

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA**  
**FACULTAD DE ARQUITECTURA**  
**SECCIONAL MEDELLÍN**

**TÉCNICAS DE EJECUCIÓN DE**  
**ACABADOS ARQUITECTÓNICOS**

**Profesor Juan Camilo Restrepo Gutiérrez**  
**Instructor Asociado**  
**Universidad Nacional de Colombia**

**Medellín, julio de 2002**

## INDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>9</b>
<b>A. CONTEXTUALIZACIÓN GENERAL</b>	<b>11</b>
1. HABITAT Y ENERGÍA	12
2. DEFINICIÓN DE ACABADOS	15
2.1. INTRODUCCIÓN	15
2.2. ACABADOS	16
3. SIGNIFICADO DE LOS ACABADOS	18
3.1. LA CULTURA	18
3.2. PERCEPCIÓN	18
3.3. EL COLOR	19
3.4. LA TEXTURA Y EL DIBUJO	19
3.5. ILUMINACIÓN	19
4. ESPECIFICACIONES DE HABITABILIDAD	20
5. NORMAS TÉCNICAS	21
6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES	23
<b>B. CONCEPTUALIZACIÓN SOBRE LA PLANEACIÓN</b>	<b>24</b>
7. EL DISEÑO DEL DETALLE	24
8. LOS ACABADOS Y EL PROCESO DE EDIFICACIÓN	25
9. LOS ACABADOS COMO DECISIÓN DE DISEÑO	27
9.1. ACABADOS INTERIORES	27
9.2. ACABADOS EXTERIORES	28
10. SISTEMAS	30
10.1. SISTEMA CONSTRUCTIVO	30
10.2. SUBSISTEMA	30

<b>11. DISEÑO DE EJECUCIÓN</b>	<b>40</b>
11.1. PREPLANEAMIENTO	41
11.2. PREDISEÑO DE LA EJECUCIÓN	42
11.3. PLANEAMIENTO GENERAL DE LA EJECUCIÓN	44
11.4. MANEJO DE LOS RECURSOS Y SUS IMPLICACIONES	44
11.5. DISEÑO DE PRODUCCIÓN	45
<b>C. TÉCNICAS DE EJECUCIÓN DE ACABADOS</b>	<b>48</b>
<b>12. MATERIALES</b>	<b>48</b>
12.1. GENERALIDADES SOBRE MATERIALES	48
12.1.1. Tipos de materiales	48
12.1.2. Relación estructura - propiedades - procesamiento	50
12.2. CIENCIAS DE LOS MATERIALES	52
12.2.1. Déficits habitacionales	53
12.2.2. Desarrollos de nuevos materiales y tecnologías de punta	55
12.2.3. Control ambiental	57
<b>13. PRE – ACABADOS</b>	<b>59</b>
13.1. REVOQUES	59
13.1.1. Revoque tradicional (muros interiores y exteriores)	61
13.1.2. Revoque cielos	64
13.1.3. Revoque de fachadas	64
13.1.4. Revoque a fondo de botella o pico de botella	66
13.1.5. Revoque rústico con gravilla	66
13.1.6. Revoque ganteado	68
13.1.7. Revoque rústico áspero	68
13.1.7. Revoque rústico asentado	68
13.1.8. Revoques plásticos	68
13.1.9. Revoques con morteros premezclados	69
13.2. RANURAS Y FILETES	71
13.3. CURADO Y SECADO	75
13.4. CONTROLES	75
<b>14. ENCHAPES</b>	<b>77</b>
14.1. ENCHAPES EN EXTERIORES	77
14.1.1. Enchapes cerámicos delgados	80

14.1.2. Enchapes en materiales pétreos, lajas o prefabricados	89
14.1.3. Enchapes con fichos de vidrio o Cristanac	98
14.1.4. Enchapes en Espacato	101
<b>14.2. ENCHAPES EN INTERIORES</b>	<b>105</b>
14.2.1. Enchapes cerámicos delgados	105
14.2.2. Enchapes en grano esmerilado o pulido	110
14.2.3. Enchapes en arenón lavado	111
14.2.4. Enchapes en ladrillo y bloques de concreto	113
14.2.5. Enchapes en madera y aglomerados	115
14.2.6. Enchapes en fórmica	117
14.2.7. Forro en papel de colgadura	121
14.2.8. Enchapes en esterilla de guadua o bambú	123
14.2.9. Enchapes en metal	125
14.2.10. Enchapes con espejos	125
<b>15. PISOS</b>	<b>128</b>
15.1. CLASIFICACIÓN DE ACUERDO A	128
15.1.1. Su localización	129
15.1.2. Al material de soporte	130
15.1.3. Al sistema constructivo	131
<b>15.2. PISOS EXTERIORES</b>	<b>133</b>
15.2.1. PISOS CONTINUOS	133
15.2.1.1. Pisos en concreto	133
15.2.1.2. Juntas para pavimentos en concreto	134
15.2.1.3. Clases de juntas	136
15.2.1.4. Acabados especiales en concreto	139
15.2.2. PISOS CON ELEMENTOS	142
15.2.2.1. Pisos en grama	142
15.2.2.2. Pisos en adoquines	145
15.2.2.3. Pavimentos asfálticos	151
<b>15.3. PISOS INTERIORES</b>	<b>154</b>
15.3.1. PISOS CON ELEMENTOS	154
15.3.1.1. Pisos en baldosa de cemento	156
15.3.1.2. Pisos en baldosa de grano	161
15.3.1.3. Pisos en baldosa de mármol	166
15.3.1.4. Pisos en terrazo o grano pulido	166
15.3.1.5. Pisos en terrazo con retal de mármol	166
15.3.1.6. Pisos en terrazo con retal de baldosa	166
15.3.1.7. Pisos en grano lavado o arenón chino	168
15.3.1.8. Pisos en mayólica y gres	170
15.3.1.9. Pisos en ladrillo	170
15.3.1.10. Pisos en cerámica	172

15.3.1.11. Pisos en madera	173
15.3.1.12. Pisos en vinilos, cauchos o linóleos	184
15.3.1.13. Pavimentos laminados	186
15.3.2. PISOS CONTINUOS	187
15.3.2.1. Pisos en concreto	187
15.3.2.2. Pisos cristalizados o endurecidos	190
15.3.2.3. Pisos en vinóleo	193
15.3.2.4. Tapetes	193
16. ESTUCOS	195
16.1. ESTUCO TRADICIONAL	195
16.2. ESTUCO PLÁSTICO	195
16.3. YESO RETARDADO	196
16.4. YESO PASADO	196
17. PINTURAS	200
17.1. CLASIFICACIÓN DE LAS PINTURAS	201
17.2. PINTURAS Y SISTEMAS PARA LA CONSTRUCCIÓN	202
17.2.1. Pinturas muros interiores	202
17.2.2. Pinturas para fachadas o muros exteriores	205
17.2.3. Encalados en superficies de ladrillo, bloque y concreto	207
17.2.4. Perlita	209
17.2.5. Pintura elementos en madera	209
17.2.6. Pintura elementos metálicos de hierro y acero	211
17.2.7. Pintura elementos galvanizados	213
17.2.8. Pintura para piscinas	214
17.2.9. Pinturas para pisos en concreto	215
17. 2.10. Esgrafiados	216
17.3. HIDRÓFUGOS E IMPERMEABILIZACIÓN	220
18. ACABADOS INTEGRADOS	224
19. CRITERIOS DE LA NSR - 98	225
19.1. ACABADOS Y ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS	227
BIBLIOGRAFÍA	228

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - REVOQUE MUROS INTERIORES	63
FIGURA 2 - EJECUCIÓN DE REVOQUES EN CIELOS	65
FIGURA 3 - REVOQUES EN FACHADAS	67
FIGURA 4 - RANURAS Y FILETES	72
FIGURA 5 - ESQUINEROS METÁLICOS Y PLÁSTICOS	73
FIGURA 6 - RELACIÓN DE LOS ENCHAPES CON OTROS SISTEMAS	78
FIGURA 7 - ENCHAPES PARA FACHADAS	79
FIGURA 8 - CRITERIOS PARA EL MANEJO DE LOS ENCHAPES	84
FIGURA 9 - ENCHAPES CERÁMICOS DELGADOS	85
FIGURA 10 - MATERIALES PÉTREOS, LAJAS O PREFABRICADOS	94
FIGURA 11 - FIJACIÓN CON ELEMENTOS PARA FORMATOS DE GRAN TAMAÑO	95
FIGURA 12 - MATERIALES PÉTREOS, LAJAS O PREFABRICADOS	97
FIGURA 13 - ENCHAPES EN FICHOS DE VIDRIO O CRISTANAC	100
FIGURA 14 - ENCHAPES EN ESPACATO	103
FIGURA 15 - CONTROL EN LA EJECUCIÓN DE LOS ENCHAPES	108
FIGURA 16 - CONTROL EN LA EJECUCIÓN DE LOS ENCHAPES	109
FIGURA 17 - PROCESO DE EJECUCIÓN DE ENCHAPES EN GRANO PULIDO	112
FIGURA 18 - ENCHAPES EN GRANO LAVADO	114
FIGURA 19 - ENCHAPES EN LADRILLO Y BLOQUE	116
FIGURA 20 - ENCHAPES EN LÁMINA DE MADERA	118
FIGURA 21 - ENCHAPES EN TABLAS O TABLILLAS	119
FIGURA 22 - ENCHAPES EN FÓRMICA	120
FIGURA 23 - FORROS EN PAPEL DE COLGADURA	122
FIGURA 24 - ENCHAPES EN GUADUA	124
FIGURA 25 - ENCHAPES EN METAL	126

<b>FIGURA 26 - CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE PISOS CON ELEMENTOS</b>	<b>132</b>
<b>FIGURA 27 - CRITERIOS PARA LA DEFINICIÓN DE JUNTAS EN PAVIMENTOS</b>	<b>135</b>
<b>FIGURA 28 - CRITERIOS PARA LA DEFINICIÓN DE JUNTAS EN PAVIMENTOS</b>	<b>137</b>
<b>FIGURA 29 - PASADORES PARA TRANSFERENCIA DE CARGAS</b>	<b>138</b>
<b>FIGURA 30 - PISOS EN GRAMA</b>	<b>143</b>
<b>FIGURA 31 - TIPOS DE ADOQUINES</b>	<b>146</b>
<b>FIGURA 32 - INSTALACIÓN DE PISOS EN ADOQUÍN</b>	<b>149</b>
<b>FIGURA 33 - PATRONES DE INSTALACIÓN DE ADOQUINES</b>	<b>150</b>
<b>FIGURA 34 - CRITERIOS DE INSTALACIÓN Y DISEÑO PISOS CON ELEMENTOS</b>	<b>154</b>
<b>FIGURA 35 - SISTEMAS DE PISOS EN BALDOSAS</b>	<b>156</b>
<b>FIGURA 36 - TRAZADO DE EJES INSTALACIÓN DE PISOS CON ELEMENTOS</b>	<b>157</b>
<b>FIGURA 37 - PROCESO DE EJECUCIÓN DE PISOS CON ELEMENTOS</b>	<b>159</b>
<b>FIGURA 38 - PROCESO DE EJECUCIÓN DE PISOS CON ELEMENTOS</b>	<b>160</b>
<b>FIGURA 39 - PISOS EN BALDOSA GRANO PULIDO Y ZÓCALOS EN MEDIA CAÑA</b>	<b>165</b>
<b>FIGURA 40 - PISOS EN TERRAZOS</b>	<b>169</b>
<b>FIGURA 41 - PISOS DE GRES Y ARENÓN PARA ESCALAS Y TERRAZAS</b>	<b>171</b>
<b>FIGURA 42 - PISOS EN TABLILLA O TABLAS DE MADERA</b>	<b>177</b>
<b>FIGURA 43 - PISOS EN PARQUET</b>	<b>179</b>
<b>FIGURA 44 - PISOS EN MADERA (PARQUETÓN)</b>	<b>180</b>
<b>FIGURA 45 - SISTEMA DE PISOS Y ZÓCALOS EN MADERA</b>	<b>183</b>
<b>FIGURA 46 - INMUNIZACIÓN PARA MADERAS</b>	<b>185</b>
<b>FIGURA 47 - PISOS EN CONCRETO TEXTURIZADO</b>	<b>188</b>
<b>FIGURA 48 - SISTEMA DE PISOS EN CONCRETO</b>	<b>189</b>
<b>FIGURA 49 - BARRERA DE VAPOR Y JUNTAS PARA PISOS EN CONCRETO</b>	<b>192</b>

## INTRODUCCIÓN

El documento “Técnicas de ejecución de acabados arquitectónicos” es el producto del trabajo profesional a lo largo de diez años en el área de la construcción edilicia y la experiencia docente realizada en la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional de Colombia. El cual a su vez, ha sido desarrollado a través de la investigación en los estados del arte sobre las temáticas de los acabados y por medio de la recopilación y consolidación conceptual con diferentes textos, normas técnicas y trabajo de campo.

Su objetivo fundamental es académico, y se centra en desarrollar un texto guía sobre las técnicas de ejecución de acabados, que le permitirá al estudiante consolidar y ampliar sus conocimientos en dichas temáticas, para lograr un mejor desarrollo profesional a partir de la comprensión y asimilación de los procesos y los controles que se deben llevar a cabo en la planeación y la ejecución de los acabados.

Por otro lado, trata de incentivar los procesos de investigación en esta área, que le permitirían desarrollar la innovación de nuevos sistemas constructivos, a partir de la creación de nuevos materiales, buscando generar un importante impacto social en la comunidad y contribuyendo con la transformación de la construcción en un industria sólida, fundamentada en el trabajo científico.

A su vez y como parte de sus objetivos específicos, este texto surge para llevar a cabo la reestructuración del área de acabados en la carrera de Construcción de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional, sede Medellín.

El texto se divide en tres capítulos fundamentales, el primero incursiona en el establecimiento de una conceptualización general sobre la Arquitectura, el segundo capítulo establece los parámetros en los cuales hemos basado gran parte del trabajo profesional del Arquitecto Constructor, expresado a través de una conceptualización sobre la planeación de la ejecución y el tercer capítulo, que da cuenta de las técnicas de ejecución de acabados.

La conceptualización general se da a partir de un acercamiento inicial a la expresión arquitectónica, planteada por Fernando Barbará<sup>1</sup> en su texto “Materiales y procedimientos”, en donde esta se concibe como una forma de expresión artística y una forma de expresión técnica, realizadas desde el establecimiento de las relaciones entre la Arquitectura y el Medio Ambiente. Adicionalmente se apoya en investigaciones como “La vivienda y su entorno” realizada por Cesar Rodríguez García... “El territorio que ocupan los diferentes grupos humanos se impregna del carácter propio de su cultura definiendo de manera precisa la forma de su hábitat humano<sup>2</sup>”.

La relación entre Arquitectura y Medio Ambiente asume una mirada desde la conformación del hábitat, construido en íntimo vínculo con el entorno en el que este se desarrolla. Las

---

<sup>1</sup> Barbará Z, Fernando. Materiales y procedimientos de construcción. Editorial Herrera S.A. México.

<sup>2</sup> Rodríguez García, Cesar. Terrenos de la gran expedición humana serie crónicas y artes N° 2, La vivienda y su entorno, apuntes de campo.



características propias de nuestras condiciones ambientales nos permiten encontrar y establecer múltiples soluciones a las diferentes exigencias ambientales. La relación entre las soluciones arquitectónicas y el clima, en donde se involucran aspectos como el sol, la lluvia y el viento, son factores determinantes en la evolución de las viviendas en cuanto a su posición, ubicación, sistemas constructivos, materiales de construcción, materiales de acabados y sus técnicas de ejecución.

Posteriormente ingresamos al estudio y significado de los acabados, al estudio de las especificaciones de habitabilidad y de las condiciones de diseño de los acabados, lo cual se da desde el establecimiento de las especificaciones técnicas y los procesos de producción.

En el segundo capítulo, y a partir de este punto, hacemos una primera clasificación de los acabados, que nos servirá de base para el desarrollo de las técnicas de ejecución a lo largo del tercer capítulo. Aquí, en el segundo capítulo, ponemos en escena una conceptualización sobre la planeación, a través de establecer una mirada de la ejecución de los acabados como parte del análisis y desarrollo de cualquier proceso productivo; y, adicionalmente, a través de la apropiación de las temáticas que han sido implementadas y desarrolladas por el Profesor Mario González Rendón<sup>3</sup>, en las asignaturas Técnicas de Ejecución y Taller Laboratorio de Ejecución, que son consideradas como los ejes vertebrales de la Carrera de Construcción de la Facultad de Arquitectura.

Estas temáticas, análisis de los sistemas constructivos, estudio de los materiales involucrados en las diferentes unidades funcionales de obra y el planteamiento del Diseño de Ejecución, deben ser desarrolladas por los profesionales de la construcción para lograr una comprensión absoluta y detallada del proyecto arquitectónico que se va a construir.

Por último, el tercer capítulo da cuenta del objeto fundamental de este estudio, el cual aborda las diferentes temáticas de los acabados desde la mirada de los procesos y las técnicas de ejecución, pero haciendo énfasis en los controles que se deben llevar a cabo sobre estos procesos. Su planteamiento se da a partir de desarrollar aspectos sobre algunas generalidades iniciales de los materiales, y la importancia de inmiscuirnos en el estudio de estos, con el objetivo de poder otorgarle a nuestra actividad profesional y a nuestro programa curricular una fundamentación teórica basada en la ciencia y la tecnología.

Posteriormente, se plantea un esquema que desarrolla los diferentes acabados, de acuerdo a la evolución cronológica de estos dentro de un proceso constructivo racional. Iniciamos con el estudio y análisis de los revoques como elementos de preacabados, con los enchapes exteriores e interiores, los pisos exteriores e interiores, los estucos, las pinturas y los acabados integrados. Este último apenas hace poco ha comenzado a ser identificado y desarrollado, a partir de la aparición de nuevas tecnologías de construcción y la aparición de nuevos sistemas constructivos.

Para finalizar, analizamos un poco los aspectos necesarios que se deben tener en cuenta en el diseño de los sistemas de los acabados, a partir de las reestructuraciones que han dado los Ingenieros a las relaciones entre las diferentes unidades funcionales de obra, y

---

<sup>3</sup> González Rendón, Mario. Profesor titular, desde 1.971, de la Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Arquitectura. Escuela de Construcción. Planteamiento metodológico para el diseño de ejecución.

que han comenzado a implementarse con la entrada en vigencia de la Ley 400 de 1997 y su decreto reglamentario, conocido como “NSR-98<sup>4</sup>, Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente”.

Es necesario resaltar, que este documento es parte de un proceso que esta en evolución permanente debido a lo complejo y extenso del tema, y dado el cambiante mercado establecido por las nuevas condiciones macro - económicas en que vivimos, las cuales se manifiestan a partir de fenómenos como la apertura comercial de los mercados, la globalización y los impactos que estas condiciones generan en las industrias, en los Industriales, en los Arquitectos y en los Constructores, profesionales involucrados en este campo laboral.

Por último, este documento sirve como requisito para acceder al cambio de escalafonamiento docente de la Universidad Nacional, de Instructor Asociado a Profesor Asistente, el cual esta contemplado dentro de los reglamentos de la Universidad y expresado en su estatuto docente<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup> Las normas sismo resistentes presentan los requisitos mínimos que garantizan que se cumpla el fin primordial de salvaguardar las vidas humanas ante la ocurrencia de un sismo. Se debe tener en cuenta que el 86% de la población colombiana se encuentra en zonas de amenaza sísmica alta e intermedia.

<sup>5</sup> Es el reglamento que establece los parámetros para definir la cualificación docente, y todos los derechos y obligaciones, que cobijan a los docentes de la Universidad Nacional de Colombia.

## A. CONTEXTUALIZACIÓN GENERAL

*Así pues, está claro que hay cierta educación que debe darse a los hijos, no por ser útil ni necesaria, sino por ser liberal y hermosa. {...}. El caso de la música resulta evidente en este sentido. Además de que, incluso en alguna de las enseñanzas utilitarias, hay que instruir a los niños no solo con vistas a la utilidad, por ejemplo, en el aprender a leer y escribir, sino también porqué permiten llegar con su ayuda a otras enseñanzas. De igual modo deben aprender el dibujo no solo para no cometer errores en sus compras particulares y para no ser engañados en la compra y venta de objetos y muebles, sino más bien porque el dibujo da la capacidad para observar la belleza de los cuerpos.*

**Aristóteles.**

### ACABADOS ARQUITECTÓNICOS

La primera manifestación del Arte es la Arquitectura, ya que la idea no se puede desligar de la materia y viceversa. La materia está al servicio del proyecto y de la idea. Es por esto que la Arquitectura debe ser una expresión total del ser humano. Espíritu y Materia - Plástica y Técnica. La Arquitectura ó Forma Arquitectónica debe entenderse como una Forma Artística a la cual se le ha encargado una función determinada (Forma Técnica y expresión estética)<sup>6</sup>.

La Forma Técnica requiere una lógica absoluta que rija sus realizaciones, entre las cuales figuran las características físicas de los materiales que se utilizan y el fin para el cual son utilizados. A estos, les exigimos que cumplan los supuestos lógicos de su creación a partir del uso que le damos para desarrollar el artefacto arquitectónico. Por su parte, la Forma Artística es un medio a través del cual el hombre ha vertido, a través de la historia, su propia vida en forma de ideas o sentimientos, en donde trata de alcanzar la existencia ideal debido a que los elementos que la conforman, tienen como principio fundamental una relación ideal entre sus partes, que a su vez identificamos de una manera absolutamente intuitiva y no lógica. La Arquitectura, por tanto, busca plasmar los ideas, los sentimientos y la percepción del diseñador, a través del uso de los materiales, los sistemas constructivos y las técnicas de ejecución.

Luego de tener la diferenciación clara entre estas dos formas, nos acercamos al material y a sus características, para enfocarnos en su aplicación constructiva y sus posibilidades estéticas. El material es un objeto de una utilización determinada de acuerdo a ciertas propiedades físicas y químicas que los caracterizan, en donde adicionalmente lleva implícita su función en su utilización práctica. Esto implica que debemos reconocer las posibilidades del material, su carácter, sus funciones y limitaciones, su uso lógico y sus técnicas adecuadas de ejecución; para lograr lo planteado anteriormente, deben involucrarse todas las exigencias y necesidades, que desde la ubicación geográfica del objeto construido y el uso de determinados materiales, deben ser consideradas en el diseño de los sistemas de acabados.

---

<sup>6</sup> Barbará Z, Fernando. Materiales y procedimientos de construcción.

## 1. HABITAT Y ENERGÍA

Las relaciones entre arquitectura y ambiente, muestran como su interacción determina el tipo de estructuras y es claramente reconocible la influencia del área climática en la adaptación de las tipologías de construcción a sus condiciones<sup>7</sup>. La casa sirve para protegernos de las condiciones del clima como el calor, frío, lluvia o humedad; por tanto el diseño, las construcciones y los materiales de construcción deben ser coherentes con las necesidades en torno a las exigencias climáticas de la región, ya que esto puede implicar que los planteamientos arquitectónicos den como resultado construcciones que no son funcionales.

Hay dos condicionantes por medio de los cuales un edificio primitivo se construye en relación con su territorio; la presencia de materiales de construcción específicos que están determinados por el clima y la morfología del edificio; ambas adaptadas de tal manera que mejore las interacciones existentes entre el hombre y el ambiente climático.

Para nuestras regiones y de acuerdo a nuestra posición geográfica, podemos encontrar las siguientes condiciones climáticas<sup>8</sup>:

- **Trópico húmedo** - El cual es caliente, pero con mucha lluvia, bastante vegetación y poca diferencia de temperatura entre el día y la noche. Las viviendas se deben ubicar preferiblemente en zonas altas, con cerramientos livianos para que no conserven la humedad, cubiertas muy inclinadas, ventanas grandes, las casas deben ser separadas unas de otras para mejorar la ventilación, los pisos deben ser elevados del terreno natural para protegerlos de la humedad. El material de uso principal es la madera.
- **Trópico seco** - Es caliente pero con poca lluvia, los ambientes circundantes son de poca vegetación y se dan grandes cambios de temperatura entre el día y la noche. Las casas deben ser ubicadas en las partes bajas de las montañas donde hay más movimiento de aire. Los cerramientos deben ser gruesos para retardar la penetración del calor del día y frío de la noche, los techos son de poca inclinación, ventanas pequeñas, casas muy juntas unas a otras para evitar el ingreso del sol, uso de patios interiores arborizados para mejorar la ventilación y pisos sobre el terreno natural. Los materiales fundamentales son el adobe, la tierra y la piedra.
- **Templado** - Condiciones climáticas más estables durante todo el año, las viviendas se deben ubicar en áreas más abiertas al sol, los cerramientos deben ser relativamente gruesos, los techos poseen inclinaciones medias, las ventanas deben ser ubicadas de acuerdo a los flujos de los vientos, sin embargo, se deben proteger las viviendas de los grandes vendavales. El piso debe ser aislado del terreno natural para evitar el frío. Los materiales fundamentales son adobes, maderas, bloques y piedras.

Sin embargo existen muchas regiones que deben ser analizadas con mayor cuidado y precisión, debido a que las condiciones ambientales no son claramente definidas. Lo más importante es que la construcción de las viviendas, las ciudades y los materiales empleados para este fin, deben ser construidas en armonía con el medio ambiente.

---

<sup>7</sup> Mollison, Bill y Mia Slay, Reny. Introducción a la Permacultura.

<sup>8</sup> Van Lengen, Johan. Manual del Arquitecto descalzo. Editorial Concepto S.A. México, 1983.

### **Sistemas pasivos - Relación entre clima y soluciones arquitectónicas<sup>9</sup>**

- Edificio actúa como un instrumento regulador, capaz de estabilizar los flujos de energía para lograr el bienestar climático, combinación de los procesos fisiológicos y psicológicos.
- El manejo de ese flujo se hace a través de la disipación de la energía sobrante en el espacio, en caso de que haya necesidad de enfriarlo, o de conservar la energía corpórea, en caso de necesidad de calentarlo. El cerramiento del edificio es muy eficaz cuando hay que calentarlo pero es, en la mayoría de los casos, ineficaz cuando hay que enfriarlo.
- Disipar la energía significa evitar la penetración de la energía que llega del sol y el conocimiento articulado de las características climáticas del área (perfiles de temperatura, humedad relativa, intensidad del viento y dirección del viento).
- En nuestro planeta se deben manejar alternadamente necesidades de enfriamiento y calentamiento de las edificaciones, por lo tanto se convierte en un sistema regulador que debe ser completamente dinámico.

Estos aspectos dinámicos pueden afectar la geometría del edificio en relación con la geometría variable de las radiaciones solares, el uso acertado de las propiedades físicas y químicas de los materiales que cambian su presentación con relación a las modificaciones del ambiente y que constituyen un dispositivo fundamental de regulación, debe ser parte de un análisis de suma importancia. Adicionalmente el manejo de barreras arquitectónicas, como fachadas quebradas, árboles, cubiertas inclinadas, etc. contribuyen con la disipación de los rayos solares disminuyendo su incidencia directa en las edificaciones y ayudando a evitar el calentamiento interior de las estas<sup>10</sup>.

Se requiere que el proyecto arquitectónico sea concebido como un sistema donde se debe plantear a su vez como un sistema acoplado al entorno ambiental en vez de un componente aislado. Esta atención centrada en el sistema en vez del componente aislado nos permite, no solamente pensar en el módulo ambiental, sino también pensar en los módulos a escala urbana. A esta escala el problema no puede quedar limitado a la climatización, ya que esta condicionada por la estructura tecnológica y económica del área.

La ubicación de la ciudad con respecto a los flujos del viento y a la circulación del sol, debe buscar el máximo aprovechamiento o la máxima protección de estos, dependiendo de las características ambientales que rigen la región de su ubicación y que pueden en un determinado momento, afectarla considerablemente.

### **Construcciones urbanas**

La constitución interna de los edificios tiene grandes implicaciones climáticas. Una regla general a nivel mundial que tiene que ver con los problemas energéticos mundiales, busca

---

<sup>9</sup> Kern, Ken. La casa Auto construida. Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona, 1982.

<sup>10</sup> Van Lengen, Johan. Manual del Arquitecto descalzo. Editorial Concepto S.A. México, 1983.

la forma de minimizar las calorías dispersas en el invierno o en climas fríos y las calorías absorbidas en verano o en climas cálidos; de este modo la construcción, por tradición, es muy compacta en climas fríos, mientras que en los climas cálidos y húmedos es articulada y hueca, proporcionando sombra y ventilación.

A su vez la orientación del edificio debe ser planeada con respecto a los puntos cardinales, los vientos dominantes y la topografía propia de la región, aspectos que condicionan la disposición planimétrica, la organización de los espacios (plano y profundidad), la disposición de los vanos o aberturas y el empleo de elementos constructivos particulares.

- **El cerramiento**

Los diferentes tipos de cerramientos evidencian formas de mitigar las inclemencias del clima; por ejemplo la tipología de castillo, muros de gran espesor en ladrillo y piedra y chimeneas para ventilación, los cuales permiten que se cumpla la doble función de aislar el intenso calor en los días muy cálidos, y a su vez conservarlo durante las noches frías; las chimeneas permiten la circulación del aire caliente a través de la edificación, contribuyendo así con la preservación de la temperatura.

- **Las fachadas**

En los climas fríos y cálidos secos, las ventanas, ya que constituyen un punto de intercambio térmico, tienen que ser de dimensiones mínimas; en climas cálidos húmedos deben ser amplias. Las fachadas ayudan, de acuerdo a los diferentes tipos de materiales a mejorar el beneficio pasivo de la energía solar.

- **La cubierta**

Es por excelencia el elemento que adquiere más variadas formas según las condiciones climáticas:

- **Bóveda** - Muy usada en regiones cálidas y áridas; esta ligada a su capacidad de distribución en la propia masa del calor solar, que es de absorción direccional de día y la disipación multidireccional de noche.
- **Cubierta plana** - Para climas cálidos - secos, se pueden incluso construir con diafragmas a cielo abierto tipo pérgolas que permiten ventilación constante del espacio.
- **Cubierta poco inclinada** - Para climas templados con veranos secos.
- **Cubierta muy inclinada** - Para climas fríos y húmedos, evitan la concentración de nieve en épocas de invierno, granizo y acelera la evacuación del agua lluvia.

- **Interiores**

Los edificios interiormente deben hacerse muy confortables independientemente de las condiciones meteorológicas externas, aprovechando las propiedades de los materiales tradicionales de la región y utilizando nuevas técnicas de uso de estos o con el uso apropiado de nuevas tecnologías.

## 2. DEFINICIÓN DE LOS ACABADOS

Se plantea, a partir de una definición de diccionario, que se entiende por acabado, para así comenzar a construir el concepto que se desea desarrollar en este texto. Dicha definición establece que un acabado es: “**Última operación destinada a perfeccionar una obra o labor**”. Sin embargo a partir de esta definición encontramos claramente, el error que frente a este concepto se tiene, ya que el acabado es un sustantivo y no un verbo, tal como está expresado en esta definición.

Los acabados, entonces, son los elementos que dentro de la edificación cumplen con dos factores fundamentales, la protección de los cerramientos o de la estructura y la adecuación de las superficies a las especificaciones establecidas desde el diseño arquitectónico del proyecto.

### 2.1. INTRODUCCIÓN

Para introducirnos en el estudio y manejo de los acabados, como una unidad funcional de obra fundamental en los procesos constructivos de cualquier proyecto arquitectónico y civil, es necesario plantear una diferenciación entre las áreas de desempeño profesional del Ingeniero Civil, el Arquitecto Diseñador y el Arquitecto Constructor: El trabajo interdisciplinario de las profesiones involucradas dentro de los procesos constructivos, son absolutamente necesarios, debido a que las diferentes actividades profesionales tienen, desde los planes de estudio y sus programas curriculares, una formación académica completamente diferente pero complementaria entre sí.

Sin embargo, este tipo de discusiones se enmarcan dentro de un tema que ha generado arduas polémicas, ya que, en un concepto absolutamente personal, se debe al desplazamiento que un programa de formación como el adquirido en el programa curricular del Arquitecto Constructor, ha generado en un mercado profesional manejado tradicionalmente por Ingenieros y Arquitectos. Considero necesario y pertinente aclarar, que este paralelo que trato de establecer, es evaluado al finalizar el proceso básico de formación académica para cada uno de los profesionales aquí mencionados, ya que en nuestro medio, existen y han existido, grandes Arquitectos e Ingenieros Civiles que han sido los artífices fundamentales del desarrollo de nuestras ciudades y sociedades.

El **Ingeniero Civil** de un proyecto, debe consagrarse al diseño de su proyecto de ingeniería tanto para obras edilicias, civiles y de infraestructura, al estudio y conocimiento de los materiales y las técnicas de apropiación de los recursos disponibles para satisfacer las exigencias ingenieriles de su proyecto y, de cómo y en qué medida cada material puede ofrecer la solución a los problemas, de acuerdo a las circunstancias en que se inscriban. Adicionalmente la actividad profesional de Ingeniero Civil, tiene otros campos de acción que están determinados por la administración y el mantenimiento del proyecto.

El **Arquitecto Diseñador** de un proyecto, debe consagrarse a la proyectación y diseño de su proyecto arquitectónico, al estudio y conocimiento de los materiales y las técnicas de apropiación de los recursos materiales que se dispone para satisfacer las exigencias arquitectónicas de su proyecto y, de cómo y en qué medida cada material puede ofrecer la

solución a cada uno de los problemas establecidos de acuerdo a las circunstancias en que se inscriben.

El **Arquitecto Constructor** de un proyecto debe consagrarse al diseño, estudio, conocimiento y desarrollo de las técnicas y procesos de ejecución, que busca satisfacer las exigencias plasmadas en el diseño arquitectónico, estructural y de instalaciones del proyecto. Adicionalmente la actividad profesional de Arquitecto Constructor, tiene otros campos de acción que están determinados por la administración y el mantenimiento de los proyectos.

Por otro lado y como parte de su función, se pueden mencionar actividades como la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías de constitución, producción y conservación<sup>11</sup>.

- **Tecnologías de Constitución:** Se refiere a los procesos donde se involucra el diseño del hábitat como artefacto, el diseño de sistemas constructivos y a su vez el diseño de los materiales; fundamentados en el estudio y análisis de las ciencias básicas y por ende de las ciencias de los materiales; los cuales deben a su vez, ser mirados y analizados de acuerdo a su relación e interacción con otros materiales y/o sistemas.
- **Tecnologías de Producción:** Se refiere a los procesos de producción de los materiales, sistemas y artefactos; que aparecen como una aplicación de las tecnologías de constitución a través de la aplicación de métodos y procedimientos de ejecución, el uso de maquinarias y equipos. (La industrialización como concepto de producción en serie).
- **Tecnologías de conservación:** La cual se refiere a las tecnologías de mantenimiento de los componentes del hábitat, análisis de las posibles patologías que se presentan en la construcción, producción y conservación; a su vez, involucra las técnicas y tecnologías de restauración o recuperación de edificaciones existentes.

## 2.2. ACABADOS

De acuerdo a lo planteado anteriormente en cuanto a los campos de desempeño y a la responsabilidad de cada profesional, y los aspectos relacionados a partir de los atributos dados en la obra Arquitectónica, podemos determinar que los acabados deben estar íntimamente determinados por la acertada elección, correcta aplicación y la estabilidad y características físico-química de los materiales, ya que la comunicación entre el hombre y la arquitectura se logra a través de la experiencia vivencial de la obra y la diversas relaciones con los espacios. Las cualidades y calidades de los acabados finales de un obra son decisivas en la cualificación y valoración de los espacios (el confort)<sup>12</sup>.

---

<sup>11</sup> Profesor Mario González R. Universidad Nacional de Colombia y grupo de trabajo en torno a la tecnología, de la Escuela de Construcción, Facultad de Arquitectura. Universidad Nacional - Juan Carlos Ochoa B, Henry Carvajal y Juan Camilo Restrepo G.

<sup>12</sup> Hall, Eduard T. La dimensión oculta.



Los niveles de confort están entre otros, definidos por las características de los planos visibles que conforman sus espacios, conociendo y haciendo uso de las diversas cualidades fisionómicas, de las propiedades físicas y la resistencia que los materiales nos ofrecen; es como podemos responder mejor con los acabados a las necesidades específicas de cada espacio y de cada proyecto.

Adicionalmente, las características habitacionales de la arquitectura relacionados con los aspectos hídricos, acústicos, ópticos, térmicos y lumínicos dependen de las condiciones intrínsecas, estructura, naturaleza y apariencia de los materiales de acabados o del manejo apropiado de estos; que busca aprovechar sus características propias o las que se logren a partir de sus combinaciones o conformación entorno a sistemas. De esto, se desprende la necesidad de analizar la Formulación de los acabados, el conocimiento de los materiales y las técnicas de ejecución, en donde el conocimiento de los materiales se refiere al uso adecuado de estos, de acuerdo a sus propiedades físicas, químicas y mecánicas.

Una gran parte del costo total de un proyecto corresponde al costo de los acabados, por lo tanto es fundamental realizar un análisis concienzudo y detallado de este capítulo, con el objetivo de optimizar los recursos materiales, humanos y económicos.

Como ejemplo de lo anterior podemos mostrar, que el análisis de los costos promedios para la construcción de los acabados para viviendas de diferente estrato social en la ciudad de Medellín, se puede determinar de la siguiente forma. Datos analizados para el primer semestre del año 2001<sup>13</sup>.

• Vivienda de estrato 6 (rango alto)	55 %
• Vivienda de estrato 4 (rango medio)	27 %
• Vivienda de estrato 2 (vis)	10 %

En nuestro medio existe una escasa disponibilidad de fuentes de información objetivas y sistematizadas sobre la existencia, formas de aplicación y comportamiento de los recursos de acabado que se disponen en el medio, y más aún en el estudio objetivo de los materiales y su aplicación a partir de las relaciones entre la Tecnología y las ciencias de los materiales; esto conlleva a que debemos ser muy cuidadosos y muy analíticos en la selección de los materiales y en el manejo adecuado de las técnicas de ejecución de los acabados.

Por otro lado, los acabados al igual que la expresión arquitectónica, surgen como desarrollo fundamental de las vivencias y actividades humanas, en donde se involucran criterios culturales, políticos, sociales, económicos y de desarrollo tecnológico propios de cada sociedad y cada región geográfica.

---

<sup>13</sup> Sondeo del mercado inmobiliario, realizado por la Organización Coninsa & Ramón Hache. Medellín, 2001.

### 3. SIGNIFICADO DE LOS ACABADOS

La tradición en el manejo de los acabados tiene una relación fundamental con el desarrollo cultural de cada sociedad, por lo que se hace fundamental, dar una rápida mirada desde este aspecto<sup>14</sup>.

#### 3.1. LA CULTURA

Los acabados aparecen como una necesidad de expresión cultural, manejado a través de los materiales locales disponibles y que según su avance estético y sus recursos técnicos resultaban más o menos significativos, casi siempre buscando una forma de expresión con sentido mágico ó religioso. Como ejemplo de esto podemos mirar la construcción arquitectónica griega, en donde se estableció la ubicación de sus templos de acuerdo a la importancia litúrgica del lugar y no a ningún tipo de valoración paisajística<sup>15</sup>.

Sin embargo este tipo de expresiones dependía de muchos factores adicionales como sus condiciones ambientales, sociales y económicas, y adicionalmente la mayor o menos tradición artesanal y la disponibilidad de los diferentes recursos materiales. En proporción a su desarrollo cultural, esta forma de expresión ha evolucionando desde ser el acabado de texturas naturales (madera, paja, barro, etc.), hasta comenzar a desarrollar texturas en la talla de piedras, maderas, barro moldeado y otra cantidad de manifestaciones estéticas. Es a partir de aquí cuando podemos indicar que la escultura y la pintura se incorporan al lenguaje arquitectónico.

Actualmente los acabados representan, además de un recurso estético, una herramienta básica del arquitecto en el acondicionamiento ambiental del edificio que busca lograr el confort humano respetando su identidad cultural y optimizando sus condiciones de vida.

#### 3.2. PERCEPCIÓN

Gracias a la percepción reconocemos y entendemos lo que significa el mundo físico que nos rodea; los cuales los podríamos diferenciar en el espacio técnico (físico, geométrico, tangible) y el espacio subjetivo (cualificado y psicológico). En este último es donde los acabados, asociados a los atributos espaciales y volumétricos juegan un papel como estímulo sicoperceptivo, poniendo en juego lo visual, lo auditivo, lo táctil, lo cinestésico y lo olfativo.

**Lo visual** - el ojo es el más importante de las bases sensoriales de la percepción, el ojo normal puede distinguir 20.000 colores diferentes.

**Lo auditivo** - el oído es muy importante como mecanismo de advertencia multidireccional de la arquitectura. El sonido al igual que la luz se refleja y es absorbido por los diferentes tipos de materiales.

---

<sup>14</sup> Hall, Eduard T. La dimensión oculta.

<sup>15</sup> Castro Villalba, Antonio. Historia de la construcción arquitectónica. Ediciones Universidad Politécnica de Catalunya, SL. Segunda edición - 1999.

**Lo táctil** - Esta formado por muchos sentidos. La piel no es uniformemente sensible sino que conforma un mosaico de sensaciones; el tacto, el dolor, el frío y el calor; esto hace que el papel de los acabados arquitectónicos debido a los estímulos que percibimos a través de ellos sea de vital importancia.

**Lo cinestésico** - Los sentidos del movimiento y la posición nos permiten llevar a cabo desplazamientos, por lo tanto la arquitectura, siendo un hecho utilizable a través de la estancia y el recorrido permite establecer condiciones óptimas de conmoción y percepción.

### 3.3. EL COLOR

El uso del color, no solo como estímulo y placer para la vista y el espíritu, sino también como instrumento básico de clasificación, ubicación, diferenciación y organización. El uso del color en la arquitectura le ayuda al arquitecto a lograr efectos especiales.

El color posee tres características que los diferencian unos de otros; el tono, la saturación y la claridad o potencia lumínica.

- **El tono o tipo de cromaticidad** - es lo que define el color y se forma a partir del espectro de luz solar.
- **La saturación o grado de cromaticidad** - mayor o menor intensidad.
- **Claridad o potencia lumínica** – porcentaje de luz que el color irradia.

El color es muy influyente en el estado de ánimo del observador, por ejemplo:

- Colores azules y violetas - Generan espacios más fríos, que son importantes en su manejo de acuerdo a la intención del diseño.
- Colores amarillos y rojos - se usan para dar más calidez a los espacios.

### 3.4. LA TEXTURA Y EL DIBUJO

Desde el punto de vista del confort y lo perceptivo, la textura y el dibujo son dos aspectos muy importantes a considerar en la Formulación de un acabado. Las texturas y los dibujos producen un efecto visual de luces y sombras. A menudo las texturas se transforman en dibujos cuando se ordena su estructura y sus combinaciones producen figuras. Las texturas son muy importantes en superficies donde debemos organizar la seguridad de los usuarios (baños, y piscinas), condiciones de asepsia (salas de cirugía), o condiciones de acústica debido a la mayor o menor absorción y reflexión del sonido.

### 3.5. ILUMINACIÓN

La iluminación es un elemento fundamental como medio de expresión arquitectónica. El ojo humano es un receptor selectivo ante la pérdida de luminosidad. No todos los colores se pierden en la misma proporción y velocidad. El Arquitecto no se debe limitar en la fase de diseño a elegir y formular unos determinados materiales de acabado y posteriormente calcular y disponer la luz necesariamente para iluminar suficientemente los espacios y las actividades a desarrollar en ellos.

#### 4. ESPECIFICACIONES DE HABITABILIDAD

Habitabilidad es lo que se entiende por el establecimiento de las cualidades y condiciones que debe tener un espacio, con relación a lo ambiental y lo habitable. Esto constituye la base fundamental de la formulación de los acabados por parte del Arquitecto, ya que de estos se desprenden los atributos estéticos, de confort y sicoperceptivos de cualquier espacio.

Las especificaciones surgen como resultado de la consideración y el análisis de las exigencias humanas con respecto al habitar (espacios interiores y exteriores). Cuando el compromiso de establecer las especificaciones es asumido con responsabilidad; estas deben ir encaminadas a adecuar y corregir el medio físico natural, con el fin de optimizar sus condiciones; es así como se deben tener en cuenta dos aspectos fundamentales, lo fisiológico y lo psicológico.

En cuanto a lo fisiológico (sentidos y la percepción) debemos tener en cuenta factores como:

- La luz.
- El sonido.
- La ventilación.
- La temperatura.
- Las texturas y el color.
- Las necesidades físicas de locomoción.
- La higiene y la salud.

En cuanto a lo psicológico y en cuanto a la seguridad física, se deben tener presentes factores como:

- Prevención de accidentes.
- Prevención de incendios.
- Confort en general.

Como conclusión a lo descrito anteriormente podemos decir que no es posible decidir sobre acabados, sin tener una absoluta claridad sobre las exigencias propias de habitabilidad de los espacios a servir, con base en la cual se pueden establecer las normas técnicas que deben tener los materiales y los productos utilizados para esta unidad funcional de obra; los acabados para un local comercial, un hospital, una residencia, una fábrica, etc., se manejan técnicamente completamente diferentes.

Adicionalmente a lo planteado, es fundamental introducir el concepto que debe ser asumido por los diseñadores de los acabados, en cuanto al conocimiento absoluto del proyecto, desde el funcionamiento estructural y de instalación técnicas, debido a la relación indivisible del proyecto arquitectónico, el cual debe ser considerado como sistema integrado.

## 5. NORMAS TÉCNICAS

Las normas técnicas sirven para establecer los parámetros de definición de los sistemas constructivos y las necesidades que cada uno de los materiales necesita para hacer parte de dichos sistemas; su finalidad esta dada como condición para que los acabados respondan satisfactoriamente a las exigencias a las cuales serán sometidos, por lo tanto es necesario definir y precisar las peculiaridades que los materiales y los productos de acabados deben poseer con relación a los siguientes criterios:

- Su apariencia en general, estableciendo los criterios que desde la estética, deben tener los materiales y los sistemas, para poder cumplir con las expectativas y exigencias de trabajo a las cuales estarán sometidos.
- Sus propiedades mecánicas, físicas, químicas y biológicas; que nos determinan la funcionalidad de los materiales y sistemas.
- Sus técnicas de ejecución, ya que de acuerdo a esto, los sistemas pueden cumplir con las expectativas y exigencias de su funcionamiento.
- Los desarrollos tecnológicos, los cuales hacen que los materiales y sistemas varíen en su forma de utilización.

Lo anterior, implica que las normas técnicas tratan de unificar los productos de los diferentes fabricantes que abastecen un medio determinado y los procesos de ejecución que se deben llevar a cabo para el correcto uso de estos materiales, para buscando crear un mercado equitativo tanto a nivel regional, nacional e internacional. Lo anterior a su vez, se retribuye en beneficios para los consumidores y usuarios finales, ya que se generan mejores productos y procesos de construcción normalizados.

Los productos, para que puedan ser reconocidos como tal en un país, deben abarcar al menos las exigencias establecidas en el ámbito nacional, sin embargo, dada la apertura comercial y los tratados de libre comercio, es fundamental para las empresas involucradas en la construcción, cumplir con las exigencias que esta apertura genera en los mercados y las economías de los países en vía de desarrollo.

Las normas de construcción en la mayoría de estos países, no son de obligatorio cumplimiento, sin embargo existen una serie de institutos especializados en construcción, que son facultados por los gobiernos para extender documentos de idoneidad técnica que se constituyen en un respaldo para dichos productos.

En nuestro país existe el ICONTEC<sup>16</sup>, actúa como instituto normalizador, el cual busca la elaboración de las normas a nivel nacional y su homologación a nivel internacional. Las normas que establece el ICONTEC sirven como parámetro con base en el cual se garantiza una determinada calidad y homogeneidad de los productos.

---

<sup>16</sup> Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Es el instituto encargado de normalizar todos los productos y procedimientos de las diferentes industrias, buscando obtener unos parámetros específicos de calidad que permiten crear un mercado equitativo.

Esta normalización se refiere básicamente a la evaluación de los siguientes parámetros:

- A su dimensionamiento, lo cual en cuanto al diseño de los acabados es fundamental debido a la relación de estos con las bases de soporte y a los criterios de modulación.
- A su resistencia, enfocada fundamentalmente a su capacidad de soportar esfuerzos mecánicos, físicos y químicos, y las agresiones debido a su condición de trabajo y a las condiciones ambientales a las cuales estará sometido.
- A sus características de trabajo, referido a las exigencias que desde el material son dadas por el diseñador, con el objetivo de contribuir a otorgarle características al espacio a partir de su uso.
- A su mantenimiento, debido a la facilidad de limpieza, protección, reparación y reposición de los elementos.

Adicionalmente a las exigencias establecidas por las normas técnicas, la apertura comercial y los tratados de libre comercio han creado la necesidad y la exigencia de involucrar a las industrias y empresas constructoras de nuestro país, en el concepto de calidad total. Esto ha generado que cada empresa, que desee ser competitiva, defina y establezca todos los parámetros y criterios asumidos por ella, para la puesta en marcha de sus propios procesos productivos.

## 6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARTICULARES

Son un compendio de características y condiciones de ejecución, sobre el uso de cada material y sus aplicaciones en los procesos constructivos para una obra determinada, cuyo objetivo es complementar el contenido de los planos constructivos y garantizar una correcta interpretación del diseño; estas se convierten en una herramienta fundamental para el constructor y para la planeación de la ejecución de su proyecto constructivo.

Estas especificaciones deben contener:

- **Generalidades** – Establecer toda la información general sobre el producto y el sistema necesario para desarrollar la planeación de la actividad específica; adicionalmente debe contemplar los criterios necesarios que se deben tener en cuenta para desarrollar su proceso de ejecución, ya que este tiene una altísima incidencia en su adecuado comportamiento.
- **Construcción** – Definir las características del sistema y de la mano de obra exigida, métodos y sistemas de construcción, proceso de ejecución, control de calidad, protección de la obra y mantenimiento posterior a la ejecución; se da a partir de la planeación desarrollada y desde las generalidades de las especificaciones técnicas.
- **Medida y forma de pago** – Se deben establecer las unidades de medida y los factores específicos de los pagos, a partir de los criterios establecidos desde la planeación y desde el desarrollo de la construcción.

Las especificaciones técnicas de todo el proyecto y en especial de los acabados, deben ser definidas por el Arquitecto Diseñador; las cuales deben incluir no solamente el acabado final de cada uno de los espacios o ambientes del diseño, sino también los sistemas constructivos que deben ser empleados por el Arquitecto Constructor para plantear el Diseño de Ejecución que será utilizado para desarrollar dicho proyecto.

La definición de los sistemas constructivos, tal como se verá más adelante, se refieren, por citar algún ejemplo, a la definición de los elementos de fijación y sujeción de los diferentes elementos de acabado de enchape de las fachadas del proyecto, a los criterios para el manejo de las juntas de dilatación y construcción de las diferentes tipologías de acabados involucradas en esta actividad, y a su modulación y demás parámetros, que el Diseñador desee manejar desde el diseño arquitectónico y que buscan generar los atributos estéticos de su proyecto arquitectónico.

## B. CONCEPTUALIZACIÓN SOBRE LA PLANEACIÓN

La planeación se constituye en el eje fundamental para el desarrollo de cualquier actividad productiva y a su vez es la que determina los parámetros sobre los que se base el Diseño de Ejecución, el cual es uno de los fundamentos en los que se sustenta la formación profesional del Arquitecto Constructor. Este tema será analizado con más detalle en el capítulo 11.

### 7. EL DISEÑO DEL DETALLE

Los detalles constructivos con llevan una determinada respuesta técnica y una expresión formal de los rasgos distintivos para cada alternativa de acabado y deben ser realizados una vez se tengan estos absolutamente definidos. La necesidad de establecer los detalles arquitectónicos, son una base fundamental para la comprensión y establecimiento de los parámetros del Diseño de Ejecución.

Los detalles arquitectónicos y constructivos inherentes a cada tipología de acabado están particularmente influidos por aspectos tales como:

- **La naturaleza del material**

Es de vital importancia su análisis debido a que la unión de dos materiales puede presentar una delicada incompatibilidad funcional, estética y/o estructural.

Ej.: Concreto Vs Madera - Tubería cobre Vs Acero.

- **La coordinación dimensional**

Articulación y ordenamiento de los materiales de acabado con relación a la estructura espacial del proyecto; se garantiza el orden estético y favorece el diseño y el procedimiento técnico - constructivo del detalle arquitectónico.

- **Métodos de sujeción y adhesión al soporte**

En casos como revestimientos o fusión de materiales incompatibles ó que por sus características propias debemos tener en cuenta su peso en los procesos constructivos; es necesario la utilización de terceros elementos que garantice la no presencia de problemas estructurales y/o estéticos que vayan en detrimento de la calidad y apariencia final de los acabados.

- **Otras características**

**La temperancia en el uso de materiales** - Debido a la diversificación de materiales de acabado en una obra (Mercado - Excesos).

**Juntas de dilatación** - Debido a los movimientos que pueden presentarse por causa de los cambios de temperatura o por movimientos diferenciales a nivel estructural.

**Refuerzos (uso de mallas o similares)** - Debido a movimientos diferenciales a nivel estructural, o movimientos de expansión y contracción de los morteros.

**Fenómenos de absorción, filtración y capilaridad** - Causados por la lluvia o por el nivel freático del terreno.



## 8. LOS ACABADOS Y EL PROCESO DE EDIFICACIÓN

La definición de los acabados, como ya se ha dicho, no puede o no debe ser concebida en las etapas finales de los diversos procesos constructivos, sino desde la concepción inicial y durante el proceso de reproducción del proyecto. El cualquier proceso productivo se deben contemplar diferentes fases, tales como:

- El prever.
- El planear.
- El especificar.
- El diseñar.
- El ejecutar.
- El mantener.

En cada de una de estas fases es de vital importancia contemplar la concepción de los acabados.

Por ejemplo, desde el prever se deben establecer las restricciones y el índice de influencia de los acabados en el tiempo de ejecución (programación) y en el costo total de estos con respecto al costo del proyecto, ya que no es igual el análisis para los acabados de un hospital o los acabados de una bodega industrial.

<b>FASES DEL PROCESO</b>	<b>ESTUDIOS EN CADA FASE DEL PROCESO PRODUCTIVO</b>
<b>Prever</b>	Estudio de las necesidades, el tiempo de ejecución y el costo de los acabados.
<b>Planear</b>	Disponibilidad de recursos materiales, técnicos y económicos.
<b>Especificar</b>	Definir las exigencias que deben cumplir los acabados (ambientales, habitacionales, estéticas, ergonómicas y técnicas).
<b>Diseñar</b>	Definir, formular y detallar, el tipo de acabado de acuerdo a lo deseado.
<b>Ejecutar</b>	Identificar y organizar las condiciones de trabajo, los recursos y necesidades para la ejecución.
<b>Conservar</b>	Establecer los procedimientos y frecuencia del mantenimiento, al igual que identificar los síntomas de posibles patologías.

Es fundamental hacer claridad en que cada una de estas fases **mantiene una relación recíproca y a su vez es dependiente** de la otra.

### LA EJECUCIÓN

Actualmente, dentro del desarrollo de la industria de la construcción existen procedimientos y técnicas tradicionalmente manuales, incluso las que utilizan tecnologías más desarrolladas, pero pasando por las formas intermedias de construir que utilizan sencillos medios mecánicos complementados con algo de habilidad manual; la cual ha sido a través del tiempo la forma dominante de la construcción en América Latina.

Sin embargo debemos anotar que en la medida en que los avances tecnológicos de cada país se enmarquen dentro de procesos de construcción industrializada; los acabados, identificados como una de las etapas fundamentales del proceso de ejecución de los proyectos, se pueden constituir en elementos integrados a diversos componentes o productos que llegan a las obras en avanzado o total estado de terminación.

Lo anterior acentúa aún más la necesidad de la concepción por parte del Arquitecto, del diseño, del estudio y el planeamiento de los acabados arquitectónicos del proyecto de una manera integral, en donde no hay cabida a la improvisación y al desarrollo de estos durante el proceso de ejecución de la obra.

## 9. LOS ACABADOS COMO DECISIÓN DE DISEÑO

Dadas las características físicas, ópticas y técnicas de las diversas formas del acabado y las cuales adicionalmente a través de estos se logra una caracterización y cualificación de los atributos de habitabilidad de los espacios arquitectónicos, su formulación debe ser configurada dentro de la ejecución del diseño arquitectónico y no como algo asumido en la etapa final del diseño ó en la ejecución de la obra.

Asumiendo como definición de lo que es un acabado como “**última operación destinada al perfeccionamiento de una obra**”; podríamos decir que este es un significado antagónico y demasiado limitado ya que la intención es considerar los acabados dentro de las fases iniciales del diseño y no como “ultima opción”.

Sin embargo la finalidad de los acabados arquitectónicos no es solamente realzar la presentación estética y favorecer sus atributos de habitabilidad, sino consolidar la obra otorgándole mayor resistencia y mayor eficiencia frente al uso y al impacto del tiempo.

La fusión de todas estas relaciones conforman los “sistemas constructivos” y los acabados de cada sistema deben caracterizarse por ser consecuentes con las necesidades del sistema al cual sirven. Ej. - Los acabados del plano superior y del plano inferior de un entresuelo no son de igual naturaleza; el inferior debe poseer unas características de resistencia mecánica baja, a diferencia del plano superior.

Dependiendo de su destino ó uso arquitectónico, los acabados desempeñan una determinada función estética, acústica, térmica , etc.; y por su uso están sometidos a diversos tipos de agresiones meteorológicas, físicas, mecánicas y/o acústicas.

Esta relación directa de los acabados con el medio físico determina el grado de agresión meteorológica, por lo tanto podemos hacer una primera clasificación de los acabados:

- **Acabados exteriores.**
- **Acabados interiores.**

### 9.1. ACABADOS EXTERIORES

Los acabados exteriores por estar sometidos permanentemente a la intemperie, y deben resistir no solamente el uso para el cual han sido diseñados, sino también el ataque de agentes atmosféricos, que en algunas regiones del planeta pueden ser muy agresivos, debido a fenómenos propios de la contaminación; esto nos permite establecer una nueva división diferenciando tres rangos específicos, de acuerdo a su ubicación dentro del proyecto arquitectónico:

- \* Superficies de cubierta (como acabados).
- \* Acabados horizontales para pisos ó cielos.
- \* Acabados verticales.

LOCALIZACIÓN	ACCIONES Y AGENTES	PROPIEDADES QUE DEBE
--------------	--------------------	----------------------

	<b>AGRESIVOS</b>	<b>CUMPLIR</b>
<b>CUBIERTAS</b>	Lluvias Saltos térmicos Pátinas Hongos Líquenes Polvo Material orgánico Erosión	Impermeabilidad Estabilidad térmica - física Desagües suficientes Baja retención de mugre Antioxidantes Fácil reposición Peso aligerado
<b>A. Horizontales (pisos)</b>	Punzonamiento Rodamientos Rayado Abrasión Compresión - flexión Desgaste Lluvia Saltos térmicos Mantenimiento	Resistencia física a: Rodamiento Rayado y abrasión Compresión - flexión Pendientes adecuadas Estabilidad térmica Reposición - mantenimiento Antideslizante Dilataciones
<b>A. Verticales (muros - elem.)</b>	Lluvias Saltos térmicos Erosión Humedad ascendente Polvo Líquenes Hongos Oxidos Mantenimiento	Impermeabilidad Estabilidad térmica Baja retención de mugre Fácil mantenimiento Fácil reposición Antioxidantes

## 9.2. ACABADOS INTERIORES

Aunque están sometidos a menores factores atmosféricos deben cumplir, dependiendo de su localización, con una serie de exigencias acústicas, lumínicas y térmicas.

En cuanto a este tipo de acabados se deben resolver problemas muy particulares, como por ejemplo pisos de altísimas resistencias para zonas industriales, en donde se trata de preservar el acabado al ataque de agentes mecánicos y químicos.

Los acabados interiores están sujetos al grado de nocividad de los factores mecánicos que aumenta en razón con el contacto físico del hombre, esto nos permite establecer una nueva división y diferenciar dos rangos específicos, de acuerdo a su ubicación dentro del proyecto arquitectónico:

- \* Acabados horizontales para pisos y cielos.
- \* Acabados verticales.

LOCALIZACIÓN	ACCIONES Y AGENTES AGRESIVOS	PROPIEDADES QUE DEBE CUMPLIR
<b>PISOS (A. Horizontales)</b>	Punzonamiento Rodamientos Rayado - abrasión Humedad Compresión - flexión Desgaste Grasas y ácidos Saltos térmicos Mantenimiento	Resistencia física a: Rodamiento Rayado y abrasión Compresión - flexión Grasas y ácidos Estabilidad térmica Reposición - mantenimiento Antideslizante - silenciosas Impermeables
<b>CIELOS (A. Horizontales)</b>	Viento Agentes orgánicos Flexión	Resistencia a la flexión Rejillas de ventilación Reposición – mantenimiento Peso aligerado
<b>Muros (A. Verticales)</b>	Rozamiento Saltos térmicos Retención de mugre Humedad ascendente Mantenimiento	Impermeabilidad Estabilidad térmica Baja retención de mugre Fácil mantenimiento Fácil reposición Peso aligerado.

**“No es posible decidir sobre los acabados arquitectónicos, sin tener una absoluta claridad sobre las exigencias propias de la habitabilidad de los espacios<sup>17</sup>”.**

<sup>17</sup> Acabados arquitectónicos - Losada I, Fernando.

## 10. SISTEMAS

### DEFINICIÓN

Asumimos la siguiente definición, la cual nos permite establecer los parámetros para este análisis, **“Es una combinación de partes reunidas para obtener un resultado o formar un conjunto, más las relaciones entre ellas y entre sus atributos<sup>18</sup>”**.

De aquí podemos entender varias ideas que son fundamentales:

- Los componentes constitutivos del sistema, interactúan unos con otros por medio de las relaciones que se establecen entre ellos.
- Adicionalmente las interacciones entre los componentes de los sistemas, también se deben a las relaciones entre los atributos característicos de cada componente y a la influencia que puede tener cada atributo sobre los demás componentes.
- Dado lo característico de las interrelaciones entre componentes, se puede decir que “el sistema es lo que caracteriza el conjunto de componentes ínter relacionados”.

### 10.1. SISTEMA CONSTRUCTIVO

Es el conjunto relacionado de partes componentes de la edificación, dotadas de atributos que se ínter relacionan y cuyas relaciones, en conjunto caracterizan cada edificación. (Conjunto de Subsistemas).

### 10.2. SUBSISTEMA

Conjunto de componentes agrupados que conforman un sistema constructivo y que por sus características cumplen una función determinada y específica. (Unidad funcional de obra).

Cuando nos enfrentamos al análisis de un sistema constructivo, con el objetivo de lograr el conocimiento de sus características y determinantes, es necesario disponer de un método de inspección que conduzca el proceso de análisis del “caso” y permita extraer de ese estudio las variables a que responde.

Para realizar este análisis, podemos utilizar el llamado “Análisis directo”, el cual se desarrolla por medio del estudio directo de las cosas y/o sus partes constitutivas debido a que sus componentes poseen una constitución material y una configuración formal que permiten llegar a comprender porqué funcionan y porqué están constituidos con ese material.

---

<sup>18</sup> Análisis de un sistema constructivo, González Rendón, Mario. Profesor de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

El estudio se realiza a través de la identificación de una serie de aspectos, que desde el punto de vista de la funcionalidad deben cumplir todos los componentes de los diferentes sistemas constructivos:

Para la explicación de este análisis asumimos como ejemplo uno de los trabajos desarrollados en la asignatura, Taller Laboratorio de Ejecución V de la carrera de Construcción, y realizado por las estudiantes Isabel Cristina Cespedes Q. y Amparo Villalba P<sup>19</sup>.

El sistema al que se le realizará el análisis corresponde a la ejecución de un piso en madera tipo PARKETON sobre una losa de concreto previamente construida. Para iniciar dicho análisis, se debe hacer una breve descripción del sistema constructivo y es recomendable hacer una descripción de su proceso de ejecución:

## 1. PROCESO CONSTRUCTIVO (PARKETON)

### • PREPARACIÓN DE LA BASE DE SOPORTE

#### • Mortero de Nivelación

Sobre la losa, se colocará un mortero de nivelación, a base de cemento y arena, que servirá como base de soporte. Su dosificación será 1:4.

Se esparce el mortero nivelándose por debajo del nivel de piso acabado y controlando que este posea el mismo nivel. Sobre este se establecen juntas longitudinales y transversales, utilizando una plantilla.

#### • Control de Humedad

Después de vaciado el mortero de nivelación, se deja fraguar y se controla su contenido de humedad. Hasta que este no garantice una superficie totalmente seca, no se comenzaran los trabajos de ejecución del piso.

### • PREPARACIÓN DE LA MADERA

Se verifica que el contenido de humedad de la madera sea el adecuado. En este caso se utilizarán piezas en madera Sapán y Cedro Güino, con un formato de 48 x 8 cm y espesor de 1.35 cm. El material se lleva en cajas empacadas de a 2 m<sup>2</sup>, las cuales se deben encontrar almacenadas en un sitio seco, seguro y cerca al lugar de trabajo.

### • COLOCACION PIEZAS EN MADERA

Se limpia la superficie de nivelación, garantizando que quede libre de polvo e impurezas. Se esparce una capa de pegante a base de caucho sobre el mortero de nivelación, por medio de un compresor y una pistola. Simultáneamente se esparce una segunda capa de pegante sobre las piezas en madera que estarán en contacto con el mortero de nivelación.

---

<sup>19</sup> Estudiantes de pregrado de la carrera de Construcción, inscritas en el Taller Laboratorio de Ejecución V durante el semestre 02 de 2001. Segundo ejercicio del Taller. Profesores Juan Camilo Restrepo G. y Gustavo Gómez P.

Transcurridos 10 minutos, después de esta aplicación, se procede a adherir el material. Se deben tener en cuenta parámetros importantes, las perfectas escuadras, que el material quede bien adherido y completamente nivelado.

Se dejara de separación entre los elementos en madera y los muros perimetrales 5mm. Los elementos deben colocarse a tope unos con otros, no se permite ningún tipo de separación.

- **PULIMIENTO Y ACABADO FINAL**

Una vez endurecido el pegante, se procederá a pulir con lijadora mecánica. Este recorrido debe hacerse parejo, de adentro hacia fuera.

Después de pulido, se colocaran las piezas que servirán de zócalo, los cuales son elementos en Cedro Güino de sección 8 x 1 cm y longitud 1.20 m.

Posteriormente se procederá al barnizado de toda la superficie, con laca, para lo cual se aplican de 3 a 4 manos. El piso se debe colocar en uso después de 5 días de aplicada la última mano de laca.

## 2. ANÁLISIS DEL SISTEMA

### 1. Morfología (Atributos morfológicos).

Descripción de su forma, geometría, volumen, proporción y dimensiones de cada uno de los componentes del sistema.

Ej.:

- **Piso Externo**

Conformado por elementos rectangulares de 48 x 8 cm y espesor de 1.35 cm, conformado por aristas lineales que permiten el ensamble perfecto entre piezas. Su cara superior es totalmente lisa, lo que permite el pulido y brillo final óptimo; brindando una superficie plana, bien nivelada y libre de juntas y hendiduras.

Su cara inferior esta conformada por tres estrías, localizadas en toda la longitud de la pieza, lo que garantiza una mejor adherencia entre el elemento de madera y la base de soporte.

- **Zócalo**

Elementos rectangulares de sección 8 x 1 cm y longitud 1.20 m. Su forma plana, localizada en la parte posterior del elemento, ayuda a una conexión a tope perfecta evitando el ingreso de elementos externos hacia el interior.

Su forma redondeada, por su cara principal, permite no solo el desplazamiento de polvo y otros factores contaminantes, con facilidad, sino un acabado estético al conjunto conformado.

- **Porón**



Elemento Rectangular de 1 m de longitud, 2 cm de ancho y 5 mm de espesor que se adapta fácilmente a los elementos lineales colindantes.

## 2. Composición (Atributos composición).

Descripción de las características generales de los componentes que lo conforman, resaltando los aspectos que permiten comprender la razón por la cual forman parte del sistema.

Ej.:

- **Adhesivo Horizontal**

Elemento aglutinante, capaz de adherir el elemento de remate del sistema, al componente base de soporte. Le garantiza su estabilidad y rigidez ante agentes externos que pudiesen generar esfuerzos mecánicos sobre el acabado.

Su forma fluida, permite el fácil desplazamiento del producto sobre la superficie, cubriendo microporos de la base, así como aristas presentadas por elementos como el utilizado en el acabado.

- **Piso Externo**

Conjunto de piezas en madera de 48 x 8 x 1.35 cm, adheridos uniformemente sobre la superficie de base, las cuales conforman un mosaico de superficie plana y nivelada.

Esta piezas son de una alta durabilidad, buena condición de dureza y tenacidad, propiedades que las hacen aptas para conformar un acabado de piso, no solo resistente a agentes externos, sino de conformar un acabado estético, adaptable al espacio a diseñar.

Deben consultarse las normas NTC 824, 825, 2500, donde se determinan los defectos de la madera así como su medición, además de encontrar su densidad, clarificación y utilización en la construcción.

- **Porón**

Elemento en poliestireno expandido, con baja resistencia al impacto, liviano y flexible, que permite el movimiento libre de los elementos que lo delimitan, actuando como un elemento de dilatación.

- **Zócalo**

Elemento en madera de 10 x 1.5cm, fijado perimetralmente. El cual remata estéticamente los elementos de acabado, con los muros de cerramiento del sistema, proporcionando el ocultamiento del espacio requerido entre el acabado y el muro (espacio para permitir la dilatación).

Protege la parte inferior del muro delimitante de agentes externos que pudieren deteriorarlo, así como la creación de una barrera que evita el contacto directo del interior con el exterior.

- **Boca Puertas**

Listón en madera de 80x15x1.5cms, el cual no solo rematará el acabado trabajado, sino que servirá como área de dilatación en el cambio de un acabado a otro.

- **Sellador Lijable**

Es un componente líquido, el cual garantiza no solo un sellamiento rápido sino un acondicionamiento de la superficie completa. Permite un buen lijado, garantizando una superficie suave y libre de impurezas.

Debe cumplir con la norma NTC 3647 e ICONTEC 1283, donde se establecen definiciones, clasificación, requisitos físicos, ensayos, empaque y rotulado.

- **Laca**

Componente líquido transparente, el cual cubre totalmente la superficie debido a su consistencia. Es el agente protector de la pieza en madera que garantiza no solo la homogenización del color, sino también un aumento en la resistencia de los elementos, tales como el rayado por rozamiento.

### 3. Constitución (Atributos de constitución).

Descripción de la naturaleza material de los componentes que forman el conjunto, resaltando los aspectos que permiten comprender la razón por la cual forman parte del sistema.

Ej.:

- **Adhesivo Horizontal (Pegante Amarillo)**

Adherente elástico resistente. Está compuesto básicamente por un grupo de sustancias obtenidas por polimerización y donde el componente base es el policloropreno, el cual procede de la coagulación del látex de varios árboles del género Hevea, lo que da al adhesivo condiciones no solo de elasticidad sino de adherencia.

- **Piso Externo**

Piezas constituidas en madera Sapan y cedro Güino.

El Sapan contiene una densidad básica de 0.82. Es de la familia de Dicotiledóneas leñosas. Es una madera resistente al ataque de hongos y moderadamente resistente al ataque de termitas, lo que asegura la durabilidad del sistema en el tiempo. Es de difícil secado al aire libre.

Es una madera Dura, resistente a la penetración de clavos y tornillos, tiende a rajarse, por lo que es mejor trabajarla y adherirla por medio de pegantes sintéticos. Sus propiedades mecánicas son altas, lo cual concuerda con su densidad.

El Cedro Güino contiene una densidad básica de 0.49. Se debe tener especial control en el secado, ya que pueden producirse grietas leves.

Es muy resistente a la pudrición blanca y marrón, lo que lo hace un material apto para ser usado en este tipo de sistemas. Es una madera fácil de trabajar, dejándose maquinar fácilmente en la cepilladora, el torno, la lijadora, el taladro y la molduradora.

Se puede encolar bien. Recibe bien los tornillos, lo cual proporciona un buen acabado.

De acuerdo con las propiedades físico-mecánicas, es una madera medianamente liviana, con resistencias medianas, las cuales concuerdan con su densidad.

- **Zócalo**

Constituido por madera Cedro Güino, descrita anteriormente.

- **Boca Puertas**

Listón en madera Cedro Güino, descrita anteriormente. La madera es un material que no reacciona químicamente con los otros materiales involucrados dentro de los sistemas de pisos, lo cual lo hace perfecto para trabajarlo como junta de dilatación entre ellos.

- **Sellador Lijable**

Este compuesto químicamente por resinas alquídicas, extendedores inertes, solventes, nitrocelulosa y aditivos. Estos componentes hacen del producto un componente flexible de alta dureza; a su vez permite conservar la veta en la madera conservando sus características estéticas.

Este producto entra en los microporos de la madera, dando mayor dureza a la superficie de contacto, así como proporcionando una buena preparación a la madera, para su posterior pulimento.

- **Laca**

Esta compuesta químicamente por resinas alquídicas, nitrocelulosa, solventes y aditivos, lo que conforma una película resistente a la abrasión y medianamente resistente al rayado, es impermeable y brinda un excelente acabado a la madera.

#### 4. **Correlación interna** (Atributos de correlación interna).

Descripción de que manera se correlacionan formal y funcionalmente los componentes (ensambles, conexiones y ajustes).

Ej.:

- **Adhesivo Horizontal (Pegante Amarillo)**

Es un material fluido, altamente adhesivo, que garantiza no solo el esparcimiento uniforme por toda la superficie a trabajar, sino que ofrece un puente de adherencia entre la base de soporte y el elemento de remate.

- **Piso Externo**

Las piezas en madera se encuentran delimitadas dentro de su morfología por remates rectos, que proporcionan no solo un buen alineamiento en la colocación entre sí de estos elementos, sino un acabado óptimo que permite realizar aplicaciones arquitectónicas satisfactorias.

La superficie de contacto del elemento esta provista de estrías, lo cual facilita una buena cohesión con el adherente horizontal a la base de soporte.

- **Zócalo**

Elemento conformado por lados lineales y circulares. Los lineales permiten un perfecto acomodamiento con el elemento delimitante, conformando un sellamiento con el exterior, igual que su base recta.

Su forma circular interior, permite el alojamiento de elementos conformantes de juntas internas.

- **Boca Puertas**

Elemento en madera, conformado y constituido por lados lineales, iguales a los expuestos anteriormente en forro externo.

Su forma rectangular permite un acomodamiento perfecto con las piezas de mármol. Estas conforman también una junta a tope la cual otorga un sellamiento perfecto.

- **Sellador y Laca**

Elementos altamente fluidos, lo que proporciona un esparcimiento completo sobre la superficie y una perfecta penetración en la madera.

## 5. Funcionamiento (Atributos de función)

Descripción de la función del sistema como consecuencia de su unión y de cada uno de sus componentes.

Ej.:

- **Adhesivo Horizontal (Pegante Amarillo)**

Es un material altamente adhesivo, que actúa como puente de adherencia entre la base de soporte y el elemento de remate.

- **Piso Externo**

Las piezas en madera que conforman el piso externo, son los elementos que le otorgan al sistema las características estéticas y de funcionamiento del acabado, planteadas en el diseño arquitectónico.

- **Zócalo**

Es el elemento conformado por lados lineales y circulares, que garantizan la protección lateral del sistema de piso. Adicionalmente actúa como una barrera visual para la junta de dilatación en porón.

- **Boca Puertas**

Elemento en madera, conformado y constituido por lados lineales. Su funcionamiento esta dado a partir de la creación de una separación visual en los diferentes espacios arquitectónicos del proyecto. Adicionalmente contribuye a una separación que facilita la reparación del sistema en caso de necesitarse.

- **Sellador y Laca**

Elementos altamente fluidos, que garantiza el acabado exterior del sistema de piso en madera, proporcionando un aumento en su resistencia mecánicas y otorgándole una mejor apariencia estética.

## 6. Fundamentación de la utilidad (Atributos de principios generales de utilidad).

Descripción de que principios químicos o físicos o de cualquier otro tipo se basa el potencial de uso del sistema.

Ej.:

- **Adhesivo Horizontal (Pegante Amarillo)**

Adherente elástico resistente. Esta compuesto básicamente por un grupo de sustancias obtenidas por polimerización y donde el componente base es el policlopreno, el cual procede de la coagulación del látex de varios árboles del género Hevea, lo que da al adhesivo condiciones no solo de elasticidad sino de adherencia.

- **Piso Externo**

Piezas constituídas en madera Sapan y cedro Güino.

El Sapan contiene una densidad básica de 0.82. Es de la familia de Dicotiledóneas leñosas y sus características externas son:

La albúra es de color rosado claro, con transición abrupta a durámen de color castaño oscuro o claro, a veces con vetas muy finas que garantiza un aspecto estético aceptable dentro del conjunto y un brillo mediano.

Moderadamente difícil de secar al aire libre, presentando deformaciones y ocasionalmente grietas superficiales, por lo cual se debe garantizar un secado óptimo antes de su instalación.

Es una madera resistente al ataque de hongos y moderadamente resistente al ataque de termitas, lo que asegura la durabilidad del sistema en el tiempo.

Es una madera Dura, resistente a la penetración de clavos y tornillos, tiende a rajarse, por lo que es mejor trabajarla y adherirla por medio de colas. Por medio del lijado y de un buen sellador ofrece un buen acabado. Las propiedades mecánicas son altas, lo cual concuerda con su densidad.

El Cedro Güino Contiene una densidad básica de 0.49. Sus características externas son:

La albura es de color crema grisáceo, con transición abrupta a duramen de color claro o rojizo. Presenta un vetado con arcos superpuestos, satinado y jaspeado, poco pronunciado, lo que aporta características estéticas del conjunto.

Se debe tener especial control en el secado, ya que pueden producirse grietas leves.

Es muy resistente a la pudrición blanca y marrón, lo que lo hace un material apto para el sistema.

Es una madera fácil de trabajar, se deja maquinar fácilmente en la cepilladora, el torno, la lijadora, el taladro y la molduradora.

Se puede encolar bien. Recibe bien los tornillos, lo cual proporciona un buen acabado. De acuerdo con las propiedades físico-mecánicas, es una madera medianamente liviana, con resistencias medianas, las cuales concuerdan con su densidad.

- **Zócalo**

Constituido por madera Cedro Güino, descrita anteriormente.

- **Boca Puertas**

Listón en madera Cedro Güino, descrita anteriormente.

- **Sellador Lijable**

Esta compuesto químicamente por resinas alquídicas, extendedores inertes, solventes, nitrocelulosa y aditivos. Estos componentes hacen del producto un componente flexible de alta dureza; a su vez permite conservar la veta en la madera. Este producto entra en los microporos de la madera, dando mayor dureza a la superficie de contacto, así como proporcionando una buena preparación a la madera, para su posterior pulimiento.

- **Laca**

Esta compuesta químicamente por resinas alquídicas, nitrocelulosa, solventes y aditivos, lo que conforma una película resistente a la abrasión y medianamente resistente al rayado, es impermeable y brinda un excelente acabado a la madera.

## 7. Correlación externa (Atributos de correlación externa).

De que manera se correlaciona el sistema constructivo formal, funcional y ambientalmente con su entorno físico inmediato.

Ej.:

- La base de nivelación, esta conformada por mortero, el cual entra en contacto con la superficie de la losa de una forma continua y pareja facilitando los niveles y espesores especificados adecuados para conformar el conjunto final de acabados de piso, haciendo posible la colocación simétrica de los elementos en madera.

- Los elementos en madera, que conforman el forro externo, están constituidos en un material de características de dureza, que lo hacen apto para su relación con agentes externos, además de proporcionar una textura tersa, nivelada y térmica. Su contacto directo con agentes agresivos así como el agua, ácidos o el mismo calor excesivo, pueden llegar a ocasionar en el material deformaciones estéticas, lo cual lo hacen vulnerable ante estos fenómenos.
- El punto de encuentro de la losa y los muros verticales, constituyen planos perpendiculares, lo cual brinda el recorrido perimetral del piso, generando distribuciones geométricas estéticamente aceptables.
- Las diferentes tonalidades, ofrecidas por el acabado, permiten el acoplamiento de contrastes y mosaicos, que ayudan a la conformación del espacio así como la combinación de contrastes con otros acabados correlacionados dentro del ambiente.

En algunos casos la ergonomía y la antropometría son aspectos que se deben tener en cuenta, al igual que el comportamiento ante acciones de degradación por efectos físicos, químicos, biológicos, de edad y de uso.

Existen otros métodos diferentes para el análisis de los sistemas constructivos, que han sido implementados y desarrollados por los Arquitectos, Ingenieros y Constructores durante mucho tiempo de actividad profesional; tal como:

- \* Análisis de medios cuantitativos o análisis de su condición física.  
**Ej.:** Dureza, resistencia mecánica, peso específico, absorción, etc.
- \* Análisis de medios cualitativos o de aspectos relativos a la morfología, su funcionamiento y sus correlaciones.  
**Ej.:** Forma, proporción y relación entre sus partes, textura, color, rugosidad, etc.
- \* Análisis de medios de uso o de los aspectos relacionados a su uso dentro del conjunto que constituye y el comportamiento de cada una de sus partes y su responsabilidad en sistema.

Aunque este es un análisis válido y que ha sido utilizado durante mucho tiempo, consideramos, en los grupos de docentes de la carrera de construcción, que el análisis planteado anteriormente permite un conocimiento más amplio, detallado y organizado, que propende por dotar al Arquitecto, Ingeniero y Constructor de mayores y mejores herramientas para el desarrollo de las obras de construcción.

## 11. EI DISEÑO DE EJECUCIÓN

El DISEÑO DE EJECUCIÓN surge como una necesidad de convertir la industria de la construcción en una verdadera industria, en donde se plantea un control permanente y normalizado de todos los procesos de producción.

Con base en lo anterior tomamos como base los planteamientos establecidos dentro de los parámetros de “calidad total” que surgen en nuestro medio dentro del ramo de la construcción a finales de los años ochenta; en donde se asumen como puntos de partida las rutinas diseñadas en el incipiente manejo del control de calidad realizado para la ejecución de algunos procesos de construcción.

El realizar un diseño de ejecución en los proyectos de construcción, busca como objetivo fundamental, enmarcar la obra dentro de los parámetros establecidos desde la formulación inicial, y centrados en buscar la optimización de todos los recursos y procesos allí involucrados. A su vez el diseño de ejecución se debe asumir como una herramienta fundamental para el control permanente de todas las variables que se involucran en la obtención del producto final, lo que implica que se deba hacer un planteamiento metodológico para cada una de las etapas de cualquier proceso de producción.

Inicialmente podemos identificar dos grandes etapas en las que podemos dividir el Diseño de Ejecución<sup>20</sup>:

- Planeamiento - que trata de responder a las inquietudes de “**como?**” se ejecutarán todos los procesos de producción.
- Ejecución - desarrollo del esquema planeado en la formulación y selección de las diferentes alternativas de ejecución de los proyectos.

El proceso de diseño de ejecución, se ha dividido en cinco etapas para efectos de su desarrollo ordenado, que pretende acceder en una forma lógica y sencilla a realizar un análisis de todas las variables que afectan el sistema de ejecución<sup>21</sup>.

### • Etapas del DISEÑO DE EJECUCIÓN<sup>22</sup>

- Preplaneamiento.
- Prediseño de la ejecución.
- Planeamiento general de la ejecución.
- Manejo de los recursos y sus implicaciones.
- Diseño de producción.

---

<sup>20</sup> Carvajal, Henry. Arquitecto Constructor, docente de la Universidad Nacional hasta el año 2001, Instructor Asociado. Director del departamento de Calidad de la empresa constructora CONVEL S.A.

<sup>21</sup> González Rendón, Mario. Profesor titular, desde 1.971, de la Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Arquitectura. Escuela de Construcción. Planteamiento conceptual del Diseño de Ejecución, como eje vertebral de la actividad profesional del Arquitecto Constructor.

<sup>22</sup> Parámetros que se han convertido en el eje central del desarrollo de la asignatura “Talleres Laboratorio de Ejecución”, la cual corresponde a uno de los ejes fundamentales del programa curricular de la carrera de Construcción.



El texto citado a continuación sobre el Diseño de Ejecución, es un documento desarrollado conceptualmente en su totalidad por el Profesor Mario González Rendón, Arquitecto y profesor Titular de la Universidad Nacional de Colombia, en la Facultad de Arquitectura, desde el año 1971 hasta el año 2001. Ha sido profesor de la carrera de Construcción y Arquitectura durante su actividad profesional en la Universidad; en donde adicionalmente, desempeño muchos cargos administrativos con gran éxito, compromiso y dedicación.

El profesor González, ha sido durante su actividad docente en la Universidad, uno de los docentes forjadores del pensamiento epistemológico en el que se ha sustentado la formación profesional del Arquitecto Constructor.

Este texto se cita completamente a continuación, debido a la importancia que reviste el Diseño de Ejecución dentro de la formación profesional del programa curricular al cual pertenecemos.

### 11.1. PREPLANEAMIENTO

Es la etapa inicial del DISEÑO DE EJECUCIÓN, se adelanta una labor de acumulación y análisis de la información que se posee sobre el proyecto a ejecutar, con miras a tener suficiente claridad para avanzar a las etapas más adelantadas del proceso. Al cabo de esta etapa debe haber una completa claridad sobre el objeto arquitectónico al cual se le va a implementar el Diseño de Ejecución; esa claridad debe manifestarse mediante:

1. Representaciones gráficas del proyecto arquitectónico:
  - Planos arquitectónicos, estructurales y técnicos.
  - Isométricos del proyecto.
  - Isométricos de los sistemas constructivos.
  - Detalles arquitectónicos.
2. Memorias de especificaciones:
  - Materiales involucrados en los diferentes sistemas.
  - Componentes de los sistemas.
  - Sistemas constructivos.
  - Procesos de ejecución, producción, instalación ó montaje que se desarrollarán en la obra.

Si mediante la información contenida en los planos arquitectónicos, estructurales y técnicos no se logra una visión completa de las especificaciones, deberá consultarse al Arquitecto responsable del proyecto, ó al grupo coordinador para obtener las especificaciones faltantes.

3. Copia de las normas que apliquen a los materiales, componentes, sistemas constructivos y los procesos de ejecución ó producción que los incorporan, a partir de la memoria de las especificaciones.

4. Memoria de especificaciones complementarias y de las respectivas normas que las deben controlar, de aquellos materiales, sistemas y procesos que no estuvieren contemplados en las memorias ya analizadas.
5. Las secuencias de las actividades del proceso de ejecución, producción, instalación y/o montaje que se realizarán en el proceso en consideración. Para lo anterior se parte del conocimiento desarrollado en los cuatro puntos anteriores, teniendo presente que se deben tener en cuenta tanto los componentes como los sistemas y los procesos.
6. Correlación entre las actividades identificadas con las condiciones especiales de ejecución derivadas de las normas ó practicas recomendadas en la información técnica general. Para este cruce de información se deberá utilizar un formato claro que permita su consulta eficiente en etapas posteriores del planeamiento de la ejecución.
7. Establecimiento de las actividades precedentes que se deben tener en cuenta para la ejecución de las actividades o procesos objeto de estudio.

## 11.2. PREDISEÑO DE LA EJECUCIÓN

Durante esta etapa se enuncia una gama de alternativas del proceso de ejecución. Estas alternativas se deben configurar a partir de las “Estrategias Técnicas” para la ejecución, las que a su vez pueden estructurarse a partir de los procedimientos técnicos de conocimiento y la práctica, ya avalados por el uso, o bien, a partir de formulaciones novedosas que el autor de la “idea” quiera explorar, ó a partir de especificaciones que sobre el proceso contenga el proyecto mismo.

En esta fase el constructor hace su principal aporte al enunciar opciones de solución al problema y después de evaluarlas define cual seguirá desarrollando como propuesta de diseño de ejecución.

Una alternativa de solución estratégica debe contemplar los siguientes puntos:

- **Determinación de una sectorización y zonificación del área en la cual se van a realizar las operaciones de ejecución de obra**

Por sectorización se debe entender la subdivisión teórica de la obra, partiendo de una sectorización general hacia una particular. Para sectorizar una obra y llegar a la determinación de un acabado debemos considerar lo siguiente:

- La configuración física de la obra.
- Las características de los componentes del sistema (unidad funcional de obra).
- Posición de los acabados (horizontales y verticales).
- La ubicación de cada componente (interiores y exteriores).
- La característica técnica de los acabados (tipologías - pintura esmalte ó pintura vinilo).
- Los diferentes sistemas (vinilo sobre revoque ó sobre estuco).
- La división por tipo de labores de producción.

Con la sectorización buscamos poder establecer las cantidades de obra para cada acabado ó cada unidad funcional de obra. Luego de establecer las cantidades de obra nos centramos en establecer los frentes de trabajo.

- **Determinación de los frentes de trabajo**

Depende del tipo de sectorización que hallamos determinado. Tiene como objetivo establecer la cantidad de frentes simultáneos en los que podemos trabajar. Con base en los frentes de trabajo y en rendimientos estadísticos de ejecución de obra, establecemos la cantidad de cuadrillas necesarias para cumplir con las exigencias de la programación ó el tiempo de ejecución de cada actividad.

- **Determinación de la dirección de avance de los trabajos**

Se debe establecer con claridad donde inicia y donde termina la labor de cada frente de trabajo y en que dirección se avanza en su ejecución (puntos de inicio y puntos de remate).

- **Determinación de los sitios de acopio del material y/ó herramienta**

Se debe establecer dentro del diseño general de planta, en donde se determina el almacenamiento general de los diferentes materiales, los lugares de almacenamiento para las diferentes operaciones de pre - producción de algún componente del sistema y los almacenamientos para cada frente de trabajo.

- **Determinación del flujo de material**

Debemos establecer las rutas o caminos por los cuales se moviliza el material desde el almacenamiento general, hasta los sitios de acopio y desde estos hasta los sitios de utilización. Determinación de la selección y optimización de los diferentes equipos para transportes de acuerdo a las necesidades específicas de cada obra (transporte horizontal y vertical).

Dentro de esto se debe tener especial cuidado en las posibles interferencias que se puedan producir entre los diversos sistemas de ejecución de obra ó entre las diferentes unidades funcionales de obra.

- **Enunciado de los criterios que sustentan la propuesta**

Definir los criterios o razones que sustentan la validez de las soluciones planteadas (tanto a nivel general como particular).

Esto permite poder hacer correctivos más fácilmente en caso de que sean necesarios y nos permiten realizar una evaluación permanente sobre los posibles problemas que podamos encontrar durante la ejecución (busca la anticipación a los problemas).

**“Es más importante tener claridad sobre el porqué se determinó, algo que la misma determinación, lo que a su vez me facilita la sustentación de la alternativa escogida frente a las diferentes posibilidades del Diseño de Ejecución”.**

### 11.3. PLANEAMIENTO GENERAL DE LA EJECUCIÓN

El planeamiento es la tercera etapa del proceso de **Diseño de Ejecución**, se debe abordar una vez se haya configurado una propuesta de Diseño de Ejecución, la cual hasta el momento se plantea con un carácter de Prediseño, pues únicamente cuando el proceso avance se podrá plantear como un Diseño definitivo.

En esta etapa se “planea” el proceso de ejecución, es decir, se determinan sobre la base de la estrategia global ya pre establecida, las actividades que componen el proceso de producción que se va a desarrollar al ejecutar la obra, su secuencia, su duración, la cantidad de obra a ejecutar y los rendimientos base con los cuales se planeará el proceso, tanto a nivel de mano de obra, como de materiales, equipos y otros insumos de la producción misma.

Esta etapa contiene una programación expresada en la forma de diagrama de barras, pero no es solo un programa de obra, si no que a su vez se debe determinar como una consecuencia del planteamiento estratégico que le antecede y por lo tanto podría ser diferente si se varía la alternativa elegida. En esta fase se requiere disponer y preparar insumos tales como:

- Una alternativa para el proceso de ejecución fruto de un proceso de evaluación.
- Definición de las actividades que componen la labor.
- Cantidades de obra a ejecutar.
- Determinación de los patrones de rendimiento a considerar para las diferentes tareas.

Las cuatro tareas fundamentales a desarrollar durante la fase de Planeamiento de la Ejecución son:

1. Definición de la secuencia de actividades y sub-actividades constitutivas del proceso constructivo para la alternativa escogida.
2. Cuantificación de la obra a ejecutar, por frentes, sectores, zonas, actividades; en función de parámetros de producción que faciliten las etapas posteriores del trabajo y de acuerdo con los planos arquitectónicos y técnicos, así como con todas las definiciones establecidas durante la etapa del preplaneamiento.
3. Definición de rendimientos y frentes de trabajo para el cálculo del tiempo estimado de ejecución.
4. Elaboración de diagrama de barras, como resumen de todos los tres puntos anteriores.

### 11.4. MANEJO DE LOS RECURSOS Y SUS IMPLICACIONES ECONÓMICAS

En esta etapa nos concentramos en la identificación y discriminación de los diferentes recursos y materiales humanos y técnicos que se deben incorporar durante el proceso de producción ó ejecución y las implicaciones económicas de acuerdo a la alternativa escogida.

Se estudian los materiales ó los componentes de los sistemas constructivos, de los cuales se tiene un conocimiento en términos de cantidad, de especificación y de normatividades que se deben cumplir.

Con base en los planteamientos establecidos en los flujos de materiales y los flujos de desarrollo de ejecución, establecemos un programa de suministros para los insumos de materiales y sus necesidades de su almacenamiento. A su vez analizamos el recurso humano y calculamos los tipos y composición de cada una de las cuadrillas requeridas para la ejecución; para lo cual se debe tener en cuenta la sectorización y el tipo de actividades de producción que se planea realizar.

Aspectos que debemos tener en cuenta para el desarrollo de esta etapa:

1. Definición de los materiales que cumplan las especificaciones (Identificar proveedores, marcas, características y datos técnicos, etc. - Cuadros comparativos).
2. Definición de las condiciones de transporte y almacenamiento de los materiales. A partir de las exigencias establecidas por el proveedor y/ó la normatividad exigida (textos - que indiquen manipulación y almacenamiento de materiales).
3. Establecimiento del programa de suministros de los materiales, de acuerdo a la programación.
4. Determinación de los trámites de adquisición de los materiales (cuidado con los materiales importados). Definir sistemas y formatos de cotización, condiciones de la cotización, forma de pago, manejo del IVA, etc.
5. Definición de cuadrillas de acuerdo a las cantidades de obra, frentes de trabajo y programación. Durante la ejecución se realizan nivelaciones de recursos para ajustar las necesidades.
6. Definición y cuantificación de la herramienta y equipo a utilizar en la ejecución de cada una de las actividades de los acabados; se debe prestar especial atención a los procesos simultáneos.
7. Programa de suministro y devolución del equipo arrendado, de acuerdo a la programación.
8. Definición de las condiciones de operación y programas de mantenimiento del equipo (normatividad de seguridad industrial).

En esta etapa se hace el cálculo de las implicaciones económicas del proceso de producción, se valora la obra a ejecutar a partir de los análisis de precios unitarios (APU's) costos directos y todos los gastos indirectos del proyecto, que busca establecer los costos generales de la producción.

## **11.5. DISEÑO DE PRODUCCIÓN**

Durante esta etapa del diseño de ejecución se concretan los procesos de prefiguración del desarrollo de la obra, abordando detalles como:

1. El planeamiento de los procesos de transformación de las materias primas, materiales o componentes que al llegar a la obra deben ser sometidos a modificaciones como cortes, ensambles, uniones, armados, etc.

2. Las decisiones Sobre las características propias de la configuración de las áreas de producción ó diseño de planta (necesidades de producción).
3. La definición de las actividades de producción en cuanto a secuencias de ejecución y controles propios de los procesos de producción, así como la elaboración de las fichas y planos que contengan la información que permitan efectuar la producción de la obra en todos sus detalles.

El diseño de ejecución se debe entender como la etapa en la cual, sobre la base de:

- Elementos de información (planos, especificaciones, normas, etc.).
- Elementos de decisión (alternativas ó estrategias para abordar un proceso).
- Elementos de programación (actividades, secuencias, precedencias, tiempos, rendimientos).
- Elementos de cálculo (cantidades y costos).
- Elementos de dotación (herramientas, equipos, recurso humano).
- Elementos de planta (áreas de almacenamiento y producción).

Se toman las decisiones detalladas que controlan y guían la fase de producción de la obra objeto del proyecto de ejecución.

El diseño de producción se divide en dos etapas:

### **Preproducción y Producción**

- **Preproducción**

1. Definición de los componentes o materiales a procesar previos a la producción de la obra.
2. Definición del proceso de producción y diseño de planta del taller para el procesamiento, en los casos en que se aplique.
3. Distribución en obra de los materiales a procesar y procesados en almacenamiento previo a la ejecución, considerando el flujo de los materiales en la obra.
4. Definición de las medidas de seguridad industrial a tener en cuenta en la ejecución de la obra.

- **Producción:**

1. Definición del sistema de producción, ejecución o instalación y diseño de planta (horizontal y vertical).
2. Determinación de la secuencia de ejecución de la actividad, en diagramas de ejecución.
3. Establecimiento de controles técnicos en la recepción, ejecución y control final, en el diagrama de ejecución.
4. Elaboración de planos de ejecución y de las fichas de los componentes de las obras.

**CONCLUSIONES  
DISEÑO DE EJECUCIÓN**

**Diseño de Ejecución** - Es una herramienta que me ayuda a establecer, definir, controlar y desarrollar un gran número de variables que encontramos involucradas en el proceso de EJECUCIÓN DE UN PROYECTO.

<b>ETAPAS</b>	<b>INFORMACIÓN</b>	<b>OBJETIVO</b>
I. Preplaneamiento	Planos y detalles Normas - Pliegos Especificaciones	Conocer el proyecto
II. Prediseño	Sectorización Frentes de trabajo Flujos Centros de acopio	Plantear Alternativas ó estrategias
III. Planeamiento	Secuencias Cantidad de obra Rendimientos Programación	Planear el proceso a partir de la alternativa
IV. Planeamiento económico	Características Suministros Trámites Hmienta y equipo	Identificación de costos y recursos (APU's)
V. Producción	Preproducción Producción	Desarrollo del proceso

## C. TÉCNICAS DE EJECUCIÓN DE ACABADOS

### 12. MATERIALES

#### 12.1. GENERALIDADES SOBRE MATERIALES

Todos los seres humanos tenemos que ver con materiales de manera cotidiana, en manufactura, procedimientos y en el diseño y construcción de componentes o de estructuras<sup>23</sup>. Se deben tomar una serie de decisiones importantes al seleccionar los materiales que se van a incorporar en un diseño, tales como:

- Determinar si los materiales pueden ser transformados de manera consistente en un producto.
- Determinar sus tolerancias dimensionales y su variabilidad con el uso.
- Si puede mantener la forma correcta durante su uso.
- Si las propiedades requeridas se pueden conseguir y mantener durante su uso.
- Si el material es compatible con los otros componentes con quienes va a estar relacionado y puede unirse fácilmente.
- Se debe considerar que el material se pueda reciclar fácilmente y observar si el material o su fabricación pueden causar problemas ecológicos.
- Determinar si el material se puede convertir de manera económica en un producto útil.

##### 12.1.1. TIPOS DE MATERIALES

Los materiales se clasifican en cinco grupos, metales, cerámicos, polímeros, semiconductores y materiales compuestos<sup>24</sup>.

- **METALES**

Los metales y sus aleaciones, incluyendo el acero, aluminio, magnesio, zinc, hierro fundido, titanio, cobre y níquel, tienen como característica una buena conductividad eléctrica y térmica, una resistencia relativamente alta, una alta rigidez, son dúctiles y resistentes al impacto.

Son útiles en aplicaciones estructurales o de carga. Aunque en algunos casos se utilizan metales puros, las combinaciones de metales conocidas como aleaciones proporcionan mejorías en algunas propiedades deseables o permiten una mejor combinación de las propiedades.

---

<sup>23</sup> Askeland, Donald R. Ciencias e Ingeniería de los Materiales. 3° edición. International Thomson Editores.

<sup>24</sup> Askeland, Donald R. Ciencias e Ingeniería de los Materiales. 3° edición. International Thomson Editores.



- **CERÁMICOS**

El ladrillo, el vidrio, la porcelana y los refractarios, tienen baja conductividad eléctrica y térmica debido a lo cual se usan como aislantes. Son materiales duros y fuertes, aunque también frágiles y quebradizos.

Las nuevas técnicas de procesamiento han conseguido que los cerámicos sean lo suficientemente resistentes a la fractura que puedan ser utilizados en aplicaciones de carga, como los impulsores de los motores de turbina.

- **POLÍMEROS**

Producidos mediante un proceso conocido como polimerización, es decir, creando grandes estructuras moleculares orgánicas, los polímeros incluyen el hule, el plástico y muchos tipos de adhesivos.

Los polímeros tienen baja conductividad eléctrica y térmica, reducida resistencia y no son adecuados para utilizarse a elevadas temperaturas. Los polímeros termoplásticos, en los cuales las largas cadenas moleculares no están conectadas de manera rígida, tienen buena ductilidad y conformabilidad; los polímeros termoestables son más resistentes, aunque más frágiles porque las cadenas moleculares están fuertemente enlazadas. Los polímeros se utilizan en muchas aplicaciones, incluyendo dispositivos electrónicos.

- **SEMICONDUCTORES**

Aunque el silicio, el germanio y otra serie de compuestos, son muy frágiles, resultan esenciales para aplicaciones electrónicas, de computadoras y de comunicaciones. La conductividad eléctrica de estos materiales puede controlarse para uso en dispositivos electrónicos como transistores, diodos y circuitos integrados.

La información hoy en día se transmite por luz a través de sistemas de fibra óptica y los semiconductores son los que convierten las señales de energía en luz y viceversa.

- **MATERIALES COMPUESTOS**

Se forman a partir de dos o más materiales, produciendo propiedades que no se encuentran en ninguno de los materiales de manera individual. El concreto, la fibra de vidrio son ejemplos típicos de maneras compuestas. Con materiales compuestos se pueden producir materiales livianos, fuertes, dúctiles, resistentes a altas temperaturas, o bien herramientas de corte duras y resistentes al impacto.

Los vehículos aéreos y aeroespaciales modernos dependen de manera importante de materiales compuestos como los polímeros reforzados de fibra de carbono.

MATERIAL	APLICACIONES	PROPIEDADES
<b>METALES</b>		
Cobre	Alambre conductor eléctrico.	Alta conductividad térmica y eléctrica, buena formabilidad.
Hierro fundido gris	Bloques para motor de automóvil.	Moldeable, absorbe vibraciones.
Aleaciones de acero	Llaves.	Endurecidas considerablemente mediante tratamientos térmicos.
<b>CERÁMICOS</b>		
SiO <sub>2</sub> - Na <sub>2</sub> O - CaO	Vidrios para ventanas.	Ópticamente útil, aislante térmico.
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - MgO - SiO <sub>2</sub>	Refractarios para metal fundido.	Aislante térmico, se funden a altas temperaturas.
Titanato de bario	Transductores para equipo de audio.	Convierten el sonido en electricidad (piezoeléctricos).
<b>POLÍMEROS</b>		
Polietileno	Empacado de alimentos.	Conformable en películas delgadas, flexibles e impermeables.
Epóxicos	Encapsulados de circuitos integrados.	Eléctricamente aislantes y resistente a la humedad.
Fenólicos	Adhesivos para unir capas de madera laminada.	Fuertes y resistentes a la humedad.
<b>SEMICONDUCTORES</b>		
Silicio	Transistores y circuitos integrados.	Buen comportamiento eléctrico.
GaAs	Sistemas de fibras ópticas.	Convierte señales eléctricas en luz.
<b>COMPUESTOS</b>		
Granito - matriz epóxica.	Componentes para aeronaves.	Relación elevada resistencia - peso.
Carburo de tungsteno-cobalto	Herramientas de corte de carburo para maquinado.	Alta dureza y buena resistencia al impacto.
Acero recubierto con titanio	Recipientes para reactores.	Alta resistencia mecánica y corrosión.

### 12.1.2. RELACIÓN ESTRUCTURA - PROPIEDADES - PROCESAMIENTO

Para poder realizar su función durante su ciclo de vida esperado, un componente debe tener la forma correcta. El diseñador de materiales debe cumplir este requisito aprovechando la relación compleja entre la estructura interna del material, su procesamiento y las propiedades finales del mismo. Cuando se modifican cualquiera de estos aspectos, varían los otros<sup>25</sup>.

#### • PROPIEDADES

Las propiedades de los materiales las podemos considerar en dos categorías básicas:

- **Propiedades mecánicas:** Describen la forma como el material responde a una fuerza aplicada, incluye resistencia, rigidez y ductilidad. Sin embargo a menudo podemos hablar de la resistencia del material al someterlo a un golpe repentino e intenso

<sup>25</sup> Askeland, Donald R. Ciencias e Ingeniería de los Materiales. 3° edición. International Thomson Editores.

(impacto), sometido a la aplicación de cargas cíclicas en el tiempo (fatiga), expuesto a altas temperaturas (termofluencia) o sujeto a condiciones abrasivas (desgaste).

- **Propiedades físicas:** Incluyen el comportamiento eléctrico, magnético, óptico, térmico, elástico y químico; los cuales dependen tanto de la estructura como del procesamiento de un material. Incluso minúsculas modificaciones de la estructura causan cambios profundos en la conductividad eléctrica de muchos materiales semiconductores; por ejemplo, temperaturas de fusión altas pueden reducir de manera importante las características de aislamiento térmico de los ladrillos cerámicos.
- **Propiedades químicas:** Aunque es considerada por muchos autores dentro de las propiedades físicas de los materiales, es importante independizarlas debido a la gran incidencia que las características químicas propias de los materiales usados en la construcción le otorgan a los sistemas constructivos y a su comportamiento, los cuales en un alto porcentaje son los materiales correspondientes al grupo de los materiales compuestos.

## • ESTRUCTURA

La estructura de un material se puede considerar en diferentes niveles, la estructura atómica, la estructura cristalina, estructura granular en el hierro y estructura multifásica en el hierro fundido blanco.

- **Estructura atómica:** La disposición de los electrones que rodean el núcleo de los átomos individuales afecta el comportamiento eléctrico, magnético, térmico y óptico. Además la configuración electrónica influye en la forma como se unen los átomos entre sí.
- **Estructura cristalina:** Es la disposición o arreglo de los átomos. La forma como se organizan, para el caso de las cerámica y vidrios de manera desordenada y para el caso de los semiconductores, metales y polímeros de manera ordenada, hacen que varíe muchísimo su comportamiento y sus propiedades. Adicionalmente en los materiales de estructura granular, el tamaño y la forma de los granos influye en el comportamiento del material, por ejemplo en el caso de los chips de silicio para los circuitos integrados o de los metales para componentes de los motores a propulsión, se deben producir materiales que contengan un solo grano o un solo cristal.
- **Estructuras de fase:** Los materiales que contienen más de una fase, tienen en cada una de ellas su arreglo atómico y por lo tanto propiedades únicas. El control del tamaño, tipo, distribución y cantidad de estas fases dentro del material permite darles características específicas.

## • PROCESAMIENTO

El procesamiento de los materiales produce la forma deseada de un componente a partir de un material inicialmente sin forma. Los metales se pueden procesar vertiendo metal

líquido en un molde (fundición), uniendo piezas individuales de metal (soldadura autógena, soldadura con aporte, unión adhesiva), conformado del metal sólido en formas útiles mediante alta presión (forja, trefilado, extrusión, laminado, doblado), compactado de pequeñas partículas de polvo metálico en una masa sólida (metalurgia de polvos) o eliminación de material excedente (maquinado).

Igualmente las cerámicas pueden conformarse mediante procesos como colado, formado, extrusión o compactación, a menudo mientras están húmedas, seguido de un tratamiento térmico a altas temperaturas. Los polímeros se producen mediante inyección del plástico blando en moldes similar a la fundición, por extrusión y conformado.

El tipo de procesamiento que utilizamos dependerá de las propiedades que se deseen darle al material y de la estructura que posea.

La relación estructura - propiedades - procesamiento se modifica por el medio ambiente al cual está sujeto el material, incluyendo la alta temperatura y la corrosión.

- **Temperatura:** Los cambios en la temperatura alteran de manera notable las propiedades de los materiales; por ejemplo los que han sido endurecidos por ciertos tratamientos térmicos pueden perder sus propiedades al ser calentados, las cerámicas pueden variar su estructura con las altas temperaturas, mientras que las bajas temperaturas pueden hacer que los metales fallen por fragilidad, aún cuando las cargas aplicadas sean bajas.

El diseño de materiales a temperaturas extremas resulta esencial para muchas tecnologías, tales como la necesaria para los vehículos aéreos y aeroespaciales, debido a las altas fricciones que soportan con el aumento de la velocidad.

- **Corrosión:** La mayor parte de los metales y los polímeros reaccionan ante el oxígeno y otros gases, particularmente a temperaturas elevadas. Los metales y los cerámicos pueden desintegrarse por la acción de la corrosión y los polímeros se pueden volver frágiles.

## 12.2. CIENCIAS DE LOS MATERIALES

El estudio de los materiales, los cambios en ellos y los desarrollos de nuevas tecnologías buscan resolver los actuales problemas planteados por el desarrollo local y la economía mundial.

Actualmente existen muchos proyectos tendientes a impulsar la tecnología de los materiales en el ámbito iberoamericano, referentes a la generación de conocimiento que pueda tener un gran impacto en la producción y la economía, a través de la identificación de las vocaciones de las regiones para desarrollar y adaptar nuevos materiales que cubran sus necesidades específicas y que se encuentren en la búsqueda de procesos que aumenten el valor agregado de las materias primas de las regiones. Por otro lado se busca

la creación de vínculos académicos e intercambios internacionales que permiten la fundamentación a nivel educativo de estos conceptos.

La relación actual entre la tecnología y las ciencias de los materiales, posee tres direccionamientos fundamentales<sup>26</sup>:

- Contribuir con la solución a los problemas de déficit habitacional.
- Contribuir con la búsqueda de nuevos materiales que permitan el desarrollo de tecnologías e Ingeniería de punta.
- Contribuir con la solución a las problemáticas ambientales mundiales.

### 12.2.1. DÉFICITS HABITACIONALES

Los problemas del déficit de viviendas en los países en vía de desarrollo, pasan por un momento crítico, en México el déficit de vivienda en 1990 fue de 8'000.000 de unidades, lo cual significa que anualmente se deben construir alrededor de 500.000 unidades durante cerca de 20 años, para satisfacer la demanda sin que se aumente el rezago; esta situación de dificultad de acceder a la vivienda, se debe en parte a que el salario de la población en general es muy bajo; por lo que sería necesario buscar otras formas y políticas de financiación<sup>27</sup>.

Lo que hacen los técnicos para bajar el costo final de la vivienda es disminuir el tamaño de estas hasta llegar a límites muy marcados, que pueden implicar que dejen de ser útiles a los usuarios. Sin embargo, una forma de contrarrestar la disminución del área de las viviendas, es a través de la racionalización de los procesos de construcción, ya que al ser estos tan artesanales, se pierde gran cantidad de los recursos tanto en la mano de obra, como en el tiempo de construcción, como en el manejo apropiado de los materiales.

La producción de la vivienda en los países en vía de desarrollo, juega un papel preponderante, pues no solo tiene una incidencia directa en aproximadamente 40 ramas industriales, sino también en el manejo de muchos insumos, ya que alrededor del 95% de estos, son fabricados en el mismo país. Su labor es doble, por una parte capitaliza la población de menores ingresos e incide en la distribución del ingreso, impulsando el desarrollo y satisfaciendo las necesidades vitales de la población<sup>28</sup>.

Las actuales políticas sociales contemplan la posibilidad de que cada vez más personas, sobre todo las de menores ingresos tengan acceso a la vivienda. Para lograr estas políticas se ha impulsado el desarrollo de programas de investigación, sistematización, capacitación y aplicación de tecnologías de bajo costo, el cual es de gran ayuda en la construcción y en el mejoramiento de las condiciones de vida de la población.

---

<sup>26</sup> Investigación "El hábitat, una evaluación desde los estados del arte a partir de las nociones de tecnología y desarrollo local", Grupo de Tecnología, Escuela del Hábitat - Universidad Nacional de Colombia. Profesores Juan Camilo Restrepo G, Beethoven Zuleta R, Luis Fernando González E y Maria Cecilia Múnera L.

<sup>27</sup> Heraclio Esqueda. Los arquitectos en la promoción tecnológica de la vivienda. Revista Construcción y Tecnología, Marzo/1993. N° 58, pag 26-28.

<sup>28</sup> Lic. Alfredo Phillips D. El fenómeno Tecnológico, factor de crecimiento en la producción de la vivienda. Revista Construcción y Tecnología, Junio/1993. N° 61, pag 12-16.

Una de las políticas fundamentales gira en torno a que el estado debe ser el constructor de la vivienda y el dueño del suelo urbano, lo que le permitiría convertirse en promotor de la oferta habitacional y poder así manejar los costos finales del producto sin que este se vea afectado por el mercado, a la vez se busca la obtención de condiciones preferenciales en la comercialización de materiales, lo cual se da a través de convenios preestablecidos entre los industriales, productores, distribuidores y transportistas de los materiales e insumos para la construcción.

Sin embargo fenómenos como el libre comercio han propiciado un intercambio de avances tecnológicos, en cuanto a la construcción, en donde cada vez existen más procedimientos constructivos industrializados que buscan abatir los costos y el tiempo de ejecución de los proyectos, buscando que los beneficios de este desarrollo tecnológico se reflejen en el mejoramiento de la calidad, mayor productividad, precios relativamente bajos comparados con los sistemas tradicionales y una mayor competitividad.

A su vez, permite la entrada de empresas extranjeras de construcción y consultoría que van desplazando a las empresas locales debido a que no tienen la infraestructura y la solidez para competir con las grandes multinacionales, creando un impacto social muy grande.

Es por esto que existe la necesidad de inventar nuevas alternativas en la utilización de los materiales y nuevos procedimientos constructivos para las viviendas, pero estos factores deben ser manejados a través de investigaciones y este, tal como es conocido, es uno de los huecos más fuertes en los países de América Latina.

La búsqueda de las ingenierías esta en sistematizar las actividades y convertirlas en procesos industrializados, no en casa directamente, sino en componentes que puedan alcanzar un alto índice de eficiencia, que se adapten a nuestra época de manera rápida, eficaz y a menor costo.

En todo el mundo la tendencia actual de la vivienda, se puede resumir en tres objetivos<sup>29</sup>:

- Emplear materiales más económicos en su producción.
- Usar compuestos que den menor peso en su fabricación comparados con los elementos tradicionales.
- Prefabricar o modular estos compuestos para su fácil fabricación y transporte.

A partir del déficit de viviendas, se han llevado a cabo muchas investigaciones que buscan construir viviendas de interés social con un menor consumo energético en su producción, a través del uso de materiales como<sup>30</sup>:

- La tierra tecnificada (como la "Geomorada"), el suelo cemento o suelos estabilizados por medio de procesos químicos y físicos con diferentes tipos de mezclas con dosificaciones entre un 90-95% en tierras y 5-10% en cementos o aditivos.

---

<sup>29</sup> Ing. Alonso Martínez Bautista. El uso de materiales autóctonos para la construcción de viviendas económicas. Revista Anales de Ingeniería, 1978. N° 797, pag 35-39.

<sup>30</sup> Arquitecto Carlos García Vélez y Cortazar. Geomorada. Revista Construcción y tecnología, Marzo/1990. N° 22, pag 29-34.

- Combinación de materiales tradicionales y materiales nuevos para producir módulos celulares a base de desechos de polietileno y basuras recicladas.
- Construcción de viviendas totalmente en concreto a velocidades muy altas usando tecnologías de vaciados por módulos completos de casas múltiples.

### 12.2.2. DESARROLLOS DE NUEVOS MATERIALES Y TECNOLOGÍAS DE PUNTA

Otro aspecto fundamental en el estudio de los materiales, es el que permite desarrollar materiales y tecnologías de punta de acuerdo a las necesidades geográficas, habitacionales, de infraestructura y espaciales establecidas por los aumentos demográficos en los grandes centros urbanos y a los requerimientos y exigencias de la ciencia moderna.

Existe una estrecha relación entre ciencia y tecnología, ambos utilizan los mismos principios de trabajo, pero los ingenieros productores de tecnologías, usan el conocimiento producido por los científicos para hacer herramientas que a su vez son usados por los científicos para seguir investigando.

Dentro de estas relaciones podríamos destacar fundamentalmente la creación de materiales, tales como los materiales “inteligentes”<sup>31</sup> y el desarrollo de la nanotecnología o tecnología molecular<sup>32</sup>, concebida por Richard P. Feynman y Freeman J. Dyson.<sup>33</sup>

Los materiales “inteligentes” le otorgan ventajas sustanciales a las obras de ingeniería, debido a que previenen fallos de las estructuras ya que se recomponen por sí mismos o se adaptan al entorno al cual están sometidos.

Los materiales “actuadores” (son materiales conformados por aleaciones con memoria de forma, cerámicas piezo eléctricas, materiales magnetostrictivos y fluidos magnetorreológicos y electroreológicos, cada uno de ellos satisface características específicas) son parte de estos materiales inteligentes que permiten la adaptación de las estructuras a su entorno realizando variaciones de su rigidez, cambiando su configuración, su frecuencia y algunas otras propiedades mecánicas. Estos cambios actúan como comportamientos propios del material debido a circunstancias externas extremas.

Estos materiales inteligentes permiten un menor consumo de energía y un menor uso de recursos naturales, debido a que el uso de estos materiales, les permitirían a los ingenieros diseñar y realizar estructuras más acordes a las necesidades reales de diseño y no, como lo hacen en la actualidad, diseñar estructuras con márgenes de seguridad muy altas y sobre dimensionadas, lo cual en definitiva se traduce en un mayor consumo de materiales y de energía.

Por otro lado, el concepto de miniaturización electrónica le ha permitido al hombre tener cierto control de la disposición de las moléculas y sus átomos, que en la medida en que

---

<sup>31</sup> Craig A. Rogers, director del centro de sistemas y estructuras inteligentes del Instituto Politécnico de Virginia. Materiales inteligentes. Revista Investigación y Ciencia, 1995. N° 230, pag 84-87.

<sup>32</sup> Ernesto Ocampo Ruiz. Nanotecnología y Arquitectura. Revista Construcción y Tecnología, 1998. N° 117, pag 28-35.

<sup>33</sup> Físicos. Considerados los padres de la Nanotecnología. Feynman fue premio Nobel de Física en 1995.

este control aumente nos permitirá crear nuevos materiales que pueden ser diseñados antes de su creación.

De este concepto nace la nanotecnología o tecnología molecular, la cual es un amplio conjunto de tecnologías en las cuales los materiales y los objetos son fabricados con dimensiones ubicadas entre un micrómetro ( Un micrómetro es igual a 0.000000001 metro) y un nanómetro ( Un nanómetro es igual a 0.0000001 metro) de longitud o diámetro.

La nanotecnología permite manejar átomos y moléculas con absoluta precisión para construir estructuras microscópicas o nanosistemas, con especificaciones atómicas complejas y caprichosas.

Los nanosistemas están formados por materiales nanoestructurados, los cuales poseen granos entre cien y mil veces más pequeños que los de un material común y dentro del mismo volumen poseen 0.001% de átomos, lo que los hace mucho más livianos.

Para la producción de estos materiales se utiliza un proceso llamado “síntesis físico de vapor”<sup>34</sup> (Mediante el control del ritmo de evaporación, el tipo de gas y el manejo de la presión atmosférica, se modifican las resistencias del material), en donde se expone el material común a temperaturas superiores a su punto de fusión propiciado una evaporación superficial de átomos dentro de un atmósfera hecha con un gas especial que los captura en forma de cristales mediante un colector enfriado a bajas temperaturas.

Cualquier sistema nanométrico o nanosistema, esta formado por átomos individuales ensamblados uno por uno a la vez, armados y conectados para alterar, transmitir y dirigir fuerzas de una manera predeterminada para cumplir con un objetivo específico.

La polimerasa (que actúa como una nanomáquina, la cual es una máquina ensambladora o desarmadora que puede trabajar a estas escalas), es una encima que se encuentra en el interior de nuestras células, la cual supervisa la rotura y unión de los enlaces químicos de la helicíode doble del ADN.

Esta polimerasa es una respuesta a la necesidad de crear nanomáquinas para trabajar a estas escalas y que actúen como ensambladoras y desarmadoras.

La aplicación de estas tecnologías en la Arquitectura permitiría crear edificios cinco veces más grandes y que soporten cinco veces más carga, edificios cuyas paredes y pisos cambian de color conforme la luz del sol cambie, casas de dos pisos muy livianas y transportadas por pequeños vehículos, grandes componentes estructurales a precios muy económicos y menos contaminantes debido a que se generan menores desperdicios, metales con resistencias cinco veces mayores a las normales, cerámicas que resisten altas temperaturas que no se fracturan solo se deforman, etc.

### **12.2.3. CONTROL AMBIENTAL**

---

<sup>34</sup> Creado por Richard W Siegel. Nanotecnología y Arquitectura. Revista Construcción y Tecnología



Una de las grandes preocupaciones que se encuentra en el desarrollo de nuevas tecnologías y nuevos materiales, es la búsqueda de como poder contribuir con aportar soluciones a las problemáticas ambientales en cuanto a la necesidad de<sup>35</sup>:

- \* Disminuir la contaminación y los riesgos que se puedan generar en los procesos de producción de la construcción y de los diversos procesos industriales.
- \* Consumo excesivo de los agregados naturales y derroche de las materias primas y combustibles; lo cual ha sido una constante en la historia de la humanidad y donde no se había creado una consciencia de la relación entre el hombre y el medio ambiente.
- \* La eliminación de manera segura y definitiva de los subproductos generados por la actividad humana.

Como ejemplo de lo anterior, en países como EE.UU. se generan al año trescientos millones de toneladas de residuos peligrosos, en Canadá se producen seis millones de estos residuos y dieciséis millones de toneladas de residuos municipales y en México, alrededor de dieciocho millones de toneladas de residuos municipales; esto ha dado lugar a la creación de empresas cuya única finalidad es el tratamiento y/o reciclado de residuos.

Por otro lado, las industrias al verse obligada por las nuevas políticas ambientales mundiales se han visto en la necesidad de enmarcarse dentro de estos parámetros de control ambiental; tal es el caso de la industria del cemento a nivel mundial, la cual se ha preocupado desde hace algunos años, por encontrar productos de desechos de otras industrias, que reemplacen parte de las materias primas en la producción del cemento o usar combustibles alternativos en los procesos de producción.

Los hornos en los que se produce el cemento tienen la característica de poder aceptar como combustibles muchos subproductos que tienen un alto contenido de energía térmica, tales como los aceites y solventes usados, los residuos municipales, las llantas y plásticos, los finos de coque<sup>36</sup>, residuos hospitalarios, aserrín, virutas de maderas, etc.

Estas preocupaciones por parte de la industria del cemento, nos permite pensar que el aumento en el uso del concreto será positivamente benéfico en lo que respecta a la ecología, debido a ser un material de bajo costo, que utiliza materiales locales, de gran disponibilidad, versatilidad y adaptabilidad.

Adicionalmente es el material que menos consumo de energía involucra en su producción y actualmente todos los desechos industriales se están orientando hacia la producción de concretos, como es el caso del uso de puzolanas<sup>37</sup> artificiales, las escorias de altos hornos, las cenizas volantes<sup>38</sup>, el microsílíce y un material llamado "lodo", que es un desecho de la

---

<sup>35</sup> Ing. Claudio Eberhardt. Cemento y ecología. Revista Construcción y Tecnología, Agosto/1991. N° 39, pag 11-16.

<sup>36</sup> El coque es un residuo de la calcinación de la hulla en la fabricación del gas.

<sup>37</sup> Rocas volcánicas usadas para hacer morteros hidráulicos, debido a sus propiedades cementantes.

<sup>38</sup> Las cenizas volantes son un desperdicio proveniente del consumo de carbón mineral en las plantas termoeléctricas, que al ser combinadas con cal y agua adquieren propiedades cementantes; igual a las cenizas volcánicas usadas por los chinos y romanos.

industria del papel; los cuales se convierten en materia prima para la producción de cemento reemplazando parte de la caliza<sup>39</sup>.

El uso de todos estos productos ayudan a aumentar la resistencia de los concretos y cumplen con un doble objetivo de protección ambiental, por un lado contribuye con la disposición de estos desechos y por otro lado ayuda a disminuir las emisiones de Co<sub>2</sub> de la producción del cemento, el cual es producto de la combustión directa y a su vez es el resultado intrínseco del proceso de carbonatación de las calizas; las emisiones de Co<sub>2</sub> son los que producen el efecto de gas invernadero.

A su vez, los agregados naturales que cumplen las especificaciones en el uso de los materiales de construcción, se están agotando y su explotación es cada vez más complicada desde el punto de vista económico y de control de contaminación, esto nos ha llevado a estudiar y analizar el uso del vidrio o arcillas como otro tipo de agregados; en algunos países pueden significar un costoso estorbo debido a la dificultad de su disposición.

Adicionalmente y por citar un ejemplo específico, en Colombia resultan alrededor de tres millones de llantas de desecho al año<sup>40</sup>, que significa un grave problema de disposición debido a su gran volumen y a ser un material que no es biodegradable y por otro lado no es recomendable destruirlas por ignición debido a los gases y desechos tóxicos (azufre) que se produce en este proceso.

Se utilizan llantas como materiales para muros de contención u obras de ingeniería, debido a que son reforzadas con fibras naturales o sintéticas (nylon, rayón o acero) que le otorgan gran resistencia y durabilidad.

---

<sup>39</sup> Carbonato de cal natural, es materia prima fundamental para la producción del cemento.

<sup>40</sup> Ing. José Vicente Amórtegui. Utilización de llantas de desecho en obras civiles. Revista Anales de Ingeniería, 1993. N° 819, PAG 56-62.

## 13. PREACABADOS

La finalidad de los preacabados es mejorar la base de soporte donde se instalará el acabado final dándole mayor finura y estabilidad; a su vez nos ayuda a rigidizar, impermeabilizar, mejorar las condiciones acústicas y térmicas debido al aumento del espesor de esta base o superficie<sup>41</sup> y a la adición de aditivos que mejoran sus propiedades.

A su vez los revoques le permiten al Arquitecto diseñador elaborar diversos tipos de diseños para las fachadas de las edificaciones, ya que es un material que permite generar una importante cantidad de texturas.

### 13.1. REVOQUES (REPELLO, PAÑETE Ó FRISO)

#### Introducción

Se entiende por revoque una capa de mortero a base de cemento o ligante orgánico y arena lavada, que se aplica sobre paredes y/o cielos, con el fin de hacer más pareja la superficie de soporte; la textura de estos materiales depende del tamaño del grano, la cual generalmente es rugosa, lo que hace que se utilice como un **preacabado**.

La más usada para revoques es la llamada “Arena de revoque”, la cual debido a su fuente de extracción posee características muy finas, por lo general su extracción se da en las playas formadas por los meandros de los ríos y quebradas.

El espesor de los revoques varía entre 1 y 3 cm de acuerdo con:

- Las características de la superficie.
- Las técnicas de aplicación (en especial la forma de base).
- El tipo de material (los revoques plásticos se aplican con un espesor menor a los revoques a base de cemento).

La proporción y características de la mezcla dependen del sitio en donde se va a aplicar el revoque siendo diferente para cielos, fachadas, muros interiores, muros exteriores tales como jardineras o elementos de mobiliario urbano, etc.

La calidad de los revoques depende de los agregados de la mezcla, del agua y de la superficie donde se aplica.

#### A. Agregados de la mezcla

Las arenas para revoque deben estar libres de materia orgánica, químicos y/o arcillas, debido a que los mapeos o cuarteamientos de las superficies revocadas son ocasionados por arenas mal lavadas y generalmente por presencia de estos elementos antes mencionados.

---

<sup>41</sup> Mejía E, Edgar. Materiales y ejecución de acabados, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.

El cemento debe estar libre de terrones que por lo general se forman por la presencia de humedad; ya que esto implica que sus propiedades físicas y químicas de fraguado y dureza han variado. El agua por su parte debe estar limpia, ya que esto puede hacer variar las condiciones de resistencia mecánica de las mezclas.

## B. Superficies a tratar

El tipo de superficie de base es de suma importancia debido a sus cualidades de rugosidad y velocidad de absorción del agua, estas son las que finalmente determinan el grado de adherencia del preacabado:

- **Ladrillo liso vitrificado:** Presenta baja adherencia debido a que las arcillas con las cuales se produce el material se vitrifican durante el proceso de cocción a 1300 °C, se requiere adherentes antes de ser revocado.

Los más usados son las lechadas de cemento ó emulsiones acrílicas, aplicadas por medio de escobas o brochas para dar una adecuada textura, la cual debe ser rugosa; adicionalmente se pueden instalar mallas para revoque que mejoren estas bases de soporte.

- **Ladrillo rayado:** No se requiere adherentes, debido a que las superficies del ladrillo es estriado, sin embargo es necesario retirar los excedentes de mortero que hayan quedado en la pega de los ladrillos.

- **Bloques de cemento:** No se requiere adherentes, debido a la alta porosidad superficial que adquiere en su proceso de producción, se debe igualmente retirar los excedentes de mortero que pueda haber quedado en la pega de la mampostería. Los bloques en concreto no se deben humedecer porque esto disminuye la adherencia.

- **Elementos de concreto:** Presenta baja adherencia, ya que no es normal que los concretos contengan altos contenidos de poros u hormigueros por efecto de su producción, por tal motivo requieren adherentes antes de ser revocado.

Adicionalmente en lo descrito para el ladrillo vitrificado, se puede picar la superficie de los elementos en concreto una vez se retiren las formaletas, con el objetivo de crear texturas que permitan la adherencia, adicionar mallas de revoque, acero o mallas de gallinero o “pollito”.

- **Muros en tapia:** Presenta baja adherencia, debido a la composición del muro de cerramiento, la cual es en tierra; antes de revocar se debe instalar alguna de las mallas descritas anteriormente fijándola con clavos para garantizar que se mejore la superficie o base de soporte.

- **Superficies en madera:** Presenta baja adherencia, debido a la composición del material, la superficie debe ser rígida y estable, se debe instalar previamente una malla.

- **Superficies revocadas:** Presenta baja adherencia, se debe picar con anterioridad la superficie para mejorar su rugosidad.

### 13.1.1. REVOQUE TRADICIONAL A BASE DE CEMENTO Y ARENA

#### A. Materias primas

Las materias primas básicas son cemento y arenas; debido a la mala calidad de las arenas en la actualidad nos hemos visto en la necesidad de investigar y ensayar diferentes tipos de aditivos, tales como cales hidratadas, superplastificantes en polvo o retenedores de humedad.

- ◆ Aglutinante: Generalmente se utiliza cemento Portland, ó una combinación de este con cal o superplastificantes. Cemento blanco para casos especiales. Norma ICONTEC 30 – 121 (cemento Portland tipo 1).
- ◆ Arenas: Debe cumplir las siguientes características:
  - \* Materia orgánica menor a 2, con respecto a la tabla de colores.
  - \* Finos menores que malla # 200, 8 al 12 %.
  - \* Módulo de finura: 2.2 A 2.6
- ◆ Cal apagada (hidróxido de calcio o cal hidratada):
  - \* Cal disponible mayor de 80%.
  - \* Residuo sobre malla #200, máximo 20%.
- ◆ Superplastificante: ASTM # C-494 tipo F.
- ◆ Retenedor de humedad: Celulosa modificada especial para este uso.

#### B. Dosificaciones

La dosificación varía de acuerdo a los criterios y la experiencia, normalmente oscila entre 1:3 y 1:6 (por volumen) dependiendo del tipo de revoque. La más usada en nuestro medio es 1:4 + 20% de cal + 0.3% de superplastificante para cielos, muros exteriores y elementos de concreto y 1:6 + 20% de cal + 0.3% de superplastificante para muros interiores. Para las arenas normalmente se utiliza la mezcla de arenas finas (arenas de revoque) y arenas de grano medio (arenas de pega o de media pega) en relación 1/1, 2/1 ó 3/1 dependiendo de la granulometría que estas presenten; en nuestro medio esto se hace normalmente debido a la mala calidad de las arenas. El usar aditivos que actúen como retenedores de agua, evitan la formación de fisuras en las mezclas, debido al fenómeno de retracción durante el proceso de fraguado.

#### C. Reproducción

Para asegurar la calidad de la mezcla, se debe tener especial cuidado en el almacenamiento, zona de mezclado, equipo de mezcla mecánico, personal capacitado y responsable, turnos de mezclado. En caso de la utilización de mezclas en seco, se debe tener preestablecido que el tiempo máximo para el uso de estas no debe ser superior a 5 horas luego de su preparación.

#### D. Sistema de aplicación

- ◆ **Revoque muros interiores y exteriores**
  - **Paso 1:** Limpieza de la superficie que se va a revocar, se debe retirar completamente el polvo, los excedentes de mortero de pega en caso de que la base

de soporte sea en mampostería y limpieza de grasas o aceites para el caso de muros o elementos en concreto.

- **Paso 2:** Basado de la superficie a revocar, el cual se hace por medio del uso de puntillas y plomadas, instalados en las juntas de pega de los mampuestos o con pedazos de baldosines cerámicos. El basado es fundamental para garantizar el espesor igual de la superficie que se va a revocar, sin embargo nos puede ayudar a corregir los pequeños desplomes, menos de 5 mm, que pueda tener el elemento que se va a revocar. En caso de que el elemento sea muy alto, los plomos deben ser instalados desde el punto más alto para garantizar su planitud total.

**Ver figura 1.**

- **Paso 3:** Mojado del muro con agua, su grado de humedecimiento depende del tipo de muro o elemento que se va a revocar.
- **Paso 4:** Humectación de la mezcla de acuerdo a la relación agua cemento (A/C) pre establecida en el diseño de mezclas.
- **Paso 5:** Lanzado de la mezcla con el palustre o con palas especiales para revocar, con fuerza para garantizar una buena adherencia.
- **Paso 6:** Tiempo de espera para permitir el atezado, el cual es un endurecimiento o fraguado inicial, de la primera capa del mortero de revoque, que nos permite hacer el recorrido con la regla metálica para establecer las bases maestras.
- **Paso 7:** Recorrido con regla metálica, sobre las bases guías con el objetivo de conformar las bases maestras; estas son las que nos permiten posteriormente hacer el recorrido sobre toda el área revocada. Es importante aclarar que no se debe utilizar el mortero que no se adhiera al elemento a revocar y que caiga al piso, debido a la contaminación que pueda ocasionarse en el material; sin embargo se puede utilizar plásticos o diferentes elementos que eviten esta contaminación para garantizar el uso de estas mezclas y evitar el aumento en los desperdicios de material durante el proceso de ejecución.
- **Paso 8:** Retiro del basado y resane con mortero de las superficies que no quedaron con el espesor adecuado después de hacer el recorrido con la regla metálica. Resane por desprendimiento y resane de las zonas de basado.
- **Paso 9:** Paletado para obtener la superficie adecuada con la llana metálica o de madera dependiendo del acabado final deseado. Para el caso en que valla a usarse posteriormente un estuco plástico, se podrá usar una llana metálica, debido a la buena adherencia del estuco plástico.
- **Paso 10:** Curado con agua o con el uso de aditivos que garanticen la adquisición de la resistencia deseada y con los medios y el equipo adecuado (uso de mangueras o bombas de fumigación).

**FIGURA 1.**

### 13.1.2. REVOQUE PARA CIELOS EN LOSAS MACIZAS, ZONAS DE ESCALAS, ETC

- ◆ Se deben seguir los mismos pasos descritos anteriormente pero teniendo especial cuidado en la preparación de la superficie a revocar, debido a que se debe garantizar su adherencia, la cual se hace por medio de la instalación de las mallas descritas anteriormente y la adecuada humectación de la base de soporte.
- ◆ Para su aplicación se establecen los flujos de ejecución asumidos en el Diseño de Ejecución y divididos en áreas que nos permiten obtener un proceso planeado y coherente, que busca la optimización de todos los procesos y de todos los recursos, asumidos estos como todos los materiales involucrados en el proceso, la mano de obra y las herramientas o equipos.
- ◆ En estas áreas establecidas, se instalan pequeños burros, de la cual su altura depende de la altura de entepiso, y sobre estos un tendido de teleras que me permiten obtener una altura del cielo más accesible, a la vez dicha plataforma me sirve de base para recoger el material que no se adhiera al cielo en el proceso de ejecución, la cual a su vez debe estar protegida para evitar la contaminación del material.
- ◆ El mortero debe ser lanzado con fuerza para garantizar su adherencia y adicionalmente debe ser una mezcla más seca que la usada para revocar superficies verticales, ya que una mezcla muy húmeda se desprende más fácilmente de su base de soporte.

**Ver figura 2.**

- ◆ El proceso de curado es igual al descrito anteriormente , al igual que el tiempo de secado, el cual depende de manera directa del clima y las condiciones atmosféricas de donde se esta ejecutando la obra.

### 13.1.3. REVOQUE DE FACHADAS

- ◆ Para la preparación de las mezclas de los revoques de fachada, se debe tener especial cuidado en la adición de aditivos impermeabilizantes que actúan como protección de los cerramientos interiores y en la preparación de las superficies de soporte para garantizar la adecuada adherencia.
- ◆ El proceso de ejecución es igual al descrito para los muros interiores; sin embargo es de vital importancia establecer en el Diseño de Ejecución los flujos de ejecución, el proceso debe realizarse de arriba hacia abajo para cada una de las fachadas.

**FIGURA 2**



- ◆ En el Diseño de Ejecución se debe definir muy claramente los tipos de equipos y las necesidades que van a utilizarse en el proceso de ejecución (andamios tubulares o colgantes) y los tiempos de uso de estos dentro de la obra, referenciados y controlados por medio de programa de suministros y devoluciones.
- ◆ El control de los plomos, niveles y espesores son de mucha importancia en la aplicación de los revoques de fachada; se debe garantizar la planitud completa de las fachadas para garantizar sus características estéticas.

**Ver figura 3.**

- ◆ Para las fachadas generalmente el sistema esta compuesto por el revoque de fachada y una pintura hidrorrepelente, lo que implica que debemos ser cuidadosos en definir el tipo de textura que se le dará al revoque, lo cual depende de la granulometría de las arenas utilizadas y la herramienta usada para el paleteado.

Sin embargo, aunque el sistema de acabado más usado sea el descrito anteriormente, no es el único sistema que se puede usar, por lo tanto la aplicación del revoque debe ser consecuente con el acabado final que se va a utilizar.

#### **13.1.4. REVOQUE A FONDO DE BOTELLA Ó PICO DE BOTELLA<sup>42</sup>**

- ◆ La mezcla del mortero, su aplicación y el resane de la superficie son exactamente iguales a las del revoque liso.
- ◆ Luego de tener el mortero bien nivelado con la regla y asentada con la llana de madera, se coge por el cuello un envase de gaseosa y se dan golpes perpendiculares con su base sobre toda la superficie revocada; la intensidad y el espaciamiento determinan la textura deseada.

#### **13.1.5. REVOQUE RÚSTICO CON GRAVILLA<sup>43</sup>**

- ◆ La mezcla del mortero y la aplicación son iguales a las del revoque liso, sin embargo no se empareja ni se asienta para permitir una superficie irregular.
- ◆ Una vez haya iniciado su fraguado, se moja la superficie y se prepara una mezcla de cemento gris, arena de pega y gravilla; con una dosificación 1:2:3. El tamaño de la gravilla es la que determina la textura del acabado.
- ◆ Antes de que la mezcla se haya endurecido, se recorre con la regla utilizando bases como guías de plomo y nivel y se llenan los vacíos que puedan presentarse en el proceso de ejecución. Este revoque no se asienta con paletas y su textura depende de la presión que se haga sobre la regla en el momento del recorrido.

### **FIGURA 3**

---

<sup>42</sup> Mejía E, Edgar. Materiales y ejecución de acabados, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.

<sup>43</sup> Mejía E, Edgar. Materiales y ejecución de acabados, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.

#### 13.1.6. REVOQUE GANTEADO<sup>44</sup>

- ◆ Para esta clase de revoque no se utilizan bases para nivelar la superficie con regla, estas solo sirven como guías de control visual para garantizar el plomo del acabado.
- ◆ Luego de mojar la superficie se aplica una capa de mortero con el palustre, de la manera más irregular posible; una vez haya comenzado su proceso de fraguado inicial, se hace una bola con gante (costal) y se estriega toda la superficie hasta disimular todas las aristas dejadas por el palustre en la aplicación del mortero.
- ◆ La textura depende de la intensidad con que se estriega la superficie revocada.
- ◆ Se debe limpiar la superficie una vez se finalice el procedimiento del ganteado para evitar la presencia de grumos de mortero que pueda afectar la textura de acabado del revoque.

#### 13.1.7. REVOQUE RÚSTICO ÁSPERO<sup>45</sup>

- ◆ Después de mojar el muro, se revoca toda la superficie con una mezcla a base de cemento y arena lavada y se empareja con la regla pero sin asentarse con la llana.
- ◆ Después de iniciar su fraguado, se prepara una mezcla muy húmeda y se lanza utilizando una escoba. La textura depende de la consistencia de la mezcla y de la fuerza con que se tire.
- ◆ También se puede generar la misma textura de acabado, lanzando una mezcla seca a través de una malla o zaranda, el tamaño de los huecos de la malla determina la textura final del revoque.

#### 13.1.8. REVOQUE RÚSTICO ASENTADO<sup>46</sup>

- ◆ El procedimiento de ejecución es exactamente igual al descrito anteriormente.
- ◆ Después de iniciado el fraguado de la capa lanzada con el soco, se procede a dar golpes sobre la superficie con una llana de madera que busca aplanar los grumos del mortero. La textura depende de la intensidad de los golpes con la llana.

#### 13.1.9. REVOQUE PLÁSTICO

Son productos semi-sintéticos que reemplazan el revoque tradicional, poseen muchas ventajas desde el punto de vista de la adherencia y de las propiedades del revoque<sup>47</sup>:

---

<sup>44</sup> Mejía E, Edgar. Materiales y ejecución de acabados, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.

<sup>45</sup> Mejía E, Edgar. Materiales y ejecución de acabados, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.

<sup>46</sup> Mejía E, Edgar. Materiales y ejecución de acabados, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.

- El tiempo de secado es de 24 horas, lo cual significa una gran ventaja desde el punto de vista de la velocidad de ejecución del proyecto.
- No requiere que se humedezca la superficie que se va a revocar antes de aplicarse, lo cual genera un menor consumo de agua dentro de las obra en construcción. Los servicios públicos para las obras tienen un costo más elevado de lo normal, ya que son considerados actividades industriales.
- Produce menores desperdicios ya que el material que se desprenda en el proceso de ejecución o el que caiga al piso puede ser reutilizado; adicionalmente no produce ningún tipo de escombros.
- Su retracción es muchísimo menor comparándola con los sistemas tradicionales, ya que posee aditivos que retardan su fraguado, esto implica una menor posibilidad de agrietamiento disminuyendo las patologías posteriores y aumentando la calidad de la obra.
- Es muy bueno para hacer reparaciones sobre superficies de tapia o tierra, debido a su excelente adherencia.
- Acelera la ejecución de los acabados ya que seca completamente en 24 horas; adicionalmente el tiempo de secado entre manos es de 2 a 3 horas.
- Posee un excelente comportamiento a la clavabilidad.

Su aplicación generalmente se hace en dos manos y se utilizan llanas metálicas, sobre las superficies previamente limpias de polvo y grasas; posteriormente se pasa la regla metálica para garantizar su planitud.

Se puede utilizar tanto en interiores como en exteriores, para exteriores se le debe mezclar al producto cemento en proporción 10:1 (1/2 galón de cemento por cada 5 kg.). Adicionalmente se puede usar para hacer llenos, para lo cual se debe aumentar el número de manos sobre estas superficies y garantizando su tiempo de secado entre una y otra mano.

### **13.1.10. REVOQUE CON MORTEROS PREMEZCLADOS**

Es un producto mezclado en planta con materiales de calidad controlada, entre las cuales se dosifica un conjunto de aditivos que retardan el fraguado de la mezcla y le proporcionan características de almacenamiento por periodos de tiempo considerables; razón por la cual se les da el nombre de morteros de “larga vida”<sup>48</sup>.

---

<sup>47</sup> FRISO, el revoque plástico listo para usar. Catálogo de producto y procedimientos técnicos para su uso. Empresa Tecnología S.A. Medellín.

<sup>48</sup> Morteros Larga Vida, Concretos Premezclados. Ficha técnica del producto. Medellín.

A estas mezclas adicionalmente se le agregan aditivos incorporadores de aire (burbujas de aire de 1 mm de diámetro) que aumentan su plasticidad y la retención del agua, lo cual permite facilidad en la colocación del mortero y contribuyen a su proceso de fraguado.

Los morteros premezclados cumplen con las exigencias de la norma NSR-98 y por tanto los proveedores efectúan pruebas a las materias primas; al mortero en estado plástico se les hace ensayos de consistencia y contenido de aire y al mortero en estado endurecido ensayos de resistencia a la compresión. Estos morteros deben cumplir la Norma NTC 3356, que se refiere a la calidad de los morteros.

De acuerdo a los proveedores los morteros “larga vida” ofrecen una serie de ventajas que se deben tener en cuenta en el Diseño de Ejecución de las actividades en donde se pudiera utilizar este tipo de mezclas y que podemos identificar como:

- Disminución del almacenamiento y manejo de materiales en obra lo cual implica tener menores desperdicios de materiales debido a la posible pérdida de materiales en los centros de acopio y en los transportes, la pérdida por contaminación del material que caiga al suelo durante el proceso de ejecución ya que estos pueden ser reutilizados. Estas mezclas son llevadas a la obra desde las diferentes plantas de mezclas de la ciudad, de acuerdo a un programa de suministros establecido entre las partes.
- Poseen un tiempo prolongado de almacenamiento en estado fresco de las cuales existen dos tipologías de mezclas, para 12 y 24 horas.
- Se mejora el orden y aseo de la obra debido a que no hay necesidad de tener plantas de mezclas y grandes centros de almacenamiento de cementos y arenas, lo cual a su vez disminuye el área de instalaciones provisionales.
- El control de la calidad, las dosificaciones y la producción de los morteros al ser por cuenta del proveedor son productos que tienen un mejor control de calidad sobre los materiales y equipos de producción y transporte.
- El producto es completamente homogéneo en cuanto a sus características de calidad, color, apariencia y resistencias.
- Tiene un mejor comportamiento a la humedad ya que posee características de mortero integral debido al uso de aditivos en la mezcla, lo que le otorga mejor comportamiento como material impermeable. A su vez, por medio de la adición de aditivos, se pueden preparar mezclas con características especiales.

La forma de transporte de estos concretos a las obras es a través de vehículos mezcladores, y envasados por medio de canecas plásticas.

No se deben saturar los elementos de la base de soporte con agua, únicamente se debe limpiar la superficie. Debido al uso de los diferentes aditivos no es necesario efectuar el curado recomendado para mezclas tradicionales; por su parte el mortero que cae al piso es posible reutilizarlo sin problemas pero se debe tener especial cuidado con el tiempo establecido por el proveedor como tiempo máximo de uso del mortero.

### 13.2. RANURAS Y FILETES

- ◆ Las ranuras se deben hacer siempre que la base de soporte que actúa como superficie a revocar este conformada por dos materiales diferentes, tal como: un muro en ladrillo y un muro en concreto, o cuando el revoque va a estar en contacto con elementos como marcos metálicos, marcos de madera, dinteles en madera, dinteles en concreto, etc.

#### Ver figura 4.

- ◆ Para la ejecución de los filetes se utiliza una mezcla igual a la usada para la ejecución de los revoques para garantizar que se presente una buena adherencia entre los dos materiales, el material viejo y el nuevo.
- ◆ En el caso de la ejecución de las ranuras, después de haber asentado el revoque, estas se trazan y se cortan con un palustre pequeño o con plantillas metálicas especiales que dependen del tipo de ranura deseada. Las ranuras se deben hacer a medida que se van realizando los revoques para evitar que sean tapadas durante el proceso de ejecución de esta actividad y se queden sin realizar, esto implicaría la aparición de posibles patologías posteriores.
- ◆ La profundidad de las ranuras debe ser igual al espesor total de la capa de revoque, para evitar que se presenten fisuras producidas por las dilataciones de los materiales con los elementos que actúan como base de soporte.

#### Ver figura 4.

- ◆ En el caso de los filetes, el cual es la arista vertical u horizontal exterior del ángulo formado por dos superficies contiguas revocadas, se construyen con la intención de proporcionar un acabado adecuado al extremo de las superficies que han sido previamente revocadas; es recomendable que estos elementos no se dejen como “aristas vivas” para evitar su deterioro, si en vez de esto se hacen en forma de “cuarto de bocel”, redondeadas, estos adquieren una mayor resistencia a los golpes, una mejor rigidez y estéticamente pueden ser más atractivos. No podemos dejar de tener en cuenta que la ejecución de estos filetes redondeados son más costosos y especializados en cuanto a su mano de obra.

#### Ver figura 5.

- ◆ Por lo general, los filetes se hacen posteriormente a la ejecución de los revoques de los muros, por lo tanto antes de realizarlos se debe preparar el revoque ya ejecutado para garantizar una buena adherencia. El ángulo entre las dos superficies debe ser a 45°, el cual debió dejarse con estas características en el momento de ejecución del revoque del muro, adicionalmente en la superficie donde se realizará el filete, se debe humedecer para garantizar que no produzca pérdida de agua de la mezcla.

**FIGURA 4**

**FIGURA 5**





- ◆ En algunos casos, como por ejemplo en zonas industriales y hospitales, se recomienda el uso de esquineros metálicos o plásticos que nos ayudan a evitar el deterioro continuo de estas aristas debido a la circulación de camillas, sillas de ruedas o maquinarias de diversa índole.

Ver figura 5.

### 13.3. CURADO Y SECADO

El curado es el procedimiento que evita la pérdida rápida del agua de la mezcla, esta actividad se puede realizar por medio del humedecimiento con agua de las superficies revocadas durante un período de tiempo que oscila entre 3 y 7 días, dependiendo de diversos factores externos, tales como el clima, la temperatura y la humedad relativa del ambiente donde se realizó esta actividad. También se puede realizar cubriendo las superficies con plásticos o aditivos<sup>49</sup> que eviten lo descrito anteriormente.

Este proceso es de suma importancia dado que es uno de los factores que le permite a las mezclas a base de cementos, alcanzar las resistencias para las cuales fueron diseñadas y evitar las fisuraciones dadas por fenómenos como la retracción.

Posterior al proceso del curado, la superficie revocada se debe dejar fraguar durante un periodo de tiempo que oscila entre 2 y 3 semanas, también dependiendo de los mismos factores externos descritos anteriormente. Durante el proceso de secado se deben dejar las superficies completamente libres de cualquier material o elemento que humedezca estas superficies. Las superficies que no estén completamente secas no se deben someter a la aplicación de ningún material de acabado.

En el proceso de fraguado, se produce un Gel llamado "Gel de Tobermorita"<sup>50</sup>, el cual determina el grado de resistencia mecánica de la mezcla; la cual se produce en la hidratación de los silicatos de los cementos, el cual es el mayor componente de estos (71%).

### 13.4. CONTROLES

Los controles más importantes deben ir enfocados hacia la coherencia o resistencia del material dado por un adecuado fraguado y curado, y a la aparición de grietas, las cuales pueden presentarse debido al exceso de agua en la mezcla ó a la falta de esta o por usar arenas con excesivos contenidos de lodos o granulometría inadecuadas.

El control de la coherencia más adecuado es el rayado con un elemento metálico o con la uña, sin embargo por su falta de objetividad se debe complementar con cierta dosis de experiencia y con ensayos de laboratorio; ensayos de resistencia a la compresión, la cual debe presentar valores entre 50 y 100 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

---

<sup>49</sup> CURARE, curador de concretos y morteros. Empresa Tecnología S.A. Medellín. Su aplicación se hace por medio de fumigadores, brochas o pistolas.

<sup>50</sup> Restrepo, Ramiro. Profesor de la Universidad Nacional de Colombia, Escuela de Física, grupo de Vítreos y Cerámicos. Gerente de la empresa Tecnología S.A. Medellín.

El control de los espesores del revoque, control de la planitud, escuadras, niveles y plomos, control de la limpieza de la superficie antes de la aplicación y control de todos los materiales componentes del mortero de acuerdo a su función.

Los principales factores que afectan la velocidad del fraguado de las mezclas en general, son los siguientes<sup>51</sup>:

- Relación A/C – a mayor relación agua cemento, mayor es el tiempo de fraguado.
- Retardado por yeso hidratado – el yeso hidratado permitió crear cementos de alta finura, pero su velocidad de fraguado se alteró un poco (velocidad moderada).
- Retardado por cal – la cual actúa como retenedor de agua y como tal aumenta el tiempo de fraguado ( $\text{Ca(OH)}_2$ ).
- Aceleración por cloruros, silicatos, fluoruros y aluminatos - los cuales pueden ser materia prima del cemento; aceleran el fraguado y bajan resistencias mecánicas.
- Retardado por azúcares y compuestos orgánicos – genera una reacción química con el cemento que dilata su hidratación.
- Desprendimiento de calor – el calor acelera las reacciones de fraguado, perjudica la resistencia y causa agrietamiento por retracción. Cemento tiene una reacción exotérmica debido a los silicatos y aluminatos (120 y 207 cal/gr. Respectivamente).

---

<sup>51</sup> Restrepo, Ramiro. Profesor de la Universidad Nacional de Colombia, Escuela de Física, grupo de Vítreos y Cerámicos. Gerente de la empresa Tecnología S.A. Medellín.

## 14. ENCHAPES

### Introducción

Se define como enchape, la instalación de elementos en forma de hojas o láminas de diferentes características de acuerdo a la necesidad de su función dentro de cada sistema; en donde uno de sus distintivos particulares es la relación de apoyo con el soporte resistente, el cual se logra por medio de diferentes agentes intermedios como morteros, pastas adhesivas, anclajes, resinas epóxicas, etc.

Para iniciar la instalación de cualquier tipología de enchapes, debemos tener en cuenta los siguientes aspectos:

- ◆ Definición exacta de los niveles, plomos y relación con otros elementos como ventanas, tuberías eléctricas, hidráulicas, gas y gases medicinales.
- ◆ Preparación de las superficies que van a actuar como base de soporte (muros, elementos en concreto, madera, etc.).
- ◆ Análisis del enchape de acuerdo a las exigencias a que será sometido desde el punto de vista físico, químico y mecánico.
- ◆ Definición de modulación de acuerdo a la geometría del sitio y a la relación con otros subsistemas como pisos.
- ◆ Definición de remates, juntas y materiales de las juntas.

Ver figura 6.

### 14.1. ENCHAPES EN EXTERIORES

En el análisis de los enchapes exteriores se debe tener especial cuidado con el estudio del comportamiento del material a los agentes atmosféricos y ambientales, su facilidad de mantenimiento y facilidad de limpieza, como por ejemplo en el caso de los grafitis.

Los materiales más utilizados en nuestro medio son elementos cerámicos (baldosines cerámicos o mayólicas), en materiales pétreos (mármol, lajas de piedra, piedras y areniscas), en vidrio (Cristanac), adicionalmente son muy utilizadas las chapas de ladrillo y concreto.

Los enchapes no son utilizados como elementos estructurales, ni de cerramiento, sino únicamente como acabado para muros; por lo tanto dichos elementos se convierten en su base de soporte.

Antes de dar inicio a los enchapes de fachadas se deben bajar plomos desde la parte superior de estas, a una distancia de 10 a 15 cm del plano de la fachada, que nos ayuden a garantizar la planitud completa del edificio.

Ver figura 7.

**FIGURA 6**

**FIGURA 7**

Se deben chequear permanentemente durante el proceso de ejecución, los plomos, escuadras y niveles tanto de los elementos de enchape como de sus juntas. Las juntas primarias deben ser cuidadosamente planeadas y realizadas con masillas<sup>52</sup> de elasticidad permanente.

#### 14.1.1. ENCHAPES CERÁMICOS DELGADOS

Prácticamente constituyen un tipo de pétreos artificiales, pero dada su importancia amerita ser tratada como un grupo aparte. Son baldosas modulares de arcilla horneadas, con recubrimientos esmaltados en la cara vista.

La cerámica, en nuestro medio ha sido y seguirá siendo uno de los materiales más recursivos en el campo del acabado arquitectónico. La gran diversidad de productos que se pueden obtener con las distintas calidades de arcillas endurecidas mediante cocción a diferentes temperaturas, hacen de la cerámica un producto inigualable como material de construcción.

Su aceptación estética, su desempeño funcional, su durabilidad y su versatilidad de servicio que de manera tan eficiente, le ofrece a la arquitectura, convierte a la cerámica en una especie de “pan de cada día” de la construcción. Hay que observar, que el campo de las cerámicas con destino arquitectónico, abarca desde el elemental adobe de arcilla seca al sol, hasta el vidrio, pasando por todas las modalidades de ladrillo, productos semigres, gres, semivitrificados, vitrificados, porcelanas y otras.

Todos ellos caracterizados y diferenciados visual, física y estructuralmente, gracias a la naturaleza de sus materias primas y a las diversas temperaturas de cocción a que son sometidos durante su fabricación. Las cerámicas brindan también inmensas posibilidades en materia de coloración y texturado de las caras vistas del componente. Se puede obtener texturas rústicas, afinadas, vidriadas, semividriadas, esmaltadas en colores planos, esfumadas o estampadas y muchas otras.

- **Gres cerámico**

Se produce a partir de una materia prima vitrificada con un 28% de alumina, algo de feldespato y un alto porcentaje de sílice que obra como fundente. Como estabilizador del proceso de vitrificación se utiliza el carbonato de calcio.

Cuando toda esta masa se somete a una temperatura de cocción entre 1200° C y 1250° C, se obtienen componentes de gran dureza impermeables y de vitrificación total, invulnerables a los efectos de aceites, ácidos y detergentes, gracias a la cual se constituyen en un recurso invaluable como acabado arquitectónico.

- **Cerámica esmaltada**

Su materia prima contiene más del 28% de alumina, feldespato y caolín. Los colorantes que se incorporan a las cerámicas para acabados de baños, se obtiene mediante la aplicación

---

<sup>52</sup> Ver manuales técnicos de productos técnicos para la aplicación de masillas. Sika, Toxement, MBT, TEC, etc.

de “ fritas “. Cuerpo vitrificante sílice y fundente, sodio y potasio opacificante, espato - fluor y carbonato de calcio como estabilizante. La pasta para cerámica esmaltada por lo general sufre dos compactaciones: la primera para eliminar el aire de la pasta y la segunda para conformar el componente. La temperatura de cocción es alrededor de 1250° C.

Existen múltiples usos debido a sus cualidades de material impermeable, resistente a detergentes, solventes, soluciones ácidas, etc.; lo que implicaría que de acuerdo a las características propias del material su utilización varía de acuerdo al uso que se le valla a dar a cada uno de estos elementos (elemento aglutinante para la pega, resistencia mecánica, uso de aditivos, etc.).

## Producción

Los diferentes tipos de arcillas que se utilizan en la fabricación de las cerámicas, se muelen y se mezclan según criterios establecidos por los fabricantes. Luego de molidas y mezcladas las arcillas son depositadas con grandes cantidades de agua en tanques subterráneos, posteriormente son secadas por atomización convirtiéndola en un polvo muy fino que es almacenado en sitios especiales para que la humedad sea homogeneizada durante 24 horas, para ser transportadas luego a las prensas donde se le da forma a las baldosas.

Se llevan a hornos para secamiento y luego se pasan a las líneas de esmalte, posteriormente la baldosa ya esmaltada se lleva al horno para proceder a su quemada, la cual se hace a 1100 °C, la cual le da la resistencia y la consistencia necesaria.

Para decorar las baldosas se pueden usar diferentes métodos como la serigrafía la cual se hace antes de quemar la baldosa o decorados por medio de calcomanías que se hace después de la quema, pero la cual se lleva de nuevo a los hornos para fijarla<sup>53</sup>.

El proceso de fabricación de la baldosa cerámica puede tener como resultado dos tipos de producto, los de los colores planos y mates o los acabados brillantes. Por este motivo el proceso de fabricación puede llamarse de monococción o bicocción según se queme una o dos veces.

Las baldosas se clasifican según el tipo de tráfico, de acuerdo al grado de exigencia en su uso definitivo. Esta clasificación se de acuerdo al grado de porosidad de la pasta o su capacidad de absorción de agua; este grado es el que mide, por correlación, la resistencia mecánica o dureza de la pasta y el esmalte define la resistencia a la abrasión o al desgaste.

Según esto podemos establecer los siguientes tipos de baldosas<sup>54</sup>:

- **Azulejo** - Baldosa de alta porosidad en la pasta y esmaltes brillantes, por lo tanto su uso es como enchape y no en pisos.

---

<sup>53</sup> Grupo de Ingenieros y Arquitectos. Práctica recomendada para la ejecución y control de calidad de los enchapes en cerámica. Medellín, Julio de 1997.

<sup>54</sup> Grupo de Ingenieros y Arquitectos. Práctica recomendada para la ejecución y control de calidad de los enchapes en cerámica. Medellín, Julio de 1997.

- **Tráfico 1** - Tráfico muy liviano, se puede usar en baños de viviendas privadas u hoteles.
- **Tráfico 2** - Tráfico liviano, para usar en áreas de viviendas privadas, excepto en cocinas y zonas comunes.
- **Tráfico 3** - Tráfico normal, para usar en todas las áreas de viviendas privadas.
- **Tráfico 4** - Tráfico mediano pesado, se puede usar en todas las áreas de viviendas privadas y en áreas interiores de locales comerciales. No se deben usar en supermercados, bancos y locales de comidas rápidas.
- **Tráfico 5** - Tráfico pesado, para todas las áreas no permitidas en el tráfico 4.

Las baldosas cerámicas son producidas en fábricas que emplean altas tecnologías en su producción y como tal deben cumplir las normas nacionales e internacionales de fabricación, en nuestro país esta fabricación esta regulada por las normas **NTC 919 SEGUNDA** Baldosines prensados en seco, la **NTC 2813** Baldosines de cerámica para recubrimientos de pisos y paredes y la **NTC 2814** Baldosines cerámicos.

Las baldosas cerámicas que no son realizadas con las tecnologías apropiadas se les deben realizar los siguientes ensayos para verificar el cumplimiento de las normas de fabricación:

- **NTC 2815** - Determinación de la absorción del agua.
- **NTC 2816** - Determinación de la resistencia a la flexión.
- **NTC 2817** - Determinación de la dureza de la superficie.
- **NTC 2819** - Determinación de la dilatación térmica lineal.
- **NTC 2820** - Determinación de la resistencia al choque térmico.
- **NTC 2821** - Determinación de la resistencia de agrietamiento del esmalte.
- **NTC 2823** - Determinación de la resistencia química.
- **NTC 2824** - Determinación de la resistencia a la abrasión.

Estas normas admiten variaciones en las dimensiones superficiales del formato de hasta 20% de las dimensiones nominales. Las baldosas cerámicas vienen empacadas en cajas de cartón corrugado, rotuladas para señalar las características indicadas por el fabricante, calidad, serie, referencia, color, tono, tamaño y tipo de tráfico. Es muy importante al recibir el material que el despacho tenga para un color dado el mismo tono, calidad y el código de tamaño.

Las cajas no se deben arrumar en alturas mayores a diez cajas, protegidas de la humedad y de la intemperie.



## Proceso de instalación

Antes de iniciar la instalación de los enchapes o en general de cualquier acabado, se deben realizar todas las actividades necesarias para establecer un adecuado Diseño de Ejecución que involucre las características propias del acabado que se va a realizar.

Se deben estudiar detalladamente los planos y las especificaciones propias del proyecto, observando los tipos de enchapes a ejecutar en cuanto a su forma, calidad, especificaciones del material, forma de instalación, tipos de juntas entre baldosines y juntas generadas por las bases de soporte. Adicionalmente se debe hacer un detallado estudio de la modulación y distribuciones de los diferentes formatos que conforman el enchape, en caso de que existan. Lo anterior incluye la definición del sitio de ubicación de los ajustes, los cuales se deben hacer en los sitios menos visibles y buscando optimizar el desperdicio del material.

**Ver figura 8.**

Una vez finalizada la etapa de planeación de la actividad y antes de la ejecución, se debe hacer una cuidadosa inspección y verificación de las actividades previas, para asegurarse de que estas estén completa y satisfactoriamente terminadas.

La superficie de soporte debe estar completamente plana, alineada y aplomada y con las escuadras bien conformadas. Adicionalmente debe ser una superficie firme y con buenas características de adherencia y con todas las instalaciones necesarias empotradas.

Una característica importante para verificar es el grado de porosidad de la base de soporte, ya que este es un indicativo de la absorción de la superficie la cual afecta el grado de adhesión que se logre entre el recubrimiento y la superficie de soporte. Una forma de observar esta absorción es rociando un poco de agua sobre la superficie y verificando el tiempo de secado, si es menor a 15 segundos es muy absorbente y si es mayor a 60 segundos es poco absorbente<sup>55</sup>. Si la superficie es muy absorbente se disminuye el tiempo de trabajabilidad de la mezcla, se desmorona el pegante y hay mala adherencia.

Lo anterior implicaría la necesidad de utilizar algún tipo de pegas que permitan una muy buena adherencia aunque la base de soporte no lo proporcione. Normalmente se pegan sobre revoques frescos, morteros preparados o se adhieren con pegas premezcladas tipo Pegacor<sup>56</sup> o similar, sobre superficies revocadas con anticipación. Sin embargo en caso de que la base de soporte sea un elemento en concreto, a diferencia de lo anterior, se deben adicionar mallas de revoque, o picar la superficie, o adicionar una lechada de cemento y acronal.

**Ver figura 9.**

Antes de iniciar la aplicación del mortero es necesario establecer unas guías maestras o puntillas clavadas, al igual que lo descrito para los revoques, como elementos de basado. Es recomendable hacer este basado por ejes o referenciándolo a los muros principales en

---

<sup>55</sup> Grupo de Ingenieros y Arquitectos. Práctica recomendada para la ejecución y control de calidad de los enchapes en cerámica. Medellín, Julio de 1997.

<sup>56</sup> El Pegacor es una pega sintética predosificada, producida por la empresa Corona. Medellín. Catálogo de productos y recomendaciones de uso.

cada zona. Estas bases se instalan verticalmente y no se deben hacer a distancias mayores de 2.5 metros.

**FIGURA 8**

**FIGURA 9**

Una vez definido el basado, se deben revisar la profundidad de las cajas o de los elementos de instalaciones que deban quedar expuestos sobre la superficie que se va a enchapar.

**Ver figura 1.**

Antes de proceder a enchapar, se deben definir las juntas entre baldosines, las cuales no deben ser menores a 1mm; adicionalmente se deben definir las juntas de construcción principales para atender los movimientos estructurales y los saltos térmicos, las cuales deben estar delimitando áreas de máximo 20 m<sup>2</sup> (metros cuadrados); a su vez deben coincidir con las juntas de la estructura o del material de soporte.

Estas juntas deben llenarse con materiales deformables, tales como espumas de polietileno o espumas de poliolefina extruída<sup>57</sup> y masillas elásticas o plásticas<sup>58</sup>.

Cuando la superficie de soporte está constituida por un revoque, se debe garantizar la limpieza de la superficie, dejándola libre de polvo y grasas, que puedan afectar la adherencia del nuevo mortero de pega.

Antes de aplicar el nuevo revoque o mortero de pega, se debe humedecer con agua la superficie, sin llegar a la saturación, para evitar la excesiva absorción del agua del mortero por parte de la superficie y que se vea afectando el correcto fraguado de la mezcla.

Existen dos procedimientos básicos para la instalación de enchapes sobre superficies con estas características:

- Sobre la superficie revocada se aplica el repelle, que consiste en un mortero de revoque dosificado 1:3 y de espesor máximo de 10 mm, al cual se le aplica una lechada de cemento gris a medida que avanza la colocación de los baldosines, a los cuales a su vez se les aplica una película de cemento puro con agua, después de haber estado sumergidos en agua durante 4 horas.
- Sobre la superficie revocada y completamente seca, se aplica un pegante para cerámica o piedra tipo Pegacor o similar. Su preparación se hace adicionándole agua al Pegacor en dosificación de 2 partes de agua por 5 partes de Pegacor, y la cual se deja reposar durante 15 minutos. Posteriormente se aplica la pasta, por medio del lado liso de una llana metálica, sobre la superficie y se extiende con el lado dentado de esta herramienta inclinándola 45° con respecto a la superficie. A diferencia del descrito anteriormente, los baldosines no deben sumergirse en agua.

Después de preparar la superficie y dependiendo del formato que se valla a utilizar, se procede a hacer la distribución de las piezas, de acuerdo al criterio definido previamente en el planteamiento de Diseño de Ejecución, el cual debe buscar el menor numero de cortes de los elementos cerámicos en sentido vertical y horizontal, y determinando el numero de piezas completas.

---

<sup>57</sup> Son espumas que sirven como fondo de junta para evitar el desperdicio inoficioso del material de junta o para garantizar el adecuado funcionamiento de la junta, de acuerdo a la relación 1:1 o 1:2 entre ancho y profundidad.

<sup>58</sup> Son selladores elásticos a base de poliuretanos o poliuretano y alquitrán, que ofrece excelentes resistencias y que permiten una adecuada deformación de las superficies de recubrimiento sobre las juntas.

Sobre las superficies de soporte se debe establecer un nivel de referencia que depende del formato de baldosín que se vaya a utilizar, generalmente esta referencia se hace a un metro de altura y a partir de allí se reparten las piezas hacia arriba y hacia abajo. Se debe tener en cuenta la instalación de Listellos o franjas decoradas, y el espesor de las juntas de colocación entre baldosines, la cuales no deben ser mayores a 2 mm.

Se debe tener en cuenta que la ubicación de estos elementos de enchape y en general de todos los elementos de acabado, debe corresponder al mayor o menor impacto visual que estos causen, para a partir de allí ubicar las piezas recortadas y los ajustes.

La instalación del enchape debe iniciarse a partir de la segunda hilada, desde uno de los extremos y de abajo hacia arriba, teniendo en cuenta las piezas recortadas y las juntas de dilatación. Para la instalación de la esta hilada y de todo el proceso, que se conoce con el nombre de estampillado, se coloca firmemente una regla metálica o de madera que coincida con la línea de instalación para que sirva de apoyo a esta. Se colocan las baldosas sobre esta regla, haciendo presión contra el material de pega con un ligero movimiento circular, golpeándola suavemente con el mazo de caucho hasta lograr su adherencia.

Posteriormente se continua colocando una pieza al lado de la otra, y dejando entre ellas la separación establecida para las juntas entre elementos (2 mm). Luego de colocada la primera hilada se procede de manera semejante con las hiladas subsiguientes, continuando hacia arriba.

Se sigue este procedimiento verificando cada 3 ó 4 hiladas la horizontalidad mediante una regla metálica; en caso de tener que hacer pequeños ajustes, se golpea suavemente con el mazo de caucho. La verticalidad se verifica de manera semejante, cerciorándonos que las hiladas coincidan formando una línea continua; para la chequear la planitud de la superficie enchapada, se instala una regla metálica y se verifica que esta asiente completamente sobre toda la superficie.

Para la instalación de los ajustes, piezas recortadas o cualquier tipo de incrustación, se debe medir y trazar sobre estos elementos cerámicos, el corte y la forma que debemos realizar. Esta pieza se raya con la máquina cortadora por la línea marcada y se corta. En caso de que el corte no quede bien realizado, se debe pulir usando papel de lija. Posteriormente se debe proceder a su instalación rápidamente, ya que los cortes en este tipo de piezas debilitan su estructura. Las esquinas de los elementos que se van a enchapar deben ser recortadas en forma de chaflán o colillas, por la parte de la pasta para no afectar el esmalte de la pieza.

Al finalizar la instalación del revestimiento cerámico y una vez haya fraguado el mortero de pega, se procede a aplicar la lechada o emboquillado para llenar y sellar las juntas de separación entre las piezas. Estas lechadas o emboquillados pueden ser de cemento puro, materiales de emboquillado como el Con-Color<sup>59</sup> o mezclas de cementos que contienen arenas finas; se puede usar cemento blanco o gris, dependiendo del color que se desee.

---

<sup>59</sup> Al igual que el Pegacor, es otro material predosificado de forma especial para emboquillado, producido por la empresa Corona.

En nuestro medio es muy frecuente la utilización de usar colores minerales para el efecto de dar tintes o colores específicos al emboquillado.

Esta operación también puede realizarse utilizando cementos tipo “Dry-set” , que son materiales prefabricados a base de cementos y arenas de granulometría controlada, resinas sintéticas y otros aditivos que pueden cumplir con funciones como la retención de agua, para lograr mejores procesos de fraguado.

Antes del emboquillado se debe revisar que el material pegado no tenga baldosines despuntados o fisurados, y que las juntas entre ellos conformen líneas continuas, uniformes en su amplitud y que no formen indentaciones, tanto horizontal como verticalmente. Al iniciar la labor de emboquillado se debe limpiar profundamente las juntas para garantizar la penetración del material.

La instalación del material de emboquillado se hace con una espátulas o rasquetas de caucho, en forma diagonal hasta llenar completamente la separación entre elementos . Posteriormente se limpia y se pule con un elemento de caucho o de madera para darle la conformación adecuada eliminando los excesos de material en la junta.

Para la limpieza de los revestimientos cerámicos no se deben utilizar ningún tipo de ácidos, tales como los ácidos muriáticos, pues deteriora la boquilla, tampoco se deben utilizar detergentes abrasivos.

Adicionalmente para la preparación de la lechada o material de emboquillado, en caso de ser blancas totalmente, se deben adiciona blanco de zinc o bióxido de titanio, en proporción del 10% del peso del cemento, con el objetivo de garantizar la perdurabilidad del color a través del uso del revestimiento.

Las juntas y el mortero de pega son fundamentales en la estabilidad final de estos acabados, ya que el material como tal es muy resistente al ataque de ácidos, químicos o diferentes agentes agresivos, sin embargo su lechada o emboquillado no es resistente a este tipo de ataques y deben tomarse precauciones adicionando productos que garanticen el funcionamiento del sistema.

En el caso de utilizar elementos cerámicos de gran espesor se debe tener especial cuidado en la estabilidad de su adherencia al muro de soporte debido al peso propio del material y a la suma del peso de su mortero de pega; la utilización de mallas de refuerzo nos ayudan a eviten la fracturación del mortero ó el desprendimiento del elemento.

Para la pega de los elementos cerámicos también se pueden usar productos prefabricados de cemento-látex como el SikaLátex <sup>60</sup> para la pega de productos cerámicos como los porcelanatos, hechos a base de cementos, arenas de granulometría controlada y aditivos a base de gomas sintéticas o látex en dispersión acuosa.

Comercialmente también se consiguen productos que tienen por base, cauchos siliconados, poliuretano o resinas epóxicas, las cuales se recomienda usar en ambientes

---

<sup>60</sup> El SikaLátex, es una emulsión con base en resinas elastoméricas, que mejora la adherencia, resistencias mecánicas y químicas, y a su vez disminuye la permeabilidad de los morteros de cemento. Manual de productos de Sika S.A.

agresivos. Todos estos productos se deben usar siguiendo las indicaciones de los fabricantes

#### **14.1.2. ENCHAPES EN MATERIALES PÉTREOS, LAJAS O PREFABRICADOS**

- **Pétreos artificiales**

Son aquellos componentes sólidos rígidos que llegan a la obra o se fabrican en el sitio en forma de láminas o bloques, y que el hombre obtiene mezclando y moldeando diversos materiales de origen árido natural, solidificadores y estabilizadores por medio de un conglomerante generalmente de reacción hidráulica.

Desde los orígenes del cemento, el hombre ha venido explorando todas las posibilidades que le ofrece el cemento hidráulico como conglomerante, buscando siempre la forma de imitar artificialmente los pétreos, combinando materiales de naturaleza árida hasta lograr ciertos componentes sólidos rígidos, de características físicas y mecánicas, análogas a la piedra natural con una finalidad específica y con apariencia prefigurada según sea su dosificación.

Dichos componentes o productos constituyen materia prima esencial de innumerables alternativas de acabados arquitectónicos, pues dada su misma condición de artificiales ofrecen múltiples posibilidades de estudio y diseño a voluntad, ni solamente a cerca de sus características formales y de resistencia, sino también en cuanto a la apariencia cromática, la textura de su cara visible y el dibujo que se obtiene con sus diversos tipos de aparejo en obra.

Solamente cuando los pétreos artificiales se presentan al pie de la obra en calidad de sólidos prefabricados y en forma laminar gruesa, es cuando se constituyen en sinónimo de revestimiento y conllevan el trabajo característico de enchapes.

Los materiales pétreos debido a su condición de ser elementos provenientes de la naturaleza pueden presentar grandes diferencias entre sí, en cuanto al color, textura y brillo, al igual que su comportamiento ante el efecto de agentes como el sol, el agua y la abrasión. Las experiencias desafortunadas en el uso de estos materiales no obedecen a su mala calidad, sino a su mal uso o mala instalación.

- **Pétreos naturales**

La piedra es un agregado natural de minerales que constituyen una parte importante de la corteza terrestre, la cual se caracteriza por su dureza y firmeza.

Existen las llamadas rocas simples, las cuales son formadas por un solo material o que predomina uno de los materiales en su composición y las rocas compuestas, formadas por varios minerales. Estas últimas se dividen en rocas ignéas, sedimentarias y metamórficas.

- Las rocas ignéas se forman de la solidificaciones por enfriamiento del fluido, por erupción de volcanes “MAGMA” cuando se produce dicho enfriamiento dentro de la corteza terrestre da como resultado rocas plutónicas, y cuando se da fuera de



la corteza se llaman rocas volcánicas, como ejemplos de estas están el Granito, Sienita, Diorita.

- Las rocas sedimentarias se forman de las erupciones y reaglomeración de los restos, bien sea en el propio yacimiento o a distancias considerables de este por las aguas y vientos llavaron los diferentes minerales donde posteriormente la sedimentación de uno de los minerales sobre los otros. Las rocas sedimentarias son de origen mecánico, como el Cascajo, la Grava y la Gravilla, y de origen químico, como el Yeso, la Anhidrita y la Caliza.
- Las rocas metamórficas son las que han sufrido transformaciones, el cual se da de manera dinámica, en donde la presión da por resultado nuevos minerales con dimensiones mayores o superficies aplanadas, y de contacto, cuando por efectos de la temperatura su magma penetra en otra roca o en la corteza terrestre, formando nuevos minerales. Dentro de estas encontramos la Pizarra, la Filita, la Cuarzita y el Marmól.

Las características físicas de la roca de las rocas están dadas por:

- **La porosidad** - Dada por la estructura física de la roca y se refiere a la cantidad de poros perceptibles a la vista.
- **La dureza** - Es la resistencia que ofrece una roca a ser rayada o gastada.
- **La elasticidad** - Propiedad que tiene alguna roca de doblar sin dejarse romper debido a que entre sus elementos constructivos no hay una perfecta adherencia.
- **La tenacidad** - Resistencia que oponen las piedras a los golpes para no dejarse romper.

Los pétreos naturales son el producto de la transformación física de la roca natural, lo cual empieza a partir de la extracción de la materia en bruto desde la mina y termina con la configuración del componente mediante el rajoneo o aserrado del material, tallado, el bruñido y en algunos casos el brillado de la pieza.

El sistema de explotación de la roca puede darse por medio del uso de herramientas y de explosivos, y a su vez puede hacerse a cielo abierto o de manera subterránea, dependiendo de varios factores como la naturaleza, las propiedades de las rocas, la forma del yacimiento y su dureza<sup>61</sup>.

Algunos materiales pétreos no requieren transformación alguna y de la mina pasan directamente a la obra en calidad de acabado de mampostería a la vista o de revestimiento de muro o piso, según sea el tamaño y naturaleza de la piedra.

Disponemos en nuestro medio, de una variedad considerable de materiales pétreos naturales, que además de poseer una presencia física estéticamente significativa, son

---

<sup>61</sup> Moreno Rojas, Sandra e Hincapie Atehortua, Edison. Tesis de Grado "Patologías de las fachadas revestidas en piedra Bogotána, en piedra de Valdivia y Mármol Gris". Medellín, 2001.

productos de una durabilidad casi perenne que aportan a la arquitectura y específicamente al campo de los acabados, un sin número de posibilidades de expresión en calidad de revestimiento de suelos y muros tanto externo como interno.

Aparte de cualquier consideración de orden científico y desde el punto de vista de su vocación como acabado arquitectónico, existen varios tipos de componentes pétreos naturales, que se diferencian entre sí, no solo por la naturaleza de la roca de la cual provienen sino del tratamiento que admiten durante la transformación del componente.

Los principales defectos de las rocas se dan por:

- Por efecto inherente a la naturaleza de la roca, cuando contiene minerales que se meteorizan.
- Por la extracción y explotación inadecuada de la piedra, bien sea de la mano de obra o de la herramienta.
- Por acciones químicas, que producen la fracturación de la roca, como el caso del dióxido de sulfuro que en presencia de agua se convierte en ácido sulfuroso.

Es así como se pueden distinguir, dentro de una clasificación de carácter práctico impuesta por el uso y las costumbres, las siguientes variedades:

- **Lajas de piedra granítica, basáltica y caliza**

De superficie tersa brillante para enchapes de muros internos y externos y para revestimiento de pisos interiores. Fundamentalmente los granitos y los mármoles, son los que por su naturaleza ígnea y metamórfica respectivamente, permiten mediante el pulimento lograr un brillo característico y cuyas impurezas son las que originan las caprichosas vetas y coloraciones que se acusan en su superficie, pues el mármol puro es completamente blanco.

Estas vetas y esas manchas caprichosas, constituyen en el mármol su principal atractivo estético, lo que aunado a su durabilidad y su fácil mantenimiento, hacen del producto un admirable recurso de acabado. Desdichadamente su alto costo inmediato lo definen un artículo suntuario con muy buena aceptación por parte de arquitectos y usuarios, pero casi imposible de lucir en edificaciones que no sean de tipo institucional público o privado o en residencia de alto nivel económico.

- **Lajas de piedra caliza marmórea tipo “travertino”**

Impropia mente llamado mármol, pues aunque admite algún pulimento y brillo, debido a que su contenido de cemento calizo se ha cristalizado, su estructura geológica aun en formación presenta cavidades o coqueas que le restan calidad y resistencia.

- **Lajas de piedra arenisca**

Son rocas aglomeradas por arenas unidas por un cemento natural de índole variable, son fáciles de tallar para uso en revestimiento. Su extracción es sencilla y ciertas especies endurecen con el tiempo. Sus colores son claros, blancos, amarillentos y algunos poseen ligeras vetas, son porosas y no se dejan brillar. Las conocidas en nuestro medio con los nombres de piedra Bogotana y piedra Bojacá pertenecen a este grupo.

- **Lajas de pizarras**

De origen sedimentario y estructura foliáceas. No son tan duras ni tan brillantes como las rocas marmóreas. Suelen presentarse en colores oscuros y son piedras muy populares en nuestro medio para uso de enchapes de muros interiores y exteriores, no siendo recomendables para pisos. Son de este grupo, la piedra tigre, la piedra negra, la piedra pinta, la piedra verde y otras.

- **Bloques de piedra de cuarzo**

Son rocas aglomeradas formadas por granos cuarzosos unidos por un cemento de la misma naturaleza. Sus colores característicos son blanquecinos o amarillos claros, muy aptos para mampostería exterior, pues no se meteorizan ni son solubles. La piedra blanca y la Cartagena son ejemplo de este grupo.

Para la instalación de las piedras se pueden utilizar diferentes métodos, tales como la instalación por adherencia o por medio de anclajes.

- **Por adherencia**

Es el más utilizado en nuestro medio, ya que es un sistema tradicional, de sencilla instalación y de amplio conocimiento por el gremio de la construcción.

Muchas empresas procesadoras de rocas ornamentales de nuestro país recomiendan tener en cuenta que los siguientes criterios:

- El tamaño máximo de la placa debe ser de 0.90 m lineales.
- El área de máxima de la placa debe ser de 0.45 m<sup>2</sup>.
- El espesor máximo de la placa debe ser de 3 cm.
- El área máxima de instalación de placas ligadas es de 25 m<sup>2</sup>.

De este método existen dos tipos de instalación, “Murriado” y “estampillado”<sup>62</sup>.

### **El Murriado**

Es un sistema en el cual se usa un mortero tradicional, arena, cemento y agua, que actúa como material de pega y su espesor oscila entre 1.5 y 3 cm.

---

<sup>62</sup> Moreno Rojas, Sandra e Hincapie Atehortua, Edison. Tesis de Grado “Patologías de las fachadas revestidas en piedra Bogotána, en piedra de Valdivia y Mármol Gris”. Medellín, 2001.

Para la instalación de este tipo de enchapes es necesario el uso de mallas de acero electrosoldadas o algún tipo de entramado en acero de refuerzo sobre la base de soporte, la cual se fija por medio de anclajes que pueden ser realizados con varillas de  $\frac{1}{4}$  de diámetro o alambón en forma de "L" o "C", instalados cada 0.50 m o cada 1 m en ambas direcciones; en las lajas o prefabricados se deben adicionar alambres, cables ó cuelgas de cobre fijados a estos con masillas epóxicas que nos garanticen la estabilidad de estos elementos al mortero de pega.

**Ver figuras 10 y 11.**

La fijación por medio de anclajes está determinada por las características del material y la base de soporte.

En este caso el sistema se comporta como una superficie flotante y se debe tener mucho cuidado en el manejo de evacuación del agua.

La instalación se debe garantizar la limpieza de la base de soporte y la adecuación de esta, como por ejemplo en cuanto a su humectación.

La colocación de las piezas se efectúa de abajo hacia arriba y en sentido horizontal, respetando las juntas de dilatación y en tal forma que cada unidad no quede adherida a 2 elementos que se muevan en dos formas independientes.

La hilada inmediatamente superior se debe colocar después de pasadas cuatro horas, para evitar que el peso del elemento superior afecte la hilada inferior. 24 horas después de instalada las placas, se efectúa una revisión a cada una de ellas golpeándolas suavemente con un elemento duro, para verificar su sonido.

En caso de presentarse un sonido vacío, nos indica que esa zona carece de mortero, lo que implica tener que retirar la pieza y proceder de nuevo a reinstalarla.

Luego de la colocación de las piedras se procede a la instalación de las juntas elastoméricas en las zonas donde fueros ubicadas las juntas principales, es decir, en zonas donde existen elementos estructurales que ocasionan movimientos diferenciales entre la estructura y la superficie enchapada.

Las juntas entre los elementos y las juntas elastoméricas, deben ser tratadas para evitar principalmente la entrada del agua. Se debe realizar una hidrofugación final para evitar la formación de hongos y eflorcencias (excepto en el caso de placas de mármol).

Se deben hacer un mantenimiento periódico para evitar lo anterior, se deben diseñar y realizar sistemas que faciliten su mantenimiento.

Es necesario el diseño y ejecución de cortagoteras para todos los materiales, debido a que la falta de estos elementos es el causante de muchas de las patologías de estos enchapes.

El almacenamiento, transporte y manipulación de este material en obra debe realizarse con sumo cuidado para evitar el alto desperdicio que se pueda presentar.

Otro método o procedimiento de Murriado, utilizado fundamentalmente para interiores, es por medio de la aplicación de el mortero de pega sobre la superficie en forma de “U”, el cual servirá como marco de referencia. La aplicación del mortero, debe ser igual al tamaño de las placas que van a ser instaladas.

**FIGURA 10**

**FIGURA 11**

La placa se asienta sobre este mortero en “U” y una vez se tenga una hilada completa se procede a hacer el “Murriado” o llenado de las placas. La mezcla debe ser lo suficientemente fluida para garantizar la penetración en cualquier vacío. La dosificación debe tener una concentración alta de cemento, debe ser 1:2 o incluso 1:1.

### **El Estampillado**

Es un sistema de instalación de placas donde el material de pega es un producto de alta adherencia y fraguado lento; los cuales son mezclas predosificadas de cemento Portland, áridos finos y aditivos, que se elaboran industrialmente y se venden en forma de polvo y al cual únicamente se les adiciona agua.

**Ver figura 12.**

Es aplicable solamente sobre superficies previamente revocadas. Igual a lo descrito anteriormente, se deben incrustar alambres inoxidable a cada una de las placas. Se debe tener en cuenta que solo se hace para placas con espesores mayores a 17 mm.

El procedimiento de ejecución es igual al descrito anteriormente, teniendo en cuenta la forma de bajar los plomos para garantizar la correcta instalación de las piezas, en toda la longitud de las fachadas.

- **Instalación por medio de anclajes**

Es un sistema de instalación para enchapes verticales de fachada, y para el uso de materiales como el Granito, el Mármol u otro tipo de piedra que pueda ser procesada en placas con dimensiones considerables.

**Ver figura 12.**

Su característica principal radica en el hecho de que la instalación de las placas de la piedra utilizada no requiere uso de materiales adherentes, funciona entonces mediante la fijación de dos o más anclajes metálicos, cuya función es unir la piedra a la base de soporte y soportar su peso.

La cantidad de anclajes usados para su instalación, se determina de acuerdo con las características del material, las de la base de soporte y la modulación que resulte del diseño arquitectónico.



**FIGURA 12**

Las piedras se deben proteger de los agentes atmosféricos, para lo cual existen varios procedimientos que ayudan a aumentar su dureza y a la vez disminuyen su porosidad externa evitando la absorción de agua; algunos de estos pueden ser<sup>63</sup>:

- **Hidrofugación** - Es el tratamiento superficial interior de los poros y capilar del material por una capa ligera de una resina de una alta tensión superficial que impide la penetración del agua.
- **Impermeabilización** - Es una respuesta radical encaminada a evitar cualquier penetración de humedad, sea en estado líquido o vapor, a través de la aplicación de un velo impermeable.
- **Pinturas de dispersión de resinas** - Son resinas sintéticas dispersas en agua, por lo general en acetato de polivinilo o copolímeros.

#### 14.1.3. ENCHAPES CON FICHOS DE VIDRIO O CRISTANAC

El Cristanac es un producto que también es conocido como cerámicas vidriadas o cerámicas silíceas; la diferencia fundamental con respecto a las cerámicas tradicionales, es que su proceso de cocción es a más de 1250° C, lo que da como resultado un producto con una estructura vítrea. Con este producto, se fabrican las fichas de vidrio de variados colores, las cuales vienen fijadas sobre paños de papel.

Este tipo de fichas son usadas para aplicarlas como revestimiento de pisos y muros en zonas que estarán sometidas a constante humedad o a condiciones atmosféricas agresivas, debido a que son productos muy resistentes a este tipo de exigencias, dada su estructura vidriada.

Es un producto muy propio para revestir superficies cóncavas y convexas, debido a que el tamaño de los elementos, al ser en formatos muy pequeños, permite acomodarse a superficies caprichosas. Adicionalmente son productos de fácil mantenimiento y reposición, por esto es que ofrece excelentes características para ser usado a la intemperie.

Para su adecuada instalación, los fichos de vidrio, se deben pegar sobre bases de soporte acondicionadas para el asentamiento completo de los paños, y garantizando que no se presenten vacíos entre los paños conformados por los fichos y la base de soporte, para así evitar que se presenten patologías en los elementos de enchape.

Los paños, el cual es un papel cuya medida es de 65 x 32 cm, es la base donde se instalan los fichos de vidrio, los cuales van pegados a este papel por medio de pegantes sintéticas; a su vez van pegados por la cara que quedará expuesta como elemento de acabado.

Las superficies acondicionadas por medio de revoques lisos son adecuadas, sin importar el tipo de mortero usado en la ejecución de estos revoques. Sin embargo, estos morteros no deben estar completamente secos, para garantizar una adecuada fusión entre ellos; para

---

<sup>63</sup> León Vallejo, Francisco Javier. Tratamientos ligeros de protección superficial de fachadas pétreas frente a la humedad. Revista Montajes e Instalaciones, N° 291. Enero de 1996.

morteros a base de cemento y arena, se debe aplicar el enchape sobre bases que no tengan más de 12 horas de haber sido ejecutadas y poder así garantizar que no estén secas.

Sobre estos bases, previamente revocadas, se trazan líneas horizontales y verticales que sirven de guía en el proceso de instalación de los paños; para la instalación propiamente, se esparce una lechada de cemento y acronal<sup>64</sup> que nos ayuda a mejorar las condiciones de adherencia del acabado y la base de soporte. Una vez aplicada la lechada en el área de cada uno de los paños, para evitar que se fragüe, se procede a la instalación de estos tratando de garantizar el alineamiento de acuerdo con los guías antes definidas.

Luego de instalado cada paño, se golpea con un elemento de madera o de caucho para garantizar su completo asentamiento sobre el revoque. Adicionalmente a los morteros a base de cemento y arena, se pueden utilizar pegantes predosificados como el Pegacor; sin embargo, cuando se usan estas pegas, se debe dejar secar completamente el revoque que a sido instalado previamente como elemento de preacabado. Su proceso de ejecución es igual al descrito anteriormente.

La pega de los paños siguientes, se deben instalar con mucho cuidado, para garantizar el correcto alineamiento del nuevo paño con los anteriores; a su vez las juntas de separación entre estos debe ser igual a las juntas de dilatación entre las fichas.

Lo anterior es lo que determina, desde el punto de vista estético, que este tipo de enchape funcione adecuadamente.

Después de 3 ó 4 horas de instalado el paño, se humedece el papel, se retira y se quita la goma con un cepillo. Luego de 24 horas, se realiza el emboquillado o lechado del enchape, el cual es una mezcla de cemento blanco, agua y dióxido de Titanio o blanco de Zinc, como pigmento. En algunos casos específicos, se pueden adicionar a las mezclas de emboquillado, arenas de Sílice normalizadas, para garantizar una mejor las condiciones de resistencia del sistema de acabado.

Es muy importante dentro del proceso de ejecución de cualquier tipología de enchapes, retirar los residuos de mortero que puedan quedar de su instalación con el fin de evitar la presencia de manchas en el acabado final; adicionalmente se debe tener especial cuidado con la aparición de eflorescencias debido a la presencia de sales en los materiales utilizados que aunque no sean problemas estructurales del material, si se convierten en una molestias desde el punto de vista estético.

Luego de su secado completo se debe proteger con un hidrófugo que garantice la buena apariencia y protección de las juntas en el tiempo, las cuales son las zonas realmente vulnerables en este tipo de acabados.

**Ver figura 13.**

---

<sup>64</sup> Resina acrílica, es utilizada para mejorar las condiciones de adherencia de los elementos de acabado a las bases de soporte.

**FIGURA 13**

#### 14.1.4. ENCHAPES EN ESPACATO

El Espacato es un material natural conformado por diversos minerales, que hacen de este un elemento con un grado de dureza aceptable, capaz de resistir agentes externos. Este elemento no solo ofrece una barrera protectora a los mampuestos de fachada exterior, sino que aporta una mezcla amplia de tonalidades, aportando diseño y estética al entorno<sup>65</sup>.

Estos elementos deben fijarse de tal manera que garanticen su estabilidad sobre la mampostería, según la norma NSR 98 - A.9.5.2.

- **Preparación de la base de soporte**

Para la preparación y nivelación de la superficie, se debe hacer un revoque sobre toda la mampostería de fachada que nos garantice el nivel de las piezas que serán colocadas posteriormente sobre dicha superficie.

En cuanto a su preparación de las superficie de los elementos en concreto, tales como columnas, muros o losas, se debe fijar una malla o adicionar un medio que garantice una buena adherencia de los elementos.

Durante el proceso de ejecución de los revoque, se deben marcar con anterioridad las juntas de dilatación de la estructura o los cerramientos, que a su vez debe conservarse en el acabado, garantizando su estabilidad. La distribución del enchape debe hacerse con base en la distribución de estas juntas.

- **Colocación de las piezas de marmol**

El Espacato es un elemento rectangular de 15 x 3 x 1.5cm que se instala de manera intercalado entre piezas. La cara inferior que estará en contacto con el revoque, presenta pequeñas porosidades que le ayudan a mejorar la adherencia con la base de soporte.

Por su parte, la cara superior, presenta una alta rugosidad, que si bien aporta atributos estéticos al sistema puede convertirse en un albergue futuro de partículas que causen patologías al sistema.

Para la adherencia del Espacato a la superficie previamente revocada, se utiliza una mezcla con características conglomerantes, de alta manejabilidad y gran capacidad de retención de agua, que le otorga al sistema propiedades de alta adherencia entre sus componentes, facilitando la colocación y conformación del enchape.

Es un mortero de granulometría fina y elaborado con cementos especiales, los cuales ayudan a la retención de agua, proporcionando una mezcla fluida y manejable.

---

<sup>65</sup> Segundo ejercicio de la asignatura Taller Laboratorio de Ejecución V, realizado por las estudiantes Isabel Cristina Céspedes y Amparo Villalba, semestre 02 de 2001. Análisis de un sistema constructivo de acabado. Enchape para fachada en Espacato.

También se puede usar un adhesivo epóxico<sup>66</sup>, el cual es un mortero fluido, constituido con resinas epóxicas y agregados de cuarzo seleccionados. Es un material altamente adherente que para evitar el desplazamiento de las piezas con respecto a la base de soporte.

Se mezcla las piezas de diferentes cajas de empaque, debido a la diferencia de tonos que posee el mármol, buscando que las tonalidades quedan entremezcladas sobre toda la superficie y contribuyendo con dar características específicas de diseño.

Se prepara el adhesivo, según las indicaciones del proveedor, y se comienza su colocación de abajo hacia arriba. Las piezas deben colocarse con trabas entre hiladas y cada tres de estas debe verificarse su plomo, su verticalidad, el nivel y las demás características específicas establecidas en este tipo de enchapes.

Luego de colocadas las piezas se procede a sellar las juntas donde halla cambio de material o donde, por los criterios antes definidos, se deban constituir estas juntas.

Se limpia la superficie mediante la ayuda de un cepillo de cerdas duras y agua, para eliminar rebabas y polvo existente en la fachada, y se aplica una masilla sellante, que puede ser un elastómero de poliuretano, que actúa como un material altamente flexible permitiendo el movimiento de los diferentes elementos que sirven de base de soporte al sistema. Es totalmente impermeable, lo que aporta al sistema un sellado integral.

Cuando se encuentre completamente seca, se aplica el hidrófugo, para lo cual se usa una pistola que nos garantiza una colocación homogénea.

El hidrófugo es una sustancia altamente fluida, capaz de penetrar los poros del material de revestimiento, conformando una barrera impermeable que permite a cada uno de los elementos del sistema respirar libremente sin absorber el agua proveniente del exterior.

Esta agua externa, es la causante de la mayoría de las patologías de estos sistemas de acabado.

El hidrófugo al ser un material de apariencia transparente, permite que el sistema no pierda la tonalidad y apariencia estética que se logra con el uso de este tipo de elementos de mármol.

El Espacato, es un material que puede ser utilizado en interiores con muy buen comportamiento, sin embargo su mayor uso se da en fachadas.

El mayor tipo de problemas que presenta este tipo de materiales, es su fácil desprendimiento de la base de soporte, lo cual se debe a que no se siguen los parámetros establecidos anteriormente o por utilizar materiales que no garantizan la adherencia adecuada a la base de soporte.

**Ver figura 14.**

---

<sup>66</sup> Ver manuales técnicos para instalación de estos productos, desarrollados por empresas tales como Sika, Toxement, TEC, MBT, Tecnología, etc.

**FIGURA 14**





## 14.2. ENCHAPES EN INTERIORES

Los más usados son cerámicos esmaltados y mármoles, y sus características son iguales a las mencionadas en los enchapes exteriores; sin embargo, sus sistemas y procesos de instalación pueden variar de acuerdo a las exigencias a las que estarán sometidos.

### 14.2.1. ENCHAPES CERÁMICOS DELGADOS

Los criterios son básicamente los mismos que los descritos en la instalación de los enchapes exteriores. La superficie debe estar completamente plana, bien alineada, aplomada y con las escuadras bien conformadas, además se debe basar la base cuidando que el espesor del mortero de pega ó revoque no sea inferior a dos centímetros y su dosificación 1:4 ó 1:5, dependiendo de los agentes agresivos al que vayan a estar sometidos.

Si se usa mortero como pega del baldosín, se debe aplicar dicho mortero con anterioridad, luego se espolvorea cemento ó una lechada de cemento gruesa al elemento cerámico, el cual previamente se ha sumergido en agua con doce horas de anticipación; una vez colocado el elemento se golpea con el mango del palustre para garantizar su asiento.

Si se usan pegas tipo Pegacor o similar, el proceso de limpieza de la base de soporte continúa siendo fundamental y es claro que se debe tener una base de preacabado antes de la instalación del enchape. En caso de que existan grietas en la base de soporte, se deben resanar con morteros de cemento y arena. La dosificación del Pegacor o similar es de 3 litros de agua por 10 kg. de pegante, la mezcla preparada no se debe utilizar después de 50 minutos de mezclada.

Se debe humedecer el revoque con anterioridad al igual que el baldosín (pero sin saturarlo), luego se aplica dicho producto al elemento cerámico (en caso de que sea necesario de acuerdo al tamaño de la pieza) y se estampilla de igual forma que el anterior. Se debe revisar constantemente la superficie del pegante, si este no se adhiere al contacto con el dedo, se debe retirar y aplicar una pasta nueva.

Luego de la ejecución de un área considerable y antes de que se seque completamente el cemento, se procede a lavar cuidadosamente la superficie con agua y brochas o esponjas, tratando de retirar el material sobrante de las ranuras.

Después de 24 horas se “rayan” las juntas entre las piezas cerámicas con una hoja de sierra y se lava nuevamente la superficie, luego se realiza la lechada o emboquillado con una pasta de cemento blanco (generalmente) y colorantes, el cual se aplica con brocha para garantizar su penetración en las juntas.

Los materiales para emboquillar, tipo Con-Color, se aplican con rasquetas de caucho en forma diagonal a las juntas, las cuales se deben pulir antes de su fraguado y realizar la limpieza del producto sobrante con una esponja para evitar que se adhieran a las piezas cerámicas.

En caso de que esta lechada o emboquillado sea blanca se recomienda adicionar blanco de zinc o bióxido de titanio en proporción a un 10% del peso del cemento.

Los enchapes cerámicos, tanto para interiores como para exteriores, proporcionan una serie de ventajas importantes de enumerar, las cuales deben ser tenidas en cuenta en el momento de establecer el mejor sistema constructivo a utilizar de acuerdo a las necesidades exigidas para cada caso.

Dentro de estas ventajas podemos determinar las siguientes:

- Proporciona superficies higiénicas y de fácil mantenimiento.
- Es un material totalmente impermeable.
- No es atacado por algunos químicos, ácidos, solventes y detergentes.
- Opone buena resistencia al rayado.
- Su color no sufre variaciones debido al uso o a la luz.

Sin embargo su comportamiento con respecto a los golpes o deterioro de su base esmaltada es muy bajo.

El manejo de las juntas es de vital importancia cuando los materiales donde se instale el enchape cambie, como es el caso de pisos y paredes o distintos materiales en fachadas.

Es muy importante establecer que cuando instalamos pisos en cerámica estos deben quedar pisados por los enchapes para garantizar que no se presenten humedades.

El recibo y la aceptación de los sistemas de acabado es de vital importancia por lo cual debemos definir unos criterios de aceptabilidad y/o tolerancias para su recibo. Los criterios que deben ser evaluados son los siguientes:

- **Planitud** - Esta definida como la coincidencia entre la superficie del enchape y el plano definido en el basado. Se debe hacer un chequeo horizontal y vertical cada 3 metros. No se deben aceptar enchapes que presenten diferencias mayores de 3 mm en la longitud total del codal (3.0 metros).
- **Verticalidad** - Es la desviación del plano de la superficie enchapada con respecto al plano vertical. Se revisa con plomada cada 3.0 m y al menos en dos puntos por cada muro individual. No se deben aceptar desvíos mayores de 1 mm por metro. Igualmente se debe chequear la verticalidad y continuidad de las juntas entre baldosines conservándose el mismo criterio de aceptabilidad.
- **Nivel** - Es la desviación del plano de la superficie enchapada con respecto al plano horizontal de referencia, en especial para el manejo de las piezas que conforman el enchape. No se deben aceptar desvíos mayores de 1 mm por metro.
- **Escuadra** - Es la desviación de dos planos de superficie de enchape ortogonales con respecto al ángulo recto o escuadra. No se deben aceptar desvíos mayores de 1 mm por metro.

- **Horizontalidad de las juntas emboquilladas** - Es la verificación de la horizontalidad y continuidad de las emboquilladas entre hiladas. Las tolerancias aceptables son similares a las definidas para las superficies de enchape.
- **Timbre** – El sonido del elemento, una vez este instalado, no debe ser “sordo”, ya que esto indicaría que la pieza puede tener alguna parte de su área sin pega, lo cual ocasionaría patologías posteriores en esta superficie.

**Ver figuras 15 y 16.**

Los problemas más frecuentes se presentan en los enchapes después de terminados son la falta de adherencia a la base de soporte, el agrietamiento de las juntas entre baldosines y manchas en la piezas<sup>67</sup>.

**La falta de adherencia** - Fundamentalmente se da por usar mezclas para morteros de pega inadecuadas, la aplicación de estos morteros sobre superficies sucias, por la falta de asentamiento de las baldosas en el proceso de ejecución, por usar pegantes que ya hayan comenzado a fraguarse, la falta del uso de las llanas dentadas al usar pegantes predosificados y por no retirar y corregir los defectos que pueda tener la base de soporte.

Las soluciones a los problemas de adherencia están dadas al evitar cada uno de los problemas antes mencionados y en el seguir las recomendaciones establecidas por algún proveedor, en caso de la instalación de un acabado especial; sin embargo y tal como se ha planteado a lo largo del documento, uno de los factores más importantes en el manejo de cualquier tipología de acabado debe estar centrada en el control y preparación adecuada de la base de soporte.

**Los agrietamientos en las juntas de los baldosines** - Es un problema relativamente común pero delicado, ya que permite el ingreso del agua por detrás del baldosín, debilitando la adherencia del material de recubrimiento. La causa fundamental se debe a una mala dosificación, o mezclado del material de emboquillado, o la ejecución de juntas muy anchas.

La solución a este tipo de problemas consiste en realizar mezclas de emboquillado con las características necesarias para garantizar su resistencia y que no se presenten estos fenómenos de retracción; en caso de tener que usar juntas muy anchas, se recomienda usar productos de emboquillado predosificados, y seguir las instrucciones de los fabricantes para su correcta instalación.

**Manchas en los baldosines** - La causa de la aparición de manchas en los baldosines, las cuales son generalmente amarillas, se debe al exceso de agua en el baldosín. Como medida preventiva para evitar este fenómeno se recomienda no remojar en exceso el baldosín cuando se pega con morteros a base de cementos y arenas, 4 horas máximo, y no remojarlos en absoluto cuando se usan morteros predosificados. Adicionalmente se deben utilizar productos de emboquillado impermeables, cuando usemos baldosines en zonas húmedas, como piscinas, duchas, cuartos fríos, etc.

---

<sup>67</sup> Grupo de Ingenieros y Arquitectos. Práctica recomendada para la ejecución y control de calidad de los enchapes en cerámica. Medellín, Julio de 1997.

**FIGURA 15**

**FIGURA 16**

### 14.2.2. ENCHAPES EN GRANO ESMERILADO Ó PULIDO

El granito esta compuesto por un triturado de piedra caliza (grano) mezclado con cemento blanco o gris, y color mineral según sea el caso. El tamaño del grano oscila entre los números 1,2,3 y4 y el espesor de la capa del forro depende del grano utilizado.

Antes de iniciar los trabajos se debe humedecer muy bien la superficie del muro hasta saturarlo, se basa el muro a un espesor de 2 o 3 cm., dependiendo del tamaño del grano. Se aplica a manera de revoque una capa de mortero a base de cemento y arena en proporción 1:3 con un espesor máximo de 1 cm, sobre el cual se colocan como juntas de dilatación varillas de bronce, aluminio, plástico, o madera.

Es importante aclarar e identificar la existencia de dos tipologías de juntas, que deben ser respetados en el proceso de ejecución de todos los acabados en términos generales.

Estas juntas las podemos identificar como juntas primarias y secundarias; las juntas primarias son las que por necesidades de funcionamiento de la estructura o de los cerramientos de la edificación, deben independizar completamente todas las unidades funcionales de la obra por medio de la creación de separaciones entre los elementos que permitan el movimiento independiente de cada uno de los componentes involucrados; por lo tanto no es posible desligar los acabados de este tipo de exigencias.

La forma de tratar las juntas primarias, se hacen a través del uso de elementos sellantes de juntas, tales como el porón o las espumas de polietileno, cuya función es únicamente actuar como sello de la junta para evitar el alto consumo y desperdicio de los materiales elásticos o plásticos, que se instalarán sobre estos elementos de sello y que conformarán parte integral del acabado.

Las juntas secundarias, son juntas que no corresponden a la necesidad de movimiento de las estructuras o cerramientos, sino que corresponden a la necesidad de dilatación entre los elementos de acabado, debido a las grandes áreas que estos cubren, a los coeficientes de dilatación térmica que cada elemento posee, a los fenómenos de retracción de algunos materiales y los procesos de racionalización de la construcción durante su ejecución.

Estas dilataciones, debido a que son únicamente para las superficies de los acabados, deben crear una separación que garantice los comportamientos adecuados de estos ante los fenómenos anteriormente descritos. Por tanto, las juntas secundarias, se instalan en este caso, sobre la primera capa del acabado, la cual identificamos como una capa de revoque.

La diferencia fundamental entre una junta y una fisura, radica en que la junta es controlada y la otra no.

Las áreas de dilatación para estas juntas, debe corresponder fundamentalmente a los criterios antes mencionados, sin embargo también pueden corresponder a criterios estéticos definidos por el Arquitecto Diseñador del proyecto. Por tanto, estas varillas para las juntas de dilatación, deben quedar muy bien basadas sobre un mismo plano y distribuidas de acuerdo a las exigencias de los materiales, la modulación o del diseño.

Antes de que el mortero haya fraguado, se aplica una capa de granito de uno o dos cm. de espesor, rellendo los paneles entre las juntas, basándose con la regla y golpeándolo con el palustre hasta lograr una superficie compacta, integrada y adherida a la primera capa.

El proceso de curado se debe hacer durante 5 días, hasta que fragüe completamente el cemento.

El pulimento inicial se hace con piedra tipo carborundo N°. 60 a 80, después de que haya transcurrido el tiempo necesario para su fraguado, el cual puede oscilar entre 8 y 15 días dependiendo del tipo de mezcla que se utilice (como por ejemplo el uso de aditivos acelerantes de fraguado); luego se reparan los posibles defectos con una pasta de cemento blanco y colorantes según el acabado, para después de fraguado realizar una segunda esmerilada con una piedra N°. 120. Una vez terminado el pulimento, se lava la superficie con agua y ácido oxálico en proporción 15:1 y luego un lavado con agua limpia.

Una vez finalizado el pulimento del enchape y luego de que este completamente seco, lo cual puede demorarse entre 8 y 15 días, se realiza el proceso de brillado, para el cual se utilizan máquinas pulidoras y/o pulidoras manuales, que con la ayuda de ácidos y ceras, se establece su acabado final.

**Ver Figura 17.**

#### **14.2.3. ENCHAPES EN ARENÓN LAVADO**

Este sistema de acabado, esta formado por dos capas fundamentalmente, la primera consta de una capa de mortero 1:4 con un espesor 1.5 cm, la cual se aplica como un revoque y siguiendo todos los parámetros definidos y establecidos para la ejecución de estos; este revoque sirve como base de soporte sobre la cual se aplicará luego el grano. Se debe recordar el manejo de las juntas primarias y secundarias, antes descritas, para garantizar el adecuado funcionamiento de los materiales de acabado.

Una vez ubicadas e instaladas las juntas de dilatación, se procede a la colocación de la segunda capa, la cual se refiere propiamente al acabado; el material utilizado para la conformación de la capa de acabado se hace a través de la preparación de una mezcla de cemento gris y grano del tamaño deseado, cuya dosificación es de 5 partes de grano por 3 partes de cemento; en algunos casos se le adiciona color mineral. La aplicación de esta capa debe hacerse cuidando que el grano quede bien compactado y asentado, para lo cual se usa una paleta de madera.

Para la instalación propiamente de la capa de acabado, el revoque que se usó para conformar la primera capa y que actuará como base de soporte, no puede haber entrado en su proceso de fraguado, para poder garantizar que se produzca una buena compenetración entre las dos capas.

En caso de que la base de soporte sea un muro o un elemento que ya este revocado, se debe picar la superficie para garantizar su adherencia, luego de picado se humedece toda el área, se espolvorea cemento puro y se aplica el grano.

**FIGURA 17**



El proceso de aplicación del grano se hace de arriba hacia abajo, con el objetivo de garantizar que el material no se cuelgue por su propio peso.

Una vez aplicado el grano y utilizando las juntas de dilatación del acabado, las varillas instaladas para este fin, se recorre la capa de acabado con una regla metálica hasta emparejarlo y nivelarlo de acuerdo los criterios definidos en el diseño de ejecución.

Cuando se inicie el fraguado se procede a lavar con agua y brocha, rociando la superficie con manguera y omitiendo el uso de tarros.

Se dejan las juntas de dilatación de acuerdo a la modulación, las cuales se colocan sobre la primera capa de mortero.

Por ser un material muy resistente a los agentes atmosféricos, su mayor utilización es en elementos que estén a la intemperie, como fachadas, muros de jardineras, bordes de marquesinas, etc. Adicionalmente es un material que no requiere ningún mantenimiento y es de bajo costo.

**Ver Figura 18.**

#### **14.2.4. ENCHAPES EN LADRILLO Y BLOQUES DE CONCRETO**

La preparación de la base de soporte para la pega del mortero, es de vital importancia para garantizar la adherencia del material de enchape. En algunos casos, cuando los elementos son muy pesados, como en el caso de las chapas Split<sup>68</sup>, se deben instalar mallas electrosoldadas o varillas de refuerzo formando una parrilla las cuales se pegan al muro a través de pernos ó anclajes adheridos previamente sobre las bases de soporte.

Por otro lado, la adecuación de la base de soporte depende del tipo de material de la base. Cuando la base es un elemento de concreto, se debe abuzardar la superficie por medios mecánicos, adicionar mallas que mejoren la adherencia o hacer una adecuación de esta por medio de una mezcla de cemento y una resina acrílica.

En cuanto al proceso de instalación, se puede realizar haciendo un estampillado de las chapas de ladrillo o bloque con un mortero de pega, o haciendo un vaciado con mortero, en el espacio entre las chapas y el muro, en caso de que la base de soporte nos obligue instalar mallas para mejorar la adherencia. La dosificación del mortero es 1:3 + 5% de cal sobre el peso del cemento o aditivos del tipo de superplastificantes.

Una vez instaladas las chapas, se debe limpiar inmediatamente la superficie para retirar los excedentes de mezcla del proceso de ejecución; después de varios días y una vez este completamente seco el enchape, se debe lavar con agua por medio de cepillos de nylon de cerdas gruesas.

---

<sup>68</sup> Las chapas en bloque Split, son elementos prefabricados en concreto de diferentes dimensiones y que de acuerdo a esto las puede hacer relativamente pesadas, por lo cual es necesario instalar elementos de fijación adicionales al mortero de pega.

**FIGURA 18**

No es recomendable usar ningún tipo de rasquetas o elementos metálicos para limpiar las chapas, ya que, para el caso de los ladrillos, pueden deteriorar el esmalte que sirve de protección superficial para estos elementos, haciéndolas más vulnerables a que se produzcan patologías que deterioren el acabado.

Posteriormente se aplica un hidrófugo sobre los enchapes para garantizar su perdurabilidad en el tiempo; este proceso se explicará detalladamente más adelante.

Para el caso de chapas de concreto también se recomienda el uso de hidrófugos; las juntas de dilatación deben hacerse con un cemento igual al usado en la fabricación de las chapas y así garantizar que el color de las juntas sean igual al del enchape.

Es muy importante tener en cuenta la necesidad de realizar juntas de dilatación con respecto a los elementos estructurales de la base de soporte, para permitir el movimiento de los dos elementos, sin que se causen fisuraciones o desprendimientos del acabado.

**Ver Figura 19.**

#### **14.2.5. ENCHAPES EN MADERA Y AGLOMERADOS**

Los más usados son los enchapes con láminas o chapillas y con piezas como tablas o tablillas. Para la instalación de enchapes en láminas de espesores menores a 5 mm, se deben pegar con colbón o pegas a base de caucho a una retícula de tiras de triplex o maderas aglomeradas de espesor entre 3 y 4 mm, estas a su vez se clavan con puntillas a la base de soporte.

La base de soporte puede ser una superficie revocada o acondicionada para soportar este tipo de acabados. Debe estar completamente seca y limpia, y adicionalmente, cumplir con todos los requisitos como planitud, plomo, verticalidad y escuadra.

El tamaño de las retículas es de 25x25 cm o de 30x30 cm, dependiendo del espesor del enchape. Sobre la retícula se pegan las láminas con mezclas de colbón y cemento o pegas a base de caucho.

En los bordes del enchape, se deben biselar los cantos o instalar bocelos de madera, para evitar que se vea el canto de la madera aglomerada, y así garantizar un mejor terminado.

Para las juntas entre los elementos que conforman el enchape, se deben realizar empates en forma de machimbre o juntas a media madera, los cuales garantizan una mejor unión entre estos. Estas juntas deben quedar apoyadas sobre las tiras de triplex que conforman la estructura.

Las hojas de formica, formalite o chapillas no deben pegarse sobre las retículas de la estructura directamente, sino sobre hojas de triplex o maderas aglomeradas, las cuales a su vez se pegan sobre la estructura.

**FIGURA 19**

Los enchapes con piezas de madera de espesores mayores a 5 mm, generalmente talas o tablillas, se pegan sobre listones de 3x2 cm de madera, los cuales se deben clavar a la base de soporte; esta puede ser un muro rústico o una superficie acondicionada, igual a la descrita anteriormente. Esta retícula de estructura puede tener 30x45 cm, dependiendo del espesor de las piezas de madera.

La retícula de estructura se clava a la base de soporte y sobre estas se clavan los elementos de enchape, que al igual que los descritos anteriormente, sus juntas son por medio de machimbres o a media madera.

Una vez instalada la retícula, se procede a rellenar esta con un mortero pobre de dosificación 1:7. Lo cual se hace para evitar que se genere una caja de resonancia entre el acabado y la base de soporte. Posteriormente y cuando el mortero halla fraguado completamente, se clavan las piezas de acabado sobre la estructura de madera.

A estos elementos de enchape se les puede dar un terminado posterior que servirá de protección o para mejorar su apariencia estética, dependiendo del uso o de las exigencias de funcionamiento, que generalmente es un terminado en pintura.

**Ver Figuras 20 y 21.**

#### **14.2.6. ENCHAPES EN FORMICA**

La Fórmica es un material laminado a base de resinas de madera, que aglomeradas forman una lámina y que está protegido por una melamina, la cual es una sustancia transparente que determina sus cualidades de resistencia.

Se utiliza para forrar muros en interiores, divisiones, poyos de cocina, muebles de baños, y en general sobre cualquier superficie protegida del sol y el agua pero con la necesidad de adicionarle algunas características de resistencia, tales como a algunos ácidos, alcoholes, disolventes y detergentes.

Es un material que se puede instalar sobre revoques, madera, metales y concretos. Debido a su poco espesor es de fácil instalación en superficies en donde no se había previsto ningún acabado.

Lo más recomendable es que se instalen sobre maderas aglomeradas o de triplex, las cuales le garanticen una base de soporte adecuada y le ayuden a adquirir una mejor resistencia, ya que por su poco espesor son muy frágiles.

Se pueden pegar por medio de pegas sintéticas en frío o en calor sobre la base de soporte, la cual a su vez se pega sobre el muro o la superficie acondicionada para recibir el enchape.

A este tipo de enchapes no se hace necesario darle ningún tipo de acabado posterior, ya que el mismo elemento cumple directamente con la función a la cual estará sometido.

**Ver Figura 22.**

**FIGURA 20**

**FIGURA 21**

**FIGURA 22**



#### 14.2.7. FORRO EN PAPEL DE COLGADURA

Es un papel para forros de paredes y cielos, sin embargo su uso es muy limitado dadas las características del material. Su uso generalmente se hace para interiores y para ambientes residenciales, sin embargo existen papeles de colgadura que poseen un recubrimiento plástico que los hace resistente a la humedad que les permite ser usados en ambientes húmedos.

Su presentación es en forma de rollos de diferentes dimensiones, siendo el más común de 10 metros de largo por 50 centímetros de ancho. También podemos encontrar formatos para ser usados como cenefas, que oscilan entre 10 y 15 cm de ancho por 10 m de longitud.

Es un material únicamente decorativo, no es resistente a los golpes, al fuego, rasgado, rayado y se ensucia con facilidad; sin los que son recubiertos con plásticos pueden ser lavables sin que se deterioren.

El muro debe estar o revocado, o revocado y estucado, o con una superficie adecuada para su instalación, lo cual depende del espesor o gramaje del papel.

La pega se hace con engrudos a base de harina, debido a que estos no manchan el material, o pegantes a base de caucho. El pegante se aplica al papel y a la base de soporte por medio de brochas y luego con un rodillo de madera se alisa sobre la superficie a forrar.

También existen papeles que poseen un adhesivo sobre la superficie que estará en contacto con la base de soporte, lo que omite el uso de los pegantes descritos anteriormente.

Se instala de arriba hacia abajo y del centro a las orillas tratando de asentar completamente el papel, en caso de presentarse burbujas de aire estas se absorben en el secado o se extraen por medio de jeringas y agujas.

El grado de lavabilidad, estabilidad y duración que ofrezca el papel de colgadura está relacionado con el refuerzo plástico de que disponga.

Los linóleos y telas plásticas, son revestimientos continuos de gran versatilidad, los cuales se consiguen de múltiples colores y texturas que presentan diferentes posibilidades de uso.

El linóleo es un material reforzado compuesto por lo general de una base flexible de tipo textil, asbesto o sintético que le da cuerpo, recubierto por una capa de cloruro de polivinilo u otro plástico similar que conforma el acabado propiamente dicho.

Los pegantes para estos productos son de tipo sintético aplicados con llana dentada o estriada sobre una superficie plana y totalmente seca.

El mayor problema que presentan este tipo de forros es que se desprenden muy fácilmente de su base de soporte, lo cual los hace muy poco apetecibles en el mercado.

**Ver figura 23.**



**FIGURA 23**

#### 14.2.8. ENCHAPES EN ESTERILLA DE GUADUA O BAMBÚ

El bambú no es un árbol, sino lo que se pudiéramos llamar una hierba gigante, esta clasificada dentro de la familia de las gramíneas al igual que el maíz, la cebada o el trigo. El bambú como cualquier madera, al cortarlo se altera, se reduce y se pudre, por lo tanto hay que someterlo a un tratamiento de conservación desde el momento del corte hasta su uso final en construcción.

Inmediatamente después del corte debe ser curado por inmersión en agua durante 4 semanas o por calentamiento sobre fuego abierto pero sin quemarlo (el fuego endurece su exterior y mata los insectos que pueda tener en su interior). Posteriormente debe someterse a un proceso de secado al aire, en estufas o al fuego (durante 3 a 4 semanas); y de acuerdo al uso que valla a otorgársele es recomendable hacerle un tratamiento preservativo contra insectos y hongos.

Esta dotado de extraordinarias características físicas que permite el empleo en cualquier tipo de elementos estructurales, que incluyen desde cables para puentes colgantes y estructuras rígidas hasta estructuras laminadas. En cada uno de los nudos del bambú existe un tabique o pared transversal que lo hace más rígido y elástico evitando su ruptura al curvarse, esto es lo que ha posibilitado su uso como elemento sismo resistente.

En algunas regiones se ha utilizado como refuerzo en compañía del concreto para elementos estructurales como vigas y losas, sin embargo se deben realizar cuidadosos análisis de sus resistencias para poder establecer su correcta utilización. Con la adición de resinas sintéticas se pueden mejorar sustancialmente sus propiedades físicas.

Adicionalmente una de sus principales utilidades es servir como acabado arquitectónico ya sea en su condición de estructura o cerramiento a la vista, o en calidad de revestimiento (pisos, muros y cielos), sobre todo en construcciones rurales e inclusive como preacabado en calidad de soporte resistente para revoques de cielos falsos.

Los revestimientos en guadua se deben obtener usándola en forma de esterilla, en forma de varas o cintas para ser aplicadas sucesivamente o en forma de tableros entretejidos. Cuando es usada como preacabado para cielos, se usa como esterilla rigidizada sobre un entramado de madera, dejando la cara rústica de la esterilla en contacto con el mortero de revoque para mejorar su adherencia.

A pesar de que es un material poco atacado por los agentes animales se debe remover la parte blanca y blanda del interior de la esterilla con el objetivo de preservarla. Generalmente o tradicionalmente el pañete que se ha utilizado para este tipo de elementos es a base de barro y boñiga.

##### **Resistencias físicas del bambú**

- Tensión (entre nudo) - Máxima - 3515 kg/cm<sup>2</sup> / Mínima - 1828 kg/cm<sup>2</sup>.
- Tensión (nudo) - Máxima - 3480 kg/cm<sup>2</sup> / Mínima - 1266 kg/cm<sup>2</sup>.
- Compresión - Máxima - 863 kg/cm<sup>2</sup> / Mínima - 562 kg/cm<sup>2</sup>.
- Flexión - Máxima - 2760 kg/cm<sup>2</sup> / Mínima - 763 kg/cm<sup>2</sup>.

**Ver figura 24.**

**FIGURA 24**

#### 14.2.9. ENCHAPES EN METAL (ALUCUBOND)

Los materiales metálicos que con mayor propiedad se prestan para conformar láminas semirrígidas de uso arquitectónico son el aluminio y el acero inoxidable. Los revestimientos metálicos están resueltos como fachadas flotantes o suspendidas mediante el uso de aluminio laminado en frío corrugado, ondulado, trapezoidal o plano en láminas sencillas o emparedadas con alma de acrílico tipo “Alucubond o Lehnerbond<sup>69</sup>”.

Las láminas de acero inoxidable se usan generalmente sin ningún tipo de acabado, sin embargo para el Alucubond puede dársele una coloración a la superficie, la cual generalmente se hace por procedimientos electrolíticos conocido como anodizado o se puede imprimir al aluminio acabados de colores a través de pinturas electrostáticas. Los elementos de soporte de las placas son perfiles metálicos que pueden servir a su vez como sistemas estructurales de cerramientos.

El acero inoxidable, laminado en frío y configurado en placas semirrígidas es un componente que se ha utilizado como acabado exterior en edificios institucionales de alto costo, suplantando los mármoles y los granitos en países de Europa y Estados Unidos; debido a características importantes a tener en cuenta como su fácil montaje, mantenimiento aligeramiento de las fachadas.

En nuestro medio es utilizado como elemento de enchape para restaurantes y locales de comida, dadas sus condiciones de fácil limpieza y aséptica; adicionalmente es usado para poyos de cocina, laboratorios, etc., donde se manejan productos y líquidos que pueden ser muy abrasivos.

El gran problema en el uso de este tipo de materiales es el alto costo en nuestro medio y la oxidación del material debido al alto contenido de humedad de nuestro medio atmosférico.

**Ver figura 25.**

#### 14.2.10. ENCHAPES CON ESPEJOS

Los espejos están básicamente formados por cinco elementos, vidrio o cristal, solución sensibilizante, nitrato de plata, cobre y pintura. Cualquiera de estos que tenga alguna falla, será inaceptable.

La labores de almacenamiento, cortado, perforado, biselado, colocación y limpieza de los espejos, exige una especial atención para evitar su deterioro, pues se trata de elementos muy delicados que pueden echarse a perder por manchas, rayones, rasguños, despigados o desbordes de sus caras, etc.

La superficies sobre las cuales van a instalarse deben estar completamente plana, libre de polvo, grasas o aceites, debe estar seca y libres de imperfecciones; adicionalmente los espejos no pueden tener ninguno de los problemas antes mencionados.

---

<sup>69</sup> Catálogos técnicos sobre el producto, empresa ALCO S.A., distribidora de este material en nuestro medio. Medellín.

**FIGURA 25**

Los espejos deben ofrecer perfección de imagen, máxima profundidad y sin distorsiones. La protección del plateado debe ser total y estable, y la fijación a la base de soporte debe ser estable y debe prever las posibles deformaciones o movimientos de esta.

Los espejos se deben instalar una vez las actividades de pintura, colocación de muebles, aparatos sanitarios y eléctricos, estén listos. Se debe hacer una revisión cuidadosa de los elementos, una vez lleguen a la obra y de los centros de acopio.

Para su instalación<sup>70</sup>, se debe hacer un trazado de su ubicación, antes de ser llevados allí. Idealmente se debe prever un espacio intermedio entre el espejo y la pared para la ventilación del respaldo, a su vez los espacios donde se van a instalar los espejos, deben ofrecer una ventilación para garantizar su estabilidad.

Una vez definido el proceso de fijación, se instalan las chapetas, chazos o soportes necesarios para su fijación, pero iniciando por su parte inferior, el cual es el sitio donde se montan los espejos inicialmente, para después hacer las fijaciones superiores.

Sin embargo también se pueden usar pegantes a base de caucho, pero se debe tener cuidado en que estos pegantes no afecten el material ni la base de soporte. Se aplica una capa de pintura sobre la pintura protectora del espejo y se colocan varias capas de papel; se aplica una capa de pegante sobre la base de soporte y se espera el tiempo indicado por el fabricante para máxima adherencia.

Finalmente se estampa el espejo sobre el muro en la posición correcta y se sujeta firmemente hasta que la fijación sea consistente. También pueden emplearse con cintas pegantes de doble faz, la cual se coloca en bandas verticales, para permitir el paso eventual de agua. Este último sistema exige de soportes en la base del espejo para evitar que este se deslice hacia abajo.

Se tiene que tener especial cuidado en revisar los pedidos a la llegada a la obra y rechazar cualquier elemento que presente manchas, rayaduras o desbordes. En caso de que exista humedad, debe exigirse un cuidadoso secamiento de la base de soporte, ya que la humedad puede atacar el respaldo o la cara del espejo.

En la base de soporte, se deben reducir los movimientos para evitar roturas. Los espejos no se deben almacenar a la intemperie ni en lugares, se deben almacenar verticalmente y en forma separada sobre burros o estibas y protegidos contra impactos y rayaduras.

Cuando su instalación se van a hacer sobre revoques, mamposterías nuevas, o superficies recién pintadas, se debe garantizar que estas estén completamente secas.

Se recomienda el uso de guantes y ventosas para su manipulación y su aseo debe hacerse con un trapo suave y ligeramente húmedo.

---

<sup>70</sup> Capítulo 14, carpintería de metal y madera. Normas de instalación de Empresas Públicas de Medellín y CAMACOL. Colocación de espejos. Septiembre de 1989.



## 15. PISOS

Los pisos son los elementos de los acabados que van a estar sometidos al mayor desgaste debido a la acción de sus constantes exigencias mecánicas y físicas.

Los materiales usados pueden ser elaborados en el sitio como es el caso de los concretos, o con materiales prefabricados como en el caso de materiales compuestos, piedras, cerámicas, metales, maderas o linóleos.

La definición de la tipología de pisos que se va a instalar como un determinado acabado, depende de muchas variables que deben ser cuidadosamente analizadas antes de su determinación.

Dentro de estas variables pudiésemos considerar características tales como su resistencia mecánica, química y física, su costo, su ubicación, su facilidad de adquisición y/o existencia del material, su uso y necesidades desde el punto de vista de la seguridad, de las posibilidades que ofrece en cuanto a su higiene y la funcionalidad.

Adicionalmente, cuando se realice el Diseño de Ejecución de la instalación de los pisos como acabados, se debe tener especial cuidado en garantizar una adecuada base de soporte de estos, los niveles, la planitud y los espesores necesarios; en especial cuando a través de estos o en el interior de estos, se realicen instalaciones de redes hidrosanitarias, de gas, eléctricas, de gases medicinales o redes de domótica.

Es importante aclarar que estas redes deben ser revisadas antes de instalar los pisos, con mucho cuidado, para garantizar que no se presenten fugas o taponamientos y así poder evitar que sean necesarias hacer reparaciones posteriores a la finalización de la ejecución.

Por lo general, la apariencia de cualquier reparación que se realice sobre estos pisos nunca será igual a la apariencia lograda inicialmente, lo cual hace que, desde el punto de vista estético, se vean como parches y no cumplan la función pretendida en el diseño.

### 15.1. CLASIFICACIÓN DE LOS PISOS

A su vez y dependiendo de diversos criterios pudiéramos clasificarlos de acuerdo a:

- **Su localización**
  - Exteriores sometidos a la intemperie.
  - Interiores no sometidos a intemperie.
- **Al material de soporte**
  - Sobre suelo natural.
  - Sobre pisos previamente construidos.
- **Al sistema de construcción**
  - Pisos de construcción continua.
  - Pisos construidos con elementos.

### 15.1.1. DE ACUERDO A SU LOCALIZACIÓN

- **Pisos exteriores**

1) Selección de los materiales adecuados para:

- Soportar la intemperie en condiciones a menudo severas de humedad, temperatura, radiación solar, etc.
- Soportar frecuentemente condiciones de tráfico pesado.
- Proporcionar superficies seguras al tráfico de vehículos y/o peatones.

2) Estudio de las superficies de soporte:

- En el caso de ser colocado sobre el terreno natural, se debe garantizar una adecuada capacidad de soporte (en algunos casos es necesario hacer reemplazos de suelos, en donde se debe tener especial cuidado con la compactación de los materiales de préstamo); en la mayoría de los casos se debe construir un eficiente sistema de drenajes ya que un mal drenaje es el principal enemigo del buen comportamiento de un piso.
- En el caso de ser instalado sobre un piso previamente construido, se debe garantizar un adecuado soporte de piso antiguo al piso nuevo; el piso antiguo este provisto de un adecuado drenaje, de acuerdo a lo descrito anteriormente y adicionalmente que su comportamiento en el tiempo haya sido adecuado. Por otro lado se debe garantizar una buena adherencia entre ambos; siempre y cuando esto sea parte del Diseño de Ejecución de este nuevo sistema.

3) Preparación de la base de soporte:

Existen muchas alternativas de mejoramiento para las bases de soporte, sin embargo dependiendo del tipo de piso o pavimento que se vaya a instalar debe ser motivo de consulta del Ingeniero de Suelos. Algunos mejoramientos pueden ser:

- Entresuelo de piedra acomodada y recebo en gravilla o arenilla compactada, 20 cm y 5 cm respectivamente.
- Lleno en tierra compactada o en material de préstamo, tales como arenilla o limo.
- Lleno con material granulado sobre suelo natural o sobre pisos previamente construidos.
- Reemplazos en concretos ciclópeos.
- Reemplazos en suelo - cementos.

- **Pisos interiores**

- 1) Escogencia de los materiales adecuados, de acuerdo a las exigencias a que estarán sometidos.
- 2) Estudio de las superficies de soporte, al igual que los pisos exteriores.
- 3) Preparación de la base de soporte, a diferencia de los pisos exteriores donde debe adicionárseles una barrera de vapor (polietileno, fieltros, etc.), para evitar el humedecimiento de los pisos por capilaridad cuando sean instalados en sótanos o en los primeros niveles, sobre el terreno.

### 15.1.2. DE ACUERDO AL MATERIAL DE SOPORTE

- **Construcción de pisos sobre el terreno**

- 1) Pisos de construcción continua:

- Pisos en concreto, granos y terrazos:

Se debe tener especial cuidado en los niveles y las características de las pendientes, al igual que el manejo de las juntas de dilatación. Es muy importante separar los pisos de las estructuras y los cerramientos; adicionalmente se debe estudiar la necesidad de la instalación de aceros o mallas de refuerzos, dependiendo de la función a la cual vaya a estar sometido el piso.

En el caso de pisos en granos o terrazos se deben proteger con sumo cuidado una vez se haya finalizado su instalación para evitar hacer resanes, ya que en estos nunca se logran características idénticas a las anteriores.

- 2) Pisos contruidos con elementos:

- Para pisos exteriores generalmente utilizamos baldosas prefabricadas en arenón, ladrillos vitrificados con superficies antideslizantes, piezas de cerámica cocidas, piedras, etc.
- Para su base de soporte generalmente se utiliza un entresuelo en piedra y una capa de arenilla compactada de 5 a 7 cm de espesor en donde se busca llenar todos los huecos que puedan quedar en la instalación de la piedra.
- Para los pisos interiores utilizamos baldosas de cemento, mármol, piedras, cerámicas, maderas, materiales de gres, tapetes, etc.

Cuando su base de soporte sea realizada con arenillas o granos compactados, se deben instalar barreras de vapor para evitar el paso de la humedad, en caso de utilizar llenos en triturados o piedras con el espesor adecuado, esto se hace innecesario.

- 3) Pisos sobre suelo en pendientes altas:

- Para evitar el deslizamiento de los pisos en rampas de pendientes altas, se deben construir retículas de vigas de 2.5x2.5 ó de 3.0x3.0 metros.
- **Construcción de pisos sobre pisos antiguos en primeros niveles**

Cuando los pisos antiguos son base para los pisos nuevos, es necesario estudiar cuidadosamente su anterior comportamiento, analizar el origen de las fallas si las hay y realizar las correcciones necesarias antes de instalar los pisos nuevos; ya que en caso de fallas estas se trasladan fácilmente a la nueva superficie de acabado.

### 15.1.3. DE ACUERDO AL SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN

- **Pisos de construcción continua sobre losas**

Es muy importante tener en cuenta dos factores de comportamiento estructural:

- Las deformaciones de tipo elástico debido a las cargas vivas y muertas a que está sometida la estructura.
- Deformaciones por flujo plástico de las estructuras las cuales pueden prolongarse por espacio de varios años.

Estas deformaciones usualmente ocasionan fisuras en los pisos, que son más notorias en pisos de construcción continua como terrazos o concretos, las cuales pueden evitarse con la utilización de varillas de dilatación que conformen retículas de 2.4x2.4 m o de acuerdo a las sugerencias establecidas por los proveedores o por el Ingeniero Calculista del proyecto. Por lo general los proveedores establecen como criterio que estas juntas deben hacerse cada treinta veces el espesor del sistema de acabado.

Existen otra serie de deformaciones que son muy importantes en el momento de producción de los acabados, que son las deformaciones por retracción de los morteros de pega; las cuales pueden ser disminuidas con el uso de arenas lavadas, con una buena relación A/C o con el uso de plastificantes.

- **Pisos de construcción con elementos sobre losas**

Los materiales más usados son pisos de baldosas de cemento o materiales pétreos. Cuando la estructura tiene luces muy grandes, su deformación puede producir fisuras muy desagradables, esto hace que sea muy importante estudiar las deformaciones estructurales y diseñar las juntas y los sistemas de pega de los elementos, de acuerdo a estos criterios.

Las juntas de dilatación deben coincidir con los bordes de las vigas principales de la losa de estructura. Para evitar las fisuras por retracción del mortero en los pisos por elementos, aparte de lo descrito en la construcción de pisos de forma continua, se debe demorar en la posible la ejecución de las lechadas de estos elementos para garantizar que seque su mortero de pega sin que se presente dicho fenómeno.

**Ver figura 26.**

**FIGURA 26**

## 15.2. PISOS EXTERIORES

### 15.2.1. PISOS CONTINUOS

#### 15.2.1.1. PISOS EN CONCRETO

Los pisos en concreto poseen por su misma constitución una serie de características importantes que deben tenerse en cuenta en el momento de tomar la decisión de utilizarlos como elementos de acabados; entre las cuales podemos mencionar su buena resistencia mecánica y su resistencia química.

#### Proceso de ejecución

- **Actividades precedentes**

1. Descapote, limpieza de basuras y malezas del terreno.
2. Nivelación del terreno.
3. Excavación para filtros.
4. Colocación de filtros.
5. Conformación de la subrasante; la cual es parte de la estructura del piso y como tal debe garantizar una superficie homogénea, compactada y libre de materia orgánica.
6. Conformación de la base; la cual cumple una función de protección y no estructural, es la capa entre la subrasante y la losa.

- **Transporte**

Se debe garantizar la homogeneidad de la mezcla durante el transporte.

- **Preparación del material**

1. Se debe hacer una clasificación de los materiales de agregado por peso, el cemento se dosifica por sacos completos de 50 kg.
2. Se realiza el mezclado de los agregados y la mitad del agua, luego se adiciona el cemento y por último se agrega el resto del agua y los aditivos en caso de ser usados.

El mezclado debe hacerse con la velocidad y tiempo necesarios para obtener una mezcla homogénea, la concretadora se debe descargar completamente antes de realizar la otra carga, se debe tener presente el mantenimiento periódico del equipo de mezclado.

El concreto suministrado por plantas de mezclas poseen características importantes que deben ser tenidas en cuenta dependiendo de las condiciones propias de la obra; la falta de espacio hace que esta se convierta en un condicionante importante para la compra de concreto en plantas, al igual que la necesidad de vaciar de una manera continua grandes volúmenes de mezclas.

Por otro lado el concreto premezclado en plantas permiten garantizar una mejor calidad en la preparación y transporte, adicionalmente, por poseer laboratorios de materiales al interior de la planta, el control de calidad de los agregados es mayor y más eficiente.

Los pisos en concreto para rampas ó andenes en zonas donde su pendiente sea muy alta, se debe tener presente la elaboración de llaves de concreto que actúen como elementos de confinamiento y que a su vez realizan funciones exigidas a las juntas de construcción.

A su vez la base de soporte de cada uno de ellos depende del diseño establecido por el Ingeniero de Suelos, el cual se establece de acuerdo a las características mecánicas del terreno y a las cargas a que estarán sometidos estos elementos.

#### **15.2.1.2. JUNTAS PARA PAVIMENTOS DE CONCRETO**

Las losas de concreto que conforman un pavimento están sometidos ha diversos esfuerzos. Los más notorios son los generados por la circulación de los vehículos sobre ellas, las cuales se controlan con el correcto diseño del espesor de las losas, con la selección de la resistencia del concreto adecuado y con una calidad de construcción tal que garantice las características asumidas en el diseño.

Otros esfuerzos generados en el pavimento son los causados por los movimientos de contracción y expansión del concreto y a las diferencias de temperatura, o en la humedad entre la superficie y el apoyo de las placas. Estos esfuerzos se controlan con el diseño de las juntas del pavimento.

Las juntas transversales y longitudinales, se elaboran para impedir que se presenten fisuraciones con un patrón errado, que hace muy difícil la reparación y su mantenimiento.

Las juntas son necesarias por los siguientes motivos<sup>71</sup>:

- **Como requisito para racionalizar la construcción** - Las cuales son de tipo transversal y/ó longitudinal; siendo normalmente las transversales las juntas dadas por la colocación del concreto. También se dan en caso de que el material alcance su fraguado final generando una junta fría entre los dos concretos.

**Ver figura 27.**

- **Como control de fisuración**
  - ◇ Se da por los procesos de retracción de los concretos debido al agua que se debe adicionar para mejorar su manejabilidad y por los cambios de temperatura en el proceso de hidratación del cemento y los cambios de temperatura del ambiente.

---

<sup>71</sup> Revista del ICPC para la construcción de pavimentos en concreto y los criterios para el manejo de juntas.

La manifestación de estas juntas se da especialmente en sentido longitudinal, debido a la alta relación que existe entre el área y su volumen. El espaciamiento entre estas fisuras oscila entre 15 y 40 m.



**FIGURA 27**

- ◇ Por alabeo de las losas debido a los esfuerzos ocasionados por los cambios de humedad y temperatura. En un día caluroso, la superficie del pavimento tiene mayor temperatura que su apoyo, obligando a las losas a levantarse en el centro y apoyarse en los extremos, en la noche el fenómeno es inverso.
- ◇ Para aislar los pavimentos a otras estructuras, las cuales poseen movimientos diferenciales entre los materiales. Estas fisuraciones se evitan con la construcción de juntas llamadas de expansión.

**Ver figura 28.**

- **Para realizar la transmisión de cargas** - Los mayores esfuerzos de las losas de concreto son generadas por la transmisión de cargas debido a la circulación de los vehículos y se presentan generalmente en los bordes de estas; esto hace que sea necesario la transmisión de las cargas entre las placas. Para realizar esta transmisión se pueden utilizar varios sistemas:
  - ◇ Pasadores de carga - Son barras de acero cortas y lisas, colocadas dentro del concreto fresco; los cuales permiten que las losas se separen y se unan entre sí pero que no se desplacen verticalmente, por lo tanto absorben los esfuerzos de corte generados por el tránsito al cruzar las juntas. Los pasadores se deben colocar en la mitad del espesor de las losas.
  - ◇ Colocación de bases - Las bases en los pavimentos se colocan para mantener un nivel adecuado de transmisión de cargas en las juntas debido a que su mayor capacidad de soporte respecto a la de la subrasante, contribuye a disminuir la deflexión de los bordes de las losas, con lo que se mantiene o mejora la efectividad en la transmisión de cargas.

**Ver figura 29.**

### 15.2.1.3. CLASES DE JUNTAS<sup>72</sup>

- **Juntas transversales**  
Agrupan las de contracción, alabeo, expansión y construcción. No son fáciles de definir, en principio las juntas de contracción también son de alabeo y las de construcción se hacen coincidir con las de contracción para mantener un patrón geométrico en las losas, sin embargo todas ellas cumplen con la función de las juntas de expansión (dilatación por efectos de los cambios de temperatura), a excepción de las que están instaladas contra estructuras fijas como sumideros, pavimentos existentes, etc.
- **Juntas longitudinales**  
Pueden ser de alabeo, de construcción y en algunos casos de expansión. El objetivo básico de estas juntas es controlar las juntas de pavimentos con anchos superiores a 5 metros (empujes de elementos estructurales sobre otros).

---

<sup>72</sup> Revista del ICPC para la construcción de pavimentos en concreto y los criterios para el manejo de juntas.

**FIGURA 28**

**FIGURA 29**

#### 15.2.1.4. ACABADOS ESPECIALES DEL CONCRETO

Durante la construcción se le pueden dar diferentes tipos de acabados a los concretos, entre los cuales podemos mencionar los concretos coloreados, los agregados aparentes o diferentes texturas superficiales.

- **Concreto coloreado**

El concreto se puede colorear agregando pigmentos orgánicos como los minerales de óxidos metálicos u óxidos ferrosos, o los inorgánicos obtenidos por precipitación química de cristales de sulfatos ferrosos e hidróxidos de sodio. Los cuales se adicionan a la mezcla antes de su vaciado ó espolvoreándolo sobre la mezcla ya vaciada pero antes de su fraguado.

Estas dos formas de instalación genera características y cualidades diferentes a cada uno de los sistemas. Para una mayor durabilidad de los concretos pigmentados, la adición de estos se debe hacer en la preparación del concreto que se usará para la fabricación del piso, esto nos garantiza que toda la capa de concreto que conforma el piso tendrá un color homogéneo. Cuando la adición del pigmento se hace una vez el concreto que conforma el piso este vaciado, será únicamente superficial, y por tanto una vez se desgaste la capa de la superficie aparecerá el concreto sin pigmentar, lo cual lo hace menos durable.

Se adiciona como máximo el equivalente al 10% de pigmentos sobre el peso del cemento. Es preferible utilizar cementos blancos, exceptuando cuando se deseen realizar mezclas grises o negras.

Los pigmentos orgánicos pueden ser naturales o micronizados. Los naturales provienen de extracciones mineras, los cuales son calcinados a elevadas temperaturas y pasados a través de tamices hasta obtener granos de tamaños entre 5 y 7 mm.

Posteriormente se pasan por rodillos que reducen el tamaño hasta alcanzar rangos entre 10 y 50 micras. Los fabricantes deben garantizar que el 99.99 % no supere estas dimensiones ya que de esto depende la uniformidad del color.

Para los pigmentos inorgánicos se usa aire comprimido como catalizador y adicionando hierro, cromo o cobalto, en cantidades precisas, se obtiene una pasta que se pasa a través de un tamiz hasta obtener tamaños que no superan 1 micra.

Con estos pigmentos orgánicos e inorgánicos podemos obtener colores rojos (hierro), verdes (cromo), amarillos y ocre (óxidos férricos), azules (cobalto) y negros (hierro).

Los pigmentos de color inorgánico vienen en forma de polvo y son mucho más finos que el cemento, lo que hace que sean de muy fácil dispersión en el concreto.

Los pigmentos generalmente no causan variaciones en las resistencias de los concretos, sino el incremento de agua requerido por la mezcla debido a la

disminución de su trabajabilidad. Para mezclas frescas, debido a sus componentes químicos de los pigmentos se pueden modificar las propiedades físicas de estas, como la trabajabilidad la cual se reduce, la adherencia que se disminuye en un 5% y el fraguado que se afecta cuando se usan pigmentos de carbón negro.

En las mezclas endurecidas se presentan algunos fenómenos que debemos tener en cuenta tales como el agrietamiento, el cual se aumenta con el uso de pigmentos de óxido de hierro café o negro debido a la cantidad de agua que se debe adicionar a la mezcla.

Los principales factores que afectan la estabilidad del color del concreto pigmentado son la calidad del pigmento y las condiciones a que está expuesto. Las causas principales de los cambios de color son:

- La eflorescencia.
- La erosión a la intemperie.
- Acción a la intemperie.
- Actividades de mantenimiento.

La mezcla del cemento y el pigmento debe realizarse en seco, a través del uso de herramientas adecuadas y limpias para evitar que se presenten rayas, texturas o falta de homogeneización de la mezcla.

Para la instalación de los concretos a los cuales se le adiciono el pigmento desde la preparación de la mezcla, se realiza su vaciado igual al descrito en la construcción de pisos en concreto pero teniendo en cuenta la dificultad de la manejabilidad de la mezcla por causa de la adición del pigmento. Se deben adicionar aditivos que mejoren su manejabilidad, no es recomendable adicionar agua a las mezclas.

Para la pigmentación superficial de los pisos en concretos, se hace el vaciado del concreto y una vez comience a perderse el agua superficial de este, se espolvorea el pigmento sobre el piso en concreto y se asienta por medio de una llana metálica.

El proceso de curado del piso en concreto debe realizarse igual al descrito anteriormente, en la realización de pisos en concreto.

- **Agregado aparente**

Este acabado se logra utilizando retardadores de fraguado que nos garanticen una buena manejabilidad de la mezcla para darle la textura deseada, la mezcla debe poseer un alto contenido de agregados gruesos con respecto al agregado fino.

Después de vaciado el elemento de concreto y una vez haya adquirido el fraguado necesario para que se puede desencofrar, se procede a darle el acabado final, por medio del uso de cepillos de cerdas gruesas de nylon y abundante agua.

Con estos cepillos se busca retirar adecuadamente la pasta o lechada superficial del elemento de concreto, permitiendo resaltar el grano de la mezcla.

Una vez finalizado el proceso de cepillado se deja secar completamente el elemento, para posteriormente aplicar un hidrófugo que garantice su estabilidad en el tiempo y evite la aparición de patologías.

- **Texturas superficiales**

Las texturas para los concretos tienen como objetivo hacer resaltar características estéticas deseadas por el Arquitecto o para garantizar superficies antideslizantes; estas consisten en poder realizar concretos con acabados que van desde texturas superficiales realizadas con escobas o cepillos de cerdas gruesas, o con el uso de plantillas metálicas o estampas que nos permiten apariencias similares a pisos en adoquines, ladrillos o baldosas de diferentes formas.

El estampado de las plantillas o las texturas con cepillos se hacen una vez se allá iniciado el proceso de fraguado del concreto. Este concreto generalmente es reforzado con una “fibra de polipropileno”, la cual le ayuda a evitar la aparición de grietas por causa de la retracción.

Posteriormente se recorre la superficie con regla metálica, hasta obtener una cara uniforme y suficientemente nivelada.

Cuando se usan plantillas metálicas en la texturización se deben adicionar, a estos elementos, algún tipo de desmoldantes, que garanticen que el concreto no se quede adherido al elemento usado para este fin.

Se debe tener especial cuidado en el proceso de ejecución de este tipo de acabados, ya que la calidad de la mano de obra es fundamental para garantizar su buena apariencia estética.

El cuidado fundamental se debe centrar en garantizar que la conformación de la textura sea homogénea, en cuanto a su intensidad y continuidad de las texturas, a lo largo de toda el área de aplicación del acabado.

Las plantillas metálicas utilizadas en la conformación de este tipo de acabados debe ser de un tamaño tal que permita el manejo adecuado de este elemento; elementos muy grandes son muy pesados y se hace muy difícil su manipulación.

Una vez el concreto haya fraguado se debe realizar el proceso de curado, el cual se hace igual al descrito anteriormente.

Para la realización de estas plantillas se deben usar tubos metálicos que sirvan como elemento de sujeción para el operario y platinas que conformen propiamente el molde de texturización.

## 15.2.2. PISOS EN ELEMENTOS

### 15.2.2.1. GRAMA

Los pisos en grama se utilizan como pisos para recubrimiento de taludes o como pisos ornamentales, los cuales poseen muy buenas características estéticas y económicas.

Estos pisos pueden hacerse a través de la colocación de semillas o de elementos de grama. Para su conformación es importante retirar los terrones gruesos y las piedras que se encuentren en el terreno, hacer la nivelación adecuada de acuerdo al paisajismo establecido por el Arquitecto y agregar, si es necesario, una capa de humus o abono que ayuden a mejorar las condiciones de implantación del piso al terreno.

Cuando la pendiente es muy alta no se agrega humus debido a que este empeora las condiciones de soporte de la grama debido a que este material únicamente es regado en el terreno.

En el caso de instalar grama en taludes y dependiendo de la pendiente del talud, se deben hacer movimientos de tierra con maquinaria pesada o manuales; adicionalmente de acuerdo al material del terreno se deben colocar trinchos que ayuden a detener el terreno excavado y los elementos de grama.

Para todos los casos es fundamental el manejo adecuado del agua para evitar deslizamientos por efectos de la lluvia o escorrentías naturales.

En muchos casos para mejorar la base de soporte de la grama ó las semillas en los taludes se instalan geotextiles o mallas sintéticas; también en algunos casos se utiliza gante. Los pisos en grama deben regarse periódicamente para garantizar un ambiente que ayude a facilitar su crecimiento.

#### **Ver figura 30.**

En las zonas que son muy áridas, las condiciones climáticas son muy adversas debido a la falta de precipitaciones de agua, lo cual hace que la densidad y el espesor de la capa vegetal es muy reducida, y a las irregularidades climáticas.

Para la instalación de grama en estos terrenos, es necesario tener consideraciones especiales, tales como la realización de taludes que no tengan pendientes excesivas, usar refuerzos especiales en algunos puntos específicos y tener presente la realización de todas las obras de drenaje necesarias.

Una vez realizadas estas protecciones, se inicia el proceso de implantación de la cubierta vegetal, que nos garantice una mejor estabilidad del terreno, mejore su estructura y favorezca la reducción de la erosión.

La mejor época para la ejecución de estos procesos es en la época de mayores precipitaciones de agua.



**FIGURA 30**

La técnica más apropiada para este tipo de terrenos es la implantación de una cubierta vegetal<sup>73</sup>, ya que favorece la formación de una cubierta con humus sobre superficies generalmente inertes, creando las condiciones para el desarrollo de especies autóctonas en un corto espacio de tiempo.

La naturaleza de estos taludes es hostil al arraigo de las plantas, por tanto se deben hacer las siguientes actividades correctoras:

- Evitar el arrastre de las semillas por la erosión hídrica y eólica.
- Permitir que el agua penetre en el suelo durante el período de implantación.
- Disminuir la evaporación de la poca agua que pueda tener el terreno.
- Proporcionar un sustrato favorable para la germinación de las semillas.

Estas condiciones se pueden mejorar con la hidrosiembra<sup>74</sup>, para lo cual es necesario utilizar los siguientes productos:

- **Estabilizadores** - Su papel es fijar los componentes de la hidrosiembra con los agregados finos de suelo por aglomeración física de las partículas.
- **Mulch** - Se define como toda cubierta superficial del suelo, ya sea orgánica o inorgánica, que tenga un efecto protector. Proteger las semillas, reduce la evaporatranspiración, y absorbe el impacto directo de las gotas de lluvia.
- **Fertilizantes** - Compuesto con abono tipo NPK de liberación lenta, y ácidos húmicos y fúlvicos.
- **Semillas** - Compuesta por una mezcla de gramíneas y leguminosas.
- **Agua.**

La operación se realiza en dos fases, fase de siembra, en la que se proyecta la mezcla completa; y fase de tapado, proyectando mulch y estabilizador. En taludes muy inestables previo a la hidrosiembra, se coloca anclada en coronación y adosada al talud mediante grapas, una malla metálica que puede ir fijada a las rocas del terreno, en caso de que existan, a través de unos anclajes metálicos adheridos con mortero o resinas.

Cuando la pendiente sea muy pronunciada, se recomienda instalar una estera tridimensional de poliamida para que ayude a sostener todo el compuesto de la hidrosiembra.

A partir de allí ya se puede iniciar el proceso de hidrosembado, en varias fases de tapado, logrando una capa inicial espesa donde se da el inicio del proceso de germinación de la semilla.

Para acelerar el proceso de implantación de la cubierta vegetal en estos taludes, se ha ensayado un método que ha dado resultados satisfactorios, el cual es el lanzamiento

---

<sup>73</sup> Franch Mariner, Modesto. Revista Informes de la construcción. Instituto Eduardo Torroja. Pag. 95-103. Madrid, España. 1993.

<sup>74</sup> Es el lanzamiento de la mezcla de estabilizadores, fertilizantes, mulch, semillas y agua, por medio de una máquina hidrosembadora.

sobre el talud, al que previamente se le ha colocado una malla, una mezcla de turba, tierra vegetal, paja, acondicionador de suelos, fertilizantes, cemento Portland, un corrector de PH y semillas de gramíneas y leguminosas, en un espesor de 10 cm.

La aplicación se hace por vía seca, reuniéndose el agua de fraguado en la boquilla de salida al exterior, por intermedio de un anillo perforado.

#### 15.2.2.2. ADOQUINES

El sistema de pisos o pavimentos en adoquines se emplea tanto en circulación vehicular como peatonal, y para esto existen diferentes tipos de adoquines y diferentes resistencias que determinan el tráfico de estos.

Los adoquines poseen buenas características en cuanto a su capacidad de soporte, facilidad de construcción, posibilidad de darse al servicio una vez este instalado, fácil adaptación al terreno, facilidad de mantenimiento, facilidad de reparación y buen comportamiento a la abrasión, a la intemperie, a aceites y a combustibles<sup>75</sup>.

**Ver figura 31.**

Los adoquines de acuerdo a su uso deberán cumplir en cuanto a sus resistencias, dimensiones y especificaciones, con normas técnicas<sup>76</sup> diferentes.

Los pavimentos en adoquines están compuestos por los siguientes elementos:

- **Subrasante:** El cual es el piso o terreno sobre el cual se construye el pavimento y que a su vez sirve como fundación. Puede ser natural o mejorado.
- **Base:** Es la capa instalada entre la subrasante y la capa de rodadura, que le da un mayor espesor y capacidad estructural al pavimento. Puede existir una sola capa o estar conformada por varias capas, tales como la base y la sub-base.
- **Capa de arena:** Es una capa de poco espesor (3 ó 4 cm de material suelto), de arena gruesa y limpia que se coloca directamente sobre la base, y que sirve de asiento a los adoquines y a su vez como filtro para el agua que eventualmente pueda penetrar por las juntas de estos.
- **Adoquines:** Son elementos prefabricados y macizos, de concreto o materiales de gres vitrificados, de espesor uniforme e iguales entre sí con formas tales que al ser instalados sobre una superficie, encajen unos con otros dejando pequeñas juntas entre ellos. Adicionalmente deben tener una resistencia mecánica acorde con el tráfico para el cual estarán sometidos.

#### FIGURA 31.

---

<sup>75</sup> Capítulo 13, Pavimentos o pisos, de las normas ETC. Empresas públicas de Medellín y Camacol.

<sup>76</sup> Norma ICONTEC 2-017.

- **Sello de arena:** Es una arena fina (arena de revoque) que se coloca como llenante de las juntas entre los adoquines; sirve como sello de las mismas y contribuye al funcionamiento como un todo de los elementos de la capa de rodadura.
- **Confinamiento:** Su función consiste en evitar que los adoquines se desplacen por el empuje horizontal que les ejerce el tráfico. Para su confinamiento se pueden emplear andenes, muros, cordones, estructuras de otros pavimentos o llaves de concreto.
- **Drenajes:** Contribuyen a la recolección, conducción y evacuación de agua, tanto en la superficie como en el interior del pavimento (pendientes, cunetas, sumideros y/ó filtros).

Los materiales y la construcción de las bases para pavimentos de adoquines deben cumplir con los requisitos establecidos en las normas.

Las bases deben tener una densidad uniforme en toda su extensión y profundidad, las arenas de base del adoquín deberán ser limpias y con una granulometría continua y al igual que las arenas de sello deben estar exentas de materia orgánica.

### Proceso de ejecución

- Construcción de obras de drenaje, definidas por el Ingeniero de Suelos. Excavación de brechas, instalación de filtros y redes.
- Adecuación de la subrasante estableciendo un espesor uniforme para la base y la capa de rodadura, compactado con vibrocompactadora de placa o rana.
- Construcción de la base en material granular, con una densidad y profundidad uniforme, compactado con vibrocompactadora de placa o rana.
- Construcción del confinamiento mediante bordillos de concreto prefabricado, andenes, cordones de concreto vaciado “in situ” o llaves.
- Colocación y nivelación de la base de arena gruesa (3 ó 4 cm de material suelto), en caso de que por cualquier motivo la base de arena se compacte, se debe pasar un rastrillo para devolverle su soltura.
- Enrase de la base de arena, con la regla metálica.
- Colocación de los adoquines comenzando contra los elementos de confinamiento y siguiendo un patrón uniforme o aparejo previamente definido, controlando con hilo el alineamiento longitudinal y transversal. Las juntas entre los elementos no deben tener más de 5 mm. En vías pendientes, los adoquines se instalarán de abajo hacia arriba.

- Una vez colocados los adoquines que quepan enteros, se colocarán los ajustes en los espacios que hayan quedado libres.
- Compactación inicial, con equipos adecuados con vibrocompactadora de placa o rana, en dos pasadas como mínimo, o con rodillos manuales, cuatro pasadas como mínimo.
- Sellado de las juntas con arena fina la cual se esparce con una escoba de cerdas largas para garantizar la penetración de la arena, se barre en diferentes direcciones. Esta operación se debe repetir al menos una vez, dos semanas después.
- Compactación final con rodillo manual pequeña o de llantas neumáticas. La compactación se hace hasta un metro del borde del avance de la obra o de algún sitio que no esté confinado.
- La limpieza y retiro de sobrantes de arena se hacen después de un tiempo prudencial, con el objetivo de que el tráfico y las lluvias nos ayuden a llenar mejor las juntas.

**Ver figura 32.**

La colocación de los adoquines debe seguir un patrón uniforme, que se controlará con hilos para garantizar su alineamiento transversal y longitudinal.

En zonas de vías con pendientes bien definidas, la construcción de los pavimentos en adoquines se realizará de abajo hacia arriba, para garantizar la unión entre estos.

Una vez se finalice la instalación de los adoquines enteros y antes de la primera compactación, se colocan los ajustes en los espacios que hallan quedado libres con las estructuras de confinamiento.

Estos ajustes pueden ser realizados partiendo adoquines al tamaño necesitado o con morteros con una dosificación 1:4 (volumen) y con poca agua. Los ajustes deben realizarse antes de la compactación final.

**Ver figura 33.**

El drenaje es fundamental en la perdurabilidad de los pisos en adoquines, por lo tanto debemos garantizar el flujo de las aguas superficiales hacia estas estructuras por medio de pendientes adecuadas, 3% para vías y 2% para parqueaderos o plazas, para posteriormente llevar el agua por medio de cunetas a las redes de evacuación.

Adicionalmente se debe tener un adecuado manejo de las aguas subterráneas por medio de la construcción de filtros, 40 cm por debajo de la subrasante.

**FIGURA 32**

**FIGURA 33**

Para construir pavimentos en zonas con pendientes muy altas, se puede hacer la instalación de los adoquines a la superficie de soporte por medio de morteros de pega o concreto, que nos ayuden a mantener la consolidación de estos elementos sobre la base de soporte; por ningún motivo se debe olvidar la instalación de llaves en concreto para garantizar el confinamiento del piso.

Los adoquines de gres en cuanto a su proceso de instalación, son exactamente iguales a los descritos anteriormente; sin embargo el tráfico para el cual son usados es de tipo peatonal o puede ser vehicular, pero de tráfico liviano.

Por su parte el Gramoquin, es un elemento que no es macizo completamente, ya que está conformado por unos tabiques de concreto y espacios vacíos, que le permiten al Arquitecto diseñar pavimentos semi - duros, ya que en los espacios vacíos se puede sembrar grama, en semillas o por mateo, que dan una apariencia diferente a los tradicionales pisos en adoquines.

En cuanto al proceso de ejecución se realiza exactamente igual al descrito en los adoquines en concreto, la única diferencia radica en que no se realiza el sello de arena fina y la compactación se hace una vez instalados estos elementos. Una vez compactados los Gramoquines se hace el sembrado de la grama en los espacios vacíos y se les adiciona agua en pequeñas cantidades, durante quince días, para garantizar la fijación de la grama.

### 15.2.2.3. PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

El asfalto químicamente es una mezcla de hidrocarburos que se obtiene de la destilación del petróleo. La destilación puede ser natural o en plantas construidas por el hombre para tal objeto.

Los pavimentos asfálticos por ser un material resistente, flexible, con gran rendimiento en su instalación y que construido correctamente tiene una duración indefinida con un mínimo de mantenimiento. Los pavimentos asfálticos son combinaciones de agregados minerales y materiales asfálticos (como aglomerantes), de varios espesores y tipos, deben cumplir con una granulometría que se ciña a las especificaciones del diseño, es necesario que contengan agregados gruesos, finos y llenantes minerales; también se conocen como pavimentos flexibles.

Tienen como finalidad el proporcionar una superficie de rodamiento uniforme y resistente al tránsito de los vehículos. Su función estructural es la de transmitir adecuadamente los esfuerzos a la subrasante, de forma que su deformación no sea perjudicial.

Está compuesto por los siguientes elementos:

- **Subrasante:** Es el piso o terreno sobre el cual se construye el pavimento y que a su vez sirve como fundación. Puede ser natural o mejorado. Una subrasante bien construida debe cumplir dos requisitos básicos, conservar el mayor valor portante posible y permitir únicamente movimientos verticales diferenciales mínimos.



- **Sub-base:** Sirve como capa de transición entre la subrasante y la base, ayudan a evitar la contaminación de la base y a su vez sirven como drenaje de la estructura. No debe poseer cantidades apreciables de arcillas, ni materia orgánica.
- **Base:** Es a nivel estructural la más importante, ya que su función primordial es absorber los esfuerzos de el transito y transmitirlos a las capas inferiores. Es una capa de materiales pétreos, mezclas de suelo-cemento, mezclas bituminosas y piedra triturada; este material debe poseer características aún superiores a las de las sub-bases debido a sus exigencias de trabajo mecánico.
- **Base asfáltica:** Es una capa de asfalto cuya función es soportar las cargas del piso y transmitir las a la base. Hay dos variedades debido a que la mezcla puede ser preparada en el sitio ó en una planta, además el aglutinante puede ser un asfalto diluido ó una emulsión que se mezcla en frío ó un cemento asfáltico, el cual necesita calentamiento.
- **Imprimación:** Es un riego de asfalto líquido que se aplica sobre la base; los más usados son el Asfalto líquido MC70, de curado medio que se obtiene cuando el cemento asfáltico se pone en estado líquido con kerosene o aceite diesel ó el RC250 que es un asfalto diluido, de endurecimiento rápido y se obtiene cuando el cemento asfáltico se diluye con gasolina o nafta.
- **Carpeta asfáltica:** También se llama capa de rodadura, es la capa superior del piso y proporciona el acabado final y uniforme, su espesor varía de acuerdo al terreno y al diseño establecido por el Ingeniero de Suelos, al igual que el diseño de las bases y sub-bases.

Los pavimentos asfálticos deben satisfacer unas necesidades como las exigencias del servicio y demandas del transito, buena trabajabilidad para su manejo constructivo y características propias que permitan su compactación debido al uso, sin que este genere pérdida de estabilidad del sistema.

### Proceso de ejecución

- Construcción de obras de drenaje, definidas por el Ingeniero de Suelos; para evitar las modificaciones que el agua puede ocasionar en los terrenos.
- Adecuación de la subrasante. Para la preparación de la subrasante es necesario asegurarse de que esta esté lo suficientemente pareja, compactada y libre de humedad antes de instalar la sub-base y la base.
- Construcción de la sub-base y la base, especificada por el Ingeniero de Suelos. La colocación de estas se realiza por medio del su esparcimiento a través de motoniveladoras, para posteriormente realizar la debida compactación de cada una de sus capas por medio de cilindros de gran magnitud; deben cumplir con los ensayos de compactación determinados para cada caso.

- Una vez se hallan realizado los ensayos de laboratorio y visuales (pasa de vehículos pesados) en la base, se procede a la aplicación de la liga asfáltica, el cual es un asfalto líquido que nos ayuda a mejorar la adherencia de la carpeta a la base. Esta liga se debe aplicar en el momento antes de iniciar la colocación del concreto asfáltico.
- Colocación del concreto asfáltico, su transporte se hace con la mezcla lista para ser ubicada en la obra y se realiza por medio de volquetas; su colocación se hace a través de máquinas conocidas como “finisher” o terminadoras, a la cual se le vacía la mezcla asfáltica en una tolva, desde donde es depositada en la zona en capas uniformes.
- Compactación, una vez aplicada la mezcla en el sitio a temperaturas alrededor de 120 °c, se procede a realizar su compactación por medio de cilindros y la cual se realiza en dos etapas. La primera tiene como función lograr la densidad requerida en el pavimento, con la segunda se pretende obtener una superficie suave y lisa; para lo cual se puede utilizar un cilindro de menor capacidad que el primero.

La estabilidad de los pavimentos está considerada como la resistencia a deformaciones por las cargas de tránsito y esta aumenta de acuerdo a la cantidad de asfalto en la mezcla hasta un máximo determinado, ya que después de esto disminuye; adicionalmente mientras mayor sea el tamaño del agregado su estabilidad también aumenta (generalmente es  $\frac{3}{4}$ ” de pulgada).

El asfalto a su vez cumple una función de impermeabilización, que se conservará hasta el momento en que se varíen sus propiedades.

### **15.3. PISOS INTERIORES**

#### **15.3.1. PISOS CON ELEMENTOS**

Estos pisos, son los acabados horizontales que se realizan a través del uso de elementos de formatos relativamente pequeños o por la conformación de paños vaciados “in situ” de formatos medianos, tales como los terrazos.

Para plantear el Diseño de Ejecución de estos acabados y de acuerdo al diseño arquitectónico, se pueden asumir diversos criterios de producción.

La definición de estos criterios depende básicamente del formato o la mezcla de formatos que se van a utilizar, el manejo de los ajustes y la instalación, considerada esta última como de manera ortogonal o en pluma, la cual se hace a 45°.

**Ver figura 34.**

**FIGURA 34**

### 15.3.1.1. PISOS EN BALDOSAS EN CEMENTO

Estas baldosas son hechas con cemento, arena lavada y colorantes, que generalmente son óxidos minerales puros para que el esmalte que posee una capa de 7 mm de espesor aproximadamente, pueda resistir la acción del tiempo y del uso<sup>77</sup>.

Se producen en diferentes tamaños y generalmente de forma cuadrada, siendo la más común de 20x20 y 30x30 cm y su espesor de 2 cm.

Las baldosas de cemento son elementos adecuados para utilizarse como acabados de pisos que no estén a la intemperie debido a que no son muy resistentes al ataque de agentes atmosféricos. Son elementos de fácil instalación, de buena resistencia al desgaste por uso y de costo relativamente bajo.

Debe tenerse cuidado en el momento de su instalación con respecto a las demás actividades del proceso constructivo ya que puede deteriorarse fácilmente al contacto con cementos, ácidos, elementos metálicos; adicionalmente tiene poca resistencia a los golpes.

- **Instalación**

En caso de que su instalación sea directamente sobre el terreno natural se debe instalar adicionalmente del entresuelo, una barrera de vapor para evitar su humedecimiento por capilaridad, para el cual se utiliza normalmente polietileno.

Si su instalación es sobre losas de concreto, pueden utilizarse morteros de nivelación o llenos en arenilla que permitan utilizar esta sección para el riego de tuberías de instalaciones. No se deben realizar estos llenos con escombros de ladrillos debido a que estos pueden descomponerse con el tiempo y crear vacíos que disminuyen las características necesarias para la base de soporte el cual conlleva al deterioro del acabado, de igual forma estos materiales no deben contener materia orgánica ya que se presenta un fenómeno similar.

**Ver figura 37.**

Para el proceso de ejecución se deben definir claramente los niveles, su modulación, su forma de instalación, sus juntas; que nos permiten optimizar todos los recursos involucrados en dicho proceso.

Se establecen los niveles por medio de topografía o de niveles de manguera a los muros o columnas, se instala polietileno para que actúe como aislante estructural, para luego comenzar el proceso de instalación de los madrineros al nivel definido como nivel de piso acabado, sobre estos se colocan hilos que nos ayudan a determinar ejes perpendiculares que sirven de arranque a la instalación del piso, a los cuales a su vez trasladamos los niveles previamente definidos.

**Ver figura 38.**

---

<sup>77</sup> Mejía, Edgar. Ejecución de acabados. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

**FIGURA 35**

**FIGURA 36**

Con la instalación de estos ejes establecemos los parámetros de ejecución de las diferentes tipologías de pisos, los cuales deben definirse con criterios tales como la optimización del desperdicio, la facilidad de instalación, la estética, la optimización de rendimientos, etc.; los cuáles nos corroboran la necesidad de realizar un estudio minucioso y un análisis previo a su ejecución.

**Ver figuras 37 y 38.**

Una vez establecidos los ejes, se procede a la colocación de una mezcla de concreto de 2500 psi o un mortero con una dosificación que oscila entre 1:4 y 1:5, y con un espesor de 2 cm. Esta variabilidad del elemento de pega depende de las características propias de cada uno de los sistemas que se vayan a realizar. Tanto el concreto como los morteros deben tener una buena consistencia húmeda, ya que las baldosas son muy secas y absorben gran cantidad del agua del mortero de pega.

Luego de tener la mezcla instalada se humedecen las baldosas, sin saturarlas, y se colocan sobre la pega, las cuales se asientan con un mazo de madera, caucho u otro elemento que no deteriore el material de acabado, hasta nivelarla con respecto a los niveles establecidos por los ejes.

La definición de los niveles de piso acabado deben ser establecidas por el Arquitecto Diseñador y corroboradas en obra por el Arquitecto Constructor, esta definición es de suma importancia ya que tiene una gran incidencia en las demás actividades de acabado del proyecto.

Los niveles están definido por condicionamientos de diseño y por muchos otras actividades, tales como la instalación de redes técnicas, los niveles de piso acabado exteriores a los interiores de las viviendas, como los niveles en el punto fijo del edificio, y los niveles de piso acabado de las zonas húmedas que necesitan algún tipo de pendientes para la evacuación de agua.

Durante el proceso de ejecución del piso deben realizarse chequeos permanentes de los niveles a los cuales se hace la instalación de las baldosas, para garantizar que no queden sobresaltos a desniveles generales. Estos procesos de verificación de niveles, se realizan a través de hilos cruzados, niveles de mano, codales ó por medios topográficos.

**Ver figura 38.**

Una vez instaladas estas áreas, previamente definidas y revisadas por la Interventoría y la Dirección de la obra, se procede a realizar la lechada o emboquillado para lo cual se usan mezclas de cemento + agua + colorantes, y que se aplican por medio de escobas de barrer y de su colocación en tres recorridos diferentes.

Se inicia con una mezcla muy fluida y se va aumentando gradualmente su contextura en la segunda y tercera mano, con el objetivo de garantizar la penetración de ésta en las juntas, las cuales deben tener como mínimo 1 mm de ancho.

**FIGURA 37**



**FIGURA 38**

Una vez halla fraguado se retira el material sobrante con el uso de carnaza o estopa. Algunos otros productos como el aserrín si son utilizados para este fin, pueden manchar la baldosa.

Se debe tener presente que para hacer la aplicación de la lechada o emboquillado debe verificarse cuidadosamente que no hallan elementos “cocos” (sin mortero de pega); se debe dejar entre 10 y 15 días sin cubrir para garantizar su proceso de secado. Se debe permitir que el sistema se seque completamente, para evitar la aparición de patologías en la baldosa (manchas) debido al proceso de evaporación del agua interna del mortero de pega.

La limpieza de este tipo de pisos es de suma importancia, para evitar la formación de manchas en las baldosas. En algunos casos se recomienda el uso de ceras que nos permitan realzar los colores de estos elementos; no se deben usar ácidos debido a que pueden afectar los esmaltes de recubrimiento de las baldosas y dar inicio al deterioro de estas.

La norma ICONTEC 1085 establece una serie de ensayos de laboratorio que deben realizarse para estos elementos, dentro de los cuales establece las tolerancias en cuanto a su fabricación, los ensayos a flexión, compresión y desgaste por abrasión con arena, a que deben ser sometidas las baldosas.

Adicionalmente se enuncian algunas definiciones y clasificaciones de las baldosas de cemento, dentro de las cuales podemos encontrar las siguientes:

- **Baldosa en relieve** - Elementos que presentan acanalados, estrías o bordes biselados, lo cual implica que su superficie de desgaste no sea pareja.
- **Baldosa lisa** - Su superficie de desgaste es un plano continuo.
- **Baldosa al seco** - La construida por dos capas de mortero, una inferior de arena + cemento y otra de cemento + pigmentos; los morteros de ambas capas se aplican húmedos.
- **Baldosa al líquido** - Construida por tres capas, una inferior de cemento + agregados, una intermedia de cemento + arena fina y una superior de cemento + pigmentos.

#### 15.3.1.2. BALDOSAS DE GRANO

Fundamentalmente son usadas para pisos interiores; aunque actualmente existen baldosas de grano grabadas que le otorgan características antideslizantes importantes para ser usadas en exteriores, no deben usarse en zonas expuestas a la lluvia, debido a su baja resistencia a la humedad.

Las baldosa de grano están formadas por dos capas, una compuesta por un mortero de cemento gris y arena lavada de río y/o cantera (estructura) y otra compuesta

por cemento la blanco ó gris, carbonatos de calcio y un triturado de caliza (acabado), la cual es el grano de la baldosa que de acuerdo a su tamaño se clasifican en fino, mediano y grueso o baldosas de grano 1, 2 y 3. También existen mezclas de tamaños de grano.

Por su constitución es un material muy resistente al desgaste y a los golpes, la superficie es totalmente pareja ya que una vez se realice el procedimiento de pulida, desaparecen las diferencias de altura que se puedan presentar en la instalación.

Para la instalación de los pisos en baldosa de grano se debe tener especial cuidado con las actividades que planteadas desde el Diseño de Ejecución van ha ser instaladas antes y después de está, para evitar deterioro de los pisos, como por ejemplo la ejecución de los revoques de muros y cielos o la instalación de la ventanería; más aún, se debe tener especial cuidado después de su pulida y brillada, ya que durante este procedimiento son más susceptibles a mancharse debido a que este proceso retira su protección inicial.

Para su instalación se revisa y corrige la nivelación de la superficie de soporte, colocando para ello unos puntos de referencia del nivel o los niveles de acabado. Lo que también podemos llamar como basado.

Con la ayuda de hilos templados longitudinalmente y transversalmente, se establece un espesor del mortero o concreto de pega y la baldosa de 4 a 4.5 cm.

El Arquitecto diseñador debe establecer los parámetros de distribución y colocación de los elementos en los diferentes espacios, el manejo de los ajustes y las juntas. Una vez definido lo anterior, se procede a realizar el trazado y la repartición de las piezas, las juntas entre ellas deben ser de 2 ó 3 mm. Se establecen los ejes, uno longitudinal y otro transversal por medio de un mortero (2 ó 3 cm) o un concreto (4 ó 5 cm) de pega , que son los que servirán como guías para le instalación de todo la baldosa.

Una vez instalado el piso y siguiendo el mismo procedimiento descrito anteriormente para la baldosa de cemento, se pasa a realizar su lechada o emboquillado, para esto debemos esperar el tiempo necesario de secado del mortero de pega de la baldosa, el cual generalmente oscila entre uno y dos días, sin embargo esto depende de muchas variables, tales como el clima o la humedad relativa del ambiente, en caso de no permitirse este tiempo de espera pueden presentarse manchas en ellas que son desagradables desde el punto de vista estético.

Antes de permitirse que se endurezca la lechada, se retira la cantidad sobrante, se limpia con estopa y se protege con carnaza u otro material que no produzca manchas cuando no es una baldosa que se valla a pulir en obra.

La baldosa que sí es para pulir, se pule una vez hayan pasado quince días después de la instalación, con la ayuda de máquinas pulidoras con piedra tipo carborundo (carburo de silicio) o esmeril N° 24. Este pulimiento inicial de la baldosa recibe el nombre de “destronque”, y su objetivo es emparejar el piso haciendo desaparecer

los sobresaltos entre las baldosas; este proceso necesita el uso de mucha agua y produce abundante “cachaza” (material resultante de la pulida), que debe ser evacuado continuamente. Luego se reparan los posibles defectos y poros que se encuentren con una lechada de cemento puro y color, para después de fraguado realizar una segunda esmerilada o repulida con una piedra o esmeril calibre 80, y cuyo objetivo es borrar las marcas dejadas por la piedra N° 24.

Por último se realiza una “repulida” con una piedra N° 120, en húmedo. Una vez finalizado el pulimento del piso y transcurrido el tiempo necesario del secado de la baldosa el cual oscila entre dos y tres semanas, se realiza el proceso de brillado, para el cual se utilizan máquinas brilladoras manuales con discos de madera, de cuero o de plomo, y con la ayuda de ácido oxálico y agua.

Posteriormente y después de tres días se aplican ceras, las cuales permiten establecer el acabado definitivo a través del uso de brilladoras dotadas con felpas. Se debe tener presente que para poder realizar esta etapa de brillado, debe garantizarse que el piso este completamente seco.

## CONTROLES

### • Antes

Cada lote de baldosas debe ir acompañado de la siguiente información consignada en el documento de remisión:

#### **Pedido del material**

- Identificación del fabricante.
- Clase de baldosa de acuerdo al uso y características generales (morfología).
- Fecha de prensado.
- Identificación del lote y tamaño del lote.

#### **Transporte a la obra**

- Protección de las aristas, empaquetarse en estibas.
- Al descargarlas se debe cuidar que no sean golpeadas.

#### **Recepción**

- Cantidad recibida Vs cantidad pedida.
- Verificación de las características generales, aspecto, textura, edad, color, tono, tráfico, etc.
- Realizar periódicamente ensayos de resistencias.

#### **Preparación de la superficie**

- Establecer los niveles de piso acabado y los criterios de pega de la baldosa de acuerdo a lo establecido por el Arquitecto.
- Verificar que todas las instalaciones que vayan a estar relacionadas con el piso, estén en perfecto estado.
- Realización de todas las actividades necesarias antes de proceder a hacer la

instalación del piso, tanto en cuanto a las actividades de la misma instalación de la baldosa, como las actividades predecesoras.

### **Almacenamiento**

- Ubicarla en un sitio horizontal, cubierto, limpio y seco.
- Deben ser apiladas verticalmente, colocadas cara vista contra cara vista; y en un arrume estable.

### **• Durante**

- Mano de obra calificada.
- Garantizar la correcta preparación de la superficie de base de soporte.
- Uso de la herramienta y el equipo de protección adecuados para la ejecución de la actividad.
- Revisar y corregir la nivelación del entresuelo y los morteros de nivelación, a través del basado y con la ayuda de hilos longitudinales y transversales, el uso de niveles y reglas.
- En caso de patios, cocinas u otras áreas que lleven desagües de piso se deben tener presentes las pendientes exigidas.
- Definir en el Diseño de Ejecución la forma de instalación y la modulación de los elementos.
- Definir las juntas de dilatación y los materiales de estas.
- Humedecer las baldosas antes de colocarlas, sin saturarlas.
- Antes de realizar la lechada o emboquillado, la pulida y repulida de las baldosas, deben protegerse los desagües para evitar que se obstruyan con la cachaza.
- Durante la labor de pulida es conveniente proteger las paredes, puertas, vidrieras y zócalos con polietileno, a una altura de 1 m, para evitar su deterioro.
- Evitar el tránsito de personal sobre las baldosas recién instaladas.

### **• Después**

- Una vez finalizada la instalación y fraguado el mortero de pega, y la lechada, se debe revisar que no hallan quedado baldosas flojas o con insuficiente pega, el cual se hace golpeándolas y chequeando su sonido, el cual en caso de estar bien pegada debe ser seco y sordo.

Su mantenimiento debe realizarse a través del uso de trapeadoras + agua + jabones neutros o detergentes no agresivos, periódicamente deben utilizarse ceras que nos garanticen una protección adecuada para estos elementos.

Los pisos en baldosas de grano son atacados por ácidos, la leche, ácidos orgánicos, azúcares o líquidos azucarados, aceites, linazas, fenoles y en general todos los productos que ataquen el mármol; por lo tanto estas superficies que puedan ser atacadas por estos productos deben protegerse con una superficie epóxica u otro tratamiento que ofrezca la resistencia adecuada (cristalización).

**Ver figura 39.**

**FIGURA 39**

### **15.3.1.3. PISOS EN BALDOSAS DE MÁRMOL**

El mármol es un producto natural el cual se extrae en grandes placas las cuales son subdivididas posteriormente, en las fabricas de almacenaje, con las medidas comerciales requeridas.

Las baldosas en mármol son ideales para decorar cualquier superficie tanto en interiores como en exteriores.

Para la instalación de los pisos se recomienda el uso de planchuelas y placas; las superficies deben estar completamente niveladas y trazadas de acuerdo al tamaño y la forma de los elementos.

El proceso de ejecución de los pisos en mármol se realiza el mismo procedimiento que para cualquier tipología de pisos con elementos; pero se debe tener especial cuidado en que para la instalación de estos se debe colocar un polietileno que absorba los movimientos estructurales de la losa de soporte.

Para la instalación de estos elementos se utilizan productos tipo Pegacor o similar y/o morteros de pega a base de cemento y arena.

Los pisos en mármol al igual que los pisos en baldosa de grano deben pulirse y brillarse; pero en algunos casos después de realizar el destronque con esmeril N° 60, es necesario resanarlos o retaparlos, para lo cual se utilizan generalmente cemento blanco + color mineral, después de fraguado durante dos días se continua con el proceso de pulido con esmeril N° 120 y 200 y brillado se hace con ácido oxálico diluido en agua y pulidoras con tapas de paño o cabuya.

Para el mantenimiento y lavado de los pisos en mármol se utiliza agua y ceras neutras, no debe utilizarse detergentes, blanqueadores o ácidos.

Para el proceso de retapada, se puede adicionar de un 5 a 10 % de emulsión acrílica al cemento, lo cual mejora considerablemente la adherencia.

### **15.3.1.4. PISOS EN TERRAZO O GRANO PÚLIDO**

#### **15.3.1.5. TERRAZOS CON RETAL DE MÁRMOL**

#### **15.3.1.6. TERRAZOS CON RETAL DE BALDOSAS<sup>78</sup>**

El terrazo es un piso realizado con una mezcla de triturado de caliza (granito) y cemento blanco o gris más el color mineral deseado, vaciado en el sitio donde se va a instalar; el espesor de la capa de granito depende del número del grano que se utilice y el cual oscila entre 1.5 y 2.5 cm. Pueden emplearse tanto en interiores como en exteriores y lograrse efectos muy diversos según el diseño arquitectónico en escaleras, patios, etc. Son pisos duros y conservan su apariencia y brillo por mucho tiempo.

---

<sup>78</sup> Mejía E, Edgar. Materiales y ejecución de acabados. Primera edición, centro de publicaciones Universidad Nacional. !977.



El piso en retal de mármol está formado por trozos de mármol irregulares y del tamaño seleccionado, con un espesor igual en toda el área donde valla a ser instalado.

Deben colocarse sobre una superficie de concreto debidamente construida y en la forma deseada, los espacios que queden entre las piezas de mármol, generalmente de 2 cm, se llenan con una mezcla ( 1:1:0.5) de granito, cemento y polvillo respectivamente + colorantes según sea el caso, después de haber fraguado la instalación del mármol durante 24 horas.

Para el piso en retal de baldosa, el procedimiento es exactamente igual al planteado anteriormente pero utilizando trozos de baldosa de grano.

Todos estos pisos son muy utilizados para interiores y más aún en edificios institucionales, debido a su alta resistencia mecánica - física y a su alto costo. En caso de utilizarlos a nivel del primer piso, se necesita utilizar una barrera de vapor que evite el paso de agua del terreno natural.

Para el vaciado de los pisos en terrazo se requiere una base áspera de mortero o repello de mortero 1:4 de 1 cm de espesor sobre la placa o base de concreto, debidamente nivelada; luego se deben instalar varillas de bronce o madera de acuerdo a los diseños o dibujos establecidos para el piso, delimitando áreas no mayores de 1 m<sup>2</sup>, las cuales se fijan a la losa de concreto por medio de un mortero de pega y sirven para evitar las grietas por retracción del mortero, establecer el nivel de acabado final del piso y facilitar el recorrido con la regla.

Cuando este mortero halla endurecido pero sin fraguar se hace el vaciado de la pasta formada por grano y cemento gris o blanco dependiendo del tipo de acabado seleccionado, con una dosificación en volumen de 5 partes de grano y 3 de cemento. Se esparce la mezcla sobre la superficie con la ayuda de reglas metálicas y palustres atesándola finalmente con llanas de madera

Los pisos en terrazo al igual que los pisos en baldosa de grano, deben pulirse manualmente con piedra esmeril N° 80 y abundante agua después de 12 horas, hasta obtener una superficie lisa de olor uniforme y grano bien descubierto. Si el pulido se hace con máquina, se debe hacer cuando el mortero haya fraguado completamente, aproximadamente 15 días.

Una vez la superficie este completamente seca se procede al proceso de brillado, igual al descrito para los pisos en baldosa de grano; entre los procesos de pulida se hacen resanes en los elementos que lo necesiten, para esto se utilizan emulsiones acrílicas (del 5 al 10% del peso del cemento), masillas con poliéster tinturadas para lograr una apariencia homogénea en el piso o utilizar los mismos materiales usados en el piso.

Se debe tener cuidado en que el operario siga siempre la misma trayectoria en este proceso y mueva la máquinas a una velocidad constante, para evitar diferencias en el acabado final.

Los pisos en baldosa de grano, terrazos, mármoles, baldosa común, deben ser pulidos y brillados, sin embargo, el grado de brillantes y duración del brillo en el tiempo se garantizan mejorando las condiciones de porosidad y dureza del material que se hace a través de un proceso de cristalización de la superficie.

Para la realización de este proceso se debe verificar cuidadosamente el estado de las juntas, constatando que la lechada o emboquillado halla penetrado completamente en los espacios de separación de las placas, se aplica la base o emporador y posteriormente se aplica una capa de cristizador empleando máquinas rotativas de baja velocidad y esponjas de acero, cada capa debe aplicarse alternando su dirección y a su vez realizarse desde el interior de los espacios hacia el exterior.

Sellador - Jhonson o similar.

Cristizador - Susitesa o similar.

Cristizador y sellador - Rocktop, Sikapiso 40 (mezcla de cuarzo, sellantes y pigmentos) y Sikapiso50 (adicionalmente contiene un cemento de alta calidad).

**Ver figura 40.**

#### **15.3.1.7. PISOS EN GRANO LAVADO O ARENÓN CHINO**

El piso en arenón está hecho con una mezcla de cemento gris y grano, la cual se prepara en el sitio donde se va a vaciar. El espesor de la capa que forma el piso varia de acuerdo al tamaño del grano utilizado.

Se utiliza principalmente en interiores y exteriores para pisos de terrazas, andenes, patios, corredores, garajes, etc. Es muy resistente a la intemperie y su costo es relativamente bajo. Cuando se va a utilizar a nivel del primer piso se debe construir sobre una placa de concreto previamente realizada.

Se realiza una capa de mortero 1:4 y espesor de 1.5 cm como “repello” sobre el cual se coloca una pasta de cemento gris y grano del tamaño deseado, cuidando que el grano quede bien compactado y asentado con paleta. Una vez aplicado el grano se recorre con una regla hasta emparejarlo y nivelarlo de acuerdo a las bases antes instaladas.

La dosificación de la pasta es de 5 partes de grano (pequeñas piedras de río) por 3 partes de cemento, en algunos casos se le adiciona color mineral.

Cuando se inicie el fraguado se procede a lavar con agua y brocha o cepillos de cerdas gruesas o nylon, rociando la superficie con manguera y omitiendo el uso de tarros. Se dejan las juntas de dilatación de acuerdo a la modulación, las cuales se colocan sobre la primera capa de mortero.

Estos pisos se combinan generalmente con baldosas de gres o mayólicas. En este caso se “repella” completamente la zona donde se instalará el piso, se instalan las

baldosas, se realiza su proceso de emboquillado y posteriormente, luego de fraguado, se realiza el vaciado del grano.

**FIGURA 40**

#### 15.3.1.8. PISOS EN MAYÓLICAS Y GRES

Es un material hecho a base de arcilla o pasta cerámica, con buena plasticidad y secado. El secado se hace por medio de hornos a temperaturas entre 1100 y 1200 °C, lo cual le otorga propiedades de vitrificado y de alta resistencia a la rotura, a los agentes químicos y a la abrasión, adicionalmente es un material denso e impermeable.

Debido a las propiedades y características propias del material se utiliza en lugares donde se produce el manejo de químicos y ácidos, y en pisos exteriores o interiores donde se requieren altas exigencias desde el punto de vista del desgaste. Es muy utilizado en compañía de pisos en grano lavado, generalmente arenón chino.

Se debe tener especial cuidado en el manejo del sellante para las juntas, generalmente conformado por cemento gris, pigmento mineral (óxidos de hierro), pequeñas proporciones de arena de revoque y agua, en algunas ocasiones se recomienda adicionar a la mezcla un ligante acrílico, para mejorar su adherencia. La dosificación utilizada es 1:4 1.5 de cemento gris, arena de revoque y emulsión acrílica + 3% de pigmento mineral. Las juntas deben tener un espesor mínimo entre 0.5 y 1 cm, su profundidad debe ser igual al espesor de la baldosa.

Al igual que todos los pisos en contacto con la tierra, se necesitan entresuelos y recibos adecuados; luego se prepara un concreto como base de soporte sobre el cual se construye el piso, para su instalación se realiza el mismo procedimiento descrito anteriormente. Para los pisos en arenón y mayólicas usados en exteriores y/o en terrazas interiores, se debe tener especial cuidado en el manejo de las pendientes para la evacuación de aguas.

En algunos casos se necesitan utilizar mantos impermeabilizantes como parte de los diferentes sistema de pisos, para los cuales se deben seguir las instrucciones de los proveedores y/o fabricantes de estos elementos.

**Ver figura 41.**

#### 15.3.1.9. PISOS EN LADRILLOS

El ladrillo es un material fabricado con tierra arcillosa moldeada, comprimida y quemada en hornos a temperaturas de 950 y 1050 °C. Es un material que no sufre variación por los cambios de temperatura. Se utiliza en exteriores debido a su alta resistencia a la intemperie y por sus propiedades térmicas.

El ladrillo se puede colocar a tope o con juntas, para lo cual se debe tener mucho cuidado en la modulación del espacio.

El proceso de ejecución es igual al descrito en cualquiera de la tipologías de pisos antes mencionada, sin embargo se debe tener presente que este tipo de materiales se debe saturar de agua antes de instalarlo para evitar la variación de la relación A/C del mortero de pega.

**FIGURA 41**

En caso de pegar el ladrillo con juntas se debe utilizar una varilla de madera para establecer el espesor de las juntas, posteriormente al llenado de estas se utiliza un tubo para garantizar la media caña de estas. Después de instalado el piso, se limpia la superficie con gante húmedo para evitar que se manche con la mezcla del proceso de instalación.

#### **15.3.1.10. PISOS EN CERÁMICA**

Son elementos de tipo cerámico esmaltado, a base de una mezcla de arcilla que conforma el cuerpo del material y de una película vidriada sobre la superficie de cada pieza para lograr su esmaltado; las cuales se hornean a temperaturas de 1200°C.

Existen múltiples aplicaciones debido a sus cualidades de material impermeable, resistente a detergentes, solventes, soluciones ácidas, etc.; lo que implicaría que de acuerdo a las características propias del material su utilización varía de acuerdo al uso que se le valla a dar a cada uno de estos elementos. Normalmente se pegan con morteros frescos o se adhieren con pegas premezcladas (tipo Pegacor) sobre superficies repelladas con anticipación.

Las juntas y el mortero de pega son fundamentales en la estabilidad final de estos acabados, ya que el material como tal es muy resistente al ataque de ácidos, químicos o diferentes agentes agresivos, sin embargo su lechada o emboquillado no es resistente a este tipo de ataques y deben tomarse precauciones adicionando productos que garanticen el funcionamiento del sistema.

El mortero de pega no debe ser inferior a dos centímetros y su dosificación 1:4 ó 1:5, dependiendo de los agentes agresivos al que vayan a estar sometidos.

Si se usa mortero como pega del baldosín, se debe aplicar dicho mortero con anterioridad, luego se espolvorea cemento ó una lechada de cemento gruesa al elemento cerámico, el cual previamente se ha sumergido en agua con doce horas de anticipación; una vez colocado el elemento se golpea con el mango del palustre para garantizar su asiento.

Si se usan pegas tipo Pegacor, el proceso de limpieza de la base de soporte continúa siendo fundamental y es claro que se debe tener una base de preacabado antes de la instalación del piso.

Se debe revisar constantemente la superficie del pegante, si este no se adhiere al contacto con el dedo, se debe retirar y aplicar una pasta nueva.

Luego de la ejecución de un área considerable y antes de que se seque completamente el cemento, se procede a lavar cuidadosamente la superficie con agua y una brocha o esponjas, tratando de retirar el material sobrante de las ranuras.

Después de 24 horas se “rayan” las juntas entre las piezas cerámicas con una hoja de sierra y se lava nuevamente la superficie, luego se realiza la lechada o emboquillado con una pasta de cemento blanco (generalmente) y colorantes, el cual se aplica con brocha para garantizar su penetración en las juntas.

Los materiales para emboquillar, tipo Con-Color, se aplican con rasquetas de caucho en forma diagonal a las juntas las cuales se deben pulir antes de su fraguado y realizar la limpieza del producto sobrante con una esponja para evitar que se adhieran a las piezas cerámicas.

En caso de que esta lechada o emboquillado sea blanca se recomienda adicionar blanco de zinc o bióxido de titanio en proporción a un 10% del peso del cemento.

Los pisos cerámicos proporcionan una serie de ventajas importantes de enumerar, las cuales deben ser tenidas en cuenta en el momento de establecer el mejor sistema constructivo a utilizar de acuerdo a las necesidades exigidas para cada caso.

Dentro de estas ventajas podemos determinar las siguientes:

- Proporciona superficies higiénicas y de fácil mantenimiento.
- Es un material totalmente impermeable.
- No es atacado por algunos químicos, ácidos, solventes y detergentes.
- Opone buena resistencia al rayado.
- Su color no sufre variaciones debido al uso o a la luz.

Sin embargo su comportamiento con respecto a los golpes o deterioro de su base esmaltada es muy bajo.

#### **15.3.1.11. PISOS EN MADERA**

Las características de estos pisos están dadas por las diferentes clases de maderas y por las dimensiones utilizadas. Las maderas más utilizadas para tal efecto son el roble, el zapan, el pino, guayacan y el cedro.

La madera esta constituida por los siguientes elementos:

- Carbono (C) 49%
- Hidrógeno (H) 6%
- Oxígeno (O) 44%
- Nitrógeno (N)
- Minerales 1%

La combinación de estos elementos forman los siguientes componentes de la madera:

- Celulosa (40 – 60%)
- Hemicelulosa (5 – 25%)
- La lignina (20 – 40%)

Las maderas tienen unas características físicas que le ayudan en su comportamiento; es por esto que se deben tener mucho cuidado con los ensayos de laboratorio antes de iniciar cualquier labor con maderas.

**Algunas de estas características son:**



- **Contenido de humedad**

La madera contiene agua bajo 3 formas: agua libre, agua higroscópica, y agua de constitución.

- El agua libre se encuentra llenando las cavidades celulares.
- El agua higroscópica se halla contenida en las paredes celulares.
- El agua de constitución se encuentra formando parte integrante de la estructura molecular.

Cuando se expone la madera al medio ambiente, empieza a perder agua iniciándose el proceso de secado. En el transcurso del secado se pierde el agua libre y después el agua higroscópica, el agua de constitución no se pierde sino cuando se dan procesos de combustión de la madera .

En función de la cantidad de agua que contenga la madera pueden presentarse 3 estados:

- Verde - cuando ha perdido parte del agua libre.
- Seca - cuando ha perdido toda el agua libre.
- Anhidro - cuando ha perdido toda el agua libre y toda el agua Higroscópica.

- **Cambios dimensionales**

Las variaciones en el contenido de humedad producen cambios dimensionales en la madera estos cambios se deben principalmente a la perdida o ganancia del agua higroscópica en las paredes celulares de la madera.

El agua libre de las cavidades celulares no tiene ninguna influencia en la variación de las dimensiones, es decir, los cambios dimensionales se producen cuando el contenido de húmeda varía por debajo del punto de saturación de las fibras.

- **Densidad y peso específico**

Densidad es la relación que existe entre la masa y el volumen de un cuerpos. El peso específico de la madera es la suma del peso de la parte sólida mas el peso del agua.

El volumen de la madera es constante cuando está en el estado verde, a su vez disminuye cuando el contenido de humedad es menor que el punto de saturación de las fibras y vuelve a ser constante cuando alcanza el estado anhidro o seco al horno.

- **Expansión y conductividad térmica**

La madera es un material aislante por excelencia debido a su naturaleza porosa y cambia de dimensiones cuando sufre variaciones de temperatura; adicionalmente es un material anisotrópico debido a que sus propiedades mecánicas varían con la dirección de la aplicación de los esfuerzos, lo que ocasiona a su vez que se presenten valores diferentes de dilatación térmica en sus tres direcciones

anatómicas; longitudinal, radial y tangencial mayor. La dilatación longitudinal no depende de la densidad pero varía entre las especies.

- **Conductividad eléctrica**

La resistencia eléctrica de las maderas es muy sensible a los cambios en su contenido de humedad.

La conductividad de la madera varía según sus 3 direcciones anatómicas; la conductividad paralela de las fibras es el doble que la conductividad en el sentido transversal. A su vez entre la conductividad en el sentido tangencial y radial existe una diferencia de aproximadamente 10% siendo en el sentido radial mayor que la tangencial.

Esta característica se aprovecha para medir el contenido de la humedad en la madera usando detectores eléctricos que relacionan esta propiedad con la calidad de agua que se encuentra en la pieza.

- **Transmisión y absorción del sonido**

Una de las principales ventajas de la madera es su capacidad para absorber vibraciones producidas por las ondas sonoras. Esta propiedad está íntimamente relacionada a su estructura fibro vascular, a su naturaleza elastoplástica y a su densidad.

La capacidad que tiene un cuerpo de absorber ondas es directamente proporcional a su densidad, la madera es menos efectiva en bloquear la transmisión del sonido que otros materiales estructurales, ya que esta propiedad depende del peso (densidad) del material y por supuesto es más liviana.

Por otorgarle estas exigencias es conveniente seguir las recomendaciones de diseño que permiten a las construcciones a base de madera aumentar su capacidad de aislamiento.

La instalación de los pisos en madera es más recomendable para usos interiores que exteriores, debido en algunos casos a su baja resistencia mecánica y a los cambios de dimensiones con la humedad.

En caso de utilizarse en exteriores se debe tener mucha precaución en la selección de las maderas y garantizar una correcta inmunización de sus elementos, que nos ayuden a mejorar su perdurabilidad.

Es un material de muy fácil y rápida instalación, no necesita superficies niveladas para colocarlo y puede utilizarse inmediatamente después de construirlo.

Existen diferentes formas de presentación para estos pisos como es el caso de los pisos en tablilla y los pisos en parquet.

## PISOS EN TABLILLA

Los pisos en madera pueden ser pegados o clavados. Los encolados se aplican sobre un suelo continuo, duro y seco; los clavados se colocan sobre un entramado de vigas y viguetas de madera. Los pisos de madera deben ser de madera dura o medianamente dura, pesada y de buena apariencia, resistente al desgaste, de baja contracción y dilatación una vez seca y estabilizada.

Deben tener una superficie lisa y pulida, sin ranuras ni resaltos y perfectamente ajustadas para evitar ruidos y vibraciones. La colocación de los pisos en madera se iniciarán cuando todas las actividades húmedas hayan concluido.

Para la instalación de los pisos en tablilla, en caso de hacerse sobre el terreno natural, se colocan sobre una losa o superficie de concreto de 8 cm de espesor y debidamente aislada de la humedad del terreno o sobre unos elementos de madera de 4x12.5 cm en dirección perpendicular a la tablilla para garantizar la separación de esta con respecto a la base de soporte y así evitar su deterioro por causa de la humedad; estos elementos se instalan cada 45 cm a ejes para garantizar que no se produzca una deflexión de la tablilla.

Los durmientes de madera sobre el terreno natural deben estar pegados por medio de claveras al concreto del piso para evitar vibraciones.

**Ver figura 42.**

Las dimensiones de las tablillas en cuanto a su ancho y largo son variables dependiendo del tipo de madera, en cuanto a su espesor generalmente se manejan 2 cm.

El ensamble en estas tablillas usadas para la construcción de pisos, se hace por medio de machimbres, los cuales nos garantizan la unión de estos elementos a tope, que a su vez van clavadas a los durmientes por medio de clavos sin cabeza, de 1 y  $\frac{1}{2}$ ".

Cuando vamos a instalar estos elementos sobre losas de entrepiso, se colocan sobre estas elementos de madera de 4x4 cm, fijadas a la losa con un mortero de pega (e=2 cm) y claveras en toda la longitud de estos listones y separados cada 45 cm; estos listones deben ser protegidos en ambos casos para evitar su deterioro por humedad.

**Ver figura 42.**

Una vez instalados todos los cuadros o listones, se inicia la instalación de la tablilla dejando una pequeña dilatación entre la tablilla y los muros para permitir la ventilación interior del sistema; la fijación de la tablilla a los diferentes elementos estructurales, se realiza a través del uso de clavos de 1 y  $\frac{1}{2}$ " o por medio de tornillos endamados.

La colocación de este tipo de piso, debe hacerse en la última etapa de acabado. Se debe verificar, empleando los medidores de humedad, que el mortero este completamente seco y que las maderas de durmientes como tablonés y tablillas se encuentren en el punto de equilibrio de humedad de la zona donde se realiza la instalación, debido a los cambios de dimensión de estos elementos.

**FIGURA 42**

Una vez terminada la fijación, se procede a desbastar y emparejar la superficie con máquinas pulidoras y papel de lija N° 36, para nivelar se usa N° 60, para texturizar N° 100 y para alisar N° 120 o más fino.

Luego se sella o empora con una mano de sellador lijable para madera y se lija con grano 120, se limpia con escoba de barrer y se repasa con traperero seco; luego se repite la operación anterior. El sellador levanta la fibra por la acción de los químicos fuertes, por lo cual se debe emparejar por lijado.

El acabado debe ser realizado con barniz de poliuretano; en general, se recomienda dar cuatro manos como mínimo, para lograr el brillo y la durabilidad óptimos; en este momento, se ofrece en el mercado barniz del mismo tipo, de bajo brillo, el cual mimetiza mejor los rayones que se presentan con el uso (es de menor resistencia). Otro acabado puede ser con cera para madera con tres o cuatro manos para lograr un efecto semimate.

La operación de barnizado o encerado debe efectuarse de los muros laterales hacia el acceso. No se debe usar el piso hasta después de 5 días de aplicada la última mano de laca de poliuretano, ya que ella debe curar y secar, para obtener su resistencia máxima antes de ser sometida a fricción.

## **PISOS EN PARQUET O PARKETÓN**

Los pisos en Parquet y Parketón se producen en diferentes tipos de maderas al igual que los pisos en tablillas, o combinaciones de estas que permiten posibilidades una mayor expresión de la creatividad desde el punto de vista estético. Su aplicación es básicamente residencial y en ambientes libres de circulaciones continuas, tampoco debe ser usado en ambientes húmedos.

Pueden ser contruidos con baldosas prefabricadas o armados en obra directamente con tabletas impregnadas con una sustancia bituminosa y arena en su cara inferior, para mejorar la adherencia.

Para su instalación debemos garantizar una base de soporte pareja y libre de humedad, en caso de ser sobre el terreno se instalan estas baldosas sobre una losa de concreto previamente construida, en caso de hacerse sobre losas de entrepiso se debe construir un mortero de nivelación que a su vez puede servir como mortero de pega, se pueden utilizar productos tipo Pegacor o similar y pegas sintéticas.

El Parketón también puede ser pegado por medio de morteros con dosificación 1:4. A las tabletas de madera se le aplica una emulsión asfáltica en la cara que va a quedar en contacto con el mortero y se le instalan clavos en forma de clavera para garantizar una buena adherencia.

**Ver figuras 43 y 44.**

**FIGURA 43**

**FIGURA 44**

Quince días después de colocado se realiza el pulimiento del piso por medio de lijadoras mecánicas y posteriormente se realiza la aplicación de la pintura de acabado, que puede ser a base de lacas o de ceras al igual que los descritos anteriormente.

## CONTROLES

- Se debe verificar los antecedentes del secado de las piezas de madera lo cual significa que se haya hecho el secado a una temperatura igual a la que va estar expuesta.
- Cuando se emplea el sistema de solo mortero como base debe nivelarse por debajo del nivel del piso acabado y debe de tener especial control en que toda una superficie que tenga el mismo nivel, con el fin de que las piezas de madera queden todas proporcionando una superficie plana, además evitando así, que con el tiempo se levanten de la superficie por el tránsito continuo.
- Verificar que antes de la colocación la superficie este totalmente seca y limpia.
- Controlar que el pegado de las piezas longitudinal y transversal contra los muros perimetrales tengan una junta mínima de 5mm , con el fin de contrarrestar la expansión.
- Controlar que el piso no se use hasta después de 5 días de aplicada la ultima mano de laca ya que ella debe curar, para obtener su resistencia máxima antes de ser sometida a fricción.
- Verificar que el sistema escogido tenga la resistencia que las propiedades y características que se necesitan para el tipo de construcción requerida; esto lo hace haciendo un ensayo del sistema en el punto que considere mas crítico para su comportamiento.
- Verificar que la herramienta a utilizar no genere desperdicios.
- Controlar las dimensiones de las juntas si el lugar de colocación es muy grande acondicionar mas juntas de acuerdo a diseños arquitectónicos.
- Control contra ataques biológicos: los defectos relativos al ataque de los agentes biológicos son controlables a su debido tiempo como cualquier tipo de infección. En la actualidad se cuenta con la ayuda de los preservantes hidrosolubles y oleosolubles en el mercado, para controlar los ataques. Si se considera conveniente no usar preservantes es recomendable elegir una especie que presente buena o alta durabilidad natural.
- Control de apeo, transporte y aserrío: defectos originarios durante el apeo, transporte, almacenamiento y aserrío son ocasionados por lo general por deficiencia manuales o mecánicas durante dichas operaciones. Se controlan



fácilmente teniendo en cuenta la mano de obra calificada y el buen mantenimiento de la maquinaria y equipo, durante las operaciones de extracción, transporte, aserrío y apilado .

- Control de secado de la madera: los defectos originarios durante el secado, son ocasionados por las deficiencias en el sistema de apilado y almacenamiento de las piezas al secarse, por un mal programa de secado al horno. Se controlan tomando en cuenta la constitución anatómica de la madera y considerando especialmente el plano de corte durante el aserrío determinadas especies.

Para ello es necesario contar con mano de obra calificada conocedora de los conceptos propios del secado de la madera.

**Ver figura 45.**

## **INMUNIZACIÓN PARA MADERAS**

Cuando utilizamos maderas para exteriores, estas deben ser protegidas por medio de la utilización de inmunizantes para maderas, los cuales pueden ser aplicados por diferentes sistemas; tales como el tipo Vacío-Presión, por inmersión, o pinturas aplicadas por diferentes métodos.

- **Sistema Vacío - Presión**

Para garantizar el funcionamiento ideal de la inmunización se debe realizar un secado previo de la madera, el cual se hace por medio de hornos en donde se busca eliminar el agua libre y el agua higroscópica que se encuentra en el interior de esta y así poder permitir el ingreso de los inmunizantes. Estos hornos deben tener la posibilidad de controlar permanente la temperatura del ambiente y a su vez estar dispuestos de tal manera que se permita la circulación del aire y así poder arrastrar el agua que sale de la madera durante este proceso.

Una vez realizado el secado, se introduce la madera en un cilindro o autoclave, en el cual se realiza un vacío inicial y permite retirar el aire del interior de la madera que posteriormente es ocupado por los inmunizantes, los cuales se inyectan a una presión de 200 lbs.

Finalmente, se recupera la solución sobrante del autoclave y se efectúa un vacío final que cierra los poros de la madera; dejándola limpia, seca y garantizando el ingreso de los inmunizantes completamente llenando los espacios dejados por el agua higroscópica y el agua libre.

- **Sistemas de inmunización por inmersión o por medio de pinturas**

Estos sistemas debido a su proceso de ejecución no garantizan la perdurabilidad de las maderas, ya que la penetración del inmunizante es muy superficial y no alcanza a entrar a nivel celular como en el caso descrito anteriormente.

**FIGURA 45**

Para este proceso la madera debe estar “seca” en el ambiente donde va a ser instalada, esto significa que su porcentaje de humedad interna debe ser igual al porcentaje de la humedad relativa del ambiente. Este secado se logra dejando la madera al aire libre durante un período mínimo de 7 días, para el cual se dispone la madera en forma de pila de manera tal que permita la circulación del aire a través de ella.

A su vez estas pilas deben estar cubiertas para protegerlas de la lluvia y su control de humedad interior se debe realizar por medio del uso de aparatos tales como los higrómetros.

Una vez hallamos encontrado el punto de secado ideal ( ambiente) se procede a la inmunización por los medios señalados inicialmente:

**Por Inmersión** - La madera se introduce en estanques que contienen el inmunizante y se deja allí el tiempo recomendado por los fabricantes de los diferentes productos; estos tiempos pueden oscilar entre la simple inmersión o varias horas.

Una vez aplicado el inmunizante se deja secar de nuevo la madera al aire libre y posteriormente se procede a su utilización.

**Aplicación de Pinturas** - La aplicación de estas se puede hacer por medio de equipos como pistolas o brochas. Se deben seguir las recomendaciones de los fabricantes en cuanto a la cantidad de manos de pintura que deben darse. Su secado debe ser igual al descrito para la aplicación de los inmunizantes por inmersión.

**Ver figura 46.**

### 15.3.1.12. PISOS EN VINILOS, CAUCHOS O LINÓLEOS

Son pisos en cloruro de polivinilo (PVC) y caucho, en forma de baldosas, generalmente en pisos sin contacto con el terreno natural, ya que la humedad los desprende. El espesor del material varía entre 1.5 y 5 mm, de acuerdo con el tipo de tráfico al cual va a estar expuesto. Son baldosas de PVC son 20 a 30 cm de lado, las de caucho de 50 x 50 cm, las cuales vienen de diferentes colores y texturas. LA base puede ser cemento, madera o granito<sup>79</sup>.

Es un material que tiene buen comportamiento al ataque de grasas, ácidos y productos alcalinos, adicionalmente posee buenas características de aislamiento térmico y acústico, pero a su vez se debe tener mucho cuidado en su instalación ya que se puede despegar fácilmente; para los de espesores delgados, la base de soporte debe tener una perfecta nivelación y debe estar libre de grumos o resaltos en ella, para evitar que estos se marquen en las baldosas.

La base de soporte es definitiva para garantizar una operación exitosa, esta debe ser dura y de buena resistencia, muy bien nivelada y limpia para obtener muy buena adherencia.

---

<sup>79</sup> Capítulo 13, Pavimentos o pisos. Empresas públicas de Medellín y CAMACOL. Colocación de pisos en vinilo, caucho o linóleo.

**FIGURA 46**

Las bases de soporte tanto a nivel de primer piso como a nivel de entrepisos deben dejarse secar completamente antes de proceder a su instalación. Una vez este seco se procede a realizar su instalación por medio de hilos horizontales y siguiendo los mismos parámetros, en cuanto a su trazado, descritos en los pisos anteriores.

Se distribuye el pegante con la llana dentada sobre un área entre 5 y 15 m<sup>2</sup>, el cual se debe dejar secar por un tiempo, de acuerdo al fabricante, luego se deben colocar las baldosas a partir de los ejes guías.

La pega de estas baldosas se hace por medio de pegantes a base de emulsiones asfálticas aplicadas con llanas dentadas sobre la superficie y sobre las baldosas. Su uso, una vez finalizado, depende del tipo de pegante utilizado.

Estos pisos deben realizarse en las etapas finales de la obra y no deben limpiarse con agua hasta después de una semana de instalados.

El exceso o defecto del secado del pegante, puede disminuir la adherencia del piso, se pueden usar ceras de base acrílica para protección de este tipo de pisos. En caso de que se presenten inundaciones sobre estos pisos, se deben secar antes de tres horas, por lo tanto su lavado debe hacerse con jabones y poca agua, nunca deben usarse disolventes como varsol, gasolina o similares.

Cuando se instalan guardaescobas en vinilo, se requiere que la pata del muro este bien alineada para que no se dañe la apariencia estética, vienen en secciones de 1 y 2 m de longitud y deben ser adheridos con pegantes especiales.

### **15.3.1.13. PAVIMENTOS LAMINADOS**

Los pavimentos laminados están compuestos por paneles, que se unen entre sí por medio de machimbres, a base de fibras de madera de alta densidad revestidas en la cara decorativa por un film (papel) melamínico y un overlay de gran resistencia y muy buena calidad. Los paneles tienen una dimensión de 1.2 x 0.195 x 0.07 m.

Existen diferentes líneas de pavimentos laminados adaptados a los diversos niveles de tráfico, que a su vez poseen diferentes características propias de cada línea, dentro de las cuales podemos destacar el ser decorativos, de fácil instalación, de fácil mantenimiento y su color no varía con la luz del sol.

El tipo de base es el elemento que establece las características de resistencia mecánica de los diferentes paneles:

- HDF - Fibras de madera de alta densidad + papel decorativo + overlay; su uso es doméstico especialmente en espacios de poco tráfico.
- HDF MR - Fibras de madera de alta densidad resistente a la humedad + papel decorativo + overlay; su uso es doméstico de tráfico intenso especial para salones, pasillos y circulaciones de alto tráfico.

- UHDF - Panel de fibras duras (hardboard) + laminado decorativo de alta presión (HPL) + overlay; su uso es doméstico de tráfico intenso y usos comerciales de alto tráfico.
- HDP - Espuma de poliuretano de alta densidad + laminado decorativo de alta presión (HPL) + overlay. La espuma le confiere una alta resistencia a la penetración de agua.

Los pavimentos laminados son flotantes (no están adheridos a la base de soporte) y a su vez poseen una serie de accesorios que adicionan una serie de características importantes a tener en cuenta en la ejecución del piso.

En caso de ser instalados sobre el terreno natural deben estar aislados de la base de soporte por medio de una capa de polietileno que funciona como una barrera de vapor.

Posteriormente se instala una espuma de polietileno que ayuda a reducir las pequeñas imperfecciones de nivelación que pueda tener el piso, para luego instalar los paneles; el cual se selecciona dependiendo de las exigencias físicas a que estará sometido.

Cuando el pavimento se instala a niveles de entrepiso, no hay necesidad de colocar la barrera de vapor; se instala la espuma de polietileno, posteriormente unas laminas de fibra para crear un buen aislamiento acústico y por ultimo los paneles.

Los paneles tienen diferentes acabados generalmente con texturas de maderas o piedras; son de muy fácil mantenimiento y fácil reparación. Adicional a su uso como pisos, también puede ser utilizado en escaleras ó como enchape.

### **15.3.2. PISOS CONTINUOS**

#### **15.3.2.1. PISOS EN CONCRETO**

Los pisos en concreto para interiores cumplen con una función similar a los descritos para los pisos exteriores; sin embargo debido a las exigencias estructurales y características particulares a que estarán sometidos, se presentan diferencias de diseño que ayudan a establecer condiciones propias para cada uno de los posibles sistemas.

Como el caso en que se usan aditivos o elementos que le otorgan características diferentes de resistencia y de dureza, como los pisos cristalizados o endurecidos.

En cuanto a los pisos en concreto para parqueaderos de edificaciones, debe tenerse en cuenta el diseño realizado por el calculista, en cuanto al diseño de refuerzo interior o pasadores de carga, y al uso o no de barreras de vapor que eviten el paso de la humedad hacia el exterior.

La adición de estos elementos puede corresponder, en la mayoría de los casos, a deficiencias del terreno de soporte del acabado en concreto o a exigencias de carga.

**Ver figuras 47 y 48.**

**FIGURA 47**



**FIGURA 48**

### 15.3.2.2. PISOS CRISTALIZADOS O ENDURECIDOS

Los pisos endurecidos<sup>80</sup> son pisos de alta dureza superficial y resistentes a la abrasión, al impacto y al desgaste por tránsito pesado. Estos pisos deben presentar características de resistencia a la abrasión y al impacto en tal forma que puedan servir para ser usados en condiciones de alta agresión, como por ejemplo pisos de talleres, supermercados, plazas públicas, terminales de transporte, zonas de carga y descarga, parqueaderos y rampas.

La calidad final obtenida varía de acuerdo con el tipo y la cantidad de endurecedor aplicada por metro cuadrado de piso acabado. Para la construcción de estos pisos se utilizan mezclas endurecedoras silíceas, metálicas o epóxicas y cemento de alta resistencia, en algunos se pueden usar pigmentos.

El concreto que sirve como base debe ser de alta resistencia, preferiblemente por encima de 200 kg/cm<sup>2</sup> y además, para la aplicación de los endurecedores silíceos y metálicos, debe estar en el período de fraguado en el cual desaparece el agua de exudación. Para la aplicación del endurecedor epóxico, el piso debe estar ya fraguado y lavado previamente con solución de ácido muriático, en dilución de 1 parte de ácido por 5 partes de agua, o tratado con chorro de arena.

Se debe, adicionalmente, definir previamente las cantidades de endurecedor a aplicar y las juntas de dilatación del piso que va a ser recubierto.

- **Endurecedores Silíceos<sup>81</sup> o metálicos<sup>82</sup>** - Normalmente vienen sin cemento, por tanto hay que premezclarlo, las cantidades del endurecedor es normalmente 1 a 2, en peso o en volumen, pero puede variar de acuerdo a la especificación del fabricante.

Para el procedimiento de aplicación, se debe esperar a que el agua de exudación del concreto haya desaparecido y antes de que el concreto comience su fraguado inicial; una vez esto suceda, se espolvorea la mitad de la mezcla de endurecedor y cemento, esperando a que se humecte con el agua del concreto e incrustándose sobre la superficie con la llana de madera, frotándolo suavemente hasta introducirlo.

Finalmente, el resto de la mezcla del endurecedor y cemento se espolvorea de la misma manera, una vez deje de brotar agua del concreto y estén completamente introducidos, se alisa o afina la superficie con la llana metálica.

---

<sup>80</sup> Capítulo 13, Pavimentos o pisos. Empresas públicas de Medellín y CAMACOL. Construcción de pisos endurecidos. Septiembre de 1989.

<sup>81</sup> En el mercado se encuentran productos como el Sikapiso 40/ Sikapiso 50, los cuales son endurecedores silíceos de la empresa Sika, el Rocktop, de la empresa TOXEMENT o el TEC MASTERCRON, de la empresa TEC. Manuales técnicos de instalación de productos. Son productos que vienen listos para usar, se recomienda seguir los procedimientos establecidos por el proveedor.

<sup>82</sup> El EXELTOP es un endurecedor metálico de la empresa TOXEMENT. Manual técnico de instalación de productos. Son productos que vienen listos para usar, se recomienda seguir los procedimientos establecidos por el proveedor.

El proceso de curado de la superficie obtenida puede efectuarse con agua o con aditivos, que eviten la evaporación del agua del concreto; esto es necesario para evitar fisuraciones por retracción y obtener la dureza óptima. Los endurecedores metálicos pueden tener el inconveniente de ser conductores eléctricos o producir oxidación, aunque se obtienen pisos con características antiestáticas.

- **Endurecedores Epóxicos** - Este tipo de endurecedores permite realizar pisos de alta resistencia mecánica y química, prácticamente sin juntas. Esta compuesto por resinas epóxicas, mezclas de áridos de granulometrías especiales, generalmente arenas tipo cuarzo, y agentes de curado, que generalmente son poliamidas o poliaminas.

Este piso se recomienda usarse fundamentalmente para pisos industriales que exijan altas resistencias químicas o para zonas de trabajo pesado, la cantidad que se debe usar es del orden de 5 a 10 kg/m<sup>2</sup> y el espesor de 3 a 5 mm. Para el procedimiento de aplicación, se mezclan los componentes resina y agente de curado, para posteriormente incorporar los áridos hasta obtener la homogeneidad necesaria de la mezcla. Una vez este lista, se reparte sobre la superficie con un rastrillo dentado, se compacta y se afina con una llana metálica, eliminando el aire atrapado, con un rodillo de nylon.

Sin embargo productos como el PROTECTOP<sup>83</sup>, se pueden aplicar con pistolas convencionales, con brochas o rodillos resistentes a solventes aromáticos. Adicionalmente a los mencionados, podemos encontrar en el mercado muchas marcas de estos productos, para los cuales se sugiere verificar los procedimientos técnicos de instalación y sus fichas técnicas, establecidas por los fabricantes. Dentro de estos podemos encontrar pisos poliméricos como el Sikafloor Pack<sup>84</sup>, el cual es un sistema integral de pisos epóxicos o los pisos Sikafloor en términos generales de la empresa Sika.

Para la instalación de estas mezclas, y debido a que el tiempo de vida de estas es de una hora, se recomienda solo preparar la cantidad de material que sea capaz de instalar en ese tiempo.

Las juntas de los pisos pueden ser tratados o no, dependiendo de los requerimientos de uso de los pisos. En caso de ser tratadas, se recomienda el uso de morteros elasto - plástico<sup>85</sup>, con una dosificación de 1 parte de cemento:4.5 partes de arena de pega:1.5 partes de una emulsión acrílica de alta elasticidad, o el uso juntas epóxicas como las juntas antiácidas.

Los pisos epóxicos son de muy fácil limpieza por lo que son muy usados para fabricas de alimentos y no deben ser usados en zonas que estén sometidas a la acción de ácidos fuertes.

---

<sup>83</sup> Es un producto de la empresa TOXEMENT, que actúa como endurecedor epóxico para hormigones y morteros. Ver los manuales técnicos de instalación de productos.

<sup>84</sup> Endurecedores epóxicos de la empresa Sika, constituido por tres componentes. Ver los manuales técnicos de instalación de productos.

<sup>85</sup> Masil carburante, el cual es una masilla elasto-plástica resistente a carburantes. Es un producto de la empresa TOXEMENT, o Ver los manuales técnicos de instalación de productos.

**Ver figura 49.**

**FIGURA 49**

### 15.3.2.3. PISOS EN VINÓLEOS

Es un material plástico a base de vinilo con refuerzo de lonas sintéticas, su presentación es en rollos de 7.20 y 25 m. de longitud x 1.20 m. de ancho y espesores desde 2 a 5 mm. Su utilización esta dada para ambientes interiores, debido a que no es resistente a la humedad, despegándose y soplándose. Se puede pegar sobre cualquier superficie, siempre y cuando sea pareja y no tenga juntas, ya que estas se marcarían en el vinóleo.

Si su instalación es sobre el primer piso, se debe construir una losa en concreto, una vez esta haya fraguado se realiza un mortero de nivelación de Dosificación 1:4 con un impermeabilizante integral tipo Sika 1, Tec Omicron, Toxement polvo, Toxement 1A<sup>86</sup> o similar; una vez este seco completamente, se aplica colbón con agua en proporción 1:1, con el objetivo de sellar los poros del mortero para garantizar el alto consumo del pegante.

Posteriormente a este sellado se corta el material de acuerdo al espacio donde se va a instalar, se aplica colbón o pegante en la lona y sobre la superficie del mortero, se deja secar alrededor de 7 minutos se coloca el linóleo asentándolo con una llana de madera para sacar los posibles embombamientos que puedan presentarse, también se pueden usar las mismas pegas usadas para los pisos en vinilo y caucho.

### 15.3.2.3. TAPETES

Es un producto de altas especificaciones elaborado con fibras de varios tipos, naturales como la lana, el algodón o el yute y las sintéticas como el nylon, el nylon hilado, poliéster, acrílico y polipropileno, las cuales ofrecen muy buenas y diferentes características desde el punto de vista estético. Deben ser resistentes al tráfico previsto, el cual puede ser liviano, medio o pesado; deben ser resistentes al fuego y al agua.

Existen muchas variedades en el mercado, sin embargo podríamos definir tres tipologías de las sintéticas, en cuanto a su acabado, las recortadas de nylon, las recortadas de polipropileno y las argolladas de polipropileno<sup>87</sup>.

- **Alfombras recortadas** - Es un producto realizado con fibras de nylon y/o polipropileno de muy variados colores, la cual ofrece una buena protección y comportamiento a la humedad debido a que hace frotar los líquidos en la superficie debido a la conformación de sus argollas, posee excelente recuperación a la pisada, apariencia y durabilidad, adicionalmente es fabricada con un producto que no es inflamable. Los tapetes poseen importantes características de cubrimiento, recuperación a la pisada y resistencia a la abrasión. Su uso principal es de tipo residencial.

---

<sup>86</sup> Impermeabilizantes integrales que se adicionan a los morteros o a los hormigones con el objetivo de crear mezclas con características impermeables. Ver manuales técnicos de instalación de productos de las empresas fabricantes de aditivos, TOXEMENT, TEC, Sika, MBT, etc.

<sup>87</sup> Datos técnicos de ALFA. Tipologías de productos.

- **Alfombras argolladas** - Son elementos tejidos en filamentos de polipropileno, las cuales presentan variadas posibilidades de uso de acuerdo a los diferentes tipos de diseños, gramajes y colores. Adicionalmente a las características planteadas anteriormente, poseen alta resistencia a la luz, son antiestáticas y de fácil mantenimiento; lo cual hace que sean indicadas para usarlas en zonas de tráfico pesado.

La superficie para la instalación de los tapetes debe estar completamente seca, limpia de grasas, pinturas, aceites, polvo, debe estar nivelada, sin arrugas ni imperfecciones y permanecer estable, presentando una buena adherencia a la base y a la superficie de apoyo; en cuanto a las alfombras, deben tener estabilidad dimensional, para evitar su encogimiento, estiramiento y compresibilidad.

Se debe hacer un estudio cuidadoso de los cortes para evitar al máximo el desperdicio de material. Como primer paso del proceso de ejecución, se debe instalar el fieltro, el cual se usa para obtener óptimos resultados de la alfombra, aumentando su durabilidad y mejorando el aislamiento acústico y térmico. Este se adhiere sobre toda la superficie con pegantes o puntillas y debe quedar sin arrugas ni imperfecciones.

Una vez recortada la alfombra, se extiende sobre la superficie, se estira con ayuda de un estirador mecánico o de rodilla, iniciando la operación desde una esquina y se va asegurando al piso con puntillas o pegantes en los extremos contra las paredes. Los empates pueden ser cocidos o pegados con cintas adhesivas a base de calor o pegantes.

Los bordes deben ser recubiertos con pegantes, para evitar el desprendimiento de hilazas. Los que no queden contra las paredes deben protegerse con pirlanes de metal, madera o plástico, pegados, atornillados o clavados.

Todos los cortes deben realizarse con cuchillas por la parte posterior de la alfombra, siguiendo los trazos previamente marcados. Las costuras se realizan en la base de la alfombra y a lo largo de la unión.

En la instalación de escaleras se debe iniciar siempre desde la parte superior. En caso de instalarse sobre el terreno natural, deben aislarse completamente de la humedad.

Los tapetes son elementos que requieren un mantenimiento adecuado y permanente, se deben aspirar frecuentemente y de acuerdo al uso.

Al ingreso a las áreas entapetadas, se deben instalar tapetes atrapa mugre. Las alfombras se deben limpiar con un poco de agua y jabones especiales para estas. Se deben lavar anualmente, como mínimo, con maquinas hidrolavadoras<sup>88</sup>.

---

<sup>88</sup> Capítulo 13, Pavimentos o pisos. Empresas públicas de Medellín y CAMACOL. Colocación de alfombras.

## 16. ESTUCOS

### Introducción

El estuco es una capa preparada con diferentes materiales sólidos que cumple una función de preacabado, generalmente es de textura fina y busca mejorar la base de soporte para la aplicación del acabado final (pintura); el estuco se aplica sobre diferentes superficies tales como:

- Superficies previamente revocadas (cielos y muros).
- Cerramientos en bloque de concreto (sin revoques previos).
- Muros en concreto (sin revoques previos).
- Cerramientos en diferentes tipologías de paneles prefabricados como Drywall, asbesto cemento, etc.

Los tipos principales tipos de estuco son:

- Estuco tradicional.
- Estuco plástico.
- Yeso retardado.
- Yeso pasado.
- Estucos para exteriores.
- Estucos con polvo de ladrillo (investigación).

### 16.1. ESTUCO TRADICIONAL

El estuco tradicional es el que por tradición se ha desarrollado en nuestras obras de construcción y está compuesto fundamentalmente de yeso, caolín y cemento. El yeso debe ser de fraguado lento (F.I.=18 min. – F.F.=25 min.), la cal ó el caolín son los retardadores y el cemento es un ligante secundario que ayuda a obtener la coherencia (resistencia) en pocos días.

La dosificación más usada es:

- |           |   |      |                      |
|-----------|---|------|----------------------|
| ▪ Yeso    | 4 | Vol. | (Oficio: ligante)    |
| ▪ Caolín  | 4 | Vol. | (Oficio: retardador) |
| ▪ Cemento | ½ | Vol. | (Oficio: ligante 2°) |

En algunos casos se deben adicionar superplastificante en polvo que mejora la coherencia del material y disminuye el agua de amasado o adicionar acronal, el cual le permite a la mezcla mejorar su adherencia a la base de soporte.

### 16.2. ESTUCO PLÁSTICO

Son estucos a base de yeso de gran plasticidad y de color blanco, por lo cual permite disminuir el consumo de pintura.

Por ser materiales que vienen listos, su preparación es muy fácil; se debe aplicar el estuco sin diluir o agregando agua.



Es una mezcla realizada por fabricantes externos a la construcción, su formulación esta relacionada con las pinturas a base de agua.

Componentes:

- Rellenos (minerales molidos)
- Resinas ligantes (acrílicas ó vinílicas)
- Aditivos (espesantes, fungicidas, etc.)

El control de calidad que se hace en el proceso de instalación va enfocado al producto ya mezclado. Su aplicación puede darse sobre cualquier superficie en espesores hasta de 1 cm, adicionalmente es un producto que se puede utilizar fácilmente para realizar molduras y filetes, debido a su rápido secado entre capa y capa.

Se debe permitir un secamiento entre manos de 3 a 4 horas y de 24 horas para la aplicación de pinturas.

Las principales propiedades son:

- Facilidad de aplicación.
- Porcentaje de sólidos.
- Capacidad de relleno.
- Coherencia del material seco.

### **16.3. YESO RETARDADO**

Son mezclas de fabrica con yeso, relleno y retardadores. Sus propiedades más importantes son:

- Fraguado inicial y final.
- Resistencia mecánica a la compresión.
- Requerimiento de agua.

Para su proceso de aplicación se asimila al estuco tradicional, pero es más sensible en su calidad debido a la cantidad de agua que se le agrega.

### **16.4. YESO PASADO**

Es un producto preparado por artesanos, que se hace generalmente en obra. Se produce con base en yeso con exceso de agua, el cual se decanta y se liga con emulsiones vinílicas ó acrílicas. Por la forma como se produce el yeso entra a ser solo un relleno, ya que su fraguado se produce antes de su instalación y no influye en la coherencia del material final.

El control de este tipo de materiales es difícil debido a las diferentes variaciones en el contenido de ligantes y en las características del yeso al ser pasado. Es muy difícil determinar su dosificación debido a que es producido muy artesanalmente.

En cuanto a su aplicación es muy similar al estuco plástico, pero se debe tener especial cuidado en el control del mezclado y la adición de los ligantes.

### **PROCESO DE PREPARACIÓN Y APLICACIÓN**

- **Estuco tradicional**

Se debe dosificar y mezclar centralizadamente en la obra con el fin de garantizar su composición. El polvo seco ya mezclado se debe guardar en bolsas plásticas cerradas durante un máximo de dos días.

La aplicación se efectúa en diferentes manos que puede oscilar entre 2 y 4, en espesores entre 3 y 5 mm por mano, y cada mano debe aplicarse en sentido contrario a la anterior. El secamiento para entre manos debe ser de 3 a 4 horas.

Una vez aplicadas todas las manos y antes de que fragüe completamente, se debe realizar el pulido de la superficie estucada, para lo cual se utiliza una llana metálica con un poco de agua. El objetivo de este pulimiento es garantizar una superficie lo suficientemente tersa.

Los principales controles del material aplicado deben ser:

- Coherencia, para lo cual se usa el rayar la superficie estucada. A los 3 días debe ser muy resistente a la uña.
- Aplicación y consumo del material por metro cuadrado.
- Desperdicio del material, de donde se establece que lo normal es un consumo entre 2 y 2.5 kg/m<sup>2</sup>.
- Secamiento total de la superficie para la aplicación de la pintura.

- **Estuco plástico**

Al igual que todos los acabados y preacabados, se deben preparar adecuadamente las bases de soporte; en caso de aplicarse sobre superficie previamente pintadas, se debe lavar la base, retirar la pintura que se encuentre desprendida, rayar el estuco y la pintura anterior para garantizar una mejor adherencia.

La superficie debe estar húmeda más no saturada, sana, limpia de grasas, polvos, material particulado suelto, etc.

Luego se procede a preparar la mezcla, donde su dosificación tradicional en volumen es 2:11/2 (estuco:agua); en el caso de utilizarse para hacer resanes ó llenos, su dosificación es 2:1 (estuco:agua).

Su aplicación se hace por medio de una llana metálica lisa, de igual forma que el estuco convencional, teniendo previsto el extender al máximo la capa aplicada; cada una de las capas siguientes, que pueden oscilar entre 3 y 4 dependiendo de la superficie a estucar, debe ser aplicada en sentido contrario a la anterior para garantizar una mejor adherencia.

Finalmente se liján las asperezas que puedan encontrarse y se retira el polvo generado por el lijado de la superficie y una después de finalizada la aplicación del estuco, se puede aplicar la primera mano de pintura

Su rendimiento aproximado sobre una superficie nivelada y aplomada es de 1 a 1.5 kg/m<sup>2</sup>, con tres capas de estuco. Los controles de aplicación más importantes son:

- Consumo por metro cuadrado.

- Desperdicios.
- Adherencia del material seco.
- Espesor de aplicación en cada mano.

Debido a su alta adherencia se utiliza sobre superficies muy lisas, como laminados en madera, bloques de cemento ó prefabricados en concreto.

En el mercado existen diferentes empresas fabricantes de estucos plásticos, tales como Estuka<sup>89</sup>, Textuco<sup>90</sup>, y Nevado<sup>91</sup>. Cada uno de ellos con características diferentes propias de cada una de las tecnologías maneja por las empresas.

Los estucos plásticos son productos de calidad homogénea, y con características especiales, tales como el largo tiempo de duración una vez mezclados sin que se pase la mezcla. Lo cual implica una reducción importante del desperdicio y un aumento considerable del rendimiento, en cuanto al material se refiere.

Tiene una gran ventaja a diferencia de los estucos preparados en obra, y es que se pueden aplicar sobre superficies húmedas, lo que implica, en algunos casos un importante condición dadas las necesidades actuales en cuanto a las velocidades de construcción. Adicionalmente los tiempos de secado entre manos es inferior a los estucos tradicionales.

#### • **Estuco para exteriores**

El estuco para exteriores, es un material resistente a la intemperie, a la humedad y es recomendado para usarse en zonas donde se desea un acabado exterior blanco; es un producto autolavable, el cual no retiene ni polvo ni suciedades ambientales. Tiene excelentes características de adherencia sobre revoques, pinturas, maderas y placas de fibrocemento.

Es un producto que viene completamente preparado, y por tanto no hay necesidad de adicionarle agua, su aplicación se hace igual a los procesos descritos anteriormente. Se dan 2 ó 3 manos muy delgadas hasta dejar tersa y suave la superficie dejando secar entre manos.

Para dar acabados texturizados, su aplicación se hace por medio de llanas metálicas, igual a los descritos, pero la última mano se aplica con rodillos, que es el que le da la textura deseada.

Su rendimiento es aproximadamente entre 4 ó 5 m<sup>2</sup> por galón.

Se debe tener cuidado en no aplicar este tipo de productos sobre cal, yeso o argamasas, ya que estos materiales impiden la buena adherencia del producto; adicionalmente estas bases de soporte no son adecuadas para entrar en contacto con la humedad.

#### • **Estuco a base de polvo de ladrillo**

---

<sup>89</sup> Es un estuco listo de larga duración de Sika, se usa sobre revoques, frisos, muros en bloques de concreto o muros en concreto. Ver manuales técnicos de instalación de productos.

<sup>90</sup> Estuco plástico para uso interior fabricado por la empresa Tecnología S.A. Medellín.

<sup>91</sup> Estuco plástico para exteriores color blanco fabricado por la empresa Tecnología S.A. Medellín.

Este tipo de estuco ha sido estudiado por diferentes sectores de la industria de la construcción, con el fin de utilizarse en fachadas.

Esta compuesto básicamente por polvo de ladrillo, resinas acrílicas (colipolímero de acrilatoestireno), espesantes (alcoholes polivinílicos o éteres de celulosa), disolventes. Dependiendo del grado de fluidez de la mezcla, una vez se le adicione los demás productos, se puede usar como estuco o como pintura (uso de diferentes tipos de tierras como pinturas para interiores y exteriores).

El ladrillo debe ser pretriturado en partículas más o menos finas ( 4 mm), antes de pasarlo por un molino de bolas con lo cual se logra obtener la granulometría adecuada (retenidos en todas las malla - 30, 50, 100 y 200). Adicionalmente el escoger el material para la preparación de las mezclas, utilizando los diferentes retenidos en las mallas (combinaciones de las mallas 100 y 200 (textura lisa) únicamente o mallas 30 y 50 (textura rugosa) únicamente) nos permite obtener texturas diversas que deben ser seleccionados, de una u otra forma, de acuerdo al uso y exigencias a las cuales van a estar sometidas.

• **Estucados en caliente**

El estucado en caliente es una técnica del estucado en fuego. El resultado que se obtienen del proceso se da debido a la alteración de los materiales por el efecto del calor.

Es una alternativa arquitectónica diferente para los acabados de fachadas.

**CRITERIOS DE SELECCIÓN**

- Calidad de la obra a ejecutar.
- Disponibilidad de personal que haya aplicado el material.
- Costo de contratación por m2.
- Responsabilidad de los proveedores de materias primas o de estucos premezclados.
- Base de soporte del estuco.

<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>TRADICIONAL</b>	<b>PLÁSTICO</b>	<b>RETARDADO</b>
<b>COSTO</b>	COSTO MEDIO	COSTO ALTO	COSTO BAJO
<b>RESISTENCIA AL AGUA</b>	BUENA RESISTENCIA	SE ABLANDA Y SE RECUPERA	BAJA RESISTENCIA
<b>ADHERENCIA</b>	BAJA	ALTA	BAJA
<b>RESISTENCIA MECÁNICA</b>	ALTA	ACTITUD PLÁSTICA	BAJA
<b>COMPORTAMIENTO CON LA PINTURA</b>	REQUIERE SELLANTE ANTES DE PINTAR	NO REQUIERE SELLANTE	REQUIERE SELLANTE

## 17. PINTURAS

El objetivo fundamental de la pintura es actuar como elemento decorativo y protector de los objetos mejorando sus características estéticas y su durabilidad; a su vez es un producto que se ha acomodado muy bien a cualquier superficie sin importar el material, el tamaño, la forma o el uso que se le de.

La pintura a través de la historia, ha sido utilizada y desarrollada de muy diversas formas. La extracción de pigmentos se ha dado a partir de la trituración de semillas, de la calcinación de las sales de cobre, de la mezcla de tierras y aceites, de la molienda de minerales y del uso de materiales bituminosos como la brea o el uso de bases resinosas como la cera de abejas, la clara de huevo y la leche.

La pintura es un material de apariencia líquida, que al aplicarse sobre una superficie u objeto se adhiere a él, endureciéndose y formando una capa sólida que cumple con las funciones para el cual fue fabricada.

Existen pinturas para cualquier tipo de superficie tales como: piedras, maderas, metales, plásticos, cueros, pisos y muros en diversos materiales; adicionalmente según el tipo de pintura resiste diferentes agentes agresores tales como: calor, frío, altas temperaturas, abrasión, golpes, saltos térmicos, ataque de productos químicos, etc.

Para que las pinturas cumplan sus objetivos y se puedan obtener de ellas los máximos beneficios, es indispensable cumplir las siguientes condiciones<sup>92</sup>:

- \* **Adherencia** - es el resultado de todas las fuerzas de tipo físico-químico que mantiene el contacto entre la superficie y la pintura durante el tiempo de vida útil del recubrimiento.
- \* **Espesor** - es el que asegura la duración mínima requerida para el recubrimiento debido a su desgaste natural de la película (su resistencia mecánica) y los ataques químicos y físicos externos.
- \* **Sistema** - selección de acuerdo a las exigencias a las que estará sometida y al tipo de base de soporte, adicionalmente definición del proceso de ejecución adecuado.

La selección del sistema se hace definiendo claramente los siguientes aspectos:

- Objeto o superficie que se va a pintar.
- Material del que está constituido el objeto.
- El estado en que se encuentra (nuevo sin pintura, con pintura, estado de la superficie).
- Medio ambiente donde estará el objeto (interior, exterior, aire, agua dulce o salada, clima).
- El tipo de acabado (mate, liso, durable, de secado rápido, herramienta y forma de aplicación).
- Tipo de pintura (vinilo, esmalte, epóxicas).

---

<sup>92</sup> Ver manuales técnicos de aplicación de pinturas, de Pintuco.

En general las pinturas contienen 5 tipos de elementos<sup>93</sup>:

1. **Pigmentos:** Son los materiales sólidos y muy finos que le dan el color a la pintura, el poder de cubrimiento y algunas características propias (viscosidad, anticorrosión, luminiscencia, reflectancia, etc.).
2. **Ligantes:** Es una resina sintética o natural de tipo modificado, ya polimerizada, traslúcida y de características mecánicas plásticas que forman la película dura y resistente; por lo tanto son los que dan las propiedades claves tales como durabilidad, resistencia a agentes químicos, flexibilidad, etc. Su importancia radica en que este componente da el nombre a la pintura.
3. **Solventes:** Son los medios líquidos de diversa naturaleza química que comunican su fluidez a las pinturas.
4. **Rellenos:** Son en su mayoría minerales molidos o compuestos inorgánicos en polvo que se agregan a la pintura para bajar su costo y/o comunicar propiedades especiales, como textura, brillo, resistencia a la abrasión.
5. **Aditivos:** Son elementos de diversa composición que se introducen en la formulación para lograr mejoras en la aplicabilidad, estabilidad en el almacenamiento, el secado y funcionamiento.

En general, en el proceso de fabricación los pigmentos y rellenos se dispersan en el solvente, parte del ligante y en algunos aditivos, y posteriormente se les agrega el resto de los componentes hasta obtener las características físicas predeterminadas (color, viscosidad, secamiento, cubrimiento).

## 17.1. CLASIFICACIÓN DE LAS PINTURAS

### Por el tipo de ligante

Se dividen de acuerdo a la característica química del ligante, por ejemplo, vinílicas, acrílicas, epóxicas, alquídicas, etc.

### Por el solvente principal

A base de agua y/o a base de solvente (s. de petróleo – esmaltes sintéticos, s. especiales – lacas para vehículos, pinturas epóxicas).

### Por el tipo de secado

Es el proceso por medio del cual la capa de pintura se endurece adquiriendo sus propiedades decorativas y su resistencia.

- Por evaporación del disolvente (lacas y vinilos).
- Por oxidación - el oxígeno del aire actúa sobre la capa de pintura aplicada (esmaltes sintéticos).
- Por reacción química a temperatura ambiente - los dos componentes de la pintura reaccionan entre sí al mezclarse (epóxicas y poliuretanos).

---

<sup>93</sup> Manuales técnicos para manejo y aplicación de pinturas. Pintuco S.A.

- Por reacción química a alta temperatura (esmaltes horneables).

#### **Por el uso final**

- Lacas para autos.
- Vinilos para paredes.
- Pinturas anticorrosivas para metales.
- Lacas para lápices.

## **17.2. PINTURAS Y SISTEMAS PARA LA CONSTRUCCIÓN**

El mercado de los acabados es muy cambiante en nuestro medio y a nivel mundial, lo que implica un gran desarrollo de nuevos productos y más aún en las pinturas.

### **17.2.1. PINTURA PARA PAREDES INTERIORES**

Una vez estucadas las paredes, son normalmente terminadas con imprimantes y pinturas, para obtener superficies de color y texturas agradables; para lo cual son muy usadas las pinturas a base de agua para interiores.

La pintura es considerada como uno de los puntos claves de la construcción debido al alto metraje involucrado dentro de los procesos constructivos y por la variedad de productos ofrecidos por las diferentes casas fabricantes.

Los sistemas constructivos más usados son:

- Estuco tradicional como base, pintura alquídica mate como sellante y pintura de vinilo (tres manos).
- Estuco plástico como base, pintura de vinilo (tres manos).
- Estuco tradicional como base, imprimación de cal, pintura en vinilo (dos ó tres manos).
- Estuco tradicional como base, pintura económica en vinilo (una mano), pintura en vinilo (dos manos).

Se establece, adicionalmente, dos tipos de acabados, pinturas de alta calidad y pinturas de calidad económica<sup>94</sup>. Los acabados con pinturas de alta calidad, se hace, con pinturas que cumplen la norma ICONTEC 1335 Tipo 1, en donde se establece que estas deben presentar baja porosidad y alta resistencia al frote húmedo, condiciones estas necesarias para poder denominar una superficie como lavable; la calidad económica se hace con pinturas que cumplen la norma ICONTEC 1335 Tipo 2, en donde no se clasifican como lavables.

Se debe tener especial cuidado con los problemas que causa el resanado con materiales no adecuados o incompatibles químicamente entre sí.

---

<sup>94</sup> Capítulo 15. Pinturas y protección de elementos. Empresas públicas de Medellín y CAMACOL. Aplicación de pinturas a base de agua sobre muros estucados. Enero de 1989.

Las diferencias entre los vinilos de alta y baja calidad se explica por la concentración de pigmentos y ligantes:

	<b>ALTA CALIDAD</b>	<b>BAJA CALIDAD</b>
<b>Pigmentos</b>	Aprox. 1 Kg/Gal	0.3 a 0.5 Kg/Gal
<b>Ligante</b>	1.5 a 1.8 Kg/Gal	0.5 a 0.8 Kg/Gal

El uso simultáneo de pinturas de alta y baja calidad causan problemas prácticos de difícil control causados por la incompatibilidad química y física de las pinturas.

#### ▪ **Aplicación**

La aplicación de las pinturas pueden realizarse con brochas, rodillos o compresores tipo Airless Spray.

Los muros deben estar libres de polvo, grasas o sustancias extrañas, adicionalmente su superficie debe estar pulida, resanada y lijada con papel fino N° 100.

Lo primero que se debe realizar es una imprimación o emporado de la superficie, debido que su aplicación facilita la aplicación de la pintura de acabado final y evita el ataque químico de los revoques y estucos. Generalmente se utiliza un imprimante acrílico o vinílico o un imprimante alquídico mate.

La aplicación se realiza en una sola mano de pintura, en la dilución recomendada por el fabricante. El imprimante alquídico puede ser diluido con varsol o con kerosene. Un rendimiento adecuado para esta operación es aproximadamente entre 50 y 70 m<sup>2</sup> por galón.

- **Aplicación de la pintura con brocha<sup>95</sup>** - La pintura se diluye aproximadamente con ¼ de galón de agua por 1 galón de pintura, y se aplica en franjas verticales completas de 80 cm de ancho aproximadamente. La aplicación se inicia en cualquier dirección pero debe terminarse en el sentido vertical, etapa esta que comunmente se conoce como “peinado”; la operación no debe ser interrumpida, a menos que se presenten manchas de brillo.

El grado de dilución puede variar de la primera a la tercera mano, siendo en general menor en las primeras que en la última. El tiempo de secamiento entre manos es normalmente de 3 a 4 horas, sin embargo este tiempo cambia de acuerdo al clima.

- **Aplicación de la pintura con rodillo<sup>96</sup>** - La textura de la superficie obtenida tiene algún grado de rugosidad que esconde los defectos menores. La dilución previa de la pintura es menor, máximo 3/8 de galón por 1 galón de pintura; debido a su

<sup>95</sup> Capítulo 15. Pinturas y protección de elementos. Empresas públicas de Medellín y CAMACOL. Aplicación de pinturas a base de agua sobre muros estucados. Enero de 1989.

<sup>96</sup> Capítulo 15. Pinturas y protección de elementos. Empresas públicas de Medellín y CAMACOL. Aplicación de pinturas a base de agua sobre muros estucados. Enero de 1989.



mayor velocidad de aplicación se presentan menores probabilidades de manchas de brillo.

El consumo de pintura es mayor con relación a la aplicación con brocha, entre un 5 y un 10 % más, pero esto se compensa con la velocidad del trabajo.

Las zonas de unión entre muros y cielos requieren de algún ajuste con brochas o rodillos pequeños. El trabajo con rodillos se aplica generalmente en tres manos.

- **Aplicación de la pintura con compresor**<sup>97</sup> - Las condiciones de trabajo varían con el tipo y características de las maquinas utilizadas, influyendo la presión de trabajo. El rendimiento de las pinturas es menor especialmente por el desperdicio, pero su aplicación puede hacerse en sólo dos manos; la mano de obra requiere un buen grado de especialización. El rendimiento en nuestro medio es aproximadamente entre 15 y 20 m<sup>2</sup> por galón para construcción nueva; esta cifra incluye todo tipo de desperdicios y repintes.

Adicionalmente a los sistemas planteados anteriormente existen nuevas pinturas que generan efectos determinados a las diferentes superficies donde se aplican; es el caso de las pinturas tipo "Efectos" de Pintuco<sup>98</sup>, la cual es una pintura acrílica a base de agua que al aplicarse su apariencia final se asemeja a un acabado con textura en granito muy fino o a pinturas iridiscentes.

### **Preparación de la superficie para la aplicación de pinturas tipo Efectos**

#### ▪ **Superficies acabadas**

Se debe tener cuidado en revisar que esté seca y libre de polvo, mugre, aceites, ácidos y grasas, para garantizar la correcta adherencia y para evitar ataques de la superficie a la pintura.

Antes de pintar se deben resanar las grietas, agujeros y los posibles defectos que afecten el acabado; en caso de aplicarse sobre superficies pintadas, se deben retirar los acabados deteriorados y solucionar las posibles humedades que puedan encontrarse.

Una vez preparada la superficie adecuadamente se aplican dos manos de pintura acrílica o vinílica del color seleccionado, la cual se deja secar y se aplica la pintura tipo "Efectos".

#### ▪ **Superficies nuevas**

Se aplican sobre estucos tradicionales o plásticos, posteriormente se hechan de 1 a 3 manos de pintura tipo "Efectos", dependiendo de la textura que se desee; también se pueden aplicar 2 ó 3 manos de pintura tipo acrílica ó vinílica y una mano de la pintura tipo "Efectos"<sup>99</sup>.

---

<sup>97</sup> Capítulo 15. Pinturas y protección de elementos. Empresas públicas de Medellín y CAMACOL. Aplicación de pinturas a base de agua sobre muros estucados. Enero de 1989.

<sup>98</sup> Ver manuales técnicos de aplicación de pinturas, de Pintuco.

<sup>99</sup> Ver manuales técnicos de aplicación de pinturas, de Pintuco.

El número de manos hace que el color y el efecto sean más intensos. Es necesaria la aplicación de una ó dos manos de pintura “Acabado Transparente Efectos” para dar una mayor duración a este tipo de pinturas

Para la aplicación se pueden utilizar brochas o pistolas a presión.

- Cuando se usan brochas se aplica la pintura sobre la pared en forma de puntos y de manera continua, evitando el desplazamiento de la brocha en forma vertical u horizontal para no dejar huellas en forma de rayas.
- Cuando se usan pistolas su aplicación se hace a una distancia de 30 o 40 cm de la superficie y realizando movimientos lentos y continuos sobre la pared.

Las condiciones del ambiente deben tenerse en cuenta para evitar contratiempos durante la aplicación, secamiento y almacenamiento de las pinturas. Si la temperatura es elevada reduce proporcionalmente los tiempos de secado y viceversa; la ventilación también es muy importante porqué, adicionalmente, influye en el tiempo de secado de las superficies pintadas y ayudan a dispersar los vapores de solventes que son dañinos para los pintores y que potencializan los riesgos de incendios o explosiones.

Sin embargo la ventilación puede arrastrar mugre de los alrededores y depositarlos sobre las pinturas, dañando su acabado.

El resanado de los muros debe realizarse después de dos manos de pintura o después de la primera cuando se usan imprimantes, el material de resanado más común es el yeso puro, lo cual no es apropiado debido a su falta de adherencia; el resane más adecuado debe realizarse con estuco plástico, yeso-pintura o productos especializados para esta operación.

El uso de mezclas de pinturas de diferentes calidades o de primera mano de pintura económica y últimas manos de alta calidad, no se recomienda por la dificultad de control que dichas prácticas implican.

El uso de cal como imprimante debe descartarse radicalmente, ya que este producto tiene muy mala adherencia sobre la base de soporte.

### **17.2.2. PINTURA PARA FACHADAS Y MUROS EXTERIORES**

Por las condiciones de exposición a la intemperie y la alta alcalinidad de muchos de los sustratos encontrados, el pintado de fachadas requiere variantes importantes con relación al pintado de muros interiores<sup>100</sup>.

Las pinturas para fachadas deben presentar una vida útil del orden de tres años, no debe presentar decoloraciones o cambios de tonalidad importantes durante este período de tiempo, no debe permitir la formación de hongos y no debe presentar descascarados, cuarteamientos o desprendimientos.

---

<sup>100</sup> Capítulo 15. Pinturas y protección de elementos. Empresas públicas de Medellín y CAMACOL. Aplicación de pinturas en fachadas. Marzo de 1989.

La fachada, ya sea en ladrillo, bloques, revoque o concreto, debe ser lavada previamente para eliminar las suciedades, grasas, restos de cementos, cal, musgos, hongos u otras contaminaciones. Además, antes de pintar, debe dejarse secar completamente. Para este lavado se recomienda usar ácido oxálico diluido al 10% en agua.

Para definir el sistema adecuado se debe tener en cuenta, de manera sustancial, el tipo de base de soporte.

**Para mamposterías en ladrillo** - En este caso solo se deben usar las pinturas 100% acrílicas o vinílicas de alta calidad, norma ICONTEC 1335 Tipo 1.

**Para mamposterías en bloque, concreto o ladrillo revocado** - Se recomienda utilizar una pintura acrílica que cumpla con la misma norma ICONTEC. Sin embargo se pueden usar pinturas a base de caucho clorado, como alternativa de máxima calidad, pero de mayor costo. En este caso, el secamiento de la superficie de soporte, es crítico.

En los dos casos anteriores, es necesario tener en cuenta la selección de los pigmentos para obtener una buena resistencia a la intemperie, se recomiendan las pinturas que son fabricadas con los siguientes tipos de pigmentos:

- Amarillos: Óxido de hierro ocre.
- Blancos: Óxido de titanio tipo rutilo, debe ser tratado.
- Rojos: Óxido de hierro rojo.
- Negros: Negro de humo ú oxido de hierro negro.
- Verdes: Óxido de cromo.
- Azules: Azulftalocianina (pero no son de igual calidad que las anteriores).

Las pinturas recomendadas son las llamadas pinturas Hidro-repelentes para garantizar una alta resistencia a la intemperie, las cuales, adicionalmente, posee las siguientes características:

- Buen comportamiento a la retención del color.
- Es resistente al ataque de hongos.
- Muy buena adherencia.
- Alto cubrimiento.

#### ▪ **Aplicación**

Preparación de la superficie en cuanto a su limpieza y reasane, se debe hacer igual a los procesos descritos anteriormente.

La aplicación de la pintura, se puede hacer por medio de brochas, rodillos o compresores con la dilución recomendada por el fabricante<sup>101</sup>.

Para las pinturas a base de agua, si la porosidad es excesiva, se recomienda imprimir la superficie con una emulsión acrílica diluída en agua (1:1) y si es necesario, aplicar con rodillo o aspersor, ya que estos procedimientos presentan menores problemas de manchas de brillo que la aplicación a brocha.

---

<sup>101</sup> Ver manuales técnicos de aplicación de pinturas, de Pintuco.

Los rendimientos de las pinturas son bastante menores que en la aplicación normal sobre estucos, por ser superficies más burdas. Imprimación con acrílica: de 5 - 7 m<sup>2</sup>/litro - Acabado vinílica o acrílica: de 2.5 - 4 m<sup>2</sup>/litro - Caucho clorado: 2 - 3 m<sup>2</sup>/litro.

Aunque los bactericidas y fungicidas mezclados a las pinturas en Colombia, no presentan una vida útil muy larga después de aplicada la pintura, se recomienda a los fabricantes estudiar adiciones con el fin de dar una buena protección en los primeros meses por ser estos críticos por la humedad residual de la construcción.

Si la ventanería esta instalada, se debe proteger con una protección removible para evitar su deterioro; por otro lado, se recomienda que la ejecución se realice de arriba hacia abajo y por franjas horizontales. Es muy importante tener en cuenta las condiciones ambientales y evitar la aplicación en condiciones de lluvia.

De este tipo de pinturas hidro-repelentes, las más conocidas en el mercado y de mejor calidad son las pinturas tipo Koraza de Pintuco<sup>102</sup>.

### 17.2.3. ENCALADO EN SUPERFICIES DE LADRILLO, BLOQUE O CONCRETO<sup>103</sup>

Esta operación se define como la aplicación de acabados en cal, para obtener superficies blancas o coloreadas, por medio de la adición de pigmentos. La cal puede aplicarse con aditivos o sin ellos. El acabado obtenido debe poseer buena coherencia y adherencia a la superficie, lo cual implica que no se desprenda al frotarla.

Para garantizar una buena adherencia se deben usar aditivos acrílicos, lo cual nos permite esperar una vida útil de 2 a 4 años, de acuerdo con la cantidad adiconada. La textura de la superficie obtenida es normalmente burda, ya que el material se seca rápidamente sobre la superficie y por lo tanto no se deja traajar con facilidad.

Los materiales que se deben usar son:

- Cal hidratada: mínimo 80% de cal disponible.
  - Residuo mayor que malla N° 200: Máximo 15%
  - Residuo Mayor que malla N° 30: Máximo 0.5%
- Cloruro de sodio: Sal normal de cocina.
- Agua: Potable.
- Emulsión acrílica : Sólidos : Mínimo 50%
  - Composición: Acrílica estirenada o acrílica pura.
- Buena compatibilidad en presencia de cal.

Dosificación:

- Tipo I: Con aditivos convencionales o sin aditivos:

▪ Cal hidratada:	10 kg	10 kg
▪ Sal común:	1 a 3 kg	
▪ Agua:	30 kg	30 kg

<sup>102</sup> Ver manuales técnicos de Pintuco, aplicación de pinturas para fachada tipo Koraza.

<sup>103</sup> Capítulo 15. Pinturas y protección de elementos. Empresas públicas de Medellín y CAMACOL. Encalado en superficies de ladrillo, bloque o concreto. Enero de 1989.

- Tipo II:
  - Cal hidratada: 10 kg
  - Emulsión acrílica: 0.5 a 2 kg (de acuerdo a la cantidad deseada)
  - Agua: 20 a 30 kg

La cantidad de agua es muy importante en el Tipo I, para lograr la cohesión del material seco; la dosificación indicada para la cal sin aditivos equivale a una relación en volumen de 1 de cal por 2 ½ de agua.

El tiempo de que se deja la cal en el agua debe ser del orden de 8 horas especialmente para el Tipo I; en el Tipo II, este tiempo no es esencialmente requerido a menos que la cal presente granos de cal viva.

Para la aplicación de este acabado, la base de soporte debe seguir los mismos parámetros de cualquier otra tipología de acabado, en cuanto a la preparación de la base de soporte es necesario hacer una humectación previa de la superficie, garantizar su limpieza, especialmente para la cal con aditivos convencionales, como la sal, o sin aditivos.

Para la preparación de la mezcla Tipo I, se mezcla la cal, el agua y los aditivos, la cual se debe dejar durante 8 horas en reposo, antes de iniciar su aplicación, para lograr una hidratación completa; para la mezcla Tipo II, se disuelve la emulsión acrílica en el agua y se le agrega la cal con muy buena agitación manual.

Para la aplicación de la mezcla Tipo I, deben darse como mínimo 2 manos, aunque preferiblemente deben ser 3, para lograr un material de buena coherencia; el tiempo de secado entre manos es de 2 a 4 horas. Puede aplicarse con brocha o hisopo; no se recomienda la aplicación con rodillo.

Para la aplicación de la mezcla Tipo II, pueden darse solo dos manos de acuerdo a la cantidad de ligante acrílico adicionado. No hay limitaciones mayores en cuanto al uso o no, de equipos de aplicación. Para ambos el consumo de material es aproximadamente de 0.5 kg/m<sup>2</sup> de cal, para superficies terminadas.

Para la mezcla Tipo I, se debe tener mucho cuidado con el agua de dilución, el tiempo de humectación de la mezcla y la humectación de la superficie. En cuanto a la mezcla Tipo II, se debe diluir primero la emulsión en agua para evitar su precipitación por cal, se debe usar una emulsión de buena calidad, ya que esto puede implicar grandes diferencias en su aspecto final.

La tinturación de la cal puede realizarse con pigmentos minerales de buena calidad; no deben usarse los pigmentos amarillos de cromos, ni los azules de hierro. Los pigmentos más recomendados son óxidos de hierro rojos, amarillos y negros, el óxido de como verde, el bióxido de titanio blanco, el azul de ultramar y sus mezclas.

Las superficies de ladrillo son especialmente críticas para obtener una buena adherencia, para ello se recomienda especialmente el uso de ligantes acrílicos para estas superficies. Los enlucidos en cal no son buenos como base para pintar con otro tipo de productos y por lo tanto deben ser removidos cuando se desea efectuar un cambio.

La forma más común de darle mantenimiento a estas superficies, es a través de la aplicación de una nueva mano de acabado.

#### 17.2.4. PERLITA

La perlita es un material compuesto por cemento blanco ó gris y cuarzo triturado, en proporción de una parte de cemento por tres partes de cuarzo, mezclados en agua y con color (óxido mineral). Existen productos que se consiguen en el mercado a base de piedras calizas, agua, mica, vinilos y talcos como el SHEETROCK<sup>104</sup>., el espesor del acabado final oscila entre 2 y 4 mm.

Esta mezcla se aplica a pistola y aire comprimido o manualmente a través de rodillos; cuando la mezcla está muy fluida da un acabado muy fino y a medida que aumenta su pastosidad el acabado se vuelve más áspero; adicionalmente la textura también depende de las boquillas utilizadas en las pistolas. Por las características de este material, su aplicación se puede hacer sobre ladrillo, revoque, estucos, madera, concreto o en general sobre cualquier superficie que garantice adherencia.

Cuando se va a aplicar sobre superficies pintadas se debe retirar la pintura por completo para garantizar su adherencia. Se debe tener especial cuidado en la limpieza y preparación de la base de soporte. Por lo tanto pudiésemos afirmar que para determinar la apariencia final de este tipo de acabados es necesario controlar simultáneamente los siguientes aspectos:

- **Aplicación con pistola**
  - La consistencia de la mezcla.
  - La presión del aire.
  - La boquilla utilizada para su aplicación.
  
- **Aplicación manual**
  - Se debe tener cuidado en utilizar los productos que contengan el mismo código y la misma fecha de fabricación para evitar cambios de color.
  - Superficie completamente secas y limpia.
  - No se debe adicionar agua a estos productos, ya que esto puede causar pequeños agujeros que van en contra de la apariencia del acabado.

Es un material que generalmente se utiliza en cielos, sin embargo en algunos casos se ha utilizado a la intemperie en fachadas pero sin lograr un acabado muy resistente.

En caso de usarse en exteriores, se debe aplicar una capa de hidrófugo que permitan garantizar su impermeabilidad y protegerlo de la formación de hongos y manchas.

#### 17.2.5. PINTURAS PARA ELEMENTOS DE MADERA

---

<sup>104</sup> Marca del producto usado como materia prima para la aplicación de este sistema.

La madera usada en la construcción se termina en muchos casos con acabados transparentes convencionales, tipo barniz o lacas de nitrocelulosa; este acabado puede ser de “poro abierto”, cuando la textura de la madera se marca en la superficie, o de “poro cerrado”, cuando la superficie queda plana.

En la mayoría de los casos se exige principalmente una apariencia específica, la cual esta definida por el color, la textura y el brillo. El acabado para maderas que vayan a estar expuestas a la intemperie, como es el caso de las ventanas, deben usar materiales adecuados para tal fin<sup>105</sup>.

Para la selección de las pinturas de acabado de elementos en madera, se deben considerar en primera instancia, las pinturas acondicionadoras de superficies tales como<sup>106</sup>:

- **Tapaporos** - Los cuales se usan para llenar los poros y pequeños defectos de las maderas. Tiempo de secado - 4 a 5 hrs. Se aplica una mano y con brochas.
- **Selladores** - Se usa como base para la decoración, dejando los poros de la madera abierta. Objetos no sometidos a la luz del sol, la humedad y la abrasión. Tiempo de secado - 1 hr. Su aplicación es con pistola.
- **Tintes** - Es una solución concentrada de colorantes en una mezcla de disolventes. Se usa para teñir o colorear maderas con el fin de darle uniformidad al color, destacar las fibras o imitar otro tipo de maderas. Se aplica con pistola o brocha.

Posteriormente se procede a la selección del tipo de pintura de acabado, dentro de los cuales podemos identificar los siguientes<sup>107</sup>:

- **Barniz** - Existen diferentes tipos de acuerdo a su uso, dentro de los cuales podemos destacar los barnices (brillantes y transparentes) para interiores no expuestos a la humedad, la luz directa del sol y la abrasión. Los barnices para uso exterior o interior sometidos a humedad, luz directa del sol, ambientes marinos, tropicales y sometidas a la abrasión.
- **Vitriflex** - Es un barniz poliuretano en dos componentes separados, cuya mezcla produce por reacción un acabado incoloro, transparente, brillante, lavable y durable. Se utiliza para superficies sometidas a la abrasión pero que no esten sometidas permanentemente a la humedad o a la luz directa del sol. Se deben aplicar 5 manos como mínimo de vitriflex para garantizar el acabado dejando secar 5 hrs como mínimo entre cada mano.
- **Barniz epóxico brillante** - Es un barniz en dos componentes separados (un barniz epóxico y un endurecedor poliamídico). La mezcla produce una capa

---

<sup>105</sup> Capítulo 15. Pinturas y protección de elementos. Empresas públicas de Medellín y CAMACOL. Acabado de madera transparente brillante o semibrillante con barnices o lacas convencionales. Enero de 1989.

<sup>106</sup> Ver manuales técnicos de aplicación de pinturas, de Pintuco.

<sup>107</sup> Ver manuales técnicos de aplicación de pinturas, de Pintuco.

sólida, dura, brillante, resistente a la abrasión y a las condiciones de ambientes tropicales y marinos.

- **Ultralac transparente incolora** - Son dos componentes separados (laca y catalizador), la cual se utiliza para muebles interiores (bibliotecas, bares, closets, etc.) que no estén expuestos a la luz directa del sol o la humedad permanente.
- **Esmaltes** - Pinturas a base de aceite de acabado brillante, lavable, resistente a interiores y exteriores. Se pueden combinar con tapaporos o con esmaltes diluidos en proporción 4:1 (pintura y disolvente).
- **Pintucoat** - Es una pintura epóxica que viene en dos componentes (pintura epoxi pura y un catalizador poliamídico) que al mezclarse produce una película dura, flexible, resistente a disolventes derivados del petróleo, ácidos débiles e inmersión en agua dulce y salada.
- **Vinilos** - Son pinturas a base de agua, de acabado mate, lavable, resistente. Cuando se van a usar sobre maderas se debe sellar las superficies con vinilos o esmaltes en proporción 4:1 (pintura y agua o disolvente).

Para la aplicación de la pintura de acabado, la madera debe estar pulida y limpia; en caso de ser necesitado, se puede aplicar inicialmente un tinte para ajustar el color requerido, y en algunos casos en que el acabado sea de “poro cerrado”, se sugiere aplicar un tapaporos o sellador, posteriormente se aplicaría la pintura de acabado final<sup>108</sup>.

El proceso de aplicación puede hacerse por medio de brochas o pistolas. No es recomendado hacer acabados mate para las maderas, ya que al ser frotados, de alguna forma, dejan manchas debido a la diferencia de brillo que se producen en las zonas frotadas<sup>109</sup>.

Cuando las superficies de madera presentan grandes imperfecciones, deben ser resanadas con mezclas de sellador lijable y aserrín de la misma madera. La forma de lijar y el tiempo de lija, específicamente para la finura del grano, son fundamentales para lograr un buen acabado.

Para lavar los elementos pintados, se debe usar únicamente agua jabonosa y esponjillas plásticas suaves. Todas estas pinturas de acabado, exceptuando los vinilos, son tóxicas y altamente inflamables, lo que hace indispensable tener mucho cuidado en su manejo y almacenamiento.

## 17.2.6. PINTURAS PARA ELEMENTOS METÁLICOS DE HIERRO Y ACERO

---

<sup>108</sup> Capítulo 15. Pinturas y protección de elementos. Empresas públicas de Medellín y CAMACOL. Acabado de madera transparente brillante o semibrillante con barnices o lacas convencionales. Enero de 1989.

<sup>109</sup> Ver manuales técnicos de aplicación de pinturas, de Pintuco.



Es el sistema adecuado para la protección y decoración de elementos metálicos en diferentes ambientes<sup>110</sup>.

Los sistemas fundamentales corresponden a las diferentes exigencias a las cuales estarán sometidos.

- **Sistemas I:** Para elementos metálicos localizados en ambientes interiores en zonas poco húmedas. Está compuesto por una pintura anticorrosiva, una pintura de acabado que puede ser un esmalte alquídico brillante que cumpla la norma ICONTEC 1283, tipo 2 y un disolvente como el varsol.
- **Sistema II:** Para elementos metálicos localizados en ambientes exteriores expuestos a lluvias y contaminación ambiental o ambientes interiores en zonas de alta humedad. Esta compuesta por una pintura anticorrosiva que cumpla la norma ICONTEC 1651, tipo 2; pintura de acabado que puede ser un esmalte alquídico brillante que cumpla la norma ICONTEC 1283, tipo 1 y un disolvente tipo varsol.
- **Sistema III:** Para elementos metálicos localizados en ambientes interiores o exteriores con inmersión en agua continua o frecuente. Esta compuesta por un anticorrosivo a base de caucho clorado que cumpla la norma ICONTEC 1649; una pintura de acabado a base de caucho clorado, la cual tiene una composición dada por resinas de caucho clorado, parafinas cloradas y aditivos. Norma ICONTEC 2368 y un disolvente tipo Xilol o thinner que cumpla la norma ICONTEC 1102.

En todo trabajo de protección contra la corrosión con pinturas, es de suma importancia la preparación de la superficie para eliminar el óxido suelto y la grasa comúnmente presentes en los elementos metálicos de hierro y acero.

El desengrase se lleva a cabo comúnmente con gasolina y la desoxidación se puede efectuar con cepillo de alambre, grata, lija u otros sistemas manuales, mecánicos y ocasionalmente químicos.

Todos los sistemas deben presentar estabilidad del color y del brillo, protección del metal contra la oxidación y estabilidad de la película protectora para que no se desprenda o se formen bombas o grietas en la superficie.

### Aplicación

**Sistema I y II** - Para la aplicación de pintura anticorrosiva, se debe diluir aproximadamente con 1/8 de volumen de disolvente por volumen de pintura, aplicar a brocha una mano y dar el tiempo de secado requerido por el fabricante<sup>111</sup>.

---

<sup>110</sup> Capítulo 15. Pinturas y protección de elementos. Empresas públicas de Medellín y CAMACOL. Pintado de elementos metálicos de hierro y acero. Junio de 1989.

<sup>111</sup> Ver manuales técnicos de aplicación de pinturas, de Pintuco.

Para la aplicación del esmalte decorativo, se debe diluir igualmente y aplicar el número de manos requerido para obtener un buen acabado, tanto desde el punto de vista de cubrimiento como del brillo; se aplican dos manos.

**Sistema III** - Este sistema es poco utilizado en la industria de la construcción pero debe tenerse en cuenta cuando se tengan elementos metálicos en contacto continuo o frecuente con agua al interior o al exterior. Las pinturas a utilizar pueden ser de varios tipos pero se ha sugerido aquí el sistema de caucho clorado por su facilidad de trabajo, disponibilidad en el mercado y el hecho de ser en un solo componente.

Para la aplicación de la pintura anticorrosiva, se aplica una mano de pintura con brocha y se deja secar durante dos horas o el tiempo establecido por el fabricante<sup>112</sup>.

Para la aplicación del acabado, se aplican una o dos manos a brocha, el tiempo de secamiento entre manos es de dos horas y el tiempo de secado final es entre 48 y 72 horas.

Como pintura de acabado final se define de acuerdo a la base y al uso, se recomienda utilizar esmaltes, pinturas de aluminio extra reflectivas (EPC-100), pinturas epóxicas (pintucoat o pintumastic) y aeroflex (pintura a base de caucho clorado rica en zinc).

#### **17.2.7. PINTURAS PARA ELEMENTOS GALVANIZADOS, ALUMINIO, ANTIMONIO, ESTAÑO Y METALES FERROSOS MUY PULIDOS**

Un elemento galvanizado está formado por una lámina de hierro cubierta por zinc metálico; este recubrimiento cuando se pinta en forma normal con esmalte sintético, presenta un descascaramiento en tiempos cercanos a los seis meses. Por tal razón, la superficie debe ser tratada previamente con un imprimante adherente, formulado a base de ácido fosfórico y terminada con un esmalte apropiado al uso<sup>113</sup>.

El sistema se compone de una pintura acondicionadora de base, para lo cual se utiliza un imprimante adherente que debe cumplir la norma ICONTES 1693 (wash-primer) y de un acabado final que debe cumplir la norma ICONTEC 1283, tipo 1 y 2 (esmaltes, epóxicas, poliuretanos, aeroflex); para disolver las pinturas, se utilizan solventes que deben cumplir las normas ICONTEC 1102 (thinner)<sup>114</sup>.

Su calidad está basada en:

- Preparación correcta de la superficie. El metal debe limpiarse con estopa y disolvente, para eliminar el polvo o las grasas presentes.
- Seleccionar el sistema de pinturas cuya calidad sea adecuada al medio al cual va a estar sometido.

---

<sup>112</sup> Ver manuales técnicos de aplicación de pinturas, de Pintuco.

<sup>113</sup> Ver manuales técnicos de aplicación de pinturas, de Pintuco.

<sup>114</sup> Capítulo 15. Pinturas y protección de elementos. Empresas públicas de Medellín y CAMACOL. Pintura de elementos galvanizados nuevos. Enero de 1989.

El wash-primer es un acondicionador de superficies metálicas que se presenta en dos componentes, los cuales se mezclan antes de su aplicación; el componente **A** es una resina vinílica y cromato de zinc y el componente **B** es una solución ácida que promueve el secamiento del producto - 1 hr.

- Imprimante adherente (Wash primer).
- Pintura anticorrosiva (descrito anteriormente).
- Acabado (descrito anteriormente).

#### ▪ **Aplicación**

Para la aplicación del imprimante adherente se prepara la superficie eliminando el óxido, polvo, grasas, humedad y cualquier tipo de contaminación; se revuelve por separado cada uno de los componentes del wash-primer y posteriormente se mezclan revolviendo con espátula en proporción 1:1 y se deja reposar la mezcla durante 15 minutos. Su aplicación se realiza normalmente con brocha o pistola en una capa muy delgada y tratando que sea uniforme (normalmente se aplica 1 mano).

Se deja secar de dos a cuatro horas, de acuerdo con las condiciones del clima, posteriormente se aplica la pintura base anticorrosiva y finalmente se aplica la capa de acabado. Se aplican con brochas o pistolas de 2 a 3 manos y con un secamiento entre manos de 10 horas.

La dilución del esmalte de acabado final, se debe realizar con thinner o varsol en proporción del 10 al 20% en volumen. El rendimiento del acabado final es de 15 a 20 m<sup>2</sup>/galón.

Cuando la superficie que se va a pintar es vieja, no hay necesidad de aplicar un imprimante, únicamente se debe lijar y preparar con un anticorrosivo adecuado antes de pintar. Las brochas más adecuadas para aplicar este tipo de pinturas, son las fabricadas con cerdas de origen animal; también se pueden usar pistolas convencionales o tipo Airless.

#### **17.2.8. PINTURA PARA PISCINAS**

Esta operación no es común en nuestro medio, sin embargo es una alternativa económica y de fácil aplicación de enchapes cerámicos en muchos otros países.

Las piscinas pintadas deben tener un comportamiento de alta durabilidad del color, alta estabilidad de la película de pintura al agua y a la intemperie, buena impermeabilidad una vida útil del orden de 3 años, una buena adherencia de la misma pintura para realizar correcciones a daños ocasionales de la película y alta resistencia a la abrasión<sup>115</sup>.

---

<sup>115</sup> Capítulo 15. Pinturas y protección de elementos. Empresas públicas de Medellín y CAMACOL. Pintado de piscinas. Septiembre de 1990.

Los materiales usados deben ser pintura que cumplan especificaciones establecidas anteriormente, normalmente son pinturas a base de resinas de caucho clorado, pero también pueden usarse resinas epóxicas o vinílicas.

La clave de un buen resultado en esta operación está en la buena estabilidad de la base de soporte, la cual generalmente es un revoque; por ello se recomienda que dicho revoque se lleve a cabo con arenas limpias y gruesas (de pega o de concreto) y con procedimientos y aditivos que aseguren un mínimo de fisuración por causa de fenómenos como la retracción.

Antes de aplicar la pintura debe efectuarse un lavado con ácido muriático, en una concentración entre 30 y 34 %.

Para evitar un ataque del ácido al cemento, además de la dilución establecida, se debe humedecer el revoque y enjuagar posteriormente con mucha agua.

Después del lavado, el revoque debe dejarse secar completamente, para garantizar una buena adherencia. La aplicación se realiza con brochas, rodillos o pistolas, con una dilución previa de acuerdo con las recomendaciones del fabricante<sup>116</sup>. Normalmente se recomienda efectuar una primera mano con una pintura con mayor dilución, ¼ por galón, y dos manos de acabado.

El tiempo entre manos es importante para lograr que el secamiento sea completo y no quede solvente atrapado en las primeras capas.

En caso de que la pintura se humedezca antes de aplicar una nueva mano, se debe secar completamente; además de las pinturas a base de caucho clorado, se pueden usar aplicar pinturas epóxicas y vinílicas a base de solventes.

### **17.2.9. PINTURAS PARA PISOS EN CONCRETO**

Los pisos de pavimentos asfálticos o de concreto pueden ser demarcados para definir las zonas de uso específico. Se utilizan pinturas alquídicas modificadas con caucho clorado, llamadas "pintura tipo tráfico", deben cumplir la norma ICONTEC 1360; es fabricada con materiales que le proporcionan alta resistencia a los diferentes contaminantes y a la abrasión severa, de lo cual depende su duración y su espesor. Para conservar características de visibilidad diurna y nocturna en condiciones ambientales variables, se deben usar microesferas reflectivas y que cumplan las normas ICONTEC 2072 y 1360<sup>117</sup>.

La pintura aplicada debe presentar un color homogéneo, buena adherencia y alta resistencia a la brasión. Se utiliza para la señalización de vías, pistas de aeropuertos, parqueaderos, canchas deportivas, pisos de fabricas, almacenes, bodegas, etc.

---

<sup>116</sup> Ver manuales técnicos de aplicación de pinturas de Pintuco.

<sup>117</sup> Capítulo 15. Pinturas y protección de elementos. Empresas públicas de Medellín y CAMACOL. Demarcación de pavimentos con pinturas. Marzo de 1989.

Para aplicarse sobre pisos en concreto, se deben lavar previamente con ácido muriático diluído 1x8 con agua, es recomendable además lavar con detergentes para quitar grasas o aceites contaminantes, enjuagar y dejar secar.

Para pisos en asfalto, se deben lavar con detergentes normales, estar secos y no deben estar excesivamente calientes. Se deben demarcar las zonas donde se aplicarán las pinturas y preparar las plantillas que sean necesarias para su correcta ejecución.

#### ▪ **Aplicación**

La aplicación de la pintura se puede realizar con brochas, rodillos o máquinas especiales, hasta obtener un espesor de 10 a 15 milésimas de pulgada<sup>118</sup>. En caso de aplicar varias manos, se requiere un tiempo de secado entre ellas, de 2 a 3 horas.

Para zonas donde la iluminación sea deficiente, se recomienda agregar uniformemente a la pintura recién aplicada y húmeda 300 a 400 gramos de microesferas de vidrio reflectivo (tipo "Drop on") por cada metro de señalización. El rendimiento normal es de 7 a 10 m<sup>2</sup>/galón.

La lluvia cuando se presenta antes de comenzar la señalización o cuando la pintura está recién aplicada, afecta la adherencia y retarda el secamiento. El mantenimiento se realiza aplicando nuevas capas de pintura, se considera que una línea esta borrada cuando ha perdido el 50 % de área pintada.

### **17.2.9. ESGRAFIADOS**

Los Esgrafiados son revestimientos usados fundamentalmente para fachadas y son técnicas constructivas, que tienen una gran influencia italiana.

Dado su bajo costo, fue muy utilizada en Europa, principalmente en España, para resolver los problemas de acabado de fachada de los edificios reconstruidos, después de las diferentes etapas bélicas, dándoles la necesaria dignidad y adaptándolos a los cánones que imponía el nuevo gusto barroco que imperaba en España desde la subida al trono de Felipe V.

En aquella época, entre 1750 y 1815, fueron construidos un buen número de edificios con fachadas esgrafiadas, que a pesar de tratarse de una técnica de acabado modesta, se adapta a cualquier base de soporte. Encontramos edificios esgrafiados de todo tipo, desde construcciones residenciales de carácter popular, hasta los palacios de la burguesía local, que decoran profusamente sus fachadas a partir de las formas conocidas en toda Europa como estilo Rococó<sup>119</sup>.

Los ejemplos más simples se limitan a sencillas decoraciones geométricas, que a partir de bandas horizontales y verticales estructuran la decoración de la fachada.

---

<sup>118</sup> Ver manuales técnicos de aplicación de pinturas, de Pintuco.

<sup>119</sup> Aparición de los Esgrafiados en Europa, como técnica de ejecución de acabados en fachadas. Barcelona, España. 2001.

Dentro de los llamados Esgrafiados, podemos encontrar varias empresas extranjeras, principalmente italianas, que se establecieron en nuestro país a mediados de la década de los noventa<sup>120</sup>, contribuyendo con ofrecer alternativas para nuestros Arquitectos.

Graniplast fue una de estas empresas, la cual ofreció gran cantidad de productos que iban desde pegantes para pisos, masillas, estucos, hasta los productos propiamente para acabados de fachadas.

En términos generales, los productos base de esta empresa, Graniplast, son una masa acrílica coloreada, fabricada en base acuosa y con resinas acrílicas, de manera que se obtenga una mayor duración y estabilidad de los elementos de acabado. Esta masa lleva incorporado hidrófugos que la hacen repelente al agua, así como bactericidas y fungicidas, que los protegen de hongos y bacterias. Sus cargas de cuarzo determinan el tipo de textura final del acabado.

Las características del Graniplast están dadas por tener una alta repelencia a la humedad, ser resistente a los agentes atmosféricos, ser permeable al aire, de fácil mantenimiento por ser lavables, buena resistencia química a los alcalis de baja concentración, elástico ante cambios térmicos, alta elasticidad, flexibilidad y resistencia a la absorción, no ataca las pinturas al no ser alcalino y es aplicable en interiores y exteriores. Para su aplicación la superficie debe estar estable, limpia y seca, y se puede aplicar sobre revoques, concreto, pinturas en buen estado, estucos, maderas, asbesto cemento, láminas galvanizadas, etc.

Dentro de estos productos podemos citar los siguientes:

## **ESGRAFIADO**

### **• Características**

Se le conoce comúnmente con el nombre de Graniplast. Es un producto de acabado arquitectónico y decorativo, aplicado llana metálica sobre muros o techos. Se compone de materiales minerales de diferente granulometría, aglutinados con emulsiones acrílicas de buena calidad. Es un revestimiento texturizado grueso. Tiene un rendimiento teórico de 3 kg/m<sup>2</sup>.

### **• Propiedades**

- Su color, textura y acabado no cambian con el paso del tiempo. Es impermeable, elástico y flexible.
- Presenta un excelente adherencia.
- Se puede lavar con agua y jabón sin riesgo a deteriorarse.
- Resiste la humedad y los cambios de clima estando a la intemperie.
- Aplicado técnicamente, presenta una película continua y sin uniones visibles.
- Posee una gran durabilidad.

### **• Usos**

- Resulta ideal para fachadas, patios y áreas comunes.

---

<sup>120</sup> Graniplast Ltda, empresa fundada en 1973 por empresarios italianos. Actualmente pertenece al grupo Pintuco y tiene plantas de producción en Bogotá, Medellín y Cali.

- **Forma de Aplicación**

Se aplica con llana metálica sobre superficies libres de humedades, aceites, grasas, óxidos, pinturas deterioradas y todo tipo de mugre en general, que impida el contacto directo del ESGRAFIADO con la superficie a tratar. Sobre superficies porosas como muros en ladrillo, se debe aplicar previamente una mano de pasta para emparejar la superficie y mejorar el acabado final.

Su aplicación se hace diluyendo el la masa acrílica en un porcentaje de agua que oscila entre 2 y 3%. Una vez diluido, el material se extiende con una llana metálica, de forma semicircular sobre el área seleccionada y de abajo hacia arriba. Posteriormente se remueve el exceso de material con la misma llana, hasta dejar al descubierto los granos de cuarzo.

## **GRANICRYL**

Es un revestimiento texturizado semifino. Tiene un rendimiento teórico de 1.5 kg/m<sup>2</sup>, por mano. Su aplicación se hace diluyendo el material en un porcentaje de agua que oscila entre un 3 y 5%.

Una vez diluido, el material se extiende el material sobre la superficie en capas y regulando la granulometría del producto, debido a las necesidades de corrección que presente la superficie. Se efectúa con una llana metálica y siguiendo movimientos como los descritos anteriormente.

Finalmente se asienta lo aplicado con la llana, a la que se le imprime un movimiento circular, sobre la superficie, cuando la pegajosidad del producto lo permita. La segunda capa se aplica en sentido contrario.

Adicionalmente se pueden encontrar otras tipologías de este tipo de acabados, tales como los que describiremos a continuación:

## **MARMOPLAST**

- **Características**

Es un producto de acabado arquitectónico y decorativo, aplicado con llana metálica sobre muros o techos, compuesto por minerales de especial uniformidad, aglomerados con resinas de alta calidad y resistentes a la intemperie. Viene en amplia gama de colores.

- **Propiedades**

- Su color, textura y acabado no cambian con el paso del tiempo. Es impermeable, elástico y flexible. Presenta un excelente adherencia
- Se puede lavar con agua y jabón sin riesgo a deteriorarse.
- Resiste la humedad y los cambios de clima estando a la intemperie.
- Aplicado técnicamente, presenta una película continua y sin uniones visibles.

- Posee una gran durabilidad.
- **Usos**
  - Resulta ideal para fachadas, patios y áreas comunes.
- **Forma de Aplicación**

Para su correcta aplicación, se deben eliminar todos los posibles contaminantes que puedan encontrarse sobre la base de soporte, tales como humedades, aceites, grasas, óxidos, pinturas deterioradas y todo tipo de mugre en general; que impida el contacto directo del acabado con la superficie a tratar. Este tipo de acabados también se conocen en el medio como “Piel de Durazno”, debido a su textura final.

Para la aplicación sobre superficies porosas como muros en ladrillo o superficies que no son completamente parejas, se debe aplicar previamente una base, por medio de un preacabado, que puede ser un revoque, para emparejar la superficie y así mejorar el acabado final. Su aplicación se hace con llanas metálicas sobre las superficies previamente adecuadas.

Para muros en concreto o bloques de concreto, su aplicación se hace directamente sobre la superficie, pero verificando que la base de soporte cumpla con las condiciones para garantizar una buena adherencia.
- **Rendimiento**

Su rendimiento es de aproximadamente 12 a 14 m<sup>2</sup> por caneca de a 5 galones.

## **PINTUPLAST**

Recubrimiento acrílico arquitectónico. En acabados decorativos Esgrafiados, Caracoleados, Damascados y Piel de Durazno.

- **Usos**
  - Para la decoración y protección de fachadas, muros y cielos rasos.
  - Usar en ambientes exteriores o interiores, sobre revoques, concreto, piedra asbesto-cemento.
- **Características**
  - No requiere dilución.
  - Excelente resistencia a contracciones y dilataciones sin agrietarse ni desprenderse.
  - Resiste las condiciones de la intemperie.
  - Lavable.
  - En variados colores.
- **Preparación de superficie**
  - La superficie se empareja resanando las grietas, agujeros y demás defectos.
  - Los acabados deteriorados, cales y estucos en exteriores se eliminan totalmente.
  - Las pinturas en buen estado se limpian y secan .



- **Aplicación**

- El Pintuplast se revuelve muy bien con una espátula para lograr su completa uniformidad.
- Si el producto es de tandas diferentes se recomienda mezclarlas entre sí para evitar diferencias de color.
- Dilución: no se requiere.
- La aplicación se hace con llana metálica, en capa gruesa y pareja, extendiendo el producto de abajo hacia arriba y de derecha a izquierda.
- Con la misma llana se produce el acabado deseado moviendo el material grueso de arriba para abajo para obtener el efecto esgrafiado, o en forma circular para lograr el caracoleado o de arriba para abajo y de izquierda a derecha para lograr el acabado damascado.
- Para concluir el trabajo, se asienta o aplana el acabado con una llana plástica y se pulen las ranuras y los filetes.
- Este producto debe ser aplicado por personal especializado en acabados con pinturas.

- **Especificaciones técnicas**

- Espesor recomendado:
  - Piel de durazno: 2 manos mínimo
  - Esgrafiado: 1 mano
- Rendimiento práctico aproximado:
  - Esgrafiado: 8 a 10 m<sup>2</sup> / caneca de 4 galones
  - Piel de durazno: 9 a 11 m<sup>2</sup> / caneca de 4 galones.
- Método de aplicación:
  - Llana metálica y plástica
- Ajustador para el lavado de equipos:
  - Agua
- Secamiento a 25°C y humedad relativa 60%
  - Para segundas manos : 24 horas
  - Para limpieza con agua: 8 días mínimo.
- Para lavar la aplicación:
  - 8 días mínimo.

### 17.3. HIDRÓFUGOS E IMPERMEABILIZANTES

El hombre a través de la historia y evolución de la construcción ha recurrido a diferentes técnicas de protección para los cerramientos y acabados de sus edificios, y sobre todo cuando éstos eran construidos con materiales que no poseían las suficientes propiedades resistentes para permanecer a la vista.

Los revoques fueron una de las técnicas más utilizadas para tal fin, pero este método de protección no permitía apreciar las cualidades estéticas de algunos materiales, entre los

que se podían incluir algunos pétreos, por lo que surgió la necesidad de buscar nuevos productos con que protegerlos y a su vez poder apreciar su belleza, apareció entonces el uso de sustancias orgánicas que repelían el agua, como ceras, aceites, o sustancias a base de colas y gelatinas.

En el momento se han llegado a desarrollar productos de origen químico, los cuales cumplen la función de proteger y mantener por un período de tiempo, las características propias de los diversos material usados como acabado.

Los sistemas de protección como la hidrofugación y la impermeabilización deben evitar o al menos minimizar los deterioros en el material de acabados, teniendo que controlar las causas que los provocan, como la entrada del agua a los diferentes sistemas<sup>121</sup>.

Actualmente se han desarrollado productos de origen químico que protegen y mantienen las fachadas en ladrillos o piedras por largos períodos de tiempo, sin necesidad de tener que renunciar a apreciar las cualidades propias de estos materiales.

#### ▪ **HIDROFUGACIÓN**

La función del hidrófugo es actuar como barrera al ataque de los agentes atmosféricos y en especial la entrada del agua sola o con otros elementos; se pretende sobre todo evitar la entrada de agua en la estructura capilar del acabado, ya que es la principal causa de alteración de los acabados.

De esta manera, por medios orgánicos o químicos, se puede disponer una pantalla superficial más o menos transparente que frena el acceso del agua al interior del material, pues en parte rellena los espacios de los poros y da al material cualidades de hidrorrepelencia.

El efecto hidrorrepelente se debe al recubrimiento interior de los poros del material por una ligera capa de resinas dotadas de una elevada tensión superficial y por lo tanto no mojable que impide la penetración del agua a través de la lluvia o a través del terreno.

El hidrófugo no obstaculiza la difusión del vapor desde el interior del material, ya que los poros permanecen abiertos, esto se da debido a que las resinas reducen la sección útil de los canales capilares; a su vez es indispensable debido a que de nos ser de esta forma se produce una gran tensión interna en el material debido al bloqueo de la salida del agua al exterior<sup>122</sup>.

Los hidrófugos deben poseer las siguientes propiedades:

- Debe penetrar por lo menos 3 mm en materiales compactos y hasta 20 mm en elementos porosos.

---

<sup>121</sup> Hincapié Atehortua, Edison y Moreno Rojas, Sandra. Tesis de pregrado para optar al título de Arquitecto Constructor de la Universidad Nacional de Colombia, "Patologías de fachadas revestidas en piedra arenisca, esquisto clorítico y mármol gris, en la ciudad de Medellín". Medellín, 2001.

<sup>122</sup> Manuales técnicos para la aplicación de hidrófugos, Tecnología S.A. Medellín

- Debe revestir las cavidades capilares en todo el espesor de la impregnación, quedando los poros abiertos al vapor de agua. Es decir impermeabilidad al agua líquida y permeabilidad al vapor de está.
- Poseer una elevada tensión superficial al contacto con el agua.
- Resistencia a los agentes climáticos, incluso en atmósferas muy contaminadas (al menos 5 años).
- Facilidad de aplicación de nuevas intervenciones.
- Buena adhesión al material para que no sea arrastrado por el agua lluvia.
- Resistencia a las heladas.
- Poseer capacidades biocidas contra algas, musgos y líquenes.

Antes de aplicar el hidrófugo escogido se debe garantizar su adherencia a la base de soporte, por lo tanto debe estar completamente limpia. La eficacia del tratamiento se puede controlar mediante ensayos de mojabilidad o de absorción de agua.

El mejor hidrófugo que se obtiene actualmente en el mercado es un producto a base de siliconas puras o con pequeñas adiciones de resinas duras o jabón metálico en proporciones de 0.1 a 0.2 % (sales metálicas de los ácidos grasos, se emplean como lubricantes).

La aplicación de las resinas de silicona, puede hacerse con brocha, rodillo o pistola, y debe repetirse hasta que la solución refluya en la superficie; las concentraciones a aplicar oscilan entre 20 y 100% (de acuerdo con las características del material de revestimiento, del ambiente, técnica de aplicación, etc.).

El procedimiento de aplicación que asegura una mejor y más uniforme distribución del producto sobre la superficie es el rociado con pistola, su mayor inconveniente es la desviación causada por el viento de la cortina de pulverización, que mancha otros componentes fijos de la fachada, como vidrios, aluminio y otros.

Para evitarlo, no deben emplearse rociadores simples sino dotados de un cepillo anular que rodea la boquilla de la pistola y que, sostenido en contacto con la pared, impide la dispersión del líquido.

Antes de la aplicación del hidrófugo, deben sellarse las juntas y fisuras de las fachadas y retirarse las eflorescencias que pueda presentar el material.

## ▪ IMPERMEABILIZACIÓN

Constituye una respuesta radical encaminada a evitar cualquier penetración de agua, sea en estado líquido o en vapor, a través de la formación de un velo impermeable más o menos tenue según el poder de penetración del producto.

El problema de la impermeabilización de las fachadas, consiste en que no permite la salida del vapor de agua que pueda estar contenida en el interior del material causando una gran tensión interna que puede socavar su adherencia o romper la estructura interna del material.

Existen diversos tipos de productos que cumplen esta función, tales como las resinas epoxidicas, las resinas de poliéster y los copolímeros de cloruro de polivinilo o poliolefinas.

Las resinas penetran en el material aproximadamente 1 a 7 mm y su número de aplicaciones debe ser de 2 a 3 manos, dando un lapso de tiempo entre ellas de al menos un día, según la temperatura, el tipo de resina y el agente endurecedor utilizado.

La elección del método idóneo de protección de las fachadas frente a la acción de la humedad y la lluvia no resulta fácil, por esto es conveniente utilizar un criterio ordenado ante la solución del problema.

En primer lugar habría que valorar las condiciones existentes como: las características constructivas de la fachada, las características y estado de conservación de los materiales implicados y aspectos tales como la composición mineralógica y química, alcalinidad, estructura y volumen de poros accesibles, degradación superficial, existencia de pátinas de alteración. Lo cual nos indican no sólo el tipo adecuado de tratamiento y de los productos concretos, sino el proceso a seguir para protección, reparación o restauración integral del acabado.

Otro de los factores a considerar es el referente a las condiciones climáticas y del ambiente. Debe tenerse en cuenta la orientación cardinal, el factor de exposición al agua-viento, el grado de protección por los edificios colindantes, así como el régimen de temperaturas y de humedad relativa según la zona climática.

Por otro lado, deben conocerse las condiciones higrotérmicas existentes en los espacios interiores, y también las de la masa del muro de soporte<sup>123</sup>.

Probablemente el tratamiento universalmente más aceptado por su eficacia es la hidrofugación, por su capacidad de permitir su transpiración y el producto más adecuado para este tratamiento sería la solución de resina de silicona, pura o con una pequeña adición de resina dura o jabón metálico, para mejorar su resistencia a la alcalinidad de los acabados en edificaciones nuevas.

Las pinturas al tratarse de protecciones que se dispongan en forma de película adheridas a la superficie de las fachadas<sup>124</sup>, se asemejan más a finísimos forros impermeables que, si bien impiden el acceso de agua interior, impiden la ventilación del muro, lo que puede degradarlo y desprender la misma película protectora.

La impermeabilización es indudablemente el tratamiento más arriesgado y menos recomendado por los profesionales de la construcción y la restauración, ya que su aplicación penetra escasamente en el soporte y tiende a formar una capa o una película impermeable que impide la difusión del vapor del interior del acabado o su base de soporte, provocando graves deterioros en ésta.

---

<sup>123</sup> Hincapié Atehortua, Edison y Moreno Rojas, Sandra. Tesis de pregrado para optar al título de Arquitecto Constructor de la Universidad Nacional de Colombia, "Patologías de fachadas revestidas en piedra arenisca, esquisto clorítico y mármol gris, en la ciudad de Medellín". Medellín, 2001.

<sup>124</sup> Ver manuales técnicos de aplicación de pinturas, de Pintuco.

## 18. ACABADOS INTEGRADOS

Cada uno de los conjuntos de acabados, agrupan un cierto número de materiales y técnicas que dadas sus características ameritan un especial estudio y análisis; cuando hablamos de acabados también debemos tener en cuenta el tratamiento final de la superficie visible, sea parte de la obra blanca o de la obra negra, en cuyo caso lo llamaremos como materiales a la vista o como acabados integrados.

Los acabados integrados surgen como un alternativa de explotación y aprovechamiento de los atributos estéticos propios de la naturaleza de algunos materiales que además de funciones estructurales y/o de cerramiento, proporcionan un acabado final adecuado.

De los acabados a la vista se debe tener en cuenta toda la gama de efectos visuales que se pueden obtener mediante artificios especiales; como en el caso del hormigón, ya que de acuerdo al tipo de formaleta en cuanto a sus materiales, la textura y la estructura de esta, imprimen a la superficie del hormigón un sello particular pues cada formaleta deja en el hormigón su huella característica (acabados del hormigón en madera, metal, plástico o PVC, etc.).

Adicionalmente existen otros factores que influyen en el acabado final de este tipo de elementos, como es la forma de vaciado, los agregados, los tipos de juntas, el tipo de colocación (vibración), la aplicación de aditivos pigmentados que producen efectos cromáticos, abuzardados y/o texturados especiales.

El color normal del cemento es gris y varía su tonalidad según el fabricante (debido a la clasificación de sus materias primas y los aditivos utilizados) y a su porosidad, la cual esta en relación directa con la relación agua - cemento (si la porosidad es fina su color es más claro y es oscuro si la superficie es compacta). El tipo de concreto puede o no cumplir funciones estructurales. El color inicial del cemento y el de la arena tienen influencia en su coloración final; este color se mantiene fácilmente constante sin presentar diferencia en la tonalidad.

El cemento se define como el producto obtenido al pulverizar el clinker con adición de yeso, el clinker resulta de la calcinación hasta una fusión incipiente de materiales silíceos, calcáreos y férricos. Tiene una coloración gris que varía según las cantidades de óxido que encierran los materiales secundarios, en el caso de no usarlos, estos cementos serán más claros, adicionalmente mientras más cenizas volantes posean, también será más oscura su coloración. El cemento blanco está hecho de una gama selecta de materiales, que contienen unas cantidades mínimas de óxido de hierro y manganeso, elementos que producen el color.

Posee diferentes características dependiendo del origen, es un material muy reflectivo debido a su tonalidad lo que le otorga luminosidad y visibilidad, acompañado adicionalmente por una excelente resistencia.

La elaboración del cemento blanco requiera la implantación de controles de planeación, los cuales se inician desde la explotación de los agregados buscando la uniformidad del color. Este producto posee grandes posibilidades desde el punto de vista estético y de resistencia

(concretos hasta 35 Mpa fácilmente).El concreto blanco es elaborado con base en el cemento blanco puro sin óxidos metálicos.

## 19. CRITERIOS AL RESPECTO DE LA NORMA NSR - 98

La norma NSR-98<sup>125</sup> tiene como fin primordial reducir al mínimo la pérdida de vidas humanas y defender en lo posible el patrimonio del Estado y de los ciudadanos.

Una edificación diseñada siguiendo los parámetros de la norma, debe ser capaz de resistir, además de las fuerzas que le impone su uso, temblores de poca intensidad sin daño, temblores moderados sin daños estructurales pero posiblemente con algún daño en sus elementos no estructurales y un temblor fuerte con daños a elementos estructurales y no estructurales, pero sin colapso de estos elementos.

Los sismos son liberaciones súbitas de energía que se generan dentro de la tierra como consecuencia de las fuertes tensiones y presiones que ocurren en su interior.

Los sismos pueden dar como consecuencia grandes desastres, especialmente en donde no se han tomado medidas preventivas relacionadas con la sismo resistencia de las edificaciones.

Esta sismo resistencia es la capacidad que tiene la estructura y sus elementos portantes horizontales y verticales, de resistir la fuerza de la aceleración terrestre ocasionadas por el movimiento sísmico.

Los sismos pueden ser ocasionados por el desplazamiento de las placas tectónicas que son las que conforman la corteza terrestre, por el desplazamiento de un bloque de tierra con respecto a otro (fallas geológicas) o por erupciones volcánicas.

Las medidas para calificar un sismo son:

- \* **La magnitud:** Es la cantidad de energía liberada en la corteza terrestre como producto del sismo. Su medida se da a través del sismógrafo para el cual se estableció la escala de Richter como parámetro de valoración (1 a 9).
- \* **La intensidad:** Es una medida de la severidad de la sacudida en un sitio particular, y se refiere a los daños de las edificaciones dados a partir de una inspección visual. Su valoración se da a través de la escala de Mercalli (1 a 12).

De acuerdo a la ley Colombiana, el diseño arquitectónico de una edificación debe ser realizada por un Arquitecto con matrícula profesional vigente y con una experiencia no menor a tres (3) años de ejercicio; cuando es un diseño de categoría especial, debe tener especialización para tal fin. El Arquitecto es el responsable del diseño sísmico de los elementos no estructurales del edificio.

El diseño debe contener los usos de cada una de las partes de la construcción y su clasificación dentro de los grupos de uso, el tipo de cada uno de los elementos no estructurales, sus anclajes y el grado de desempeño mínimo que deben tener estos

---

<sup>125</sup> Ley 400 de 1997 y su decreto reglamentario, conocido como “NSR-98<sup>125</sup>, Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente”.

elementos los cuales no hacen parte de la estructura de la edificación, y que a su vez pueden ser bajo, bueno o superior.

Como criterios fundamental para el diseño de los elementos no estructurales se debe considerar, su separación de la estructura principal, para que ésta en su deformación causada por un sismo no los afecte; para esto se utiliza corcho, icopor o neopreno.

Adicionalmente los elementos no estructurales que tocan la estructura, deben ser lo suficientemente flexibles para resistir las deformaciones que la estructura les impone sin sufrir daños mayores a los permitidos en el diseño como grado de desempeño de los elementos no estructurales.

Estos elementos al verse sometidos a los movimientos sísmicos de diseño, sufren desplazamiento con respecto a la estructura de la edificación que no deben exceder las holguras de separación del elementos aislante para que no se ponga en peligro su integridad.

Los anclajes de estos elementos deben cumplir con características específicas de disipación de energía, lo cual es el comportamiento de estos elementos con respecto a los esfuerzos sísmicos; pueden ser:

- \* **Especiales:** Anclajes diseñados siguiendo los requisitos de estructuras metálicas para estructuras de acero.
- \* **Dúctiles:** Anclajes profundos por medio de químicos epóxicos o vaciados en el sitio. No se permiten anclajes con pernos de expansión, ni los colocados por medio de explosivos (tiros).
- \* **No dúctiles:** Cuando se realizan por medio de pernos de expansión, anclajes superficiales con químicos epóxicos, anclajes superficiales vaciados en sitio o anclajes colocados por medios explosivos (tiros).
- \* **Húmedos:** Cuando se utiliza mortero o adhesivos que pegan directamente al mortero o al concreto, sin ningún tipo de anclaje mecánico resistente a tracción.

### 19.1. ACABADOS Y ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS<sup>126</sup>

**Muros de fachada:** Deben diseñarse y construirse para que sus componentes no se desintegren como consecuencia del sismo, adicionalmente que sus elementos no se desprendan de la estructura.

**Enchapes de fachada:** Dependiendo de su volumen y peso, deben tener un cuidado especial de amare y fijación al muro que compone el elemento de fachada.

---

<sup>126</sup> Manual de diseño de la NSR-98.



**Paneles prefabricados de fachada:** Deben dejarse holguras suficientes que permitan la deformación de la estructura sin afectar el panel; cuando es un producto industrial su instalación debe ser realizada por el fabricante.

**Aticos, parapetos y antepechos:** Existe el mismo peligro potencial que presentan los muros de fachada. Cuando la cubierta de la edificación este por tejas o elementos frágiles, debe considerarse en el diseño la posibilidad de que el parapeto falle hacia dentro cayendo sobre la cubierta.

**Columnas cortas o columnas cautivas:** Cierta tipo de interacción entre los elementos no estructurales y la estructura de la edificación deben evitarse a toda costa. Las columnas estructurales están restringidas en su desplazamiento lateral por un muro no estructural que no llega hasta la losa de entrepiso en la parte superior y su efectos es de transmisión de mayores esfuerzos a la estructura; para evitar esto, se deben separar estos elementos o ser llevados hasta la losa de entrepiso en su parte superior.

**Vidrios:** La rotura y caída de vidrios generada por la deformación de los marcos de las ventanas, presenta un gran peligro para las personas que estén dentro o fuera de la edificación; cuando el área del vano representa el 20% del área de la sección del muro, se deben utilizar calibres gruesos en marcos y tener la precaución de dejar holguras suficientes en el montaje del vidrio o de la ventana para evitar su ruptura.

La colocación de películas protectoras, vidrios templados y vidrios tripleados nos ayudan a evitar este tipo de peligros y a su vez son necesarios donde las fuerzas de empujen lateral (viento) son muy fuertes.

**Revestimientos con vidrios:** La colocación de revestimientos con piezas o placas de vidrio, requiere que se asegure su perfecta adherencia a los muros y se evite la presencia de aristas cortantes.

Las cargas producidas por los acabados de los pisos debe evaluarse para los materiales que se van a utilizar en cada uno de los pisos de la edificación.

El valor que se utilice en terrazas y azoteas debe tener en cuenta las pendientes que se coloquen para evacuación de aguas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Barbará Z, Fernando. Materiales y procedimientos de construcción. Editorial Herrera S.A. México.
2. Rodríguez García, Cesar. Terrenos de la gran expedición humana serie crónicas y artes N° 2, La vivienda y su entorno, apuntes de campo.
3. González Rendón, Mario. Planteamiento metodológico para el diseño de ejecución. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Arquitectura. 1999.
4. Mollison, Bill y Mia Slay, Reny. Introducción a la Permacultura.
5. Van Lengen, Johan. Manual del Arquitecto descalzo. Editorial Concepto S.A. México, 1983.
6. Kern, Ken. La casa Auto construida. Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona, 1982.
7. Hall, Eduard T. La dimensión oculta.
8. Castro Villalba, Antonio. Historia de la construcción arquitectónica. Ediciones Universidad Politécnica de Catalunya, SL. Segunda edición - 1999.
9. Acabados arquitectónicos - Losada I, Fernando
10. González Rendón, Mario. Análisis de un sistema constructivo. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Arquitectura. 1999.
11. Avalos S, Ernesto. Construcción para Arquitectos. Universidad Nacional de Colombia. 19??.
12. Askeland, Donald R. Ciencias e Ingeniería de los Materiales. 3° edición. International Thomson Editores. 2000.
13. Investigación del DIMED "El hábitat, una evaluación desde los estados del arte a partir de las nociones de tecnología y desarrollo local". Grupo de Tecnología, Escuela del Hábitat. Universidad Nacional de Colombia. Profesores Juan Camilo Restrepo G, Beethoven Zuleta R, Luis Fernando González E y Maria Cecilia Múnera L. 2.002.
14. Esqueda, Heraclio. Los arquitectos en la promoción tecnológica de la vivienda. Revista Construcción y Tecnología, Marzo/1993. N° 58, pag 26-28.
15. Lic. Phillips D, Alfredo. El fenómeno Tecnológico, factor de crecimiento en la producción de la vivienda. Revista Construcción y Tecnología, Junio/1993. N° 61, pag 12-16.
16. Ing. Martínez Bautista, Alonso. El uso de materiales autóctonos para la construcción de viviendas económicas. Revista Anales de Ingeniería, 1978. N° 797, pag 35-39.

- 17.Arquitecto García Vélez, Carlos. Geomorada. Revista Construcción y tecnología, Marzo/1990. N° 22, pag 29-34.
- 18.Rogers, Craig A.. Materiales inteligentes. Revista Investigación y Ciencia, 1995. N° 230, pag 84-87.
- 19.Ocampo Ruiz, Ernesto. Nanotecnología y Arquitectura. Revista Construcción y Tecnología, 1998. N° 117, pag 28-35.
- 20.Ing. Eberhardt, Claudio. Cemento y ecología. Revista Construcción y Tecnología, Agosto/1991. N° 39, pag 11-16.
- 21.Ing. Amórtégui, José Vicente. Utilización de llantas de desecho en obras civiles. Revista Anales de Ingeniería, 1993. N° 819, pag 56-62.
- 22.Mejía E, Edgar. Materiales y ejecución de acabados. Primera edición, centro de publicaciones Universidad Nacional. !977.
- 23.Catálogo de productos y procedimientos técnicos para su uso. Empresa Tecnología S.A.. FRISO, el revoque plástico listo para usar. Medellín, 1995.
- 24.Ficha técnica de productos. Concretos Premezclados S.A. Morteros Larga Vida. Medellín, 2001.
- 25.Catálogo de productos y procedimientos técnicos para su uso. Empresa Tecnología S.A.. CURARE, curador de concretos y morteros. Medellín, 2000.
- 26.Restrepo, Ramiro. Revoques. Profesor de la Universidad Nacional de Colombia, Escuela de Física, Grupo de Vítreos y Cerámicos. Gerente de la empresa Tecnología S.A. Medellín, 1997.
- 27.Grupo de Ingenieros y Arquitectos. Práctica recomendada para la ejecución y control de calidad de los enchapes en cerámica. Medellín, Julio de 1997.
- 28.Catálogo de productos y recomendaciones de uso. Empresa Corona S.A. El Pegacor. Medellín, 2001.
- 29.León Vallejo, Francisco Javier. Tratamientos ligeros de protección superficial de fachadas pétreas frente a la humedad. Revista Montajes e Instalaciones, N° 291. Enero de 1996.
- 30.Catálogo de productos y recomendaciones de uso. Empresa ALCO S.A.. Medellín, 2000.
- 31.Capítulo 14, carpintería de metal y madera. Normas de instalación de Empresas Públicas de Medellín y CAMACOL. Colocación de espejos. Septiembre de 1989.
- 32.Revista del ICPC para la construcción de pavimentos en concreto y los criterios para el manejo de juntas.

33. Franch Mariner, Modesto. Revista Informes de la construcción. Instituto Eduardo Torroja. Pag. 95-103. Madrid, España. 1993.
34. Capítulo 13, Pavimentos o pisos, de las normas ETC. Empresas públicas de Medellín y Camacol.
35. Capítulo 13, Pavimentos o pisos. Empresas públicas de Medellín y CAMACOL. Colocación de pisos en vinilo, caucho o linóleo.
36. Capítulo 13, Pavimentos o pisos. Empresas públicas de Medellín y CAMACOL. Construcción de pisos endurecidos. Septiembre de 1989.
37. Catálogos de productos y recomendaciones de uso. Empresas Sika, TOXEMENT y TEC. Endurecedores metálicos y epóxicos. Medellín, 1999 y 2000.
38. Catálogos de productos y recomendaciones de uso. Empresas Sika, TOXEMENT y TEC. Masilla elasto-plástica. Medellín, 1999 y 2000.
39. Catálogos de productos y recomendaciones de uso. Empresas Sika, TOXEMENT MBT y TEC. Impermeabilizantes integrales. Medellín, 1999 y 2000.
40. Catálogo de productos y recomendaciones de uso. Empresas ALFA.. Medellín, 2000.
41. Capítulo 13. Pavimentos o pisos. Empresas públicas de Medellín y CAMACOL. Colocación de alfombras.
42. Catálogos de productos y recomendaciones de uso. Empresas Sika y Tecnología S.A. Estuco plástico y Estuco listo. Medellín, 1999 y 2000.
43. Catálogo de productos y recomendaciones de uso. Manuales técnicos de aplicación de pinturas de Pintuco. Medellín, 1997.
44. Capítulo 15. Pinturas y protección de elementos. Empresas públicas de Medellín y CAMACOL. Aplicación de pinturas a base de agua sobre muros estucados. Enero de 1989.
45. Capítulo 15. Pinturas y protección de elementos. Empresas públicas de Medellín y CAMACOL. Aplicación de pinturas en fachadas. Marzo de 1989.
46. Capítulo 15. Pinturas y protección de elementos. Empresas públicas de Medellín y CAMACOL. Encalado en superficies de ladrillo, bloque o concreto. Enero de 1989.
47. Capítulo 15. Pinturas y protección de elementos. Empresas públicas de Medellín y CAMACOL. Acabado de madera transparente brillante o semibrillante con barnices o lacas convencionales. Enero de 1989.
48. Capítulo 15. Pinturas y protección de elementos. Empresas públicas de Medellín y CAMACOL. Pintado de elementos metálicos de hierro y acero. Junio de 1989.

49. Capítulo 15. Pinturas y protección de elementos. Empresas públicas de Medellín y CAMACOL. Pintura de elementos galvanizados nuevos. Enero de 1989.
50. Capítulo 15. Pinturas y protección de elementos. Empresas públicas de Medellín y CAMACOL. Pintado de piscinas. Septiembre de 1990.
51. Capítulo 15. Pinturas y protección de elementos. Empresas públicas de Medellín y CAMACOL. Demarcación de pavimentos con pinturas. Marzo de 1989.
52. Aparición de los Esgrafiados en Europa como técnica de ejecución de acabados en fachadas. Barcelona, España. 2001.
53. Catálogo de productos y recomendaciones de uso. Empresa Graniplast Ltda. Medellín, 2000.
54. Hincapié Atehortua, Edison y Moreno Rojas, Sandra. "Patologías de fachadas revestidas en piedra arenisca, esquisto clorítico y mármol gris, en la ciudad de Medellín". Tesis de pregrado para optar al título de Arquitecto Constructor de la Universidad Nacional de Colombia. Medellín, 2001.
55. Catálogo de productos y recomendaciones de uso. Empresa Tecnología S.A. Manuales técnicos para la aplicación de hidrófugos. Medellín, 2002.
56. Ley 400 de 1997 y su decreto reglamentario "NSR-98, Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente". Medellín, 1998.
57. Manual de diseño de la NSR-98.
58. Goldberg, Richard P. Direct Adhered Ceramic Tile, Stone and Brick Facades. Technical design manual. LATICRETE International. 1998.