

RECOMENDACIONES PARA TRATAR LAS LESIONES FÍSICAS MÁS FRECUENTES EN
BLOQUES DE CONCRETO

ANGIE DANIELA AYALA CLAVIJO

LAURA CAMILA GONZALEZ ZUBIETA

DAYAN MELISSA ROMERO CASTELLANOS



UNIVERSIDAD LA GRAN COLOMBIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES ARQUITECTÓNICAS

BOGOTA D.C

2018

Recomendaciones para tratar las lesiones físicas más frecuentes en bloques de concreto

Angie Daniela Ayala Clavijo

Laura Camila González Zubieta

Dayan Melissa Romero Castellanos

Proyecto presentado para: Optar al título de Tecnólogo en Construcciones Arquitectónicas

Docente de Proyecto

Arq. Melisa Gálvez Bohórquez

Tutor

Arq. Liliana Rocío Patiño León

Universidad La Gran Colombia

Facultad de Arquitectura

Tecnología en Construcciones Arquitectónicas

Bogotá D.C

Diciembre, 2018

Tabla de Contenido

Introducción.....	11
Objetivos	13
Objetivo General.....	13
Objetivos específicos	13
Justificación.....	14
Metodología.....	16
Fase 1 - Etapa de operación: Fabricación del bloque en concreto	17
Fase 2 - Etapa de operación: Utilización en obra.....	18
Fase 3 - Etapa de operación: Edificio	19
Estado del Arte.....	21
Manuales o artículos sobre patología y mantenimiento	21
Artículos científicos sobre propiedades y lesiones de bloques de concreto	22
1. Marco Teórico.....	24
1.1 Patología y lesiones de una edificación	24
1.2 Lesiones directas.....	26
1.2.1 Lesiones físicas:.....	26
1.2.2 Lesiones mecánicas:.....	27
1.2.3 Lesiones químicas:	28
1.2.4 Lesiones biológicas:.....	29
1.3 Lesiones indirectas	30
1.3.1 Proyecto:.....	30
1.3.2 Ejecución:.....	30
1.3.3 Material:.....	30
1.3.4 Mantenimiento:	30
1.4 Clasificación de las lesiones	31
1.5 Durabilidad de los materiales	33
1.5.1 Factores que influyen en la durabilidad de los materiales	34
1.6 Bloques de concreto	36
1.6.1 Propiedades de bloques en concreto	37

1.6.2 Tipos de bloques de concreto	39
2. Marco legal.....	43
2.1 NSR-10, Título D.3 Calidad de los materiales en la mampostería estructural	43
2.2 NTC - 4026 (Bloque estructural), NTC - 4076 (Bloque no estructural).....	44
2.3 NTC - 4024 (Muestreo y ensayo de prefabricados en concreto no reforzados, vibro compactados)	46
3. Etapa de operación proceso de fabricación.....	48
Fábrica N°. 1	48
Fábrica N°. 2	61
Fábrica N°. 3	75
4. Etapa de operación en Obra	83
El Edén centro comercial	83
5. Etapa de operación: Edificio	89
5.1 Estudio de caso N°. 1 Colegio Santiago de Atalayas	89
5.1.1 Lesión física, suciedad	90
5.1.2 Lesión física, erosión	91
5.1.3 Lesión física, suciedad por oxidación de refuerzos metálicos	92
5.2 Estudio de caso N°. 2 Conjunto residencial el pedregal Etapa I	93
5.2.1 Lesiones físicas, suciedad.....	95
5.2.2 Lesiones biológicas, vegetales	95
5.2.3 Lesiones físicas, erosión	96
5.3 Estudio de caso N°. 3 Conjunto residencial Oikos Teucali	97
6. Ensayos en Laboratorio.....	108
6.1 Ensayos a 6 especímenes de concreto.....	108
6.2 Ensayo de permeabilidad en casos de estudio	117
Lista de recomendaciones	120
Etapa de operación: Fábricas.....	120
Etapa de operación: Obra	120
Etapa de operación: Edificio	121
Conclusiones	122
Referencias.....	123
Bibliografía	126

Índice de tablas

<i>Tabla 1. Diferencias y similitudes en el proceso de fabricación de los bloques</i>	<i>18</i>
<i>Tabla 2. Ensayo de permeabilidad, estudios de caso</i>	<i>19</i>
<i>Tabla 3. Ensayos a seis (6) bloques de concreto</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 4. Resistencia a la compresión y absorción de agua para muros estructurales, (NTC 4026, 1997) 37</i>	
<i>Tabla 5. Requisito de resistencia a la compresión, (NTC 4076, 1997)</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 6. Requisitos para el contenido de humedad en las unidades de mampostería, (NTC 4026, 1997). 38</i>	
<i>Tabla 7. Requisitos de absorción de agua y clasificación del peso, (NTC 4076, 1997).....</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 8. Tipos de bloques estructurales en el área comercial</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 9. Tipos de bloques arquitectónicos en el área comercial</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 10. Cuadro comparativo NTC 4026 - NTC 4076.....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 11. Calculo de dosificación de agregados Fábrica 3.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 12. Diferencias y similitudes en el proceso de fabricación</i>	<i>82</i>
<i>Tabla 13. Lista de chequeo para la calidad de bloques en concreto en obra</i>	<i>88</i>
<i>Tabla 14. Peso bloques de concreto a ambiente.....</i>	<i>109</i>
<i>Tabla 15. Peso de los boques de concreto seco</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 16. Peso de los bloques en concreto saturados</i>	<i>111</i>
<i>Tabla 17. Ensayo permeabilidad bloques secados al ambiente</i>	<i>113</i>
<i>Tabla 18. Resultados ensayo permeabilidad en bloques de concreto con hidrofugante</i>	<i>115</i>
<i>Tabla 19. Resultados ensayo de permeabilidad Colegio Santiago Atalayas.....</i>	<i>117</i>
<i>Tabla 20. Resultados ensayo permeabilidad Conjunto el Pedregal Etapa I</i>	<i>118</i>
<i>Tabla 21. Resultados ensayo permeabilidad Conjunto Residencial Oikos Teucali.....</i>	<i>119</i>

Índice de figuras

<i>Figura 1. Cuadro sinóptico clasificación de la patología, (Corradine, 1998).....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 2. Gráfica con porcentajes de las lesiones indirectas, (Ventura Rodríguez, 2016).....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 3. Cuadro de clasificación para los factores que influyen en la durabilidad, (Mérida, 2010)</i>	<i>34</i>
<i>Figura 4. Diagrama factores que influyen en la durabilidad, medio ambiente del edificio (Mérida, 2010)</i> <i>.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 5. Dosificación de la fabricación de bloques en concreto estructurales y no estructurales.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 6. Gráfica resultado funcionamiento hidrofugante en bloques</i>	<i>116</i>

Índice de imágenes

<i>Imagen 1. Fabrica, planta de producción.....</i>	48
<i>Imagen 2. Materia prima / Imagen 3. Patio de almacenamiento</i>	49
<i>Imagen 4. Silos de almacenamiento / Imagen 5. Silos de almacenamiento cemento tipo Portland I.....</i>	50
Imagen 6. Granulometría de grava gruesa	51
<i>Imagen 7. Arena semi gruesa / Imagen 8. Arena fina.....</i>	51
<i>Imagen 9. Tolvas de almacenamiento de materia prima / Imagen 10. Banda transportadora material... </i>	<i>52</i>
<i>Imagen 11. Software de dosificación / Imagen 12. Tolla de mezclado</i>	53
<i>Imagen 13. Tolvas de almacenamiento de cemento / Imagen 14. Mezcladora.....</i>	54
<i>Imagen 15. Verificación de la mezcla seca / Imagen 16. Verificación de la mezcla seca</i>	55
<i>Imagen 17. Moldes para bloques de concreto / Imagen 18. Máquina de vibro compactación</i>	55
<i>Imagen 19. Máquina para retirar el exceso de material / Imagen 20. Maquina con cepillo para exceso del material</i>	56
<i>Imagen 21. Maquina transportadora de productos / Imagen 22. Maquina transportadora hacia el curado</i>	56
<i>Imagen 23. Ingreso del material / Imagen 24. Cuartos de curado por vaporización.....</i>	57
Imagen 25. Inspección de calidad del bloque de concreto	58
Imagen 26. Apilamiento del producto / Imagen 27. Almacenamiento bloques de concreto.....	58
<i>Imagen 28. Maquina cortadora para bloques abujardados</i>	59
Imagen 29. Ensayo de absorción	60
<i>Imagen 30. Planta de producción</i>	61
<i>Imagen 31. Llegada de la materia prima / Imagen 32. Patio de almacenamiento de materia prima</i>	62
<i>Imagen 33. Ensayo N° 1 frasco con agregado e hidróxido de sodio / Imagen 34. Ensayo N° 2 nivel de materia orgánica en los agregados</i>	63
<i>Imagen 35. Máquina de tamizado para arena con grava, obtención de diferentes tipos de granulometría</i>	64
<i>Imagen 36. Arena con grava / Imagen 37. Agregado tamizado, arena fina</i>	64
<i>Imagen 38. Tolvas de agregados / Imagen 39. Alimentadores para el mezclado, conectados a las tolvas</i>	<i>65</i>
<i>Imagen 40. Silos de almacenamiento para el cemento / Imagen 41. Bandas transportadoras de la materia prima</i>	66
<i>Imagen 42. Máquina de vibro compactación / Imagen 43. Bandas transportadoras con el molde correspondiente.....</i>	67
<i>Imagen 44. Producto en inspección visual / Imagen 45. Bandejas de almacenamiento</i>	68
<i>Imagen 46. Stand de transporte para las bandejas con los productos hacia el cuarto de curado</i>	68

<i>Imagen 47. Almacenamiento en el cuarto de curado / Imagen 48. Aspersores que mantienen la temperatura del cuarto de curado</i>	69
<i>Imagen 49. Máquina de envolvente para el material (malla) / Imagen 50. Apilamiento de bloques de concreto con envolvente de malla</i>	70
<i>Imagen 51. Bloque de concreto con pigmento amarillo</i>	71
<i>Imagen 52. Máquina para fabricar los bloques abujardados</i>	72
<i>Imagen 53. Ensayo de resistencia</i>	73
<i>Imagen 54. Piscina determinada para los ensayos de absorción</i>	73
<i>Imagen 55. Prueba al bloque con aplicación del hidrofugante / Imagen 56. Bloque con presencia de hidrofugante y agua</i>	74
<i>Imagen 57. Fachada de fábrica N° 3</i>	75
<i>Imagen 58. Zona de almacenamiento de agregados para la formación de la mezcla</i>	76
<i>Imagen 59. Zona de mezclado de agregados para la mezcla de concreto</i>	77
<i>Imagen 60. Máquina de vibro compactación / Imagen 61. Adoquín de concreto (similar al proceso de bloques de concreto)</i>	79
<i>Imagen 62. Organización modular de bloques de concreto / Imagen 63. Formaleta para apilar el material</i>	80
<i>Imagen 64. Almacenamiento de bloques de concreto / Imagen 65. Secado de los bloques en concreto a ambiente</i>	81
<i>Imagen 66. Maquinaria para corte al bloque de concreto / Imagen 67. Bloque abujardado</i>	81
<i>Imagen 68. Fachada Centro Comercial El Edén</i>	83
<i>Imagen 69. Implementación bloque de concreto en sótano / Imagen 70. Implementación de bloque de concreto en fachada</i>	84
<i>Imagen 71. Acabado al hacer un corte trasversal en el bloque de concreto / Imagen 72. Bloque de concreto con acabado diferente</i>	84
<i>Imagen 73. Fachada con sistema constructivo doble muro / Imagen 74. Fachada cinética</i>	85
<i>Imagen 75. Piscina para prueba de absorción de los bloques en concreto / Imagen 76. Murete en bloque de concreto para prueba de resistencia</i>	86
<i>Imagen 77</i>	86
<i>Imagen 78</i>	87
<i>Imagen 79/ Imagen 80</i>	87
<i>Imagen 81</i>	87
<i>Imagen 82</i>	87
<i>Imagen 83 / Imagen 84</i>	88
<i>Imagen 85. Fachada principal colegio Santiago de Las Atalayas</i>	89
<i>Imagen 86. Muro fachada, con presencia de suciedad / Imagen 87. Fachada salones de clase con presencia de ensuciamiento en el remate de muro</i>	91
<i>Imagen 88. Muro con presencia de lesión física, erosión, desprendimiento del material / Imagen 89. Muro en bloque de concreto</i>	92
<i>Imagen 90. Fachada con gárgola (tubería), presencia de manchas por oxidación</i>	92
<i>Imagen 91. Muro interno con presencia de eflorescencia blanca debido a la humedad / Imagen 92. Fachada con presencia de musgo debido a la humedad</i>	93

<i>Imagen 93. Fachada del conjunto El Pedregal Etapa I.....</i>	<i>94</i>
<i>Imagen 94. Antepecho con presencia de lesión física, suciedad / Imagen 95. Antepecho de cerramiento</i>	<i>95</i>
<i>Imagen 96. Arranque de muro con presencia de musgo / Imagen 97. Lesión biológica avanzada en los bloques sin pintura.....</i>	<i>96</i>
<i>Imagen 98. Antepecho de las torres, suciedad / Imagen 99. Antepecho con presencia de erosión.....</i>	<i>96</i>
<i>Imagen 100. Fachada principal Conjunto Oikos Teucali.....</i>	<i>97</i>
<i>Imagen 101. Torre #9 C. Oikos Teucali.....</i>	<i>98</i>
<i>Imagen 102. Parqueadero Imagen 103. Sótano para parqueadero</i>	<i>98</i>
<i>Imagen 104. Salón comunal, administración / Imagen 105. Escaleras que conecta zona de parqueaderos con zona verde</i>	<i>99</i>
<i>Imagen 106. Antepecho de cerramiento parte posterior</i>	<i>99</i>
<i>Imagen 107. Torre #8 con presencia de suciedad en el remate de muro</i>	<i>100</i>
<i>Imagen 108. Antepecho de cerramiento con presencia suciedad / Imagen 109. Nivel de clasificación de la lesión, moderada-grave</i>	<i>101</i>
<i>Imagen 110. Presencia de erosión en el muro de cerramiento / Imagen 111. Desprendimiento de los materiales que componen el bloque en concreto</i>	<i>101</i>
<i>Imagen 112. Caseta de vigilancia ubicada en el lado posterior del conjunto, con presencia de suciedad en el remate de la cubierta.....</i>	<i>102</i>
<i>Imagen 113. Ensuciamiento en el remate de muro de fachada / Imagen 114. Lesiones físicas en muros de fachadas</i>	<i>103</i>
<i>Imagen 115. Ensuciamiento en el remate de antepecho en el salón comunal del C. Oikos Teucali</i>	<i>103</i>
<i>Imagen 116. Ensuciamiento en el arranque de muro de las fachadas en las torres</i>	<i>104</i>
<i>Imagen 117. Lesión física por oxidación / Imagen 118. Ensuciamiento por oxidación</i>	<i>105</i>
<i>Imagen 119. Presencia de eflorescencias blancas / Imagen 120. Bloque con un nivel moderado de eflorescencias.....</i>	<i>106</i>
<i>Imagen 121. Muro de cerramiento, con presencia de varias lesiones graves</i>	<i>106</i>
<i>Imagen 122. Pie de rey (calibrador) / Imagen 123. Metro para las tomar las dimensiones del material</i>	<i>108</i>
<i>Imagen 124. Guantes para protección de quemaduras / Imagen 125. Horno a una temperatura de 120°para el secado del bloque en concreto</i>	<i>110</i>
<i>Imagen 126. Bloques saturados, seco superficialmente / Imagen 127. Bloque secado al ambiente</i>	<i>111</i>
<i>Imagen 128. Ensayo con Pipeta Karsten / Imagen 129. Registro de permeabilidad de bloques de concreto</i>	<i>112</i>
<i>Imagen 130. Hidrofugante pintuco / Imagen 131. Aplicación del hidrofugante a cada espécimen</i>	<i>114</i>
<i>Imagen 132. Ensayo con pipeta Karsten / Imagen 133. Resultado del ensayo con el bloque hidrófugo / Imagen 134. Tabique del bloque en concreto después de utilizarse en el ensayo de permeabilidad</i>	<i>115</i>

Resumen

Por sus características y sus propiedades los bloques de concreto son ampliamente utilizados en la industria de la construcción en fachadas; Entre las cuales se destacan sus propiedades físicas, químicas, y mecánicas, además del buen aspecto estético que proporciona este material. No obstante, en los bloques de concreto se presentan diversas lesiones patológicas, las cuales no son tratadas por su alto costo o por la falta de información al respecto en donde no son tratadas o en qué tipo de proyectos. Por ello en este trabajo se propone elaborar un catálogo de recomendaciones para cada lesión física presentada en el ciclo de vida útil del bloque de concreto, para lo cual se evaluaron tres procesos principales, en los que se podría ver afectado el material: la fabricación, manipulación en el proceso constructivo de obra, y en la fase de operación de edificaciones. Para esta última evaluación se tomaron en cuenta tres casos de estudio, de diferentes fechas de construcción, diferente función y con fachadas en bloques de concreto.

Abstract

By his characteristics and his properties the blocks of concrete are widely used in the industry of the construction in fronts; between which are outlined his physical, chemical, and mechanical properties, besides the good aesthetic aspect that provides this material. Nevertheless, in the blocks of I make concrete they present diverse pathological injuries, which are not treated by his high cost or by the lack of information in the matter where they are not treated or in what type of projects. For it in this work, it proposes to elaborate a catalogue of recommendations for every physical injury presented in the useful life cycle of the block of concretely, for which there were evaluated three principal processes, in which the material might meet affected: the manufacture,

manipulation in the constructive process of work, and in the phase of operation of buildings. For the latter evaluation, there were born in mind three cases of study, of different dates of construction, different function and with fronts in blocks of, I make concrete.

Palabras claves:

Bloques de concreto, patología, propiedades físicas, fachadas, lesiones físicas

KeyWords:

Concrete blocks, pathology, physical properties, facades, physical injury

Introducción

Los bloques de concreto son un material importante cuando se implementa en la infraestructura de los proyectos, puesto que estos dan la resistencia requerida, también considerados últimamente como uno de los materiales de construcción ampliamente utilizado, debido a las ventajas que presenta, tales como: aislante térmico, aislante acústico, resistencia a exposiciones externas a comparación de otros materiales (arcilla, vidrio, entre otros), reducción de tiempos en la implementación de la construcción y su forma de fabricación en seco la cual termina siendo un acabado homogéneo, permitiendo así una alta producción y una gran apariencia, dando campo a utilizarse como acabado de la fachada respondiendo a las necesidades del usuario, y obteniendo una optimización de costos en su construcción.

Estos bloques se clasifican en estructurales y no estructurales según la Norma Técnica Colombiana (NTC), presentan variedad en sus dimensiones y un par de acabados como por ejemplo el bloque abujardado o liso, estos ya requeridos según el diseño que se necesite para la obra en curso.

Cabe resaltar que a pesar de las ventajas y propiedades de los bloques de concreto esto no los hace totalmente exentos a factores ambientales o acciones de fuerzas externas como se supone anteriormente, puesto que la mayoría de veces estos y su mal proceso constructivo son la combinación para la presencia de deterioros en la fachada, como por ejemplo el clima que se presenta en el lugar donde se emplea el material.

Estos factores externos pueden generar diversas lesiones físicas, químicas, mecánicas, o biológicas “generando así patologías que ocasionan múltiples efectos desde pequeños daños y

molestias para sus ocupantes, hasta grandes fallas que pueden causar colapso de la edificación o parte de ella.” (Cigir, 2009).

Considerando lo expuesto anteriormente, este proyecto busca identificar las lesiones más frecuentes de origen físico que presentan los bloques de concreto en fachadas, y así establecer recomendaciones mediante un manual para su utilización y mantenimiento.

Se debe agregar que para cumplir este objetivo se requiere: conocer las posibles lesiones que se puedan dar desde su proceso de fabricación, como es su implementación en cuanto a su procesos constructivos y verificación según la normativa que la rige en norma, y finalmente observar edificaciones donde se utiliza el material para identificar el deterioro (físico) más frecuente presentado en esta etapa de operación.

Objetivos

Objetivo General

Identificar las lesiones más frecuentes de origen físico que presentan los bloques de concreto en fachadas, para establecer recomendaciones mediante un manual para su utilización y mantenimiento.

Objetivos específicos

- Conocer las posibles lesiones que se puedan presentar en el uso de bloques de concreto desde su proceso de fabricación.
- Analizar los procesos constructivos en bloques de concreto y verificar el cumplimiento normativo en obra, de manera que se puedan evidenciar posibles causas indirectas en la aparición de lesiones.
- Tipificar las lesiones que presentan las fachadas en bloques de concreto y así proponer acciones de mejora para su utilización y mantenimiento.

Justificación

El tema de investigación parte del interés por el estudio de los materiales, buscando específicamente explorar la temática de los bloques de concreto. Se relaciona con antecedentes que remiten las asignaturas como: *Concretos y morteros* y *Química y física de los materiales*. Así pues, el conocimiento previo y la práctica nos permite identificar el por qué se lleva a cabo el conjunto de actividades o tareas que dan forma a este proyecto.

Además de esto, es necesario nombrar tres aspectos importantes que se toman como razones necesarias para la investigación:

En primer lugar, en Colombia gran parte de las construcciones emplean los bloques de concreto por sus propiedades químicas, físicas y mecánicas, las cuales brindan resistencia, durabilidad, reducción de tiempos de construcción, no necesariamente necesitan acabados más aún, generan menor demanda de mano de obra, además se encuentra gran variedad e información en cuanto a los tipos de bloques que existen, y sus respectivos proveedores

En segundo lugar, las construcciones que emplean los bloques de concreto están presentando un problema en sus fachadas, como por ejemplo, en las construcciones como colegios, conjuntos residenciales, y entre otros, evidencian gran variedad de lesiones físicas como la humedad en sus muros, suciedades y eflorescencias. Estas lesiones pueden llegar a generar mal aspecto estético, pérdida en la *funcionalidad de la fachada*¹ y sobrecosto en su mantenimiento. Además, cabe

¹ Funcionalidad de la fachada: Se refiere a la privacidad al interior y sirve de protección ante los fenómenos climáticos (lluvia, nieve, calor, frío, vientos) y otros agentes.

resaltar que la alta permeabilidad que presentan los bloques de concreto es uno de los factores que más influye en la aparición de deterioros o lesiones.

En tercer lugar, existe un *manual de construcción de mampostería en concreto*², el cual permite evidenciar todo lo que se debe tener en cuenta en su proceso constructivo, de modo que es fuente de vital importancia para la investigación.

Sin embargo, dicha información necesita y requiere ser complementada a profundidad con un estudio que establezca recomendaciones acorde a las etapas de operación (EO) expuestas en la investigación, el cual se enfatiza en estudios de caso (EO-3), los cuales permiten evidenciar las lesiones físicas más frecuentes que se pueden llegar a presentar en los bloques de concreto, siendo así mismo complementadas con ensayos que permitan verificar la calidad de los bloques desde su proceso de fabricación hasta su utilización en obra teniendo en cuenta la normativa adecuada (NTC 4024-4026-4076), y así poder implementarse unas recomendaciones de forma didáctica en un manual para su utilización y mantenimiento, que muestre las etapas de operación (fabricación, obra, edificación) de los bloques en concreto.

² Herrera & Madrid, (1999) *Manual de construcción de mampostería de concreto*

Metodología

La metodología implementada es tipo mixta, con la cual se buscó combinar las fortalezas de dos tipos de indagación; cuantitativa (recopilación de datos y análisis estadístico) y la cualitativa (exploración y generación de análisis e hipótesis) para así llegar a obtener un completo desarrollo de investigación y así poder tener el producto que se estima.

Al ser combinados estos dos tipos de indagación se evidenció la posibilidad de la modificación, adaptación, sintetización (*investigación mixta, 2016*), lo cual nos permitió y nos dió lugar a que se pudiera adaptar, y sintetizar de una mejor forma la información faltante en los procesos de mantenimiento de fachadas en bloques de concreto.

Por esto, la metodología de este proyecto se ha dividido en tres fases (etapas de vida del bloque en concreto), las cuales son importantes para la investigación, sin embargo, esta se fundamenta principalmente en el método de estudio de caso (*fase 3, etapa de operación Edificio*) en el cual se evidencian lesiones físicas que pueden llegar a presentarse en un muro de fachada en bloque de concreto.

Y así, finalmente se brindan recomendaciones de acciones de mejora (en las tres fases estudiadas) a los bloques en concreto utilizados en construcción, para que cumplan con un nivel óptimo en su estética y eficacia al pasar el tiempo, esto, mediante un manual de recomendaciones para la solución o disminución de lesiones físicas presentadas en los muros donde se utilicen los bloques de concreto, el cual está basado en los datos recopilados, fuentes bibliográficas, y ensayos realizados, debido a que en la investigación estos juegan un papel

importante para su correcto desarrollo, de manera que se logre el objetivo nombrado anteriormente.

Fase 1 - Etapa de operación: Fabricación del bloque en concreto

Para conocer las posibles lesiones presentadas en los bloques de concreto se realiza un seguimiento y un estudio al proceso de fabricación de estos, lo que conlleva a la visita de tres fábricas las cuales permiten identificar las características con las que se realizan los bloques. Se emplea mediante el método cualitativo, el cual permite llegar a una conclusión de sus componentes y saber si en algunos de los pasos de su fabricación pueden influir en el deterioro de los mismos.

Finalmente son expuestas en una documentación junto con registros fotográficos y como complemento de este se realiza la **Tabla 1**, en donde se identifican las diferencias y las similitudes de las fábricas, concluyendo de esta el grado de afectación que puede haber en el material.

Instrumentos: Cámara fotográfica, permisos, agenda.

Laboratorios: Cada fábrica tiene su laboratorio propio o externo.

COMPARACIÓN PROCESO DE FABRICACIÓN		
Fábrica N° 1	Fábrica N° 2	Fábrica N° 3

Similitudes

Tabla 1. Diferencias y similitudes en el proceso de fabricación de los bloques

Tomado de, Elaboración propia

Fase 2 - Etapa de operación: Utilización en obra

Seguido de lo anterior, para poder analizar y verificar el cumplimiento normativo de los procesos constructivos en bloques de concreto implementados en obra, se realiza una visita al Centro Comercial El Edén, el cual lleva hasta la fecha 2 años de construcción, faltando para la entrega total, menos de un año (2019 / Agosto). Esta fase se realiza mediante el método documental, puesto que este nos permite sistematizar la información adquirida.

Se llevará a cabo por medio de un informe con registro fotográfico en el cual se evidencie la utilización, el almacenamiento, los ensayos que se realizan en obra para la verificación del cumplimiento de la norma.

Instrumentos o recursos: Cámara fotográfica, permisos, inscripción en la ARL

Laboratorios: Propio en la obra, y un laboratorio externo (contecol)

Como complemento se realizará una lista de chequeo para verificar el cumplimiento normativo utilizando, como elemento probatorio el registro fotográfico y la NTC correspondiente y el título D.3 de la NSR-10.

Fase 3 - Etapa de operación: Edificio

Finalmente, para poder llegar a proponer las acciones de mejora para la utilización y mantenimiento de las fachadas que utilicen los bloques en concreto, se lleva a cabo el método de (3) estudios de caso, el cual termina siendo una metodología cualitativa.

Mediante la cual se llega a evidenciar por medio de fichas de diagnóstico los tipos de lesiones utilizando como recursos: un registro fotográfico, planimetrías con su respectiva interpretación, datos generales y las observaciones pertinentes, por medio de una serie de preguntas, que nos van a permitir llegar a las conclusiones sobre los bloques de concreto y el mantenimiento que se les debe hacer si presentan alguna de las lesiones expuestas en la investigación.

Instrumentos o recursos: Cámara fotográfica, permisos, inscripción en la ARL, pipeta karsten, fichas de diagnóstico

Ensayos: Permeabilidad en intervalos de 5 minutos, 10 minutos y 15 minutos.

ENSAYO DE PERMEABILIDAD				
Muestra estudio de caso	5 minutos	10 minutos	15 minutos	Nivel Permeabilidad
1				
2				
3				
4				
5				

Tabla 2. Ensayo de permeabilidad, estudios de caso

Tomada de, Elaboración propia

Como complemento y elemento transversal a las anteriores tres (3) fases se realizaron ensayos a 6 especímenes de una de las fábricas, es estos aquí los regidos por la normativa (NTC 4024), para verificar el cumplimiento de esta en su fabricación de fabricación. Realizado mediante el método cuantitativo, el cual permite recopilar los datos obtenidos en las pruebas realizada. Finalmente se concluye a partir de los resultados expuestos en la (**Tabla 3**) la eficiencia del material en base a la normativa anteriormente nombrada y de la cual también se rige la fábrica para la venta de sus bloques.

Instrumentos y/o recursos: Normativa física (NTC 4024), pipeta karsten para ensayos de absorción, pie de rey para mediciones, pesa, máquina de resistencia a compresión.

Laboratorios: Laboratorio Sede de ingeniería Universidad La Gran Colombia.

<i>BLOQUE</i>	<i>ABSORCIÓN</i>	<i>PERMEABILIDAD AMBIENTE</i>	<i>PERMEABILIDAD E HIDROFUGANTE</i>
<i>Tipo</i>	<i>%</i>	<i>ml</i>	<i>ml</i>
TL1			
TL2			
TL3			
TL4			
TL5			
TL6			

Tabla 3. Ensayos a seis (6) bloques de concreto

Tomado de, Elaboración propia

Estado del Arte

El análisis que se presenta en el estado del arte se conforma por dos tipos: La primera es sobre los productos que se han generado actualmente sobre la patología y el mantenimiento y modo de empleo de los bloques de concreto, ya sean manuales o artículos. La segunda hará referencia a artículos científicos que han logrado una solución y han generado ensayos a algunas lesiones y propiedades en específico de los bloques en concreto como: La humedad, la eflorescencia y su durabilidad.

Manuales o artículos sobre patología y mantenimiento

- Herrera & Madrid, (1999), realizó un manual llamado: *manual de construcción de mampostería de concreto*, realizada en el instituto colombiano productores de cemento. Este manual cuenta con especificaciones del bloque de concreto, el mortero de pega y los requisitos que se deben tener en cuenta para la utilización en los diferentes sistemas constructivos de estos, con el fin de servir como formación y consulta. Se tuvo en cuenta como bases los requisitos del título D de la NSR-98, lo que cual se presenta como una debilidad para este trabajo, puesto que la norma puede variar acorde a la NSR.10. Pero aun así es fuente de vital importancia en cuanto a guía para el control de calidad que se tenía antes para estos bloques y así mismo evidenciar la carencia de información en este manual sobre la prevención y la solución de las lesiones físicas más frecuentes de los bloques en concreto.
- La revista Construcción y tecnología en concreto, (2005), realizó dos artículos llamados: *Peculiaridades de los bloques y bloques, problemas y soluciones* La importancia de

nombrar estos artículos es debido a que su información aporta en cuanto a la calidad de los bloques de concreto desde el inicio de su proceso de fabricación y de cómo tratar de forma general algunas de las lesiones frecuentes que presentan los bloques como las filtraciones, la suciedad y humedad.

- Rodríguez, Cruz, Torreño Úbeda & Rodríguez, (2004), realizó un manual llamado: *manual de patología de la edificación Tomo 3 lesiones debidas a las humedades, patología de cubiertas y fachadas*, realizada por la universidad politécnica de Madrid. Este manual da explicación de algunas causas de las patologías más frecuentes de los ladrillos (defectos de fabricación, presencia de agua, contaminación atmosférica, fallos por movimientos del edificio, deterioro debido a la cristalización de sales solubles y expansión del mortero). El ladrillo al ser también un material poroso, se puede tener en cuenta para este estudio de los bloques de concreto en cuanto a las causas que se podrían presentar en los estudios de caso.

Artículos científicos sobre propiedades y lesiones de bloques de concreto

- Álvarez, (2014), tesis llamada: *evaluación de la densidad y la resistencia a la compresión de bloques de concreto con sustitución del agregado de piedra por desechos de la industria de papel*, realizada por la universidad EAFIT de Medellín. Esta tesis se toma como referente para la realización de los ensayos correspondientes a la NTC 4024, teniendo en cuenta la metodología que este proyecto empleo en cuanto a la toma de datos y resultados en gráficas.

- Brocken & G. Nijland, (2004), artículo científico: *Eflorescencia blanca en mampostería de ladrillo y bloques de mampostería de hormigón, con especial énfasis en la eflorescencia de sulfato en bloques de concreto*, realizada por la construcción y materiales de construcción.

Este artículo será de apoyo para poder tratar y entender algunos conceptos del que conlleva una de las lesiones más frecuentes en los bloques de concreto como la eflorescencia y así poder llegar a las causas reales que se presentan en cada uno de los estudios de caso que se establecen en este proyecto.

Es necesario recalcar que lo nombrado anteriormente permite evidenciar la falta de un producto que ayude a procesar y organizar la información existente, puesto que cada uno de estos artículos o manuales se muestran de una forma extensa, poco didáctica y menos puntual al momento de dar un mantenimiento o recomendación.

1. Marco Teórico

1.1 Patología y lesiones de una edificación

A continuación, se realiza un esbozo general definido por Corradine (1998) que la patología de la edificación, es decir un estudio a una lesión que presenta el edificio, varía en gran forma por diferentes causas, la mayoría de estas son difíciles de determinar, y otras si se puede encontrar fácilmente. Se tiene en cuenta que las lesiones pueden aparecer por distintos motivos según la causa de su origen, los cuales son los principales rasgos que resaltan en cada una de las edificaciones.

Seguido de esto, los defectos en una edificación son dados por distintas causas indirectas, entre estas por un mal diseño, una errada configuración estructural, una construcción mal elaborada, empleo de materiales deficientes o inapropiados usados en obra, aparte de todo esto, en la edificación causa vulnerabilidad, dejando así la estructura expuesta a sufrir diferentes y grandes daños.

Otro de los motivos son los daños que se evidencian durante y después de una incidencia de fuerza o agente externo a la edificación, son causados por sobrecargas, sismos, fuego, deslizamientos de tierra o sustancias químicas. Muchas veces las edificaciones son construidas con ciertos parámetros para cumplir, pero en realidad no son tenidos en cuenta, los cuales no se pueden evitar ante un desastre, pero si se puede disminuir su impacto. Una de las formas vistas para corregir estos daños es evitando los defectos evidenciados en el diseño, en el empleo de los materiales y posteriormente en su construcción, así mismo se deben respetar los criterios de diseño y también dándole un sentido a lo que se está construyendo.

También cabe mencionar que otro de los motivos de las lesiones de una edificación es el deterioro, este origen es causado por los agentes atmosféricos y por sustancias químicas presentes en el agua, donde generan cambios en la edificación y deben ser atendidos lo más pronto posible. Debido a esto se recomienda llevar un adecuado y pertinente mantenimiento el cual ayudará a prevenir o disminuir el impacto del deterioro causado por lo dicho anteriormente.

Finalmente se deduce que estos motivos de las lesiones en una edificación se conectan entre sí, pues si se tiene uno se tienen los otros dos, es decir, cada uno conlleva al otro de alguna u otra forma. Las construcciones no están exentas de recibir ciertos ataques ya sean desde su parte constructiva o por la exposición ambiental a la cual se encuentran, por esto se tiene en cuenta ciertas recomendaciones de mantenimiento o reparación según el material implementado. En el siguiente cuadro sinóptico se observa a manera de resumen la información:

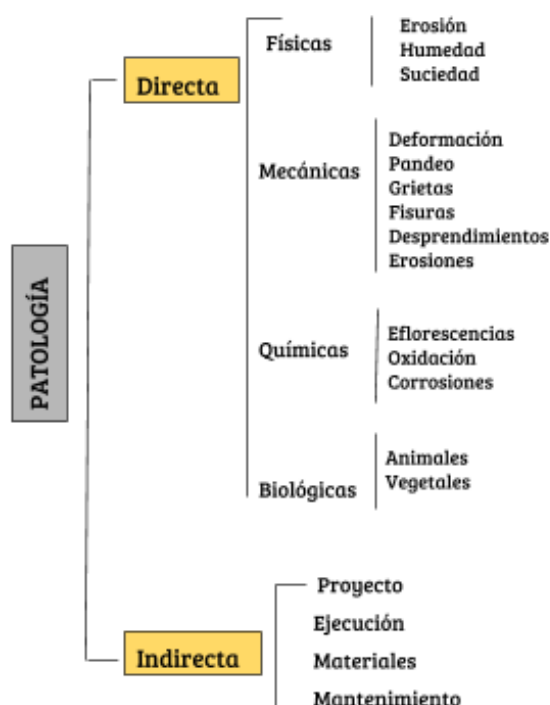


Figura 1. Cuadro sinóptico clasificación de la patología, (Corradine, 1998)

Tomada de, Introducción a la patología de edificios

En la actividad diaria de las obras de construcción puede existir la contaminación ambiental, esta se define como aquella presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o una combinación de varios agentes en un mismo lugar, los cuales pueden ser nocivos en el ciclo de vida de los materiales, como se expresa anteriormente en el cuadro sinóptico de Corradine (1998), a continuación, se explicarán cada una de esas lesiones ya sean directas o indirectas:

1.2 Lesiones directas

1.2.1 Lesiones físicas: Son todos aquellos relacionados con las acciones de fuerzas de diverso orden que actúan sobre los materiales, o por la sola razón de poder ser afectados directamente por los factores ambientales, o como resultado del uso que se haga de ellos, así puede implicar la existencia de tres aspectos diferentes: **humedades, erosiones y suciedad.**

1.2.1.1 Humedad: Se dice que es un fuerte efecto destructor, este efecto se da de diversas maneras entre estas, por **ascensión** o **capilaridad**, es decir, desde el suelo, pasando por la cimentación y llegando a los muros (sales o ácidos en disolución); y por capilaridad cuando la humedad asciende por los muros hasta llegar a alturas significativas (transformación química o a la alteración de la estructura).

La humedad se puede presentar ya sea por goteras, condensación, o lluvias, en cuanto a los bloques de concreto se destacan dos de estos orígenes, el cual es el de **condensación**, puesto que este se da por el bajo uso de los vanos del espacio, generando así niveles internos de humedad, y el de **lluvias**, debido a que este cae directamente sobre las fachadas, o indirectamente dada por

salpicadura hacia estas, generando así lesiones o deterioros como (erosión, suciedad, entre otros...)

1.2.1.2 Erosión: Este deterioro se puede presentar por diversas situaciones, algunas ya nombradas anteriormente, y otra por el hecho de que es un material expuesto a los usuarios y a los agentes atmosféricos, dando así paso el desgaste del material o el desprendimiento de los componentes del mismo.

1.2.1.3 Suciedad: Este deterioro se observa por manchas de color oscuro, de diferentes formas; esta lesión se presenta por diversos factores, como lo expresa Neoquim (2016), esta lesión en las fachadas se presenta por: partículas contaminantes (polen, polvo, arena o humos, vapores, entre otros), agentes atmosféricos (viento, lluvia, temperatura y vapor de agua), y finalmente no menos importantes las características del material empleado (porosidad, textura, dureza, color, entre otras).

1.2.2 Lesiones mecánicas: Desperfectos causados por la acción de fuerzas directas de diversa índole, sobre los materiales constituidos de las edificaciones, todos ellos pueden estudiarse al menos bajo los siguientes aspectos: **deformaciones: pandeos; grietas; fisuras; desprendimientos y erosiones.**

1.2.2.1 Deformaciones: Trata todas las deformaciones que se pueden llegar a presentar en muros y otros soportes de las edificaciones, teniendo en cuenta que esto a causa de que se someten a varias cargas en su ciclo de vida, es decir, que como consecuencia severa se podría dar el colapso total del muro y así mismo afecta la estabilidad de la edificación, entre estas deformaciones se tienen las siguientes:

- **Pandeos** → Efecto de curvatura en sentido vertical que presenta un muro o un soporte de la edificación.

1.2.2.2 Grietas: Se presenta como la separación total de los materiales, presentada por diferentes orígenes, tales como, cargas irregulares, fallas en la cimentación, pérdida de la capacidad portante, o dilatación y contracción de los materiales.

1.2.2.3 Fisuras: Se presenta por las diferencias de comportamiento entre los materiales de revoco o pañetes y la mampostería. Esta se genera por soporte o por acabado:

- **Soporte** → Es decir la fisura se presenta cuando los comportamientos del muro y de los pañetes son desiguales
- **Acabado** → Se presenta por el secado disperejo entre los acabados empleados, por disparidad de materiales de composición, mala ejecución entre otras.

1.2.2.4 Desprendimientos: Se dan por la pérdida de capacidad de adherencia entre el soporte o superficie portante, no obstante, su origen se da por diferentes causas, tales como, la humedad en el muro, mala calidad del material.

1.2.2.5 Erosiones: Es decir, el desgaste de las superficies externas por causas variadas como el rozamiento prolongado, acción del viento, lluvias.

1.2.3 Lesiones químicas: Están relacionados o circunscrito a procesos de deterioro derivados de las transformaciones químicas que se producen en la estructura básica de los materiales y pueden considerarse o clasificarse como: **eflorescencias, oxidaciones y corrosiones.**

1.2.3.1 Eflorescencias: Dado por la evaporación de humedades de larga duración, estas son conformadas por cristales, evidenciados en la superficie, es decir, por el simple hecho del paso de agua dentro del material permite la disolución de elementos químicos, como por ejemplo sales o bases cuya cristalización posterior siempre se presenta donde se dio la evaporación.

1.2.3.2 Oxidaciones: Se presentan en los metales, gracias al contacto con la humedad, puesto que los metales siempre presentan resistencia esta condición. No obstante, se debe tener en cuenta que esta resistencia se presenta baja o alta depende del tipo de metal que se esté utilizando siendo entre estos el hierro y la plata los más afectados rápidamente.

1.2.3.3 Corrosiones: Deterioro diferente por el hecho de que implica una reacción o una acción de sustancias diferentes al agua, como ácidos disueltos en el aire, cercanía de diferente ionización produciendo otras sustancias en forma de sales, dejando como consecuencia a su vez una pérdida de sección en el metal afectado.

1.2.4 Lesiones biológicas: Tan frecuente en el medio tropical, como agentes **vegetales** (raíces de plantas y árboles). así como **animales** (ratones, y grandes coleópteros, termitas, etc).

1.2.4.1 Vegetales: Pueden llegar a causar la descomposición de los componentes del material utilizado en el muro, gracias al poder de penetración que tienen estas especies, si se deja avanzar esta presencia de especies vegetales, puede llegar al punto de convertirse en una carga concentrada.

1.2.4.2 Animales: Normalmente es una lesión que se presenta frecuente en las obras de arquitectura donde se emplean las maderas, pues es uno de los grandes materiales donde la mayoría de animales encuentran un hogar o donde fabricar uno.

1.3 Lesiones indirectas

1.3.1 Proyecto: Mala planeación del proyecto, es decir, desde su diseño hasta los cálculos correspondientes.

1.3.2 Ejecución: Mala técnica utilizada en el momento de la construcción de muros, del levantamiento de los muros, o ya sea por el sistema constructivo que se utiliza.

1.3.3 Material: Se evidencia en el momento de la calidad deficiente del bloque en concreto

1.3.4 Mantenimiento: En esta etapa es donde se observa menor incidencia en el bloque de concreto, puesto que es donde se realiza la conservación adecuada en el tiempo, y reparaciones a tiempo; Sin embargo, también influye en la presencia de algunos de los deterioros.

Como complemento, se tiene que según El manual de patología de la edificación (Tomo 1, 2016) se puede observar los pocos porcentajes sobre los tipos de lesiones indirectas que se han destacado en los datos de las casas aseguradoras, como se expresa en la (*figura2*).

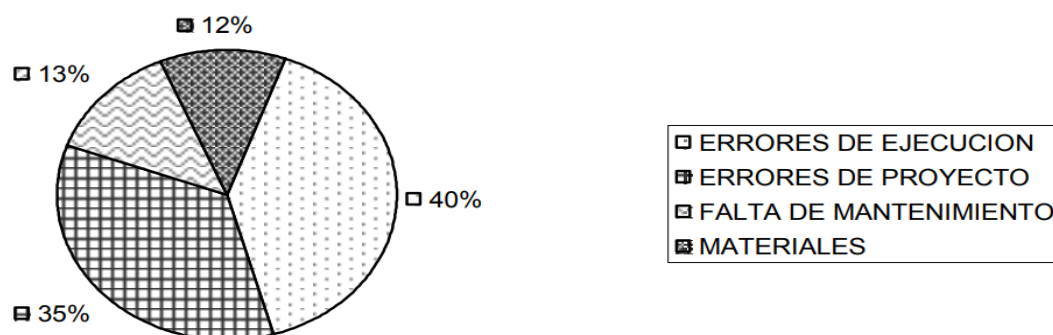


Figura 2. Gráfica con porcentajes de las lesiones indirectas. (Ventura Rodríguez, 2016)

Tomada de, Manual de patología de la edificación

Debido al enfoque que se le ha dado a esta investigación, se destacan las lesiones de origen físico, puesto que estas son las que se presentan con más frecuencia en el material escogido, el cual son los bloques de concreto. Además, que estas lesiones son las que se destacan principalmente en la patología de la edificación, dado que estas dan origen a lesiones secundarias, las cuales fueron descritas anteriormente (mecánicas, químicas o biológicas).

1.4 Clasificación de las lesiones

Los deterioros o las lesiones que se presentan en una edificación cuando se están interviniendo, requieren de una fase de clasificación, la cual según (ventura Rodríguez, 2016), en el manual de patología de la edificación, se refiere a la fase del dictamen o fase diagnóstica, es decir, el diagnóstico del tipo de lesión y la clasificación de la importancia que pueda presentar. Dentro de esta fase, se determinan dos parámetros:

- Determinar la causa específica y el agente que lo genera, así como establecer su origen mediante una hipótesis la cual es afianzada por medio de pruebas diagnósticas y ensayos que permitan su verificación.
- Clasificar el nivel de gravedad de la lesión, la cual es parte de la última parte de la fase diagnóstica, está clasificada en los siguientes niveles:
 1. **Leve:** Descrito como estado de confianza, el cual se realiza después de haber hecho el diagnóstico, etapa donde no se aprecian situaciones con algún tipo de riesgo tanto para el material en cuestión o el edificio en general.

2. **Moderado:** Descrito como estado de precariedad, en donde ya se detectan niveles de carencia de más cuidado, es decir, disminuye la seguridad, estando por debajo de un nivel adecuado, a pesar de esto no llega al nivel de ser un peligro, y aun puede ser intervenido.
3. **Grave:** descrito como estado de peligro, es decir, es la etapa donde ya requiere un cambio, o una intervención más profunda, puesto que esta ya se considera insuficiente para soportar las acciones a la cual está sometida en su utilización normal.
4. **Severa:** Considerado como etapa de ruina física, es decir, donde ya no hay mantenimiento ni intervención que pueda solucionar las patologías o lesiones presentadas, y se considera que el edificio pierde su identidad, y como consecuencia de estas las condiciones básicas para su construcción.

Es por esto, que ya se puede seguir a la siguiente etapa y la última en cuanto a una investigación sobre las patologías presentadas en cualquier edificación, es decir, la solución; esto compete al correctivo que se va aplicar, gracias a que una vez se sepa el nivel o clasificación de la lesión ya se puede determinar el tiempo y la solución adecuada a lo que se presente en cada edificación.

Finalmente, estas fases anteriormente nombradas van de la mano con la durabilidad de los materiales, y cómo afectan las diferentes acciones a la que están expuestos los materiales, ya que esta característica nos permite también saber y entender diferentes orígenes de las lesiones.

1.5 Durabilidad de los materiales

Seguido de lo anterior, cabe resaltar que lo dicho por (Universidad de Valladolid, s.f) “procesos de deterioro que se producen en los edificios constituye un verdadero campo científico y técnico que sirve de apoyo a la actividad de conservación y restauración arquitectónicas”³, es importante para tener en cuenta, puesto que esto permite concluir que es necesaria esta investigación por los deterioros que generan los bloques.

Por consiguiente, una de las bases teóricas a tener en cuenta en la investigación es la durabilidad de los materiales, factor de suma importancia para dictaminar un debido resultado y solución a los problemas presentados.

Se tiene en cuenta que la durabilidad según la lección 5 (UVA, s.f) es, la capacidad que tienen los materiales y sus componentes de conservar las características con las cuales se utilizaron en construcción continuando con la funcionalidad para la que fue seleccionado durante su vida útil, además relacionada, la calidad, control, uso y mantenimiento.

Por ende, la mayor durabilidad del edificio está directamente relacionado con una mejor calidad del proceso constructivo, con un correcto uso y una adecuada conservación; En el momento de hablar de una falla en la durabilidad se sabe que este proceso puede “consistir en un proceso anormal que conduce desde unas causas últimas o factores que terminan influyendo sobre la durabilidad, hasta las consecuencias o efectos diferidos y acumulados denominados como lesiones, que pueden terminar en el colapso o la ruina del elemento en cuestión” como último efecto, esto nos dice que si no se hace un correcto mantenimiento ni un correcto uso al

³ Universidad de Valladolid (s.f), *Lección 5, Durabilidad*

material tendrá como consecuencia en unos años, la ruina total del edificio un proyecto así como se especificó en los capítulos anteriores.

Al mismo tiempo la durabilidad de cualquier proyecto, edificio y construcción depende de dos aspectos relevantes tales como:

- a) **Naturaleza** (uso y circunstancias ambientales)
- b) **Características** del edificio y de los materiales empleados

1.5.1 Factores que influyen en la durabilidad de los materiales

Los siguientes factores expuestos en las siguientes figuras, se relacionan pues son estos los que influyen directamente en la durabilidad (*figura 1*) se deben tener en cuenta, pues son aquellos que permiten determinar el deterioro de un material, su causa y así determinar el porqué de su efecto.

Tiempo	Medio ambiente	Grado de exposición	Calidad
<ul style="list-style-type: none"> • Se tiene en cuenta que a mayor duración, mayor exposición a las acciones que deterioran el material 	<ul style="list-style-type: none"> • Medio ambiente exterior e interior en el edificio, ver figura 1 	<ul style="list-style-type: none"> • En un edificio no todos los elementos tienen el mismo grado de exposición, unos están tapados y las otras están en contacto con las acciones destructivas 	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad en el diseño, en sus materiales y en su ejecución • Importante tener en cuenta la interacción y comportamiento de los materiales

Figura 3. Cuadro de clasificación para los factores que influyen en la durabilidad, (Mérida, 2010)

Tomado de, Durabilidad (Elaboración propia)

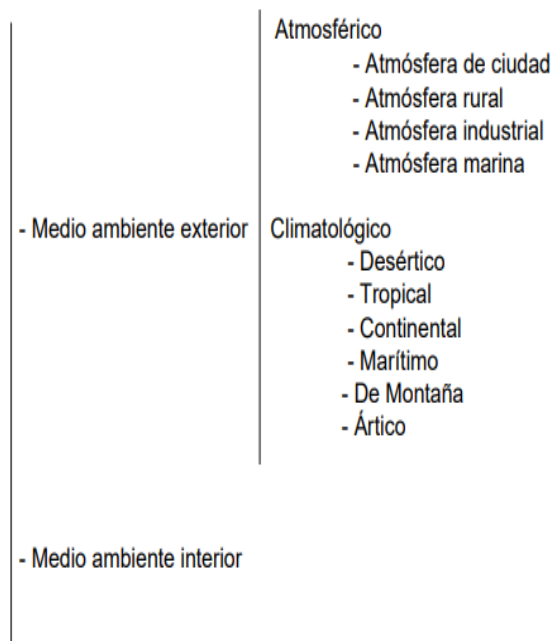


Figura 4. Diagrama factores que influyen en la durabilidad, medio ambiente del edificio (Mérida, 2010)

Tomado de, Durabilidad

Cuando se producen alteraciones y deterioros de los materiales, con independencia de su previsión o del plan de conservación existente, es preciso llevar a cabo su corrección pues, de lo contrario, pueden ser causa, a su vez, de otras lesiones, porque suponen deterioro de la calidad de vida de los usuarios. Para evitar los problemas y fallas en la durabilidad, se requiere una actuación en dos etapas:

A) Análisis patológico: Conviene determinar las causas y mecanismos de los deterioros para la corrección de los daños, pero también para la delimitación de las responsabilidades, si se tiene en cuenta el número de personas y entidades afectadas, desde los propios usuarios hasta las Compañías de seguros, pasando por los arquitectos, fabricantes, promotores y constructores.

- Observación: Para detectar las lesiones por los síntomas aparentes.

- Investigación: - Toma de datos: del edificio; de los daños observados.

- Análisis de los datos y diagnóstico: causas y mecanismos de deterioro.

B) Tratamientos correctores: Deben evitar la progresión de los deterioros, como primera medida para actuar en la restitución de materiales y componentes a sus condiciones adecuadas de servicio, en los casos posibles, o en la sustitución, para aquellos otros que lo exijan.

- Evitar o controlar las causas indirectas
- Evitar o controlar las causas inmediatas
- Actuando sobre la causa, anulando, restringiendo o controlándola.
- Actuando sobre los propios materiales o componentes, protegiéndolos.
- Inhibir o controlar los mecanismos
- Reparar los efectos
- Limpieza y protección
- Conservación: pequeños trabajos para restituir la condición adecuada.
- Reparación: para corregir daños importantes sin tener que sustituir.
- Sustitución: la renovación total de los componentes inutilizados.

1.6 Bloques de concreto

Un bloque de concreto es un elemento prefabricado, resulta de una mezcla semi seca, el cual generalmente con perforaciones verticales, tiene dos partes importantes como lo son el tabique exterior, e interior.

Se considera que, en el bloque de concreto, la pared debe tener un grosor mínimo de 2 cm, además este cuenta con un saliente y una ranura que permite la colocación del mortero.

1.6.1 Propiedades de bloques en concreto

- Los requisitos de resistencia a compresión que deben cumplir las unidades de mampostería de concreto son los que se establecen según en las siguientes tablas, acorde a la NTC 4026 (*Tabla 4*) y NTC 4076 (*Tabla 5*) donde también se puede evidenciar los requisitos en la absorción de agua y clasificación del peso:

Resistencia a la compresión a los 28 d (R_{c28}) ^B , evaluada sobre el área neta promedio (Anp)			Absorción de agua (Aa) % según el peso (densidad) del concreto secado en horno, kg/m ³		
Clase	Mínimo ^B , MPa		Promedio de 3 unidades, máximo, %		
	Promedio de 3 unidades	Individual	Peso liviano, menos de 1 680 kg/m ³	Peso mediano, de 1 680 kg/m ³ hasta menos de 2 000 kg/m ³	Peso normal, 2 000 kg/m ³ o más
Alta	13	11	15 %	12 %	9 %
Baja	8	7	18 %	15 %	12 %

Tabla 4. Resistencia a la compresión y absorción de agua para muros estructurales, (NTC 4026, 1997)

Tomado de, Norma Técnica Colombiana 4026

Resistencia a la compresión a los 28 d (R_c 28) A, evaluada sobre el área neta promedio	
Mínimo, MPa	
Promedio 3 unidades	Individual
6.0	5.0

Tabla 5. Requisito de resistencia a la compresión, (NTC 4076, 1997)

Tomado de, Norma Técnica Colombiana 4076

- Los requisitos de control de humedad que deben cumplir las unidades de mampostería de concreto son los que se establecen en la siguiente tabla:

Contracción lineal por secado A, %	Contenido de humedad máximo, como un % del valor total de absorción de agua promedio de 3 unidades		
	condiciones de humedad en la obra o en el sitio de uso de las unidades B		
	Húmeda	Intermedia	Seca
De menor de 0,03	45	40	35
De 0,03 Hasta menos de 0,045	40	35	30
De 0,045 Hasta 0,065 (como máximo)	35	30	25

Tabla 6. Requisitos para el contenido de humedad en las unidades de mampostería, (NTC 4026, 1997)

Tomado de, Norma Técnica Colombiana 4026

- En el momento de despacho al comprador, las unidades de mampostería de concreto y las chapas de concreto deben cumplir los requisitos de absorción de agua establecidos en la siguiente tabla:







Absorción de agua, % según el peso (densidad) del concreto secado en horno, para las chapas Kg/m ³			
Promedio de 3 unidades. Máximo %			
	Peso liviano, menos de 1680 kg/m ³	Peso mediano de 1680 kg/m ³ hasta menos de 2000 kg/m ³	peso normal, 2000 kg/m ³ o más
Unidades	18%	15%	12%
Chapas	15%	12%	9%

Tabla 7. Requisitos de absorción de agua y clasificación del peso, (NTC 4076, 1997)

Tomado de, Norma Técnica Colombiana 4076

1.6.2 Tipos de bloques de concreto

- Bloques estructurales de fachada

TIPOS DE BLOQUES ESTRUCTURALES EN EL ÁREA COMERCIAL			
Tipo de bloque	características	Tipo de bloque	características
	<p>Bloque Liso 12</p> <p>-textura lisa, gris y color</p> <p>-39x12x19cm</p> <p>-rendimiento un/m2:12,5</p> <p>-uso mampostería estructural, fachadas e interiores</p>		<p>Liso 12 media altura</p> <p>-textura lisa, gris y color</p> <p>-39x12x9cm</p> <p>-rendimiento un/m2:25</p>
	<p>Bloque Liso 14</p> <p>- textura lisa, gris y color</p> <p>-39x14x19cm</p> <p>-rendimiento un/m2:12,5</p> <p>-uso mampostería estructural, fachadas e interiores</p>		<p>Bloque Liso 15</p> <p>-textura lisa, gris y color</p> <p>-39x15x19cm</p> <p>-rendimiento un/m2:12,5</p> <p>-uso mampostería estructural, fachadas e interiores</p>
	<p>Bloque Liso 19</p> <p>-textura lisa, gris y color</p> <p>-39x19x19cm</p> <p>-rendimiento un/m2:12,5</p> <p>-uso mampostería estructural, fachadas e interiores</p>		<p>Bloque medio liso 15</p> <p>-textura lisa, gris y color</p> <p>-19x15x19cm</p> <p>-rendimiento un/m2:25</p>



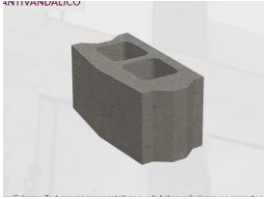







	<p>Bloque Liso 20</p> <p>-textura lisa, gris y color</p> <p>-39x20x19cm</p> <p>-rendimiento un/m2:12,5</p> <p>-uso mampostería estructural, fachadas e interiores</p>		<p>Bloque entero Split</p> <p>-textura tipo piedra, gris y color</p> <p>-39x20x19cm</p> <p>-rendimiento un/m2:12,5</p> <p>-uso mampostería estructural, fachadas e interiores</p>
	<p>Bloque anti vandálico</p> <p>-textura lisa, gris y color</p> <p>-39x19x19cm</p> <p>-rendimiento un/m2:14,0</p> <p>-uso mampostería estructural, fachadas e interiores</p>		<p>Bloque anti vandálico</p> <p>-textura tipo piedra, gris y color</p> <p>-39x19x19cm</p> <p>-rendimiento un/m2:14,0 -</p> <p>uso mampostería estructural, fachadas e interiores</p>

Tabla 8. Tipos de bloques estructurales en el área comercial

Tomada de, Kreato y Decoblock (Elaboración propia)

- Bloques arquitectónicos de fachadas

TIPOS DE BLOQUES ARQUITECTÓNICOS EN EL ÁREA COMERCIAL			
Tipo de bloque	características	Tipo de bloque	características
	<p>Split 12</p> <p>-texturizado tipo piedra, gris y color</p> <p>-39x12x9cm</p> <p>-rendimiento un/m2:25</p> <p>-uso mampostería estructural arquitectónica para fachadas</p>		<p>Bloque Vicenzo</p> <p>-textura lisa, gris y color</p> <p>-39x12x6cm</p> <p>-rendimiento un/m2:36,0</p>
	<p>Bloque Split 14</p> <p>-texturizado tipo piedra, gris y color</p> <p>-39x14x19cm</p> <p>-rendimiento un/m2:12,5</p> <p>-uso mampostería estructural arquitectónica para fachadas</p>		<p>Bloque Catalán</p> <p>-textura lisa o split, gris y color</p> <p>-29x14x9cm</p> <p>-rendimiento un/m2:33,0</p>
	<p>Bloque Split 19</p> <p>-texturizado tipo piedra, gris y color</p> <p>-39x19x19cm</p> <p>-rendimiento un/m2:12,5</p> <p>-uso mampostería estructural arquitectónica para fachadas</p>		<p>Bloque Estriado</p> <p>- gris y color</p> <p>-39x15.5x19cm</p> <p>-rendimiento un/m2:12,5</p>




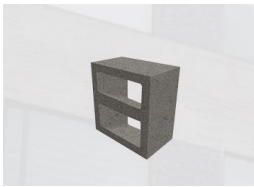
	<p>Bloque Siciliano</p> <ul style="list-style-type: none"> -textura lisa y colores -39x14x6 cm -rendimiento un/m2:36 -uso mampostería estructural arquitectónica para fachadas 		<p>Bloque ranurado split</p> <ul style="list-style-type: none"> -texturizado tipo piedra gris y color -39x20x19cm -rendimiento un/m2:12,5
	<p>Bloque 12x9x39</p> <ul style="list-style-type: none"> -textura lisa -12x9x19cm -rendimiento un/m2:25 - uso mampostería estructural arquitectónica para fachadas 		<p>Bloque Calado</p> <ul style="list-style-type: none"> -textura lisa, gris y color -20x10x20cm -rendimiento un/m2:25,0

Tabla 9. Tipos de bloques arquitectónicos en el área comercial

Tomada de, Kreato y Decoblock (elaboración propia)

Finalmente, los bloques de concreto son utilizados en la arquitectura por la diversidad de tipos que se encuentran y por las propiedades que presentan, no obstante también son susceptibles a los agentes atmosféricos, ya que la mayoría de ocasiones estos son utilizados como el mismo acabado en las edificaciones.

2. Marco legal

La normativa que respecta a los bloques de concreto se encuentra variada según lo que este ha requerido al pasar los años, entre estas se tiene en cuenta la Norma Sismo Resistente 2010 (NSR-10) en especial el título D.3.6, y las Normas Técnicas Colombianas, tales como la NTC 4026, NTC 4076, NTC 4024.

2.1 NSR-10, Título D.3 Calidad de los materiales en la mampostería estructural

Se tienen las unidades de mampostería, sus tipos, las normas de producción y calidad en el cual nos centraremos en las unidades de concreto para mampostería, puesto que serán objeto de estudio para llegar a encontrar una de las carencias del material de investigación.

D.3.1 Los materiales utilizados en las construcciones de mampostería estructural deben cumplir los requisitos de calidad especificados en el presente capítulo. Este cumplimiento debe comprobarse mediante ensayos realizados sobre muestras respectivas.

D.3.1.2 Los ensayos de los materiales se deben realizar siguiendo los procedimientos establecidos en las normas técnicas colombianas NTC respectivas. A falta de ellas se deben seguir las normas correspondientes de la sociedad americana para ensayos y materiales ASTM.

D.3.6 Las unidades de mampostería que se utilicen en las construcciones de mampostería estructural pueden ser de concreto, cerámica, silico-calcáreas o de piedra, Según el tipo de mampostería estructural y según el tipo de refuerzo, las unidades pueden ser de perforación vertical, de perforación, horizontal o sólida, de acuerdo con la posición normal de la pieza en el

muro. Las unidades sólidas son aquellas cuyas cavidades ocupan menos de un 25% del volumen de la pieza.

D.3.6.2 Todas las unidades de mampostería utilizadas en el diseño y la construcción de estructuras de mampostería deben cumplir con las siguientes normas:

D.3.6.2.1

- Las unidades (bloque) de perforación vertical portante de concreto para mampostería deben cumplir con la norma NTC 4026 (ASTM C90)
- Las unidades portantes de concreto macizas (tolete) para mampostería, deben cumplir con la norma NTC 4026 (ASTM C55)
- Las unidades de concreto para mampostería no estructural, deben cumplir con la norma NTC 4076 (ASTM C129)

D.3.6.4 Las unidades de perforación vertical (bloque) se pueden utilizar en las construcciones de mampostería estructural de todo el tipo clasificado en D.2.1.

[2.2 NTC - 4026 \(Bloque estructural\), NTC - 4076 \(Bloque no estructural\)](#)

Las normas técnicas colombianas (**4026 - 4076**), se tienen en cuenta en el desarrollo del trabajo puesto que estas son las que se tienen en cuenta en las fábricas de producción de los bloques y en construcciones que quieran implementar el material. En estas normas se encuentra desde su objetivo general hasta las especificaciones que deben tener los bloques en concreto, en la (*tabla 10*) se puede evidenciar las similitudes y las diferencias entre las dos normas de forma sintética.

Una de las finalidades de la realización de la (*tabla 10*) para este estudio, es poder analizar e identificar qué propiedades permiten determinar la implementación del bloque a los proyectos.

Se descarta que la clasificación del peso (liviano, medio y normal), ayude a identificar qué tipo de bloque es (estructurales y no estructurales) ya que son los mismos para su fabricación. Por ende, este factor no influye para la escogencia del uso del material, además se utilizan los mismos componentes, aditivos, y colorantes.

En consecuencia, podría decirse que para saber qué bloque se debe utilizar en cuanto a la aplicación de un proyecto, necesariamente se debe tener en cuenta es la clasificación de su resistencia y compresión según la NTC 4026 o 4076.

NTC	4076 - BLOQUE NO ESTRUCTURAL	4026 - BLOQUE ESTRUCTURAL
Similitudes	Peso liviano: 1680 kg/m ³	
	Peso mediano: 1680 kg/m ³ y menos de 2000 kg/m ³	
	Peso normal: 2000 kg/m ³ y mas	
	Cuenta con las mismas tolerancias	
	Cuenta con la misma tabla de contenido de humedad para unidades de mamposteria tipo 1	
	Para concreto tipo II: se tiene una contraccion lineal por secado de 0,065%	
	Se utilizan los mismos componentes, aditivos y colorantes	
	Cuenta con la misma area neta transversal del 75%	
diferencias	El valor de la contracción lineal por secado es igual (normal 426)	
	El espesor de paredes y tabiques para unidades perforadas verticalmente deben ser de 20 mm	Cuenta con dos clases de resistencia a compresion (alta y baja)
	Resistencia a la compresion a los 28 dias minimo de 6,0 MPa para tres uniades. Individual requiere una resistencia de 5,0 Mpa para unidades o chapas	Resistencia a la compresion alta (tres unidades 13 MPa) - (individual 11 MPa) baja resistencia a la compresion (tres unidades 8 MPa) - (individual 7 MPa)
	Cuenta con los mismos valores de absorcion de agua y clasificacion de peso al bloque estructural pero se clasifica en chapas y unidades	Especifica por medio de la tabla 2 espesor minimo de las paredes y tabiques de forma especifica con respectivas recomendaciones
	El 5 % del envio puede tener fisuras o desportilladuras no mayores a 13 mm	El 5 % del envio puede tener fisuras o desportilladuras no mayores a 25 mm
	El acabado de las unidades que van a estar expuestas deben contar con una muestra aprobada de 2 unidades	En materiales se utiliza escoria como adicion de alto horno granlada y molida para concreto y mortero
	Muestreo y ensayo se debe permitir un tiempo de 10 dias para que se realicen los ensayos	Cuenta con la misma asorcion de agua y clasificacion de peso al bloque no estructural, pero se clasifica en alto y bajo
	Para el muestreo y ensayos se debe consultar tambien la norma ASTM 426	El acabado de las paredes expuestas debe contar con una muestra aprobada de 4 unidades
Se hace ensayo a la muestra defectuosa, si no cumple se rechaza el lote total	Se hace ensayo a dos muestras y se evalua con cargo al productor y se rechaza en la segunda unidad	

Tabla 10. Cuadro comparativo NTC 4026 - NTC 4076

Tomado de, Elaboración propia

2.3 NTC - 4024 (Muestreo y ensayo de prefabricados en concreto no reforzados, vibro compactados)

Esta norma es una guía para poder realizar de forma correcta los procedimientos para el muestreo y ensayos de los bloques de concreto y así comparar si las muestras obtenidas cumplen o no con la NTC. Los ensayos que se realizarán en este estudio son: ensayos de densidad, resistencia, absorción y permeabilidad.

Los aspectos a tener en cuenta de la realización de los ensayos son la expresadas en los siguientes capítulos tomados de la norma:

4.2.1 Se deben tomar 6 especímenes de cada lote de 10.000 unidades y 12 especímenes de cada lote de más de 10.000 unidades hasta 100.000, se toman 6 especímenes por cada 50.000 unidades contenidas en el lote.

4.3 Para la identificación de los especímenes se deben rotular de modo que no cubran más del 5% del área de la superficie del espécimen.

6. Resistencia a la compresión, se debe someter a ensayo tres de los 6 especímenes de la muestra, estas se deben almacenar sin alteraciones, al aire, a una temperatura de 24°C -8 °C, y a una humedad relativa de menos del 80% por un periodo de 48 h.

6.4.2 En el momento de los ensayos, los especímenes deben estar libres de humedad visible.

6.4.3 La carga se debe aplicar hasta la mitad de la carga máxima esperada, a una velocidad adecuada; posteriormente se deben ajustar a los controles de la máquina para proporcionar una velocidad uniforme de desplazamiento de la cabeza móvil de la máquina de ensayo, de manera que el resto de la carga se aplique a un lapso entre 1 y 2 minutos. Luego se registra la carga máxima de compresión, en Newton, como carga máxima.

8. Absorción Se deben utilizar tres unidades completas, luego se procede a la saturación de los especímenes, el cual se deben dejar durante 24 horas sumergidos en agua a una temperatura entre 15°C y 27°C.

8.3.2 Después se procede a la saturación, secando los especímenes en un horno ventilado, a una temperatura entre 100°C y 115°C durante 24 horas.

3. Etapa de operación proceso de fabricación

Como primera parte por medio del método cualitativo planteado inicialmente, se realiza algo similar a una descomposición del elemento, en este caso el bloque en concreto, para poder así observar sus componentes, características y analizar sus propiedades.

Esta primera etapa se lleva a cabo por medio de la observación, es decir, realizando una visita a tres fábricas de bloques de concreto, escogidas por su importancia y ser unas de las que generan mayor demanda en venta y así, en consecuencia, de esto poder establecer conclusiones sobre algún origen, que pueda generar un tipo de deterioro o lesión en el material.

Fábrica N°. 1



Imagen 1. Fabrica, planta de producción

Tomada de, Decoblock S.A

Expertos en prefabricados de concreto para el sector de la construcción con presencia en el mercado nacional desde el año 2003, tiene el respaldo de grandes empresas como Manufacturas

de cemento S.A., que, en la búsqueda de satisfacer las necesidades de sus clientes, decidieron producir, vender y distribuir bloques de concreto, fomentando el crecimiento y desarrollo en la construcción nacional, destacándose por la calidad e innovación a través de nuevos formatos, texturas y colores.

Esta fábrica realiza principalmente bloques de alta densidad que gracias a la granulometría, compactación y humedad es permisible cumplir con esto acorde a la NTC 4026 - 4076.

1. *Materia prima*

Cuenta con un patio donde se almacena la materia prima la cual se encuentra a la intemperie como se muestra en la (*Imagen 02-03*), en esta investigación se tiene en cuenta estos rasgos para la producción de bloques de concreto, los cuales necesita diferentes agregados tales como: grava semi gruesa, arena fina y arena semi fina.



Imagen 2. Materia prima / Imagen 3. Patio de almacenamiento

Tomada de, fotografías propias

Como se evidencia en las fotografías anteriores, hace falta un recubrimiento para el almacenamiento de los agregados puesto que lo primordial para los materiales es tener un

determinado contenido de humedad para así no afectar el proceso de la elaboración de los bloques en concreto.

El cemento portland I, se almacena en silos como se muestra en las (*Imagen 04-05*) que por medio de un tornillo sin fin llega a una tolva para seguir con el proceso de mezclado con los demás materiales.



Imagen 4. Silos de almacenamiento / Imagen 5. Silos de almacenamiento cemento tipo Portland I

Tomada de, fotografías propias

Los agregados como la grava deben tener unas condiciones granulométricas que en este caso la fábrica cuenta con una tabla donde especifica el tipo de tamiz que utilizan y las pulgadas que requieren los agregados. Acorde a dicha información, el tipo de grava más utilizada es de 3/8 pasada por el tamiz de 9,51 mm como se muestra en la (*imagen 06*), esta permite darle consistencia y resistencia al bloque de concreto según uno de los ingenieros encargados del proceso de fabricación de los bloques.



Imagen 6. Granulometría de grava gruesa

Tomada de, fotografía propia

La arena utilizada es una arena fina y arena semi gruesa como se muestra en la (*Imagen 07-08*), que permite darles un acabado uniforme y el color gris a los bloques de concreto.

Además, cabe resaltar que acorde al tipo de bloque que se vaya a fabricar, se pueden utilizar distintos pigmentos en la dosificación.



Imagen 7. Arena semi gruesa / Imagen 8. Arena fina

Tomada de, fotografías propias

2. Mezcla

Para dar inicio a la mezcla de la materia prima debe ingresar por medio de unas tolvas correspondientes a cada material como se muestra en la (*Imagen 09*), donde cuentan con una pesa que permite identificar el porcentaje requerido para la dosificación del bloque de concreto que será transportada por medio de unas bandas transportadoras como se muestra en la (*Imagen 10*) hacia la pre tolva de mezclado.



Imagen 9. Tolvas de almacenamiento de materia prima / Imagen 10. Banda transportadora material

Tomada de fotografías propias

Los porcentajes de la dosificación que se muestra en la (*Figura 5*) son digitados en un software que da la orden a las bandas transportadoras para la llegada del material requerido a la pre tolva de mezclado como se muestra en la (*Imagen 11-12*). Esta dosificación se hace en base a qué se debe tener un control de contenido de humedad de cada material para así evitar la afectación del proceso de fabricación ya que es un proceso en seco.

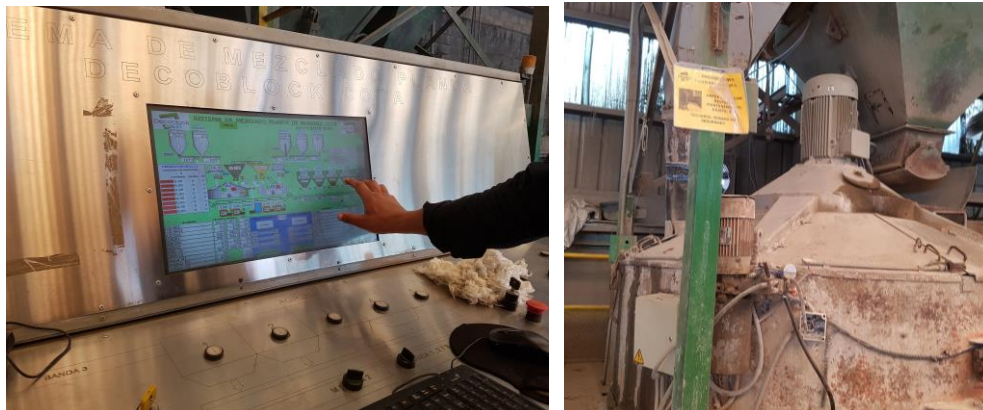


Imagen 11. Software de dosificación / Imagen 12. Tolva de mezclado

Tomada de, fotografías propias

Bloque estructural

21% grava gruesa	81 %	+	19 % cemento Portland tino 1
30% arena fina			
100% Bloque de concreto			

Bloque no

10% grava gruesa	90 %	+	10 % cemento Portland tino 1
40% arena fina			
100% Bloque de concreto			

Figura 5. Dosificación de la fabricación de bloques en concreto estructurales y no estructurales

Tomada de, Elaboración propia

A la pre tolva llegan los agregados por medio de la tolva de color verde y el cemento por medio del silo de color gris como se muestra en la (*Imagen 13*), este proceso de mezclado dura aproximadamente 2 minutos.



Imagen 13. Tolvas de almacenamiento de cemento / Imagen 14. Mezcladora

Tomada de, fotografías propias

3. Proceso de vibro compactado

Antes de iniciar el proceso de vibro compactado, se le hace una verificación de contenido de humedad a la mezcla tomando una parte con la mano como se muestra en la (*Imagen 15-16*), de esta manera gracias a su textura se puede evidenciar si es una mezcla adecuada o presenta una gran cantidad de humedad.



Imagen 15. Verificación de la mezcla seca / Imagen 16. Verificación de la mezcla seca

Tomada de, fotografías propias

Luego de la verificación de humedad, la mezcla se envía a una banda transportadora que se dirige a la máquina vibro compactadora que cuenta con respectivos moldes, la cual dura entre 11-15 segundos para que el espacio entre materiales sea mínimo.

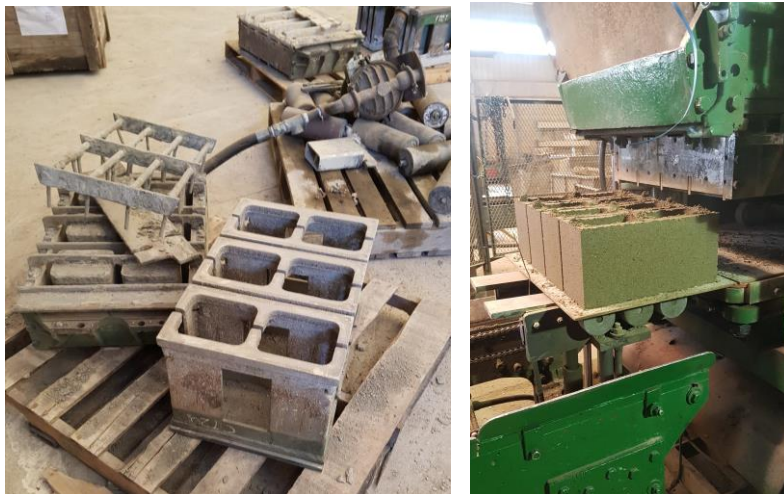


Imagen 17. Moldes para bloques de concreto / Imagen 18. Máquina de vibro compactación

Tomada de, fotografías propias

Posteriormente del vibro compactado se quita el exceso de material por medio de una máquina de rodillo como se evidencia en las (Imagen 19-20).



Imagen 19. Máquina para retirar el exceso de material / Imagen 20. Máquina con cepillo para exceso del material

Tomada de fotografías propias

4. Proceso de curado

Luego de retirar los excesos de los bloques, se llevan a la cámara de curado por medio de una máquina transportadora como se muestra en la (*Imagen 21-22*),



Imagen 21. Máquina transportadora de productos / Imagen 22. Máquina transportadora hacia el curado

Tomada de fotografías propias

Su proceso de curado se realiza por vapor para poder hidratar el cemento y así permitir la resistencia del bloque, este proceso dura aproximadamente 4 horas, pero los bloques permanecen dentro de la cámara de curado 24 horas.



Imagen 23. Ingreso del material / Imagen 24. Cuartos de curado por vaporización

Tomada de fotografías propias

5. Inspección de calidad

Luego del proceso de curado, por medio de una banda transportadora pasa a un operario donde inspecciona que el acabado del bloque se encuentre en óptimas condiciones; Bloque que no cumpla con la calidad correspondiente es desperdicio.



Imagen 25. Inspección de calidad del bloque de concreto

Tomada de, fotografías propias

6. Almacenamiento

Finalmente, los bloques pasan a la maquinaria de cubicado, donde estos se apilan para poder ser enzunchados y envueltos en vinipel como se muestra en la (*Imagen 26*)

Luego son enviadas al patio de almacenamiento como se muestra en la (*Imagen 27*) donde se completa su ciclo hasta el despacho de respectivos clientes.



Imagen 26. Apilamiento del producto / Imagen 27. Almacenamiento bloques de concreto

Tomada de, fotografías propias

7. Bloque abujardado

Para la fabricación de los bloques abujardados se realizan los mismos pasos nombrados anteriormente, pero para darle su textura rugosa lo que se realiza es un corte en seco por medio de una máquina como se muestra en la (*Imagen 28*).



Imagen 28. Máquina cortadora para bloques abujardados

Tomada de, fotografía propia

8. Ensayos

Se le practican ensayos a una muestra por lotes de fabricación acorde a la NTC 4024 (*Prefabricados de concreto. Muestreo y ensayo de prefabricados de concreto no reforzados, vibro compactados*). En este caso los ensayos practicados son de absorción, secado y resistencia a la compresión.



Imagen 29. Ensayo de absorción

Tomada de, fotografía propia

Fábrica N°. 2



Imagen 30. Planta de producción

Tomada de, Álvaro Vargas Briceño

Sociedad por acciones simplificadas, es decir está constituida por una o varias personas naturales o jurídicas, creada por documento privado y nace después del registro mercantil en la cámara de comercio, la cual lleva pocos años en el mercado de los prefabricados, pero que gracias a su tecnología es una de las fábricas pioneras en este campo, tienen las siguientes características:

- Prefabricados homogéneos, resistentes, funcionales por dos caras, texturas, color, fácil instalación, etc.
- Cumplen especificaciones técnicas NTC
- Inventario permanente y tiempos de entrega ágiles.
- Es garantía de obra, medio ambiente, eficiencia de agua, reciclaje, entre otros.
- Reconocidos por importantes firmas de ingeniería, construcción, miembro Icontec y ofrecemos amplias garantías finas.

Esta empresa produce todo tipo de prefabricados de concreto, como adoquines, losetas, bloques arquitectónicos de fachada, bloques estructurales de fachada, bloques divisorios, sardineles, bordillos, cañuelas, adoquines ecológicos, muros de contención, entre otros.

En este caso específico hablaremos de los bloques en concreto para fachadas, estructurales y no estructurales.

1. Materia prima

La fábrica cuenta con un patio como se muestra en la (*Imagen 31-32*) donde almacenan todos los agregados que llegan para la fabricación de los diferentes productos, entre estos están los utilizados en los bloques de concreto y dependen de su finalidad, puesto que realizan su fabricación casi en seco, y las arenas que llegan pueden ser de diferentes tonalidades.



Imagen 31. Llegada de la materia prima / Imagen 32. Patio de almacenamiento de materia prima

Tomada de, fotografías propias

Antes de almacenar los agregados a las tolvas correspondientes, el ingeniero procede a realizar ensayos a los mismos, puesto que gracias los resultados de estos se sabe si el agregado es totalmente apto para su utilización. Los ensayos realizados son:

1. Inspección visual en la que no cambia la tonalidad del producto.
2. Tomar una muestra del agregado que llega cada mes, al cual se le realiza una prueba de granulometría.
3. Introducir la muestra en un frasco con hidróxido de sodio (líquido químico) y según el color que tome, en la escala que se observa en la *(Imagen 34)*, si tiene 1 o 2 no contiene materia orgánica y esta será aprobada, si contienen 3 o más definitivamente será rechazada.



Imagen 33. Ensayo N° 1 frasco con agregado e hidróxido de sodio / Imagen 34. Ensayo N° 2 nivel de materia orgánica en los agregados

Tomada de, fotografías propias

Para el tamizado de las arenas finas se utiliza una máquina pequeña-mediana llamada Máquina de Arandas como se muestra en la (*Imagen 35*), cuenta con un motor que permite obtener partículas más finas de la arena, se asemeja a un tamiz #4.

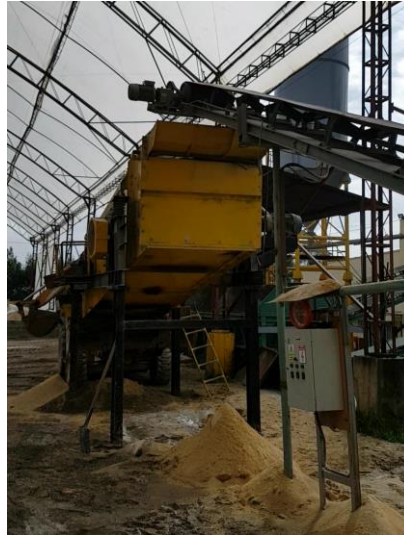


Imagen 35. Máquina de tamizado para arena con grava, obtención de diferentes tipos de granulometría

Tomada de, fotografías propias



Imagen 36. Arena con grava / Imagen 37. Agregado tamizado, arena fina

Tomada de, fotografías propias

2. Mezclado

La dosificación de los bloques en concreto se compone de grava y arena, esta fábrica maneja una arena donde su granulometría es fina de acuerdo al tamizador que usan (malla #4), puesto que estos bloques no permiten la utilización de una grava tan gruesa ya que genera vacíos en el bloque, los cuales le generarían problemas de resistencia, volviéndolo más permeable y propenso a tener fallas.

Después de haber realizado el proceso de ensayos y de tamizado a cada agregado que llega a la fábrica, se procede a extraer el material de las tolvas de almacenamiento como se muestra en la *(Imagen 38)*, para ser llevados a la máquina de mezclado que por medio de un tablero mecánico como se muestra en la *(Imagen 39)*, controla la cantidad indicada de todos los materiales necesarios para la fabricación del bloque en concreto.



Imagen 38. Tolvas de agregados / Imagen 39. Alimentadores para el mezclado, conectados a las tolvas

Tomada de fotografías propias

Luego será alimentado por bandas transportadoras como se muestra en la (*Imagen 40*), las cuales contienen las arenas, el agregado que se va a utilizar y el cemento, el cual está almacenado en su propia tolva como se muestra en la (*Imagen 41*), por el proveedor de la fábrica



Imagen 40. Silos de almacenamiento para el cemento / Imagen 41. Bandas transportadoras de la materia prima

Tomada de fotografías propias

3. Proceso de vibro compactado

En la fábrica se pudo observar que toda su maquinaria es automática, disminuyendo el trabajo de los operarios y dejando así el poco uso de personal para la fabricación de los productos, los únicos operarios que están en la fábrica son los encargados del mantenimiento y control de las máquinas y para la revisión visual de los productos finales.



Imagen 42. Máquina de vibro compactación / Imagen 43. Bandas transportadoras con el molde correspondiente

Tomada de, fotografía propia

Después de la vibro compactación del bloque sale la bandeja con el producto terminado y mientras va pasando se hace una inspección visual mediante un operario, el cual está encargado de revisar cada uno de los productos y sacar el que no sea apto para la venta.



Imagen 44. Producto en inspección visual / Imagen 45. Bandejas de almacenamiento

Tomada de, fotografía propia

Por último, la bandeja se dirige hacia un stand como se muestra en la (*Imagen 46*), que transportará los bloques a la cámara de curado.



Imagen 46. Stand de transporte para las bandejas con los productos hacia el cuarto de curado

Tomada de, fotografía propia

4. Proceso de curado

Un carro transportador mediante un sistema de poleas, recoge las bandejas y las lleva al cuarto de curado, el cual está en la temperatura y humedad diferente que debe tener y tiene unos aspersores (*Imagen 48*) que se encargan de mantener la humedad en el punto donde debe estar. Estos duran entre 2 a 3 días.

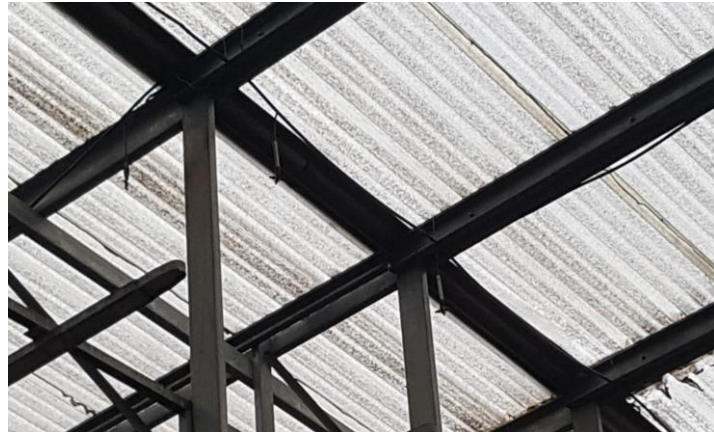


Imagen 47. Almacenamiento en el cuarto de curado / ***Imagen 48.*** Aspersores que mantienen la temperatura del cuarto de curado

Tomada de, fotografía propia

5. Inspección de calidad

Antes y después del proceso de curado pasa a un operario donde inspecciona que el acabado del bloque se encuentre en óptimas condiciones, *si* estos no cumplen con la calidad correspondiente será destruido.

6. Almacenamiento

Una vez se saca del cuarto de curado, se empacan cierta cantidad de bloques por medio de una máquina automática (*Imagen49*) preparada para desempeñar esta función.



Imagen 49. Máquina de envoltente para el material (malla) / Imagen 50. Apilamiento de bloques de concreto con envoltente de malla

Tomada de, fotografía propia

Por último, se lleva al patio y allí al completar los 7 días se hacen las pruebas correspondientes, si completa el 60% de resistencia, este ya está listo para la venta. En caso de que se quieran unos bloques con un color diferente, lo que hacen es agregar un pigmento en el cemento, lo mezclan y así sale el color deseado (*Imagen 51*).



Imagen 51. Bloque de concreto con pigmento amarillo

Tomada de, fotografía propia

7. Bloque abujardado

Los bloques de concreto abujardados, consiste en tomar el bloque de concreto y hacerle un golpe seco para que el bloque se parta en la mitad y así dar su aspecto rugoso. Para esto también tienen una máquina especial, pequeña (*Imagen 52*) que mediante una banda transportadora pasa los bloques y como una guillotina hace el golpe.



Imagen 52. Máquina para fabricar los bloques abujardados

Tomada de, fotografía propia

8. Ensayos

El ingeniero civil encargado de la fábrica se encarga de evaluar y hacer seguimiento a los materiales que entran y a los productos que van saliendo por producción. Las pruebas de laboratorio practicadas al concreto se realizan en un laboratorio externo, este se hace cada 3 meses.

Para esta fábrica un lote son 10.000 unidades, de cada lote se cogen 6 unidades para prueba, a la cual se le hacen pruebas de absorción, y resistencia. De estas unidades solo se manejan densidades de media y alta.



Imagen 53. Ensayo de resistencia

Tomada de, fotografía propia

Los bloques se pesan en su estado seco, se sumergen en la piscina, estos absorben toda el agua que pueden, después se vuelven a pesar y así finalmente calcular el nivel de absorción.



Imagen 54. Piscina determinada para los ensayos de absorción

Tomada de, fotografía propia

Hacen las pruebas como lo indica la norma, 3 bloques son ensayos para unidades que se fallan, y 3 bloques que serán muestras testigo, en caso de que los 3 bloques que se fallan no da en los resultados se vuelven hacer las pruebas, y si de nuevo no vuelve a dar, se desecha todo el lote, el cual sería una gran pérdida.

También el ingeniero se encarga de hacer las pruebas de la aplicación de un hidrófugo en los bloques para determinar qué tan bueno es aplicarlo y si el bloque de concreto lo recibe de forma correcta como se puede evidenciar en las (*Imágenes 55-56*).



Imagen 55. Prueba al bloque con aplicación del hidrofugante / Imagen 56. Bloque con presencia de hidrofugante y agua

Tomada de, fotografía propia

Fábrica N° 3



Imagen 57. Fachada de fábrica N° 3

Tomada de, Google Inc. (2017)

Compañía industrial con 10 años de experiencia en el mercado, especializada en diseño prefabricación en elementos de concreto para la construcción de edificaciones y de espacios públicos.

1. *Materia prima:*

Los materiales utilizados para los bloques de concreto se encuentran en el patio en donde son de fácil acceso a la máquina de mezclado como se muestra en la (*Imagen 58*).



Imagen 58. Zona de almacenamiento de agregados para la formación de la mezcla

Tomada de, fotografía propia

2. *Mezclado:*

Mezcla formada por 3 componentes como el cemento, arena y gravilla, el tipo de arena utilizada en la fábrica es arena de mina y la gravilla de $\frac{1}{4}$ y $\frac{1}{2}$ para bloques.



Imagen 59. Zona de mezclado de agregados para la mezcla de concreto

Tomada de, fotografía propia

La dosificación de cada componente para una mezcla homogénea de cualquier bloque en concreto (en este caso en el bloque No. 9) se calcula de una forma muy convencional, sin tener con exactitud los porcentajes requeridos para una mezcla con un grado de humedad correcto.

Además, en la fábrica se determina el grado de humedad de la mezcla para bloques en concreto, ya sea una mezcla seca o muy mojada, según la cantidad de agua con la que llegue la arena.

“Ya que entre mayor sea la cantidad de agua que se encuentre en el bloque, mayor será la resistencia de este”, según trabajador de la fábrica N°3.

Es importante aclarar que en esta fábrica se usa la misma mezcla para cualquier tipo de bloque y de igual manera la misma cantidad de agregados en dicha mezcla, como se muestra en la (Tabla 11)

<u>Componentes</u>	<u>Dosificación</u>	<u>Bloque</u>
<ul style="list-style-type: none"> ● Arena ● Gravilla ● Cemento 	<ul style="list-style-type: none"> ● 8 canecas ● 2 canecas piedra mediana ● 1 bulto 	<ul style="list-style-type: none"> ● Bloque liviano = Bloque No. 9 ● Bloque pesado = Bloque No. 14 ● Adoquín No. 8 ● Roseta

Tabla 11. Calculo de dosificación de agregados Fábrica 3

Tomado de, elaboración propia

3. Proceso de vibro compactado

En esta etapa se evidencia el aumento de densidad de la mezcla de concreto. En la fábrica se realiza mediante una maquinaria de color rojo que se encarga de prensar el bloque, dándole la forma únicamente al bloque tipo adoquín y roseta.



Imagen 60. Máquina de vibro compactación / Imagen 61. Adoquín de concreto (similar al proceso de bloques de concreto)

Tomada de, fotografía propia

4. Proceso de curado

Conservación del bloque que consiste en extraer el agua de estos mediante la evaporación, este proceso de los bloques es realizado mediante el sol y el viento dentro de la misma fábrica durante 3 días sin exposición directa al ambiente necesariamente. En algunos casos es preciso el uso de un acelerante para un secado más rápido de los bloques.

La organización de los elementos prefabricados en concreto se realiza por medio de tablas de madera, usadas como soportes para el proceso de su curado como se muestra en la *(Imagen 62-*



Imagen 62. Organización modular de bloques de concreto / Imagen 63. Formaleta para apilar el material

Tomada de, fotografía propia

5. Inspección de calidad

Un operario realiza una inspección a los bloques para poder revisar los requisitos que estos deben cumplir acorde principalmente en su aspecto físico y acabado.

6. Almacenamiento

El almacenamiento de los bloques es apilarlos por lotes de fabricación y luego se llevan al patio sin ningún recubrimiento expuestos al clima para que complete su secado como se muestra en la *(Imagen 64-65).*



Imagen 64. Almacenamiento de bloques de concreto / Imagen 65. Secado de los bloques en concreto a ambiente

Tomada de, fotografía propia

7. Bloque abujardado

Para permitir la textura de los bloques abujardados se utiliza la máquina de adoquines. Esta máquina de color azul se encarga de cortar el bloque de forma abujardada como se muestra en la *(Imagen 66-67)*



Imagen 66. Maquinaria para corte al bloque de concreto / Imagen 67. Bloque abujardado

Tomada de, fotografía propia

Las muestras de los bloques son enviados al laboratorio para que allí se les realicen los ensayos correspondientes.

COMPARACIÓN PROCESO DE FABRICACIÓN		
Fábrica N° 1	Fábrica N° 2	Fábrica N° 3
Se tiene la dosificación exacta de los porcentajes de los materiales para la fabricación de los bloques de concreto. -Maquinaria para proceso de mezclado, vibrocompactado, curado y almacenamiento. -Realización de los ensayos directamente en la fábrica. -Realización de bloques de alta densidad.	Realización de ensayos a materia prima. -Maquinaria última tecnología para proceso de mezclado, vibrocompactado, curado y almacenamiento. Realización de ensayos directamente en la fábrica. -Realización de bloques de media densidad. - Temperatura específica para el curado de los bloques en concreto.	Para su proceso de fabricación no cuentan con tanta maquinaria, todo es muy manual. -No cuentan con una dosificación exacta para la mezcla de materiales. -curado de bloques al ambiente -No realizan ensayos a la materia prima antes de realizar la mezcla -Envío de muestras para realización de ensayos
Similitudes		
Cabe resaltar que las tres fábricas tienen en cuenta el contenido de humedad para la mezcla en seco puesto que esta es la que permite el vibrocompactado para la realización del bloque en concreto. -Tienen en cuenta la NTC 4024 Para la realización de ensayos y la NTC 4076 Y 4026 Para los requisitos que deben tener los bloques en concreto.		

Tabla 12. Diferencias y similitudes en el proceso de fabricación

Tomado de, elaboración propia

Como conclusión a este capítulo y acorde a la (Tabla 12), se evidencia que es de vital importancia la rigurosidad en la que se deben hacer los bloques de concreto desde el inicio de la llegada de la materia prima a la fábrica, hasta los resultados de los ensayos al producto final, ya que siempre se debe controlar uno de los factores claves que es el contenido de humedad de los materiales que lo componen, puesto que estos son los que hacen que el bloque logre un grado de compactación de las partículas. Si el grado de compactación de estos materiales no es eficiente se pueden presentar vacíos en la mezcla generando así espacios que aumentan la permeabilidad en el material lo cual puede llegar a causar humedad en los muros.

4. Etapa de operación en Obra

El Edén centro comercial



Imagen 68. Fachada Centro Comercial El Edén

Tomada de. Sitio web <http://www.edencc.com/web/es/site/el-eden/>

Ubicación: Intersección suroriental de la Av. Boyacá con cll. 13

Datos generales: Su primera etapa cuenta con un área de 162.104 m², cuenta con 3 niveles de comercio y su fachada es cinética.

En este proyecto se puede evidenciar la implementación de los bloques de concreto en el sótano, semisótano, como se muestra en la (*Imagen 69*), en muros estructurales ubicados en los espacios de la escalera y algunas partes de su fachada como se muestra en la (*Imagen 70*).



Imagen 69. Implementación bloque de concreto en sótano / Imagen 70. Implementación de bloque de concreto en fachada

Tomada de, fotografía propia

El diseñador a cargo dio la escogencia de este material en base a su acabado, manejando un solo tipo de bloque que en este caso es el bloque liso N°20 como se muestra en la (*Imagen 71-72*)



Imagen 71. Acabado al hacer un corte trasversal en el bloque de concreto / Imagen 72. Bloque de concreto con acabado diferente

Tomada de, fotografía propia

Para el proceso constructivo los bloques de concreto son cubiertos con doble muro de bloques en arcilla, estos son impermeabilizados como se muestra en la (*Imagen 73*), luego se coloca la

fachada cinética como se muestra en la (*Imagen 74*), por ende los bloques de concreto no quedarán expuestos en la fachada. Solo quedaran sin recubrimiento los bloques utilizados en el sótano y semisótano.



Imagen 73. Fachada con sistema constructivo doble muro / Imagen 74. Fachada cinética

Tomada de, fotografía propia

Para la calidad de los bloques en concreto en obra se tiene en cuenta la *NSR-10 el título D* en específico el capítulo *D.3.1.2*. El cual evidencia que se deben realizar los ensayos específicos en la *NTC 4024, prefabricados de concreto*. La obra realiza ensayos de compresión y absorción a un murete de bloques en concreto como se muestra en la (*Imagen 75-76*).

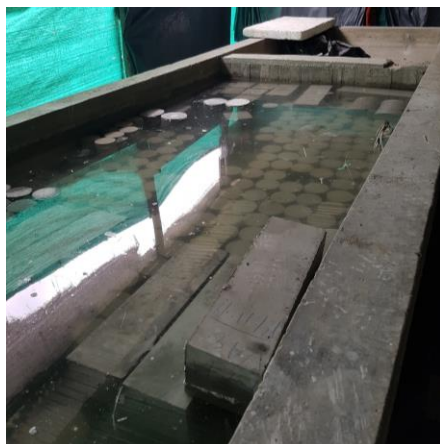
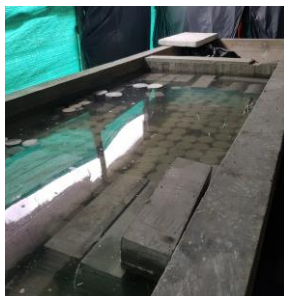






Imagen 75. Piscina para prueba de absorción de los bloques en concreto / Imagen 76. Murete en bloque de concreto para prueba de resistencia

Tomada de, fotografía propia

Además, se puede evidenciar en la (*Tabla 12*), la lista de chequeo para la calidad de bloques en concreto en obra, en donde se especifican los requisitos que se cumplen o no para la calidad de los bloques de concreto en obra.

LISTA DE CHEQUEO PARA LA CALIDAD DE BLOQUES EN CONCRETO EN OBRA			
Descripción general	SI	NO	Evidencia Fotográfica
Realización de ensayo de absorción a 6 especímenes según los parámetros de la NTC 4024	X		 <p><i><u>Imagen 77</u></i></p>

<p>Realización de ensayo de Resistencia a la compresión a murete de bloque en concreto según los parámetros de la NTC 4024</p>	X		 <p><i>Imagen 78</i></p>
<p>Lugar de almacenamiento de los bloques de concreto aislados de posibles agentes atmosféricos</p>	X		 <p><i>Imagen 79/ Imagen 80</i></p>
<p>Medio de transporte adecuado para los bloques en concreto</p>	X		 <p><i>Imagen 81</i></p>
<p>Buen uso de técnica en los respectivos cortes de los bloques en concreto.</p>	X		 <p><i>Imagen 82</i></p>


Posible aparición de lesiones como eflorescencias o humedades durante el proceso constructivo	X	 <p data-bbox="971 499 1227 527" style="text-align: center;"><u>Imagen 83 / Imagen 84</u></p>
---	---	---

Tabla 13. Lista de chequeo para la calidad de bloques en concreto en obra

Tomado de, elaboración propia

Como conclusión en la presente tabla se puede evidenciar que no solo los ensayos juegan un papel importante en la obra sino además se deben tener en cuenta aspectos como el almacenamiento de los bloques, ya que como se evidencia en la (*Imagen 79-80*), en esta obra no se presenta un buen almacenamiento y puede este ser una posible causa indirecta de presencia de lesiones como: Humedad, erosiones o desprendimiento del material, puesto que estos se exponen al sol y al agua u otros agentes atmosféricos afectando las propiedades físicas.

Cabe agregar otro rasgo de vital importancia es el mantenimiento preventivo que se le realizarán a los bloques para que no vuelvan a presentar lesiones como se muestra en la (*Imagen 84*), como solución en esta obra es la limpieza y aplicación de hidrofugante para así evitar que se presenten estas lesiones a futuro.

5. Etapa de operación: Edificio

En este capítulo se podrá evidenciar las lesiones físicas más frecuentes como la humedad, la erosión y la suciedad y algunas lesiones químicas como las eflorescencias y organismos biológicos que presentan 3 estudios de caso los cuales son: Colegio Santiago de Atalayas, Conjunto Residencial el Pedregal y el Conjunto Residencial Oikos.

Se explicará de forma breve su infraestructura, su funcionalidad y su ubicación y luego se evidenciaron las lesiones con ayuda de fichas de diagnóstico que serán referenciadas dentro del texto.

5.1 Estudio de caso N°. 1 Colegio Santiago de Atalayas



Imagen 85. Fachada principal colegio Santiago de Las Atalayas

Tomada de, fotografía propia

El colegio Santiago de Las Atalayas (alianza educativa) ubicado en bosa-libertad en la ciudad de Bogotá, está construido con bloques de concreto desde el año 2000, año en el que empezó el proyecto.

Al transcurrir los años el lugar presenta en sus fachadas algunos deterioros, los cuales identificamos como lesiones, estas lesiones han sido presentadas en este proyecto debido a las condiciones ambientales a las que está expuesto.

Se debe tener en cuenta que, aunque la administración del colegio ha realizado un mantenimiento lavando sus fachadas con hidrolavadora, y retiro de suciedad con cepillo de púas para mantenerlo en un estado óptimo que no cambie su estilo rústico y mejore su estética, pero no ha sido suficiente para disminuir las lesiones, pues no tienen la suficiente información para tratarlas de forma correcta, ya sea para que no aparezcan o cómo hacer para poder intervenirlas.

Entre estas lesiones físicas se alcanza a observar suciedad, desprendimiento, oxidación por erosión, entre otras... Como podremos ver en las siguientes fotografías, las cuales estarán clasificadas por lesiones:

5.1.1 Lesión física, suciedad

La mayoría de sus fachadas presentan suciedad en la parte inferior en el arranque de muro, otras se muestran alrededor de las bajantes de aguas lluvias, etc. En el *anexo 2* se podrá evidenciar cual es la verdadera causa en específico de cada una de las lesiones presentadas en el colegio. En la (*Imagen 86-87*) es alguno de los ejemplos de suciedad que se presentan.



Imagen 86. Muro fachada, con presencia de suciedad / Imagen 87. Fachada salones de clase con presencia de ensuciamiento en el remate de muro

Tomada de, fotografía propia

5.1.2 Lesión física, erosión

Como se muestra en las (*Imagen 88-89*) Alguno de los bloques de sus muros presenta un desgaste debido a factores ya sea por el agua, por el contacto con superficies que dan el desprendimiento del material, entre otros. ver *anexo 3*.



Imagen 88. Muro con presencia de lesión física, erosión, desprendimiento del material / Imagen 89. Muro en bloque de concreto

Tomada de, fotografía propia

5.1.3 Lesión física, suciedad por oxidación de refuerzos metálicos

Como se muestra en la (*Imagen 90*). En algunos muros los aceros de refuerzo están entrando en contacto con el exterior, lo cual está ocasionando oxidación en los aceros, por ende, estos hacen que haya un ensuciamiento en los bloques de concreto.



Imagen 90. Fachada con gárgola (tubería), presencia de manchas por oxidación

Tomada de, fotografía propia Lesión física, humedad

En el colegio se evidenció una lesión química como se muestra en la (*Imagen 91*) esta es la eflorescencia que se presenta debido a la presencia de humedad (física). Otras lesiones comunes en el colegio que se generan por la humedad (lesión primaria) es la presencia de musgo (lesión secundaria) como se muestra en la. (*Imagen 92*), como complemento se recomienda ver (*Anexo4*)



Imagen 91. Muro interno con presencia de eflorescencia blanca debido a la humedad / Imagen 92. Fachada con presencia de musgo debido a la humedad

Tomado de, Fotografías propias

5.2 Estudio de caso N°. 2 Conjunto residencial el pedregal Etapa I



Imagen 93. Fachada del conjunto El Pedregal Etapa I

Tomado de, Fotografías propias

El conjunto Pedregal Etapa I, es un conjunto residencial de 4 torres, cada una de 6 niveles. Se encuentra ubicada en la localidad de Engativá, aledaño al centro comercial Diver plaza, esta edificación lleva 30 años de haberse construido. Su fachada está construida en la parte superior con mampostería tradicional y en la parte posterior con bloques de concreto abujardados, los cuales llevan pintados desde varios años. Actualmente se encuentran con un acabado en pintura Koraza Pintuco de color verde como se muestra en la (*Imagen 93*).

Su mantenimiento y todo su ciclo ha sido lavar sus fachadas con hidrolavadora e impermeabilizarlas con un hidrofugante cada 5 años. Pero aun así se ven algunos deterioros como se muestra en las (*Imagen 94-95*).

5.2.1 Lesiones físicas, suciedad

Las imágenes permiten evidenciar que la mampostería en bloques de concreto que permite el cerramiento del conjunto, presentan una lesión física como el ensuciamiento.



Imagen 94. Antepecho con presencia de lesión física, suciedad / Imagen 95. Antepecho de cerramiento

Tomado de, Fotografías propias

5.2.2 Lesiones biológicas, vegetales

Otro tipo de lesión que se pudo evidenciar en la parte inferior de algunos muros la presencia de agentes vegetales como el musgo, lesión secundaria.



Imagen 96. Arranque de muro con presencia de musgo / Imagen 97. Lesión biológica avanzada en los bloques sin pintura

Tomado de, fotografías propias

5.2.3 Lesiones físicas, erosión

Algunos bloques en el conjunto, frecuentemente en los antepechos, presentan erosión física o desprendimiento de su acabado de pintura como se evidencia en las (*Imagen 98-99*).



Imagen 98. Antepecho de las torres, suciedad / Imagen 99. Antepecho con presencia de erosión

Tomado de, fotografías propias

5.3 Estudio de caso N°. 3 Conjunto residencial Oikos Teucali

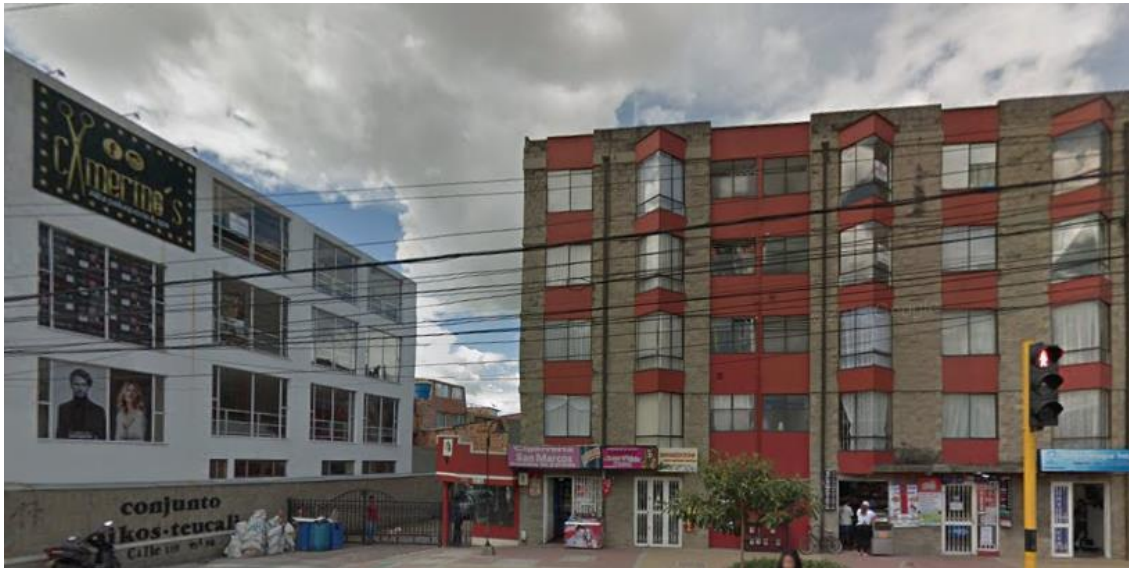


Imagen 100. Fachada principal Conjunto Oikos Teucali

Tomado de, fotografías propias

El conjunto residencial Oikos Teucali es un conjunto ubicado en la Calle 139 No. 95 A. 90 en la localidad de Suba, este colinda con el centro comercial Centro Suba y lleva en funcionamiento 27 años, es decir fue construido en el año 1991. El conjunto residencial toma lugar como caso de estudio ya que toda su estructura está constituida de bloques en concreto.

Lo componen 11 torres, cada una cuenta de 10 apartamentos divididos en dos módulos, cada uno con cinco apartamentos a cada uno de sus lados; dos zonas de parqueaderos a la vista y una subterránea, un salón y una zona verde social, y un amplio parque para uso de los propietarios. A continuación, se podrá evidenciar lo mencionado anteriormente

Torre No. 9 compuesta por dos módulos de cinco apartamentos:



Imagen 101. Torre #9 C. Oikos Teucali

Tomado de, fotografías propias

Parqueadero a la vista, parqueadero subterráneo:

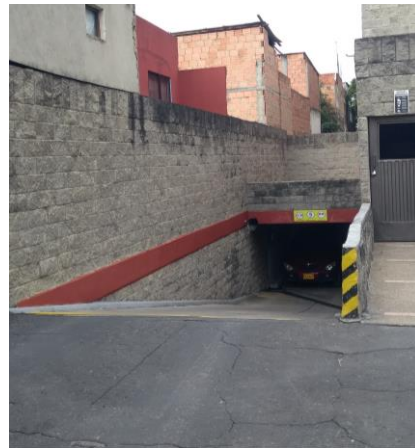


Imagen 102. Parqueadero Imagen 103. Sótano para parqueadero

Tomado de, fotografías propias

Salón comunal, zona verde:



Imagen 104. Salón comunal, administración / Imagen 105. Escaleras que conecta zona de parqueaderos con zona verde

Tomado de, fotografías propias

Parque del conjunto residencial:



Imagen 106. Antepecho de cerramiento parte posterior

Tomado de, fotografías propias

En cuanto al mantenimiento del lugar, se realizó mediante una hidrolavadora hace 10 años, en el año 2008, el cual consistió en el lavado a alta presión de cada una de las fachadas con agua pulverizada con el fin de eliminar cualquier tipo de agente contaminante tanto para cada edificio como para su superficie en bloques de concreto.

Los conjuntos cuentan con un tipo de acabado en Koraza Pintuco de color rojo solo en algunas partes de la fachada, y en la otra gran mayoría emplea los bloques de concreto a la vista en toda su estructura como se puede observar en la (*Imagen 107*).



Imagen 107. Torre #8 con presencia de suciedad en el remate de muro

Tomado de, fotografías propias

El muro de cerramiento que sirve como división entre las torres de apartamentos y el parque del conjunto presenta desprendimiento del material, lo cual es una erosión del material, y ensuciamiento, lesiones de tipo físico como se puede observar en las (*Imágenes 108-109*) Como complemento ver (*anexo 5*)



Imagen 108. Antepecho de cerramiento con presencia suciedad / Imagen 109. Nivel de clasificación de la lesión, moderada-grave

Tomado de, fotografías propias

La presencia de erosión también se evidenció en uno de los muros a la salida del conjunto y en uno de los muros del salón comunal, como se ve en las (*Imágenes 110-111*) Ver (*anexo 6*)



Imagen 110. Presencia de erosión en el muro de cerramiento / Imagen 111. Desprendimiento de los materiales que componen el bloque en concreto

Tomado de, fotografías propias

En la parte superior (cubierta) del puesto de vigilancia del conjunto se observó un defecto en forma de manchón concentrado de color negro a causa de ensuciamiento como se evidencia en la *(Imagen 112)*.



Imagen 112. Caseta de vigilancia ubicada en el lado posterior del conjunto, con presencia de suciedad en el remate de la cubierta

Tomado de, fotografías propias

En la parte de remate de todos los muros de fachadas se evidenciaron manchones de color negro causados por ensuciamiento aparentemente excesivo, como se observa en las *(Imágenes 113-114)*



Imagen 113. Ensuciamiento en el remate de muro de fachada / Imagen 114. Lesiones físicas en muros de fachadas

Tomado de, fotografías propias

En la parte superior de los muros de cubierta del salón comunal se observó un ensuciamiento severo, defectos potentes y grandes de color negro, como se muestra en la (*Imagen 115*)



Imagen 115. Ensuciamiento en el remate de antepecho en el salón comunal del C. Oikos Teucali

Tomado de, fotografías propias

El ensuciamiento en arranque de muros también se encontró varias veces, esto puede ser causa de que el muro entra en contacto con el suelo natural, como se muestra en la (*Imagen 116*).



Imagen 116. Ensuciamiento en el arranque de muro de las fachadas en las torres

Tomado de, fotografías propias

Se encontró un ensuciamiento por oxidación de los refuerzos ubicados dentro de la estructura en bloques de concreto. Esta lesión física se observa en las (*Imagen 117-118*).



Imagen 117. Lesión física por oxidación / Imagen 118. Ensuciamiento por oxidación

Tomado de, fotografías propias

Donde están ubicadas las escaleras de acceso al salón comunal se encontraron una gran cantidad de bloques de concreto con eflorescencias, generada por humedad concentrada en el bloque, ensuciamientos y un posible pañete para disimular una erosión del material. Esto se observa en las *(Imagen 119-120)*



Imagen 119. Presencia de eflorescencias blancas / Imagen 120. Bloque con un nivel moderado de eflorescencias

Tomado de, fotografías propias

En la (*Imagen 121*) se muestran diferentes y avanzadas afectaciones causadas por las lesiones de erosión, humedad, ensuciamiento y eflorescencias. Esto se presenta en los muros de cerramiento vertical de las zonas verdes que hay entre las torres.



Imagen 121. Muro de cerramiento, con presencia de varias lesiones graves

Tomado de, fotografías propias

En el capítulo presentado anteriormente, se concluye que una de las lesiones más frecuentes que se pueden presentar en los bloques de concreto es el ensuciamiento y la humedad, las cuales hacen parte de la clasificación de lesiones físicas en la patología de las edificaciones.

En los estudios de caso *Conjunto residencial Oikos* y *Colegio Atalayas* se muestra que las principales lesiones no son solo provocadas por causas directas, tales como lesiones físicas, químicas etc... sino que también influyen las causas indirectas como por ejemplo, el diseño de proyecto, evidenciado en un mal aspecto constructivo en las bajantes de aguas lluvias ubicadas en las fachadas lo cual muestra presencia de humedad o la falta de una alfajía que proteja los antepechos o muros de cerramiento para evitar así el ensuciamiento, como se evidencia en los estudios de caso anteriormente nombrados.

En cuanto al *Conjunto residencial el Pedregal* se identifica que es de vital importancia que las edificaciones que cuentan con bloques de concreto realicen un mantenimiento seguido al lavado de sus fachadas y la aplicación de un hidrofugante, ya que este permite la disminución de lesiones generadas por el contacto con el agua, no obstante también se evidencia en este estudio de caso el uso excesivo de pintura, el cual puede que reduzca la filtración de agua pero no es un correctivo adecuado.

6. Ensayos en Laboratorio

De acuerdo a la Norma Técnica Colombiana (NTC 4024) se tomaron 6 especímenes o unidades de muestreo para realizar los ensayos de absorción, densidad, permeabilidad y resistencia a la compresión. A continuación, se mostrará el procedimiento y los respectivos resultados obtenidos en cada uno de estos.

6.1 Ensayos a 6 especímenes de concreto

1. Mediciones

En cada unidad se realizaron sus medidas como el espesor de la pared superior e inferior, la altura real y espesor de tabiques en ambas caras. Como se muestra en las (*Imágenes 122-123*).

Instrumentos: Calibrador, metro, NTC 4024.



[Imagen 122. Pie de rey \(calibrador\) / Imagen 123. Metro para las tomar las dimensiones del material](#)

[Tomado de, fotografías propias](#)

Luego se pesaron las 6 muestras y se obtuvo la siguiente información descrita en la (*Tabla 14*)

<i>PESO BLOQUES A AMBIENTE (Mm)</i>	
<i>Muestra</i>	<i>Peso (kg)</i>
<i>TL1 Liso</i>	<i>12,644</i>
<i>TL2 Liso</i>	<i>12,768</i>
<i>TL3 Liso</i>	<i>12,494</i>
<i>TL 4 Abujardado</i>	<i>13,838</i>
<i>TL5 Abujardado</i>	<i>14,048</i>
<i>TL6 Abujardado</i>	<i>14,297</i>

Tabla 14. Peso bloques de concreto a ambiente

Tomado de, Elaboración propia

2. Secado

Se realizó el proceso de secado al horno a las 6 unidades, por 24 horas y su debido pesaje, ya que en el momento de los ensayos deben estar libres de humedad visible. Este proceso se evidencia en las (*Imágenes 124-125*).

Instrumentos: Guantes de soldadura, NTC 4024, horno y pesa de laboratorio.



Imagen 124. Guantes para protección de quemaduras / Imagen 125. Horno a una temperatura de 120° para el secado del bloque en concreto

Tomado de, fotografías propias

En la (Tabla15) se pueden identificar los valores equivalentes al peso de cada bloque en estado seco después de haberlos dejado en el horno durante 24 horas.

PESO BLOQUES SECOS (Ms)	
Muestra	Peso (kg)
TL1 Liso	12,22
TL2 Liso	12,21
TL3 Liso	12,57
TL 4 Abujardado	13,36
TL5 Abujardado	13,57
TL6 Abujardado	13,82

Tabla 15. Peso de los boques de concreto seco

Tomado de, Elaboración propia

3. Ensayo de Absorción y Saturación:

Los 6 especímenes se sumergieron en la piscina del laboratorio durante 24 horas a una temperatura entre 15 °C y 27 °C. Se sacaron y se secó el agua superficial con un paño y se pesaron inmediatamente como se muestra en la (*imagen 126-127*), registrando la masa saturada.

Como se muestra en la (*Tabla16*) / *Instrumentos:* Paño seco, piscina y pesa de laboratorio.



Imagen 126. Bloques saturados, seco superficialmente / Imagen 127. Bloque secado al ambiente

Tomado de, fotografías propias

<i>PESO BLOQUES EN ABSORCION (Mh)</i>	
<i>Muestra</i>	<i>Peso (kg)</i>
<i>TL1 Liso</i>	<i>13,33</i>
<i>TL2 Liso</i>	<i>13,33</i>
<i>TL3 Liso</i>	<i>13,19</i>
<i>TL 4 Abujardado</i>	<i>14,03</i>
<i>TL5 Abujardado</i>	<i>14,80</i>
<i>TL6 Abujardado</i>	<i>15,03</i>

Tabla 16. Peso de los bloques en concreto saturados

Tomado de, Elaboración propia

4. Ensayo de Permeabilidad a bloques de concreto sin hidrofugante

En cada bloque de concreto en estado natural se realizó un ensayo de permeabilidad mediante la Pipeta Karsten, instrumento por el cual es posible establecer el grado de penetración de agua de cada bloque en intervalos de tiempo cada 5 minutos hasta completar 15 como se observa en las

(*Imágenes 128-129*)

Instrumentos: Pipeta Karsten, limpia tipos.



Imagen 128. Ensayo con Pipeta Karsten / Imagen 129. Registro de permeabilidad de bloques de concreto

Tomado de, fotografías propias

En la (*Tabla 17*). Se pueden identificar los resultados equivalentes al ensayo de permeabilidad realizado a los bloques después de ser secados al ambiente.

ENSAYO DE PERMEABILIDAD				
Muestra en ambiente	5 minutos	10 minutos	15 minutos	Nivel Permeabilidad
<i>TL1 Liso</i>	<i>30 ml</i>	<i>48.5 ml</i>	<i>61,80</i>	<i>Alto</i>
<i>TL2 Liso</i>	<i>48 ml</i>	<i>86.5 ml</i>	<i>117</i>	<i>Alto</i>
<i>TL3 Liso</i>	<i>57.5 ml</i>	<i>95 ml</i>	<i>124,5</i>	<i>Alto</i>
<i>TL 4 Abujardado</i>	<i>13.8 ml</i>	<i>21.2 ml</i>	<i>27,4</i>	<i>Alto</i>
<i>TL5 Abujardado</i>	<i>1.9 ml</i>	<i>2.9 ml</i>	<i>3,5</i>	<i>Bajo</i>
<i>TL6 Abujardado</i>	<i>3.8 ml</i>	<i>5.9 ml</i>	<i>8,8</i>	<i>Bajo</i>

Tabla 17. Ensayo permeabilidad bloques secados al ambiente

Tomado de, elaboración propia

5. Aplicación Hidrofugante:

Se procedió a la “impregnación de líquido capilar de baja viscosidad”⁴ que evita el paso de agua en la superficie de los bloques de concreto, denominado hidrofugante. Después de su aplicación se dejaron en secado al ambiente durante 24 h. Este procedimiento se realizó con la finalidad de comprobar la óptima funcionalidad de este producto impermeabilizante. La aplicación de hidrofugante en cada espécimen se muestra en las (*Imágenes 130-131*).

⁴ Techniseal, (2009) *Selladores para toda superficie, ¿qué es la hidrofugación*



Imagen 130. Hidrofugante pintuco / Imagen 131. Aplicación del hidrofugante a cada espécimen

Tomado de, fotografías propias

6. Ensayo de Permeabilidad a bloque de concreto con hidrofugante

Se realizó en cada unidad de concreto el ensayo de permeabilidad mediante la Pipeta Karsten, con el interés de concertar el grado de penetración de agua de cada bloque en estado impermeabilizado o con algún grado de protección, durante el mismo tiempo, cada 5 minutos hasta completar 15. El registro de los resultados y el procedimiento repetido se observa en las (*Imágenes 132-134*)





Imagen 132. Ensayo con pipeta Karsten / Imagen 133. Resultado del ensayo con el bloque hidrófugo / Imagen 134. Tabique del bloque en concreto después de utilizarse en el ensayo de permeabilidad

Tomado de, fotografías propias

En la (Tabla 18) se pueden ver los resultados equivalentes al ensayo de permeabilidad realizado en cada bloque impermeabilizado con hidrofugante después de 24 h.

ENSAYO DE PERMEABILIDAD				
Muestra con hidrofugante	5 minutos	10 minutos	15 minutos	Nivel Permeabilidad
TL1 Liso	4 ml	5.3 ml	8,10	Bajo
TL2 Liso	0ml	0 ml	0	Bajo
TL3 Liso	0.1 ml	0,1 ml	0	Bajo
TL4 Abujardado	2.5ml	3.3 ml	3,9	Bajo
TL5 Abujardado	0.1 ml	0.1 ml	0,0	Bajo
TL6 Abujardado	1.2 ml	1.2 ml	1,4	Bajo

Tabla 18. Resultados ensayo permeabilidad en bloques de concreto con hidrofugante

Tomado de, Elaboración propia

Para concluir los ensayos realizados a las muestras en laboratorio, se evaluó la utilidad del hidrofugante, se logra comparando los datos del ensayo realizado desde el bloque en su estado natural y los datos obtenidos con la aplicación del producto, lo cual nos permitió determinar la cantidad de agua filtrada como se muestra en la (Figura 6), finalmente haciendo evidencia de la vital importancia de la aplicación de este producto.

**PERMEABILIDAD MUESTRA CON
HIDROFUGANTE**

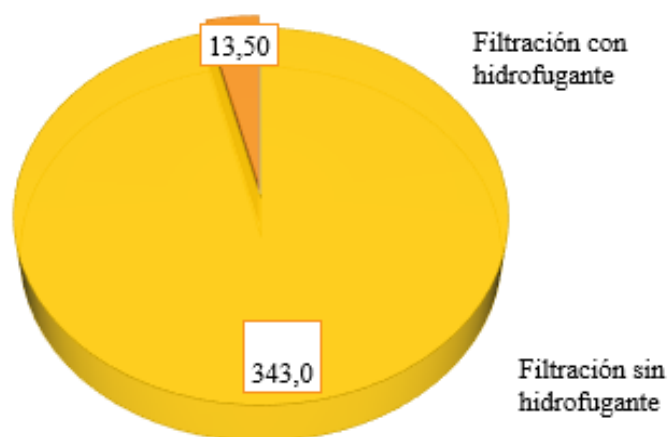


Figura 6. Gráfica resultado funcionamiento hidrofugante en bloques

Tomado de, fotografía propia

BLOQUE	ABSORCIÓN	PERMEABILIDAD AMBIENTE	PERMEABILIDAD HIDROFUGANTE
<i>Tipo</i>	<i>%</i>	<i>ml</i>	<i>ml</i>
<i>TL1 Liso</i>	9,06	30 ml	4 ml
<i>TL2 Liso</i>	9,22	48 ml	0ml
<i>TL3 Liso</i>	4,95	57.5 ml	0.1 ml
<i>TL 4 Abujardado</i>	5,02	13.8 ml	2.5ml
<i>TL5 Abujardado</i>	9,04	1.9 ml	0.1 ml
<i>TL 6 Abujardado</i>	8,76	3.8 ml	1.2 ml

*Tabla 19. Resultados de ensayos a los bloques de concreto**Tomado de, Elaboración propia*

6.2 Ensayo de permeabilidad en casos de estudio

Se escogieron 5 bloques de concreto en cada caso de estudio como muestras para realizar en cada uno de ellos el ensayo de permeabilidad.

1. Colegio Las Atalayas

En este caso de estudio se encontraron diversas condiciones implementadas en los bloques, los cuales se tomaron de muestra para realizar el ensayo, como lo fueron los bloques pintados de color gris y con humedad reflejada en una capa vegetal de musgo. Los resultados obtenidos se evidencian en la (Tabla 20).

ENSAYO DE PERMEABILIDAD				
Muestra E.C ATALAYAS	5 minutos	10 minutos	15 minutos	Nivel Permeabilidad
<i>Bloque</i>	<i>2,6 ml</i>	<i>3,5 ml</i>	<i>4,1 ml</i>	<i>Bajo</i>
<i>Bloque erosionado</i>	<i>0,3 ml</i>	<i>0,5 ml</i>	<i>0,6 ml</i>	<i>Bajo</i>
<i>Bloque con pintura Korasa Pintuco</i>	<i>0,1 ml</i>	<i>0,2 ml</i>	<i>0,2 ml</i>	<i>Bajo</i>
<i>Bloque con musgo</i>	<i>0 ml</i>	<i>0 ml</i>	<i>0 ml</i>	<i>Bajo</i>
<i>Bloque de cerramiento</i>	<i>0,7 ml</i>	<i>1,3 ml</i>	<i>1,7 ml</i>	<i>Bajo</i>

*Tabla 19. Resultados ensayo de permeabilidad Colegio Santiago Atalayas**Tomado de, Elaboración propia*

A manera de conclusión de la anterior tabla se puede decir que en los bloques del lugar la implementación de una clase de acabado, como lo es la pintura, puede prevenir la filtración de una gran cantidad y así evitar la existencia por humedad de una capa vegetal en el bloque.

2. Conjunto Residencial El Pedregal

En el conjunto residencial El Pedregal se hallaron diversos acabados implementados en los bloques, los cuales se tomaron de muestra para realizar el ensayo, como lo fueron los bloques pintados de color verde, hidrófugados y con humedad reflejada en una capa vegetal de musgo. Los resultados obtenidos se evidencian en la (Tabla 21).

ENSAYO DE PERMEABILIDAD				
Muestra E.C EL PEDREGAL	5 minutos	10 minutos	15 minutos	Nivel Permeabilidad
<i>muestra en antepecho</i>	<i>0 ml</i>	<i>0 ml</i>	<i>0 ml</i>	<i>Bajo</i>
<i>muestra sin pintura</i>	<i>0 ml</i>	<i>0 ml</i>	<i>0 ml</i>	<i>Bajo</i>
<i>muestra fachada torre 4</i>	<i>0 ml</i>	<i>0 ml</i>	<i>0 ml</i>	<i>Bajo</i>
<i>muestra de cerramiento</i>	<i>0 ml</i>	<i>0 ml</i>	<i>0,2 ml</i>	<i>Bajo</i>
<i>muestra fachada torre 1</i>	<i>0 ml</i>	<i>0 ml</i>	<i>0 ml</i>	<i>Bajo</i>

Tabla 20. Resultados ensayo permeabilidad Conjunto el Pedregal Etapa I

Tomado de, Elaboración propia

De la anterior tabla se puede concluir que la impermeabilización realizada en los bloques de las fachadas durante los últimos años en el conjunto no permitió la filtración de agua en el ensayo realizado, sin embargo, esto no justificó la aparición de lesiones físicas encontradas en el lugar.

3. Conjunto Residencial Oikos de Teucali

En el conjunto residencial Oikos de Teucali no se ubicó ninguna condición implementada en los bloques, en este caso todos los bloques que se tomaron de muestra se encontraban en su estado natural para realizar el ensayo. Los resultados obtenidos se evidencian en la (Tabla 22)

ENSAYO DE PERMEABILIDAD				
Muestra E.C OIKOS	5 minutos	10 minutos	15 minutos	Nivel Permeabilidad
<i>muestra fachada torre 6</i>	<i>16.5 ml</i>	<i>26.4 ml</i>	<i>37.2 ml</i>	<i>Medio</i>
<i>muestra de cerramiento</i>	<i>0 ml</i>	<i>0 ml</i>	<i>0 ml</i>	<i>Bajo</i>
<i>muestra fachada torre 5</i>	<i>10.4 ml</i>	<i>17.5 ml</i>	<i>22.7 ml</i>	<i>Medio</i>
<i>muestra muro escalera acceso sotano</i>	<i>7.6 ml</i>	<i>9.9 ml</i>	<i>12.7 ml</i>	<i>Bajo</i>
<i>muestra muro acceso salon comunal</i>	<i>16.7 ml</i>	<i>28.5 ml</i>	<i>40 ml</i>	<i>Medio</i>

Tabla 21. Resultados ensayo permeabilidad Conjunto Residencial Oikos Teucali

Tomado de, Elaboración propia

De acuerdo a la tabla anterior se concluyó que la gran cantidad de lesiones encontradas en el lugar fueron causadas con respecto a su alto nivel de filtración de agua en los diferentes intervalos de tiempo y a la falta de mantenimiento del que carecen los bloques. Según los resultados adquiridos anteriormente se pudo concluir que el nivel de permeabilidad es uno de los factores que afectan la durabilidad del bloque en la medida que el agua entra en mayor cantidad dentro de este, lo cual genera la aparición de humedades y deterioros, debido a que los poros y vacíos del bloque son muy grandes internamente. Sin embargo, un bloque no permeable también puede presentar lesiones a causa de la afectación por otros agentes atmosféricos.

La anterior conclusión se aclara mediante la comparación de la (tabla 20) *Resultados ensayo permeabilidad C. Atalayas*, (tabla 21) *Resultados ensayo permeabilidad C. El Pedregal* y la (tabla 22). *Resultados ensayo permeabilidad Oikos Teucali*, donde se demuestra la diferencia en cuanto a su nivel de permeabilidad, ya que en el estudio de caso 1 y 2 se evidenciaron distintos y una considerable cantidad de deterioros, causados por otros agentes atmosféricos ajenos a su bajo nivel de permeabilidad, en comparación con el estudio de caso 3, donde también se encontró el mismo número de deterioros causados en los bloques por el nivel de permeabilidad que tienen.

Lista de recomendaciones

La lista de recomendaciones es dada por etapas de operación, donde se encontrará información y debido proceso para su prevención y su mantenimiento.

Etapas de operación: Fábricas

- Verificar en el momento de la llegada del material el cumplimiento normativo, para así poder brindar con seguridad la calidad con la que cuenta el bloque de concreto.
- Se recomienda hacer ensayos según la NTC 4024 antes, y después de la fabricación del bloque, es decir, a la materia prima y después, al bloque de concreto.
- Hacer un seguimiento de inspección visual a la fabricación de los bloques de concreto, para así no dejar pasar el que no cumpla con un acabado óptimo.

Etapas de operación: Obra

- En el momento de recibir el material en la obra, hacer el debido proceso de tener un lugar adecuado para su almacenamiento y en el manejo interno de este.
- Una vez llegue el lote de bloques de concreto necesitado en la obra, se deben coger 6 especímenes para realizarles los ensayos requeridos por la norma técnica colombiana 4024 para así verificar su cumplimiento.
- En el momento del proceso constructivo de mampostería en bloque de concreto se deben tener en cuenta aspectos importantes como: la junta de pega, mortero de inyección y en dado caso si es mampostería estructural hacer el debido proceso en la ubicación de sus refuerzos.
- En dado caso que se presenten eflorescencias durante la obra, se debe lavar el muro, si la lesión es leve o está en su etapa de aparición se puede lavar con agua tibia y vaporización, si ya es grave se debe hacer una lavado con un ácido el cual sea correspondiente y sugerido por la fábrica del bloque en concreto.

Etapa de operación: Edificio

- En el momento de presentar algún tipo de lesión física en la fachada o en un muro interno, verificar primero el nivel de gravedad de esta, y así proceder al correctivo correspondiente, es decir:

LEVE: Se detecta desde el primer momento de la aparición, siendo esta de un color muy suave, en este instante se puede lavar la fachada con hidrolavadora a presión de 3000 Psi y aplicar el hidrofugante cada 3 – 5 años, para disminuir la aparición de lesiones

MODERADO: Si el color de la lesión es un poco más fuerte, ya se debe pensar en lavar con hidrolavadora, y con un cepillo empezar a remover de forma uniforme para así disminuir la lesión. *Nota importante: El cepillo debe ser de cerdas ni suaves ni duras, puesto que suave, no haría efecto y duras, podría afectar a las características y propiedades del bloque.*

GRAVE: En el momento que la suciedad ya sea de difícil remoción se sugiere aplicar un ácido para desvanecer su gravedad y así poder seguir con lavados hasta quitar la lesión por completo y empezar a hacerle mantenimiento más seguido para no volver a presentar el problema.

SEVERA: En este momento el bloque ya presenta más de una lesión física, y adicional a eso lesiones como químicas, mecánicas y biológicas, momento en el cual el elemento ya debe ser cambiado en su totalidad.

- Los lavados de las fachadas y muros internos deben hacerse mínimo cada año.
- La aplicación del hidrofugante se debe hacer cada 3 – 5 años para evitar la alta permeabilidad en el bloque. *Nota importante: Este producto es un buen correctivo, permite la respiración de los materiales que componen el bloque puesto que este no es un sellante es una película que genera protección.*
- Se debe evitar al máximo el uso de pinturas para tapar las lesiones, aunque pueda verse como un correctivo al problema, este no es el adecuado para el bloque de concreto, puesto que este uso tapa los poros del material, generando así poca respiración para este.

Conclusiones

- Se conoció que una de las posibles lesiones que se pueden generar debido al proceso de fabricación de los bloques en concreto es la humedad, puesto que es un producto el cual consta de una mezcla seca por vibro compactado, dejando a su vez poros que permiten la alta permeabilidad en los bloques.
- En obra se analiza que las lesiones físicas que se pueden llegar a presentar son por causas directas, tales como agentes atmosféricas, pero principalmente por causas indirectas tales como, el almacenamiento, mal diseño, y mala planeación y ejecución, además de que es de vital importancia el cumplimiento de las normas que la rigen (NTC 4024 y NTC 4026).
- Según los estudios de caso se pudo evidenciar los tipos de lesiones más frecuentes en las fachadas donde se implementan bloques de concreto, por consiguiente se pudo tipificar por principales, las físicas y como secundarias las químicas y biológicas.
- En vista de la frecuencia en la aparición de lesiones principales, como lo son las físicas en los bloques de concreto, y con información de las personas que los utilizan en su edificación, se logró percibir la falta de información que existe para llevar un mantenimiento adecuado, ya que este es de vital importancia para su estética.

Referencias

- [1.] CIGIR. (2009). *Patologías en las edificaciones* (3ª ed.). Recuperado de http://chacao.gob.ve/eduriesgo/vulnerabilidad_archivos/04_patologias_en_las_edificaciones.pdf.
- [2.] Construpedia: Fachadas. (s.f) Recuperado 17 mayo, 2018, de <http://www.construmatica.com/construpedia/Fachadas>.
- [3.] Herrera & Madrid, (1999). *manual de construcción de mampostería de concreto*. Recuperado de http://imcyc.com/redcyc/imcyc/biblioteca_digital/MANUAL_DE_CONSTRUCCION_DE_MAMPOSTERIA_DE_CONCRETO.pdf
- Instituto Nacional de Seguros. (s.f.). Los contaminantes Ambientales. Recuperado 21 noviembre, 2018, de https://portal.ins-cr.com/NR/rdonlyres/4C61D4EA-159E-4E68-A111-6D2BAECB2F40/5333/1007783_FolletoLosContaminantes_WEB.pdf
- Alberto Corradine Angulo. (1998). *Patología de la edificación*. Bogotá, Colombia: Iconos de Colombia.
- Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C.. (2005, noviembre). bloques, problemas y soluciones. *construcción y tecnología en concreto*, 18(.), 13–17. Recuperado de <http://www.imcyc.com/cyt/noviembre05/POSIBILIDADES.pdf>
- Lopez, F., Rodriguez, V., Santa Cruz, J., Torreño, I., & Ubeda, P. (2004). *manual de patología de la edificación Tomo 3 lesiones debidas a las humedades*, (Ed. rev.). Recuperado de https://www.edificacion.upm.es/personales/santacruz-old/Docencia/cursos/ManualPatologiaEdificacion_Tomo-3.pdf

- ÁLVAREZ, D. (2014). “ *Evaluación de la densidad y la resistencia a la compresión de bloques de concreto con sustitución del agregado de piedra por desechos de la industria del papel*” Recuperado de <https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/5416/EVALUACI%C3%93N%20DE%20%20LA%20DENSIDAD%20Y%20LA%20RESISTENCIA%20A%20LA%20C>
O
- Brocken, H., & Nijland, T. G.. (2004). Eflorescencia blanca en mampostería de ladrillo y bloques de mampostería de hormigón, con especial énfasis en la eflorescencia de sulfato en bloques de concreto. *construcción y materiales de construcción*, 18(5), 315.
Recuperado de, <https://www.journals.elsevier.com/construction-and-building-materials/>
- Universidad de valladolid (s.f.). *La durabilidad*. Recuperado de, https://alojamientos.uva.es/guia_docente/uploads/2013/474/46049/1/Documento27.pdf
- Mérida (2010). *Durabilidad*. Recuperado de <https://ciudadano.gobex.es/documents/9274982/9276025/durabilidad.pdf/ad62d84e-53f1-44c8-9ed8-0f398db918f5>
- Norma Técnica Colombiana. (2001). *Prefabricados de concreto. Muestreo y ensayo de prefabricados de concreto no reforzados, vibrocompactados* (NTC 4024). Recuperado de <https://es.scribd.com/document/349335356/NTC-4024-Muestreo-Prefabricados>
- ICONTEC. (1997). *NTC 4026 Ingeniería civil y arquitectura. Unidades (bloques y ladrillos) de concreto, para mampostería estructural*. Bogotá D.C, Colombia: ICONTEC
- ICONTEC. (1997). *NTC 4076 Ingeniería civil y arquitectura. Unidades (bloques y ladrillos) de concreto, para mampostería no estructural interior y chapa de concreto*. Bogotá D.C, Colombia: ICONTEC

- KREATO S.A.S. (2017). Recuperado 19 agosto, 2018, de <http://www.kreato.com.co/>
- Decoblock (s.f). Recuperado 30 agosto, 2018, de <http://decoblocksa.com/>
- *NSR- 10 Título D Mampostería estructural.*(2010). Bogotá D.C, Colombia: Ministerios de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.

Bibliografía

- Yances, J. (2017, 5 septiembre). *Prefabricación de prefabricados en concreto en colombia* . Recuperado 25 abril, 2018, de http://www.consumer.es/web/es/bricolaje/albanileria_y_fontaneria/2004/03/30/97848.php
- Laboratorio del Concreto, Asocreto. (s.f.). *Mayor eficiencia en mampostería: Control de calidad para bloques de concreto*. Recuperado de http://www.asocretovirtual.com/boletin/vivienda/06/066-070_Laboratorio-142.pdf
- Cortázar, Diana.(2018). *Innovación tecnológica, características de algunos materiales [PowerPoint slides]*.
- materiales de construcción [Publicación en un blog]. (2011, 8 julio). Recuperado 1 mayo, 2018, de <http://materiales-de-construccion-ujcv.blogspot.com.co/2009/07/bloques-de-concreto.html>
- Construyored. (2017, 4 diciembre). *¿Ya sabes para qué sirve un bloque de concreto?* Recuperado 28 noviembre, 2018, de <https://construyored.com/noticias/1834-ya-sabes-para-que-sirve-un-bloque-de-concreto>
- Andrea Ramírez. (2017, 11 noviembre). *El uso de los bloques de concreto en la construcción* [Publicación en un blog]. Recuperado 20 octubre, 2018, de <https://www.womenalia.com/blogs/blog-de-arquitectura-y-construccion/el-uso-de-los-bloques-de-concreto-en-la-construccion>

Anexos

ANEXO 1: Ficha 1 de diagnóstico: Datos generales C. Atalayas

ANEXO 2: Ficha 2 de diagnóstico: Datos arquitectónicos C. Atalayas

ANEXO 3: Ficha 3 de diagnóstico: Lesiones típicas ensuciamiento por agentes atmosféricos
C. Atalayas

ANEXO 4: Ficha 4 de diagnóstico: Lesiones típicas ensuciamiento C. Atalayas

ANEXO 5: Ficha 5 de diagnóstico: Lesiones típicas humedad C. Atalayas

ANEXO 6: Ficha 6 de diagnóstico: Lesiones típicas erosión C. Atalayas

ANEXO 7: Ficha 1 de diagnóstico: Datos generales C. Oikos Teucali

ANEXO 8: Ficha 2 de diagnóstico: Datos arquitectónicos C. Oikos Teucali

ANEXO 9: Ficha 3 de diagnóstico: Lesiones típicas ensuciamiento C. Oikos Teucali

ANEXO 10: Ficha 4 de diagnóstico: Lesiones típicas humedad C. Oikos Teucali

ANEXO 11: Ficha 5 de diagnóstico: Lesiones típicas erosión C. Oikos Teucali