la finalidad de este ensayo es obtener la distribución por tamaño de las partículas presentes en una muestra de suelo. El agregado constituye un gran porcentaje en volumen en la mezcla de mortero y tiene gran importancia debido a su efecto en la dosificación, trabajabilidad, porosidad y resistencia mecánica del mortero. Se obtiene mediante la norma COVENIN 255:1998. “Agregados. Determinación de la composición granulométrica”. Esta norma contempla un procedimiento para la determinación por cernido de la distribución de los tamaños de las partículas de agregados finos y gruesos. Los equipos y procedimiento utilizados en este ensayo se presentan a continuación:

Tabla 4.4 Equipos de laboratorio.

EQUIPOS DE LABORATORIO	
Balanza	Que pueda leer hasta 0,1 g y con una precisión del 0,1% de la carga de ensayo, cualquiera sea su valor, en cualquier punto dentro del intervalo de uso.
Cedazos	De acuerdo con la norma COVENIN 277:2000 Concreto. Agregados. Requisitos, la serie de tamices a utilizar para el agregado fino son: 3/8”, #4, #8, #16, #30, #50, #100 y #200; dispuestos, de arriba a abajo, en orden decreciente de tamaños.
Horno	De tamaño adecuado, capaz de mantener una temperatura uniforme de $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

Procedimiento:

1. La muestra se lava en el tamiz # 200 para disminuir o eliminar la segregación y el polvo, dicha muestra debe ser representativa del material, por el cual se emplea el método de cuarteo (Norma COVENIN 270).



Figura 4.5 Lavado de la muestra de arena.

2. Se seca la muestra en el horno hasta que alcance una masa constante a una temperatura de $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$.
3. Se saca la muestra del horno y se deja reposar para luego pesarla.
4. Se ensamblan los cedazos o tamices en orden de tamaños de aberturas decrecientes desde arriba hacia abajo colocando la muestra en el cedazo superior. Se agitan los cedazos a mano durante un periodo de tiempo determinado.



Figura 4.6 Ensamblado de los tamices.

5. Agitar los cedazos a mano o por medios mecánicos durante un periodo de tiempo determinado.

Expresión de los resultados.

1. Pesar el material retenido en cada cedazo para calcular su porcentaje.
2. El módulo de finura se calcula con la suma de los porcentajes acumulados en la serie normalizada de cedazos desde el #100 en adelante, dividido por 100.

Nota: Se considera que el módulo de finura de una arena adecuada para producir mortero debe estar entre 2 y 3, donde un valor menor que 2,0 indica una arena fina; 2,5 una arena media y más de 3,0 una arena gruesa.

❖ **Peso específico y porcentaje de absorción:** El peso específico es el peso del volumen absoluto de la materia sólida del agregado, sin incluir huecos entre granos, se usa para establecer la condición de volumen en ciertos métodos de diseño de mezcla. Por otra parte la absorción es el incremento en masa del agregado debido a la

penetración de agua en los poros de las partículas durante un tiempo determinado, sin incluir el agua adherida en la superficie de las partículas y se expresa como porcentaje de la masa seca. Para calcular estas dos definiciones se emplea la Norma COVENIN 268:1998. *“Agregado fino. Determinación de la densidad y la absorción”*.

Tabla 4.5 Equipos de laboratorio.

EQUIPOS DE LABORATORIO	
Balanza	Con una capacidad de 1 kg o más, debe permitir lecturas de 0,1 g o menos y con precisión del 0,1%, o sea, dentro de cualquier rango de 100 g de la carga de ensayo, la diferencia entre lecturas debe ser exacta dentro de 0,1 g.
Picnómetro	Puede ser un matraz u otro recipiente o frasco adecuado dentro del cual se pueda introducir fácilmente la muestra de ensayo de agregado fino y en el cual el contenido volumétrico puede ser reproducido dentro de $\pm 0,1$ ml.
Molde metálico	Debe ser de forma tronco-cónica, de (40 ± 3) mm de diámetro en su base superior, de (90 ± 3) mm de diámetro en su base inferior, y (75 ± 3) mm de altura. La lámina metálica que conforma el molde debe ser como mínimo de calibre 20 (0,8 mm).
Compactador	Es una barra metálica (340 ± 15) g de peso, con un extremo de superficie plana y circular de (25 ± 3) mm de diámetro.
Horno	Con control para mantener temperaturas uniformes entre 100°C y 110°C.

Procedimiento.

1. El material a ensayar es una muestra de agregado fino con un peso de aproximadamente 1000g.

2. Se seca la muestra del ensayo en un recipiente adecuado, hasta obtener una masa constante a una temperatura de $(110 \pm 5) ^\circ\text{C}$.
3. Se deja enfriar y se sumerge en agua durante (24 ± 4) horas, se decanta el exceso de agua con cuidado para evitar la pérdida de finos.
4. Se extiende la muestra húmeda sobre una superficie plana no absorbente, se expone a una corriente suave de aire tibio y se revuelve con frecuencia para garantizar un secado uniforme y homogéneo.



Figura 4.7 Extendido de la arena.

5. Se coloca una porción del agregado fino parcialmente seco en el molde (cono), llenándolo hasta que rebose del borde superior, el cual se sujeta firmemente con los dedos de las manos, en forma de copa y se coloca en una superficie lisa no absorbente.
6. Se apisona suavemente la superficie del agregado fino dentro del molde con 25 caídas leves del compactador y luego se alisa la superficie de la muestra removiendo el agregado suelto y se alza el molde verticalmente sin girarlo.



Figura 4.8 Compactado y desmoldado de la arena.

Nota: si el agregado mantiene la forma del cono, significa que todavía tiene humedad superficial y no se ha logrado la condición de superficie seca, lo que requiere que se continúe con la operación de secado agitando constantemente la muestra y se repite el paso n°6 hasta que el agregado fino se derrumbe ligeramente al quitar el molde, lo cual indica que se ha alcanzado la condición de superficie seca.

1. Introducir (500 ± 10) g de la muestra con superficie seca en el picnómetro y añadirle agua gradualmente, agitando la muestra hasta que no se observen burbujas de aire.



Figura 4.9 Agregado de agua a la muestra seca.

2. Determinar la masa total del picnómetro con la muestra y el agua.



Figura 4.10 Peso del agua y arena en el picnómetro.

3. El agregado fino se saca del picnómetro y se seca a una temperatura comprendida entre 100°C y 110°C.



Figura 4.11 Retirando la arena del picnómetro.

4. Se deja reposar a temperatura ambiente y luego se pesa.



Figura 4.12 Reposo de la arena y peso de la muestra seca.

❖ Impurezas orgánicas: en los agregados finos naturales a veces se presentan impurezas orgánicas, las cuales disminuyen la hidratación del cemento y el desarrollo consecuente de la resistencia a compresión del mortero. La detección del alto contenido orgánico en la arena se lleva a cabo con facilidad por medio del ensayo colorimétrico establecido en la Norma COVENIN 256:1977. “*Método de ensayo para la determinación cualitativa de impurezas orgánicas en arenas para concreto (ensayo colorimétrico)*”.

Tabla 4.6 Equipos de laboratorio.

EQUIPOS DE LABORATORIO	
Frasco de vidrio	Claro, ovalado y graduado.
Solución de Hidróxido de sodio (3%)	Se disuelve 3 partes por peso de hidróxido de sodio (NaOH) en 97 partes de agua.
Vidrio de color patrón	Es una placa orgánica con montura de plástico que viene con 5 vidrios de diferentes coloraciones que están números del 1 al 5 y están basados en la escala de colores estándar Gardner.



Figura 4.13 Frasco de vidrio y solución de hidróxido de sodio.

Procedimiento:

1. Se llena el frasco de vidrio con 291ml de agua y se le agrega 0,9 gramos de hidróxido de sodio.
2. Cuando el hidróxido de sodio se haya disuelto, se agrega 250gr de la muestra de agregado fino y se tapa el recipiente. Dejar en reposo durante 24 horas.



Figura 4.14 Inmersión de la arena en el frasco de vidrio.

3. Transcurridas las 24 horas se coloca paralelo al recipiente, el vidrio de color patrón con montura de plástico y se compara el color que obtuvo el agua por encima de la arena del recipiente con la escala de Gardner.



Figura 4.15 Análisis colorimétrico de la arena.

4.6.3 Etapa III: Elaboración de las mezclas de morteros

4.6.3.1 Diseño de las mezclas de morteros

El diseño de mezcla se conoce como el procedimiento mediante el cual se calculan las cantidades que debe haber de todos y cada uno de los componentes que intervienen en una mezcla.

Para fijar la dosificación de la mezcla patrón se realizaron diferentes diseños basados en lo que se quiere obtener, usándose para nuestro caso dosificaciones de 9:1, 8:2 y 7:3, a las cuales se les evalúa su resistencia mecánica por medio del ensayo a la compresión a la edad de 7 días, seleccionando la de mejor comportamiento mecánico, para así tomarla como nuestro diseño patrón. Seguidamente de obtener los resultados de la mezcla patrón, se diseñaron las mezclas experimentales sustituyendo el pego

como parte del material conglomerante en porcentajes de 10%, 20% y 30%. A continuación se presenta la tabla 4.7 con las especificaciones de todas las mezclas.

Tabla 4.7 Tipos de mezclas preparadas en los ensayos.

MEZCLA	ESPECIFICACIÓN DE LOS COMPONENTES
Patrón	Cemento Portland - Arena amarilla - Agua
Pego-10%	Cemento Portland - Arena amarilla - 10% Pego - Agua
Pego-20%	Cemento Portland - Arena amarilla - 20% Pego - Agua
Pego-30%	Cemento Portland - Arena amarilla - 30% Pego - Agua

❖ Elaboración de la mezcla de mortero

Norma COVENIN 484:1993. “*Cemento portland. Determinación de la resistencia a la compresión de morteros en probetas cúbicas de 50,8mm de lado.*”Expresa de manera técnica y correcta como se deben elaborar correctamente las mezclas de mortero y los ensayos a realizarle.

Tabla 4.8 Equipos de laboratorio.

EQUIPOS DE LABORATORIO	
Cedazos	Que cumplan con lo especificado en la norma COVENIN 254:1998.
Cilindro graduado	Que tenga suficiente capacidad para medir el agua de mezclado en una sola operación y con una precisión de ± 2 ml.
Elementos de albañilería	Se usaran para facilitar la adición de los materiales dentro del recipiente de la mezcladora, tales como: cucharas de albañil o espátula.
Mezcladora mecánica	Debe poseer el equipo mezclador, recipiente y paleta de mezclado con suficiente capacidad volumétrica y potencia para mezclado de morteros como lo especifica la norma COVENIN 486:1992.

Procedimiento para preparar la mezcla:

1. Se coloca la paleta en el recipiente seco en la posición de mezclar.



Figura 4.16 Recipiente de mezclado.

2. Se coloca toda el agua de mezclado en el recipiente y se le añade el cemento, haciendo funcionar la mezcladora a velocidad baja durante 30 segundos.



Figura 4.17 Añadiendo el agua a la mezcla.

3. Se añade lentamente la arena en un lapso de 30 s, mientras se continúa mezclando.



Figura 4.18 Añadiendo la arena de la mezcla.

4. Se detiene la mezcladora, se cambia a una velocidad más rápida y se mezcla durante 30 segundos.
5. Se detiene la mezcladora y se deja reposar el mortero durante 90 segundos, en los primeros 15 segundos, de este intervalo, se raspa hacia abajo el mortero adherido a las paredes del recipiente, y se termina mezclando por 60 segundos a una velocidad rápida.



Figura 4.19 Mezcla en reposo.

4.6.3.2 Ensayos de laboratorio para el análisis de las mezclas de mortero

Los morteros presentan dos etapas diferenciadas por su estado físico, las cuales se conocen como estado fresco y estado endurecido. La primera corresponde a la fase del mortero una vez mezclado y amasado. Su duración varía de acuerdo con el tiempo de fraguado requerido por la proporción que integra la mezcla. En esta etapa el mortero es plástico y trabajable, lo que permite su puesta en obra. Culminada esta fase el mortero endurece hasta consolidarse.

❖ Ensayos que se realizan al mortero en estado fresco.

Ensayo de exudación: Consiste en precisar la cantidad de agua que emerge a la superficie a causa del asentamiento de las partículas sólidas (cemento, arena y pego según sea el caso) de la mezcla. La metodología a utilizar en este estudio está fundamentada bajo la norma COVENIN 353:1979 “Método de ensayo para determinar la exudación del concreto”, contempla el método de ensayo para determinar la cantidad de agua de mezclado que exuda de una muestra de concreto fresco. A continuación se presentan los equipos de ensayos que se utilizan y los procedimientos.

Tabla 4.9 Equipos de laboratorio.

EQUIPOS DE LABORATORIO	
Recipiente	Debe ser liso y libre de corrosión, recubrimientos o lubricantes.
Pipeta	Que sirva para extraer el agua libre de la superficie de la mezcla.
Cilindro graduado	De 100 ml de capacidad para recoger y medir el agua extraída.
Balanza	
Reloj	

Procedimiento:

1. Se llena el recipiente y se nivela hasta lograr una superficie aproximadamente lisa con un esfuerzo mínimo de alisado.
2. Luego de nivelar se toma nota de la hora y peso del recipiente y su contenido.

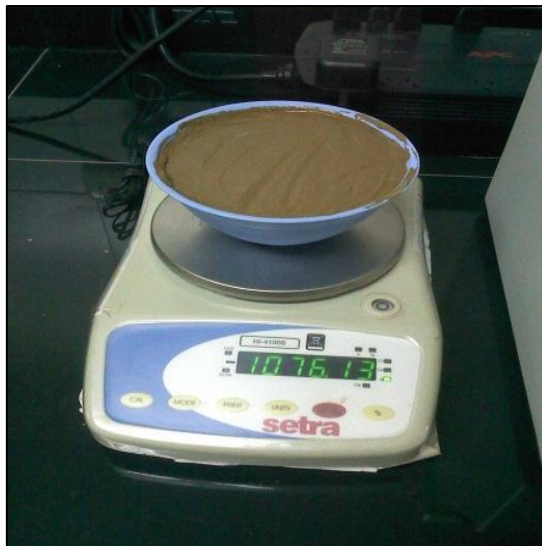


Figura 4.20 Pesado de la muestra.

3. Se coloca el recipiente en una superficie libre de vibraciones y se cubre para impedir la evaporación del agua de exudación.

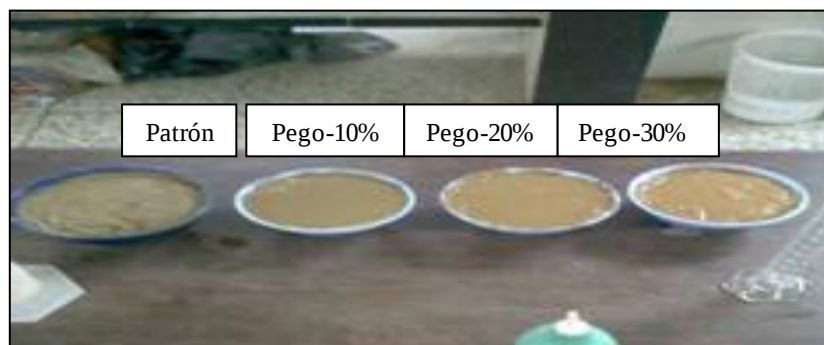


Figura 4.21 Proceso de exudación de las mezclas de mortero.

4. Se extrae el agua que se haya acumulado en la superficie con la pipeta a intervalos de 10 min durante los primeros 40 min. Y a intervalos de 30 min de allí en adelante hasta que cese la exudación. Se inclina con cuidado el recipiente para extraer mejor el agua y cuando finalice la extracción hay que colocarlo en su posición original.
5. Después de cada extracción se transfiere el agua a un cilindro graduado y se toma nota.

Expresión de los resultados:

El porcentaje de exudación se calcula de la siguiente manera:

$$We = \frac{Wa}{Wt} \times W \quad (4.2)$$

$$\%Exudación = \frac{Ve}{We \times 1000} \times 100 \quad (4.3)$$

Dónde:

We = Peso del agua en la probeta de ensayo, en Kg .

Wt = Peso total de la mezcla, en Kg .

Wa = Peso neto del agua en la mezcla, en Kg .

W = Peso de la muestra, en Kg .

Ve = Cantidad total de agua de exudación extraída de la probeta de ensayo, en cm^3 .

$We \times 1000$ = Cantidad de agua en la probeta de ensayo, expresada en cm^3 .

Ensayo de peso unitario: Se define como la masa de un volumen unitario de agregado, en la cual el volumen incluye el volumen de las partículas individuales y el volumen de vacíos entre las partículas. La norma COVENIN 349:1979 “Método de ensayo gravimétrico para determinar el peso por metro cúbico, rendimiento y contenido de aire en el concreto”. Nos muestra el procedimiento y equipos que se han de seguir y utilizar para ejecutar los ensayos.

Tabla 4.10 Equipos de laboratorio.

EQUIPOS DE LABORATORIO	
Balanza	Esta debe tener una apreciación de 50 g.
Barra compactadora	Recta de acero, lisa ,16 mm de diámetro de aproximadamente 60 cm de longitud y punta semiesférica.
Recipientes	Cilíndrico y de metal, a prueba de agua, preferiblemente con asas.

Procedimiento:

1. El recipiente se llena con tres capas iguales de morteros compactadas cada una con 25 golpes.



Figura 4.22 Llenado y compactado del mortero.

2. La superficie exterior del recipiente se golpea con cuidado de 10 a 15 veces o hasta que no aparezcan burbujas grandes de aire en la superficie compactada.
3. Se alisa la superficie y se limpia el material excedente del exterior.



Figura 4.23 Alisado y limpiado el sobrante del mortero.

4. Se pesa el recipiente lleno.

Expresión de los resultados.

1. Se calibra el recipiente determinando con precisión el peso de agua que se requiere para llenarlo.
2. El factor del recipiente se calcula dividiendo el peso unitario del agua ($1000 \text{ Kg}/\text{m}^3$), entre el peso del agua que se requiere para llenar el recipiente.
3. El peso neto del mortero se calcula restando el peso del recipiente del peso bruto.
4. El peso unitario se calcula multiplicando el peso neto por el factor del recipiente usado.

5. El volumen del mortero fresco, que se produce en cada mezcla se calcula de la siguiente manera:

$$Vm = \frac{Wc + Wf + Wa + Wp}{W} \quad (4.4)$$

Dónde:

Vm = Volumen de mortero fresco producido por la mezcla, en m^3 .

Wc = Peso total del cemento, en Kg .

Wf = Peso total del agregado fino de la mezcla en la condición en la que se usa, en Kg .

Wa = Peso total del agua añadido a la mezcla, en Kg .

Wp = Peso total del pego añadido a la mezcla, en Kg . (No aplica en la mezcla patrón).

W = Peso del mortero fresco, en Kg/m^3 .

Ensayo de fluidez: se ha logrado evaluar de manera indirecta la trabajabilidad de una mezcla de mortero por medio de la prueba de fluidez, aunque se relaciona más concretamente con lo aguado de la mezcla. Éste ensayo se realiza según las especificaciones de la norma I.N.V. E-325-07” *Fluidez de morteros de cemento hidráulico (mesa de flujo)*”, la cual establece el método para determinar la fluidez de morteros de cemento hidráulico, utilizando la mesa de flujo.

Tabla 4.11 Equipos de laboratorio.

EQUIPOS DE LABORATORIO	
Mesa de flujo: está formada por un soporte, un árbol y una plataforma circular	La plataforma o mesa será circular de $255 \pm 2,5$ mm de diámetro y 7,62 mm de espesor, debe ser de bronce o latón .La cara superior debe ser plana, pulida y libre de defectos superficiales .La plataforma deberá tener 8 líneas marcadas equidistantes, desde la parte exterior de la circunferencia hacia el centro de la misma.
	El árbol es un elemento que va unido perpendicularmente al centro de

Continuación de la tabla 4.11 Equipos de laboratorio.

	la plataforma por medio de una rosca, y que a su vez se montará rígidamente en el soporte, de la forma que pueda bajar y subir verticalmente por medio de una leve rotativa.
	El soporte debe ser de hierro fundido y debe tener tres (3) nervios integrales de refuerzo a lo largo de toda su altura, separados 120°.
Compactador	Será de material no absorbente, abrasivo ni quebradizo. Debe ser rectangular con una sección transversal de unos 13 x 16 mm y una longitud entre 130 y 150 mm.
Molde	Debe ser de bronce o latón y de forma troco-cónico.
Montaje de mesa de flujo	
Vernier	

Procedimiento:

1. Se coloca el molde en el centro de la plataforma limpia y seca.
2. Se vierte en el molde dos capas del mortero y se apisonan con 20 golpes cada una.
3. Se retira el exceso de mortero de la capa superior, se alisa la superficie y se limpia el molde y la plataforma de la mesa.
4. Se retira el molde, levantándolo e inmediatamente se deja caer la mesa de flujo desde una altura de 12,7 mm 25 veces en 15 segundos.
5. Luego se mide el diámetro de la base de la muestra, por lo menos en 4 puntos equidistantes y se calcula el diámetro promedio.

Expresión de los resultados:

La fluidez es el aumento del diámetro de la muestra, expresado como un porcentaje del diámetro de la base del molde, determinado según la siguiente fórmula:

$$\% \text{Fluidez} = \frac{\text{Diametro promedio} - \text{Diametro base inf. del molde}}{\text{Diametro base inf. del molde}} \times 100 \quad (4.5)$$

❖ Ensayos de laboratorio para las mezclas de morteros en estado endurecido.

Resistencia a la compresión en probetas cúbicas: Es la resistencia máxima que un mortero puede resistir cuando es cargado axialmente a compresión en una máquina de ensayo a una velocidad especificada, en términos más simples es el esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento, normalmente se expresa en fuerza por unidad de área de sección transversal. La resistencia mecánica del mortero depende de variables tales como: la composición química del cemento, la calidad de los agregados, la relación agua-cemento, las condiciones de temperatura ambiente, la eficiencia de curado y el mezclado.

Para ensayar la resistencia a la compresión de las probetas cúbicas se aplica la norma COVENIN 484:1993. “*Cemento portland. Determinación de la resistencia a la compresión de morteros en probetas cúbicas de 50,8mm de lado.*” Las edades de ensayo que se utilizaron en las probetas fueron de 7 y 28 días, en cada edad se realizaron 3 probetas para determinar el promedio de la resistencia obtenida.

Tabla 4.12 Equipos de laboratorio.

EQUIPOS DE LABORATORIO	
Cuchara de albañil	Que tenga una hoja de acero de 100,00 a 150,00 mm de largo con orillas rectas.
Compactador	Deberá ser de un material no absorbente, no quebradizo y resistente a la abrasión, tal como un compuesto de goma, con una sección transversal de 12,5 x 25,0 mm y una longitud de 120,00 a 150,00 mm. La cara del compactador deber ser plana y normal a su eje.

Continuación de la Tabla 4.12 Equipos de laboratorio.

Moldes de probetas	Deberán ser de 50,80 mm de lado, no deben tener más de 3 compartimientos cúbicos y deben ser separables en no más de dos partes, sin incluir la base.
Maquina de ensayo	

Procedimiento.

1. Se cubren las caras interiores y las superficiales de contacto de los moldes con aceite mineral o grasa liviana.



Figura 4.24 Barnizado de los moldes.

2. Con ayuda de la cuchara se coloca una capa de mortero de aproximadamente 25mm de espesor, en todos los compartimientos cúbicos, y se compactan con 16 golpes cada uno. Esto se hace en dos vueltas, y cada vuelta deberá ser en ángulo recto con la anterior como indica la figura 4.24.



Figura 4.25 Vaciado del mortero.

3. Cuando se haya completado la compactación de la primera capa (16 golpes), se llenan los compartimientos con la mezcla de mortero restante formando la segunda capa y se compacta de igual manera que la primera capa, en total son 32 golpes y 4 vueltas para compactar cada cubo.



Figura 4.26 Compactado de la primera y segunda capa de mortero.

4. Durante la compactación de la segunda capa se devuelve el mortero que haya rebosado la parte superior del molde y se enrasa con la cuchara.



Figura 4.27 Enrasado del mortero en los moldes.

5. Las probetas deben estar sobre una superficie libre de vibraciones.
6. Luego de transcurrir 24 horas del moldeo se desencofran los cubos.



Figura 4.28 Desencofrado de las probetas.

7. Se pesan y se miden con el vernier, y luego se sumergen en agua hasta el día hayan cumplido sus respectivas edades para ser ensayadas.



Figura 4.29 Medición y sumergido de las probetas.

8. Se ensayan las probetas inmediatamente después de sacarlas del ambiente de curado.
9. Se seca la superficie de cada probeta y se eliminan los granos sueltos de arena.
10. Se coloca la probeta cuidadosamente en la guía base de la máquina de ensayo del centro del bloque del asiento superior.



Figura 4.30 Ensayo a la compresión de las probetas.

Expresión de los resultados.

Se toma la lectura de la carga total máxima indicada en la máquina y la resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima entre el área transversal original de una probeta, expresada en Kg/cm^2 .

Resistencia al fuego en morteros: este es uno de los ensayos que se le realiza a las probetas cúbicas para determinar la resistencia mecánica que ofrece un mortero al ser sometido al fuego de manera que pueda mantener sus propiedades estructurales y físicas el mayor tiempo posible. A continuación se presenta los equipos y el procedimiento aplicados en este ensayo.

Equipos:

1. Gasolina.
2. Inyectadora de 15cc.
3. Fósforos o cerillos.
4. Equipos de ensayo de resistencia a la compresión de acuerdo a la norma COVENIN 484:1993

Procedimiento:

1. Se elaboran las probetas cubicas de cada mezcla siguiendo las especificaciones de la norma COVENIN 484:1993 y se sumergen en la piscina a curado durante los 28 días.
2. Después de transcurrido ese lapso se sacan de la piscina y se les añade 15 cc de gasolina y enseguida se toma el tiempo en que el cubo permanece encendido.

3. Después de extinguido el fuego se procede a ensayarlo en la prensa para determinar su resistencia a la compresión.
4. Finalmente se registran los tiempos que tardaron las mezclas con el fuego como también la resistencia y daños mostrados.

4.6.4 Etapa IV: Recopilación de datos y análisis de los resultados

Esta etapa consiste en recopilar los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio con la presentación de tablas, figuras, comparación y factibilidad económica y técnica del uso del pego como agregado en las mezclas de mortero.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

Al llegar a esta etapa se ordenarán y analizarán todos los resultados de la investigación para conocer el comportamiento y qué beneficios podría generar este estudio. Todos los capítulos anteriores desarrollados concurren hacia la realización de esta importante investigación.

5.1 Describir los componentes de la mezcla de mortero patrón y mortero a base de pego.

Se denomina mortero a toda materia plástica obtenida por mezcla de uno o varios conglomerantes, arena, agua y posibles aditivos. Para la elaboración de la mezcla de morteros se necesitaron de los siguientes materiales:

5.1.1 Cemento.

Para realizar las mezclas de mortero se utilizó cemento Portland gris tipo I, uso general. (Figura 5.1).



Figura 5.1 Cemento Portland tipo I.

5.1.2 Agua

Agua libre de impurezas orgánicas trata con los procedimientos de la norma COVENIN 2385:2000.



Figura 5.2 Agua sin impurezas.

5.1.3 Arena Amarilla

La arena utilizada para la preparación de las mezclas fue arena amarilla que también es conocida como arena de mina sin contener ningún tipo de desecho o materia orgánica. (Figura 5.2).



Figura 5.3 Arena amarilla.

5.1.4 Pego de cerámicas

Este material fue fácil de encontrar ya que es un material muy utilizado en el mundo de la construcción para la colocación de revestimientos cerámicos en pisos y paredes (Figura 5.3).



Figura 5.4 Pego de cerámicas Montelupo.

5.1.5 Propiedades físicas de la arena

Para determinar las propiedades físicas de la arena amarilla se realizaron diversos ensayos los cuales se describieron en el capítulo IV. De acuerdo a ello, se obtuvieron los siguientes resultados:

5.1.5.1 Peso unitario suelto y compactado de la arena

Siguiendo las especificaciones de las norma COVENIN 270:1998 “*Agregados. Extracción de muestras para morteros y concreto*” y COVENIN 263:78 “*Método*

de ensayo para determinar el peso unitario del agregado”, se obtuvieron los resultados mostrados en las tablas 5.1, 5.2 y 5.3.

Datos:

Tabla 5.1 Datos para el cálculo del peso unitario.

Peso del recipiente	3,340 kg
Peso del recipiente + agua	6,366 cm ³
Peso neto del agua	3,026 kg
Temperatura del agua	24 °C
Peso unitario del agua	997,54 kg/m ³
Factor de calibración	329,66 l/m ³

Tabla 5.2 Peso unitario suelto.

Descripción	Ensayo N°1	Ensayo N°2	Ensayo N°3	Ensayo N°4
Peso del recipiente (kg)	3,340			
Peso del recipiente + agregado fino (kg)	7,074	7,052	7,087	7,152
Peso neto del agregado compactado (kg)	3,734	3,712	3,747	3,812
Peso unitario suelto (kg/m ³)	1231	1224	1235	1257
Promedio peso unitario suelto(kg/m ³)	1237			

Tabla 5.3 Peso unitario compactado.

Descripción	Ensayo N°1	Ensayo N°2	Ensayo N°3	Ensayo N°4
Peso del recipiente (kg)	3,340			
Peso del recipiente + agregado fino (kg)	7,298	7,592	7,355	7,491
Peso neto del agregado compactado (kg)	4,318	4,252	4,015	4,151
Peso unitario compactado (kg/m ³)	1423	1402	1324	1368
Promedio peso unitario compactado (kg/m ³)	1379			

Los resultados obtenidos en el ensayo indican que la arena amarilla tiene un peso unitario suelto de 1237Kg/m³ y un peso compactado de 1379Kg/m³, reflejando así valores menores a los establecidos en la tabla 4.3, sin embargo el

agregado fino se puede usar para la elaboración de morteros ya que se trabajará con una mezcla experimental. La diferencia entre el peso unitario suelto y compactado se debe a la cantidad de vacíos que presenta la arena amarilla.

5.1.5.2 Contenido de humedad de la arena

En la tabla 5.4 se muestran los resultados del contenido de humedad.

Tabla 5.4 Cálculo y resultados del contenido de humedad de la arena.

N° de capsula	0,99	A2-6
Peso total húmedo WTH (grs)	101	88,32
Peso total seco WTD (grs)	98,01	85,84
Peso de la capsula T (grs)	8,29	7,22
Peso del agua WW = WTH – WTD (grs)	2,99	2,48
Peso del suelo seco Wd = WTD – T (grs)	89,72	78,62
% de humedad W% = $Ww / Wd * 100$	3,3	3,2
Cont. de humedad promedio W%	3,2	

De acuerdo al porcentaje obtenido de humedad de la arena, la cantidad de agua presente en la misma es de 3,2%. Según la norma COVENIN 1375:1979, existe un rango de humedad adecuado para los agregados finos, el cual se encuentra entre 3% y 8% de agua con respecto a la muestra seca. La arena ensayada para nuestro estudio dio un porcentaje de humedad de 3,2%, la cual se encuentra en el rango que establece la norma y por lo tanto se hace apropiada para la fabricación de morteros.

5.1.5.3 Composición granulométrica de la arena amarilla

Para esta investigación se le realizó el estudio de propiedades físicas a la arena amarilla, luego de aplicar el procedimiento del tamizado se obtuvieron los resultados de la granulometría de la arena como se muestran en la tabla 5.5.

Tabla 5.5 Resultados de granulometría de la arena amarilla.

Tamiz	Peso Ret. (grs.)	Retenido (%)	Retenido Acum. (%)	Pasante (%)	Límites para agregados Finos	
3/8"	0	0	0	100	100	100
Nº4	0,8	0,2	0,2	99,8	95	100
Nº8	9,2	2,0	2,1	97,9	80	100
Nº16	51,6	11	13,1	86,9	50	85
Nº30	139,8	29,7	42,8	57,2	25	60
Nº50	114,2	24,3	67,1	32,9	10	30
Nº100	69	14,7	81,7	18,3	2	10
Pasa Nº 100	85,9	18,3	100	Módulo de finura = 2.1		

A continuación se construye la gráfica % de pasante vs tamiz, para visualizar el comportamiento del agregado fino con respecto a los límites que impone la norma. (Figura 5.5).

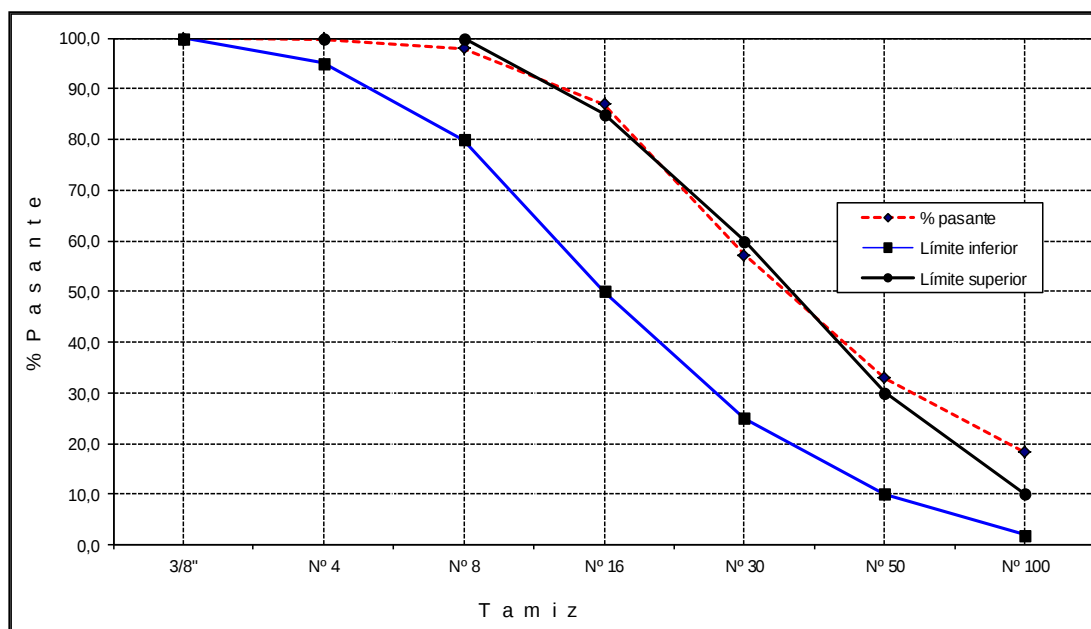


Figura 5.5 Curva granulométrica de la arena.

Los resultados mostrados en la figura 5.5 demuestran que el agregado en su mayoría es muy fino por que se encuentra dentro de los parámetros establecidos con tendencia al límite superior como se observa la línea segmentada roja, aunque la arena se encuentra dentro los límites existe una pequeña desviación en los tamices más pequeños, lo cual indica que el material retenido en dichos tamices (#50 y #100) es inferior al establecido en los límites, por consiguiente, el material es considerado apto para producir morteros ya que presenta un módulo de finura de 2,1, el cual se encuentra dentro de un rango aceptable entre 2 y 3 establecido por la norma.

5.1.5.4 Peso específico de la arena

La tabla 5.6 muestra los datos para calcular el peso específico de la arena.

Tabla 5.6 Datos del peso específico de la arena.

Peso del picnómetro vacío (W_0)	94,2 grs.
Peso del picnómetro + peso arena (W_2)	593,33 grs.
Peso del picnómetro + arena + agua (W_p)	963,61 grs.
Peso arena seca + tara (W_3)	712,40 grs.
Peso picnómetro + agua (W_a)	654,5 grs.
Peso de la tara (W_t)	215,9 grs.
Peso arena (saturada con superficie seca) (W)	498,9
Peso arena seca (W_1)	496,5
Peso específico	2,616
Peso específico (saturado con superficie seca)	2,628
Peso específico aparente	2,650
Absorción	0,49

De acuerdo a los resultados obtenidos, la absorción que presentó la arena fue de 0,49% , la cual se encuentra dentro de los niveles generales que debe presentar el agregados finos los cuales varían del 0.2% al 2%. Por otra parte el peso específico

arrojo un resultado de 2,616, lo que indica que se encuentra dentro de los valores normativos que van de 2,5 a 2,7 según la norma COVENIN 269.

5.1.5.5 Impurezas orgánicas

La tabla 5.7 nos muestra un criterio para determinar la cantidad de impurezas orgánicas que pueda tener la arena amarilla.

Tabla 5.7 Equivalencias entre colores de la placa orgánica y los colores estándar de Gardner.

No. De color en placa orgánica	Color estándar Gardner No.
1	5
2	8
3(estándar)	11
4	14
5	16

Luego que la muestra de arena haya permanecido las 24 horas sumergida en agua con hidróxido de sodio, se aprecia un color determinado por encima de la superficie de la arena, ese color resulto ser predominantemente el N° 1 en la placa orgánica, el cual equivale al color N° 5 de Gardner, tomando como referencia la tabla 5.7. Este resultado significa que la arena es muy limpia y que no contiene impurezas orgánicas que pueda afectar las propiedades de las mezclas de mortero.

5.2 Realizar la mezcla patrón y las mezclas experimentales a base de pego

Al comprobar que el agregado fino cumple con lo establecido por la norma, se procede a proponer dosificaciones para las mezclas como 9:1, 8:2 y 7:3, estas basadas en las características para un mortero pobre usado para revestimiento o friso

de paredes. Se tomará como mezcla patrón la que tenga a los 7 días, la resistencia a compresión más cercana al uso que se le dará y se escogió la dosificación 7:3 que presentó una resistencia acorde a los requerimientos de uso. Las mezclas se evaluaron una a los 7 días y dos a los 28 días de cada dosificación para tener un valor estimado de la resistencia. Los morteros a usar en revestimientos o frisos, manejan una resistencia a la compresión a los 28 días de 30 kg/cm².

Tabla 5.8 Resultados de las resistencias patrón.

Dosificación	Edad	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
9:1	7	25
	28	34
8:2	7	50
	28	90
7:3	7	107
	28	148



Figura 5.6 Probetas cúbicas de la mezcla patrón.

Luego de conseguir la mezcla patrón, se usó el mismo diseño para realizar las mezclas experimentales sustituyendo el cemento por el pego en porcentajes, las cuales se expresan en la tabla 5.9.

Tabla 5.9 Mezclas y componentes del mortero en peso.

MEZCLA	COMPONENTES			
	Agua (ml)	Arena (gr)	Cemento (gr)	Pego (gr)
Patrón	300	1174,72	406,16	-
Pego – 10%	300	1174,72	270,76	192,42
Pego – 20%	300	1174,72	135,38	384,84
Pego – 30%	300	1174,72	-	577,26

5.3 Determinar las características físicas de la mezcla patrón y las mezclas experimentales en estado fresco.

5.3.1 Ensayo de Exudación

Tabla 5.10 Resultados de la exudación.

TIPO DE MEZCLA	VOLUMEN (cm ³)	PESO DE LA MUESTRA (g)	HORA	EXUDACIÓN (ml)						% EXUDACIÓN
				10min	20min	30min	40min	70min	100min	
Patrón	3	1124,23	9:35	2,8	2,4	2	1,6	1	0,2	2,5
Pego - 10%	5	1024,1	9:40	2,6	2,4	1,8	1,2	0,5	0	1,4
Pego - 20%	0	1014,84	9:50	2	1,5	0,8	0,5	0,2	0	0,8
Pego - 30%		1010,61	10:00	1,5	0,8	0,5	0,2	0,1	0	0,5

En este ensayo se busca determinar la cantidad de agua exudada en las distintas mezclas. Se aprecia que mientras más pego posea la mezcla, menos exudación existe y deja de hacerse notable en menos tiempo. Esto se debe a que el pego es un material

muy fino, lo que permite cerrar los espacios vacíos que quedan entre las partículas de la arena amarilla y el material cementante.

5.3.2 Peso unitario

Tabla 5.11 Resultados del peso unitario de las mezclas.

Peso de la tara (gr)	Volumen de la tara (cm ³)	Mezcla	Peso del mortero + tara	Peso del mortero	Peso unitario del mortero (kg/cm ³)
22,58	111,69	PATRÓN	266,35	243,77	2.183
		Pego - 10%	260,96	238,38	2.134
		Pego - 20%	256,44	233,86	2.094
		Pego - 30%	253	230,42	2.063

De acuerdo con los resultados observados en la tabla anterior el valor del peso unitario disminuye a medida que se incrementa el % de Pego, esto ocurre porque dicho material es muy liviano en comparación con la arena, por lo tanto la mezcla se vuelve más liviana y menos densa.

5.3.3 Fluidiez



Figura 5.7 Ensayo de fluidez en la mesa de caídas.

Tabla 5.12 Resultados de la fluidez de las mezclas.

MUESTRA	N° DE LECTURAS	DIÁMETRO (cm)	PROMEDIO (cm)	% DE FLUIDEZ
Patrón	1	20,64	20,59	105,9
	3	20,31		
	2	20,76		
	4	20,64		
Pego - 10%	1	21,96	21,43	114,3
	3	21,07		
	2	20,85		
	4	21,84		
Pego - 20%	1	21,65	21,57	115,7
	3	21,71		
	2	21,63		
	4	21,29		
Pego - 30%	1	18,85	19,47	94,70
	3	19,64		
	2	20,09		
	4	19,30		

Los resultados obtenidos indican que la fluidez de la mezcla aumenta a medida que el % de Pego aumenta, esto se debe a que el Pego no es un material poroso y tiende a que la mezcla experimental no absorba más agua que la mezcla patrón, sin embargo las mezclas de 10% y 20% poseen una fluidez regularmente aceptable para el uso de mortero, por su parte la de 30% no entra en esta condición.

En relación a estas conclusiones se elaboró un resumen comparativo que se muestra en las tablas 5.13 donde se aprecia más claramente dichas conclusiones.

Tabla 5.13 Características físicas de cada mezcla.

Tipo de mezcla Tipo de ensayo	ESTADO FRESCO			
	PATRON	PEGO - 10%	PEGO - 20%	PEGO - 30%
Peso unitario (Kg/m^3)	2.183	2.134	2.094	2.063
Exudación (%)	2,5	1,4	0,8	0,5
Fluidez (%)	105,9	114,3	115,7	94,70

5.4 Determinar las características mecánicas de la mezcla patrón y las mezclas experimentales en estado endurecido

5.4.1 Ensayo de resistencia a la compresión

Este ensayo se realizó conociendo las proporciones de los distintos tipos de mezclas, tanto la patrón como las que poseen el pego en distintos porcentajes, ensayadas a los 7 y 28 días respectivamente.

El comportamiento mecánico de las probetas se verá reflejado en las siguientes tablas 5.14 – 5.17 dependiendo de las edades de las probetas.

Tabla 5.14 Resultados de resistencia a la compresión de la mezcla patrón.

Edad	Cubo de mortero	Área (cm^2)	Densidad (kg/m^3)	Carga máxima (kg)	RESISTENCIA (kg/cm^2)
7	A1	25,65	1.973	2.740	107
	B2	26,52	1.982	1.320	50
	C3	25,70	1.970	630	25
28	A1	25,76	1.988	3.810	148

Continuación de la Tabla 5.14 Resultados de resistencia a la compresión de la mezcla patrón.

28	B2	26,26	1.974	2.360	90
	C3	25,81	1.970	870	34

Tabla 5.15 Resultados de resistencia a la compresión de la mezcla Pego-10%.

Edad	Cubo de mortero	Área (cm ²)	Densidad (kg/m ³)	Carga máxima (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
7	A4	25,91	1.912	1.500	58
28	A5	25,91	1.914	1.570	61

Tabla 5.16 Resultados de resistencia a la compresión de la mezcla Pego-20%.

Edad	Cubo de mortero	Área (cm ²)	Densidad (kg/m ³)	Carga máxima (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
7	B6	26,52	1.867	660	25
28	B7	26,47	1.908	1.340	51

Tabla 5.17 Resistencia de resistencia a la compresión de la mezcla Pego-30%.

Edad	Cubo de mortero	Área (cm ²)	Densidad (kg/m ³)	Carga máxima (kg)	RESISTENCIA (kg/cm ²)
7	C8	26,01	1.776	510	20
28	C9	26,01	1.768	570	22

Como es evidente en las tablas de resultados de resistencia a la compresión en las probetas cúbicas, el valor disminuye cuantitativamente a medida que se le agrega más cantidad de Pego, sin embargo las muestras no dejan de ser factibles para implementarlas en uso de morteros como se muestra en la tabla 5.18.

Tabla 5.18 Resistencia requerida para el uso del mortero.

Mezclas	Resistencia obtenida Kg/cm^2	Resistencia requerida Para revestimiento o friso de paredes $30 Kg/cm^2$
Pego - 10%	61	Cumple
Pego - 20%	51	Cumple
Pego - 30%	22	No cumple

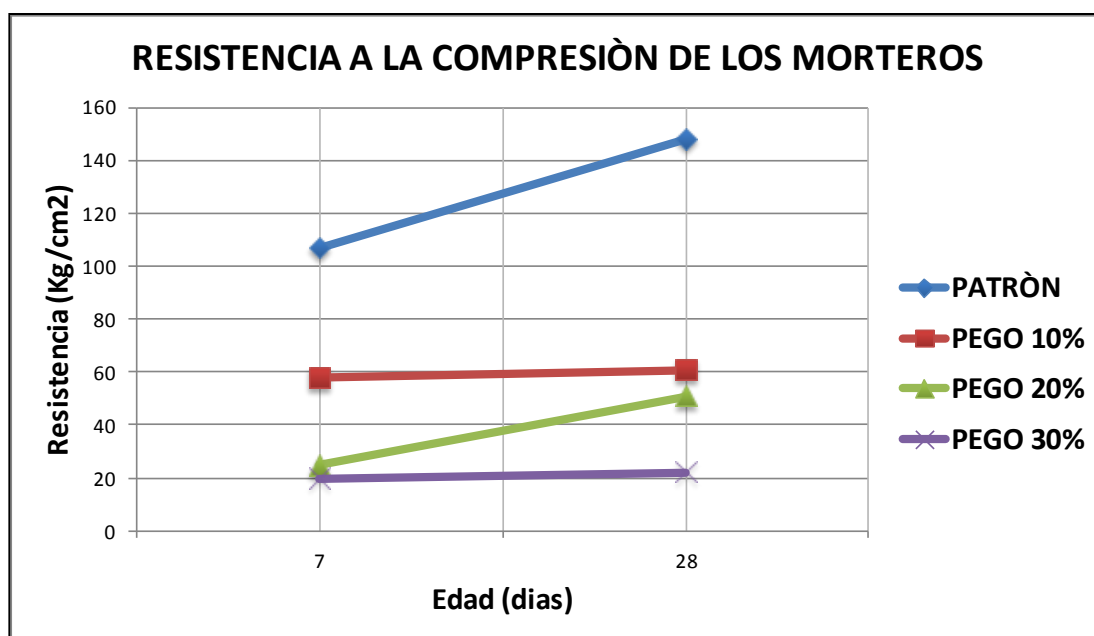


Figura 5.8 Resistencia a la compresión de los morteros.

5.5 Resistencia al fuego del mortero

Este ensayo se le realizó a las probetas cubicas a la edad de 28 días, suministrándole 5cc de gasolina por cada muestra para luego encenderlas y tomar el tiempo que tarda en extinguirse el fuego.



Figura 5.9 Suministro de gasolina y encendido de las probetas.

Tabla 5.19 Resultados del ensayo de resistencia al fuego.

Tipo de mezcla	Cantidad de gasolina (cc)	Tiempo sometida al fuego (s)	Resistencia al fuego	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
PATRÓN	15	40	BAJA	132
Pego - 10%	15	41	REGULAR	73
Pego - 20%	15	39	REGULAR	48
Pego - 30%	15	37	REGULAR	23

Luego de realizar el ensayo del fuego y observar los resultados que arrojó el mismo, se concluye que la mezcla patrón es menos volátil en comparación con las experimentales. Por otra parte se aprecia que a medida que el porcentaje de pego es mayor el tiempo del mortero en llamas disminuye entre las muestras experimentales, sin embargo también se observó que algunas mezclas aumentaron su resistencia después de estar bajo el efecto del fuego por más tiempo y otras perdieron resistencia.

En relación a estas conclusiones se elaboró un resumen comparativo que se muestra en las tablas 5.20 donde se aprecia más claramente dichas conclusiones.

Tabla 5.20 Características mecánicas de cada mezcla.

Tipo de mezcla Tipo de ensayo	ESTADO FRESCO			
	PATRON	PEGO - 10%	PEGO - 20%	PEGO - 30%
Resistencia a la compresión a los 28 días (kg/cm ²)	148	61	51	22
Tiempo sometida al fuego (s)	40	41	39	37
Resistencia a la compresión a los 28 días luego de estar bajo la acción del fuego (kg/cm ²)	132	73	48	23

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.

1. Los ensayos realizados al agregado fino en su mayoría arrojaron valores satisfactorios dentro de las normas establecidas, exceptuando el peso unitario, el cual resulto ser menor. Sin embargo el contenido de humedad de la arena dio un resultado aceptable por lo que se consideró válida para estudiar el comportamiento de los morteros experimentales compuestos por pego y arena amarilla. Por otra parte el valor arrojado de la humedad supera el valor de la absorción teniendo valores de 3,2% y 0,49% respectivamente, lo que significa que el agregado le aporta agua a la mezcla.
2. El pego es un mortero en polvo para la instalación de baldosas, elaborado a base de cemento, sílice y aditivos orgánicos que mejoran el trabajo y tiene propiedades definidas como retención de agua y adherencia. Al material no se le realizó ningún tipo de análisis químico, debido a que es un producto fabricado cuyos usos y propiedades ya han sido estudiados por expertos en la materia. Al emplear el pego como un conglomerante que sustituya el cemento en diversos porcentajes, lo que se busca es conocer el comportamiento de este material en las mezclas y los resultados obtenidos.
3. Se seleccionó la dosificación de 7:3 porque de todas las realizadas presentó una resistencia a los 28 días de 148 Kg/cm^2 cumpliendo con el uso establecido para el mortero, contemplando también el uso de este material para revestimiento o friso en paredes.

4. El uso del pego en las mezclas de mortero presentó resultados en cuanto a fluidez aceptable. El incremento de % de pego en las mezclas aumenta su fluidez, es decir la consistencia de las mezclas con pego es mejor con respecto a la mezcla patrón.
5. El incorporar pego a la mezclas ocasiona algunas variaciones considerables en el estado fluido y endurecido del mortero convencional, notándose que el peso unitario disminuye de 2.183 Kg/m³ a 2.063 Kg/m³ a medida que se va aumentando la cantidad de pego 10% a 30% respectivamente. Se pudo notar que la resistencia al fuego que presentaron las muestras experimentales en algunos casos disminuyeron y en otras aumentaron en cuanto a resistencia a la compresión y apariencia, sin embargo son resultados aceptables.
6. Los resultados obtenidos de la mezcla patrón y las experimentales demostraron que el uso del pego, afecta notablemente las características físicas y mecánicas de los morteros, ya que la resistencia del mortero disminuye a medida que el porcentaje de pego aumenta. Sin embargo, las resistencias obtenidas de 10% y 20% de pego cumplen con la resistencia requerida para ser usada en revestimiento de paredes o friso. Por otra parte la mezcla de 30% de pego no cumplió con la resistencia requerida, por lo que no se puede emplear como mortero para revestimiento de paredes o friso.
7. La creación de morteros elaborados con pego en conjunto con el cemento, arena amarilla y agua, constituye una medida que sustituye la cantidad de cemento utilizada para elaborar morteros y a su vez se le da un uso constructivo a la arena amarilla como agregado, que además es muy predominante en la región, ligado a esto también se promueve el incluir el pego como un material cementante, debido al difícil acceso del cemento que hoy en día cuesta tanto conseguirlo.

Recomendaciones.

1. Interpretar las normas COVENIN de manera que los ensayos se hagan lo más correcto posible.
2. Se recomienda el estudio del pega como material cementante.
3. Realizar un estudio del comportamiento del pega usándolo como parte del agregado fino.
4. Determinar la durabilidad del mortero a base de pega ante los embates ambientales y condiciones de temperatura.
5. Realizar un estudio de costos sobre el uso del pega en aplicaciones a la construcción.

REFERENCIAS

Arias, F. (2006) **EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**. (Tercera Edición). Caracas Venezuela: Editorial Episteme. (pp. 20-21; 31).

Avanto, F. (1996). **TECNOLOGIA DEL CONCRETO**. Editorial San Marcos. Lima, Peru. (pp. 15-85).

Azkárate, I., et al. (2005). **MORTEROS ESPECIALES**. AFAM. Madrid, España. (pp. 9-75).

Balestrini, M. (2006). **CÓMO SE ELABORA EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**. (7^a Ed.). BL Consultores Asociados, Servicio Editorial Caracas.

Cesar Badell. (2009). **ANÁLISIS DE MERCADO DE LOS PEGOS EN VENEZUELA**. Tesis de postgrado. Escuela de economía empresarial, Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela.

Collado, P. (2005). **CONTROL DE EJECUCIÓN DE TABIQUERÍAS Y CERRAMIENTOS**. Editorial Lex Nova, España, (pp. 71-79).

COVENIN (1998). **CEDAZOS DE ENSAYO 254:98**. Fondonorma, Caracas.

COVENIN (1998). **AGREGADOS. EXTRACCIÓN DE MUESTRAS PARA MORTEROS Y CONCRETO 270:98**. Fondonorma, Caracas.

COVENIN (1998). **AGEGADOS. DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA. COVENIN 255:98.** Fondonorma, Caracas.

COVENIN (1998). **AGREGADO FINO. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y LA ABSORCIÓN. COVENIN 268:98.** Fondonorma, Caracas.

COVENIN (1979). **MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR POR SECADO, EL CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL Y SUPERFICIAL EN EL AGREGADO 1375:79.** Fondonorma, Caracas.

COVENIN (1993). **CEMENTO PORTLAND. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MORTEROS EN PROBETAS CÚBICAS DE 50,8 MM DE LADO. COVENIN 484:93. (3ª Revisión.).** Fondonorma, Caracas.

COVENIN (1993). **CEMENTO PORTLAND, ESPECIFICACIONES. COVENIN 28:93. (5ª Revisión.).** Fondonorma, Caracas.

COVENIN (1977) **MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN CUALITATIVA DE IMPUREZAS ORGÁNICAS EN ARENAS PARA CONCRETO (ENSAYO COLORIMÉTRICO). COVENIN 256:77.** Fondonorma, Caracas.

COVENIN (2000). **CONCRETO Y MORTERO. AGUA DE MEZCLADO. REQUISITOS. COVENIN 2385:2000.** Fondonorma, Caracas.

COVENIN (1980). **MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL FLUJO DE CONCRETO POR MEDIO DE LA MESA DE CAÍDAS.**COVENIN 1610:80. Fondonorma, Caracas.

COVENIN (1978). **MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO DEL AGREGADO.**COVENIN 263:78. Fondonorma, Caracas.

Crespo, S. (2010). **MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN PARA EDIFICACIÓN Y OBRA CIVIL.** Editorial Club Universitario, España.

Francisco Javier Castilla Pascual. (2004). **ESTABILIZACIÓN DE MORTEROS DE BARRO PARA LA PROTECCIÓN DE MUROS DE TIERRA.** Tesis doctoral. Escuela de arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid, España.

Guillermo Leonidas Guerrero Alarcón. (1998). **ANÁLISIS DE MEZCLAS PARA MORTEROS DE ENLUCIDOS UTILIZANDO ARENA CUARCÍFERA DE LA FORMACIÓN HOLLIN.** Tesis de grado. Escuela de ingeniería, Escuela superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.

I.N.V. E-325-07 **“FLUIDEZ DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (MESA DE FLUJO)”.**

Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W. y Tanesi, J. (2004) **DISEÑO Y CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO.** Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, México D.F., (pp. 3-401).

Morteros en estado endurecido. [Página Web en línea]. Disponible: **AFAM**, www.construmatica.com.

Mortero según el concepto. [Página Web en línea]. Disponible: http://www.concretonline.com/index.php?option=com_content&task=view&id=212&Itemid=32.

Morteros según el sistema de fabricación. Página Web en línea]. Disponible:(http://www.construmatica.com/construpedia/Introducci%C3%B3n_a_los_Morteros).

Porrero, J., Ramos, C., Grases, J. y Velazco, G. (2009). **MANUAL DEL CONCRETO ESTRUCTURAL**. (3ª Ed.). Editorial Sidetur, Caracas, (pp. 36-460).

Porrero, J., Ramos, C. y Grases, J. (1987). **MANUAL DEL CONCRETO FRESCO**. (3ª Ed.). Editorial Sidetur, Caracas, Venezuela. (pp. 46-304).

Rodríguez, O. (2003). **MORTEROS. GUÍA GENERAL**. AFAM, Madrid, España. (pp. 7-44).

Sabino, C. (2006) **EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**. Caracas Venezuela: Editorial Panapo. (pp. 100).

Sampieri, R. (2006). **METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN**. Editorial Mc Graw Hill. México. (pp. 103).

Tamayo, M. (2005). **EL PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**. (4ª Ed.). Editorial Limusa, S.A., México D.F. (pp. 92; 325).

APÉNDICES

APÉNDICE A

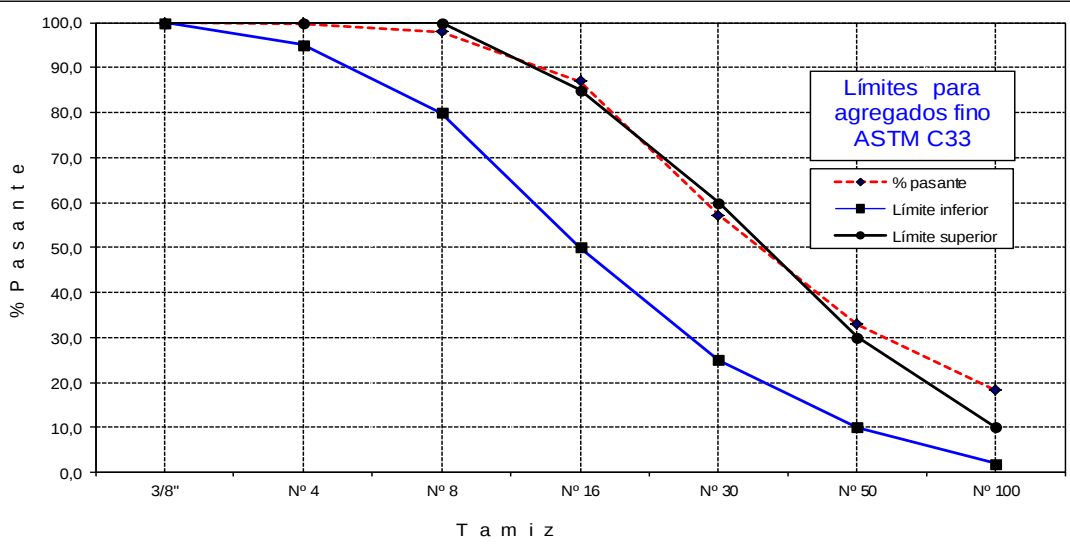
ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD EN EL AGREGADO FINO

A.1 Composición granulométrica del agregado fino.

 INGECONTROL INGENIERIA DE INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD J-09502546-2	ENSAYO PARA DETERMINAR LA COMPOSICIÓN GRANULOMÉTRICA DE AGREGADOS FINO PARA CONCRETO (ASTM C 136) (AASHTO T-27)		ING-CON-09-TES Fecha elab. 2002 Última Rev. enero-07
	INSTITUCIÓN: UDO, Núcleo Bolívar TRABAJO: Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil		
	PROPUESTA: Elaboración de mortero con Cemento		
MATERIAL: Arena		PROVENIENTE: Ciudad Bolívar - Estado Bolívar	
TESISTAS: Annyomar del Valle Farias Guzman / Angelo de Jesus Valera Sanchez		FECHA: 12-nov-16	

Pesos (grs.)	Tamiz	Peso Ret. (grs.)	Retenido (%)	Retenido Acum. (%)	Pasante (%)	Límites para ag. finos
Peso neto muestra	3/4"					
Peso retenido acumulado Nº 4	1/2"					
Peso pasa Nº 4	3/8"	0,0	0,0	0,0	100,0	100 100
Peso muestra antes de lavarla	Nº 4	0,8	0,2	0,2	99,8	95 100
Peso muestra después de lavarla	Nº 8	9,2	2,0	2,1	97,9	80 100
OBSERVACIONES La arena cumple con los límites granulométricos especificado en la norma, para agregado fino utilizado en la elaboración de mezclas de concreto.	Nº 16	51,6	11,0	13,1	86,9	50 85
	Nº 30	139,8	29,7	42,8	57,2	25 60
	Nº 50	114,2	24,3	67,1	32,9	10 30
	Nº 100	69,0	14,7	81,7	18,3	2 10
	pasa Nº 100	85,9	18,3	100,0		

Módulo de finura	Σ % retenido acumulado / 100 = 2,1
-------------------------	---



Límites para agregados fino ASTM C33

- % pasante
- Límite inferior
- Límite superior

REALIZADO POR: _____	REVISADO POR: Jesús Gutiérrez	APROBADO POR: Leudis Astudillo
Fecha: 12-nov-16	Fecha: 12-nov-16	Fecha: 12-nov-16

Zona Industrial Matanzas Sur, UD-321 Manz. 7 Edificio Ingecontrol, Ciudad Guayana Edo. Bolívar Telfs. (0286) 9943884-9943883 Fax (0286) 9941347 E-mail: laboratorio@ingecontrol.com

A.2 Ensayo de contenido de humedad del agregado fino.

 INGECONTROL INGENIERIA DE INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD J-09502546-2		CONTENIDO DE HUMEDAD DETERMINACIÓN EN LABORATORIO (ASTM D2216-92)		ING-SUE-04-TES Fecha elab. 2002 Última Rev. enero-07	
		Pág. 1 de 1			
		INSTITUCIÓN: UDO, Núcleo Bolívar TRABAJO: Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil PROPUESTA: Elaboración de mortero con Cemento MATERIAL: Arena PROVENIENTE: Ciudad Bolívar - Estado Bolívar TESISTAS: Annyomar del Valle Farias Guzman / Angelo de Jesus Valera Sanchez FECHA: 11-nov-16			

Nº DE LA MUESTRA	Humedad Natural					
Nº DE CAPSULA	099	A2-6				
PESO TOTAL HÚMEDO WTH	101,00	88,32				
PESO TOTAL SECO WTD	98,01	85,84				
PESO DE LA CAPSULA T	8,29	7,22				
PESO DEL AGUA WW = WTH-WTD	2,99	2,48				
PESO DEL SUELO SECO Wd = WTD-T	89,72	78,62				
% DE HUMEDAD W% = Ww/Wd*100	3,3	3,2				
CONT. DE HUMEDAD PROMEDIO W%	3,2					

Nº DE LA MUESTRA						
Nº DE CAPSULA						
PESO TOTAL HÚMEDO WTH						
PESO TOTAL SECO WTD						
PESO DE LA CAPSULA T						
PESO DEL AGUA WW = WTH-WTD						
PESO DEL SUELO SECO Wd = WTD-T						
% DE HUMEDAD W% = Ww/Wd*100						
CONT. DE HUMEDAD PROMEDIO W%						

Nº DE LA MUESTRA						
Nº DE CAPSULA						
PESO TOTAL HÚMEDO WTH						
PESO TOTAL SECO WTD						
PESO DE LA CAPSULA T						
PESO DEL AGUA WW = WTH-WTD						
PESO DEL SUELO SECO Wd = WTD-T						
% DE HUMEDAD W% = Ww/Wd*100						
CONT. DE HUMEDAD PROMEDIO W%						

REALIZADO POR:	REVISADO POR: <u>Jesús Gutiérrez</u>	APROBADO POR: <u>Leudis Astudillo</u>
FECHA: <u>11-nov-16</u>	FECHA: <u>11-nov-16</u>	FECHA: <u>11-nov-16</u>

Zona Industrial Matanzas Sur, UD-321 Manz. 7 Edificio Ingecontrol, Ciudad Guayana Edo. Bolívar Telfs. (0286) 994 1884-994 1883 Fax (0286) 994 1347 E-mail: laboratorio@ingecontrol.com

A.3 Ensayo de peso unitario del agregado fino.

 INGECONTROL INGENIERIA DE INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD J-09502546-2		DETERMINACION DEL PESO UNITARIO (COVENIN 263) (ASTM C29)		ING-CON-07-TES																															
				Fecha elab. 2002																															
				Ultima rev.	enero-07																														
INSTITUCIÓN: <u>UDO, Núcleo Bolívar</u> TRABAJO: <u>Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil</u> PROPUESTA: <u>Elaboración de mortero con Cemento</u> MATERIAL: <u>Arena</u> PROVENIENTE: <u>Ciudad Bolívar - Estado Bolívar</u> TESISTAS: <u>Annyomar del Valle Farias Guzman / Angelo de Jesus Valera Sanchez</u> FECHA: <u>11-nov-16</u>																																			
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;">1.-</td> <td style="width: 85%;">PESO DEL RECIPIENTE</td> <td style="width: 10%; text-align: right;">3,340</td> <td style="width: 10%;">Kg.</td> </tr> <tr> <td>2.-</td> <td>PESO DEL RECIPIENTE + AGUA</td> <td style="text-align: right;">6,366</td> <td>Kg.</td> </tr> <tr> <td>3.-</td> <td>PESO NETO DEL AGUA</td> <td style="text-align: right;">3,026</td> <td>Kg.</td> </tr> <tr> <td>4.-</td> <td>TEMPERATURA DEL AGUA</td> <td style="text-align: right;">24</td> <td>°C</td> </tr> <tr> <td>5.-</td> <td>PESO UNITARIO DEL AGUA</td> <td style="text-align: right;">997,54</td> <td>Kg.</td> </tr> <tr> <td>6.-</td> <td>FACTOR DE CALIBRACIÓN</td> <td style="text-align: right;">329,66</td> <td>(5/3) (1) m³</td> </tr> </table>						1.-	PESO DEL RECIPIENTE	3,340	Kg.	2.-	PESO DEL RECIPIENTE + AGUA	6,366	Kg.	3.-	PESO NETO DEL AGUA	3,026	Kg.	4.-	TEMPERATURA DEL AGUA	24	°C	5.-	PESO UNITARIO DEL AGUA	997,54	Kg.	6.-	FACTOR DE CALIBRACIÓN	329,66	(5/3) (1) m³						
1.-	PESO DEL RECIPIENTE	3,340	Kg.																																
2.-	PESO DEL RECIPIENTE + AGUA	6,366	Kg.																																
3.-	PESO NETO DEL AGUA	3,026	Kg.																																
4.-	TEMPERATURA DEL AGUA	24	°C																																
5.-	PESO UNITARIO DEL AGUA	997,54	Kg.																																
6.-	FACTOR DE CALIBRACIÓN	329,66	(5/3) (1) m³																																
PESO UNITARIO COMPACTO <table style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;"></th> <th style="width: 20%;">Ensayo Nº 1</th> <th style="width: 20%;">Ensayo Nº 2</th> <th style="width: 20%;">Ensayo Nº 3</th> <th style="width: 20%;">Ensayo Nº 4</th> <th style="width: 15%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.-</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">3,340</td> <td>Kg.</td> </tr> <tr> <td>2.-</td> <td style="text-align: center;">7,658</td> <td style="text-align: center;">7,592</td> <td style="text-align: center;">7,355</td> <td style="text-align: center;">7,491</td> <td>Kg.</td> </tr> <tr> <td>3.-</td> <td style="text-align: center;">4,318</td> <td style="text-align: center;">4,252</td> <td style="text-align: center;">4,015</td> <td style="text-align: center;">4,151</td> <td>Kg.</td> </tr> <tr> <td>4.-</td> <td style="text-align: center;">1.423</td> <td style="text-align: center;">1.402</td> <td style="text-align: center;">1.324</td> <td style="text-align: center;">1.368</td> <td>Kg/m³</td> </tr> </tbody> </table>							Ensayo Nº 1	Ensayo Nº 2	Ensayo Nº 3	Ensayo Nº 4		1.-	3,340				Kg.	2.-	7,658	7,592	7,355	7,491	Kg.	3.-	4,318	4,252	4,015	4,151	Kg.	4.-	1.423	1.402	1.324	1.368	Kg/m³
	Ensayo Nº 1	Ensayo Nº 2	Ensayo Nº 3	Ensayo Nº 4																															
1.-	3,340				Kg.																														
2.-	7,658	7,592	7,355	7,491	Kg.																														
3.-	4,318	4,252	4,015	4,151	Kg.																														
4.-	1.423	1.402	1.324	1.368	Kg/m³																														
PESO UNITARIO SUELTO <table style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;"></th> <th style="width: 20%;">Ensayo Nº 1</th> <th style="width: 20%;">Ensayo Nº 2</th> <th style="width: 20%;">Ensayo Nº 3</th> <th style="width: 20%;">Ensayo Nº 4</th> <th style="width: 15%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.-</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">3,340</td> <td>Kg.</td> </tr> <tr> <td>2.-</td> <td style="text-align: center;">7,074</td> <td style="text-align: center;">7,052</td> <td style="text-align: center;">7,087</td> <td style="text-align: center;">7,152</td> <td>Kg.</td> </tr> <tr> <td>3.-</td> <td style="text-align: center;">3,734</td> <td style="text-align: center;">3,712</td> <td style="text-align: center;">3,747</td> <td style="text-align: center;">3,812</td> <td>Kg.</td> </tr> <tr> <td>4.-</td> <td style="text-align: center;">1.231</td> <td style="text-align: center;">1.224</td> <td style="text-align: center;">1.235</td> <td style="text-align: center;">1.257</td> <td>Kg/m³</td> </tr> </tbody> </table>							Ensayo Nº 1	Ensayo Nº 2	Ensayo Nº 3	Ensayo Nº 4		1.-	3,340				Kg.	2.-	7,074	7,052	7,087	7,152	Kg.	3.-	3,734	3,712	3,747	3,812	Kg.	4.-	1.231	1.224	1.235	1.257	Kg/m³
	Ensayo Nº 1	Ensayo Nº 2	Ensayo Nº 3	Ensayo Nº 4																															
1.-	3,340				Kg.																														
2.-	7,074	7,052	7,087	7,152	Kg.																														
3.-	3,734	3,712	3,747	3,812	Kg.																														
4.-	1.231	1.224	1.235	1.257	Kg/m³																														
PESO UNITARIO COMPACTO					1.379 Kg/m³																														
PESO UNITARIO SUELTO					1.237 Kg/m³																														
OBSERVACIONES: _____ _____ _____																																			
REALIZADO POR: _____ REVISADO POR: <u>Jesús Gutiérrez</u> APROBADO POR: <u>Leudis Astudillo</u> FECHA: <u>11/11/2016</u> FECHA: <u>11/11/2016</u> FECHA: <u>11/11/2016</u>																																			
Zona Industrial Matanzas Sur, UD-321 Manz. 7 Edificio Ingecontrol, Ciudad Guayana Edo. Bolívar Telfs. (0286) 994 384-994 383 Fax (0286) 994 347 E-mail: laboratorio@ingecontrol.com																																			

A.4 Ensayo de peso específico del agregado fino.

 INGECONTROL INGENIERIA DE INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD J-09502546-2		DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO (COVENIN 268) (ASTM C128)		ING-CON-04-TES Fecha elab. 2002	
				Última rev.	enero-07
INSTITUCIÓN: <u>UDO, Núcleo Bolívar</u>		TRABAJO: <u>Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil</u>			
PROPUESTA: <u>Elaboración de mortero con Cemento</u>					
MATERIAL: <u>Arena</u>		PROVENIENTE: <u>Ciudad Bolívar - Estado Bolívar</u>			
TESISTAS: <u>Annyomar del Valle Fariás Guzman / Angelo de Jesus Valera Sanchez</u>		FECHA: <u>12 de noviembre del 2016</u>			
2- DATOS					
2.1	PESO DEL PICNOMETRO VACIO	$W_0 =$	<u>94,4</u>	Grs.	
2.2	PESO DEL PICNOMETRO + PESO ARENA	$W_2 =$	<u>593,33</u>	Grs.	
2.3	PESO DEL PICNOMETRO + ARENA + AGUA	$W_p =$	<u>963,6</u>	Grs.	
2.4	PESO ARENA SECA + TARA	$W_3 =$	<u>712,4</u>	Grs.	
2.5	PESO DEL PICNOMETRO + AGUA	$W_a =$	<u>654,5</u>	Grs.	
2.6	PESO TARA	$W_t =$	<u>215,9</u>	Grs.	
3- CALCULOS					
3.1	PESO ARENA (SATURADA CON SUPERFICIE SECA) $W = W_2 - W_0 =$ <u>593,33</u> - <u>94,4</u> = <u>498,9</u> Grs.				
3.2	PESO ARENA SECA $W_1 = W_3 - W_t =$ <u>712,4</u> - <u>215,9</u> = <u>496,5</u> Grs.				
3.3	PESO ESPECIFICO $\frac{W_1}{W_a + W - W_p} = \frac{496,5}{654,5 + 498,9 - 963,61} = \underline{\underline{2,616}}$				
3.4	PESO ESPECIFICO (SATURADO CON SUPERFICIE SECA) $\frac{W}{W_a + W - W_p} = \frac{498,9}{654,5 + 498,9 - 963,61} = \underline{\underline{2,628}}$				
3.5	PESO ESPECIFICO APARENTE $\frac{W_1}{W_a + W_1 - W_p} = \frac{496,5}{654,5 + 496,5 - 963,61} = \underline{\underline{2,650}}$				
3.6	ABSORCION $\frac{W - W_1}{W_1} * 100 = \frac{498,9 - 496,5}{496,5} * 100 = \underline{\underline{0,49}}$				
REALIZADO POR: _____		REVISADO POR: <u>Jesús Gutiérrez</u>		APROBADO POR: <u>Leudis Astudillo</u>	
FECHA: <u>12/11/2016</u>		FECHA: <u>12/11/2016</u>		FECHA: <u>12/11/2016</u>	
Zona Industrial Matanzas Sur, UD-321, Manz. 7 Edificio Ingecontrol, Ciudad Guayana Edo. Bolívar Telfs. (0286) 9941884-9941883 Fax (0286) 9941347 E-mail: laboratorio@ingecontrol.com					

A.5 Ensayo de impurezas orgánicas del agregado fino.

 INGECONTROL INGENIERIA DE INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD J-09502546-2	DETERMINACION CUALITATIVA DE IMPUREZAS ORGANICAS EN LAS ARENAS (ENSAYO COLORIMETRICO) (COVENIN 256) (ASTM C40-04)		ING-CON-TES																			
			Fecha elab. 2003																			
			Última Rev.	Sept. 2010																		
INSTITUCIÓN: UDO, Núcleo Bolívar TRABAJO: Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil																						
PROPUESTA: Elaboración de mortero con Cemento																						
MATERIAL: Arena PROVENIENTE: Ciudad Bolívar - Estado Bolívar																						
TESISTAS: Annyomar del Valle Farias Guzman / Angelo de Jesus Valera Sanchez FECHA: 12-nov-16																						
PESO DE LA MUESTRA UTILIZADA 250,0 Grs. SOLUCIÓN UTILIZADA HIDROXIDO DE SODIO AL 3% TIEMPO EN REPOSO 24 Horas <table border="0"> <thead> <tr> <th>Nº DEL COLOR PATRON GARDNER</th> <th>COLOR DE REFERENCIA (VIDRIOS)</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td> <td>1</td> <td></td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>3</td> <td>(STANDAR)</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td>4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>16</td> <td>5</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> COLOR DE REFERENCIA OBTENIDO EN LA MUESTRA DE ENSAYO: DOS (1)					Nº DEL COLOR PATRON GARDNER	COLOR DE REFERENCIA (VIDRIOS)		5	1		8	2		11	3	(STANDAR)	14	4		16	5	
Nº DEL COLOR PATRON GARDNER	COLOR DE REFERENCIA (VIDRIOS)																					
5	1																					
8	2																					
11	3	(STANDAR)																				
14	4																					
16	5																					
CONCLUSIONES																						
El material, es apto para ser usado en la elaboración de mezcla de concreto, desde el punto de vista cualitativo del contenido de impurezas orgánicas.																						
REALIZADO POR: Annyomar F. / Angelo V. REVISADO POR: Jesús Gutiérrez APROBADO POR: Leudis Astudillo																						
FECHA: 12/11/2016 FECHA: 12/11/2016 FECHA: 12/11/2016																						
Matanzas Sur, UD-321, Manz. 7 Edificio Ingecontrol, Ciudad Guayana Edo. Bolívar Telfs. (0286) 9941884-9941883 Fax (0286) 9941347 E-mail: laboratorio@ingec																						

APÉNDICE B

ENSAYOS DE LABAROTARIO PARA DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS FISICAS DEL MORTERO EN ESTADO FRESCO

Tabla B.1 Ensayo de exudación a la mezcla patrón y experimental.

TIPO DE MEZCLA	VOLUMEN (CM ³)	PESO DE LA MUESTRA (g)	HORA	EXUDACIÓN (ml)						% EXUDACIÓN
				10min	20min	30min	40min	70min	100min	
PATRÓN	350	1124,23	9:35	2,8	2,4	2	1,6	1	0,2	2,5
PEGO 10%		1024,1	9:40	2,6	2,4	1,8	1,2	0,5	0	1,4
PEGO 20%		1014,84	9:50	2	1,5	0,8	0,5	0,2	0	0,8
PEGO 30%		1010,61	10:00	1,5	0,8	0,5	0,2	0,1	0	0,5

Tabla B.2 Ensayo de peso unitario a la mezcla patrón y experimental.

Peso de la tara (gr)	Volumen de la tara (cm³)	Mezcla	Peso del mortero + tara	Peso del mortero	Peso unitario del mortero (kg/cm³)
22,58	111,69	PATRÓN	266,35	243,77	2.183
		PEGO-10%	260,96	238,38	2.134
		PEGO-20%	256,44	233,86	2.094
		PEGO-30%	253	230,42	2.063

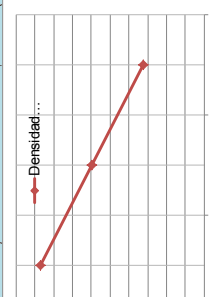
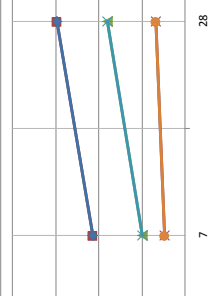
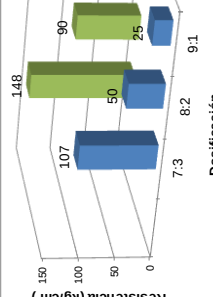
Tabla B.3 Ensayo de Fluidez a la mezcla patrón y experimental.

MUESTRA	N° DE LECTURAS	DIÁMETRO (cm)	PROMEDIO (cm)	% DE FLUIDEZ
PATRÓN	1	20,64	20,59	105,9
	3	20,31		
	2	20,76		
	4	20,64		
PEGO-10%	1	21,96	21,43	114,3
	3	21,07		
	2	20,85		
	4	21,84		
PEGO-20%	1	21,65	21,57	115,7
	3	21,71		
	2	21,63		
	4	21,29		
PEGO-30%	1	18,85	19,47	94,7
	3	19,64		
	2	20,09		
	4	19,3		

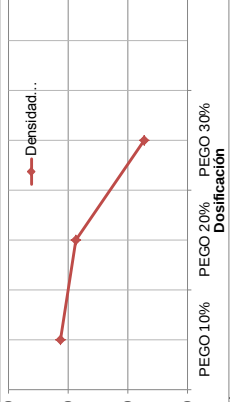
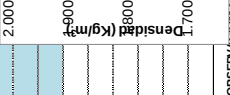
APÉNDICE C

ENSAYOS DE LABORATORIO PARA DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL MORTERO EN ESTADO ENDURECIDO

C.1. Ensayo de resistencia a la compresión para determinar la dosificación del mortero patrón.

FORMATO ING-CON-03		Fecha elab. 2002																
Última rev.																		
ENSAYOS A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CUBICAS DE PIEDRA NATURAL Designación normas (COVENIN 1465) (ASTM C170)																		
INGECONTROL INGENIERIA DE INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD J-0950246-2		UD 321, Zona Industrial Matanzas Sur, Edif. Ingecontrol. Telf. 0286-9941884 / 9941883 Fax 0286-9941347 E-mail: laboratorio@ingecontrol.com																
Instituto: UDO, Núcleo Bolívar		Propuesta de tesis de grado: Elaboración de mortero con pega																
Página 1 de 1		Fecha: 22/11/2016																
Características de los equipos utilizados para el ensayo																		
Marca: BERTEST Modelo: CMP-150 Serial N°: 1235 Fecha de calibración: 28 de enero de 2016 Certificado de calibración N°: LCF-0251	Marca: Balanza digital Modelo / tipo: EC30 Serial N°: 80313810519 Fecha de calibración: 28 de enero de 2016 Certificado de calibración N°: LCM-0356																	
Tipos de fracturas más comunes observadas, después del ensayo																		
   																		
PROBETA NÚMERO																		
Laboratorio	Campo	Fecha de toma	Descripción	Edad (días)	Hora de ensayo	Fecha de ensayo	MEDIDAS (cm)		Peso (gf)	Volumen (cm³)	Área (cm²)	Densidad (Kg/m³)	Carga de ruptura (Kg)	Resistencia obtenida (Kg/cm²)	Resistencia requerida (Kg/cm²)	%obtenido	Tipo de fractura	
1	1-1	22-11-16	Dosificación arena-cemento (7:3)	7		29-11-16	Lado 1	Lado 2	Altura									
2	1-2	22-11-16		28		20-12-16	5,07	5,06	5,10	258,20	130,84	25,65	1,973	2,740	107		B	
3	1-3	22-11-16		28		20-12-16	5,07	5,08	5,00	256,00	128,78	25,76	1,988	3,810	148		A	
4	2-1	22-11-16	Dosificación arena-cemento (8:2)	7		29-11-16	5,10	5,20	5,02	263,80	133,13	26,52	1,982	1,320	50		B	
5	2-2	22-11-16		28		20-12-16	5,05	5,20	5,06	262,35	132,88	26,26	1,974	2,360	90		A	
6	2-3	22-11-16		28		20-12-16												
7	3-1	22-11-16	Dosificación arena-cemento (9:1)	7		29-11-16	5,10	5,04	5,10	259,60	131,09	25,70	1,980	630	25		B	
8	3-2	22-11-16		28		20-12-16	5,10	5,06	5,10	259,30	131,61	25,81	1,970	870	34		A	
9	3-3	22-11-16		28		20-12-16												
10																		
Gráficos:				  														
Institución UDO, Núcleo Bolívar				Tesis				Ingecontrol										
Nombre: UDO, Núcleo Bolívar Tutor académico: Fecha: 22-nov-16				Nombre 1: Anyomar del Valle Farías Guzmán Nombre 2: Ángel de Jesús Valera Sánchez Fecha: 22-nov-16				Ensayado por: Darwin Romero Realizado por: Jesús Gutiérrez Revisado por: Luis Astudillo Fecha: 22-nov-16										
Firma				Firma 1				Firma 2				Firma						

C.2. Ensayo de resistencia a la compresión a las probetas cubicas de las mezclas experimentales.

INGECONTROL		FORMATO ING-CON-03-TES																	
INGENIERIA DE INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD		Fecha elab. 2002																	
J-09502546-2		Última rev.																	
ENSAYOS A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CUBICAS DE PIEDRA NATURAL Designación normas (COVENIN 1465) (ASTM C170)																			
UD 221, Zona Industrial Matanzas Sur, Edif. Ingecontrol, Telf.: 0266-9941884 / 9941883 Fax: 0266-9941347 E-mail: laboratorio@ingecol.com		Página 1 de 1	Fecha: 23/11/2016																
Instituto: UDO, Núcleo Bolívar Propuesta de tesis de grado: Elaboración de mortero con pego																			
Tipos de fracturas más comunes observadas, después del ensayo																			
   																			
Características de los equipos utilizados para el ensayo																			
Marca: IBERTEST Modelo: CMP-150 Serial N°: 1235 Fecha de Calibración: 28 de enero de 2016 Certificado de calibración N°: LCF-0251		Marca: Balanza digital Modelo / tipo: EC30 Serial N°: 80313810519 Fecha de calibración: 28 de enero de 2016 Certificado de calibración N°: LCM-0356																	
PROBETA A NÚMERO																			
Laboratorio	Campo	Fecha de toma	Descripción	Edad (días)	Horas de ensayo	Fecha de ensayo	MEDIDAS (cm)	Peso (gr)	Volumen (cm³)	Área (cm²)	Densidad (Kg/m³)	Carga de ruptura (Kg)	Resistencia obtenida (Kg/cm²)	Resistencia requerida (Kg/cm²)	% obtenido	Tipo de fractura			
10	4	23-11-16	PEGO 10% arena-cemento-pegó (7:2:1)	7		30-11-16	Lado 1: 5.10, Lado 2: 5.08	247.66	129.54	25.91	1.912	1.500	58			A			
11	5	23-11-16		28		21-12-16	5.08, 5.10, 5.00	247.90	129.54	25.91	1.914	1.570	61			A			
12	6	23-11-16		7		30-11-16	5.10, 5.20, 5.00	247.50	132.60	26.52	1.867	660	25			D			
14	7	23-11-16	PEGO 20% arena-cemento-pegó (7:1:2)	28		21-12-16	5.20, 5.09, 5.00	252.50	132.34	26.47	1.908	1.340	51			B			
15	8	23-11-16		7		30-11-16	5.10, 5.10, 5.00	230.98	130.05	26.01	1.776	510	20			B			
16	8	23-11-16	PEGO 30% arena-cemento-pegó (7:0:3)	28		21-12-16	5.10, 5.10, 5.00	229.88	130.05	26.01	1.768	570	22			B			
17	9	23-11-16		7		30-11-16	5.10, 5.10, 5.00	229.88	130.05	26.01	1.768	570	22			B			
18		23-11-16																	
OBSERVACIONES:				 															
Institución				Tesistas				Ingecontrol											
Nombre: UDO, Núcleo Bolívar Tutor académico: UDO, Núcleo Bolívar Fecha: 23-nov-16				Nombre 1: Anyomar del Valle Fátima Guzman Nombre 2: Angello de Jesús Valera Sánchez Fecha: 23-nov-16				Ensayado por: Darwin Romero Realizado por: Jesús Gutiérrez Revisado por: Leidis Astudillo Fecha: 23-nov-16											
Firma				Firma 1				Firma 2				Firma							

[illegible]

ANEXOS

ANEXOS 1

**NORMAS VENEZOLANAS COVENIN UTILIZADAS
255:98, 1375:79, 263:78, 268:98, 270:98, 484:93, 2385:2000, E-
325-07**

**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
255:1998**

**AGREGADOS. DETERMINACIÓN
DE LA COMPOSICIÓN
GRANULOMÉTRICA**

(1^{ra} Revisión)



FONDONORMA

**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
1375-79**

**METODO DE ENSAYO PARA
DETERMINAR POR SECADO, EL
CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL
Y SUPERFICIAL EN EL AGREGADO.**



**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
263-78**

**METODO DE ENSAYO PARA
DETERMINAR EL PESO UNITARIO
DEL AGREGADO.**



**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
268:1998**

**AGREGADO FINO.
DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD
Y LA ABSORCIÓN**

(1^{ra} Revisión)



**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
270:1998**

**AGREGADOS. EXTRACCIÓN DE
MUESTRAS PARA MORTEROS
Y CONCRETOS**

(1^{ra} Revisión)



**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
484-93**

**CEMENTO PORTLAND.
DETERMINACION DE LA
RESISTENCIA A LA COMPRESION
DE MORTEROS EN PROBETAS
CUBICAS DE 50,8 mm DE LADO**

3^{ra} Revisión



**NORMA
VENEZOLANA**

**COVENIN
2385:2000**

**CONCRETO Y MORTERO.
AGUA DE MEZCLADO.
REQUISITOS**

(1ª Revisión)



FLUIDEZ DE MORTEROS DE CEMENTO HIDRÁULICO (MESA DE FLUJO)**I.N.V. E - 325 - 07****1. OBJETO**

- 1.1** Esta norma, establece el método para determinar la fluidez de morteros de cemento hidráulico, utilizando la mesa de flujo.
- 1.2** Los valores establecidos en unidades SI deben ser considerados como la norma.

ANEXOS 2

INSTRUMENTOS Y ENSAYOS REALIZADOS



Figura A.1 Muestra de arena amarilla.



Figura A.2 Horno de secado.

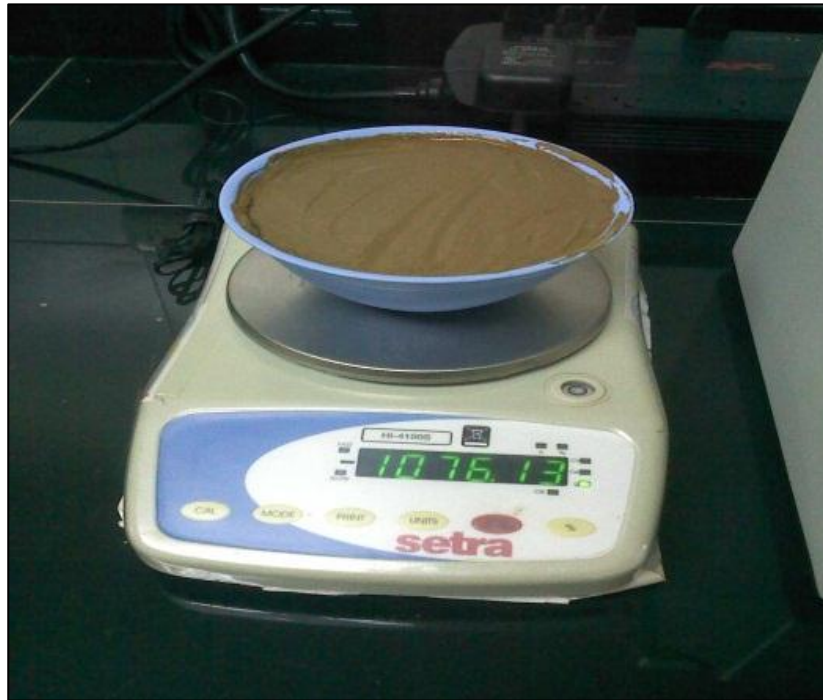


Figura A.3 Balanza electrónica.



Figura A.4 Cedazos de ensayo.



Figura A.5 Recipiente cilíndrico.



Figura A.6 Barra compactadora y cilindro tronco-cónico.



Figura A.7 Mezclador mecánico.



Figura A.8 Moldes de probetas cúbicas.



Figura A.9 Máquina de ensayo a la compresión.