

Universidad de Costa Rica
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**Guía de inspección para disminuir los defectos de construcción con
mayor incidencia en proyectos habitacionales**

Proyecto de Graduación

Para obtener el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil

Presenta:

Héctor Alpízar García

Director de Proyecto de Graduación:

Ing. Robert Anglin Fonseca, M.Sc.

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

Miembros del comité asesor y sustentante

Ing. Robert Anglin Fonseca, M.Sc.
Director de Proyecto

Ing. Marco Rodríguez Mora, M.Sc.
Asesor de Proyecto

Ing. Allan Rojas Ramírez
Asesor de Proyecto

Héctor Alpízar García
Sustentante

Derechos de autor

Fecha: 2021, junio, 23

El suscrito, Héctor Alpízar García, cédula 1-1320-0261, estudiante de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica, con número de carné A80235, manifiesta que es autor del Proyecto Final de Graduación *Guía de inspección para disminuir los defectos de construcción con mayor incidencia en proyectos habitacionales*, bajo la Dirección del Ing. Robert Anglin Fonseca, M.Sc., quien en consecuencia tiene derechos compartidos sobre los resultados de esta investigación.

Asimismo, hago traspaso de los derechos de utilización del presente trabajo a la Universidad de Costa Rica, para fines académicos: docencia, investigación, acción social y divulgación.

Nota: De acuerdo con la Ley de Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Artículo 7 (versión actualizada el 02 de julio de 2001); “no podrá suprimirse el nombre del autor en las publicaciones o reproducciones, ni hacer en ellas interpolaciones, sin una conveniente distinción entre el texto original y las modificaciones o adiciones editoriales”. Además, el autor conserva el derecho moral sobre la obra, Artículo 13 de esta ley, por lo que es obligatorio citar la fuente de origen cuando se utilice información contenida en esta obra.

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres, quienes son mi principal e incondicional apoyo y quienes se esfuerzan en ofrecerme las mejores oportunidades. La distinción por todos estos años es para ustedes.

Agradecimientos

Al Ing. Robert Anglin Fonseca por su colaboración, apoyo y guía como director de este proyecto.

A los asesores, el Ing. Marco Rodríguez y el Ing. Allan Rojas por su buena disposición y apoyo durante el desarrollo de este proyecto.

A todos aquellos Ingenieros Civiles y encargados de obras en construcción por compartir sus conocimientos y por la colaboración brindada, los cuales fueron de vital importancia para alcanzar los objetivos de este proyecto.

A todas las personas que de alguna manera colaboraron en este proyecto,

¡Un millón de gracias!

Contenido

1. Introducción	1
1.1. Justificación.....	1
1.1.1. Problema Específico	1
1.1.2. Importancia.....	2
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo General	3
1.2.2. Objetivos específicos	3
1.3. Delimitación del problema	4
1.3.1. Alcance	4
1.3.2. Limitaciones	4
1.4. Descripción de la metodología.....	5
2. Marco Teórico	8
2.1. Defectos de Construcción	8
2.2. Inspección de Obras.....	10
2.3. Buenas prácticas en la construcción	13
2.4. Bases de datos	15
2.5. Normativa vigente aplicable en proyectos habitacionales	19
3. Defectos de Construcción frecuentes en proyectos habitacionales.....	20
3.1. Instrumentos de identificación.....	20
3.2. Elementos con mayor incidencia de defectos.....	20
3.3. Descripción de los defectos con mayor incidencia.....	24
3.4. Causas de los defectos con mayor incidencia	25
3.5. Fuente de los defectos de construcción	37
3.6. Periodos de aparición de los defectos de construcción.....	38
3.7. Costos estimados generados por los defectos de construcción.....	39
4. Proceso constructivo de los elementos con mayor incidencia de defectos	42
4.1. Instalaciones mecánicas	42
4.1.1. Sistema Potable	43
4.1.1.1. Materiales	44
4.1.1.2. Proceso Constructivo	46

4.1.2. Sistema Sanitario	59
4.1.2.1. Materiales	60
4.1.2.2. Proceso Constructivo	62
4.1.3. Sistema Pluvial	81
4.1.3.1. Materiales	81
4.1.3.2. Proceso Constructivo	84
4.2. Cubierta de techo.....	90
4.2.1. Materiales.....	91
4.2.2. Proceso Constructivo.....	98
4.3. Acabados en Paredes de Concreto.....	105
4.3.1. Materiales.....	106
4.3.2. Proceso Constructivo.....	110
4.4. Acabados paredes livianas.....	117
4.4.1. Materiales.....	118
4.4.2. Proceso Constructivo.....	122
5. Guía de inspección técnica de elementos con mayor incidencia de defectos	132
6. Validación de la guía de inspección técnica	152
7. Base de datos para registro y consulta de defectos de construcción	154
8. Conclusiones y recomendaciones	163
Conclusiones.....	163
Recomendaciones	164
9. Referencias bibliográficas.....	165
10. Apéndices	169
Apéndice 1. Encuesta completa y Resultados	169
Apéndice 2. Listas de verificación	175

Tabla de Figuras

Figura 1. Diagrama de la Metodología del proyecto.....	7
Figura 2. Consulta para enumerar los elementos con mayor incidencia de defectos	21
Figura 3. Diagrama de Pareto para identificar los elementos con mayor incidencia de defectos.....	22
Figura 4. Incidencia de defectos con calificación entre los primeros 4 lugares	23
Figura 5. Diagrama causa – efecto: Fugas en sistema de distribución de agua potable	26
Figura 6. Fugas en sistema de distribución de agua potable.....	26
Figura 7. Diagrama causa – efecto: Obstrucciones y malos olores en sistema de desagüe sanitario.....	27
Figura 8. Obstrucciones en sistema de desagüe sanitario	28
Figura 9. Diagrama causa – efecto: Filtraciones y deterioro en cubierta de techo	29
Figura 10. Defectos de construcción de cubiertas de techo	30
Figura 11. Diagrama causa – efecto: Defectos en repellos de paredes de mampostería ...	32
Figura 12. Diagrama causa – efecto: Defectos en el acabado de la pasta en paredes de mampostería.....	33
Figura 13. Diagrama causa – efecto: Defectos en el acabado de la pintura de paredes de mampostería.....	34
Figura 14. Defectos comunes en el acabado de paredes de concreto	35
Figura 15. Diagrama causa – efecto: Defectos en el acabado de paredes livianas.....	36
Figura 16. Defectos comunes en el acabado de paredes livianas.....	37
Figura 17. Fuente principal de los defectos de construcción	38
Figura 18. Periodos de aparición de los defectos de construcción.....	39
Figura 19. Costo estimado anual de la corrección de los defectos de construcción para una empresa.....	40
Figura 20. Ejemplo de componentes típicos de las instalaciones mecánicas de una vivienda	42
Figura 21. Componentes del sistema de agua potable.....	46
Figura 22. Plantas de distribución de agua potable.....	47
Figura 23. Detalle de segmentos de la red de distribución de agua potable	48
Figura 24. Simbología y notas en planos de la red de distribución de agua potable.....	49

Figura 25. Trazado y excavación.....	51
Figura 26. Juntas PVC pegables y roscables.....	51
Figura 27. Detalle de las salidas de alimentación de inodoros y lavatorios.....	52
Figura 28. Anclaje de tubería con bloques de concreto.....	53
Figura 29. Relleno de zanjas.....	53
Figura 30. Red de distribución de agua potable en primer nivel de la edificación.....	54
Figura 31. Red de distribución de agua potable en segundo nivel de la edificación.....	54
Figura 32. Detalle de toma domiciliaria de agua potable.....	56
Figura 33. Componentes del sistema sanitario.....	62
Figura 34. Plantas de distribución de aguas residuales.....	63
Figura 35. Detalle de segmentos de la red de distribución de aguas residuales.....	64
Figura 36. Plantas de distribución de ventilación.....	65
Figura 37. Detalle de segmentos de la red de distribución de ventilación.....	66
Figura 38. Notas de instalación de la red sanitaria.....	66
Figura 39. Simbología en planos de la red sanitaria.....	67
Figura 40. Detalle de bocas de limpieza y registro de piso.....	70
Figura 41. Detalle de ventilación típica.....	72
Figura 42. Detalle de ventilación en inodoros.....	72
Figura 43. Detalle de ventilación en lavatorios.....	73
Figura 44. Red de tuberías de sanitarias en primer nivel de la edificación.....	73
Figura 45. Red de tuberías sanitarias en segundo nivel de la edificación.....	74
Figura 46. Instalación de sifón de lavatorio.....	75
Figura 47. Detalle de caja de registro sifonica de desagüe sanitario.....	76
Figura 48. Detalle de trampa de grasa (TG 25L).....	77
Figura 49. Componentes del sistema pluvial.....	84
Figura 50. Plantas de distribución de aguas pluviales.....	85
Figura 51. Detalle de segmentos de la red de distribución de aguas pluviales.....	86
Figura 52. Simbología y notas en planos de la red de distribución de aguas pluviales.....	87
Figura 53. Instalación de canoas y bajantes.....	88
Figura 54. Detalle de caja de registro de desagüe pluvial.....	89
Figura 55. Tipos de cubierta de techo.....	90

Figura 56. Componentes de una cubierta de techo.....	91
Figura 57. Ejemplo de láminas metálicas.....	92
Figura 58. Elementos complementarios de la cubierta de techo.....	94
Figura 59. Ejemplo de láminas plásticas.....	95
Figura 60. Ejemplo de tejas.....	97
Figura 61. Planta cubierta de techo.....	98
Figura 62. Detalle de segmentos de la cubierta de techo.....	99
Figura 63. Secuencia de instalación de las láminas de cubierta de techo.....	102
Figura 64. Detalles de instalación de las láminas de cubierta de techo.....	102
Figura 65. Tornillos para la instalación de láminas de cubierta de techo.....	103
Figura 66. Correcta instalación de tornillos.....	103
Figura 67. Elementos complementarios de la cubierta de techo.....	104
Figura 68. Ejemplos de acabados en paredes de concreto.....	105
Figura 69. Presentación comercial de repellos predosificados.....	106
Figura 70. Presentación comercial de estucos y pastas.....	109
Figura 71. Presentación comercial de pinturas.....	110
Figura 72. Plantas de acabados.....	111
Figura 73. Detalle de segmentos de los acabados de paredes.....	112
Figura 74. Simbología y detalle de los acabados de paredes.....	112
Figura 75. Aplicación de repello en paredes.....	114
Figura 76. Empaste y lijado.....	115
Figura 77. Aplicación de sellador base y pintura.....	116
Figura 78. Estructura típica de paredes livianas.....	117
Figura 79. Materiales para armado de estructura de paredes livianas.....	119
Figura 81. Láminas de Gypsum.....	120
Figura 82. Materiales para el acabado de paredes livianas.....	122
Figura 83. Trazo de paredes livianas.....	123
Figura 84. Detalle de anclaje de los canales.....	123
Figura 85. Instalación de los canales de paredes livianas.....	124
Figura 86. Detalle de estructuración de puertas y ventanas.....	125
Figura 87. Detalle de estructuración en segmentos perpendiculares.....	126

Figura 88. Instalación de postes de paredes livianas.....	126
Figura 89. Instalación de refuerzos en paredes livianas.....	126
Figura 90. Detalle de fijación de las láminas.....	128
Figura 91. Detalle de la instalación correcta de los tornillos.....	128
Figura 92. Detalle de las juntas de las láminas.....	128
Figura 93. Instalación de las láminas	129
Figura 94. Instalación de esquineros.....	129
Figura 95. Detalle de instalación de cinta de papel.....	130
Figura 96. Encintado y empastado de paredes livianas.....	131
Figura 97. Lijado y pintura de paredes livianas	131
Figura 97. Configuración de las listas de verificación.....	133
Figura 98. Formulario para la evaluación de la guía y las listas de verificación.....	152
Figura 99. Campos de las tablas de la base de datos y sus relaciones.....	154
Figura 100. Diseño de las tablas de la base de datos.....	155
Figura 101. Formulario de acceso a la base de datos.....	156
Figura 102. Formulario para administrar los usuarios de la base de datos	156
Figura 103. Formulario del menú principal de la base de datos.....	157
Figura 104. Formulario para ingresar nuevo registro en la base de datos	158
Figura 105. Formulario para editar registros guardados en la base de datos.....	160
Figura 106. Formulario para editar registros guardados en la base de datos.....	160
Figura 107. Formulario para consultar los registros guardados en la base de datos.....	161
Figura 108. Formulario para consultar el número de registros por año en la base de datos	161
Figura 109. Formulario para consultar registros por clasificación en la base de datos	162
Figura 110. Resultados pregunta #1 de encuesta.....	169
Figura 111. Resultados pregunta #2 de encuesta.....	169

Tabla de Cuadros

Cuadro 1. Detalle de los defectos de construcción con mayor incidencia	24
Cuadro 2. Datos del costo estimado anual por corrección de defectos de construcción.....	41
Cuadro 3. Características de tuberías de PVC y CPVC para sistema de agua potable	45
Cuadro 4. Separación máxima de los soportes de tuberías colgantes del sistema de agua potable.....	55
Cuadro 5. Características de tuberías de PVC para desagües sanitarios.....	60
Cuadro 6. Separación máxima de los soportes de tuberías colgantes del sistema sanitario ..	74
Cuadro 7. Características de canoas de PVC para desagües pluviales	82
Cuadro 8. Características de tuberías de PVC para desagües sanitarios.....	83
Cuadro 9. Características de las láminas de acero galvanizado	93
Cuadro 10. Características de los elementos complementarios de la cubierta de techo	94
Cuadro 11. Características de las láminas de derivados plásticos.....	96
Cuadro 12. Separación de clavadores recomendada por fabricante de láminas galvanizadas	100
Cuadro 13. Separación de clavadores recomendada por fabricante de láminas plásticas	101
Cuadro 14. Características de los repellos predosificados comerciales	107
Cuadro 15. Dosificación de agua de repellos predosificados	113
Cuadro 16. Perfiles galvanizados para estructura de paredes livianas.....	119
Cuadro 17. Guía de buenas prácticas aplicables durante la ejecución e inspección del sistema de agua potable.	134
Cuadro 18. Guía de buenas prácticas aplicables durante la ejecución e inspección del sistema de desagüe sanitario.	137
Cuadro 19. Guía de buenas prácticas aplicables durante la ejecución e inspección del sistema de desagüe pluvial.	140
Cuadro 20. Guía de buenas prácticas aplicables durante la ejecución e inspección de la cubierta de techo.....	143
Cuadro 21. Guía de buenas prácticas aplicables durante la ejecución e inspección de los acabados de paredes de concreto.	145

Cuadro 22. Guía de buenas prácticas aplicables durante la ejecución e inspección de los acabados de paredes livianas de gypsum.....	148
Cuadro 23. Resultados de la evaluación de la guía y las listas de verificación	153
Cuadro 24. Resultados pregunta #3 de encuesta	170
Cuadro 25. Resultados pregunta #4 de encuesta	171
Cuadro 26. Resultados pregunta #5 de encuesta	172
Cuadro 27. Resultados pregunta #6 de encuesta	173
Cuadro 28. Resultados pregunta #7 de encuesta	174

Alpízar García, Héctor

Guía de inspección para disminuir los defectos de construcción con mayor incidencia en proyectos habitacionales

Proyecto de Graduación Ingeniería Civil – San José. C.R.:

H. Alpízar G., 2021

xiii, 170, [42]h; ils. col. – 41 refs.

Resumen

En este proyecto se desarrolló una guía de inspección técnica que puede servir de herramienta para disminuir los defectos de construcción con mayor incidencia en proyectos habitacionales. La misma contiene una serie de prácticas preventivas aplicables durante el proceso de construcción de los elementos con mayor incidencia de irregularidades post-entrega al cliente.

La metodología para el desarrollo de la guía inició con la revisión de documentación afín, normativa vigente y buenas prácticas en la construcción. Se realizó la identificación de los defectos de construcción con mayor incidencia en proyectos habitacionales, mediante la recopilación de información proporcionada por profesionales del área de la Construcción (encuesta completada por 100 ingenieros civiles). Identificados los elementos con mayor incidencia de defectos, se procedió a visitar proyectos en ejecución para observar, registrar y analizar los procesos constructivos, identificar deficiencias y establecer recomendaciones que podrían ayudar a prevenir la aparición de los defectos. A partir de la información obtenida (encuesta, observación y análisis de los procesos, asesoría de profesionales, bibliografías, códigos y normas) se desarrolló la guía de inspección y las listas de verificación, las cuales se sometieron a un proceso de validación para establecer su eficacia con la colaboración de profesionales del área. Por último, se desarrolló una base de datos (Microsoft Access) que permite a los usuarios registrar casos de defectos constructivos, documentar detalles, plantear y consultar medidas preventivas, así como describir lecciones aprendidas en la optimización de los procesos.

Se espera que la guía, las listas de verificación y la base de datos sean herramientas de apoyo que permitan disminuir la incidencia de defectos, optimizar los procesos y por ende garantizar la calidad de construcción en los proyectos habitacionales. H.A.G.

DEFECTOS DE CONSTRUCCIÓN; CONTROL DE CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN; GUIA DE INSPECCIÓN; LISTAS DE VERIFICACIÓN.

Ing. Robert Anglin Fonseca, M.Sc.

Escuela de Ingeniería Civil

1. Introducción

Los defectos de construcción son aquellas irregularidades que aparecen en las edificaciones, en un determinado plazo tras su finalización y entrega al cliente (o sucesivo adquirente), que se originan, usualmente, por deficiencias en la ejecución de los procesos durante la construcción, y que le pueden representar al ente responsable (según lo pactado en los contratos), trabajos y costos adicionales.

Hay defectos que aparecen o se manifiestan con mayor frecuencia en los proyectos habitacionales, por lo que resulta fundamental realizar una identificación de los mismos, determinar las causas de su origen y adoptar medidas para su prevención, con la finalidad de disminuir la incidencia y garantizar la calidad de las obras.

A continuación, se describe el problema específico y la importancia que justifican la realización de este proyecto de graduación. Así mismo, se detallan los objetivos, la delimitación y el proceso metodológico definidos para su desarrollo.

1.1. Justificación

1.1.1. Problema Específico

La labor de inspección en sitio, durante la construcción de un proyecto habitacional, es un aspecto fundamental para garantizar que se construya según planos, especificaciones técnicas y con la calidad exigida. Sin embargo, en muchos de los casos, no se realiza correctamente, creándose un producto con una calidad deficiente y que probablemente presentará defectos o “problemas que se manifiestan durante o después de la ejecución propiamente dicha, pero principalmente con mayor incidencia en la etapa de uso” (Gómez, J; Palacios E, 2011).

Dichos defectos se traducen finalmente en molestias para el cliente (ente contratante) quien contrata los servicios de consultoría, construcción e inspección con el objetivo de ver materializado su proyecto del modo en que lo ha ideado y, entre sus expectativas, no incluye tener que ajustarse a situaciones desagradables y gestionar la corrección de los defectos debido a una deficiente ejecución e inspección en la fase de construcción del proyecto. Así mismo, el cliente demandará a los gestores de la construcción del proyecto asumir las responsabilidades, pudiendo recaer en el contratista las labores de reparación y corrección de los problemas, lo que le representa trabajos adicionales y sobrecostos no presupuestados.

De acuerdo con lo señalado anteriormente, realizar una indagación de los defectos constructivos frecuentes en proyectos habitacionales, permite identificarlos (establecer causas, fuentes, deficiencias del proceso constructivo), para proponer medidas de mitigación y lineamientos básicos aplicables durante los procesos de construcción e inspección, que permita minimizar la incidencia.

1.1.2. Importancia

La calidad final de una obra o proyecto define la imagen de los profesionales responsables de su ejecución, quienes deben supervisar que todas las labores se lleven a cabo mediante las mejores prácticas constructivas, con la calidad adecuada y en cumplimiento de los requerimientos del cliente.

Gerardo Hernández Gómez comenta en su trabajo (Inspección para el control de calidad en empresas constructoras, 2004) que “los efectos de una inspección llevada a cabo en forma inadecuada se traducen finalmente en molestias para el cliente y en costos adicionales para la empresa constructora que debe reparar los daños o solucionar los problemas”. Por tal razón es importante que los responsables de la ejecución de un proyecto de construcción cuenten con información concreta que les permita identificar y ajustar aquellos aspectos constructivos causantes de los principales defectos de construcción.

Así surgió la necesidad de realizar un estudio de los defectos constructivos frecuentes en proyectos habitacionales, que permita identificar causas, fuentes y aspectos del proceso constructivo que requieren mayor atención.

El resultado del estudio se plasmó en una guía, que brinda las recomendaciones y los lineamientos necesarios que deben seguir el ingeniero residente y los maestros de obra, para realizar una correcta supervisión de calidad de los procesos constructivos identificados con la mayor incidencia de defectos.

Se incluyen listas de verificación, que consisten en formularios detallados y ordenados de los aspectos relevantes que se deben registrar durante el desarrollo de los procesos constructivos (de mayor incidencia de defectos) y su función primordial es facilitar la planeación y monitoreo de la labor de inspección, garantizando que la misma se ejecuta de forma completa y exhaustiva.

Con la implementación de la guía desarrollada en este proyecto, se espera ayudar a reducir la incidencia de los defectos constructivos, beneficiándose el contratista, ya que se evita o disminuyen los costos asociados de tiempo y recursos en la ejecución de las correcciones de los defectos y se alcanza el objetivo principal que es la satisfacción del cliente o usuario final.

1.2. Objetivos

A continuación, se describen los objetivos planteados para la realización de este proyecto

1.2.1. Objetivo General

Identificar los defectos constructivos frecuentes en proyectos habitacionales y sus causas, para establecer una guía de lineamientos y recomendaciones aplicables al proceso de inspección técnica, que permitan reducir su incidencia.

1.2.2. Objetivos específicos

- Identificar las actividades o procesos con mayor incidencia de defectos constructivos en proyectos habitacionales unifamiliares, a partir de información proporcionada por profesionales del área de la Construcción.
- Determinar el proceso constructivo y la inspección técnica correspondientes de los elementos con mayor incidencia de defectos, para identificar las posibles deficiencias.
- Establecer y evaluar recomendaciones técnicas de mejoramiento del proceso de inspección, que permita evitar o prevenir los defectos constructivos más comunes.
- Elaborar una guía de procedimientos para la correcta ejecución de las labores de inspección de obra, que incluya aspectos claves de control en las actividades asociadas a los elementos con mayor incidencia de defectos, que contribuya a asegurar la calidad final.
- Desarrollar una herramienta digital (base de datos) para el registro y la consulta de información sobre los defectos de construcción más frecuentes identificados que incluya descripción, frecuencia y medidas de mitigación propuestas.

1.3. Delimitación del problema

La descripción del alcance y las limitaciones de este proyecto se presentan a continuación.

1.3.1. Alcance

- Este proyecto de graduación consistió en identificar los defectos constructivos frecuentes en proyectos habitacionales, para establecer una guía de inspección técnica con pautas básicas que permiten minimizarlos, por lo que se consideraron los procesos constructivos de los elementos con mayor incidencia de defectos, específicamente en viviendas de 2 niveles, construidas con mampostería de concreto.
- Los resultados de este proyecto de graduación se basan en visitas y entrevistas a profesionales de la Construcción en varios proyectos ubicados en el Gran Área Metropolitana (Tres Ríos, Desamparados y Heredia), por lo que están condicionados a proyectos circunscritos a esta zona, y a aquellas zonas con condiciones geográficas y climáticas similares.
- El control de las actividades correspondientes al proceso de diseño, confección de planos y especificaciones, tramite de permisos y contratos de construcción está fuera del alcance de este proyecto. Así mismo la determinación de la idoneidad de las especificaciones y normas, ya que se parte de que éstas son adecuadas.

1.3.2. Limitaciones

- Este proyecto tiene como base la identificación de los defectos constructivos más frecuentes en proyectos habitacionales a partir de información suministrada por profesionales de la Construcción, pero no de los usuarios, por lo que pudieron omitirse defectos no identificados por los primeros, no detectables fácilmente u ocultos.
- Los procesos o métodos constructivos se documentaron con base en los testimonios de los profesionales, planos y especificaciones, no en observación del procedimiento real. El tamaño de la muestra es limitado y solo incluye proyectos localizados en la Gran Área Metropolitana.

1.4. Descripción de la metodología

La metodología seguida para desarrollar este proyecto, se puede resumir en las siguientes fases:

Fase I

- Revisión de la bibliografía: se realizó una revisión de documentos tales como trabajos finales de graduación, libros y sitios web para definir antecedentes del tema e incluir la información suficiente que sustente el proyecto.
- Revisión de la normativa: se realizó una indagación de los códigos y reglamentos de la construcción vigentes en nuestro país, así como de catálogos y guías de fabricantes de materiales específicos.

Fase II

- Recolección de información: consistió en la recolección de información sobre los defectos constructivos más comunes presentes en proyectos habitacionales proporcionada por profesionales del área. Para ello se realizó una encuesta (ver el Apéndice 1) utilizando la plataforma Survey Monkey (<https://www.surveymonkey.com/>), la cual se difundió a través de correos electrónicos de los profesionales asociados al Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos.
- Entrevistas a Ingenieros, Arquitectos y Maestros de obra: consistió en entrevistas personales y consultas vía correo electrónico a profesionales de la construcción sobre los procesos constructivos y de inspección de aquellos elementos con mayor incidencia de defectos (definidos a partir de los resultados de la encuesta).
- Visitas a proyectos en ejecución: realizadas para observar, documentar y cotejar los procesos constructivos de aquellos elementos con mayor incidencia de defectos.
- Síntesis de la información: para determinar los parámetros en la incidencia de los defectos constructivos, establecer causas y proponer medidas de mitigación en las fases de construcción e inspección.

Fase III

- Elaboración de la guía de inspección: Con el estudio teórico de la normativa, la experiencia obtenida en campo, la síntesis de la información (identificación de causas y propuesta medidas de mitigación) y la asesoría de los profesionales colaboradores, se procedió a realizar la guía y las listas de verificación, las cuales contienen una serie de puntos específicos y lineamientos básicos que se deben cumplir durante la ejecución e inspección de los elementos en cuestión.
- Validación de la guía: se envió la guía y las listas de verificación a profesionales de la construcción (ingenieros y maestros de obra) para que emplearan las herramientas en campo. Luego se les solicitó realizar la evaluación de las mismas mediante el completado de un formulario (encuesta).
- Desarrollo de la herramienta digital: elaboración de una base de datos para el registro de casos y consulta de soluciones preventivas de defectos constructivos en proyectos habitacionales. Dicha herramienta se desarrolló empleando el sistema de gestión de datos *Microsoft Access*.

Fase final

- Conclusiones y Recomendaciones: se elaboraron las conclusiones y recomendaciones referentes a los procesos de construcción e inspección en proyectos habitacionales.
- Informe Final: luego de la revisión del informe y de verificar que se cumplieron los objetivos planteados, se completó el informe final.

En la Figura 1 se muestra esquemáticamente la metodología adoptada para desarrollar este proyecto.

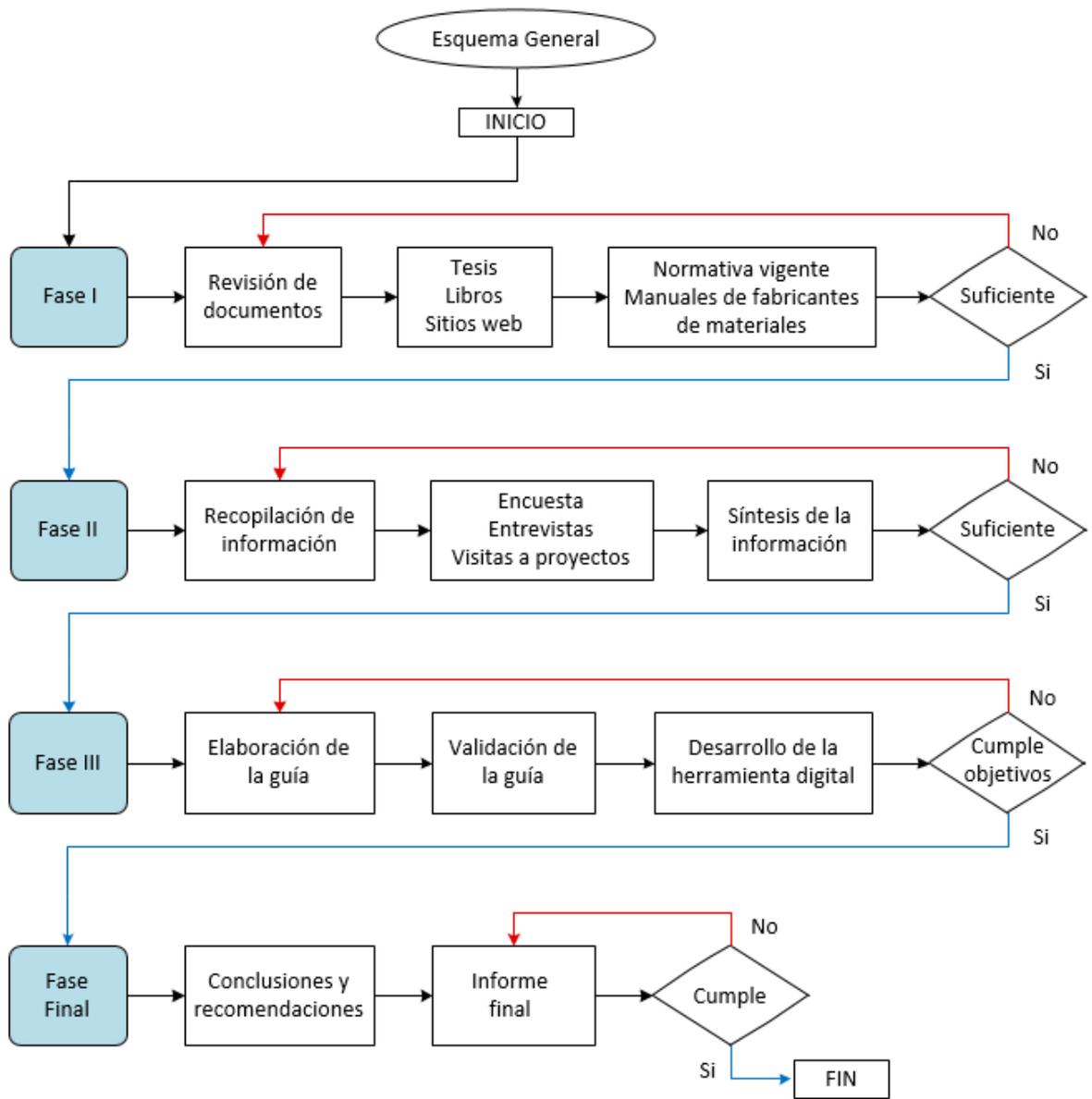


Figura 1. Diagrama de la Metodología del proyecto

2. Marco Teórico

En este capítulo se exponen definiciones y aspectos relevantes sobre el tema en estudio. Para su desarrollo se consideraron detalles claves referidos en los objetivos de este proyecto, entre los que destacan los defectos de construcción como eje central, la inspección de obras en la gestión de calidad y el desarrollo de instrumentos cuya finalidad es lograr un desempeño eficiente y de calidad.

A continuación, se abordan, primeramente, aspectos relacionados con los defectos de construcción. Seguidamente se describe la importancia de la labor de inspección de obras y de las buenas prácticas en la industria de la Construcción, así como del empleo de herramientas (como son las bases de datos) en la gestión de la calidad de las obras, para culminar resumiendo la normativa vigente aplicable en proyectos habitacionales.

2.1. Defectos de Construcción

Los defectos constructivos o de construcción son aquellas irregularidades o deficiencias de diseño, funcionamiento y acabado que aparecen en una edificación, en un determinado plazo tras su finalización y entrega al ente contratante, propietario o sucesivos adquirentes. Cuando estos defectos se manifiestan en la edificación, el usuario puede dirigirse contra aquel o aquellos agentes que estima responsables (desarrollador, contratista, otros) para demandar las obras de corrección, las cuales generalmente, recaen en el contratista principal, según lo pactado en las cláusulas del contrato de construcción del proyecto. “El constructor es la persona sobre la que recaen las principales responsabilidades, aunque no es el único que debe responder ante los reclamos. Todos los agentes que participan en la construcción tienen obligaciones frente a los propietarios que compran inmuebles en caso de quejas por deficiencias” (Centro de Resolución de Conflictos del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos CFIA, 2020).

Kenlly Alfaro, asesora legal de la Cámara Costarricense de la Construcción (2008), en el Artículo “Responsabilidad por daños o vicios ocultos en la compra de vivienda” expone: “El contratista será responsable de los daños y perjuicios originados por el incumplimiento de sus obligaciones, por término correspondiente de diez años transcurridos desde incumplimiento o la finalización de la obra o contrato. El hecho de que la obra sea recibida a satisfacción en el acto de recepción oficial, no exime al contratista de su responsabilidad por defectos futuros”.

Además, se refiere a la importancia de establecer cláusulas claras en los contratos, que aseguren el cumplimiento de las obligaciones y garantías, así como limitar lo que podría eventualmente reclamar el cliente como daños obligatorios a reparar por el contratista a cargo de la construcción.

En general, se establecen diferentes tipos de defectos de obra o construcción según su relevancia:

- Defectos de acabado: Son aquellos defectos apreciables por el usuario. Por ejemplo, deficiente acabado de paredes, fugas en grifos y losa sanitaria, mal funcionamiento de puertas y ventanas, entre otros.
- Defectos de habitabilidad, funcionalidad o seguridad: Son aquellos que no son apreciables por una persona inexperta. Normalmente suelen aparecer unos meses después de finalizada la obra y son aquellos que afectan a la seguridad, funcionalidad o habitabilidad. En este tipo de defectos se puede englobar los daños por mala impermeabilización, insonorización, aislamiento térmico, entre otros.
- Defectos estructurales: este tipo de defectos son fruto de deficiencias en compactación o estudio del terreno, que afectan a la cimentación, los soportes, las vigas, los muros de carga u otros elementos estructurales y que comprometen de modo directo la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio. Se manifiestan mediante grietas y fisuras en la edificación.

Los defectos de construcción se relacionan con una serie de deficiencias en la etapa de ejecución de la obra, las cuales inciden en la ocurrencia de los defectos. Selene Audeves, Romel Solís, Sergio Álvarez y Abelardo Martínez definieron en su trabajo (*Causas de fallas constructivas presentadas en proyectos viviendas*, 2013) cinco áreas a las cuales se les atribuye el origen de las fallas:

- Diseño: Deficiencias en los detalles del diseño de elementos de la edificación que no se apegan a los códigos y la normativa.
- Especificación: Especificaciones ambiguas u omitidas que genera confusión sobre la calidad de los materiales utilizados en obra y en la forma de ejecución de las actividades para los distintos grupos de personal obrero.

- Mano de obra: Empleo de personal de mano de obra no calificada para ejecutar los conceptos incluidos en el diseño de la edificación.
- Organización: Falta de comunicación constante y pertinente entre la residencia de obra y personal obrero que no permite realizar asignaciones y directrices adecuadas de ejecución de las actividades a los distintos grupos especializados para lograr su programación, seguimiento y verificación en obra. Además, fallas en el suministro de materiales, que no cumplen con lo establecido en las especificaciones del proyecto comprometiendo su duración y calidad o, generando retrasos en los puntos establecidos en el programa de trabajo.
- Supervisión: La falta de supervisión, por parte de la residencia de obra y los respectivos inspectores, de puntos críticos de los procedimientos constructivos y trabajos terminados incide de forma representativa en la manifestación de defectos.

De acuerdo con los resultados globales del estudio, la incidencia de las causas de las fallas recae principalmente en las áreas de organización y supervisión. Las causas técnico-administrativas son las más representativas en la incidencia y manifestación de los defectos de construcción durante la ejecución de una obra. Si bien, la residencia de obra es quien está directamente a cargo de la ejecución, la inspección no queda exenta de su responsabilidad en las deficiencias, ya que, su labor principal es la de controlar y supervisar la calidad, los equipos y materiales incorporados en el proyecto.

Según lo indicado anteriormente, es evidente la importancia de realizar una adecuada labor de inspección durante la fase de ejecución de una obra, para cumplir con las expectativas del cliente y garantizar a los usuarios finales un producto de calidad.

2.2. Inspección de Obras

El Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA, 2020) define inspección como “la vigilancia o atención que el profesional o grupo de profesionales suministra durante el proceso de ejecución de una obra, con el fin de que ésta se realice de conformidad con las mejores normas de trabajo, los planos de construcción, las especificaciones técnicas y demás documentos que forman parte del contrato. Si bien el profesional que realiza la inspección asume la responsabilidad que le corresponde en virtud de la tarea encomendada por el cliente, su actuación no libera al constructor de su responsabilidad contractual”.

De acuerdo con lo anterior, la labor de inspección es uno de los factores que influyen directamente en la calidad de la construcción de las obras y debe visualizarse como una actividad integral que permita asegurar la calidad final de los proyectos y la satisfacción del cliente.

El CFIA describe en el *Reglamento para la contratación de servicios de consultoría en ingeniería y arquitectura (2020)* las actividades que deben cumplirse cuando se realiza la labor de inspección, las cuales consisten en lo siguiente:

- Revisar que la obra se realice según lo indicado en planos, especificaciones técnicas y términos de contratación.
- Proponer cambios a los diseños asumiendo la responsabilidad profesional que esto conlleva.
- Realizar el acto de recepción de la obra juntamente con el propietario y elaboración de un informe final si se requiere.
- Elaborar informes periódicos al propietario.
- Controlar y aprobar los desembolsos de acuerdo con el avance del proyecto, cuando corresponda.
- Recomendar al propietario la ejecución de órdenes de cambio, cuando proceda.
- Revisar y aprobar las facturas a la empresa contratista, cuando proceda.
- Informar al propietario sobre el avance de obra.
- Revisar la calidad de los materiales y del proceso constructivo por los medios que correspondan a su criterio.
- Revisar y aprobar los materiales y equipos por instalar, de acuerdo con planos, las especificaciones técnicas y términos de contratación.

En el proceso de ejecución del proyecto u obra, los profesionales de la inspección pueden realizar cambios en el diseño, con la debida autorización del propietario de la obra. Todo cambio debe quedar debidamente anotado y justificado técnicamente en la bitácora de obra y en los planos, según sea el caso.

Este servicio involucra la inspección técnica y administrativa. La inspección técnica incluye el control y la gestión de calidad de los procesos relacionados directamente con la ejecución del proyecto, que garantizan que la obra se realice según los planos, especificaciones y demás documentos que lo componen. Por ejemplo, la supervisión de procesos constructivos según los planos, de la calidad de los materiales utilizados. La inspección administrativa consiste en el control que se realiza para garantizar que la obra se ejecuta en el tiempo que ha sido planificado, que las cantidades de obra ejecutada son correctas y que los pagos se hacen según el presupuesto aprobado previamente. Por ejemplo, autorizaciones de pago, control de programas de trabajo y del presupuesto.

El inspector debe comprender toda la documentación referente al proyecto a desarrollar: planos constructivos, especificaciones técnicas, normas, códigos, entre otros. Esto le permite velar por el cumplimiento de regulaciones o normas aplicables al proyecto y colaborar con el contratista en la detección de errores u omisiones en la documentación del proyecto.

Corresponde al inspector verificar que los materiales, equipo y procesos constructivos utilizados sean de la calidad indicada en planos y especificaciones, mediante certificaciones, mediciones y la realización de pruebas de laboratorio. Así mismo debe revisar y aprobar facturas, ordenes de cambio, y llevar un control de desembolsos respecto al avance de la obra para verificar que se está pagando por el trabajo realmente ejecutado.

Debe reunirse periódicamente con el residente de obra (si aplica), según corresponda, para analizar el progreso, corroborar los gastos, aclarar dudas y cooperar en la coordinación y planeamiento de los trabajos. "El servicio de inspección se presta mediante visitas periódicas a la obra por parte del profesional o profesionales correspondientes. En el caso de proyectos constructivos, las visitas se deben realizar al menos cada siete días naturales, en la etapa que le corresponda a cada uno de ellos y de acuerdo con el avance de la obra según su área de especialidad". (CFIA, 2020)

Es importante que el inspector elabore informes periódicos del avance de la obra, para mantener informado al propietario sobre el progreso, los gastos y cualquier aspecto relacionado a cambios o problemas que se hayan presentado en el transcurso del trabajo realizado. Además, cualquier comentario, aclaración, sugerencia, advertencia o trabajo relacionado al proyecto, debe quedar por escrito en la bitácora, según se indica en el *Reglamento Especial del Cuaderno de Bitácora en Obras* (2018).

2.3. Buenas prácticas en la construcción

La industria de la construcción es uno de los sectores de mayor importancia en el desarrollo de cada país y su relevancia es tal, que a nivel internacional se mide su participación dentro del Producto Interno Bruto (PIB) y su contribución a las Cuentas Nacionales. En el caso del sector construcción costarricense, este ha brindado aportes al PIB cercanos al 5,0% en promedio desde el año 2010 al 2018, reduciéndose a cerca del 4,0% en 2019 y, que de acuerdo con las proyecciones del Banco Central se aproximarán a 3,8% en los años 2020 y 2021 (Cámara Costarricense de la Construcción, 2020).

Este, al igual que otros sectores, se desarrolla en un campo donde la competencia es fuerte, por lo que se ve en la necesidad de mejorar sus procesos productivos, a partir de la identificación y análisis de todo aquello que genera pérdidas y deficiencias durante la ejecución de un proyecto, con la finalidad de lograr una mayor eficiencia en su desempeño y ofrecer un servicio de calidad a sus clientes. “El desarrollo de métodos que permitan planear y desarrollar proyectos eficientes, que no incurran en sobrecostos ni reprocesos se ha vuelto un aspecto muy importante para las empresas constructoras” (Barrantes, 2007).

La fase de ejecución de un proyecto de construcción se compone de una serie de operaciones y procesos que permiten gestionar los insumos y recursos disponibles (materiales, equipos, recurso humano, otros) para obtener el producto final. Cada uno de los procesos constructivos que se ejecutan durante el desarrollo de un proyecto pueden verse afectados por diversos factores que influyen en el método de ejecución y en la calidad final de los entregables. “En los proyectos de construcción es común encontrar deficiencias que se repiten constantemente, las cuales generan retrabajos y afectaciones en la duración y costo final de la obra”. (Leandro, 2018)

Identificar los factores que originan los defectos constructivos y que afectan negativamente la calidad de los procesos de construcción, permite actuar sobre ellos, para proponer acciones correctivas, y con el debido seguimiento, generar recomendaciones que permiten optimizar los procesos y mejorar la calidad en los proyectos. El resultado de esta metodología se conoce como “buenas prácticas”.

Una buena práctica es un procedimiento que se ha demostrado que funciona bien, produce buenos resultados, y, por lo tanto, se recomienda como modelo. “Se trata de una experiencia

exitosa, que ha sido probada y validada, en un contexto concreto, contribuyendo al afrontamiento, mejora o solución de problemas y/o dificultades. Su difusión recoge y valora el trabajo, los saberes y las acciones que realizan las personas en su trabajo cotidiano, permitiendo generar conocimiento válido empíricamente, transferible y útil". (ATS Buenas Prácticas, 2018)

Como cada proyecto y proceso de construcción es único, la implementación de este tipo de metodología no es sencilla, ya que procesos y proyectos similares podrían verse afectados por factores diferentes. "A diferencia de otras industrias, la construcción se caracteriza por ser una actividad en la que cada producto resultante es diferente, es decir, ningún proyecto es o será igual a otro. Sin embargo, hay generalidades que es posible aplicar a cada proyecto con el objetivo de mejorar los procesos y, por ende, el producto final". (Leandro, 2018)

La aplicación de las buenas prácticas en la construcción requiere la ejecución de diagnósticos de los diferentes procesos para identificar todos los factores y variables que influyen en su desarrollo. Con base en la información recolectada, se pueden formular y analizar hipótesis sobre las deficiencias para establecer conclusiones y recomendaciones.

Es vital que la aplicación de las medidas correctivas siga un proceso de seguimiento y retroalimentación, por lo que, desarrollar una herramienta (bases de datos) que contenga información útil sobre casos de las deficiencias de los procesos constructivos y las recomendaciones para su optimización sería una asistencia valiosa para las empresas constructoras, ya que de esta forma se logra almacenar el conocimiento de las experiencias y las lecciones aprendidas.

Con la implementación de buenas prácticas estas organizaciones obtienen beneficios como:

- Minimizar las deficiencias o errores
- Facilitar el uso eficaz de recursos
- Responder a necesidades específicas
- Sistematizar procesos y resultados
- Tener presente la evaluación, retroalimentación y reorganización de las acciones
- Sostenibilidad de las prácticas, manteniéndose y produciendo efectos duraderos

Un ejemplo de este tipo de metodología es el trabajo realizado por la Ing. Grettel Leandro Hernández, investigadora del Instituto Tecnológico de Costa Rica, titulado “Manual de buenas prácticas para incrementar la productividad en procesos de construcción” (2018), el cual contiene cuadros de los factores que afectan la productividad y las buenas prácticas recomendadas. La investigadora pretende que este manual sea una herramienta para que las empresas constructoras que tienen dificultad en obtener la productividad esperada en los procesos constructivos puedan analizar e identificar los factores que están afectando el proceso y, por medio del manual, aplicar recomendaciones para disminuir su impacto.

2.4. Bases de datos

Una base de datos es un conjunto de datos pertenecientes a un mismo contexto (personas, productos, otros), almacenados sistemáticamente para su posterior recuperación, análisis y/o transmisión según la finalidad. “Son el producto de la necesidad humana de almacenar la información y preservarla en el tiempo para poder acudir a ella posteriormente. En ese sentido, la aparición de la electrónica y la computación brindó el elemento digital indispensable para almacenar enormes cantidades de datos en espacios físicos limitados”. (Oracle, 2020)

En la actualidad las bases de datos se modelan típicamente en tablas (filas y columnas) a las cuales se puede acceder, administrar, modificar, actualizar, controlar y organizar de forma rápida y estructurada mediante un sistema de gestión de base de datos (del inglés Database Management System DBMS). Entre las principales características de estos sistemas se tiene:

- Independencia lógica y física de los datos
- Redundancia mínima
- Acceso concurrente por parte de múltiples usuarios
- Integridad de los datos
- Consultas complejas optimizadas
- Seguridad de acceso y auditoría
- Respaldo y recuperación
- Acceso a través de lenguajes de programación estándar

Existen diferentes tipos de bases de datos, y la elección para una organización específica depende de cómo se pretende utilizar los datos. Entre las usuales están (Oracle, 2020):

- Bases de datos relacionales. Los elementos se organizan como un conjunto de tablas con columnas y filas. La tecnología de base de datos relacional proporciona la manera más eficiente y flexible de acceder a información estructurada. El lenguaje predominante en estas bases de datos es el SQL (Structured Query Language).
- Bases de datos orientadas a objetos. La información se representa en forma de objetos, como en la programación orientada a objetos. En estas bases no se guarda información sobre el objeto, se almacena por completo al objeto dotándolo de un conjunto de características propias para diferenciarlo de otros que puedan ser similares.
- Bases de datos jerárquicas. Se almacena la información en una estructura jerárquica, representando los datos en forma de árbol. Es útil para cantidades pequeñas de información, pero no puede representar la redundancia de datos.
- Base de datos en red. Los datos son almacenados como colecciones de registro y se usan conjuntos para representar la relación que existe entre datos. Debido a su dificultad, este modelo es usado por programadores y no tanto por usuarios finales.
- Bases de datos documentales. Es un modelo que utiliza documentos como la estructura de almacenamiento y consulta de datos. Generalmente se desarrollan con lenguaje NoSQL lo que le proporciona un gran número de ventajas técnicas.
- Bases de datos NoSQL. Una NoSQL, o una base de datos no relacional, permite que los datos no estructurados y semiestructurados se almacenen y manipulen, a diferencia de una base de datos relacional, que define cómo deben componerse todos los datos insertados en la base de datos. Las bases de datos NoSQL se hicieron populares a medida que las aplicaciones web se hacían más comunes y complejas.

Bases de datos Microsoft Access

Es un sistema de gestión de bases de datos para los sistemas operativos Microsoft Windows, orientado a ser usado en un entorno personal o en pequeñas organizaciones. Es un componente de la suite ofimática Microsoft Office, desarrollada en lenguaje SQL, que permite crear ficheros de bases de datos relacionales que pueden ser fácilmente gestionadas por una interfaz gráfica simple.

Microsoft Access se compone típicamente de elementos gestores de datos tales como tablas, consultas, formularios, informes, macros y módulos, los cuales se describen a continuación.

- Tablas

Las tablas son objetos fundamentales de una base de datos porque en ellas es donde se conserva toda la información o datos. Una tabla en Access es similar en apariencia a una hoja de cálculo de Excel ya que los datos se almacenan en filas y columnas. "Cada fila se denomina registro, en los cuales se almacena información y puede estar formado por uno o varios campos. Los campos equivalen a las columnas de la tabla y deben designarse como un determinado tipo de datos, ya sea texto, fecha, hora, número u otros". (Microsoft, 2020)

Por ejemplo, se puede tener una tabla llamada "Mano de obra" donde cada registro (fila) contiene datos específicos de un determinado empleado y cada campo (columna) contiene datos de un aspecto u otro tipo de información como nombre, apellido, ocupación, otros.

- Formularios

Los formularios permiten crear una interfaz de usuario en la que se puede escribir y modificar datos. Estos se programan con botones de comandos y otros controles que realizan distintos procesos, como determinar qué datos aparecen en el formulario, abrir otros formularios o informes, controlar de qué manera otros usuarios interactúan con los datos, mostrando solo determinados campos y permitiendo que se realicen únicamente ciertas operaciones. (Microsoft, 2020)

En Access se pueden crear formularios dependientes conectados directamente a un origen de datos como una tabla o consulta y que pueden usarse para especificar, editar o mostrar los datos de ese origen. Como alternativa, se puede crear formularios independientes que no estén vinculados directamente a un origen de datos, pero que todavía contenga botones de comando, etiquetas u otros controles que necesita para ejecutar la aplicación.

- Informes

Los informes constituyen un modo de ver, modificar y resumir la información contenida en la base de datos, para presentarla de la manera más legible. En estos se pueden programar controles (de forma similar a los formularios) para mejorar su operación.

Se puede ejecutar un informe por vez y siempre se reflejan los datos actuales de la base de datos. Generalmente, se les da formato a los informes para imprimirlos, pero también pueden verse en pantalla, exportarse a otro programa o enviarse como datos adjuntos en un correo electrónico. (Microsoft, 2020)

- Consultas

Las consultas se realizan con la finalidad de recuperar datos específicos de las tablas. Los datos generalmente están distribuidos en varias tablas y las consultas permiten al usuario agregar criterios para filtrar y obtener solo registros específicos, y poder observarlos en una única hoja de datos.

Hay dos variedades básicas de consultas. Las consultas de selección que simplemente recuperan los datos y los ponen a disposición para su uso, y las consultas de acción que realizan tareas con los datos como puede ser crear tablas nuevas, agregar datos a las tablas existentes, actualizar y eliminar datos. (Microsoft, 2020)

- Macros

Las macros en Access se consideran un lenguaje de programación simplificado que puede usarse para agregar funciones y acciones a la base de datos como ejecutar tareas, abrir un informe, ejecutar una consulta o cerrarla. La mayoría de las operaciones de la base de datos que realiza manualmente se pueden automatizar mediante el uso de macros, por lo que se convierten en dispositivos que permiten ahorrar mucho tiempo. Por ejemplo, puede adjuntar una macro a un botón de comando en un formulario para que la macro se ejecute cada vez que se presione (hace “clic”) ese botón. (Microsoft, 2020)

- Módulos

Los módulos, como las macros, son objetos que se pueden usar para agregar funciones a la base de datos en una colección de declaraciones, instrucciones y procedimientos que se almacenan juntos como una unidad. Mientras que las macros se crean en Access mediante la elección de una lista de acciones de macro, los módulos se escriben en el lenguaje de programación Visual Basic para Aplicaciones (VBA). Un módulo puede ser de clase (específicos para formularios o informes al que están adjuntos) o estándar (contienen procedimientos generales que no están asociados a ningún otro objeto). (Microsoft, 2020)

2.5. Normativa vigente aplicable en proyectos habitacionales

A continuación, se mencionan los reglamentos, códigos y normas técnicas que son relevantes para este proyecto.

- Reglamento de Construcciones (2018, última actualización)

Publicado por el Instituto de Nacional de Vivienda y Urbanismo INVU, el cual contiene las normas para la planificación, diseño y construcción de edificaciones y obras de infraestructura urbana, en lo relativo a la arquitectura e ingenierías, cuyo objetivo es garantizar solidez, estabilidad, seguridad, salubridad, iluminación y ventilación adecuadas en las edificaciones.

- Reglamento General de Seguridad en Construcciones (2018, última actualización)

Este documento, elaborado por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social MTSS, contiene el conjunto de normas que regulan las condiciones de trabajo en materia de seguridad e higiene en la construcción, a fin de evitar o disminuir los riesgos derivados de las condiciones de trabajo imperante en las obras.

- Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones (2017, última actualización)

Este código abarca las regulaciones de diseño y construcción de las instalaciones de agua potable (fría y caliente), desagüe de aguas negras, ventilación sanitaria, drenaje de aguas de lluvia y demás instalaciones relacionadas con el sistema mecánico de las edificaciones. Se establecen los requisitos mínimos, detalles constructivos, simbología, procesos de cálculo de caudales, recomendaciones y otros aspectos del proceso de diseño del sistema mecánico.

- Código Sísmico de Costa Rica (2010, última actualización)

Este código sintetiza y ordena un conjunto de normas y prácticas de diseño sismorresistente, las cuales procuran que las edificaciones y obras civiles se diseñen y construyan de acuerdo con sus lineamientos, garanticen la vida de sus ocupantes, mantengan su integridad estructural y protejan los bienes que en ellas se alberguen.

- Código de Cimentaciones de Costa Rica (2009, última actualización)

Este código establece los requisitos mínimos de exploración, análisis, diseño y construcción de las cimentaciones de edificios y de viviendas en Costa Rica.

3. Defectos de Construcción frecuentes en proyectos habitacionales

Una vez que se ha entregado una obra, se espera que la misma se haya completado con todos los controles de calidad durante su construcción y que no presente ningún tipo de defecto en el futuro. Sin embargo, en algunos casos suelen presentarse reclamaciones de los usuarios finales debido a defectos o irregularidades en la edificación.

En este capítulo se presenta la metodología y resultados de la identificación de los defectos de construcción de mayor incidencia en proyectos habitacionales.

3.1. Instrumentos de identificación

La identificación de los defectos de construcción más comunes presentes en proyectos habitacionales se realizó mediante la recopilación de datos e información proporcionada por profesionales del área. Para ello se realizó una encuesta utilizando la plataforma Survey Monkey (<https://www.surveymonkey.com/>), la cual se difundió a través de los correos electrónicos de los profesionales asociados al Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos.

La encuesta incluyó 7 preguntas (ver en Apéndice 1) relacionadas con el tema en estudio. Esta fue completada por 100 ingenieros civiles del área de la construcción, los cuales desempeñan labores principalmente en el área metropolitana. De ellos, el 3% labora para una empresa de consultoría, 42% para una empresa constructora y 55% para una desarrolladora inmobiliaria.

3.2. Elementos con mayor incidencia de defectos

Para identificar los defectos con mayor incidencia se configuró (con previa asesoría de profesionales de la construcción) una lista de elementos y se solicitó a los encuestados enumerar (en orden de incidencia), los elementos con mayor incidencia de defectos de construcción que se presentan en proyectos habitacionales, asignando 1 al que consideraban, según su experiencia y criterio, el de mayor incidencia y así sucesivamente. Así mismo, se les solicitó especificar en detalle los defectos para de uno los elementos.

En la Figura 2 se presenta la consulta #3 de la encuesta, la cual muestra la solicitud planteada y la lista de elementos a enumerar.

3. Enumere los elementos con mayor incidencia de defectos constructivos, una vez que se ha concluido y entregado un Proyecto (de tipo habitacional). (Asignando 1 al que considere de mayor incidencia, y así sucesivamente)

☰	⬇	Instalaciones mecánicas
☰	⬇	Sistema eléctrico
☰	⬇	Acabado de paredes (concreto, mampostería, etc.)
☰	⬇	Acabado de paredes livianas
☰	⬇	Acabado de cielos
☰	⬇	Acabado de pisos y enchapes
☰	⬇	Elementos de madera (muebles, rodapié, etc.)
☰	⬇	Cubierta de techo y hojalatería
☰	⬇	Impermeabilización de losas
☰	⬇	Acabado de puertas y cerrajería
☰	⬇	Acabado de sistema de ventanería
☰	⬇	Acabado de rejas y portones
☰	⬇	Losa sanitaria y grifería

Figura 2. Consulta para enumerar los elementos con mayor incidencia de defectos

Para establecer los elementos con mayor incidencia de defectos se utilizó el Diagrama de Pareto, el cual es una técnica gráfica sencilla para organizar datos en orden de magnitud. Este diagrama muestra gráficamente el principio de Pareto (regla de pocos vitales, muchos triviales) permitiendo visualizar e identificar los aspectos relevantes de un caso en estudio.

En la Figura 3 se muestra el diagrama de Pareto, construido a partir de los resultados de los elementos que los encuestados consideran como el de mayor incidencia (#1). En el diagrama se puede observar que las asignaciones del elemento con mayor incidencia de defectos se concentran con mayor peso en el segmento que contiene los primeros 4 elementos (aproximadamente 80% de las asignaciones).

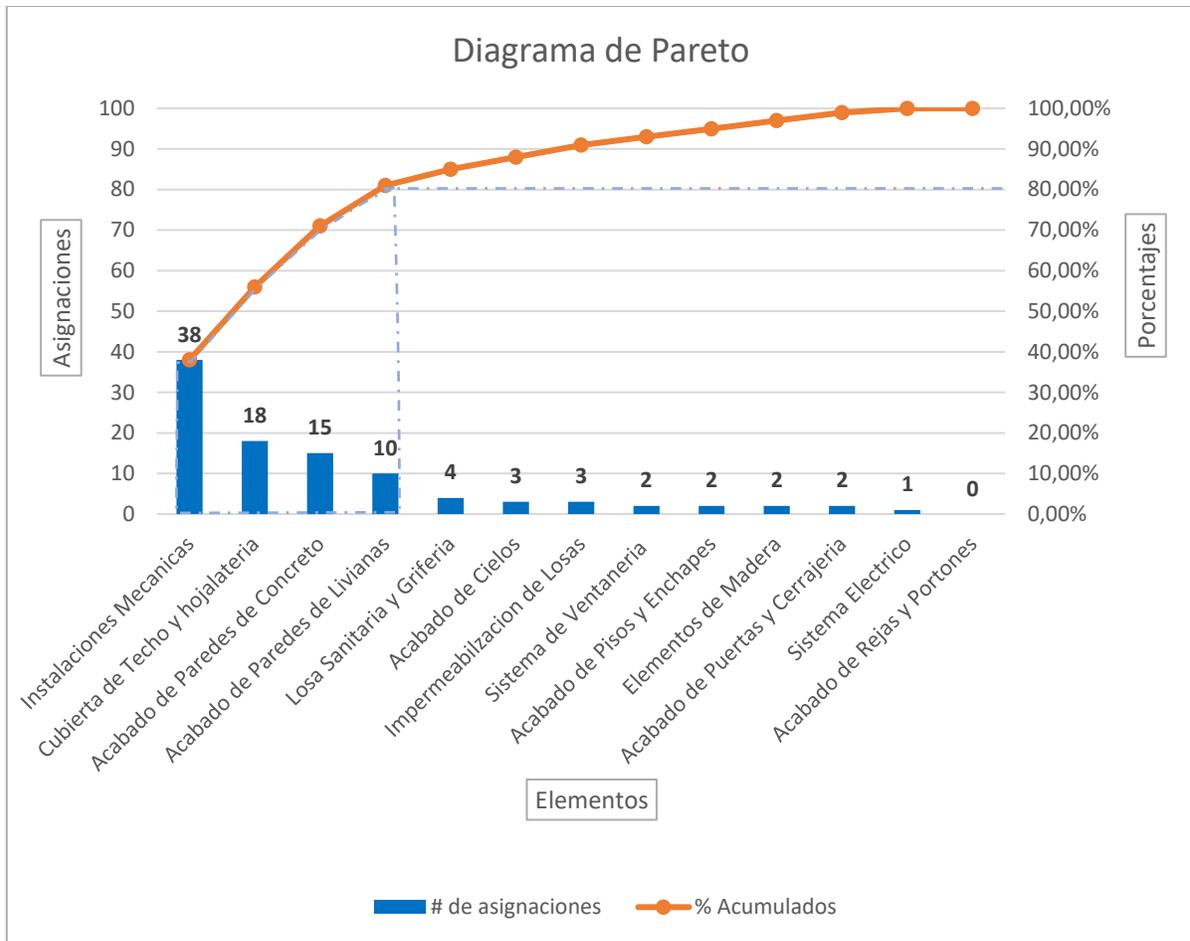


Figura 3. Diagrama de Pareto para identificar los elementos con mayor incidencia de defectos

Los elementos destacados son:

- Instalaciones mecánicas (de agua potable y sanitaria)
- Cubierta de techo y hojalatería
- Acabados en paredes (concreto, mampostería)
- Acabados en paredes livianas

Del total de profesionales indagados, el 81% coincidió en que los 4 elementos, anteriormente enlistados, son los que presentan mayor incidencia de defectos constructivos. El 38% considera que el elemento con mayor incidencia de defectos son las instalaciones mecánicas, seguido de la cubierta de techo (18%) y el acabado de paredes (15% y 10% para paredes de concreto y paredes livianas respectivamente).

Además, cuando se analizaron las asignaciones con numeración entre 1 y 4 (calificaciones como primero, segundo, tercero y cuarto lugar en incidencias), se tiene que el 92% de los profesionales encuestados considera que la incidencia de defectos en las instalaciones mecánicas entra en este intervalo. En la Figura 4 se muestra los resultados para cada uno de los elementos enlistados, donde puede observarse la diferencia que hay entre los 4 elementos dominantes y el resto.

De esa forma se estableció, de acuerdo con los resultados, que los 4 elementos señalados son los que presentan mayor incidencia de defectos de construcción, por lo que a partir de este punto se limitó el este estudio a dichos elementos.

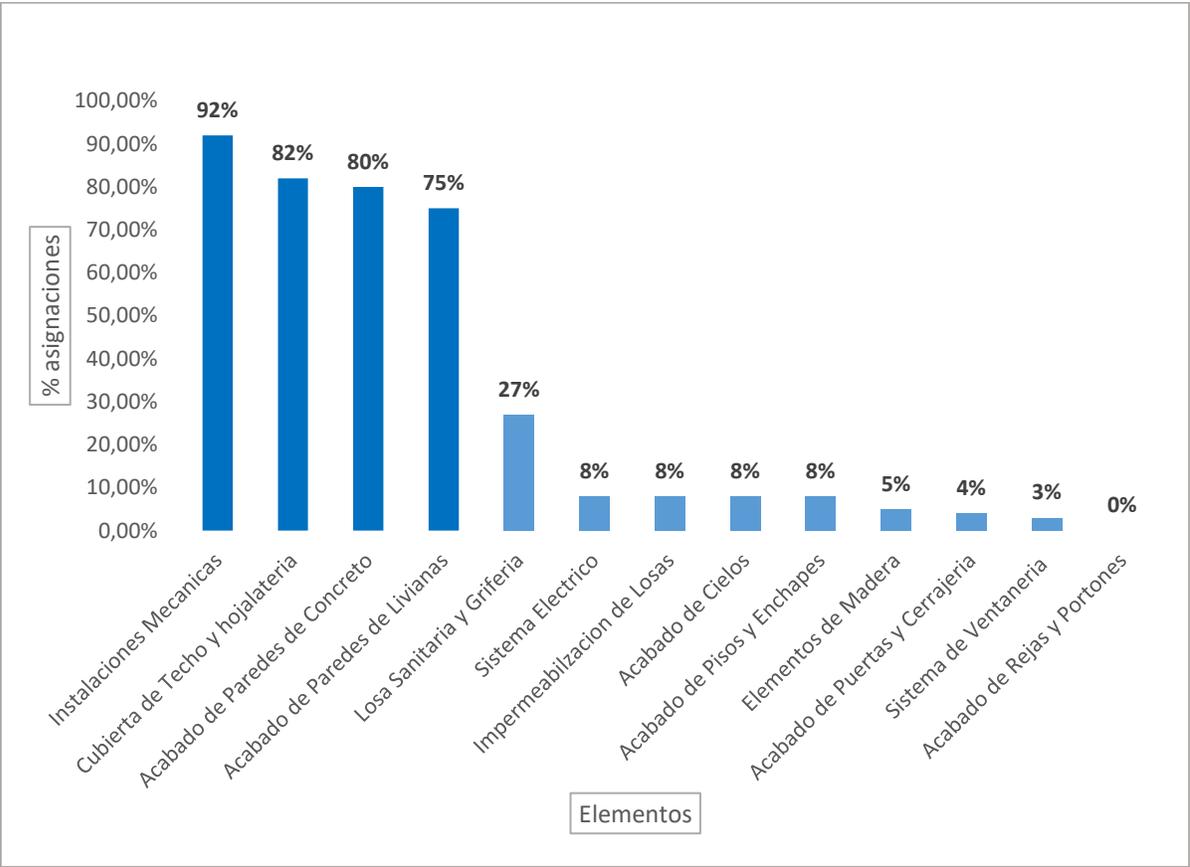


Figura 4. Incidencia de defectos con calificación entre los primeros 4 lugares

3.3. Descripción de los defectos con mayor incidencia

De acuerdo con la información recopilada, se describe en el siguiente cuadro, el detalle de los defectos de construcción de los elementos distinguidos anteriormente como los de mayor incidencia.

Cuadro 1. Detalle de los defectos de construcción con mayor incidencia

Elemento	Detalle de los defectos
Instalaciones mecánicas	<ul style="list-style-type: none">○ Fugas de agua○ Obstrucciones en tuberías sanitarias○ Malos olores en los desagües
Cubierta de techo	<ul style="list-style-type: none">○ Filtraciones de agua○ Elementos con deformaciones o dañados
Acabado de paredes (concreto – mampostería)	<ul style="list-style-type: none">○ Grietas o fisuras en las paredes○ Caída de repellos, pasta y/o pintura○ Deficiente acabado de repellos, pasta y/o pintura
Acabado de paredes livianas	<ul style="list-style-type: none">○ Fisuras en juntas de las laminas○ Desprendimiento de repellos, cinta, pasta y/o pintura○ Deformaciones en las paredes○ Deficiente acabado de repellos, pasta y/o pintura

3.4. Causas de los defectos con mayor incidencia

Las causas de los defectos de mayor incidencia que se describen en este apartado se establecieron mediante entrevistas a los ingenieros y maestros de obra de los proyectos en ejecución visitados, así como de consultas realizadas a profesionales de la construcción vía correo electrónico.

Instalaciones mecánicas

Las fugas de agua son el principal defecto en el sistema de distribución de agua potable. De acuerdo con la indicación de los profesionales, estas usualmente se presentan en las conexiones de los elementos o accesorios del sistema y algunas de las causas principales que las originan son:

- Deficiente instalación (proceso cementado – acople) de las conexiones (uniones, codos, tees) de los distintos elementos, que fallan por la presión de agua.
- Incorrecta elección de los materiales (materiales con capacidad de trabajo inferior a la requerida). Mala calidad del pegamento utilizado para unir los elementos.
- Ausencia de dispositivos (diseño deficiente) para controlar las sobrepresiones (golpe de ariete) del sistema que dañan las tuberías.
- Daños en las instalaciones causados por otras actividades durante la ejecución de la obra (colocación y compactación del relleno, construcción de losas y paredes, instalación de losa sanitaria y muebles, entre otros).
- Nulo o deficiente chequeo (pruebas de presión) para identificar problemas en el funcionamiento del sistema.

En la Figura 5 se muestra el diagrama de causa y efecto (también denominado diagrama de Ishikawa) en el cual básicamente se representa la relación entre el efecto (Fugas) y las posibles causas (enlistadas anteriormente) que lo ocasionan. En la Figura 6 se ilustran fugas ubicadas en las conexiones del sistema de distribución de agua potable.

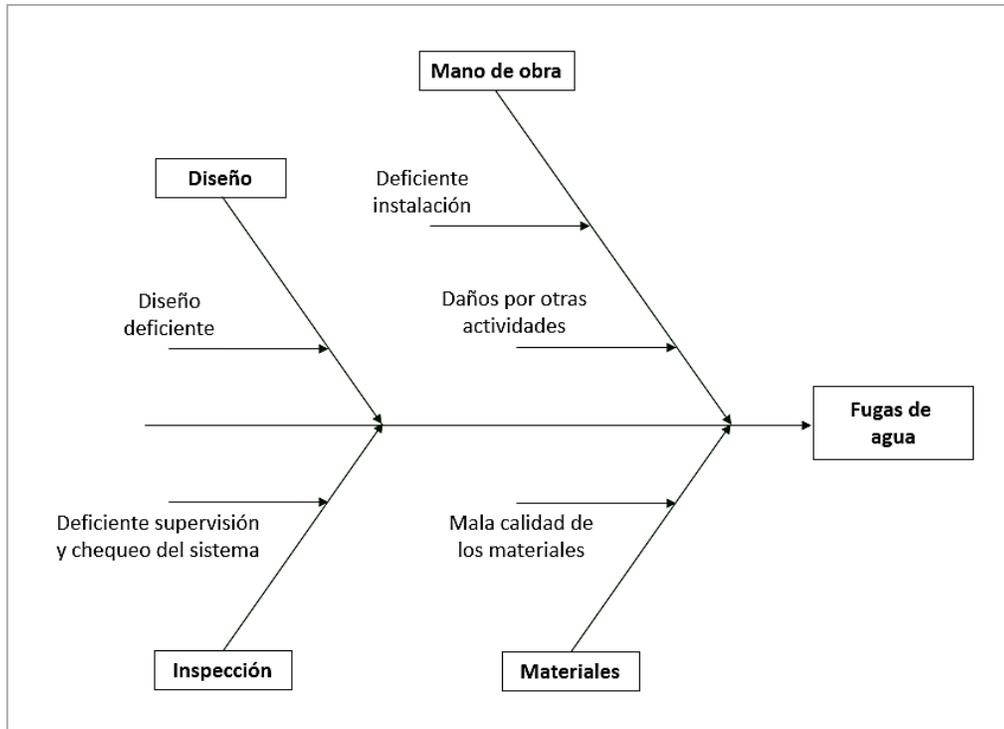


Figura 5. Diagrama causa – efecto: Fugas en sistema de distribución de agua potable

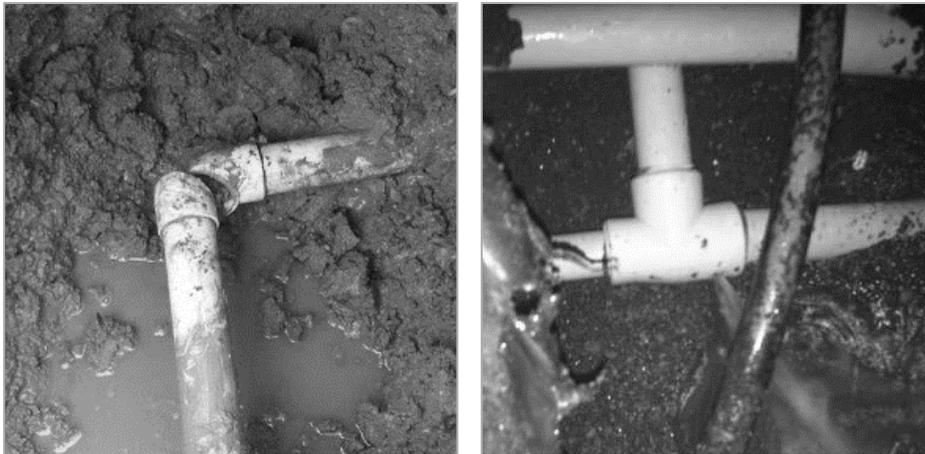


Figura 6. Fugas en sistema de distribución de agua potable

Fuente: 123rf.com

Los defectos en el funcionamiento del sistema sanitario suelen presentarse por deficiencias en su construcción. Obstrucciones en las tuberías y malos olores son algunos de los problemas comunes reportados por los usuarios. Entre las causas que las originan se tiene:

- Deficiente instalación de las conexiones de los distintos elementos que componen el sistema de desagüe.

- El no señalar y proteger adecuadamente las previstas, propicia que en estas ingresen materiales como tierra, concreto u otro desecho, que, al no ser removidos, originan las obstrucciones en los sistemas de desagüe.
- Pendientes inadecuadas, que posibilitan la acumulación de desechos y causan las obstrucciones.
- Incorrecta elección de los materiales (espesores inferiores a los requeridos). Mala calidad del pegamento utilizado para unir los elementos.
- Deficiencias en el diseño y construcción de la red de ventilación del sistema de desagües, así como en la instalación y funcionamiento de los sellos de agua del sistema que propicia el ingreso de malos olores en la edificación.
- Nulo o deficiente revisión del sistema para identificar problemas en el funcionamiento.

En la Figura 7 se muestra el diagrama de causa y efecto en el cual se representa la relación entre las obstrucciones y malos olores en los desagües sanitarios (efectos) y las posibles causas que los originan. En la Figura 8 se ilustran problemas de obstrucciones en el sistema de desagüe sanitario.

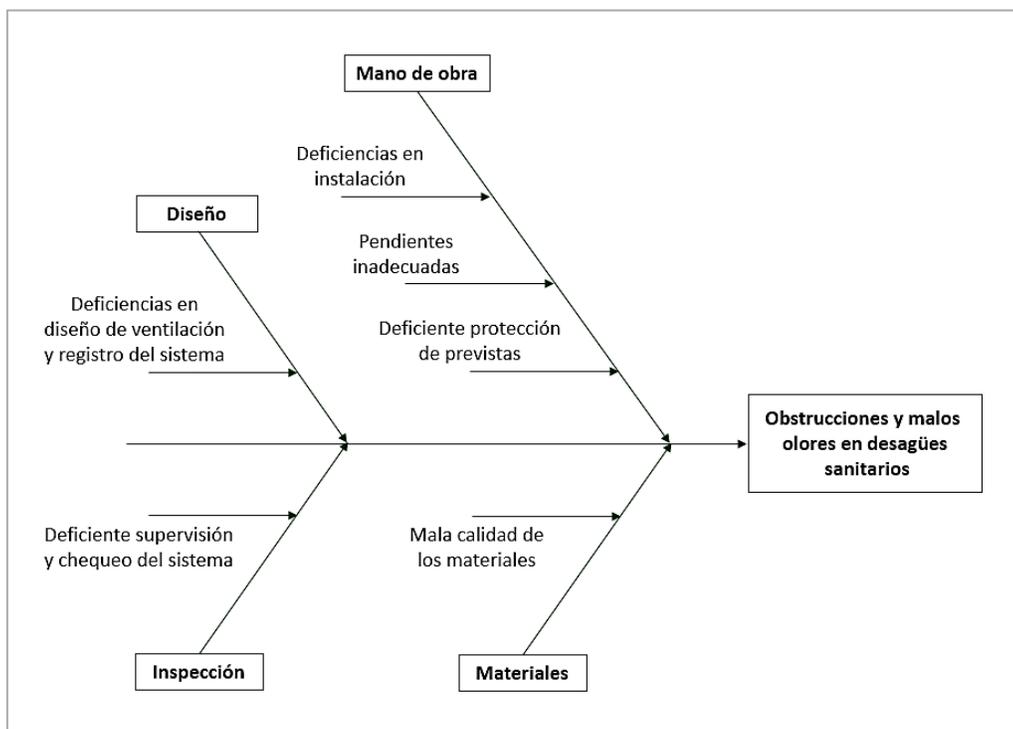


Figura 7. Diagrama causa – efecto: Obstrucciones y malos olores en sistema de desagüe sanitario



Figura 8. Obstrucciones en sistema de desagüe sanitario

Fuente: casadomo.com

Cubierta de techo

La filtración de agua y goteras es la consecuencia habitual de las deficiencias en la construcción de cubiertas de techo (elaboradas con láminas de acero, láminas de derivados plásticos, tejas o similares). Este defecto es detectable principalmente durante la época de lluvias, ocasionando posibles daños en el acabado en precintas, cielos, pisos, paredes y en ocasiones fallas en la red eléctrica del inmueble.

Otro aspecto mencionado que genera solicitudes de corrección por parte de los contratistas, clientes o usuarios del bien inmueble, es el estado de deterioro en que, en algunos casos, se entrega la cubierta de techo. En ocasiones los elementos que componen la cubierta (láminas de zinc, láminas de policarbonato, botaguas, otros) presentan deformaciones (arrugas) y deterioro en el acabado de fábrica.

Entre las principales causas de estos defectos se señala:

- Deficiencias en la instalación (insuficiente anclaje, longitud de traslapes y sellado) de la cubierta de techo y los elementos complementarios (botaguas, cumbreras, limahoyas, entre otros)
- Fallas en la colocación de los tornillos (ajuste de los empaques selladores) de sujeción de las láminas y los elementos complementarios que genera aberturas por donde se filtra el agua.

- Pendientes insuficientes que propician las filtraciones, debido a un mal diseño de la estructura soportante de la cubierta.
- Baja calidad (calibres inadecuados) de los materiales de la cubierta de techo y/o de los elementos complementarios.
- Inadecuado transporte y manipulación de los diferentes elementos de la cubierta que propicia su deterioro.
- Incorrecta movilización del personal y equipo sobre la cubierta por parte de los encargados de la instalación (u otros) que genera su deterioro y posibilita la filtración de agua.
- Nulo o deficiente revisión para identificar problemas en los distintos elementos de la cubierta.

En la Figura 9 se muestra el diagrama de causa y efecto que representa la relación entre los defectos (filtración de agua y deterioro) en cubiertas de techo y las posibles causas que los originan. En la Figura 10 se ilustran deficiencias en la construcción de cubiertas de techo.

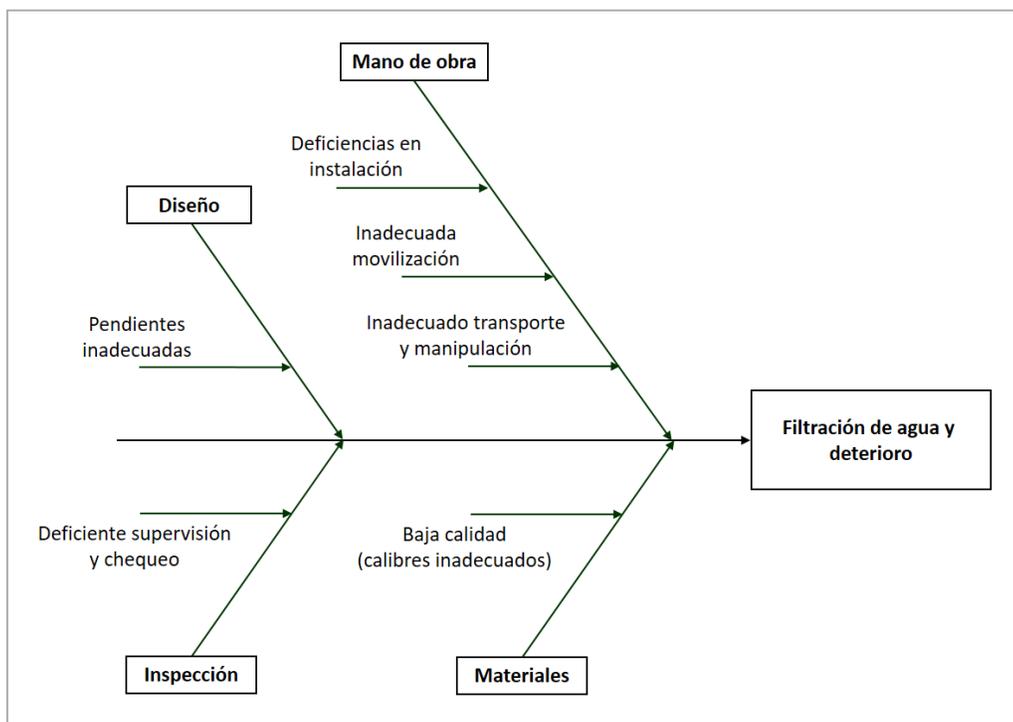


Figura 9. Diagrama causa – efecto: Filtraciones y deterioro en cubierta de techo

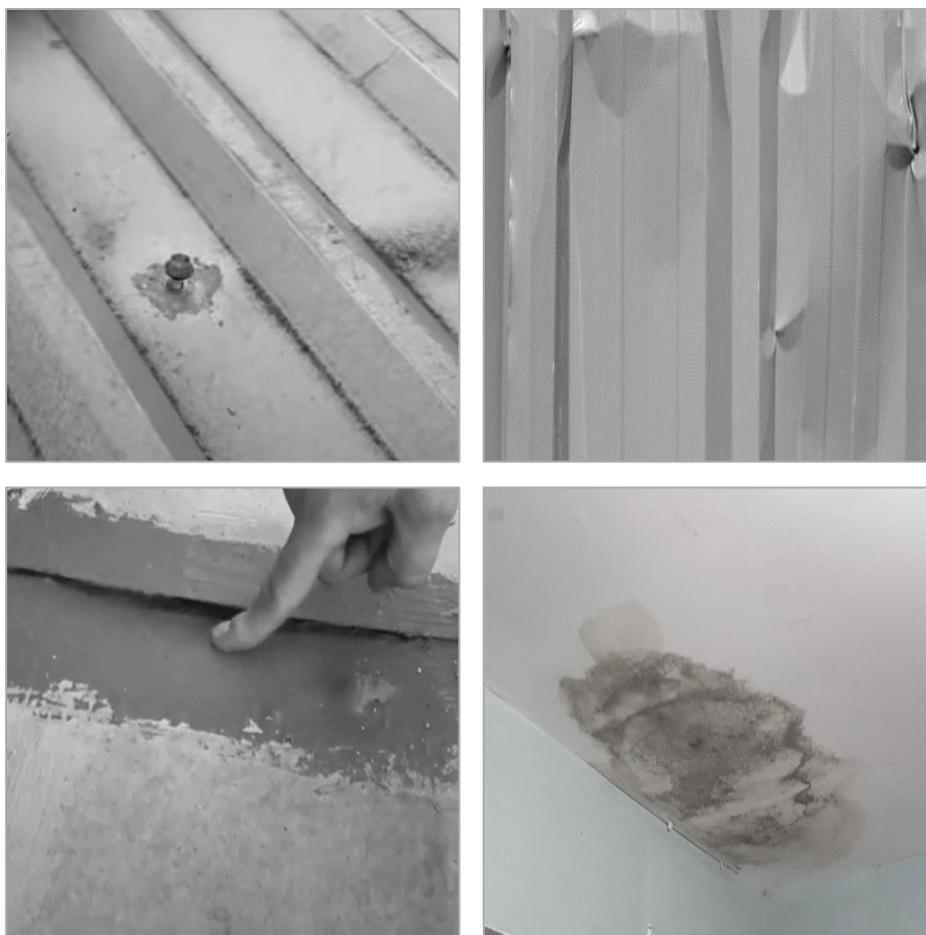


Figura 10. Defectos de construcción de cubiertas de techo

Acabado de paredes de concreto

Respecto al acabado de las paredes de mampostería de concreto, se señala el agrietamiento y desprendimiento del repello, la pasta y/o la pintura como los principales defectos observables. Estos problemas pueden tener múltiples orígenes, y no siempre a simple vista se encontrará la razón de su aparición. En la mayoría de los casos, para detectar las causas, hay que realizar una investigación que requiere conjugar observaciones, información recopilada y razonamiento técnico para determinar la causa del defecto.

Los problemas de pulverizado, fisuramiento y desprendimiento en los repellos se originan por las siguientes razones (Muñoz, 1992):

- Inadecuada preparación de la superficie: si no se eliminan residuos de mortero, concreto, polvo, grasas, y si no se humedece correctamente la superficie puede presentarse fallas en la adherencia del repello.

- Preparación o dosificación errónea del material: en la mayoría de los casos, el fallo se produce por un exceso en la cantidad de agua que se emplea, ya que el obrero prepara el material de acuerdo a la trabajabilidad, omitiendo cualquier especificación o disposición de los fabricantes.
- Grosos inadecuados: se realizan grosos de repello superiores a los recomendados (entre 1 y 1,5 cm) para corregir desplomes (verticalidad), alineamientos y fallas en escuadras de las paredes, lo cual resulta en desprendimientos por la concentración de mayor peso.
- Curado deficiente: aplicar al repello un curado inadecuado (en cantidad y periodos) no le posibilita obtener las propiedades potenciales de durabilidad, máxima resistencia y estabilidad.
- Cambios importantes de temperatura: repellos expuestos a absorción, retención o evaporación de humedad, tanto en interiores como exteriores, pueden sufrir variaciones dimensionales (expansión - contracción) y presiones estructurales de permanente variabilidad. La colocación inadecuada o ausencia de juntas de control (contracción - dilatación) en la construcción de las paredes influye en el fisuramiento.
- Asentamientos diferenciales: son pocas veces considerados y se presentan cuando el suelo tiene un contenido arcilloso que se expande o contrae de acuerdo a la variación en la humedad. En este caso el agrietamiento puede ser resultado de la proyección de grietas que sufre la propia estructura de la pared.
- Mala calidad del material: en ocasiones el material empleado en la elaboración del mortero de repello puede ser de una baja calidad y presentar fallas en su fabricación.
- Inadecuado almacenaje del material: el cual al exponerse a la humedad afecta negativamente algunas de sus propiedades.
- Deficiente supervisión del proceso, para identificar irregularidades.

En la Figura 11 se muestra el diagrama de causa y efecto en el cual se representa la relación entre las deficiencias en los repellos de paredes de mampostería y las posibles causas que las originan.

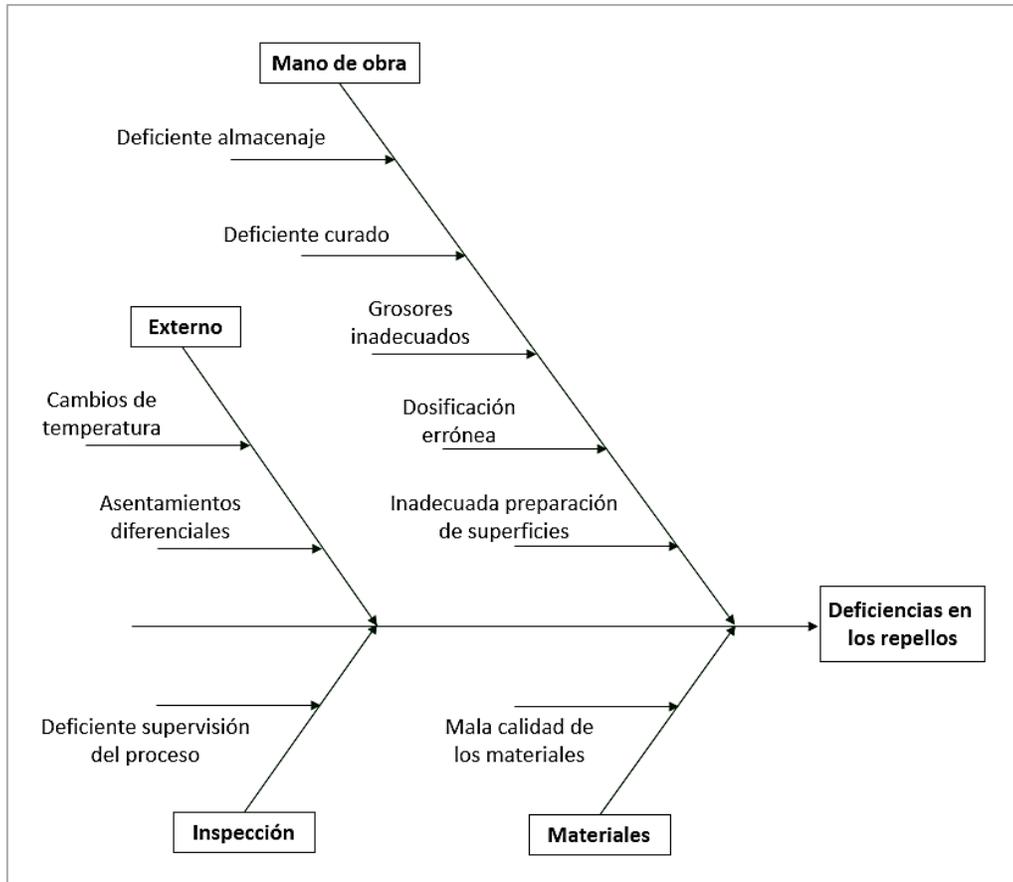


Figura 11. Diagrama causa – efecto: Defectos en repellos de paredes de mampostería

Los problemas de fisuramiento y desprendimiento de la pasta se originan por:

- Proyección de grietas: el agrietamiento en la pasta, por lo general, es resultado de la proyección de grietas que sufre el repello.
- Inadecuada preparación de la superficie: si no se eliminan residuos como polvo, grasas u otro contaminante de la superficie, puede presentarse fallas en la adherencia.
- Grososres inadecuados: si la pasta se aplica en grososres superiores a los recomendados (1 - 3 mm) puede resultar en desprendimientos por la concentración de mayor peso.
- Cambios importantes de humedad: cambios en la humedad de la superficie provoca que la adherencia entre la superficie y la pasta disminuya causando desprendimientos.
- Incumplimiento del tiempo de secado entre capas (recomendado por fabricantes).
- Deficiente supervisión del proceso, para identificar irregularidades.

En la Figura 12 se muestra el diagrama de causa y efecto de la relación entre las deficiencias en el acabado de la pasta en paredes de mampostería y las posibles causas.

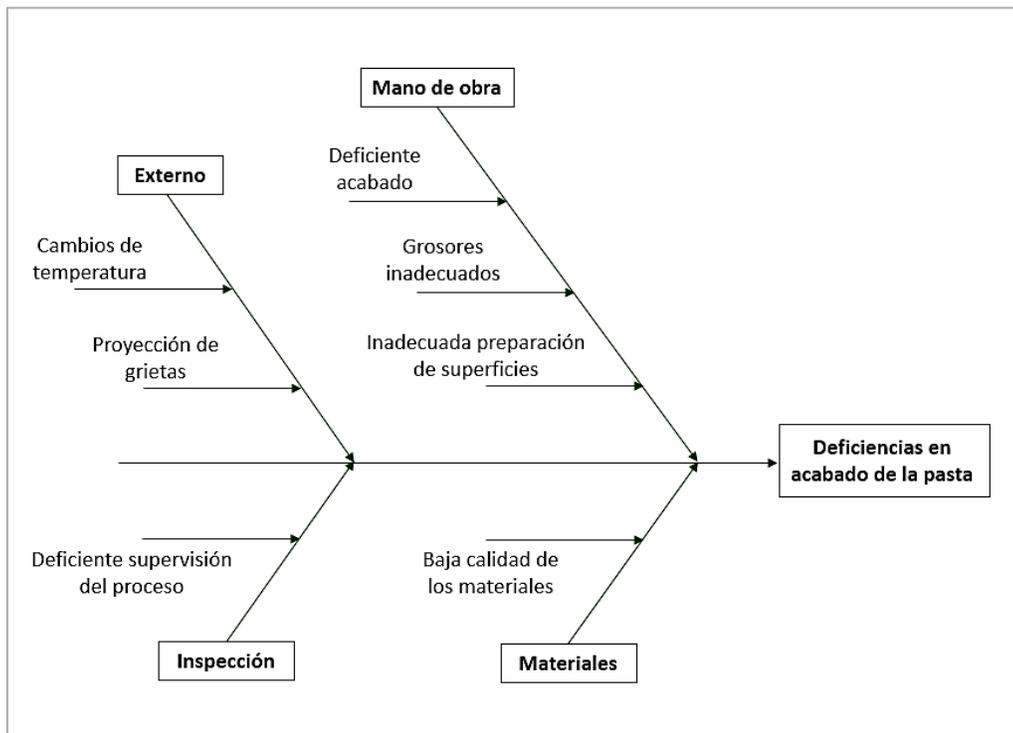


Figura 12. Diagrama causa – efecto: Defectos en el acabado de la pasta en paredes de mampostería

Las deficiencias en el acabado de la pintura se producen por alguna de las siguientes razones:

- Inadecuada preparación de la superficie: si no se eliminan residuos como polvo, grasas u otro contaminante de la superficie, y no se aplica una base de algún tipo de sellador, pueden presentarse fallas en la adherencia y acabado de la pintura.
- Grososres inadecuados: inferiores o superiores a los recomendados que provocan un acabado no uniforme, craquelado o arrugamiento, desprendimientos.
- Incumplimiento del tiempo de secado (recomendado por fabricantes) entre capas de pintura.
- Cambios importantes de humedad: cambios en la humedad de la superficie provoca problemas en la adherencia de la pintura e imperfecciones en la uniformidad apreciables a simple vista.

- Calidad del material: en ocasiones el material utilizado puede ser de baja calidad y su selección no ser la adecuada para el tipo de superficie, lo que desencadena que a corto plazo se caiga.
- Deficiente supervisión del proceso, para identificar irregularidades.

En la Figura 13 se muestra el diagrama de causa y efecto en el cual se representa la relación entre las deficiencias en el acabado de la pintura en paredes de mampostería y las posibles causas que las originan.

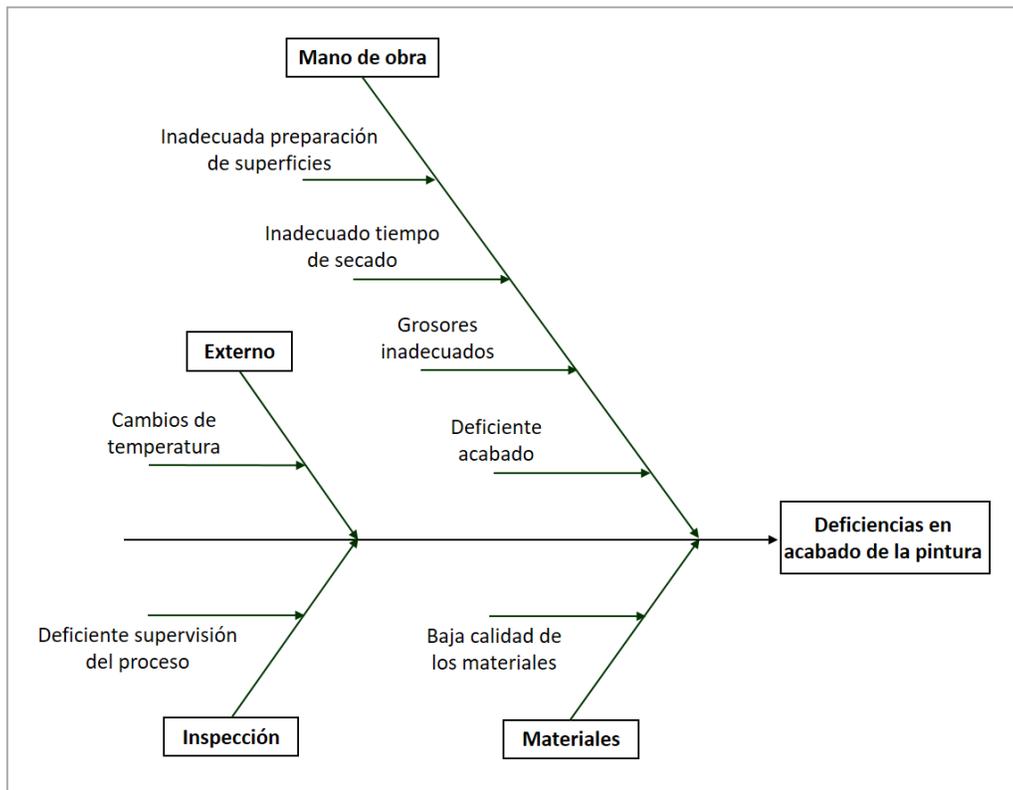


Figura 13. Diagrama causa – efecto: Defectos en el acabado de la pintura de paredes de mampostería

En la Figura 14 se ilustran algunos los defectos comunes en el acabado de paredes de concreto, tales como el fisuramiento y caída del repello, desprendimiento de la pasta y pintura, formación de burbujas (ampollas), levantamiento y desprendimiento de la pintura.

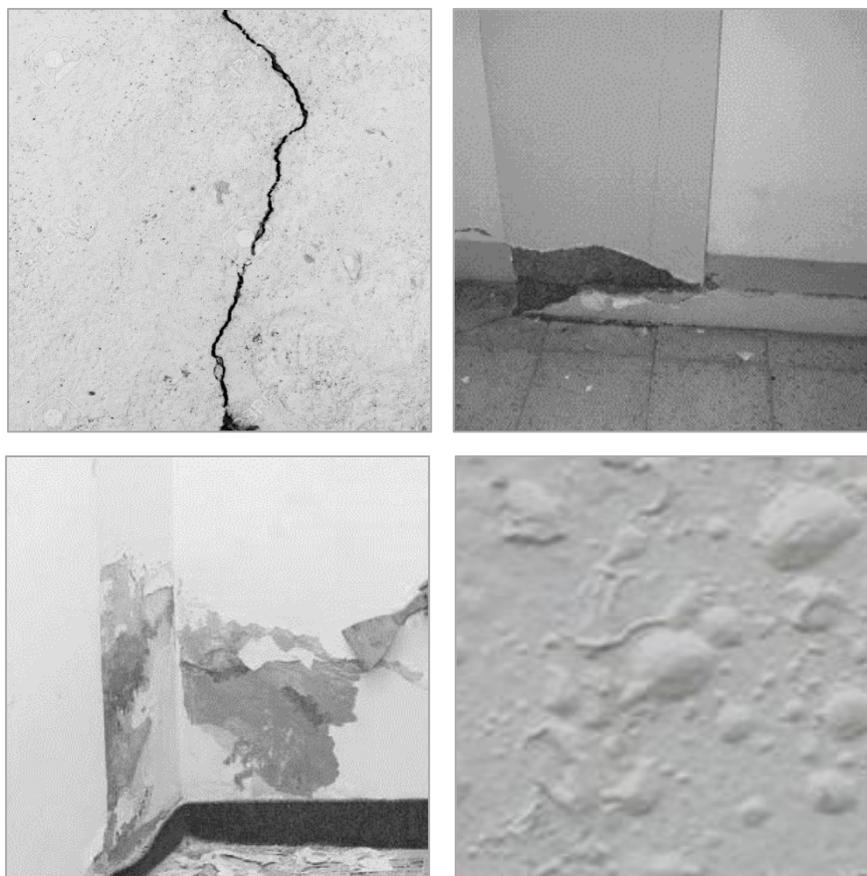


Figura 14. Defectos comunes en el acabado de paredes de concreto

Acabado de paredes livianas

En la ejecución de sistemas livianos (gypsum), como en cualquier otro sistema constructivo, es común que se presenten problemas, ya sea por deficiencias en la construcción o por no utilizar los materiales adecuados. Algunos problemas comunes:

- Imperfecciones en la instalación de las láminas: es de los defectos más comúnmente observables en el acabado de paredes livianas. Cabezas de tornillos que no quedan al mismo nivel de la superficie y juntas no uniformes, propician hundimientos visibles, producto de la contracción de la pasta durante el secado.
- Deficiente estructuración: en ocasiones se presentan superficies deformadas, tramos de paredes con ondulaciones o pandeadas debido a deficiente estructuración y anclaje de los elementos.

- Deficiente encintado y empastado: las juntas de las láminas pueden agrietarse por deficiencias en el encintado y empastado. Incumplimiento del tiempo de secado entre capas.
- Cambios importantes de humedad: cambios en la humedad de la superficie provoca problemas en la adherencia de la pasta y la pintura, así como imperfecciones en la uniformidad apreciables a simple vista.
- Inadecuada preparación de la superficie: si no se eliminan residuos como polvo de la superficie, y no se aplica una base de algún tipo de sellador especial para este tipo de superficies, pueden presentarse fallas en la adherencia y acabado de la pintura.
- Baja calidad de los materiales y selección no adecuada para el tipo de superficie.
- Deficiente supervisión del proceso, para identificar irregularidades.

En la Figura 15 se muestra el diagrama de causa y efecto de la relación entre las deficiencias en el acabado de paredes livianas y las posibles causas.

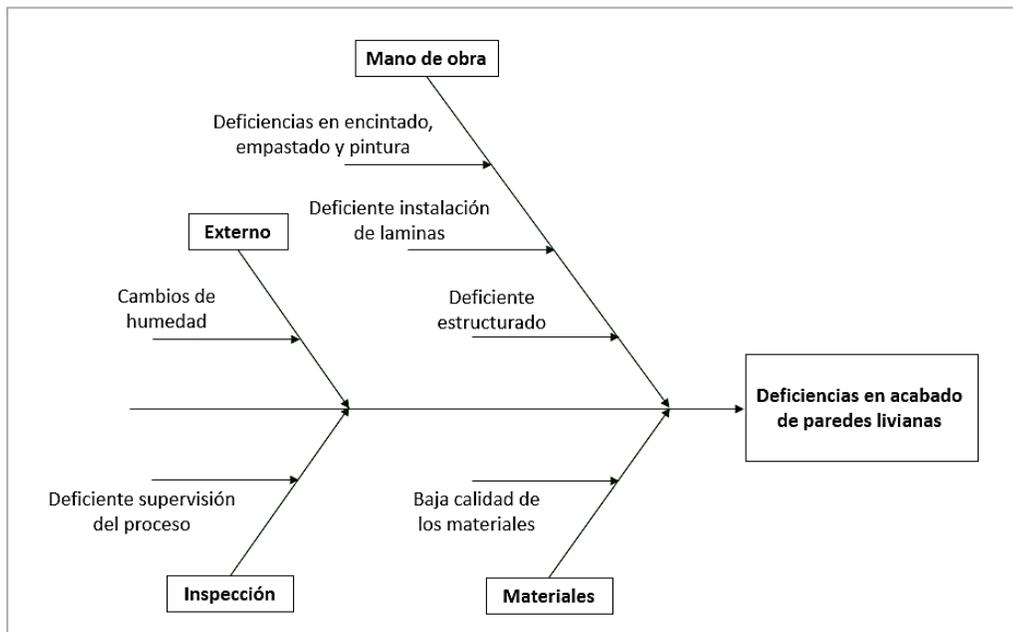


Figura 15. Diagrama causa – efecto: Defectos en el acabado de paredes livianas

En la Figura 16 se ilustran algunos los defectos comunes en el acabado de paredes livianas, tales como hundimiento y desprendimiento de la cinta y pasta, agrietamiento en las juntas de las láminas.

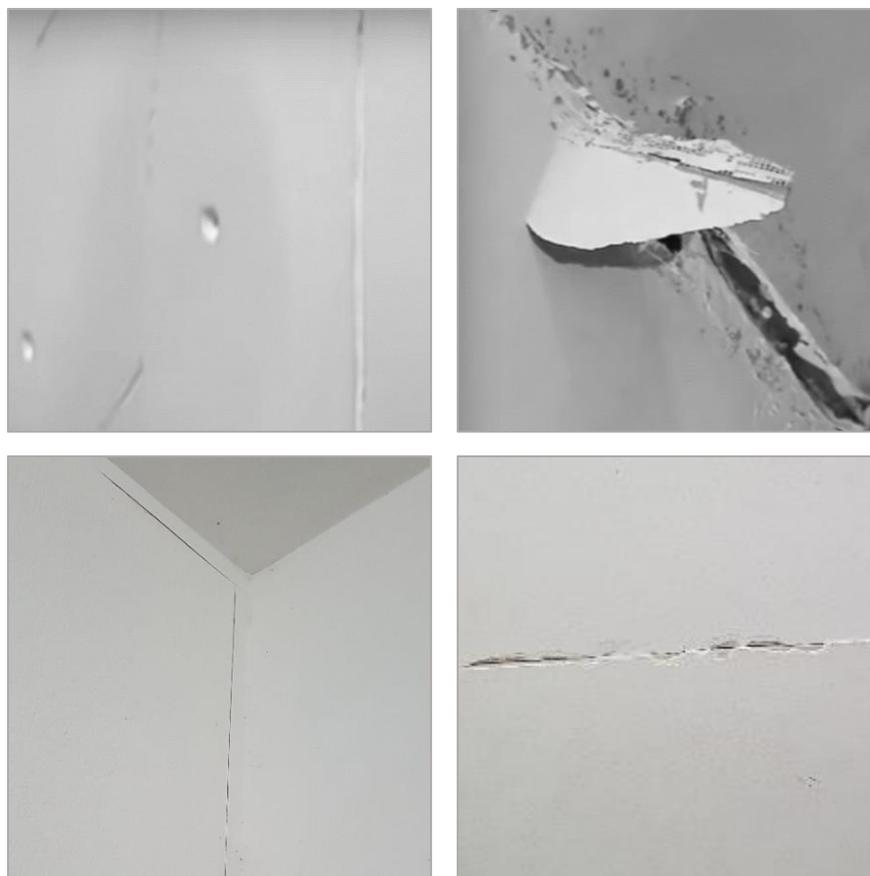


Figura 16. Defectos comunes en el acabado de paredes livianas

3.5. Fuente de los defectos de construcción

Identificar la fuente de los defectos de construcción en proyectos habitacionales resulta ser una tarea compleja, debido a los múltiples factores que intervienen durante la ejecución de cada uno de los procesos, tales como el diseño de cada de los componentes del proyecto, la calidad y experiencia de la mano de obra, la calidad de los materiales, experiencia de los subcontratistas, la supervisión y control del personal encargado de la dirección de la obra.

Ante este cuestionamiento, el 51% de los profesionales encuestados considera que la fuente principal proviene de una deficiente supervisión y control por parte de la dirección del proyecto (ingenieros a cargo), mientras que un 42% alega que la fuente de los defectos se origina en la calidad y experiencia del personal (mano de obra). Los resultados completos de la indagación se muestran en la Figura 17.

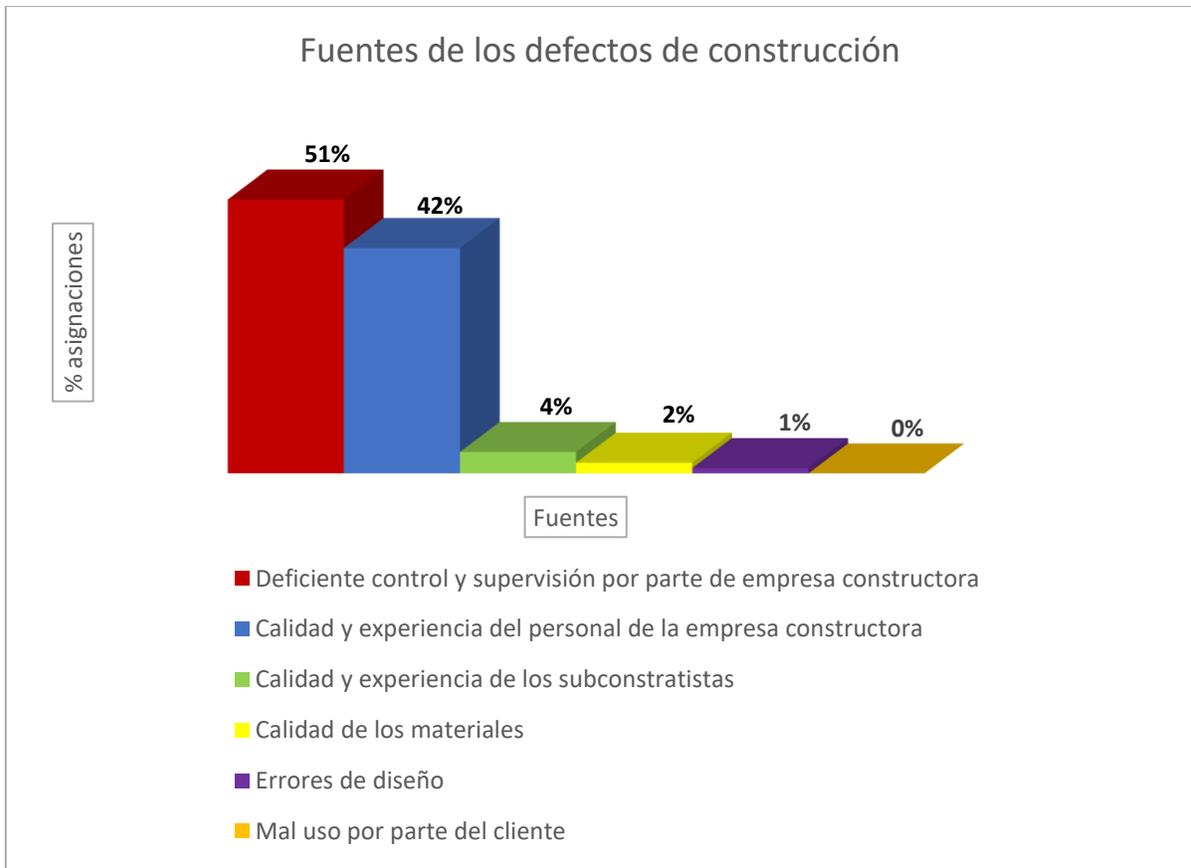


Figura 17. Fuente principal de los defectos de construcción

3.6. Periodos de aparición de los defectos de construcción

Respecto a la interrogante sobre los periodos o tiempos en que usualmente se presentan los defectos y las reclamaciones después de entregada la obra, por ejemplo, el 80% de los encuestados considera que los defectos en las instalaciones mecánicas suelen presentarse en los primeros 3 meses después de entregada la obra.

En el caso de los defectos en cubiertas de techo, los encuestados señalaron que este periodo varía dependiendo de la temporada del año en que se culmina y entrega la obra, ya que la aparición de los defectos por filtraciones de agua se da en época de invierno (periodo de lluvias). En este caso, la mayoría de los encuestados (66%) considera que los defectos suelen presentarse en los primeros 3 meses luego de entregada la obra.

En la Figura 18 se muestran los resultados de los periodos o tiempos en que usualmente se presentan los defectos con mayor incidencia después de entregada la obra.

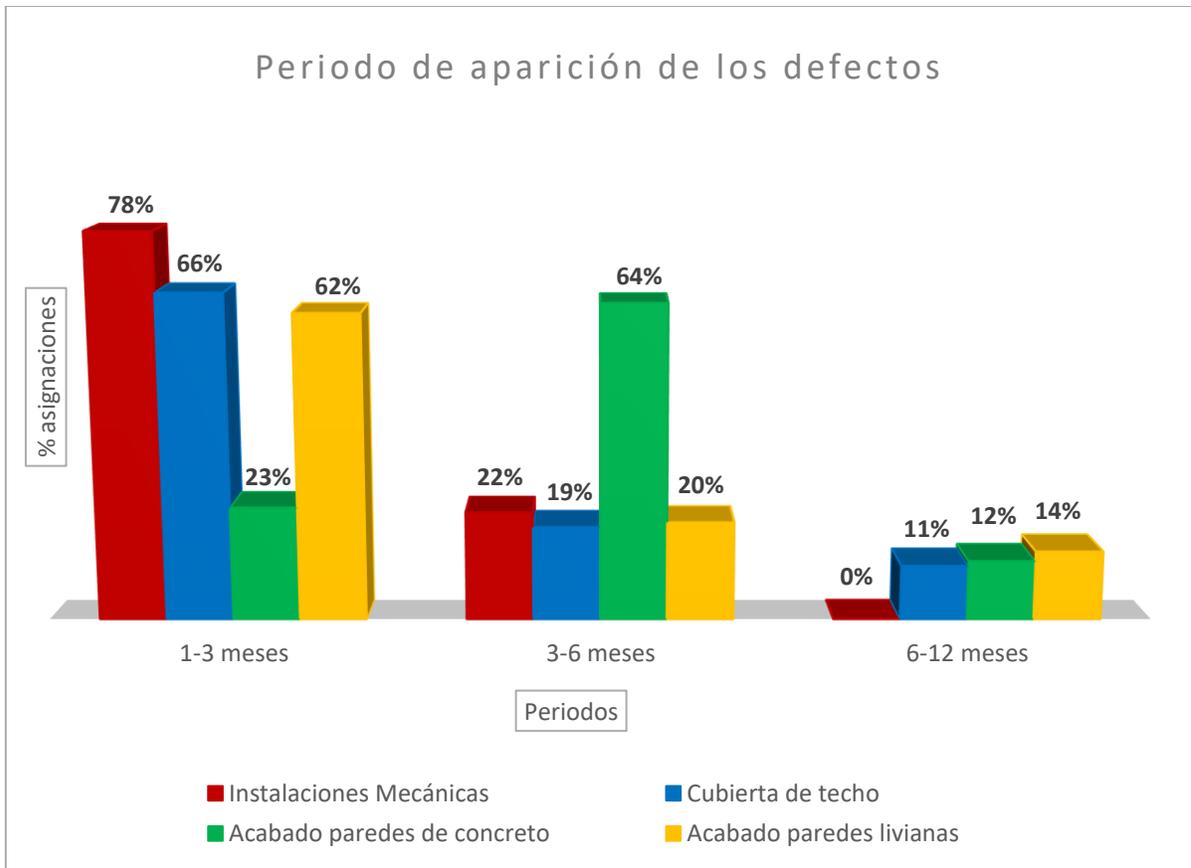


Figura 18. Periodos de aparición de los defectos de construcción

3.7. Costos estimados generados por los defectos de construcción

Las obras de reparación y corrección de los defectos de construcción, generalmente representan para el contratista trabajos adicionales y sobrecostos (materiales, mano de obra, otros) no presupuestados.

La inversión por concepto de las obras de reparación varía en función de la magnitud del defecto. El personal, el tiempo y los materiales requeridos para realizar las correcciones de un problema específico dependerá de su dimensión, lo que representa una variación significativa en el costo final.

De acuerdo con la información brindada por los profesionales encuestados, por ejemplo, se señala que la corrección de las obstrucciones en el sistema sanitarios, en muchas ocasiones, requiere de labores de demolición con la incógnita de la ubicación del problema, lo que genera pérdidas de tiempo (costo de mano de obra) y materiales cuando las demoliciones se realizan en el sitio equivocado. Misma situación se presenta con las fugas de agua del sistema potable.

En el caso de la filtración de agua en techos, los profesionales mencionan que en algunos casos se genera daños únicamente en los cielos, pero pueden darse casos en que se deterioran paredes, pisos, muebles y hasta la red eléctrica, por lo que las labores de reparación y su costo (en materiales y mano de obra) no solo se concentraría en la cubierta de techo sino también en los daños causados a los demás elementos.

En la Figura 19 se muestran los resultados de la consulta realizada a los profesionales sobre los costos anuales (estimados) que deben asumir las empresas constructoras por concepto de reparaciones de los defectos con mayor incidencia. Como se puede observar, para cada caso no hay una respuesta dominante, debido quizás, a las diferencias en las experiencias laborales de los encuestados, así como el hecho de que este costo anual varía en función de la cantidad de proyectos ejecutados en dicho intervalo de tiempo. Por ejemplo, 42% de los encuestados considera que el costo anual (para una empresa) por corrección de defectos en el sistema mecánico oscila entre 100 – 250 mil colones, 36% que oscila entre 250 – 500 mil colones, mientras que 22% considera que el costo es menor a 100 mil colones. Casos similares se observan en los resultados para defectos en cubierta de techo y en los acabados de paredes.

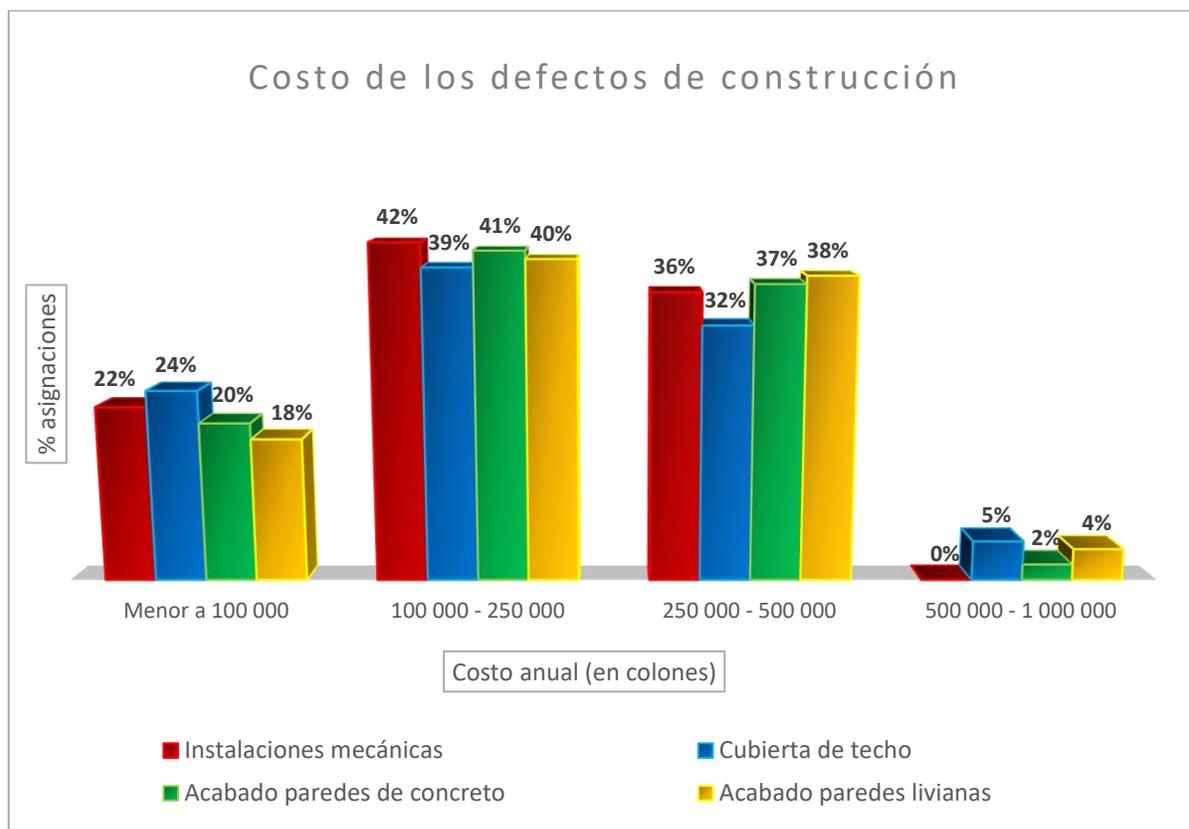


Figura 19. Costo estimado anual de la corrección de los defectos de construcción para una empresa

Como se mencionó anteriormente, el costo anual (para las empresas constructoras) por las labores de corrección de los defectos varía en función de la cantidad de proyectos ejecutados en dicho intervalo de tiempo. Por tal razón se consultó a profesionales que laboran en la ejecución de proyectos habitacionales sobre este aspecto. En el Cuadro 2 se presenta información recopilada, sobre el costo (global) anual de las obras de corrección de los defectos de construcción para algunas empresas.

Se presenta el número de proyectos habitacionales (casas de habitación de 1 y 2 plantas) realizados por año, el costo global por concepto de corrección de defectos, así como el costo promedio por proyecto. Así, por ejemplo, el gerente de proyectos de una empresa constructora señaló que ellos ejecutan entre 10 y 15 proyectos habitacionales anualmente. Además, indicó que la empresa invierte de \$6500 - \$8000 anualmente, en la corrección de defectos (lo denominan “costos x garantía”).

Cuadro 2. Datos del costo estimado anual por corrección de defectos de construcción

Fuente de la información	Cantidad de proyectos/año	Costo anual de reparaciones (₡)	Costo/proyecto (₡)
Ing. 1 Gerente de proyectos	10 - 15	4 000 000 - 5 000 000	300 000 - 500 000
Ing. 2 Director de proyectos	8 - 12	3 000 000 - 4 000 000	250 000 - 500 000
Ing. 3 Ing. y propietario de constructora	3 - 4	600 000 - 900 000	150 000 - 300 000
Ing. 4 Ing. y propietario de constructora	3 - 4	700 000 - 800 000	100 000 - 250 000
Ing. 5 Ing. y propietario de constructora	2 - 4	500 000 - 600 000	100 000 - 300 000
Ing. 6 Director de proyectos	4 - 5	≈ 0*	≈ 0*
Ing. 7 Gerente general de proyectos	3 - 4	≈ 0*	≈ 0*

* Indican que riguroso control de calidad de todos sus procesos prácticamente descarta gastos por corrección de defectos

4. Proceso constructivo de los elementos con mayor incidencia de defectos

En este capítulo se describen las características de los sistemas constructivos de los elementos con mayor incidencia de defectos, previamente establecidos. Dichos procesos corresponden a: instalaciones mecánicas (sistema de agua potable, sanitario y pluvial), cubierta de techo, acabado de paredes de concreto (mampostería), construcción y acabado de paredes livianas. Dichas descripciones se desarrollaron con base en observaciones, buenas practicas sugeridas por profesionales del área de la construcción, y las indicaciones de la normativa (códigos de diseño y construcción) y de los fabricantes de los materiales.

4.1. Instalaciones mecánicas

El sistema mecánico de un proyecto habitacional está conformado, al menos, por las instalaciones encargadas de distribuir el agua potable y de evacuar las aguas residuales en sus respectivos sistemas de recolección. Se divide en los subsistemas potable, sanitario y pluvial. Su diseño y construcción debe procurar el suministro de agua en las zonas de la edificación donde se requiera; así como, la correcta evacuación de las aguas residuales. En la siguiente figura se muestra un ejemplo de componentes típicos de las instalaciones mecánicas de una vivienda.

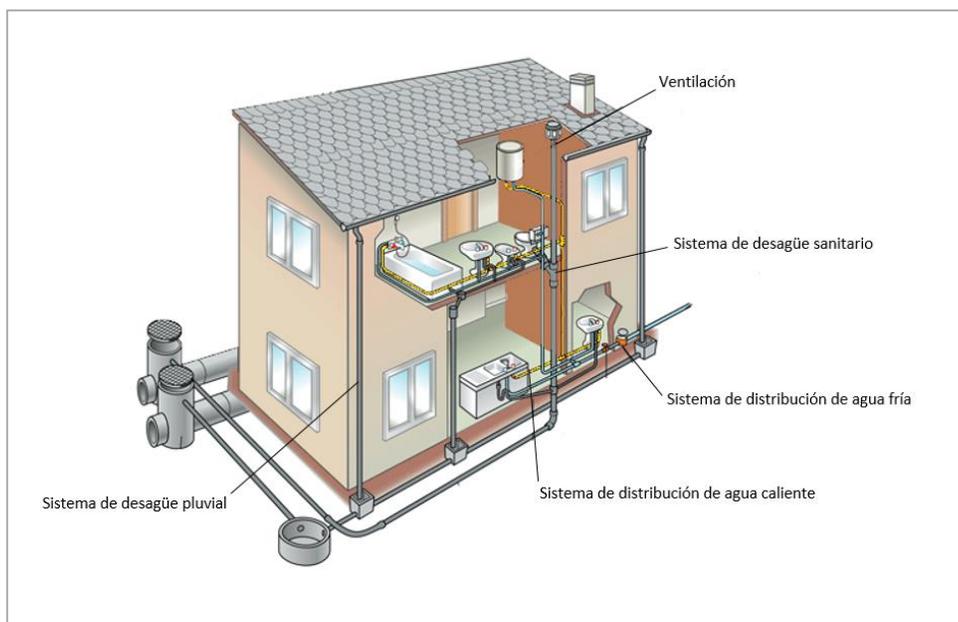


Figura 20. Ejemplo de componentes típicos de las instalaciones mecánicas de una vivienda

Fuente: eloficial (2017)

Las instalaciones mecánicas deben diseñarse y construirse teniendo en cuenta el aspecto estructural de la edificación, debiendo evitarse cualquier daño o disminución de la resistencia de paredes, columnas, vigas, cimentaciones y otros elementos estructurales y no estructurales. Además, se debe tomar en cuenta las dimensiones y los lugares donde se van a colocar las tuberías, accesorios y equipos, tanto vertical como horizontalmente, para poder realizar una selección adecuada de los elementos que la conforman, ya que estos pueden variar ampliamente en cuanto a material, dimensión, precio, calidad y pueden afectar directamente el funcionamiento del sistema.

En Costa Rica, el diseño y la construcción de las instalaciones mecánicas deben ser realizados de acuerdo con las disposiciones descritas en el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones, desarrollado por el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA). En la última actualización (versión 2017) de este código se indica que: “Los profesionales responsables de las instalaciones sanitarias, hidráulicas y de gas de las edificaciones están obligados a cumplir con las disposiciones del presente Código y serán responsables de las consecuencias de la mala ejecución de las instalaciones, empleo de materiales inapropiados y por cualquier alteración que sufran los planos de las obras”.

4.1.1. Sistema Potable

El sistema de agua potable permite suministrar y distribuir el agua a todos los puntos de servicio de la edificación. Se compone de las tuberías y demás accesorios (como válvulas, llaves, entre otros) que permiten la conducción de agua fría y agua caliente. La red de agua caliente se caracteriza por poseer un sistema de calentamiento de agua (por lo general un tanque calentador) y porque su construcción requiere tuberías y accesorios especiales para resistir altas temperaturas.

El Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones (2017) indica que el sistema de distribución de agua potable de las edificaciones debe diseñarse de acuerdo con las condiciones bajo las que el abastecimiento de agua público prestará servicio y que este no debe afectar en ningún momento el grado de pureza del agua destinada al consumo humano y debe garantizar su suministro (caudal y presión suficiente) en todos los puntos de consumo para su adecuado funcionamiento.

4.1.1.1. Materiales

Para la construcción del sistema de agua potable se utilizan comúnmente tuberías de policloruro de vinilo (PVC), policloruro de vinilo clorado (CPVC) o polietileno. Es permitido utilizar tuberías de otros materiales (hierro fundido o galvanizado, cobre) por razones especiales, sin embargo, no es muy común.

De acuerdo con las disposiciones del Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones, las tuberías deben cumplir con los siguientes requisitos generales:

- Material homogéneo
- Sección transversal circular de dimensiones normalizadas
- Espesor de pared uniforme
- Dimensiones, pesos y espesores de acuerdo con las especificaciones correspondientes a las condiciones de operación respectiva
- Carecer de defectos tales como grietas, abolladuras y deformaciones

En Costa Rica, el material más utilizado en las instalaciones para la distribución de agua potable es el policloruro de vinilo (PVC) para tuberías de agua fría y el CPVC en el caso de las tuberías de agua caliente. Este material tiene una amplia comercialización, debido a su bajo costo respecto a otros y por ser un material termoplástico, liviano, con alta resistencia a esfuerzos mecánicos, bajo coeficiente de fricción y que no transmite olores ni sabores al agua.

Los factores que se consideran en el diseño y selección de las tuberías son la presión, el caudal de diseño, la velocidad y la temperatura del fluido en conducción, los cuales determinan las propiedades (diámetros, presión de trabajo, espesores) requeridas de los componentes del sistema. En algunos casos, también se consideran factores como la exposición a rayos ultravioleta o a golpes, en el diseño de componentes específicos.

Aspecto importante a tomar en cuenta cuando se eligen las tuberías de PVC o CPVC es la presión de trabajo permisible, la cual se relaciona con un parámetro denominado *Relación Dimensional Estándar* (SDR por sus siglas en inglés), que representa la relación entre el diámetro promedio externo del tubo y su espesor de pared mínimo. Entre mayor sea el valor del SDR, menor es su espesor de pared y por lo tanto la presión de trabajo también será menor.

En el Cuadro 3 se detallan propiedades de las tuberías que se emplean en el sistema de agua potable de edificaciones habitacionales de 1 y 2 niveles. Generalmente se utilizan tuberías de 12, 18 y 25 mm (1/2", 3/4" y 1" respectivamente) de diámetro nominal en los sistemas de agua fría y caliente.

Cuadro 3. Características de tuberías de PVC y CPVC para sistema de agua potable

Diámetro nominal (mm)	SDR	Diámetro medio exterior (mm)	Espesor de pared mínimo (mm)	Presión de trabajo (kg/cm²)
12	11 (CPVC)	15,88	1,73	28,0
	13,5	21,34	1,57	22,4
18	11 (CPVC)	22,20	2,29	28,0
	17	23,67	1,57	17,6
25	11 (CPVC)	28,60	2,84	28,0
	17	33,40	1,96	17,6
	26	33,40	1,52	11,2

Fuente: Manual Técnico de Productos AMANCO (sin año)

Respecto a los elementos de conexión (uniones, codos, tees, válvulas, llaves otros), el Código indica que estas piezas de conexión deben ser preferentemente del mismo material de las tuberías y de características acordes al sistema. Además, la unión entre las tuberías y elementos de conexiones debe realizarse de acuerdo con su clase; ya sea espiga y campana, de brida, de rosca, soldados, mediante aros de goma (pegamento), mecánicas y a compresión. Para prevenir problemas como sobrepresiones, depresiones, golpes de ariete, el Código recomienda la instalación de cámaras y válvulas de aire o accesorios especiales para tal fin.

En la siguiente figura se muestran algunos componentes típicos del sistema de distribución de agua potable.



Figura 21. Componentes del sistema de agua potable

Fuente: Manual Técnico de Productos AMANCO (sin año)

4.1.1.2. Proceso Constructivo

Antes de iniciar las obras de construcción, el personal a cargo de la ejecución (Ingeniero, maestro de obras, otros) debe realizar una revisión de los planos y las especificaciones técnicas correspondientes, con el objetivo de verificar la ubicación, recorrido, niveles y características de los diversos elementos que componen el sistema de agua potable, además de coordinar los trabajos para que los sistemas no interfieran entre sí.

Los planos (mecánicos) que contienen las plantas de la distribución de agua potable, deben mostrar en detalle las características la red de tuberías (de agua fría y caliente), accesorios (llaves de paso, válvulas) y otros componentes (calentador de agua, tanque de almacenamiento) según sea el caso. En las Figuras 22, 23 y 24 se muestra el detalle constructivo de un sistema de distribución de agua potable de una casa de habitación de 2 niveles.

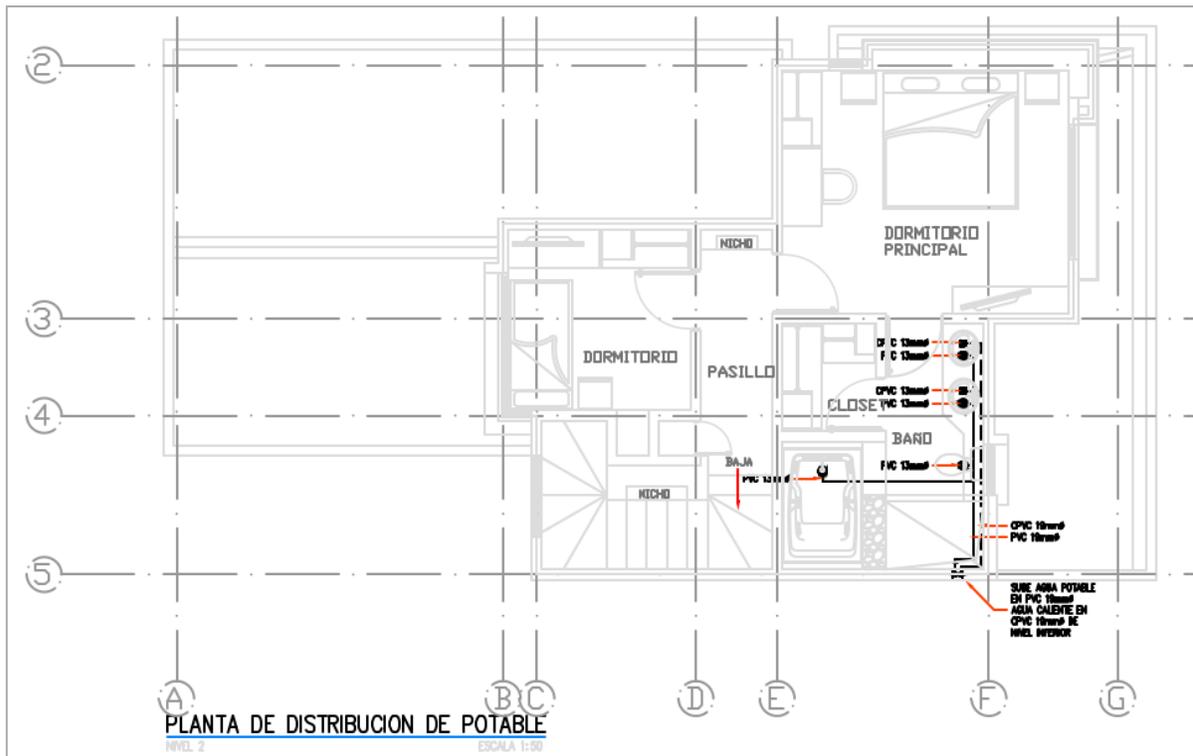
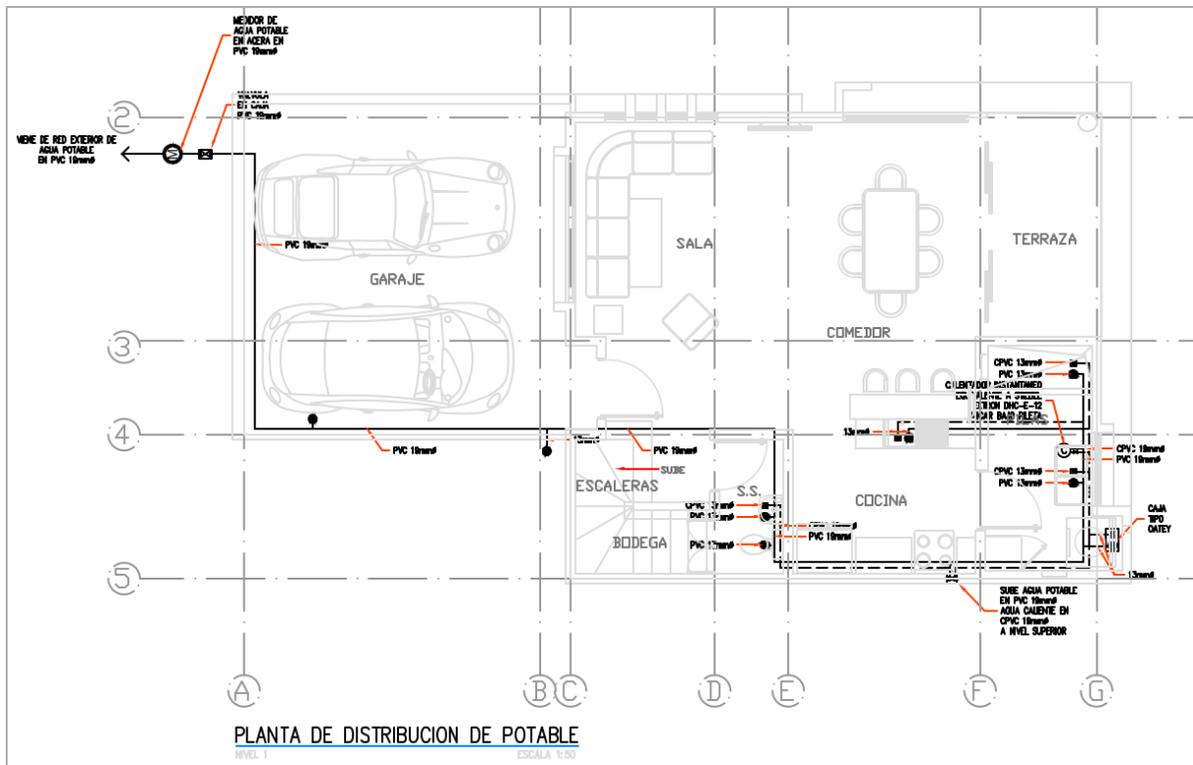


Figura 22. Plantas de distribución de agua potable

Fuente: Suministrado por constructora (2020)

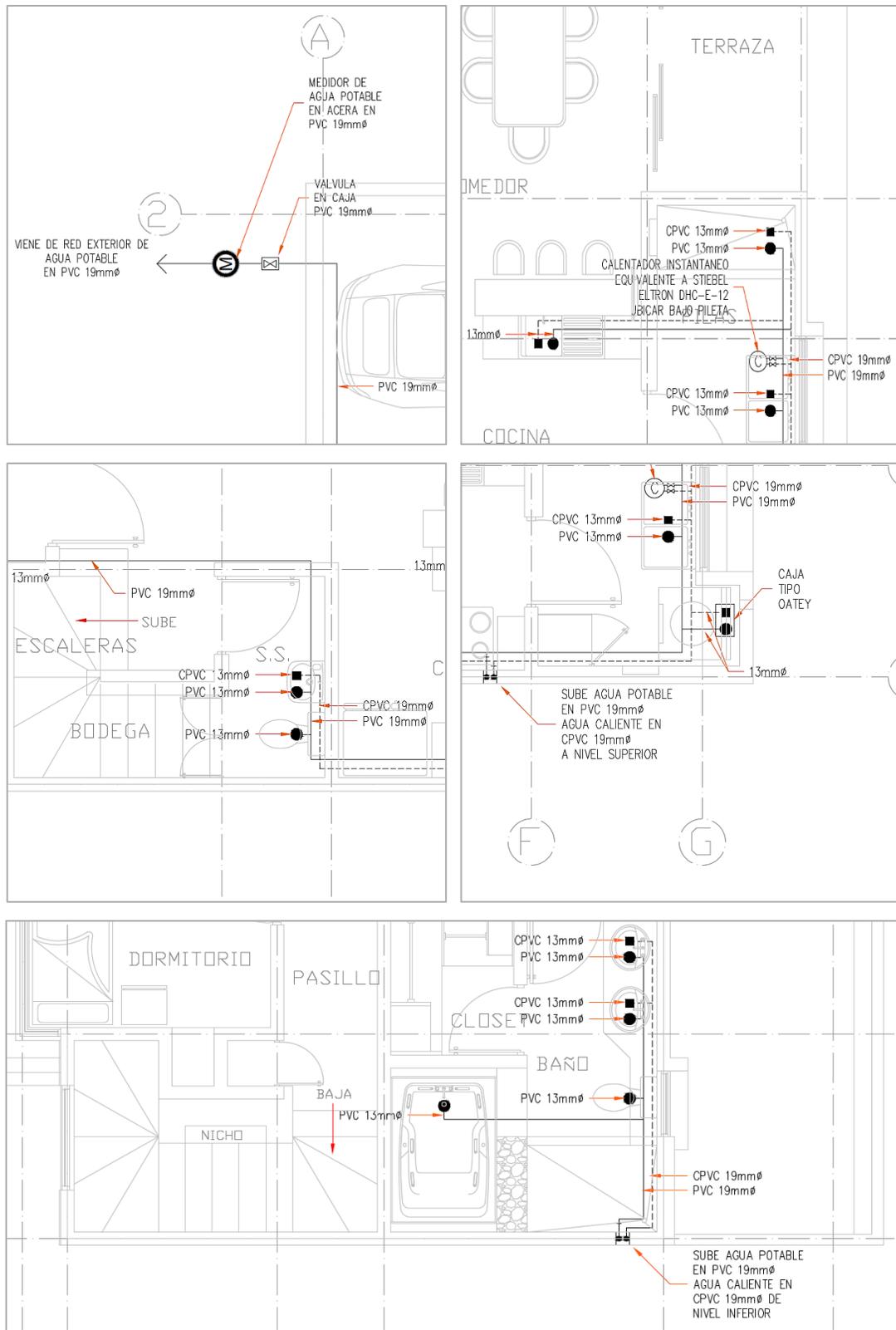


Figura 23. Detalle de segmentos de la red de distribución de agua potable

Fuente: Suministrado por constructora (2020)

SIMBOLOGIA MECANICA	
	TUBERIA DE AGUA FRIA, EN MATERIAL PLASTICO PVC SCH-40, EN DIAMETROS DE 13,19, 25mm ϕ Y DIAMETROS MAYORES EN PLASTICO PVC SDR-17.
	TUBERIA DE AGUA CALIENTE DE PLASTICO CPVC NORMA ASTM D-2846-73 TIPO "TERMEX" CON ACCESORIOS Y PEGAMENTO INDICADO.
	ALIMENTACION DE AGUA FRIA A MUEBLE SANITARIO, CON LLAVE DE CONTROL DE INDEPENDIZACION, CROMADA, DIAMETROS INDICADOS
	ALIMENTACION DE AGUA CALIENTE A MUEBLE SANITARIO, CON LLAVE DE CONTROL DE INDEPENDIZACION, CROMADA, DIAMETROS INDICADOS
	VALVULA DE COMPUERTA, EXTREMOS PARA ROSCAR, CUERPO DE BRONCE DISCO DESPLAZABLE, CON DOBLE EMPAQUE, DIAMETRO INDICADO.
	CODO A 45°, EN TUBERIA INDICADA
	CODO A 90°, EN TUBERIA INDICADA
	TOMA DE BOMBA SUMERGIBLE.
	TANQUE DE SISTEMA HIDRONEUMATICO
	TANQUE DE AGUA CALIENTE, 240 VOLTIOS, CAPACIDAD INDICADA EN PLANTA.

NOTAS DE INSTALACION MECANICA
<p>TODA LA INSTALACIÓN MECÁNICA, SE REALIZARÁ EXACTAMENTE TAL Y COMO SE INDICA EN LOS PLANOS, NO PERMITIÉNDOSE POR NINGUNA RAZÓN VARIACIÓN ALGUNA EN LAS TUBERÍAS. SI SE TODA LA INSTALACIÓN SERÁ REALIZADA DE ACUERDO AL CÓDIGO DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS EN EDIFICACIONES, VIGENTE EN COSTA RICA, GUIÁNDOSE CON ESTOS PLANOS.</p> <p>TODO EL SISTEMA DE AGUA POTABLE SERÁ EN TUBERÍA PVC TIPO SCH-40 HASTA 25 MILÍMETROS DE DIÁMETRO Y PARA DIÁMETROS MAYORES SERÁ EN PVC TIPO SDR-17. TODOS LOS ACCESORIOS SERÁN ESPECIALES PARA SU USO, DE INSERCIÓN PARA UTILIZACIÓN CON PEGAMENTO ESPECIAL DE PVC PARA UNA PRESIÓN DE OPERACIÓN NO MENOR DE 120 PSI.</p> <p>LAS TUBERÍAS DE LOS SISTEMAS DE AGUA CALIENTE SERÁN EN TUBERÍA TIPO CPVC PARA ALTA TEMPERATURA, CON SUS ACCESORIOS ESPECIALES DE INSERCIÓN PARA ADHERIR CON PEGAMENTO PARA CPVC, ESTE PEGAMENTO DEBE SER ESPECIFICADO POR EL FABRICANTE DE LA TUBERÍA A UTILIZAR.</p> <p>TODO LAVATORIO Y PIEZA SANITARIA TENDRÁ SU VALVULA DE CONTROL MARCA PP. LOS ÚLTIMOS 10 CM ANTES DEL CODO DE SALIDA A LA VÁLVULA DE CONTROL, SERÁN EN TUBO DE HG DEL MISMO DIÁMETRO, ASI COMO EL CODO A LA VÁLVULA DE CONTROL, SERÁ TAMBIÉN DE HG. Y TENDRÁ UN TRAMO DE TUBO DEL MISMO DIÁMETRO DE 60cm. DE LARGO QUE SUBE DE LA "T" COMO AMORTIGUADOR DE GOLPE DE ARIETE.</p>

Figura 24. Simbología y notas en planos de la red de distribución de agua potable

Fuente: Suministrado por constructora (2020)

La construcción de la red de conducción de agua potable, es prácticamente un proceso continuo durante la ejecución de un proyecto habitacional, ya que inicia desde las labores de instalación de las tuberías a tierra (en la fundación de la edificación) y culmina con el proceso de pruebas antes que el sistema entre en servicio.

El proceso y periodo de ejecución de los trabajos mecánicos en proyectos habitacionales de 2 niveles difiere de acuerdo con los sistemas constructivos de la fundación (cimentación), de los muros y del entrepiso de la edificación. Las fundaciones típicamente se construyen en un sistema de placas continuas o en una sola losa de concreto, los muros en mampostería y el entrepiso en un sistema viguetas - bloques - sobrelosa de concreto.

Si la fundación de la edificación es una losa, las labores de instalación de la red de tuberías se ejecutan en su etapa de armado (y previo a su colada con concreto). En esta fase se realiza el trazo, excavación e instalación de la red tuberías (de agua fría y caliente) que se plantan bajo tierra e internamente en la losa, ubicando las previstas de los conductos que posteriormente suben por paredes y columnas.

El trazo se realiza utilizando cal, cuerdas de nilón u otro material para marcar en el terreno y señalar con precisión la ubicación de la acometida general (servicio público) y el recorrido de los elementos enterrados e internos en la fundación, de acuerdo a la descripción en planos.

La excavación de zanjas debe realizarse de un ancho suficiente para proveer el espacio adecuado para acoplar las tuberías y los accesorios, y permitir colocar y compactar material de relleno lateral al tubo. La profundidad mínima debe ser tal que la tubería esté protegida de los efectos de carga viva, y máxima que no se dificulten las labores de mantenimiento y reparación.

El Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones establece las siguientes disposiciones a tomar en cuenta:

- La profundidad mínima de la zanja será tal que haya al menos 30 cm entre la corona del tubo y el nivel del terreno.
- El fondo de la zanja debe proveer un apoyo firme y uniforme a lo largo del recorrido de las tuberías, por lo que debe preverse la colocación una base de material compactado.
- Las tuberías de distribución de agua potable, deben estar separadas (en planta y altura) de los desagües de aguas residuales una distancia mínima de 25 cm.

En la siguiente figura se ejemplifican los procesos de trazado y excavación de zanjas para colocar tuberías.

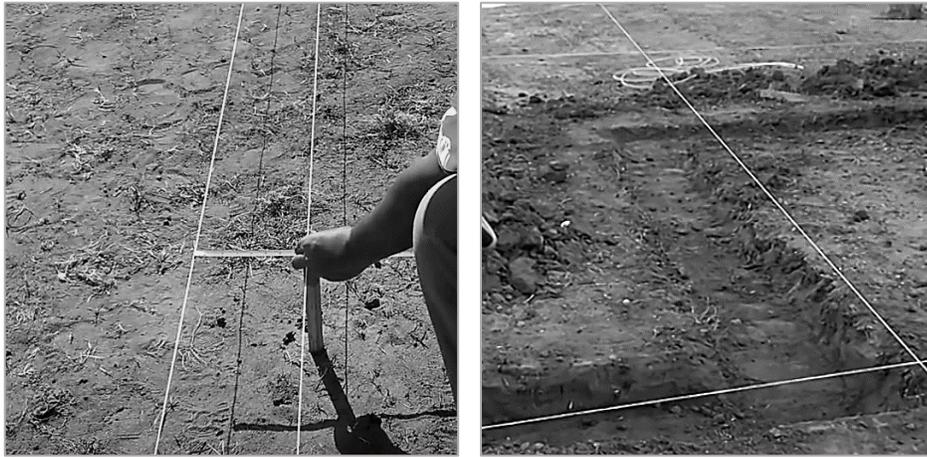


Figura 25. Trazado y excavación

Listas las zanjas y demás recorridos, se procede a colocar los tubos, las conexiones y accesorios en las posiciones establecidas según los planos, para realizar los acoples respectivos. En el caso de los elementos de PVC pegables, se debe colocar uniformemente pegamento especial para tubería PVC (agua fría y caliente) en las zonas previstas para los acoples (extremos lisos y campanas de tuberías y accesorios) y se procede a unirlos manualmente, asegurando que la espiga ingrese correctamente en la campana. Si se utiliza elementos PVC roscable, lo que debe hacerse es colocar teflón y pegamento en las roscas, para luego roscar manualmente los elementos. En la Figura 26 se ejemplifican las juntas PVC típicas.

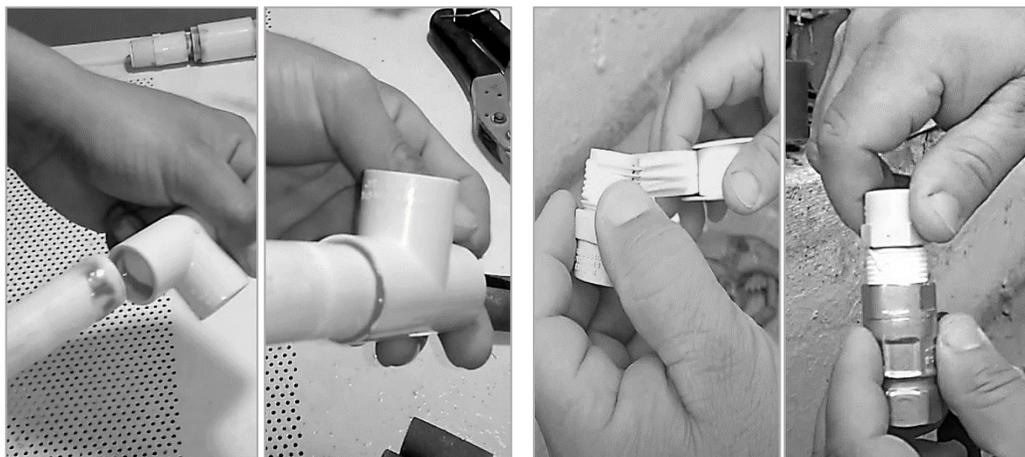


Figura 26. Juntas PVC pegables y roscables

Fuente: Soluciones termoplásticas (sin año)

La instalación de la tubería vertical que sube hasta las salidas de alimentación de los aparatos sanitarios (inodoros, lavatorios, otros) debe realizarse de acuerdo con los niveles descritos en los planos. Generalmente las salidas de alimentación de inodoros se ubican a una altura de 15 - 20 cm sobre el nivel de piso terminado, las de los lavatorios y fregaderos a una altura de 40 - 60 cm (con una separación entre las líneas de agua fría y caliente de 15 - 20 cm). Las llaves de control y las salidas de duchas se ubican a un nivel de 90 - 110 cm y 190 - 210 cm respectivamente. Las extensiones verticales (cámaras de aire para atenuar golpes de ariete) deben realizarse de una longitud de 60 cm. Además, es fundamental que en las salidas de alimentación se instalen los niples en hierro galvanizado o PVC especial para evitar posibles fracturas cuando se instalen las losas sanitarias. En la Figura 27 se detalla esas instalaciones.

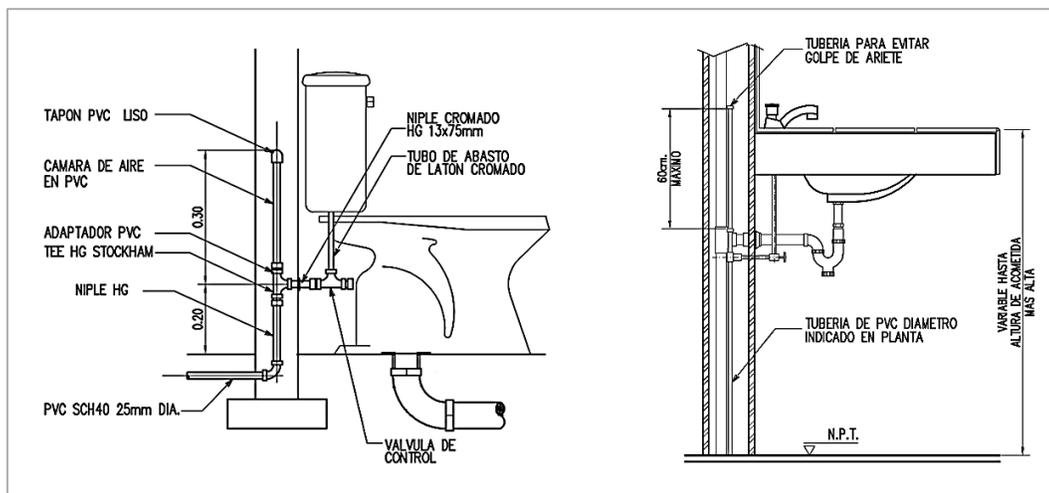


Figura 27. Detalle de las salidas de alimentación de inodoros y lavatorios

Fuente: Suministrado por constructora (2020)

Así mismo, se instala la tubería que sube por paredes y columnas hasta el nivel de entrepiso. Si las tuberías de agua fría y agua caliente coinciden en un mismo ducto, estas deben separarse al menos 10 cm de borde a borde, a no ser que se protejan con un material aislante adecuado.

Durante este proceso es importante sujetar correctamente los elementos horizontales y verticales para evitar que se muevan y se produzcan fallos en los acoples. Las juntas se deben mantener totalmente inmóviles por al menos 2 minutos y el tiempo de secado de las juntas (PVC - CPVC diámetros inferiores a 1") debe ser al menos una hora (o de acuerdo a lo especificado por el fabricante). Además, las previstas de las conexiones futuras deben sellarse (con un tapón temporal), señalizarse y protegerse para evitar dañarlas o rellenarlas con concreto, tierra u otro material que podría generar obstrucciones y fallas en el sistema.

Debe prestarse especial atención al proceso de acoplamiento (y durante la instalación de la red de tuberías de agua potable en general), ya que deficiencias en la ejecución (limpieza, colocación de pegamento y teflón, encaje de los elementos) y protección de las juntas, es de los aspectos que inciden mayoritariamente en la aparición de fugas.

En los cambios de dirección (horizontal y vertical) en la red de tuberías a presión se producen esfuerzos adicionales por acción del empuje, por tal razón, en las conexiones (codos, tees, reducciones, tapones, otros) debe realizarse un anclaje para impedir su desplazamiento, rotura y desacople. Por lo general este anclaje se efectúa elaborando bloques de concreto en la dirección opuesta del empuje. En la Figura 28 se muestra ejemplos de anclajes.

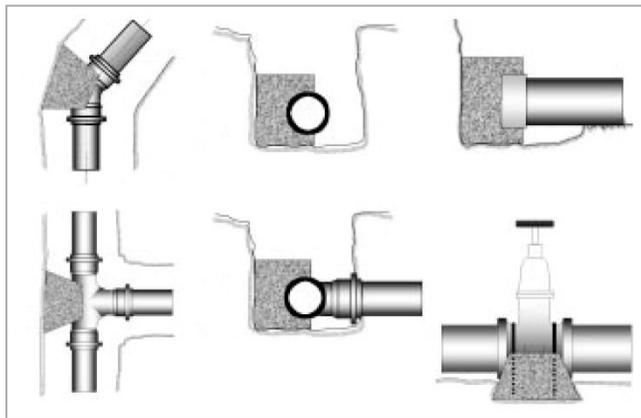


Figura 28. Anclaje de tubería con bloques de concreto

Fuente: Manual Técnico de Productos AMANCO (sin año)

Luego que se cumpla el periodo de secado de las juntas y los anclajes, se coloca y compacta el material de relleno (en capas de 15 cm de espesor como máximo) hasta el nivel de terreno, procurando que el material no tenga aristas vivas (filosas) que puedan dañar la tubería. En la Figura 29 se muestra el proceso de relleno y la compactación de las zanjas.

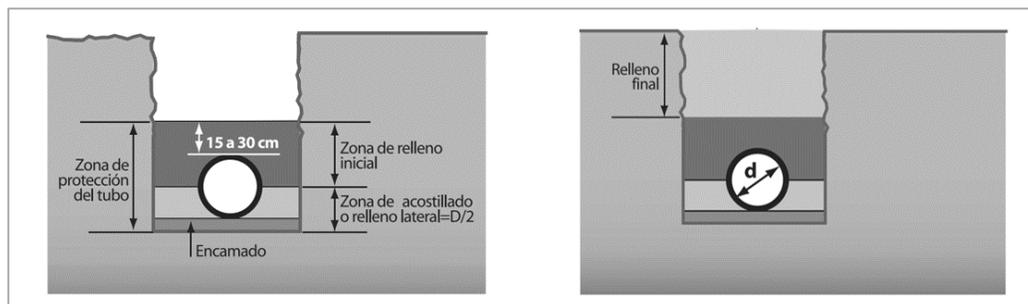


Figura 29. Relleno de zanjas

Fuente: Manual Técnico de Productos AMANCO (sin año)

En la Figura 30 se muestra un ejemplo de la red de distribución de agua potable en primer nivel (contrapiso y paredes) de una edificación de 2 plantas.

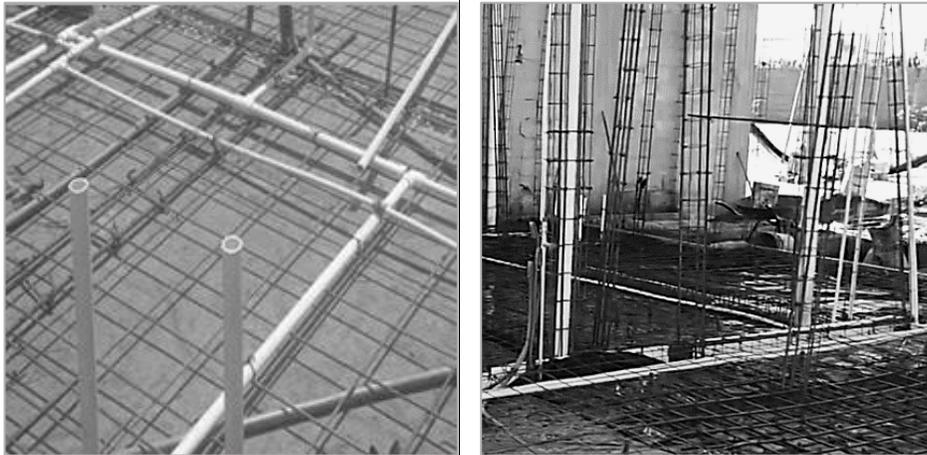


Figura 30. Red de distribución de agua potable en primer nivel de la edificación

Posteriormente, durante la etapa de armado de la losa de entrepiso se realiza instalación de la red tuberías que alimenta los dispositivos sanitarios del segundo nivel de la edificación. La distribución de los conductos se realiza conforme a los planos y con las mismas disposiciones descritas anteriormente, respecto a los acoples entre elementos, tiempo mínimo de secado de las juntas, anclajes y protección de previstas, tanto en las instalaciones internas en la losa, como en las que suben por las paredes. En la Figura 31 se muestra un ejemplo de la red de distribución de agua potable en segundo nivel (entrepiso y paredes) de una edificación de 2 plantas.



Figura 31. Red de distribución de agua potable en segundo nivel de la edificación

En caso de instalaciones aéreas (colgantes), deben colocarse soportes diseñados de manera que no provoquen concentraciones de esfuerzos que puedan dañar la tubería, y colocarse de modo que las deflexiones sean mínimas, tanto por estética como por estabilidad de la tubería.

Los soportes comúnmente utilizados consisten en abrazaderas de un ancho mínimo de 38 mm que se fijan a la losa, techo o muro mediante dispositivos de suspensión de material resistente. El espaciamiento entre los soportes no será mayor que los valores descritos en el Cuadro 4. En puntos como uniones y cambios de dirección, deben instalarse soportes a ambos lados, con una distancia máxima de 30 cm.

Si el soporte es metálico o de algún otro material que pueda dañar al tubo plástico, debe colocarse una cinta de protección para evitar el roce entre la abrazadera y el tubo. Además, la tubería no debe soportar el peso de las válvulas; estas deben fijarse independientemente, para que los esfuerzos no se transmitan a la tubería.

Cuadro 4. Separación máxima de los soportes de tuberías colgantes del sistema de agua potable

Diámetro nominal (mm)	SDR	Separación horizontal (cm)	Separación vertical (cm)
12	11 (CPVC)	90	135
	13,5	100	150
18	11 (CPVC)	90	135
	17	125	180
25	11 (CPVC)	90	135
	17 - 26	150	200

Fuente: Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones (2017)

Generalmente la instalación de las salidas de alimentación de los aparatos sanitarios requiere realizar aberturas en las paredes de mampostería. Una vez que las instalaciones estén listas, debe rellenarse las aberturas de las paredes con un mortero de resistencia y características adecuadas, que prevenga problemas futuros en el acabado final de las paredes.

La instalación de la toma domiciliaria se realiza generalmente de manera inmediata al medidor de agua (el cual se ubica generalmente en el área de aceras exteriores de la propiedad). Esta se debe realizar con base en el diseño y las especificaciones de los planos de construcción.

La toma domiciliaria, así como las válvulas y llaves de las tuberías que queden bajo el nivel del terreno o del piso deben estar provistas de cajas protectoras (de concreto, acero, plástico u otro material), de manera que sea posible el acceso y la operación. En la Figura 32 se muestra el detalle de instalación de una toma domiciliaria.

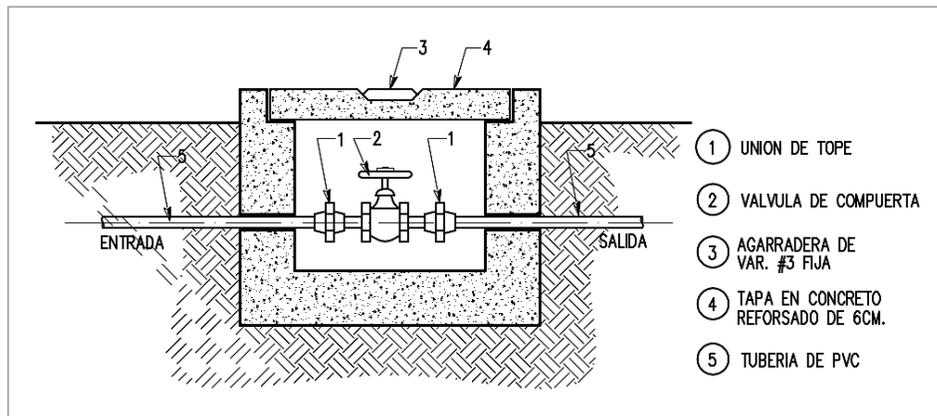


Figura 32. Detalle de toma domiciliaria de agua potable

Fuente: Suministrado por constructora (2020)

En el caso de las instalaciones de agua caliente, el Código de Instalaciones Hidráulicas establece las siguientes recomendaciones:

- En las tuberías del sistema de agua caliente se deberán instalar las juntas de dilatación para evitar pandeo, desplazamiento excesivo o rotura de las tuberías.
- Los equipos para la generación de agua caliente serán construidos de manera que sean resistentes a las presiones y temperaturas máximas que puedan darse en el sistema, resistentes a la corrosión y estar provistos de todos los dispositivos de seguridad.
- Los sistemas de generación de agua caliente dispondrán de válvulas de seguridad para controlar el exceso de presión y de válvulas de control en la tubería de abastecimiento de agua fría al sistema de generación de agua caliente para separar el tanque de agua caliente de las tuberías y facilitar su mantenimiento
- El sitio donde se realice la instalación de un calentador de agua deberá ser accesible para su inspección, mantenimiento o reemplazo.

En el caso de los tanques de almacenamiento, el código establece:

- Podrán instalarse tanques en los niveles inferiores (tanque de captación), en pisos intermedios, o sobre el edificio (elevados), siempre que cumplan con lo estipulado.
- Los tanques deben diseñarse de forma que garanticen la potabilidad del agua en todo momento e impidan la entrada de agua de lluvia, roedores u otros contaminantes, y permitan el acceso directo para su debida operación, inspección y mantenimiento.
- Los materiales para los tanques de almacenamiento deben ser impermeables, inodoros y que no den sabor al agua. Pueden ser plásticos, metales, fibrocemento, fibra de vidrio, concreto armado u otros materiales aprobados.
- Los tanques de almacenamiento deben estar dotados de los dispositivos necesarios para su correcta operación, mantenimiento y limpieza, tales como tubería de entrada con válvula, tubería de salida con válvula de compuerta o de paso, tubería de ventilación, tubería de rebalse protegida contra la entrada de insectos y una tubería de limpieza que descargue sin provocar inundaciones.
- Las conexiones de las tuberías al tanque deben hacerse de tal forma que no produzcan rotura en sus paredes y mantengan al tanque en sus condiciones iniciales. Las conexiones en tanques metálicos deberán evitar la corrosión electrolítica.
- La distancia vertical entre el techo del tanque y el eje del tubo de entrada del agua no podrá ser menor a 15 cm. La tubería de desagüe o de limpieza se ubicará de manera que permita el vaciado completo del tanque y deberá estar provista de una válvula.

Inspección y pruebas de funcionamiento

Las instalaciones de abastecimiento de agua deben inspeccionarse y probarse antes de que entren en servicio. El propósito de las pruebas de presión es comprobar que no hay fugas de agua en la red y que el acoplamiento de los tubos y accesorios se realizó correctamente.

Para efectuar la prueba, se requiere de una bomba hidráulica manual o de motor, equipada con un manómetro de capacidad apropiada y debe realizarse antes de instalar las piezas sanitarias, colocándose tapones en los lugares correspondientes. El proceso descrito en el Código de instalaciones hidráulicas es el siguiente:

El llenado de la tubería con agua debe realizarse a una presión máxima de 100 KPa (1,0 kg/cm²) y velocidad máxima 0,6 m/s, para eliminar lentamente el aire del sistema. Seguidamente se inyecta agua con la ayuda de una bomba hasta lograr una presión de 700 KPa (7,1 kg/cm²) o 1,5 veces la presión de diseño de la tubería. En el caso de la tubería de agua caliente CPVC, se debe realizar la prueba a una presión de 1000 KPa (10,2 kg/cm²).

Una vez que la presión se haya estabilizado, debe mantenerse durante un lapso mínimo de 15 minutos (y durante 24 horas de acuerdo con la recomendación de los técnicos), admitiéndose una disminución no mayor de 15 KPa (0,15 kg/cm²) sin acción de la bomba. Si el manómetro indica una disminución superior en la presión, se debe buscar los puntos de posibles fugas, los cuales deben ser adecuadamente corregidos, hasta cumplir con lo indicado anteriormente. En caso de no haber variación en la presión el sistema funciona adecuadamente.

Para los efectos de seguridad de la prueba, deben usarse manómetros con sensibilidad suficiente para indicar cambios de presión pequeños, del orden de 5 KPa (0,05 kg/cm²) o inferiores.

Desinfección sanitaria

Previo a la puesta en operación del sistema de distribución de agua potable, debe realizarse un lavado y desinfección del mismo. El proceso de desinfección descrito en el Código es el siguiente:

El sistema de tuberías deberá ser llenado con agua potable, hasta que reboce en los accesorios. Debe comprobarse que las tuberías por desinfectar están libres de materiales ajenos y de residuos. Seguidamente se llena con una solución de agua y cloro (al menos 50 mg de cloro por litro), hasta que reboce en los accesorios. Esta debe actuar en el interior de la tubería durante al menos 3 horas.

Durante el proceso de cloración, todas las válvulas y otros accesorios serán operados repetidas veces, para asegurar que todas sus partes entren en contacto con la solución de cloro. Después de la desinfección, el agua con cloro será totalmente expulsada de la tubería llenándola con el agua de consumo. El proceso se deberá repetir, si se comprueba la persistencia de residuos, elementos contaminantes o una alta concentración de cloro.

4.1.2. Sistema Sanitario

El sistema sanitario es el encargado de la recolección y evacuación de las aguas jabonosas y de las aguas negras. Su diseño se realiza de forma que permita el escurrimiento de los desechos por gravedad, evitando el paso de gases y malos olores al interior de la edificación. En el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones se indica que “las instalaciones sanitarias para desagüe de aguas residuales deberán diseñarse y construirse en forma tal que permitan un rápido escurrimiento de los desechos, se eviten obstrucciones, impidan el paso de gases, olores y animales al interior de las edificaciones, que no permitan el escape de líquidos ni la formación de depósitos en el interior de las tuberías e impidan la contaminación del agua de consumo. Ningún desagüe tendrá conexión alguna con el sistema de agua potable por ningún motivo, así como tampoco con el sistema de desagüe pluvial”.

Se compone principalmente de:

- Tuberías de evacuación: son las tuberías que permiten transportar las aguas servidas desde los aparatos sanitarios y por todo el sistema de conducción hasta la red de alcantarillado sanitario u mecanismo de disposición final de los desechos.
- Tuberías de ventilación: denominadas sistemas de aireación o ventilación sanitaria, cuyo fin es garantizar la circulación de los gases hacia el exterior de la edificación y mantener las condiciones de presión adecuadas para el buen funcionamiento de los sellos hidráulicos e impedir la formación de bolsas de gases dentro de las tuberías.
- Elementos de registro: se instalan en la red de tuberías para permitir su inspección y mantenimiento, tales como bocas de limpieza, registros de piso, cajas de registro
- Trampas de grasa: se instalan en los conductos de desagüe de los fregaderos con el propósito de recolectar desechos sólidos, grasas y aceites que puedan afectar el buen funcionamiento de la red de tuberías.
- Sifones: Dispositivos con un cierre hidráulico, denominado sello de agua, cuya función es evitar el paso de los olores procedentes de las tuberías de desagüe al interior de la edificación. Generalmente es un tubo en forma de “S”.

4.1.2.1. Materiales

El diseño de este sistema se realiza utilizando el concepto del caudal máximo probable. Las dimensiones de los colectores primarios y secundarios se calculan tomando como base el caudal que pueda descargar cada pieza sanitaria. El caudal máximo de un colector se obtendrá considerando la probabilidad de uso simultáneo de las piezas sanitarias conectadas al mismo.

El material que se utiliza comúnmente en la construcción del sistema de aguas servidas en proyectos habitacionales de 1 y 2 niveles es el policloruro de vinilo (PVC). La red de tuberías, por lo general, se construye utilizando tuberías (y accesorios de conexión) de diámetro nominal de 38, 50, 75 y 100 mm (1 ½", 2", 3" y 4" respectivamente). En el Cuadro 5 se muestra algunas características de los diámetros comerciales comúnmente utilizados en el sistema sanitario. La pendiente mínima corresponde con las disposiciones del Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias

Cuadro 5. Características de tuberías de PVC para desagües sanitarios

Diámetro nominal (mm)	Diámetro medio exterior (mm)	Espesor de pared mínimo (mm)	Pendiente mínima (%)
38	48,26	2,84	2
50	60,33	3,56	2
75	88,90	5,23	2
100	114,30	6,73	1,5

Fuente: Manual Técnico de Productos AMANCO (sin año)

El Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias señala:

- En el desagüe de fregaderos, lavatorios y tinas debe instalarse tuberías de un diámetro mínimo de 38 mm.
- Las duchas y lavadoras deben tener ductos de desagüe de al menos 50 mm de diámetro.

- El desagüe de inodoros debe realizarse con tubería de 75 mm (descarga < 6,0 litros) o 100 mm de diámetro.
- El diámetro de un conducto horizontal de desagüe no podrá ser menor que el de cualquiera de los orificios de salida de las piezas que en él descarguen.

Además, la tubería de 100 mm se utiliza generalmente en los colectores principales, mientras las tuberías de 50 y 75 mm se emplean en los colectores secundarios del sistema.

Los diámetros de las tuberías de ventilación deben elegirse de manera que limiten la variación de la presión en el sistema de desagüe de aguas residuales a un máximo de doscientos cuarenta y cinco pascales (245 Pa), por encima o por debajo de la presión atmosférica. De acuerdo con el tipo sistema de ventilación (ventilación en circuito, individual, húmeda, de bajante o una combinación) se realiza el diseño de la tubería. Por lo general se utilizan tuberías PVC de diámetros 32, 38 y 50 mm (1 ¼", 1 ½" y 2").

Las bocas de limpieza (yee + tapón roscado removible), los registros de piso y los sifones comúnmente se instalan utilizando accesorios de PVC del mismo diámetro de la tubería de desagüe al que sirven.

Las cajas de registro por lo general se construyen con materiales impermeables como concreto, mampostería, hierro, entre otros. La tapa de estas debe ser de acero, concreto u otros materiales que demuestren tener las características necesarias para formar parte del sistema. En la parte superior de la caja se coloca un marco elaborado con angulares de acero (soldados) para asentar la tapa correspondiente, elaborada comúnmente con perfiles de acero y concreto reforzado. El acabado final se realiza aplicando repello (10 mm de espesor) interna y externamente.

Las trampas de grasa que suelen instalarse en residencias habitacionales son elaboradas en materiales como concreto, acero o plástico reforzado, en una variedad de tamaños (capacidad de almacenaje).

En la siguiente figura se muestran algunos componentes típicos del sistema sanitario y ventilación.



Figura 33. Componentes del sistema sanitario

Fuente: Manual Técnico de Productos AMANCO (sin año)

4.1.2.2. Proceso Constructivo

Previo a iniciar las obras de construcción, debe hacerse una revisión de los planos y las especificaciones técnicas, con el objetivo de identificar la ubicación y características de los diversos elementos (tuberías de evacuación y ventilación, cajas de registro, bocas de limpieza, trampas de grasa, sifones, entre otros).

En las Figuras 34, 35, 36, 37, 38 y 39 se muestra el detalle constructivo de los sistemas de distribución de aguas residuales y de ventilación de una casa de habitación de 2 niveles. En estas se observa en detalle las características de la distribución de tuberías (de evacuación y ventilación) y demás componentes del sistema.

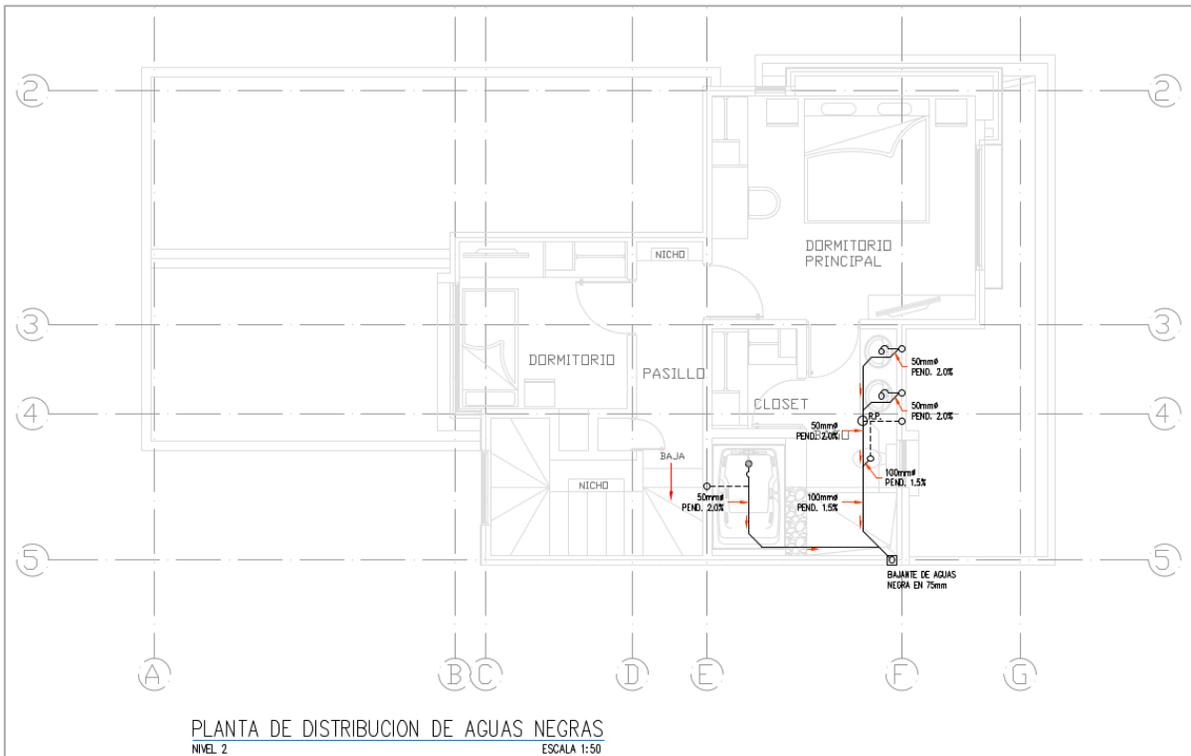
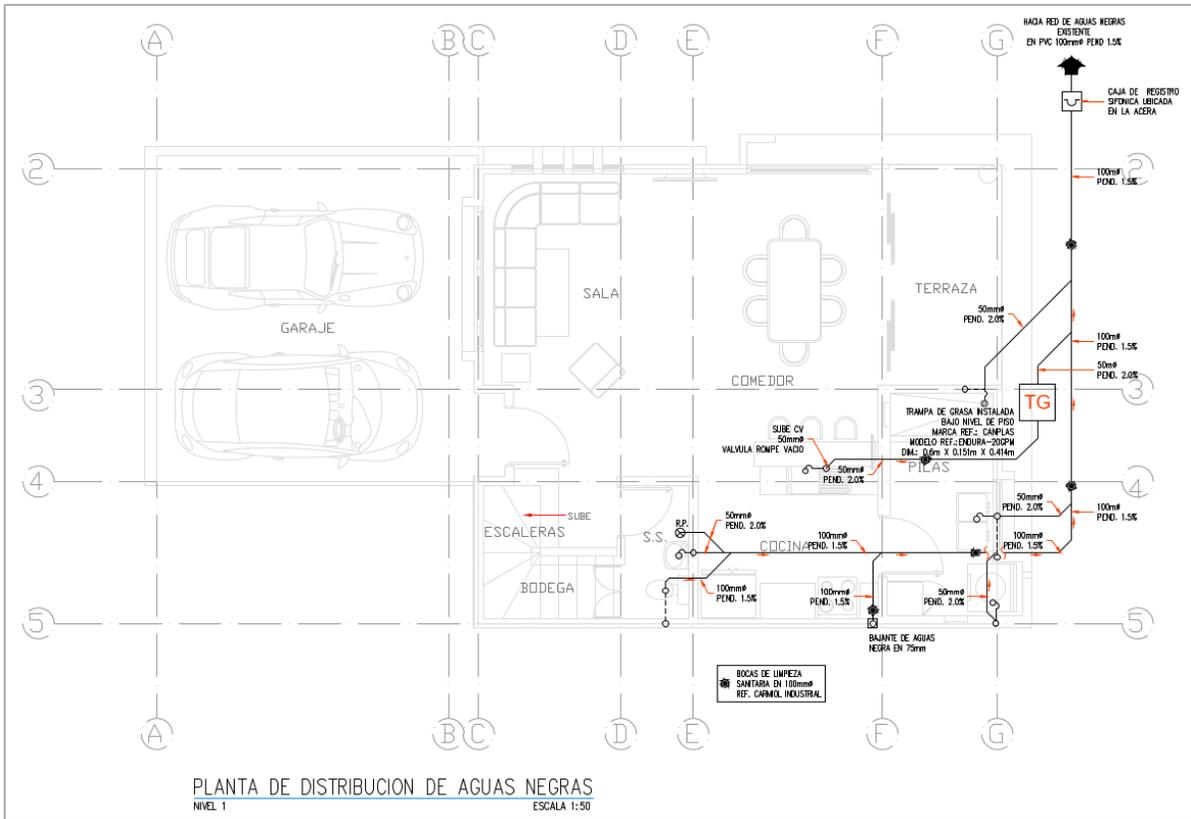


Figura 34. Plantas de distribución de aguas residuales

Fuente: Suministrado por constructora (2020)

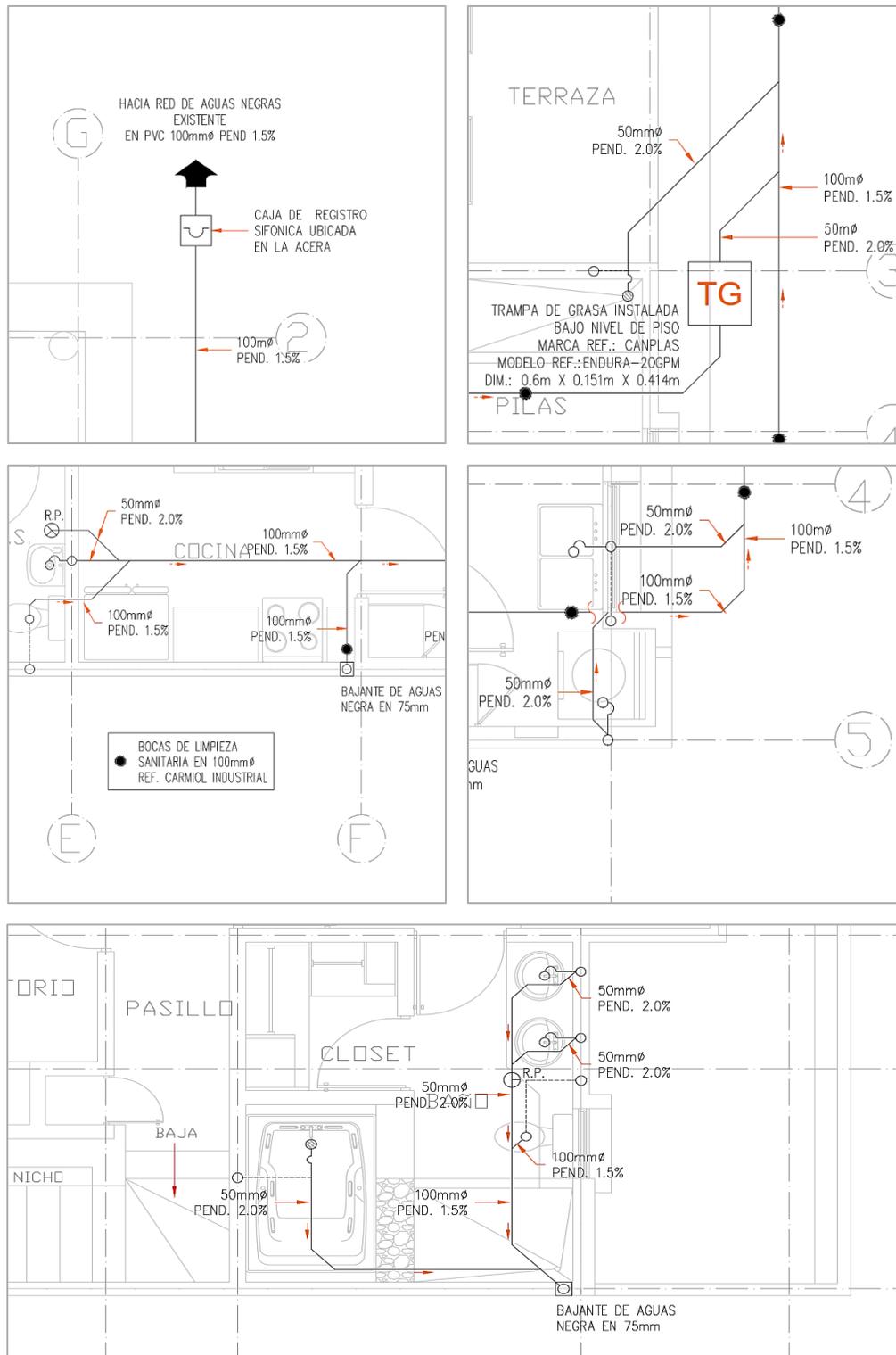


Figura 35. Detalle de segmentos de la red de distribución de aguas residuales

Fuente: Suministrado por constructora (2020)

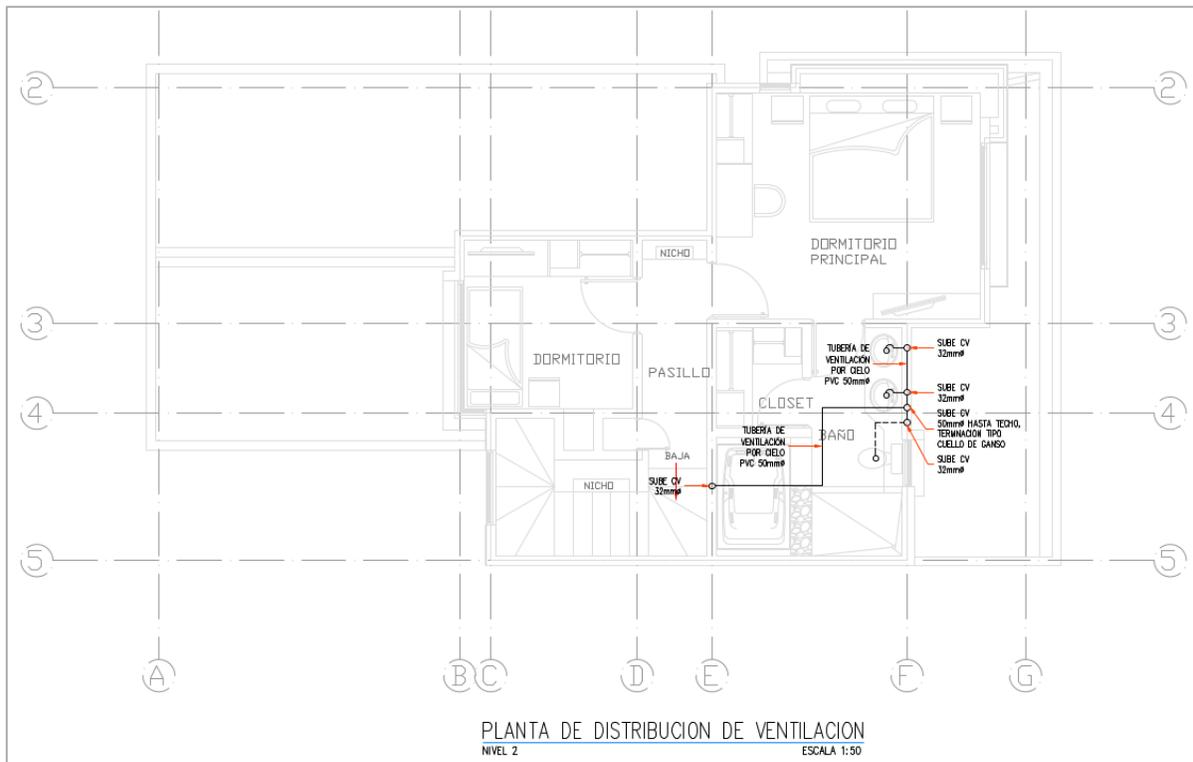
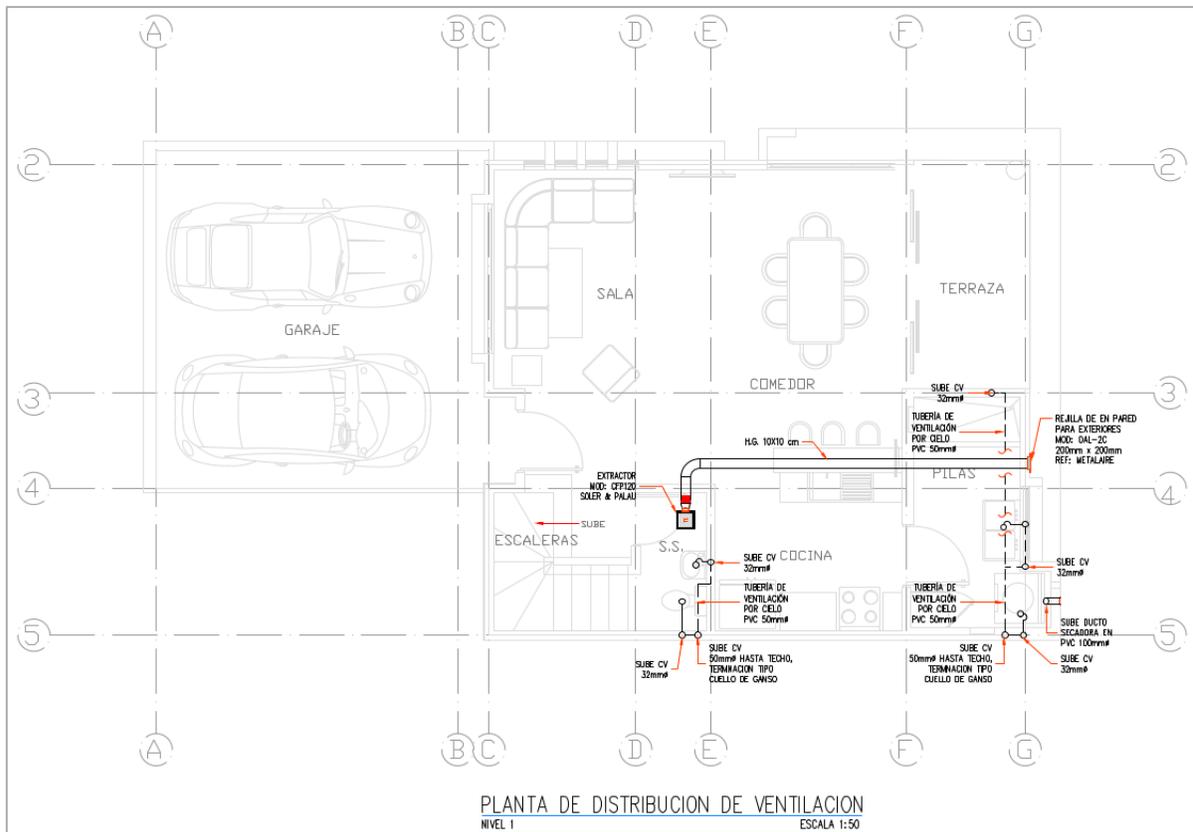


Figura 36. Plantas de distribución de ventilación
Fuente: Suministrado por constructora (2020)

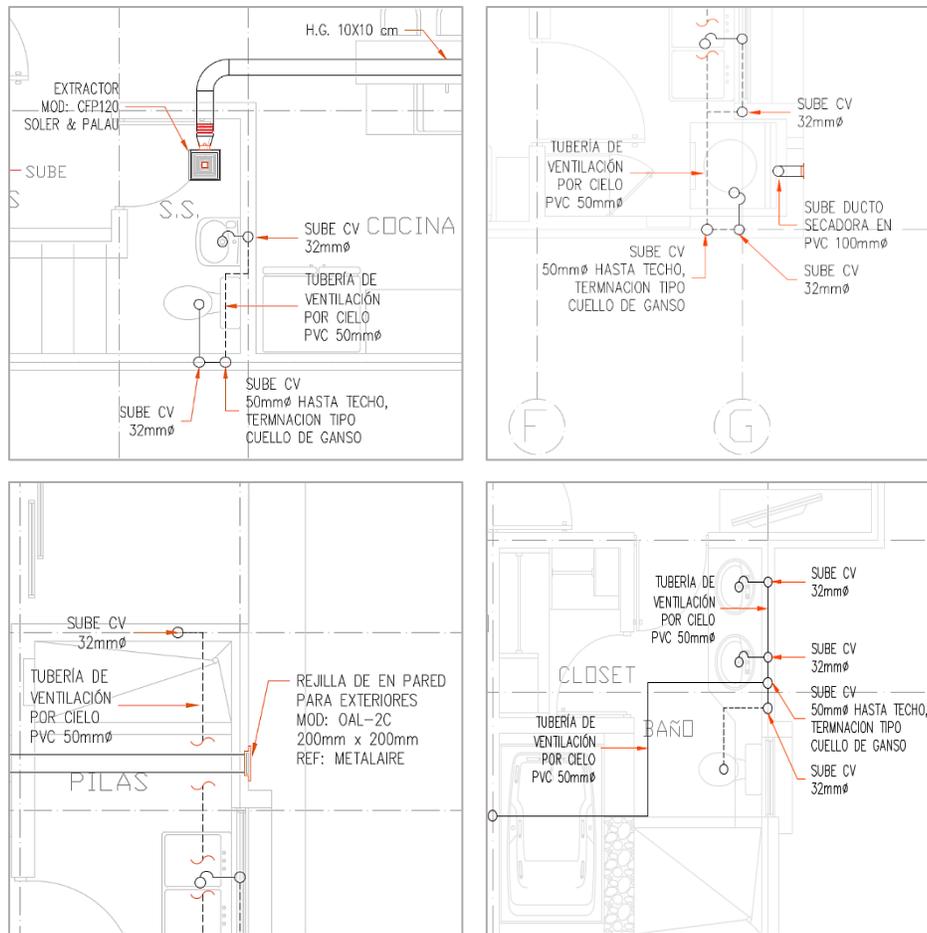


Figura 37. Detalle de segmentos de la red de distribución de ventilación

Fuente: Suministrado por constructora (2020)

NOTAS DE INSTALACION MECANICA

TODA LA INSTALACIÓN MECÁNICA, SE REALIZARÁ EXACTAMENTE TAL Y COMO SE INDICA EN LOS PLANOS, NO PERMITIÉNDOSE POR NINGUNA RAZÓN VARIACIÓN ALGUNA EN LAS TUBERÍAS. SI SE EFECTUARA, ÉSTA SERÁ REALIZADA BAJO RESPONSABILIDAD DEL PROPIETARIO, QUEDANDO EL INGENIERO DISEÑADOR EXENTO DE TODA RESPONSABILIDAD.

TODA LA INSTALACIÓN SERÁ REALIZADA DE ACUERDO AL CÓDIGO DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS EN EDIFICACIONES, VIGENTE EN COSTA RICA, GUIÁNDOSE CON ESTOS PLANOS.

LA TUBERÍA DE AGUAS NEGRAS SERÁ EN MATERIAL PLÁSTICO TIPO PVC, PARED GRUESA SDR-26, CON LOS DIÁMETROS INDICADOS, TUBERÍAS CON DIÁMETROS DE 75mm O MENOS LLEVAN UNA PENDIENTE MÍNIMA DE 2%, LAS DE 100mm DE 1.5% Y DE 150mm O MAYOR LLEVAN UNA PENDIENTE MÍNIMA DE 1%.

LOS ACCESORIOS PARA LOS SISTEMAS DE TUBERÍAS DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES SERÁ DEL TIPO SANITARIO, DE INSERCIÓN PARA UTILIZACIÓN CON PEGAMENTO ESPECIAL PARA PVC.

LAS TUBERÍAS DE AGUAS NEGRAS, GRASAS Y PLUVIALES SERÁN PROBADAS CON UNA COLUMNA DE AGUA DE 3 METROS DE ALTO DURANTE 3 HORAS Y LAS DE AGUA POTABLE Y CALIENTE A 120 PSI DURANTE 3 HORAS. LAS PRUEBAS SE HARÁN ANTES DE TAPAR LAS ZANJAS O CIELOS.

TODAS LAS TUBERÍAS DE AGUAS NEGRAS, AGUAS GRASAS Y PLUVIALES, DEBEN TENER REGISTROS DE LIMPIEZA EN TRAMOS HORIZONTALES Y VERTICALES DE LA SIGUIENTE MANERA: AL INICIO DE COLECTORES HORIZONTALES DE UNA BATERÍA, EN TRAMOS HORIZONTALES EN DONDE HAN DESCARGADO OTROS COLECTORES Y CADA 10m EN TRAMOS RECTOS HORIZONTALES. EN BAJANTES VERTICALES, EN CADA PISO Y AL PIE DE CADA BAJANTE VERTICAL.

TODOS LOS SIFONES DE LOS APARATOS SANITARIOS TENDRÁN UNA VENTILACIÓN INDEPENDIENTE, QUE SALE AL PUNTO MÁS ALTO DE LA EDIFICACIÓN. A ALERO, TECHO O AZOTEA CONTRARIO A LA DIRECCIÓN QUE SOPLA EL VIENTO Y SERÁ EN TUBERÍA DE PVC TIPO SDR-41.

Figura 38. Notas de instalación de la red sanitaria

Fuente: Suministrado por constructora (2020)

SIMBOLOGIA MECANICA	
	TUBERIA DE AGUAS NEGRAS EN MATERIAL PLASTICO TIPO PVC, PARED GRUESA SDR-26, CON LOS DIAMETROS INDICADOS, TUBERIAS CON DIAMETROS DE 75mm O MENOS LLEVAN UNA PENDIENTE MINIMA DE 2%, LAS DE 100mm O MAYOR LLEVAN UNA PENDIENTE MINIMA DE 1%.
	TUBERIA DE VENTILACION DE AGUAS NEGRAS, COLOCADO HORIZONTALMENTE MIN 15cm POR ENCIMA DE LA ALTURA DE DESCARGA DEL MUEBLE SANITARIO.
	CODO A 45°, EN TUBERIA INDICADA
	CODO A 90°, EN TUBERIA INDICADA
	TEE SANITARIA, EN TUBERIA INDICADA
	DESCARGA DE MUEBLES SANITARIOS O SIMILAR EN PVC SDR-26, EN PISO O PARED SEGUN LO INDICADO, EL DIAMETRO INDICADO.
	DRENAJE DE PISO, CON REJILLA DE BRONCE Y REMOVIBLE, PARA LIMPIEZA DE HIERRO O BRONCE FUNDIDO CON SIFON DE PVC SDR-26 DE 50 MODELO 282-H DE HELVEX.
	REGISTRO DE PISO, VER DETALLE.
	COLUMNA DE VENTILACION PARA AGUAS NEGRAS, CON EL DIAMETRO INDICADO EN MATERIAL PLASTICO PVC SDR-41.
	BAJANTE DE AGUAS NEGRAS, MATERIAL PLASTICO PVC SDR-26, PARED GRUESA, CON LOS DIAMETROS INDICADOS.
	CENICERO CON TAPAS DE CONCRETO (TRAMPA DE GRASAS) REF. HELVEX IG-10 VER DETALLE
	CAJA DE REGISTRO PARA AGUAS NEGRAS DE 60x60cm MIN, DE CONCRETO, PAREDES REPELLADAS, CONTRATAPAS DE CONCRETO. VER DETALLE
	QUIEBRA GRADIENTES PARA AGUAS NEGRAS DE 60x60cm MIN, DE CONCRETO, PAREDES REPELLADAS, CONTRATAPAS DE CONCRETO. VER DETALLE.
	CAJA DE REGISTRO SINFONICA PARA AGUAS NEGRAS DE 60x60cm MIN, DE CONCRETO, PAREDES REPELLADAS, CONTRATAPAS DE CONCRETO. VER DETALLE.

Figura 39. Simbología en planos de la red sanitaria

Fuente: Suministrado por constructora (2020)

La construcción del sistema sanitario es un proceso análogo y simultáneo a la construcción de la red de conducción de agua potable. De igual forma, es prácticamente un proceso continuo durante la ejecución de un proyecto habitacional.

En la etapa de armado de la losa de fundación de la edificación se realiza el trazo, excavación e instalación de la red tuberías y accesorios (bocas de limpieza, registro de piso, sifones, otros) que van enterrados e internamente en la losa, situando las previstas de los conductos de desagüe (inodoros, duchas, otros) del primer nivel, de las cajas de registro y de los conductos de evacuación y ventilación que suben por paredes y columnas.

Para realizar el trazo se utiliza cal, cuerdas de nilón u otro material para marcar en el terreno y señalar con precisión la desembocadura al alcantarillado sanitario (servicio público) donde se dispondrán las aguas residuales, la posición de los registros y el recorrido de los elementos enterrados e internos en la fundación, de acuerdo con la descripción en planos.

La excavación de zanjas debe realizarse de un ancho suficiente para proveer el espacio adecuado para acoplar las tuberías y los accesorios, y permitir colocar y compactar material de relleno lateral al tubo. Como este sistema funciona por gravedad, el factor principal a considerar son las pendientes, ya que estas deben ser suficientes para que los residuos no se sedimenten y se produzcan obstrucciones, por lo que es fundamental realizar la excavación conforme a las disposiciones de pendientes mínimas.

El Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones establece las siguientes disposiciones a tomar en cuenta:

- La profundidad de las zanjas estará de acuerdo con el diámetro de la tubería a instalar y en ningún caso habrá una distancia menor a 30 cm entre la corona del tubo y la superficie del terreno. En caso de una zona transitada, esta distancia no deberá ser menor a 1,0 m salvo que mediante cálculos se demuestre que un valor menor es seguro.
- El fondo de la zanja debe proveer un apoyo longitudinal uniforme y adecuado bajo la tubería, con el fin de evitar posibles desperfectos por asentamiento. Por lo general, es suficiente una capa compactada de 100 a 150 mm.
- Las tuberías de los desagües residuales deberán alejarse una distancia mínima de 25 cm de los conductos de agua potable.

Una vez colocada la tubería de evacuación, ventilación y los accesorios según las posiciones establecidas en los planos, se realizan los acoples respectivos, colocando pegamento especial para tubería PVC en las zonas previstas para los acoples (extremos lisos y campanas de tuberías y accesorios) y se procede a unirlos manualmente. Durante este proceso es importante cumplir con el tiempo de secado y fijar correctamente los elementos horizontales y verticales para evitar que se muevan y se produzcan fallos en los acoples; y que las previstas se sellen (con un tapón temporal), señalicen y protejan para evitar dañarlas o rellenarlas con concreto, tierra o de algún otro material que podría generar obstrucciones o fallas en el sistema.

La instalación de la tubería de las salidas de evacuación de los aparatos sanitarios (inodoros, duchas, lavatorios, entre otros) y los dispositivos de registro y limpieza se ejecuta de acuerdo con los niveles descritos en los planos. Generalmente las salidas de inodoros, duchas, lavadoras, bocas de limpieza y registros de piso se ubican a nivel de piso terminado, las de lavatorios y fregaderos a una altura de 40 - 60 cm.

Es importante que las salidas (a nivel de piso) de inodoros, duchas, lavadoras, bocas de limpieza y registros de piso, se posicionen con la mayor precisión, respetando los alineamientos y las separaciones mínimas de paredes. La salida de inodoros generalmente se ubica con una separación del borde de la pared de aproximadamente 25 cm (este valor puede variar de acuerdo con las características de la losa según marca y modelo, por lo que es necesario que se realicen las debidas aclaraciones con el diseñador y/o el cliente). La ubicación de las salidas de duchas y tinas dependerá de su respectivo diseño, y estarán dotados de sifones (de diámetro no menor que el de la tubería al que sirven) para evitar la filtración de malos olores.

Las bocas de limpieza deben instalarse en la dirección opuesta al flujo y formando un ángulo de 45° con la tubería, con el fin de evitar la salida de las aguas servidas por la boca. Estas deben instalarse de acuerdo con lo siguiente:

- A cada 10 m y cada dos cambios de dirección en los conductos horizontales de desagüe, y en el mismo diámetro de la tubería al que sirven.
- Al comienzo de cada ramal horizontal de desagüe de una batería de piezas sanitarias, o en tramos horizontales en los que han descargado otros ramales.
- Al pie de cada bajante, salvo cuando descargue en un colector recto con una caja de registro que se encuentre a no más de 5 m del pie del bajante.
- Cuando las tuberías vayan ocultas o enterradas, deben extenderse utilizando conexiones de 45°, hasta terminar a ras con la pared o piso, o se alojarán en registros de dimensiones que permitan la remoción del tapón y la efectiva limpieza del sistema.
- La distancia mínima entre el tapón de cualquier boca de limpieza y una pared, techo o cualquier elemento que pudiera obstaculizar la limpieza del sistema, será de 45 cm para tuberías de 100 mm o más de diámetro y de 30 cm para tuberías de 75 mm o menos.

- En los registros de piso, tanto la tapa como el borde superior del cuerpo deberán quedar a ras con el piso terminado. Estos registros deberán encontrarse a una distancia no menor a 6 m de cualquier puerta de acceso.

En la siguiente figura se muestra el detalle instalación de las bocas de limpieza y los registros de piso.

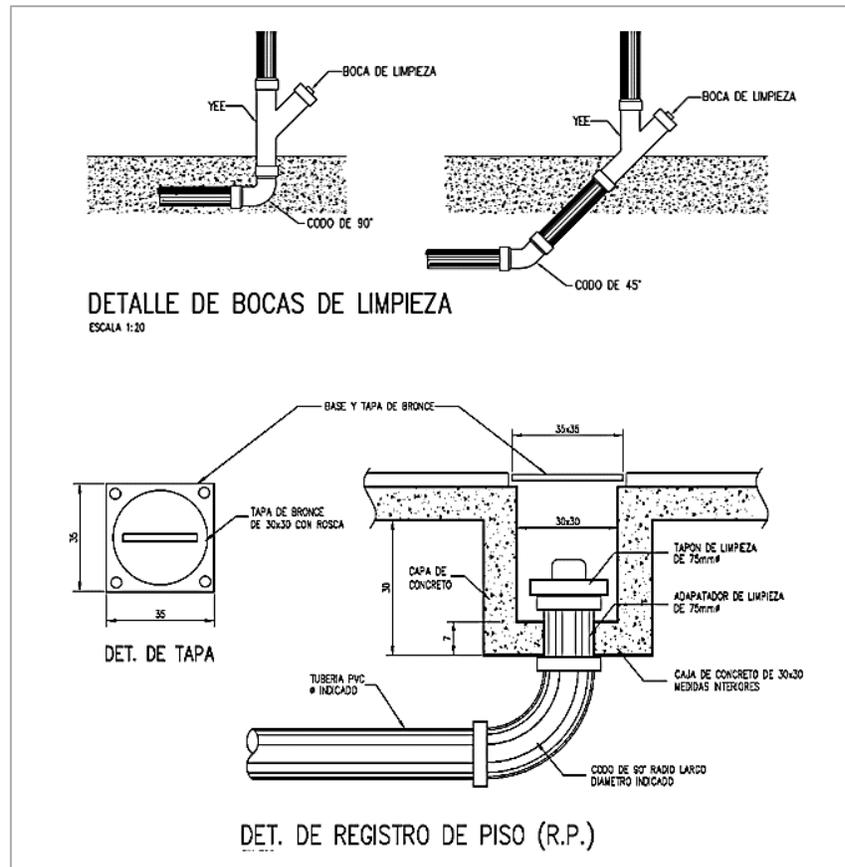


Figura 40. Detalle de bocas de limpieza y registro de piso

Fuente: Suministrado por constructora (2020)

De acuerdo con el Código de Instalaciones Sanitarias los cambios de dirección horizontales de las tuberías de desagüe deben hacerse por medio de uniones en Y de 45°, codos de curva abierta de 60°, 45° o 22,5°, o con combinaciones apropiadas de estos aditamentos. Los cambios de dirección de horizontal a vertical mediante el uso de uniones en T sencillas o dobles, codos de 45° con uniones en Y de 45° y codos de 90°.

Los empalmes entre los bajantes y los conductos de desagüe, deben hacerse a un ángulo no mayor a 45°, salvo que se hagan en una caja de registro. Se prohíbe la utilización de codos de más de 45°, T rectas a 90° (excepto en tubería de ventilación) y uniones en Y dobles a 45°.

La instalación de las tuberías de ventilación se realiza simultáneamente con las tuberías de evacuación, verificando el cumplimiento de las siguientes disposiciones:

- Las ventilaciones individuales deben ser de al menos 32 mm de diámetro y no menor a la mitad del diámetro del desagüe del accesorio al que están conectadas, excepto en el caso en donde se instale un desagüe de 100 mm de diámetro para un inodoro o similar, en el que puede instalarse una ventilación individual de 38 mm de diámetro.
- Si la instalación de las tuberías de ventilación se realiza en circuito, estas deben tener al menos la mitad del diámetro del ramal horizontal de aguas residuales al que estén conectadas y en ningún caso menor a 38 mm.
- Los tubos de ventilación conectados a tramos horizontales del sistema de desagüe se elevan verticalmente o en un ángulo no menor de 45° con la horizontal, hasta una altura no menor a 15 cm por encima del nivel de rebose del aparato sanitario.
- Las tuberías de ventilación horizontales deberán tener una pendiente uniforme no menor al 1%, de tal forma que lo que pudiera condensarse se lleve al desagüe.
- La conexión de la tubería de ventilación debe quedar ubicada por encima del nivel del vertedero del sifón correspondiente. Con excepción de las tuberías de ventilación de los sifones de aquellas piezas sanitarias que reponen automáticamente los correspondientes sellos hidráulicos, tales como los inodoros.
- La conexión de ventilación se instala de tal manera que la distancia entre el sello de agua (sifones) y la conexión de ventilación correspondiente no sea menor a dos diámetros del tubo de desagüe y no mayor a: 0,75 m si el diámetro del desagüe es de 32 mm, 1,10 m si es de 38 mm, 1,50 m si es de 50 mm, 1,80 m si es 75 mm o 3,00 m si el diámetro de desagüe es de 100 mm.
- La tubería de ventilación de los inodoros debe ubicarse a una distancia de al menos 33 cm de la salida de evacuación del inodoro. En caso de que la ventilación no se pueda ubicar cercana al inodoro, esta podrá ubicarse a una distancia no mayor de 3 m de la salida del inodoro.

En la Figura 41 se muestra el detalle de un sistema típico de ventilación para edificaciones habitacionales. En la Figura 42 se muestra el detalle de las disposiciones a considerar durante el diseño y la instalación de la tubería de ventilación de los inodoros.

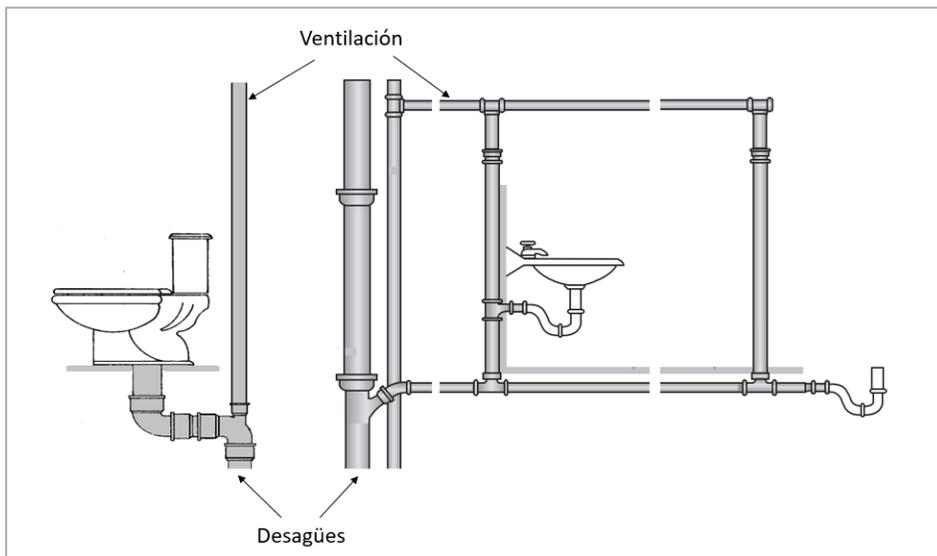


Figura 41. Detalle de ventilación típica

Fuente: Manual Técnico de Productos AMANCO (sin año)

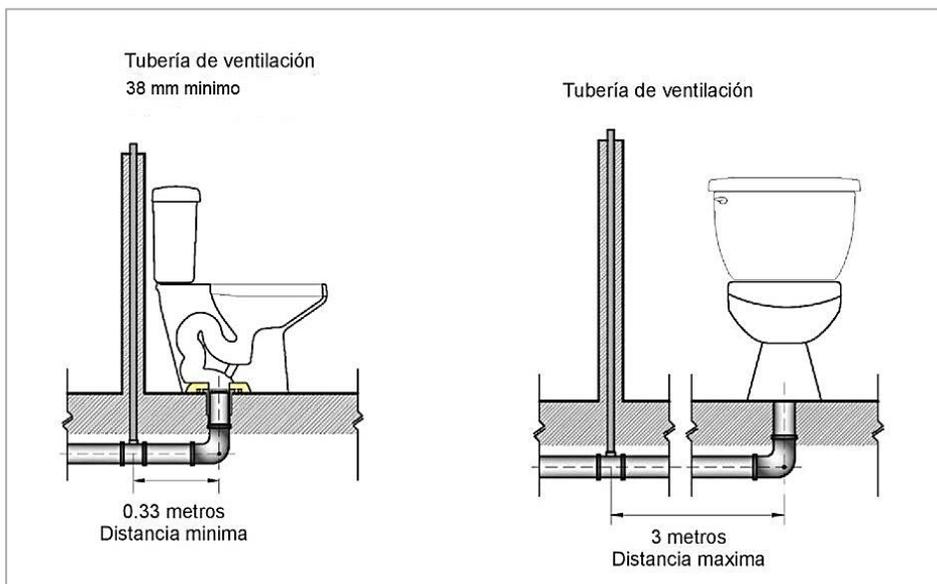


Figura 42. Detalle de ventilación en inodoros

Fuente: Manual Técnico de Productos AMANCO (sin año)

En la Figura 43 se muestra el detalle de las disposiciones a considerar durante el diseño y la instalación de la tubería de ventilación de los lavatorios, fregaderos, duchas, tinas, pilas, entre otros.

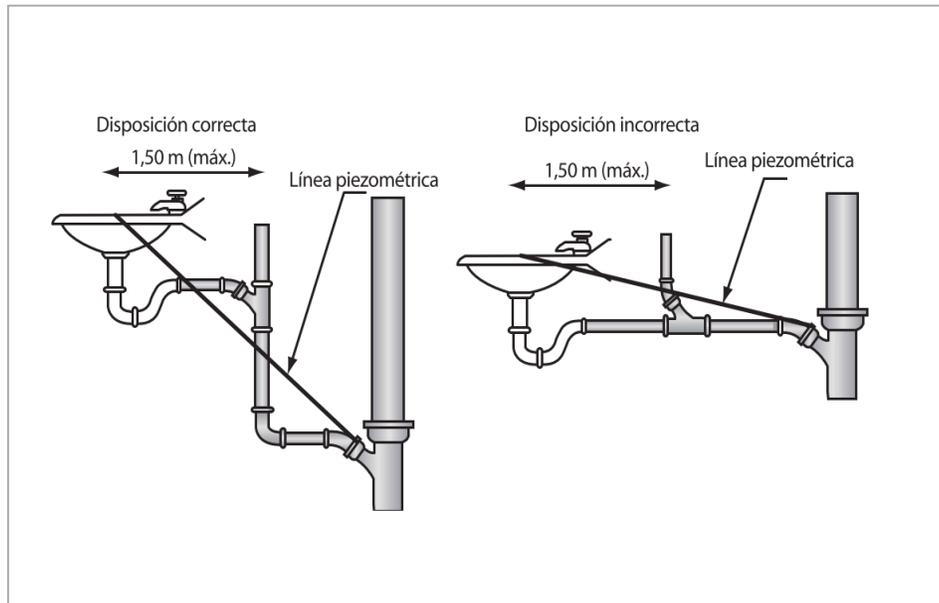


Figura 43. Detalle de ventilación en lavatorios

Fuente: Manual Técnico de Productos AMANCO (sin año)

En la Figura 44 se muestra un ejemplo de la red de evacuación de aguas residuales en primer nivel (contrapiso y paredes) de una edificación de 2 plantas.



Figura 44. Red de tuberías de sanitarias en primer nivel de la edificación

En la etapa de armado de la losa de entrepiso se realiza la instalación de la red evacuación de los dispositivos sanitarios del segundo nivel de la edificación, así como la continuación del sistema de ventilación que permitirá que los gases y olores de todas las tuberías de desagüe circulen hacia arriba y escapen a la atmósfera por encima de la edificación. Las terminales de la ventilación deben extenderse verticalmente al menos 15 cm por encima del techo y terminar a una distancia de al menos 90 cm por encima de cualquier ventana, puerta o cualquier entrada de aire del edificio. La instalación de todos los conductos y demás accesorios debe realizarse conforme a los planos y especificaciones del proyecto, obedeciendo las disposiciones descritas anteriormente.

En la Figura 45 se muestra un ejemplo de la red de evacuación de aguas residuales en segundo nivel (entrepiso y paredes) de una edificación de 2 plantas.



Figura 45. Red de tuberías sanitarias en segundo nivel de la edificación

En caso de instalaciones aéreas (colgantes), deben colocarse soportes de un ancho mínimo de 50 mm fijados a la losa de entrepiso, estructura techo o muro, con separación máxima entre los soportes, de acuerdo con lo indicado en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Separación máxima de los soportes de tuberías colgantes del sistema sanitario

Diámetro nominal (mm)	Separación horizontal (cm)	Separación vertical (cm)
32 - 38 - 50	200	250
18	250	300

Fuente: Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones (2017)

Posteriormente, durante el montaje de los aparatos sanitarios como lavatorios, fregaderos y similares, se realiza la instalación de sus respectivos los sifones, los cuales cumplen la función de evitar el paso de los olores procedentes de las tuberías de desagüe al interior de la edificación, por lo que su correcta instalación resulta de vital importancia. El Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones estipula las siguientes regulaciones:

- El sello de agua de cada sifón tendrá una altura no inferior a 5 cm ni mayor a 10 cm, excepto en los casos en que se especifique la altura del sello por usar.
- En ningún caso, el diámetro nominal del sifón podrá ser menor que el de la tubería al que sirve.
- Los sifones de lavatorios y fregaderos deben contar con tapa removible que permita su inspección y mantenimiento.
- Los sifones se colocarán lo más cerca posible de los orificios de descarga de las piezas sanitarias correspondientes, pero a una distancia vertical no mayor a 60 cm entre el orificio de descarga y el vertedero del sifón.

Durante la instalación de los sifones es importante que se realice correctamente la colocación de los empaques, el ajuste de cada uno de los elementos roscables y la unión de los elementos pegables. En la siguiente figura se ejemplifica el proceso de instalación de un sifón de fregadero de cocina.

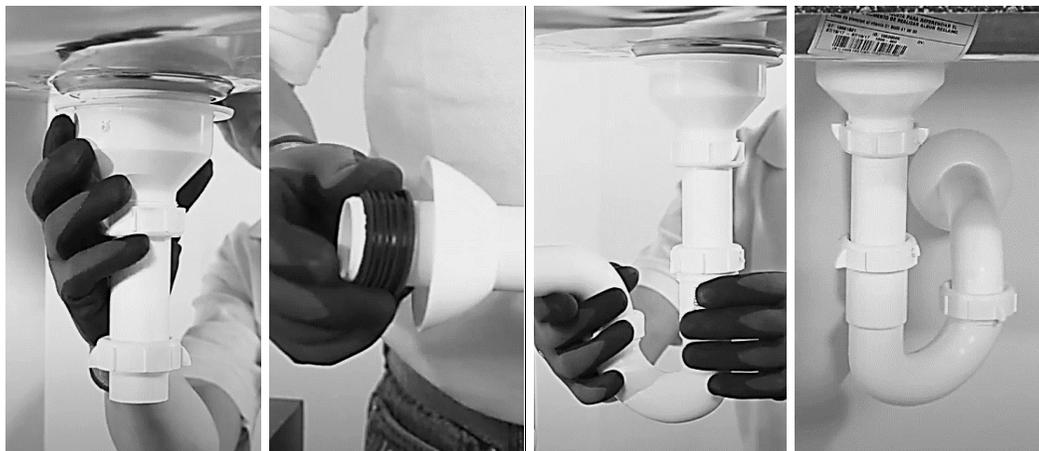


Figura 46. Instalación de sifón de lavatorio

La conexión del desagüe de aguas residuales a la red pública (o tanque séptico) se realiza mediante una caja de registro con un sifón. Este sifón debe estar equipado con dos bocas de limpieza del mismo diámetro del sifón, y no menores a 100 mm. La caja protectora se construye con concreto reforzado, o se instala en concreto prefabricado o hierro, de acuerdo a lo especificado en los planos constructivos. El detalle de instalación se muestra en la siguiente figura.

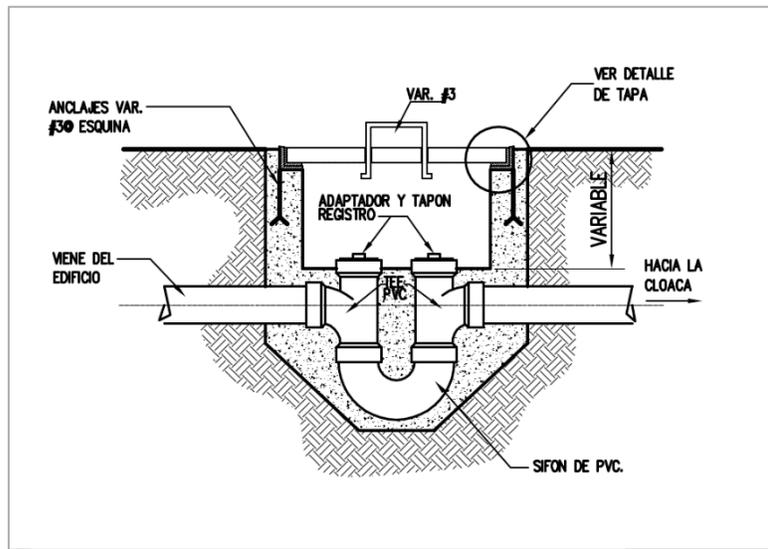


Figura 47. Detalle de caja de registro sifonica de desagüe sanitario

Fuente: Suministrado por constructora (2020)

Si la red de tuberías exteriores lo requiere, debe construirse cajas de registro en los cambios de dirección, pendiente o diámetro, en cada conexión con un ramal, y a cada 10 m en tramos rectos. Su construcción por lo general se realiza con concreto reforzado. El Código establece las siguientes disposiciones respecto a su diseño y construcción:

- La separación mínima entre el tubo y las paredes de la caja debe ser de 75 mm.
- En las conexiones de un solo ramal, el ancho mínimo de las cajas estará dado por el diámetro de la tubería mayor más 30 cm, distribuidos como 10 cm y 20 cm de separación entre el tubo y las paredes.
- En las conexiones de dos ramales, el ancho mínimo de las cajas estará dado por el diámetro de la tubería mayor más 40 cm, de manera que la separación entre el tubo y las paredes sea de al menos 20 cm. Estos deben entrar a la caja de registro en forma opuesta el uno del otro.

La instalación de las trampas de grasa se realiza de acuerdo con su tipo, ya que comercialmente existen estos dispositivos en materiales como concreto, acero y plástico reforzado, con una variedad en su capacidad de almacenaje y que pueden instalarse debajo o sobre el nivel de piso terminado. En la Figura 48 se muestra el detalle de una trampa de grasa.

La selección del tamaño de trampa de grasa debe basarse en su eficiencia y en el tipo y número de accesorios de los que recibe descarga. De acuerdo con el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones una capacidad mínima de 9,5 litros por persona atendida es suficiente para llevar a cabo una separación apropiada de la grasa. Este establece además las siguientes disposiciones:

- La trampa debe tener una profundidad total tal que quede un espacio libre entre el nivel de líquido y la parte superior de al menos 20 cm.
- La diferencia de nivel entre la tubería de ingreso y la de salida de la trampa no debe ser mayor a 5 cm. Se debe instalar una unión en T, tanto en la entrada como en la salida, las cuales tendrán un diámetro de al 75 mm. La unión en T de entrada se extenderá en el líquido en al menos un 25% y la unión T de salida en al menos un 50%.
- Se debe disponer de una ventilación adecuada que permita el flujo a través de la unidad sin crear problemas de olor. La tubería de ventilación debe ser de al menos 50 mm.
- Se podrá utilizar una trampa de grasa para el servicio de un solo accesorio cuando la distancia horizontal entre la salida del accesorio y la trampa no exceda 1,20 m y la distancia vertical sea menor a 75 cm.

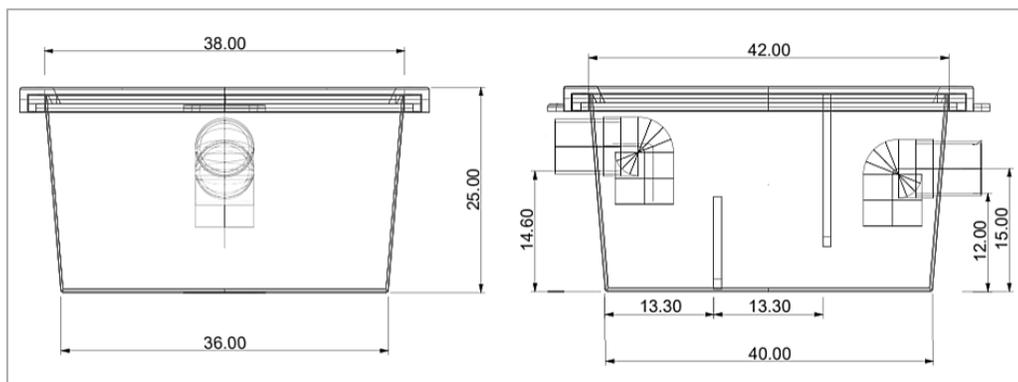


Figura 48. Detalle de trampa de grasa (TG 25L)

Fuente: Fibromuebles de Costa Rica (2020)

En caso de no contar con una red de alcantarillado para la disposición de las aguas residuales, debe realizarse la construcción de un sistema de sedimentación y de biodigestión (tanque séptico y drenajes), siguiendo las disposiciones descritas en el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias:

- El dimensionamiento de un tanque séptico debe basarse en fórmulas de diseño donde se toman en cuenta factores como la cantidad de usuarios, la cantidad, tipo y temperatura del agua residual, el periodo apropiado para la remoción de materia líquida y sólida. Se puede construir en concreto o mampostería (o instalar uno prefabricado en materiales tales como concreto y plástico siempre que cumplan con propiedades como ser hermético, impermeable y resistente al ataque de ácidos y sulfatos acarreados por el agua o formados con el proceso de tratamiento).
- Se recomienda una relación ancho - largo de 1:3 y una profundidad útil de líquidos entre 1,0 m y 2,5 m, para correctas acciones de sedimentación y ubicación de estratos para la biodegradación. El ancho interno mínimo de un tanque en concreto o en mampostería debe ser aproximadamente de 70 cm (ancho para que una persona pueda impermeabilizar y colocar los recubrimientos aislantes protectores).
- Debe contar con elementos reguladores de flujo (pantallas) en la entrada y en la salida; estos elementos reducen alteraciones del proceso de tratamiento y son útiles para impedir la salida de grasas y lodos hacia la siguiente etapa.
- Los elementos de entrada y salida del tanque séptico se realizan con la colocación de uniones en T, extendidas con niples de tubería, en longitud apropiada (40% de la profundidad de líquidos). Estas deben tener una diferencia de nivel de 7 cm entre el fondo de la tubería de entrada y el fondo de la tubería de salida, siendo la tubería de salida la más baja.
- Debe colocarse dos registros, exactamente sobre la posición que ocupen las uniones T de entrada y salida de líquidos, para revisar a través de ellos el nivel de lodos almacenados, y un registro principal (con dimensiones no menores a 40 x 60 cm) para facilitar las labores de extracción de materia y limpieza.
- La salida de los gases se puede provocar dirigiéndolos por la parte superior y abierta de las uniones en T hacia las líneas de ventilación de las tuberías que evacúan las

aguas. Las uniones en T se deben prolongar dejando 2 cm libres antes de la losa superior o tapa. Ese espacio libre superior permitirá la salida de gases por los mismos elementos de entrada y salida (hacia los drenajes). Otra posibilidad para evacuar los gases formados en el tanque es por medio de ventilaciones directas y exclusivas que se coloquen en el mismo tanque. Esas líneas de ventilación directa deben salir de la parte superior del interior del tanque y dirigirse hacia una pared cercana, subiendo hasta la altura del techo. No es correcto dejar tubos de ventilación en forma aislada y suelta sobre la losa o tapa del tanque

- Los drenajes deben diseñarse al establecer una relación hidráulica entre la velocidad de infiltración que caracteriza al terreno (determinado con la prueba de infiltración) y el caudal o gasto de las aguas residuales que se pretende infiltrar.
- La tubería a instalar debe ser preferiblemente lisa en su superficie interna, con perforaciones para la distribución de líquidos con materia orgánica disuelta y percolación hacia abajo.
- Las zanjas se deben rellenar con piedra en tamaños entre 7 y 10 cm (aportan mayor superficie de contacto y menos vacíos que la piedra bruta o de gran tamaño tradicionalmente usada), y material granular en tamaños menores (de 9 mm y mayores) a ambos lados de la tubería de distribución y sobre ella, colocada en variación granulométrica gradual (de mayor a menor, de abajo hacia arriba) para impedir la saturación o atascamiento como consecuencia del relleno superficial que se hace con suelo del lugar.
- No se deben colocar plásticos u otros materiales impermeables, porque se debe permitir la salida de gases y la evapotranspiración que se obtendrá de la actividad biológica por desarrollar y con los rayos solares que incidan en esa zona.

Inspección y pruebas de funcionamiento del sistema

Los sistemas de desagüe de aguas residuales deben ser inspeccionados y sometidos a las pruebas de agua o aire y el cumplimiento de este requisito es responsabilidad del profesional responsable de la obra.

De acuerdo con el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones para realizar la prueba de agua se procede de la siguiente manera:

- Se debe colocar tapones en todos los orificios de la tubería por probar, excepto en el punto más alto. Ninguna pieza sanitaria debe estar instalada.
- Se llena la tubería en el punto más alto; tras un tiempo prudencial, para considerar las pérdidas de agua, se llena la tubería hasta rebosar.
- Se somete el sistema de tuberías a una presión no menor de 29,4 Kpa (0,3 kg/cm²).
- Se aceptan las secciones o el sistema cuando el volumen de agua se mantenga constante durante 15 minutos.
- Si el resultado no es satisfactorio, se deben realizar las correcciones necesarias y repetir la prueba hasta tanto no sean evidentes filtraciones.

Para la prueba de aire, se procede de la manera siguiente:

- Se conecta un compresor a uno de los orificios de la sección o sistema de tuberías, cerrando el resto de ellos.
- Se somete la sección o el sistema completo de tuberías a una presión uniforme de 35 KPa (0,36 kg/cm²).
- Se aceptan las secciones o el sistema probados cuando la presión no baje en el transcurso de 15 minutos, una vez desactivado el compresor.
- Si el resultado no es satisfactorio, se procede a hacer las correcciones necesarias y se repite la prueba.

Las obras complementarias, tales como los tanques de aguas residuales, tanques sépticos, interceptores, separadores, cajas de registro y ceniceros deberán ser sometidos a una prueba de agua de la siguiente manera:

- Se llenan de agua y se dará un tiempo prudencial para tomar en cuenta las pérdidas por absorción.
- Se llenarán de nuevo y se dejarán reposar por 48 horas, al cabo de las cuales el nivel de agua no deberá bajar más de 25 cm.

4.1.3. Sistema Pluvial

La función de este sistema es la recolección de las aguas de lluvia provenientes de techos, azoteas y áreas impermeables, para su posterior evacuación hacia la red del alcantarillado pluvial.

El Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones señala que “las aguas de lluvia provenientes de techos, azoteas y áreas pavimentadas o impermeables de las edificaciones deberán conducirse a los sistemas públicos de recolección de aguas de lluvia utilizando un sistema de recolección independiente al de las aguas residuales. La excepción es cuando las aguas de lluvia de una vivienda unifamiliar podrán ser descargadas hacia la calle pública, solamente cuando no se provoque inconvenientes a otros vecinos ni ocasione contaminación”.

El sistema de aguas pluviales se compone principalmente de:

- Canoas: son conductos horizontales que se colocan a lo largo de la cubierta, en el lado donde evacúan las aguas de lluvia; una vez que recogen estas aguas las conducen por gravedad hacia los bajantes. Su instalación puede ser externa cuando se hace sobre las precintas y quedan expuestas, o internas cuando quedan ocultas.
- Bajantes: son conductos verticales que trasladan el agua de lluvia desde las canoas hacia las cajas de registro pluvial. Son tuberías de sección circular o rectangular, que se fijan a las paredes exteriores por medio de soportes especiales atornillados.
- Tuberías de evacuación: tienen la función de conducir las aguas de lluvia hacia el cordón de caño del alcantarillado pluvial.
- Cajas de registro pluvial: son similares a las cajas de registro sanitarias del sistema de aguas servidas; se utilizan para cambios de dirección de las tuberías de evacuación y para la limpieza y mantenimiento del sistema.

4.1.3.1. Materiales

Uno de los aspectos más importantes que se deben tomar en cuenta en el diseño de estos sistemas, es la pendiente de sus componentes, dado que el movimiento del agua se da por gravedad.

De manera general, el buen funcionamiento del sistema inicia cuando se establece una pendiente adecuada en el techo que permita conducir el agua hacia las canoas; las cuales, a su vez, deberán tener una pendiente que dirija el agua hacia los bajantes e impida que ésta se empoce; estos últimos elementos trasladan el agua verticalmente hacia las cajas de registro pluvial, que a su vez se conectan entre sí por medio de una red de tuberías encargadas de trasladar el agua hacia el cordón de caño.

Las canoas pueden ser de policloruro de polivinilo (PVC), hierro galvanizado o esmaltado, aluminio o cobre. Las de PVC se seleccionan principalmente de acuerdo con su tipo, mientras que las metálicas de acuerdo con características como el calibre. La elección de un determinado tipo de canoa debe responder principalmente a la capacidad que tenga el conducto, teniendo en cuenta que para el caudal de diseño deben trabajar a tres cuartas partes de su altura. En el Cuadro 7 se muestra las características de canoas comerciales. El dato de caudal máximo permisible se estima para una altura de trabajo de 3/4 partes.

Cuadro 7. Características de canoas de PVC para desagües pluviales

Tipo de canoa	Dimensiones (mm)	Gradientes (%)	Caudal máximo (l/s)
Clásica	136 x 135	0,2	3,98
		0,5	5,85
		1,0	8,19
Colonial	136 x 125	0,2	3,30
		0,5	5,22
		1,0	7,39
Alto caudal	164 x 146	0,2	7,24
		0,5	11,45
		1,0	16,19

Fuente: Manual Técnico de Productos AMANCO (sin año)

El material de los bajantes podrá ser PVC o hierro galvanizado. En la mayoría de los casos, los bajantes de PVC serán de sección transversal circular, pero también se pueden encontrar con sección transversal rectangular. Para la determinación de los diámetros de los bajantes de desagüe de aguas de lluvia se utiliza el caudal máximo permisible o el factor de área, los cuales se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 8. Características de tuberías de PVC para desagües sanitarios

Diámetro nominal (mm)	Caudal máximo (l/s)	Factor de área (m²)
50	0,90	20
75	2,50	60
100	5,10	120
Rectangular 60x100	114,30	80

Fuente: Manual Técnico de Productos AMANCO (sin año)

Para calcular el número de bajantes, es necesario determinar el área total del techo del cual se quieren evacuar las aguas de lluvia y dividirla entre el factor de área, según la sección escogida y así obtener el número de bajantes por instalar.

Para las tuberías de evacuación horizontal se utiliza PVC, y se debe garantizar que las tuberías no estén directamente expuestas a la luz solar. Estas son iguales a las utilizadas en el sistema de aguas residuales y por lo general se utilizan tuberías de 50, 75 y 100 mm (2", 3" y 4" respectivamente) de diámetro nominal.

Los materiales y el sistema constructivo que se utiliza para las cajas de registro pluvial, son similares al de las cajas de registro sanitarias, con la excepción de que las tapas pueden ser de rejilla metálica, debido a que las aguas lluvia no provocan el escape de malos olores.

En la siguiente figura se muestran algunos componentes típicos del sistema de evacuación de aguas pluviales.



Figura 49. Componentes del sistema pluvial
Fuente: Manual Técnico de Productos AMANCO (sin año)

4.1.3.2. Proceso Constructivo

Previo a iniciar las obras de construcción, debe hacerse una revisión de los planos y las especificaciones técnicas, con el objetivo de identificar la ubicación y características de los diversos elementos (bajantes, tuberías de evacuación, cajas de registro). En las Figuras 50, 51 y 52 se muestra el detalle constructivo de un sistema de distribución de aguas pluviales de una casa de habitación de 2 niveles.

La instalación de las tuberías (de evacuación horizontales) pluviales se realiza de forma simultánea a la construcción de la red de desagües sanitarios y el proceso de trazado, excavación e instalación es prácticamente el mismo. Además, aplican de igual forma las disposiciones sobre ejecución de acoples, tiempo mínimo de secado de las juntas, anclajes y protección de previstas. Las pendientes de este sistema se realizan en valores de 0,5 - 1,5%, ya que, a diferencia del sistema sanitario, en este no es necesario el arrastre de desechos.

Posteriormente, cuando la construcción del techo se haya completado, se realiza la instalación de las canoas y los bajantes de acuerdo con los planos.

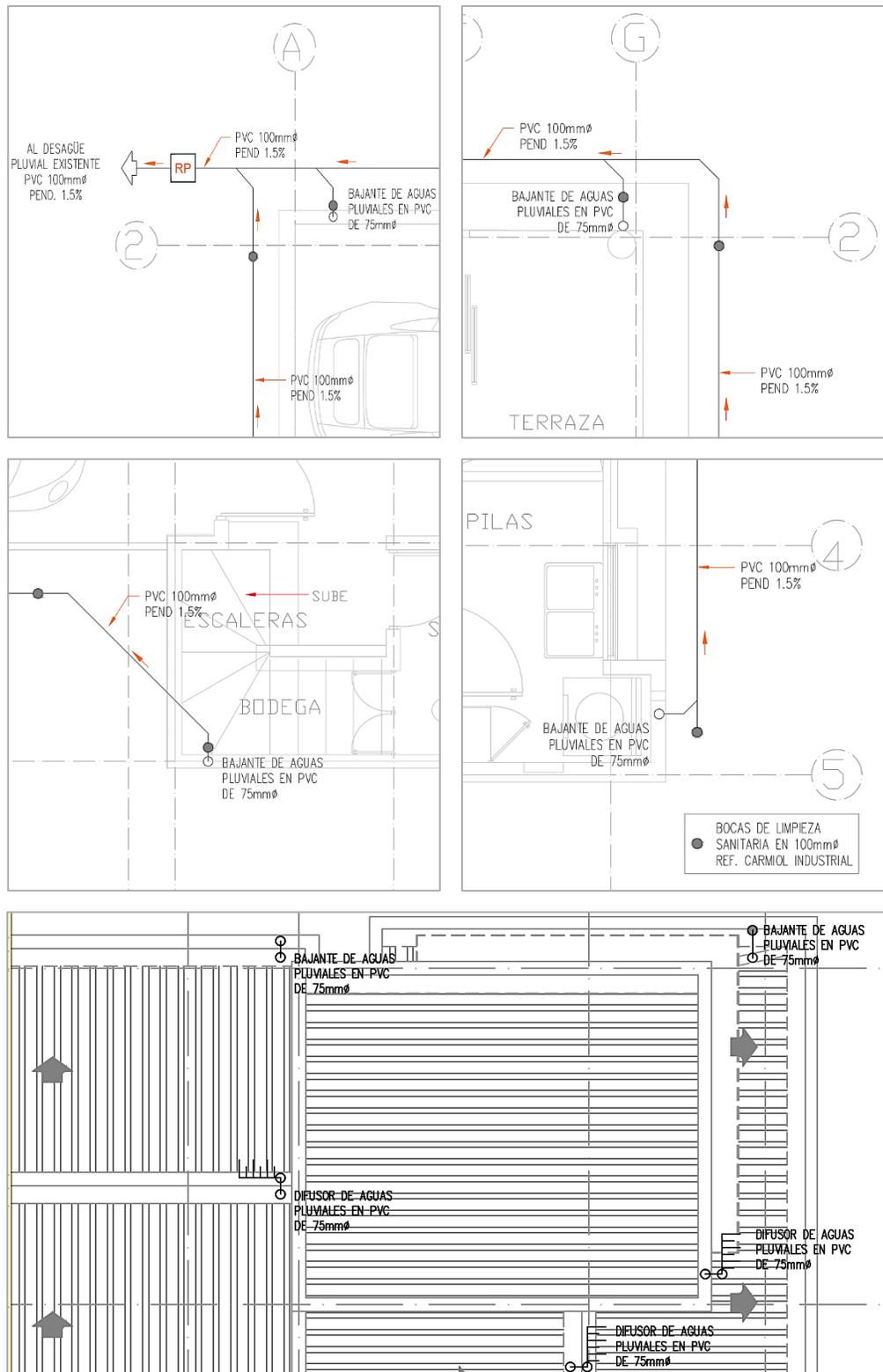


Figura 51. Detalle de segmentos de la red de distribución de aguas pluviales

Fuente: Suministrado por constructora (2020)

SIMBOLOGIA MECANICA	
	TUBERIA PARA AGUAS PLUVIALES, EN MATERIAL PLASTICO PVC, PARED GRUESA SDR-32.5, CON LOS DIAMETROS INDICADOS.
	CODO A 45°, EN TUBERIA INDICADA
	CODO A 90°, EN TUBERIA INDICADA
BAP 	BAJANTE DE AGUAS PLUVIALES, PVC SDR-32.5, CON LOS DIAMETROS INDICADOS AL PIE DE CADA BAJANTE SE PASARA DE VERT. A HORIZONT. POR MEDIO DE DOS CODOS DE 45° CONSECUTIVOS O UN CODO DE 90° RADIO LARGO.
	CAJA DE REGISTRO AGUAS PLUVIALES, CON TAPA DE CONCRETO, LUJADO INTERIORMENTE DIMENSIONES 30x30cm(A), 40x40(B).
	CAJA DE REGISTRO AGUAS PLUVIALES, CON PARRILLA, LUJADO INTERIORMENTE DIMENSIONES 30x30cm(A), 40x40(B).

NOTAS DE INSTALACION MECANICA	
<p>TODA LA INSTALACIÓN MECÁNICA, SE REALIZARÁ EXACTAMENTE TAL Y COMO SE INDICA EN LOS PLANOS, NO PERMITIÉNDOSE POR NINGUNA RAZÓN VARIACIÓN ALGUNA EN LAS TUBERÍAS. SI SE EFECTUARA, ÉSTA SERÁ REALIZADA BAJO RESPONSABILIDAD DEL PROPIETARIO, QUEDANDO EL INGENIERO DISEÑADOR EXENTO DE TODA RESPONSABILIDAD.</p>	
<p>TODA LA INSTALACIÓN SERÁ REALIZADA DE ACUERDO AL CÓDIGO DE INSTALACIONES HIDRÁULICAS Y SANITARIAS EN EDIFICACIONES, VIGENTE EN COSTA RICA, GUIÁNDOSE CON ESTOS PLANOS.</p>	
<p>LOS ACCESORIOS PARA LOS SISTEMAS DE TUBERÍAS DE AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES SERÁ DEL TIPO SANITARIO, DE INSERCIÓN PARA UTILIZACIÓN CON PEGAMENTO ESPECIAL PARA PVC.</p>	
<p>LAS TUBERÍAS DE AGUAS NEGRAS, GRASAS Y PLUVIALES SERÁN PROBADAS CON UNA COLUMNA DE AGUA DE 3 METROS DE ALTO DURANTE 3 HORAS Y LAS DE AGUA POTABLE Y CALIENTE A 120 PSI DURANTE 3 HORAS. LAS PRUEBAS SE HARÁN ANTES DE TAPAR LAS ZANJAS O CIELOS.</p>	
<p>TODAS LAS TUBERÍAS DE AGUAS NEGRAS, AGUAS GRASAS Y PLUVIALES, DEBEN TENER REGISTROS DE LIMPIEZA EN TRAMOS HORIZONTALES Y VERTICALES DE LA SIGUIENTE MANERA: AL INICIO DE COLECTORES HORIZONTALES DE UNA BATERÍA, EN TRAMOS HORIZONTALES EN DONDE HAN DESCARGADO OTROS COLECTORES Y CADA 10m EN TRAMOS RECTOS HORIZONTALES. EN BAJANTES VERTICALES, EN CADA PISO Y AL PIE DE CADA BAJANTE VERTICAL.</p>	

Figura 52. Simbología y notas en planos de la red de distribución de aguas pluviales

Fuente: Suministrado por constructora (2020)

Antes de instalar el sistema de canoas es necesario verificar que se cuenta con todos los elementos y accesorios (soportes, uniones, esquineros, tapas, entre otros), y realizar un trazado de su ubicación.

Se coloca una cuerda de nilón con pendiente definida que sirve de guía para la instalación de las canoas. Seguidamente se colocan los soportes (atornillados) en la precinta con una separación de 50 cm uno del otro. Estos pueden quedar ocultos cuando la canoa se desliza y se ajusta ejerciendo presión o expuestos cuando la canoa descansa en dichos soportes.

Seguidamente se instalan los accesorios tales como uniones de dilatación, uniones bajante, esquineros externos e internos. A cada lado de estos accesorios es necesario instalar un soporte.

Se realiza el ensamble del sistema deslizando o descansando los canales en los soportes, realizando las uniones, con pegamento transparente para canoas PVC, en las ubicaciones respectivas. Además, se coloca sellador especial en las zonas donde sea requerido para evitar filtraciones de agua.

Se instalan los tubos bajantes en la boquilla de salida del accesorio unión bajante, descendiendo estos hasta la caja de registro donde se produce el cambio de dirección al desagüe horizontal. Los bajantes se fijan con gazas u otros accesorios a la pared por medio de tornillos. En la siguiente figura se ejemplifica el proceso de instalación de canoas y bajantes.



Figura 53. Instalación de canoas y bajantes
Fuente: Instalación de Canoas y bajantes Pavco (2018)

Las cajas de registro se construyen con los mismos lineamientos de los registros del sistema de desagüe sanitario. En este caso las tapas de las cajas de registro podrán ser de rejilla metálica. En la Figura 54 se muestra el detalle constructivo.

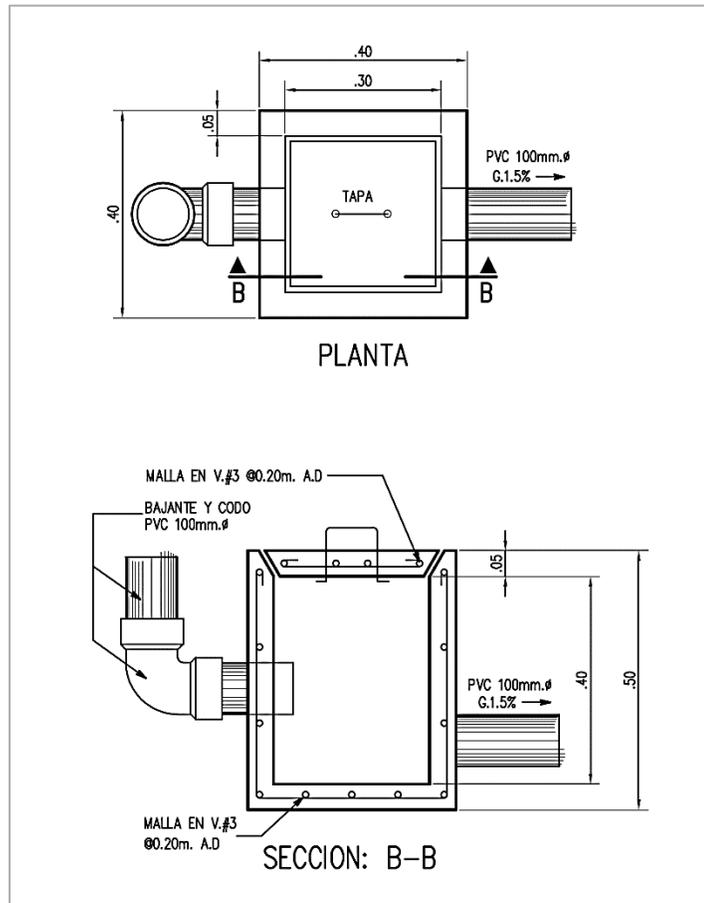


Figura 54. Detalle de caja de registro de desagüe pluvial

Fuente: Suministrado por constructora (2020)

Las aguas de lluvia deben conducirse a los sistemas públicos utilizando un sistema de recolección independiente al de las aguas residuales. Estas pueden ser descargadas hacia la calle pública, únicamente cuando no se provoque inconvenientes a otros vecinos ni ocasionen contaminación.

Inspección y pruebas de funcionamiento

Los sistemas de desagüe de aguas de lluvia deberán ser inspeccionados y sometidos a las mismas pruebas descritas para sistemas de desagüe de aguas residuales.

4.2. Cubierta de techo

El techo es la estructura o elemento constructivo ubicado sobre el último nivel de una edificación, compuesto fundamentalmente por un armazón que es el encargado de soportar todas las cargas a las que se ve sometido el techo; y la cubierta que es la parte exterior del techo, cuya función es aislar y proteger el espacio interior de los diferentes fenómenos meteorológicos (lluvia, sol, polvo, frío, calor).

Por lo general, las cubiertas se clasifican en planas (pendiente inferior al 15%) o inclinadas (pendiente o inclinación superior a 15%). La pendiente se expresa en los planos de construcción en forma de porcentajes, con una flecha que indica hacia donde corren las aguas. Cada plano que forma una superficie inclinada se denomina vertiente, y para describir la forma de las cubiertas inclinadas se suele hacer referencia al número de vertientes o "aguas", así por ejemplo se habla de cubiertas a un agua, a dos, tres, cuatro o más aguas. En la Figura 55 se muestran algunas clasificaciones de cubiertas de techo.



Figura 55. Tipos de cubierta de techo

Fuente: Plataforma arquitectura (sin año)

Las aristas que separan la cubierta en vertientes suelen denominarse limas, las cuales deben complementarse con los respectivos elementos, tales como cumbreras, limatones, limahoyas, entre otros, necesarios para el óptimo sellado de la cubierta, cuya finalidad es evitar filtraciones de agua. Generalmente, estos elementos se instalan del mismo material de la propia cubierta.

Las cumbreras se emplean para sellar el parteaguas (vértice superior) de techos a dos pendientes, cuando los tramos entestan directamente uno con otro. Los limatones (limatesas) y las limahoyas se emplean para sellar las uniones de dos tramos inclinados y los botaguas se utilizan para sellar las aristas a 90 grados (generalmente muro-cubierta). En la siguiente figura se ejemplifica la ubicación de algunos de estos elementos en la cubierta de techo.

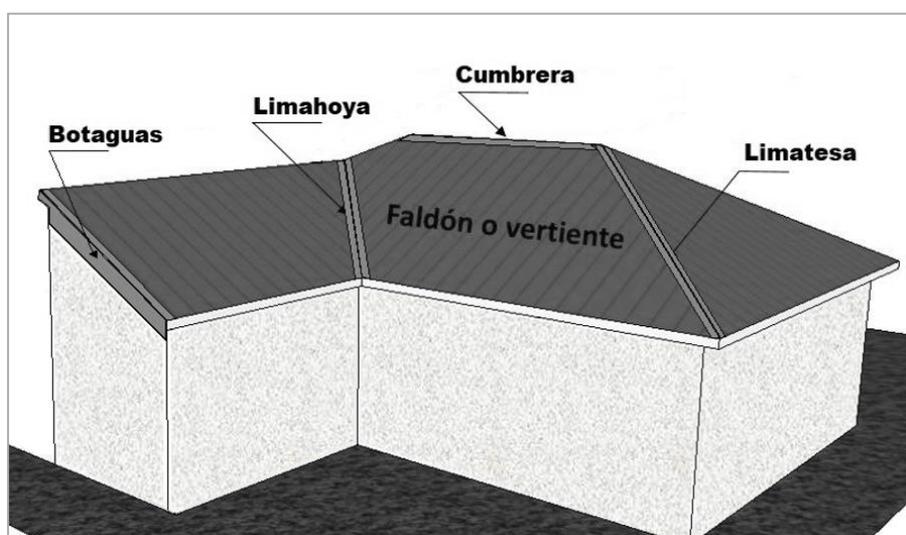


Figura 56. Componentes de una cubierta de techo

Fuente: Fernández, A (sin año)

4.2.1. Materiales

Dependiendo del fin y tipo de construcción, la cubierta de techo puede ser diseñada y construida de diversas formas y con una variedad de materiales. El tipo de material debe adaptarse a las condiciones y características de cada construcción, y su elección depende de diferentes factores, como las condiciones climáticas del lugar, la durabilidad, el costo, el mantenimiento, el peso que puede soportar la estructura, la pendiente y forma del techo; la apariencia que se quiera dar a la fachada de la edificación, entre otros.

Existe en el mercado una amplia variedad de materiales para cubiertas de techo; a continuación, se describen los más comunes utilizados en nuestro país.

I. Láminas de acero galvanizado

Las cubiertas de techo en acero galvanizado son las más utilizadas, ya que son de un material liviano, resistente y de fácil instalación. Las láminas galvanizadas son láminas de acero sometidas a un proceso de inmersión en caliente que recubre la lámina al 100% de zinc para protegerlas de la corrosión, y dado que estos metales son maleables, al plegar y doblar las chapas es posible obtener cubiertas con variadas formas y diseños. Adicionalmente, se encuentran disponibles en el mercado láminas con acabado esmaltado en diferentes colores que brinda una apariencia más agradable. En la Figura 57 se muestran ejemplos de láminas de acero (onduladas, rectangulares, imitación de tejas).



Figura 57. Ejemplo de láminas metálicas

Fuente: Metalco (2020)

Las láminas generalmente son fabricadas en forma rectangular con variaciones en las dimensiones y calibre (espesor) para un mejor ajuste de acuerdo a los requerimientos del cliente. Así mismo, algunos fabricantes ofrecen la opción de confeccionar láminas a la medida (hasta 14 metros de longitud), lo cual permite la modulación y la reducción de desperdicios de material. En el Cuadro 9 se muestran las dimensiones de las láminas galvanizadas que se pueden encontrar en el mercado.

Cuadro 9. Características de las láminas de acero galvanizado

Calibre	Espesor (mm)	Ancho (m)	Largos Comerciales (m)				Pedido Especial
Lámina ondulada							
26	0,44	0,81	1,83	2,44	3,05	3,66	1,83 a 14 m
		1,05					1,83 a 14 m
28	0,32	0,81	1,83	2,44	3,05	3,66	1,83 a 14 m
		1,05					1,83 a 14 m
	0,30	0,81	1,83	2,44	3,05	3,66	1,83 a 14 m
30	0,27	0,81	1,83	2,44	3,05	3,66	1,83 a 14 m
32	0,20	0,81	1,83			3,66	
Lámina rectangular							
26	0,44	1,07	1,83	2,44	3,05	3,66	1,83 a 14 m
		0,81					1,83 a 14 m
28	0,32	1,07	1,83	2,44	3,05	3,66	1,83 a 14 m
		0,81					1,83 a 14 m
	0,30	0,81					1,83 a 14 m
30	0,27	0,81					1,83 a 14 m
Lámina teja colonial							
26	0,44	1,05	0,70	0,86	1,91	2,61	0,70 a 8,75 m
			2,96	3,66			
Lámina teja toledo							
26	0,44	1,10	0,60	1,85	2,75	3,66	0,60 a 8,75 m

Fuente: Metalco (2020)

En el Cuadro 10 se muestran las características de los elementos complementarios de la cubierta (cumbreras, limahoyas, limatesas, botaguas) fabricados en acero galvanizado. En la Figura 58 se ilustran estos elementos.

Cuadro 10. Características de los elementos complementarios de la cubierta de techo

Elemento	Dimensiones (mm)	Longitud (m)	Pedido Especial
Cumbrera	260 x 450	1,83	Dimensiones a pedido del cliente
	300 x 300		
Cumbrera Teja Toledo	260 x 320	1,21	
Cumbrera Teja Colonial	260 x 320	1,21	
Botaguas	300 x 300	1,83	
	260 x 360		
Limahoya	200 x 200	1,83	
Limatesa	200 x 200	1,83	

Fuente: Suplidora de hojalatería (2020)

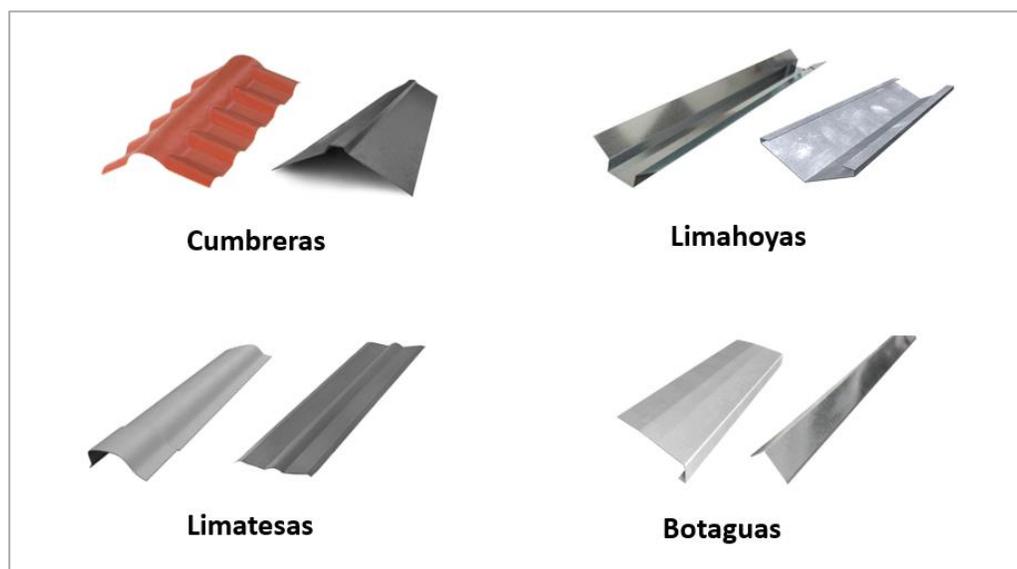


Figura 58. Elementos complementarios de la cubierta de techo

Fuente: Suplidora de hojalatería (2020)

II. Láminas de derivados plásticos

Existen en el mercado láminas para techo fabricadas en policarbonato, policloruro de vinilo no plastificado (UPVC) y acrílicas, las cuales se encuentran disponibles en acabados lisos, ondulados, rectangulares, imitación de tejas (con diseños similares a las láminas de acero) y en una variedad de colores. Las ventajas de estas láminas incluyen resistencia a la corrosión, aislamiento térmico y acústico, auto extinguido al fuego, resistencia a bajas y altas temperaturas, de fácil instalación ya que no requieren del uso de accesorios o conectores especiales para lograr la unión entre láminas ya que estas solamente se traslapan, dando un sellado perfecto.

Cuando se necesita el paso de la luz o para dar un acabado especial, como en el caso de tragaluces, patíos de luz y terrazas se utilizan comúnmente láminas de policarbonato transparentes disponibles en acabados lisos, ondulados, alveolares o de multipared, entre otros.

En la Figura 59 se muestran algunos ejemplos de láminas plásticas utilizadas en cubiertas de techo.



Figura 59. Ejemplo de láminas plásticas

Fuente: Polyacril-ca (2020)

Las dimensiones en que se comercializan las láminas pueden variar ampliamente según el fabricante. Por ejemplo, empresas como Polyacril Centroamérica, Policenter y Renteco ofrecen en sus catálogos soluciones en cubiertas de techo empleando láminas de policloruro de vinilo no plastificado (UPVC) en diferentes espesores, anchos y en longitudes de hasta 11,80 metros. Los elementos complementarios (cubrerías, limahoyas, limatesas, botaguas) son fabricados con el mismo material de la cubierta, en diseños y dimensiones a pedido del cliente.

En el Cuadro 11 se muestran algunas características de este tipo de láminas.

Cuadro 11. Características de las láminas de derivados plásticos

Tipo de lámina	Espesores (mm)	Anchos (m)	Longitudes (m)
FC1360 (UPVC)	3,0	1,36	Hasta 11,80
Econdulado (Policarbonato)	0,5 a 1,2	0,81 – 1,07 – 1,26	Hasta 11,80
Ecolight (Policarbonato)	0,3	0,81	Hasta 3,66
TK5 (UPVC)	2,0 – 2,5	1,07	Hasta 11,80
TK6 (UPVC)	2,0 – 2,5	1,13	Hasta 11,80
TK6S (UPVC)	2,0 – 2,5 – 3,0	0,94	Hasta 11,80
Corrugal (Policarbonato)	0,5 a 1,2	0,81 – 1,07 – 1,26	Hasta 7,32
Fibromat Plus (UPVC)	2,0 – 2,5 – 3,0 – 4,0	1,13	Hasta 11,80

Fuentes: Polyacril-ca, Policenter, Renteco (2020)

III. Tejas

Este tipo de cubierta es de uso relativamente bajo, si se compara con los tipos descritos anteriormente. Las formas de las tejas pueden ser regulares o irregulares, planas o curvas; los materiales pueden ser cerámicos (elaborada con arcilla cocida), hidráulicos (elaboradas con mortero de cemento), plásticos y bituminosos (fabricadas con polímeros plásticos derivados del petróleo u otra materia prima). En la Figura 60 se ilustran algunos tipos de teja.



Figura 60. Ejemplo de tejas

Fuente: Tejas Sotespi (2020)

La instalación de tejas se realiza sobre estructuras metálicas, madera y/o concreto, y es fundamental seguir las instrucciones de los fabricantes de cada sistema específico respecto a aspectos como la impermeabilización de la base, métodos de instalación y accesorios complementarios.

El impermeabilizado es una fase crítica antes de la instalación de la teja. Es recomendable utilizar una lámina impermeabilizante bituminosa o membrana de impermeabilización de larga duración que proporcione al instalador, al constructor y al usuario del edificio la garantía de un techo a prueba de goteras y filtraciones de agua por varias décadas.

Existen diferentes formas de instalar las tejas, las cuales varían en función del material, la pendiente y el tipo de estructura sobre el que se instalaran. Se pueden sujetar pegamentos especiales, alambre, tornillos u otros materiales especiales según el tipo y diseño de las tejas.

4.2.2. Proceso Constructivo

El proceso constructivo que se describe en esta sección corresponde a la instalación de cubiertas de techo a base de láminas (galvanizadas y plásticas) sobre estructuras soportantes de acero, debido a que son las habituales en el país.

El proceso de instalación de este tipo cubierta de techo varía debido a muchos factores, como son el diseño del techo (número de vertientes, pendientes), material y diseño de las láminas y elementos complementarios, equipo necesario, experiencia del recurso humano, entre otros.

Antes de iniciar la instalación de la cubierta, el personal a cargo debe cotejar que la estructura soportante del techo ha sido construida de acuerdo al diseño y especificaciones descritos en los planos. En las Figuras 61 y 62 se muestra el detalle constructivo de la cubierta de techo de una casa de habitación de 2 niveles y las características de cada uno de los elementos que la componen.

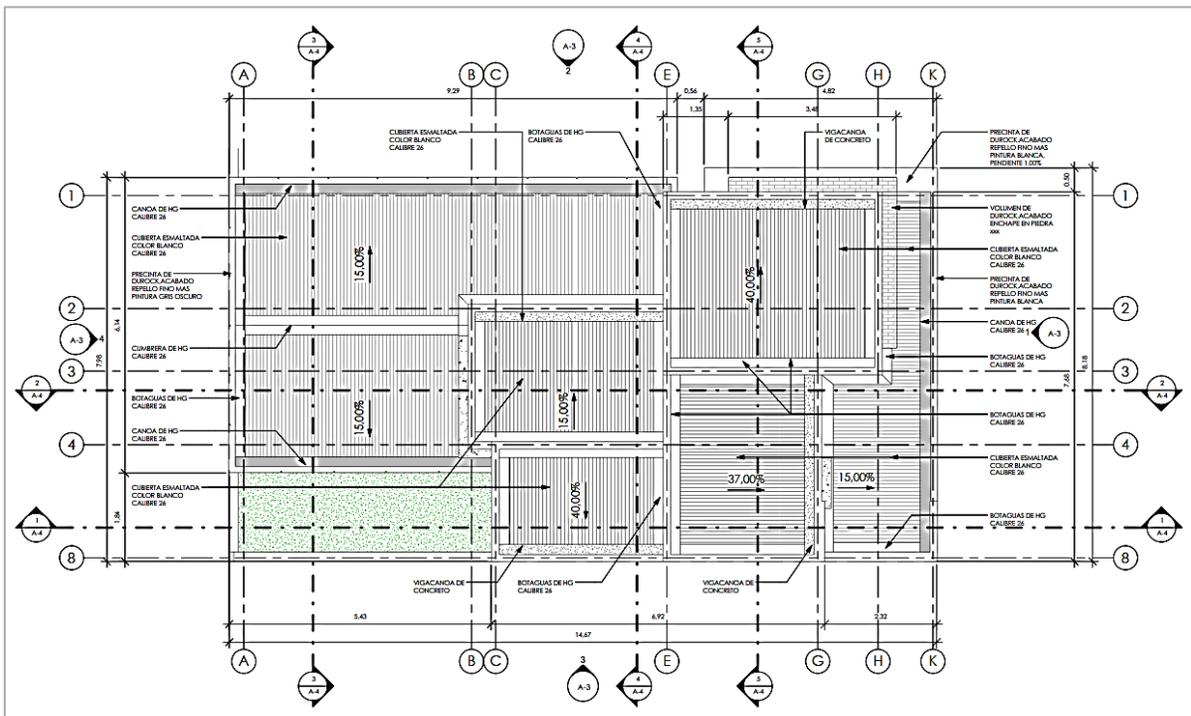


Figura 61. Planta cubierta de techo

Fuente: Suministrado por constructora (2020)

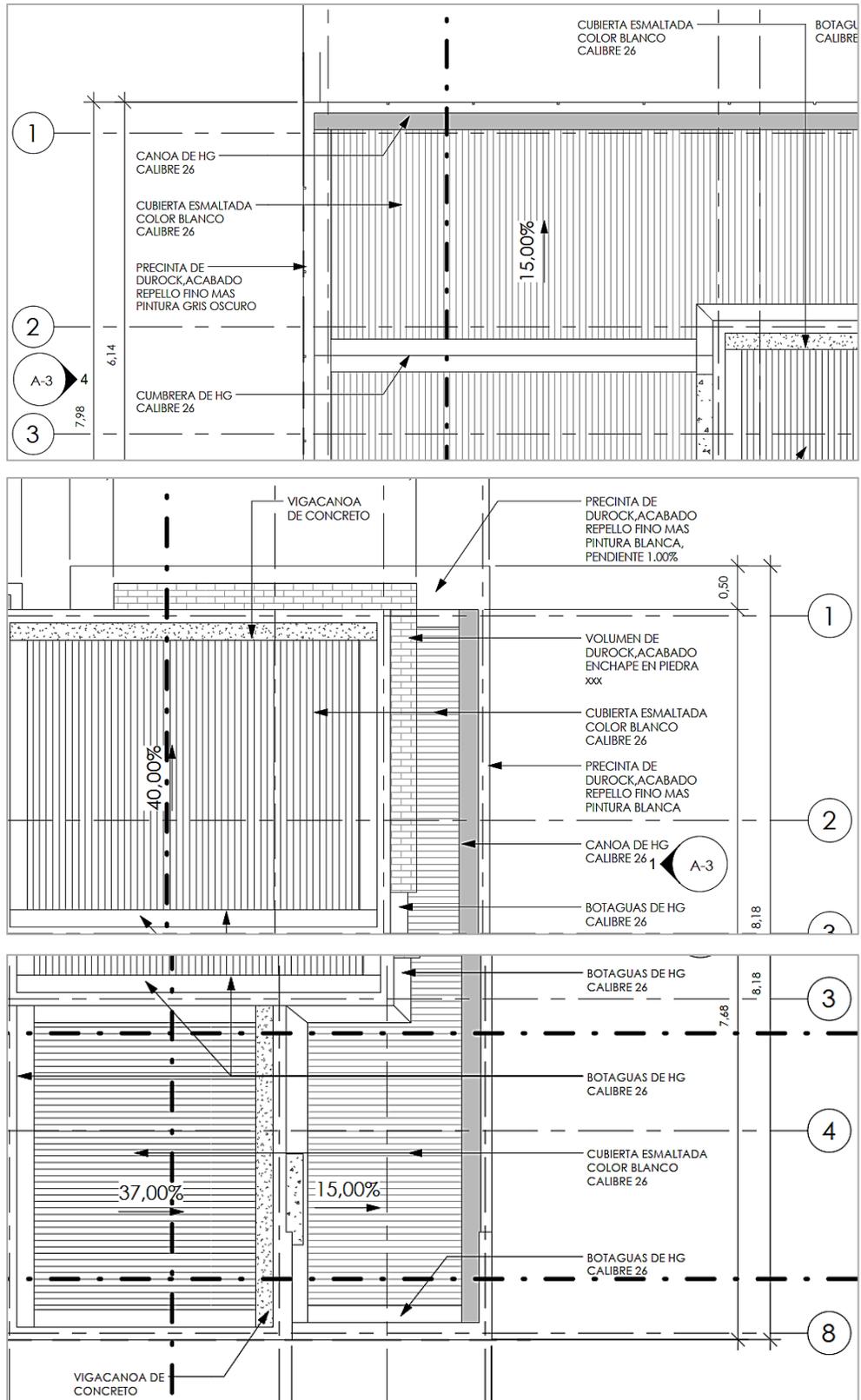


Figura 62. Detalle de segmentos de la cubierta de techo

Fuente: Suministrado por constructora (2020)

La separación de los clavadores (elementos ortogonales a las cerchas en los que se sujetan o atornillan las láminas) define el tipo de lámina que se debe instalar, por lo que es importante verificar que las características (calibre y longitud) de las láminas se ajustan a dicha separación. En los Cuadros 12 y 13 se detalla la separación de clavadores recomendada por los fabricantes de las láminas.

Cuadro 12. Separación de clavadores recomendada por fabricante de láminas galvanizadas

Tipo de lámina	Calibres	Largos (m)	Separación de clavadores (m)
Lámina ondulada	26	1,83	0,84
	28	2,44	1,14
	28		
	30	3,05	0,96
	32	3,66	0,87
Lámina rectangular	26	1,83	0,84
	28	2,44	1,14
	28	3,05	0,96
	30	3,66	1,17
Lámina teja colonial	26	0,70	0,70
		0,86	
		1,91	
		2,61	
		2,96	
		3,66	
Lámina teja toledo	26	0,60	0,90
		1,85	
		2,75	
		3,66	

Fuente: Metalco (2020)

Cuadro 13. Separación de clavadores recomendada por fabricante de láminas plásticas

Tipo de lámina	Largos (m)	Espesor (mm)	Separación de clavadores (m)
FC1360 (UPVC)	Hasta 11,80	3,0	0,80
Ecolight (Policarbonato)	Hasta 3,66	0,3	0,50
Econdulado (Policarbonato)	Hasta 11,80	0,5 – 0,6	0,60
		0,7 – 0,8	0,80
		0,9 – 1,0	0,90
		1,1 – 1,2	1,00
TK5 (UPVC)	Hasta 11,80	2,0 – 2,5	0,80
TK6 (UPVC)	Hasta 11,80	2,0 – 2,5	0,80
TK6S (UPVC)	Hasta 11,80	2,0 – 2,5 – 3,0	0,80
Corrugal (Policarbonato)	Hasta 7,32	0,5 – 0,8	0,60
		0,9 – 1,2	0,80
Fibromat Plus (UPVC)	Hasta 11,80	2,0 – 2,5	0,60
		3,0 – 4,0	0,80

Fuentes: Polyacril-ca, Policenter, Renteco (2020)

Una vez que se verifica el cumplimiento de las condiciones necesarias, se procede con la colocación del material de cubierta. Primeramente, debe colocarse una guía (por lo general una cuerda de nilón) que señale el borde inferior de la vertiente donde comienza la cubierta, de acuerdo con la longitud del alero indicada en los planos. Seguidamente se inicia la instalación de las láminas de abajo hacia arriba (en la vertiente) y en sentido contrario al viento predominante (de izquierda a derecha o viceversa). En la siguiente figura se ilustra la secuencia.

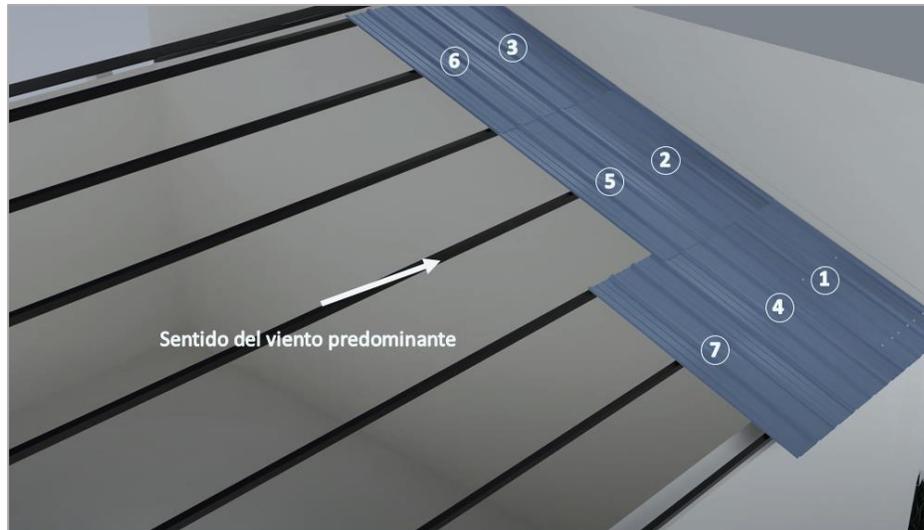


Figura 63. Secuencia de instalación de las láminas de cubierta de techo

Fuente: Acesco (sin año)

La primera lámina se coloca en el borde inferior de la vertiente con un voladizo no mayor a 30 cm con respecto al apoyo o clavador. Luego se continúa la instalación de láminas hasta el punto más alto de la vertiente, para luego continuar con la siguiente fila.

Los traslapes entre las láminas deben ser tales que no permitan la entrada de agua o viento. De acuerdo con las especificaciones de fabricantes (Metalco, Macopa) el traslape longitudinal entre láminas debe ser como mínimo de 15 cm (20-30 cm láminas plásticas), mientras que el traslape lateral debe ser de al menos una cresta. En la siguiente figura se muestra el detalle de instalación (voladizo máximo, traslapes mínimos) de las láminas de cubierta de techo.

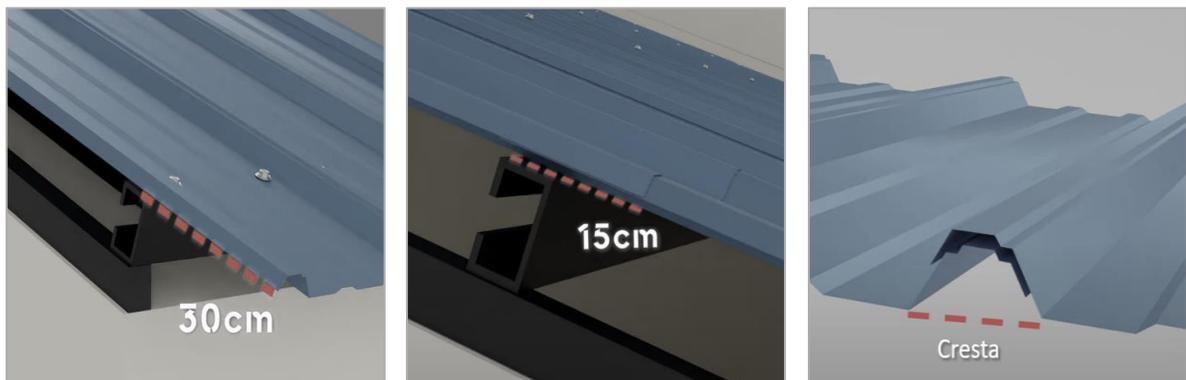


Figura 64. Detalles de instalación de las láminas de cubierta de techo

Fuente: Acesco (sin año)

Las láminas de acero galvanizado se sujetan a los clavadores (generalmente perfiles C de 2x3") con tornillos autoperforantes punta broca de tipo Tek (A14x2", A14x1") con arandela metálica y empaque sellador de neopreno (Figura 65). Estos deben colocarse en las crestas de las láminas para evitar filtraciones, con una densidad de tornillos de 6-8 unidades/m².



Figura 65. Tornillos para la instalación de láminas de cubierta de techo

Fuente: Metalco, Policenter (sin año)

Las láminas imitación de tejas requieren de tornillos especiales diseñados de manera que se ajusten a las mismas y permitan una adecuada sujeción entre las láminas y los apoyos (clavadores). En el caso de las láminas plásticas (UPVC, policarbonato) la instalación se realiza utilizando tornillos especiales perfilados por los fabricantes con características particulares que se adaptan al diseño de las láminas. Deben colocarse en las crestas de las láminas, con una densidad de tornillos de acuerdo a las recomendaciones del fabricante (4-6 unid/m²).

El ajuste de los tornillos debe hacerse de tal forma que el empaque sellador no quede espaciado de la superficie (flojo) o muy apretado. En la siguiente figura se muestra el ajuste correcto de los tornillos.

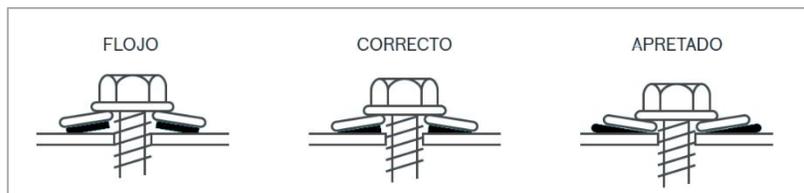


Figura 66. Correcta instalación de tornillos

Fuente: Acesco (sin año)

Instaladas las láminas, se procede a colocar los elementos complementarios de la cubierta según se requiera. Las cumbreras, limatones, limahoyas y botaguas de acero galvanizado, por lo general, se atornillan utilizando tornillos autoperforantes punta broca tipo Torlak (8x1", 8x1-¼") con una separación no mayor a 50 cm. El traslape entre elementos debe ser de al menos 15 cm y es preciso el uso de un sellador elástico a base de poliuretano en cada una de las uniones para evitar la entrada de agua. En la siguiente figura se ilustra la instalación de los elementos complementarios más comunes.

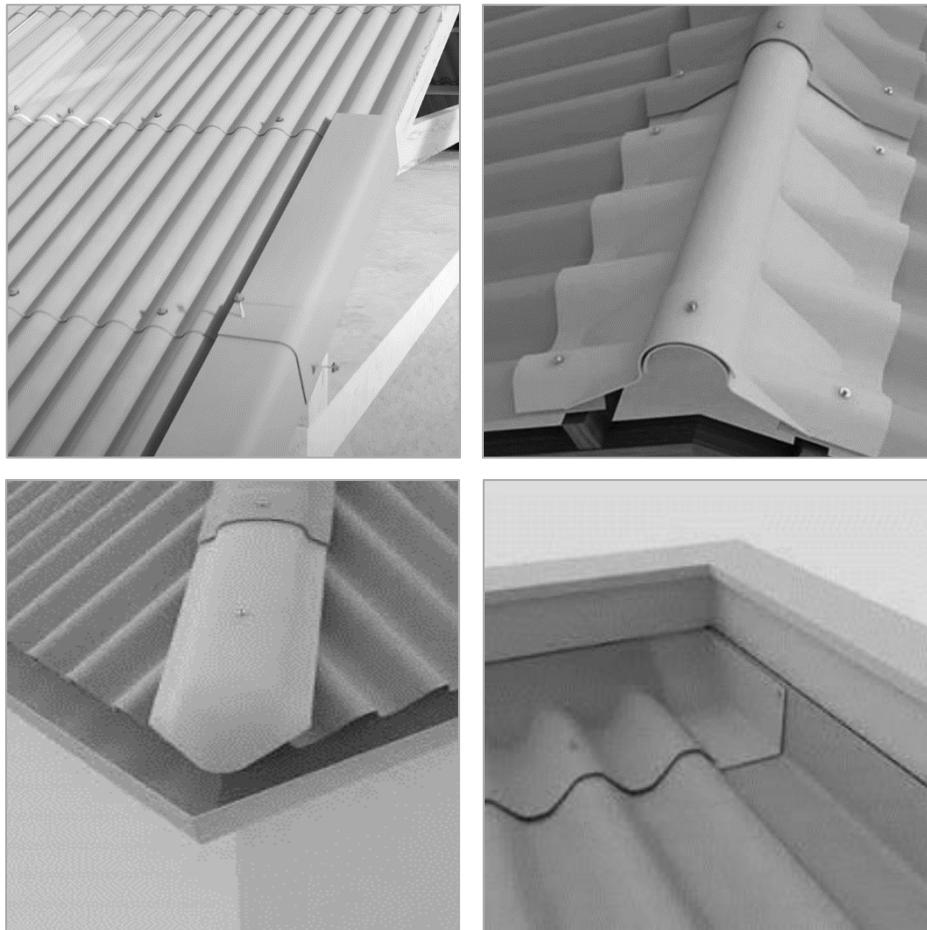


Figura 67. Elementos complementarios de la cubierta de techo

Fuente: Acesco (sin año)

En el caso de los elementos complementarios de la cubierta imitación de tejas se requiere igualmente de tornillos especiales para su instalación. Lo mismo ocurre con los elementos de las cubiertas plásticas, los cuales deben instalarse con los respectivos tornillos de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

4.3. Acabados en Paredes de Concreto

Los acabados arquitectónicos en paredes son aquellos trabajos que se realizan para dar terminación con aspecto agradable a estos elementos. Es el complemento visible de la construcción y está permanentemente expuesto a la vista del usuario, por lo que se debe dar mucha importancia a su calidad y presentación estética.

Existen diferentes tipos de acabados en paredes de concreto (mampostería), dependiendo de la función y materiales que se utilicen, pueden ser elegantes o sencillos, en variedad de texturas rugosas o lisas, rústicos o modernos, brillantes u opacos. En la siguiente figura se ilustran algunos de ellos.



Figura 68. Ejemplos de acabados en paredes de concreto

Fuente: Acabadosarquitectonicos (sin año)

Los acabados más comunes que se da a las paredes de concreto en el país, consisten en:

- Repellos (grosso y fino) ► Revestimiento (pasta) ► Pinturas
- Repellos (grosso y fino) ► Revestimientos (estucos o similares)
- Repellos (grosso y fino) ► Pinturas

4.3.1. Materiales

I. Repellos

El repello es la aplicación de capas delgadas de una mezcla de cemento, arena y agua, conocida como mortero. Su función es proteger las estructuras de concreto - mampostería (muros, vigas, columnas, entre otros) de factores externos que puedan deteriorarlos y reducir su vida útil.

Los espesores de los repellos oscilan entre 3 y 20 mm según el tipo de granulometría (grosso o fino), composición del material y número de capas requeridas. El repello grosso se utiliza como capa base en espesores de 5 - 20 mm para corregir los defectos de la pared y producir una superficie apropiada para recibir la capa de repello fino, pasta cementicia o de cualquier otro revestimiento. El repello fino se aplica para dar un acabado más liso, en espesores entre 2 - 5 mm.

La tendencia de aplicar repellos dosificados (arena, cemento, agua) en obra ha cambiado por la aplicación de morteros comerciales predosificados con características mejoradas. Los fabricantes señalan que los repellos predosificados son una mezcla óptima de cemento, arena, polímeros, microfibras y aditivos, con propiedades como alta adherencia, resistencia (compresión, flexión y tensión), reducción del fisuramiento y pulverizado. En la Figura 69 se muestran algunos ejemplos; en el Cuadro 14 se describe algunas características de estos productos elaborados por diferentes fabricantes.



Figura 69. Presentación comercial de repellos predosificados

Fuente: Catálogo de productos fabricantes varios (sin año)

Cuadro 14. Características de los repellos predosificados comerciales

Tipo de Repello	Fabricante	Presentación	Rendimiento aproximado según fabricante
Repello Grueso	INTACO	Saco 25 Kg	1,2 m ² (espesor 10 mm) 0,6 m ² (espesor 20 mm)
		Saco 40 kg	2,0 m ² (espesor 10 mm) 1,0 m ² (espesor 20 mm)
	IMPERSA	Saco 25 Kg	1,2 m ² (espesor 10 mm) 0,6 m ² (espesor 20 mm)
		Saco 40 kg	1,2 m ² (espesor 10 mm) 0,6 m ² (espesor 20 mm)
	CEMEX	Saco 40 Kg	2,0 m ² (espesor 10 mm)
	SUR	Saco 40 Kg	2,2 m ² (espesor 10 mm)
	LATICRETE	Saco 40 Kg	2,0 m ² (espesor 10 mm)
	PEDREGAL	Saco 40 Kg	2,5 m ² (espesor 10 mm)
Repello Fino	INTACO	Saco 25 Kg	4,8 m ² (espesor 3 mm) 2,5 m ² (espesor 5 mm)
		Saco 40 kg	7,5 m ² (espesor 3 mm) 4,0 m ² (espesor 5 mm)
	IMPERSA	Saco 25 Kg	4,5 m ² (espesor 3 mm) 2,0 m ² (espesor 5 mm)
		Saco 40 kg	7,0 m ² (espesor 3 mm) 4,0 m ² (espesor 5 mm)
	CEMEX	Saco 40 Kg	7,0 m ² (espesor 3 mm)
	SUR	Saco 40 Kg	7,5 m ² (espesor 3 mm)
	LATICRETE	Saco 40 Kg	8,0 m ² (espesor 3 mm)
	PEDREGAL	Saco 40 Kg	9,0 m ² (espesor 3 mm)

Fuente: Catálogo de productos fabricantes varios (sin año)

II. Revestimientos

Los revestimientos son materiales a base de resinas acrílicas y otras materias primas ideados para alisar o realizar texturados en paredes. Su aplicación se realiza en capas delgadas (1 - 3 mm) sobre superficies previamente afinadas con mortero (repello) u otros materiales, dando el acabado final (caso de estucos acrílicos) o como paso previo a la pintura definitiva (pasta cementicia).

Los estucos son recubrimientos basados en resinas elastoméricas, específicamente diseñados para decorar superficies interiores y exteriores. Además de su función decorativa, brindan otras propiedades como resistencia mecánica, resistencia al fuego e impermeabilización.

Este producto puede ser aplicado con las herramientas comunes como rodillo, llaneta, espátula o brocha, para generar las texturas deseadas. Existen diferentes técnicas de aplicación de estuco, entre las que destacan:

- Estucado liso: se aplica en fachadas exteriores y en paredes interiores, se lo conoce también como el enlucido tradicional.
- Estucado raspado: este tiene una apariencia áspera o arenosa, la cual se consigue con la ayuda de una plancha de madera (o llana de hule) y una esponja, los cuales dan la uniformidad al raspado.
- Estucado imitación a piedra: Este tipo de estuco es muy usado en fachadas interiores como exteriores, su imitación de piedra es al gusto.
- Estucado espatulado: Para esta técnica se necesita como herramienta principal la espátula. Lo primero que se hace es dar una mano de mortero de aproximadamente 2mm de espesor, se deja secar por media hora, y luego con la espátula se realizan los trazos para obtener el diseño deseado.

Este producto se comercializa en Cubetas (producto listo para usar) en presentaciones de 5, 2 y 1 galones, con un rendimiento de 25 - 30 m²/gal; y en sacos (necesario mezclar el producto con agua) de 40 kg con rendimiento de 9 - 12 m²/saco con un espesor de 3 mm.

Si lo que se quiere es una textura completamente lisa en las paredes, la pasta es el material más común para lograrlo. Puede aplicarse sobre superficies afinadas con mortero, paneles de yeso u otros revestimientos, empleando una espátula ancha o llana lisa, en capas delgadas de aproximadamente 2 mm. La pasta no es un producto de acabado definitivo, sobre esta es necesario aplicar una mano de pintura sellador o base, para posteriormente culminar con las manos de pintura final.

La pasta profesional se comercializa en presentaciones variadas, para interiores y exteriores. Por lo general se comercializa en Cubetas en presentaciones de 5, 2 y 1 galones, con un rendimiento de 30 - 35 m²/gal; y en sacos de 20 kg con rendimiento de 11 - 15 m²/saco. En la siguiente figura se muestra la presentación comercial de estucos y pastas.



Figura 70. Presentación comercial de estucos y pastas

Fuente: Catálogo de productos fabricantes varios (sin año)

III. Pinturas

La pintura es un producto fluido compuesto principalmente de pigmentos, aglutinantes, disolventes y plastificantes que, al ser aplicado sobre una superficie (mortero, pasta cementicia u otro revestimiento) en capas delgadas, se transforma al cabo de un tiempo en una capa sólida que se adhiere a dicha superficie, de tal forma que la recubre, protege y decora.

Existen diferentes tipos de pinturas para paredes, con propiedades físicas y químicas deben tenerse en cuenta a la hora de elegir el producto adecuado. Se encuentran en el mercado pinturas en agua, en aceite, acrílicas, barniz, esmaltes, lacas, selladores, entre otras; su selección depende del tipo de superficie donde se va a colocar, el tipo de protección requerida (humedad, corrosión, otros) y el acabado estético que se quiera obtener.

En el país, existe una variedad de marcas comerciales de pintura para paredes, las cuales ofrecen al cliente la opción de elegir color, acabado (mate, satinado, brillante) según su gusto. La pintura se comercializa en envases o cubetas de 5, 2, 1 y 1/4 galones con un rendimiento de 35 - 45 m²/gal. En la siguiente figura se muestra la presentación comercial de pinturas.



Figura 71. Presentación comercial de pinturas

Fuente: Catálogo de fabricantes varios (sin año)

4.3.2. Proceso Constructivo

Previo al inicio de las obras, el personal a cargo de la ejecución debe realizar una revisión de los planos y las especificaciones técnicas correspondientes, con el objetivo de verificar en detalle el tipo de acabado que recibirá cada una de las paredes y así coordinar los trabajos respectivos. En las Figuras 72, 73 y 74 se muestra el detalle de los acabados de paredes de una casa de habitación de 2 niveles.

También es importante la revisión de las fichas técnicas y las recomendaciones de los fabricantes de los materiales para garantizar la correcta aplicación de los mismos. En esta sección se describe el proceso correspondiente al acabado de paredes de concreto (mampostería) más común en nuestro país, el cual inicia con los repellos de mortero (grosso y fino), continua con el empastado y finaliza con la pintura.

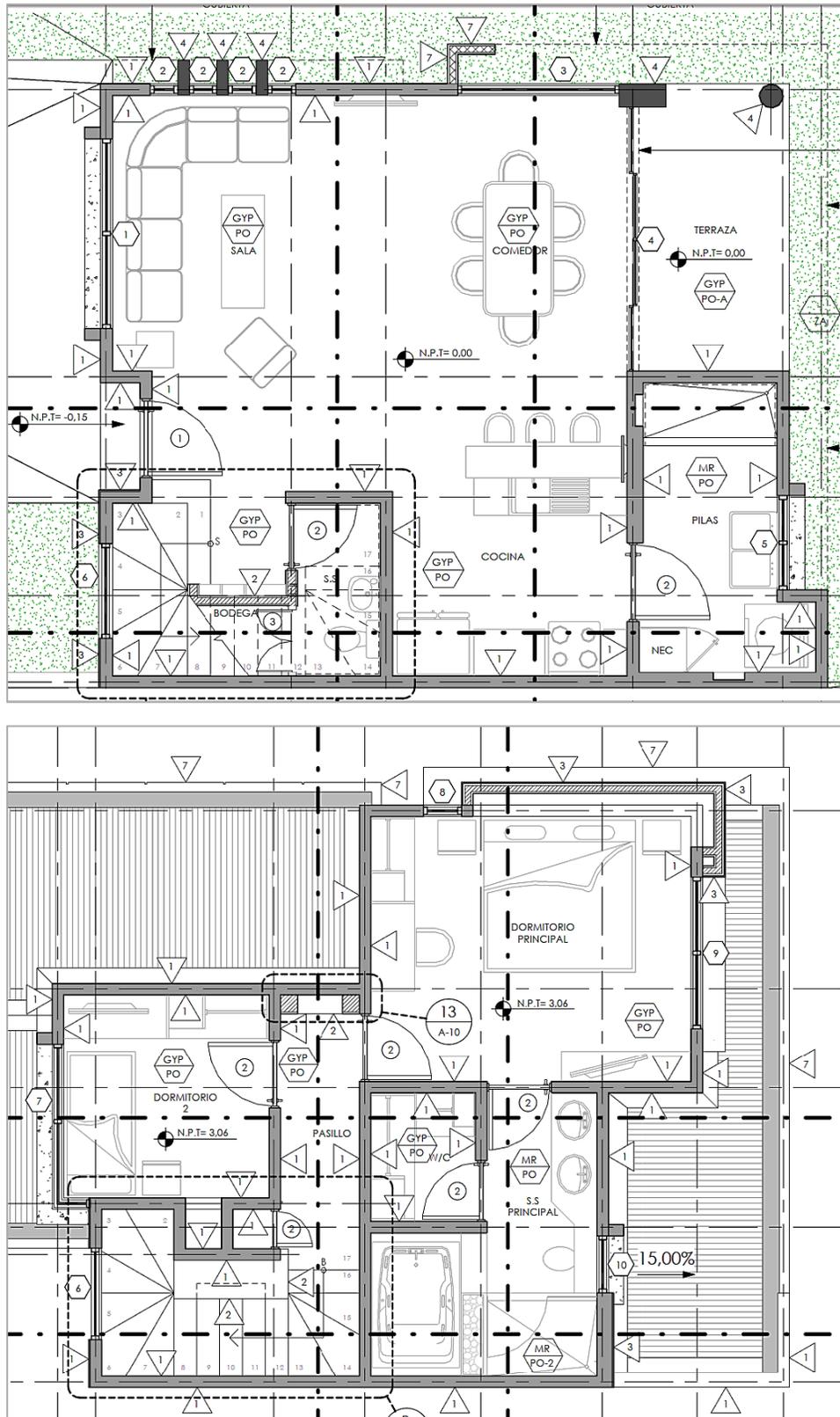


Figura 72. Plantas de acabados

Fuente: Suministrado por constructora (2020)

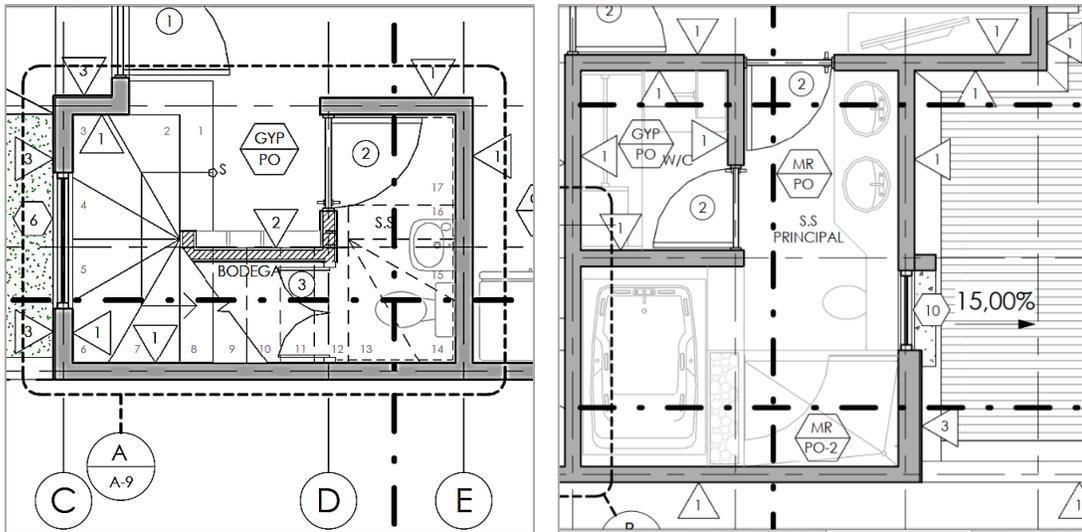


Figura 73. Detalle de segmentos de los acabados de paredes

Fuente: Suministrado por constructora (2020)

PAREDES	
1	PAREDES DE BLOQUES DE CONCRETO DE 12x20x40cm, REPELLO FINO Y PINTAR CON DOS MANOS DE PINTURA ACRILICA
2	PARED LIVIANA DE GYPSUM, 2 CARAS, PINTADA
3	PARED CON ENCHAPE DE PIEDRA ARTIFICIAL COLOR GRIS, DE LA CASA LADRILLERA LA URUCA
4	COLUMNA DE CONCRETO, REPELLO FINO MAS PINTURA
5	COLUMNA DE CONCRETO, REPELLO FINO MAS PINTURA, CON SISAS
6	MURO DE CONCRETO, REPELLO FINO MAS PINTURA
7	PARED LIVIANA DE DUROCK, 2 CARAS, PINTADA

Figura 74. Simbología y detalle de los acabados de paredes

Fuente: Suministrado por constructora (2020)

I. Repellos

i. Preparación de la superficie

Se realiza una revisión de la superficie para eliminar cualquier residuo de mortero, concreto o cualquier contaminante como polvo, grasas o cualquier agente que se interponga entre la superficie y la capa del producto. Seguidamente se humedece la pared con manguera o aspersor de tal forma que no haya sequedad o exceso de agua que altere la dosificación del mortero cuando se aplique.

ii. Construcción de guías o maestras

Se comprueban plomos y alineamientos para verificar la verticalidad y correcta alineación de la pared. Se colocan los plomos (cuerdas verticales) desligados de la pared a una distancia de 10 - 20 mm que constituye el espesor del repello, espaciadas entre sí de 1 - 1,5 m. Siguiendo las cuerdas de los plomos se construyen las guías o maestras de unos 5 cm de ancho a base de mortero. Estas deberán dejarse secar por lo menos 24 horas, antes de realizar el llenado.

iii. Preparación de la mezcla de mortero grueso

Para preparar la mezcla con mortero predosificado es necesario agregar agua únicamente, en la cantidad recomendada por el fabricante del producto. Agregada la cantidad de agua, se realiza la mezcla hasta obtener un mortero plástico, uniforme y sin grumos. En el Cuadro 15 se muestra la recomendación de algunos fabricantes.

Cuadro 15. Dosificación de agua de repellos predosificados

Fabricante	Presentación	Dosificación de agua (L/saco)
INTACO	Saco 25 Kg	4,0 – 4,6
	Saco 40 kg	6,5 – 7,5
IMPERSA	Saco 25 Kg	5,0 – 6,0
	Saco 40 kg	8,0 – 9,0
CEMEX	Saco 40 Kg	7,5 – 8,0

Fuente: Catálogo de fabricantes varios (sin año)

Si el mortero es preparado en obra, la dosificación se realiza comúnmente en una relación volumétrica de 3 partes de arena (tamizada en malla #8 (2,36 mm)), 1 parte de cemento y $\frac{1}{2}$ de cal hidratada (3:1: $\frac{1}{2}$). La cantidad de agua a adicionar responde a la experiencia (criterio de trabajabilidad) del albañil, lo cual no asegura una adecuada dosificación. (Navarro, 2011)

iv. Colocación de la mezcla de mortero grueso

Se realiza el llenado manual (con llana lisa o cuchara de albañilería) de cada uno de los paños entre maestras, aplicando capas de mortero de aproximadamente 10 mm de espesor con un secado mínimo 24 horas entre capas. Completo el llenado se procede a pasar el codal (elemento de madera o metal perfectamente recto de longitud superior a la distancia entre maestras), apoyándose en ellas con el fin de alcanzar una superficie lisa.

Una vez que el mortero está ligeramente seco al tacto, se utiliza la llana para eliminar las irregularidades que puedan haber quedado en el repello. El acabado uniforme se obtiene aplicando sobre la superficie una esponja lisa humedecida o con llana de goma. En la siguiente figura se ejemplifica en proceso de aplicación de repello en paredes.

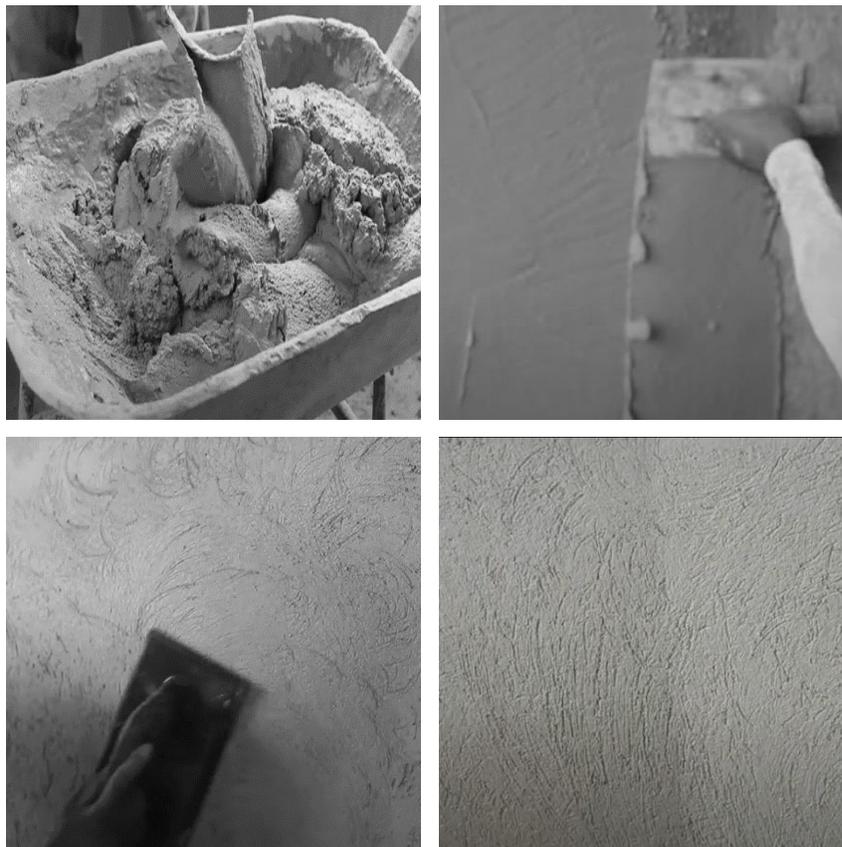


Figura 75. Aplicación de repello en paredes

v. Colocación de la mezcla de mortero fino

El repello fino se aplica con una llana metálica lisa, presionándolo contra la superficie en un espesor aproximado de 3 mm. Si es necesario un mayor espesor, se deberá alcanzar en capas sucesivas. Una vez que el mortero este ligeramente seco al tacto, se aplica sobre la superficie una esponja lisa humedecida para dar el acabado final.

El curado con agua debe iniciarse 24 horas después de la colocación y extenderse por al menos 72 horas.

II. Empastado

i. Preparación de la superficie

Se realiza una revisión de la superficie para verificar que no haya humedad, eliminar cualquier residuo de mortero o cualquier contaminante que se interponga entre la superficie y la capa del producto, y reparar cualquier grieta o agujero con el adecuado producto. Además, debe lijarse manualmente la superficie para eliminar las asperezas e imperfecciones del repello.

ii. Colocación de la pasta cementicia

La pasta se aplica con una llana metálica lisa, presionándola contra la superficie en un espesor aproximado de 2 mm. Cuando haya secado al tacto (4 - 5 horas) se coloca la siguiente capa procurando no dejar marcas de la llana. 24 horas después de la aplicación de la última capa de pasta, se lija la superficie utilizando lija al seco #100 o más fina, para dar el acabado liso final. En la siguiente figura se ilustra el proceso descrito.

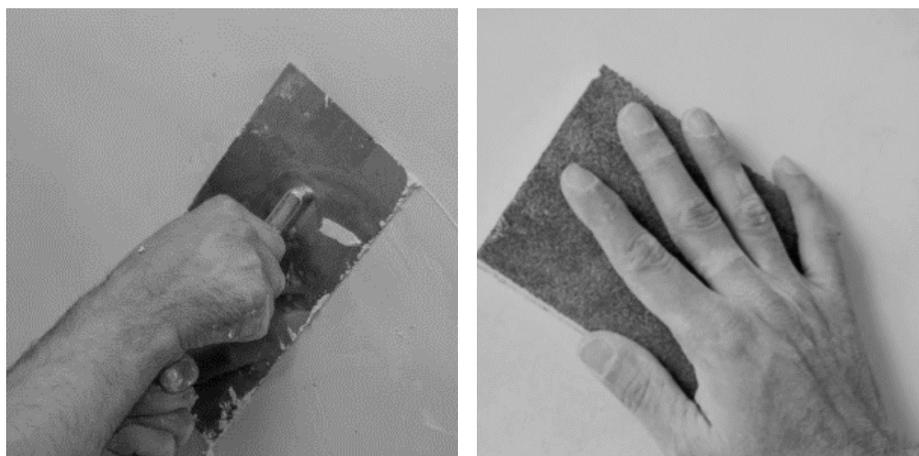


Figura 76. Empaste y lijado

III. Pintura

i. Preparación de la superficie

Se realiza una revisión para detectar y reparar cualquier grieta o agujero en la superficie a pintar. Además, se debe eliminar el polvo residual producto del proceso de lijado, empleando una tela en seco o ligeramente humedecida.

ii. Colocación de la pintura

La primera mano de pintura a aplicar (rodillo y brocha) sobre la superficie empastada, debe ser de tipo sellador que reduzca su porosidad y que consecuentemente permita una absorción homogénea de la pintura, mayor adherencia entre la pintura y la superficie, y un mayor rendimiento. Cuando haya secado la capa base, se aplican 2 manos de la pintura del acabado final, con una separación entre sí de al menos 6 horas. En la siguiente figura se ilustra la aplicación de pintura en paredes.

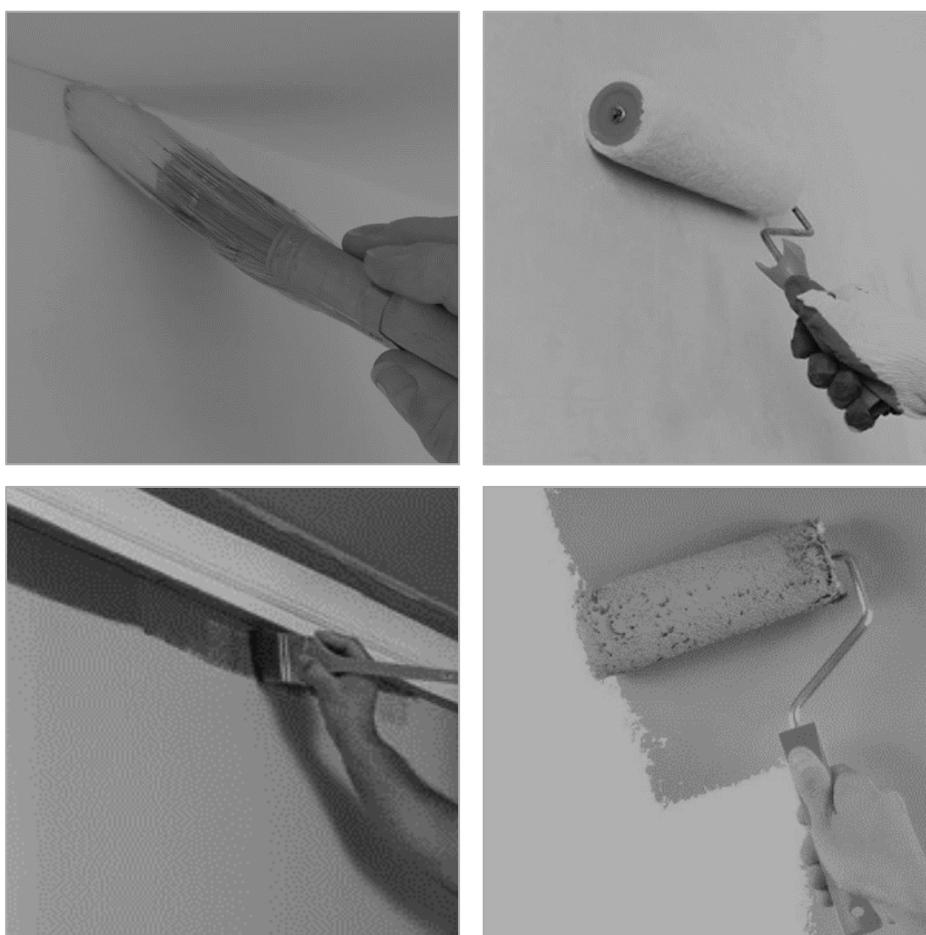


Figura 77. Aplicación de sellador base y pintura

4.4. Acabados paredes livianas

Las paredes livianas de Gypsum están compuestas generalmente por estructuras de perfiles metálicos cubiertas de láminas de yeso con características específicas en función del objetivo para las cuales son diseñadas (interiores o exteriores, resistentes a la humedad, resistentes al fuego, entre otros).

De acuerdo con los fabricantes, estos materiales modulares ofrecen muchas ventajas sobre sus alternativas más tradicionales. Estas ventajas se observan durante el proceso constructivo, pero se extienden hasta el uso del bien inmueble. Durante la construcción estos materiales son fáciles de transportar y manipular por su peso ligero, son rápidos de instalar, no generan muchos desperdicios y su costo es más económico. Los usos comunes para este tipo de cerramiento son como paredes divisorias, paredes para ambientes expuestos a la humedad (baños, cocinas), paredes con aislamiento acústico y térmico, paredes resistentes al fuego y paredes exteriores.

Otra de las ventajas de este sistema constructivo es que se pueden revestir con morteros, pastas, cerámicas, azulejos y otros materiales para dar un acabado de calidad. En la siguiente figura se muestra la estructura típica de una pared liviana en Gypsum.

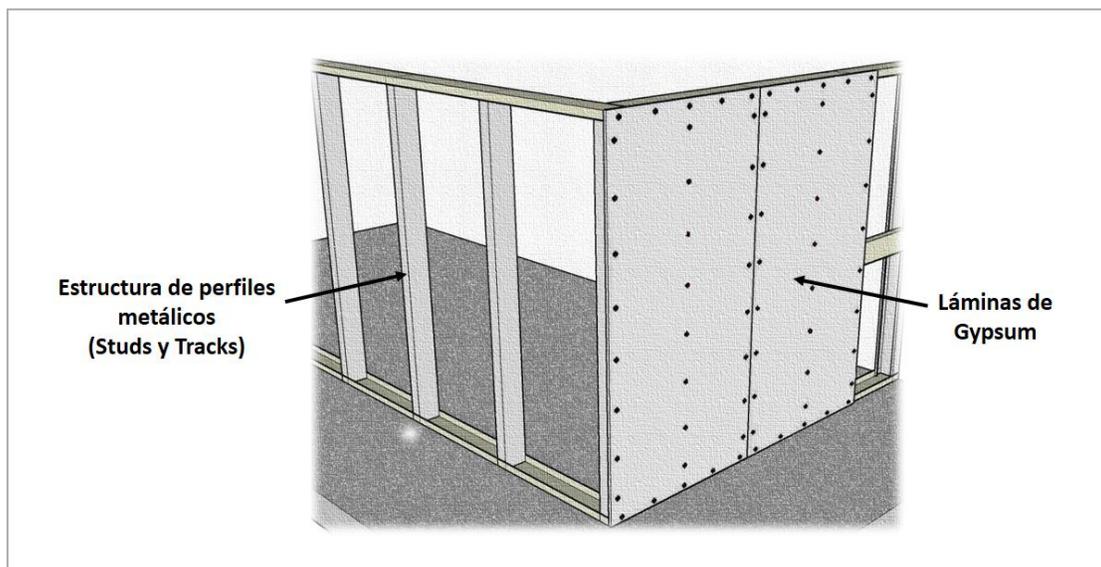


Figura 78. Estructura típica de paredes livianas

Fuente: ACIMCO (2019)

4.4.1. Materiales

I. Estructura

La estructura de las paredes de Gypsum se construye con perfiles de acero galvanizado fabricados en una variedad de calibres y tamaños en función del espesor de la pared a construir. Se fabrican a partir de láminas de acero galvanizado lo cual los hace resistentes a la corrosión, su diseño posee una serie de nervaduras que los hace más rígidos y con un mejor comportamiento estructural.

Por lo general para construir la estructura se requiere de los siguientes perfiles:

- Tracks (canales): perfiles en forma de "U", los cuales se colocan de forma horizontal en la parte inferior (utilizados como guía para fijar la estructura al piso) y superior de la estructura para formar el marco de soporte de la pared.
- Studs (postes): perfiles en forma de "C", los cuales se colocan de forma vertical dentro de los Tracks con una separación de 40,6 o 61 cm. Estos perfiles presentan perforaciones para permitir el paso de las instalaciones eléctricas, mecánicas u otras.

De ser necesario se complementa el estructurado con otros elementos como canales rigidizadores y esquineros (angulares).

En Costa Rica se fabrican los perfiles en una variedad de dimensiones y espesores. La selección dependerá del objetivo y del grosor de pared que se desea construir. En el Cuadro 16 se describen las características de los perfiles en el mercado. En la Figura 79 se ilustran dichos materiales.

Para armar la estructura se utilizan, por lo general, clavos de impacto de 3/4" y 1" para anclar los perfiles al piso, paredes y losas de concreto. Para realizar el anclaje entre perfiles se usan tornillos tipo Torlak punta broca de 7/16" y 1/2". Para fijar las láminas de Gypsum a la estructura se usan tornillos punta broca y punta corriente de 1 1/4" y 1 1/2".

Es importante tener claro que la estructura metálica no está diseñada para formar parte de un sistema estructural, sino para soportar los paneles únicamente. En caso que se desee colocar algún objeto pesado colgado de la pared, se debe reforzar la estructura con tubería estructural de mayor capacidad soportante.

Cuadro 16. Perfiles galvanizados para estructura de paredes livianas

Perfil	Dimensiones (mm)	Espesores (mm)	Longitud (cm)
Track	43 x 25	0,36	244
	65 x 25		
	78 x 25	0,40	305
	93 x 25	0,70	
	103 x 25		
Stud	41 x 25	0,36	244
	63 x 25		
	76 x 25	0,40	305
	91 x 25	0,70	
	101 x 25		
Esquinero	25 x 25	0,32	244
	32 x 32		305
Rigidizador	38 x 10	0,70	244
		1,30	305

Fuente: Metalco (2020)



Figura 79. Materiales para armado de estructura de paredes livianas

Fuente: Metalco (2020)

II. Láminas

En general las láminas de Gypsum (yeso forrado) tienen dimensiones de 4 x 8 pies (122 x 244 cm), con espesores de 1/2" (12,7 mm) y 5/8" (15,9 mm).

La lámina de Gypsum Regular se usa habitualmente en áreas interiores. Su presentación comercial es en un color neutro de tonos grises en ambas caras y al contrario de las otras presentaciones no posee ningún tipo de resistencia ante la humedad o el fuego.

La lámina RH (Resistente a la Humedad) es ideal para interiores y se emplea principalmente en zonas como baños, regaderas, cocinas, lavanderías y otras áreas expuestas a la humedad. En dependencia del fabricante, se puede encontrar en el mercado colores verdes.

La lámina RF (Resistente al Fuego) tiene la característica que ofrece resistencia a la auto-ignición e igualmente ofrece resistencia a la exposición directa con el fuego. Se utiliza en áreas interiores, las cuales pueden estar expuestas a posibles fuentes de ignición, tales como cocinas o áreas industriales. Esta lámina se puede encontrar en colores rojos.

La lámina DensGlass es especial para áreas exteriores ya que está recubierta con fibra de vidrio para una mayor resistencia a la humedad. Es liviana, inmune a plagas y se le pueden dar diferentes acabados. Este tipo de lámina se encuentra en el mercado en colores amarillos.

En la siguiente figura se ilustran algunos tipos de láminas empleados en la construcción de paredes livianas.

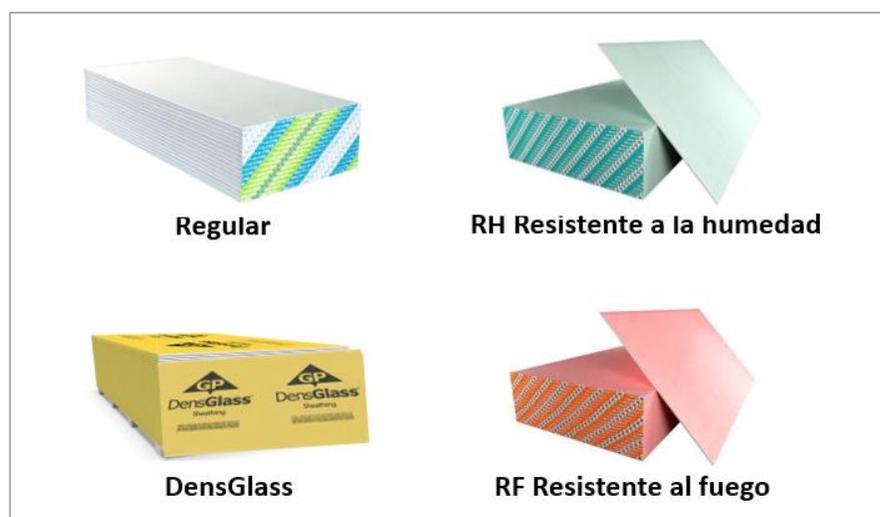


Figura 80. Láminas de Gypsum

Fuente: Tecnigypsum

III. Acabados

Una vez que se instalan las láminas a la estructura, se requiere de los siguientes materiales para dar el acabado:

- Cinta de papel: es una cinta de fibra de papel muy resistente que se utiliza para ocultar y reforzar las juntas entre los paneles de Gypsum. Está diseñada para utilizarse con compuestos para juntas de tipo fraguado (pasta) y se encuentra comercialmente en rollos de 2" (50 mm) de ancho.
- Cinta malla: cinta de fibra de vidrio adhesiva con las mismas funciones que la cinta papel, pero además con resistencia a la humedad, por lo que es ideal en paneles exteriores o áreas húmedas. Su presentación es en rollos de 2" y 4" de ancho.
- Accesorios plásticos: si el acabado de la pared lo requiere se deben instalar molduras plásticas como esquineros, juntas de expansión, jotas, entre otros, los cuales se colocan en los bordes, uniones y esquinas de los paneles. Estos accesorios poseen agujeros para que la pasta o mortero se incruste y mejore la adherencia entre componentes.
- Pasta especial para Gypsum: La pasta es un elemento esencial para dar el acabado a las de paredes Gypsum; se utiliza para sellar las juntas entre paneles, las cabezas de los tornillos, agujeros e imperfecciones en la superficie. Está disponible en el mercado en una variedad de presentaciones según el tipo de uso y requerimiento de acabado. Se comercializa en Cubetas en presentaciones de 5, 2 y 1 galones, con un rendimiento de 30 - 35 m²/gal; y en sacos de 20 kg con rendimiento de 11 - 15 m²/saco.
- Morteros especiales: Son mezclas de productos no minerales, polímeros y resinas ideales para sellar la junta entre paneles y revestir toda la superficie, obteniendo una película lisa sobre la lámina. Son especiales para recubrir las obras exteriores o expuestas a la humedad. Se encuentran en el mercado en sacos de 25 y 40 kg con rendimiento de 7 - 9 m²/saco.
- Sellador: Es una pintura diseñada para sellar la porosidad de las láminas y evitar así la absorción excesiva de pintura gracias a su capacidad de cubrimiento, su excelente nivelación y acabado mate que ayuda a disimular los empates entre paneles.

- Pintura: Diseñada especialmente para la protección y acabado final de las superficies de Gypsum.

En la siguiente figura se ilustra algunos de los materiales utilizados comúnmente en el acabado de paredes livianas.



Figura 81. Materiales para el acabado de paredes livianas

Fuente: Construplaza

4.4.2. Proceso Constructivo

Previo al inicio de las labores constructivas se deben examinar los planos y las especificaciones, para identificar la finalidad de los elementos livianos y clarificar el estructurados a realizar, el tipo de láminas a emplear y el acabado final. En esta sección se describe el proceso correspondiente al armado y acabado de paredes livianas interiores (lámina regular).

Una vez revisado los planos constructivos, se realiza el trazo de la ubicación de los segmentos livianos a construir, teniendo en cuenta los alineamientos, plomos, escuadras, ancho de los elementos y espesor de los acabados, de acuerdo a lo especificado en los planos. El trazo en el piso, paredes, vigas o losa, se realiza utilizando tiralíneas, cuerdas de nilón y marcadores. En la Figura 82 se ilustra este proceso.

Es importante hacer el trazo no solo del eje sino también de los bordes exteriores de los perfiles galvanizados y las láminas, con el fin de evitar errores de dimensionamiento por no incluir el espesor de las láminas. Este aspecto es muy importante cuando se trazan segmentos perpendiculares, así como los buques de puertas y ventanas.



Figura 82. Trazo de paredes livianas

Fuente: Suministrado por constructora (2020)

El estructurado inicia con la instalación de los canales (Tracks) inferiores y superiores, los cuales se anclan al piso y cielo raso (o losa) con clavos de impacto o tornillos, de acuerdo con las siguientes disposiciones de los fabricantes:

- Los anclajes se instalan en una configuración de zig-zag dentro del perfil, con separación máxima de 60 cm en elementos de concreto y de 40 cm en elementos menos resistentes.
- Las fijaciones de inicio y final deberán estar a una distancia no mayor de 50 mm de los extremos del perfil.
- La continuidad de los canales se realiza a tope y nunca por solape.
- En cruces y esquinas, los canales deben separarse una distancia equivalente al espesor de la lámina.

En la Figura 83 se ilustran las disposiciones antes descritas.

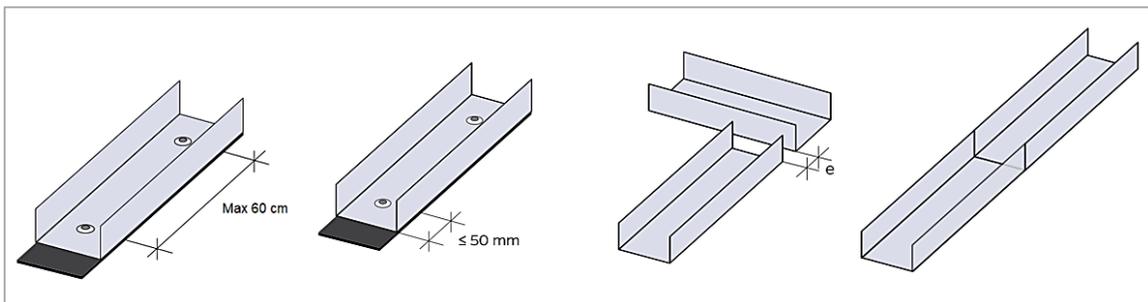


Figura 83. Detalle de anclaje de los canales

Fuente: Manual Técnico Gyptec (2017)

En la siguiente figura se ilustra el proceso de instalación de los canales de la estructura.



Figura 84. Instalación de los canales de paredes livianas

Fuente: Suministrado por constructora (2020)

Una vez instalados los canales se procede a trazar la ubicación e instalar los postes (Studs) de la estructura. Estos elementos deben colocarse transversalmente dentro de los canales, para luego girarlos y acoplarlos a su ancho. En este proceso se debe considerar lo siguiente:

- La separación máxima de los postes debe ser aproximadamente de 61 cm o 40,6 cm (ajustadas a las dimensiones de las láminas, 122x244 cm), de acuerdo con la solución constructiva adoptada. Es muy importante que esta separación y los plomos sean lo más exactos posibles, pues de lo contrario habrá problemas a la hora de atornillar las láminas, ya que podría darse el caso que el extremo de la lámina no coincida con el poste dificultando su anclaje.
- La longitud de los postes debe ser 10 mm menos que la altura de la pared, esto con el fin de evitar el pandeo de la estructura producto de la expansión térmica del material.
- Los perfiles verticales de arranque que van anclados a elementos de concreto u otros materiales, deben fijarse a la obra gruesa o unidad existente, de igual forma a lo antes mencionado para la fijación de los canales.
- Al momento instalar postes previamente recortados, debe tenerse el cuidado de garantizar que las perforaciones de los perfiles, para el paso de instalaciones electromecánicas y otras, se mantengan al mismo nivel, para facilitar la aplicación de las mismas en el interior de las paredes.

- En segmentos perpendiculares como escuadras e intersecciones, se deben aplicar postes de refuerzo, unidos a los canales inferior y superior, sin interrumpir la modulación de los postes intermedios.
- En el caso de puertas o ventanas, se debe aplicar en los límites superior e inferior (en el caso de las ventanas) de la abertura un canal alzado en las extremidades a 90°, con el fin de quedarse con un trozo vertical igual o superior a 150 mm. Estos extremos se deben colocar en el sentido de la abertura y unirse a los postes que limitan la abertura.
- Se debe reforzar con madera, los postes y canales que forman el perímetro de los buques de puertas y ventanas, para poder instalar los marcos. Si estos elementos son de peso considerable, debe instalarse una estructura de soporte independiente.

En las Figuras 85 y 86 se ilustran disposiciones con respecto a la instalación de los postes de la estructura. En la Figura 87 se ilustra el proceso de instalación.

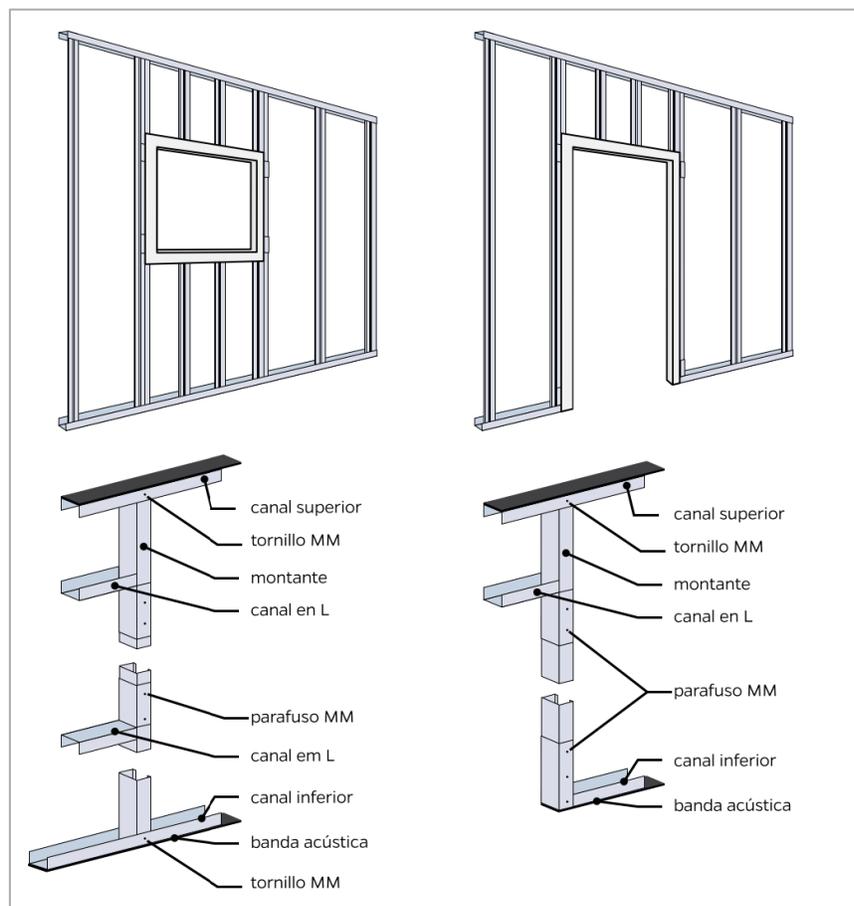


Figura 85. Detalle de estructuración de puertas y ventanas

Fuente: Manual Técnico Gyptec (2017)

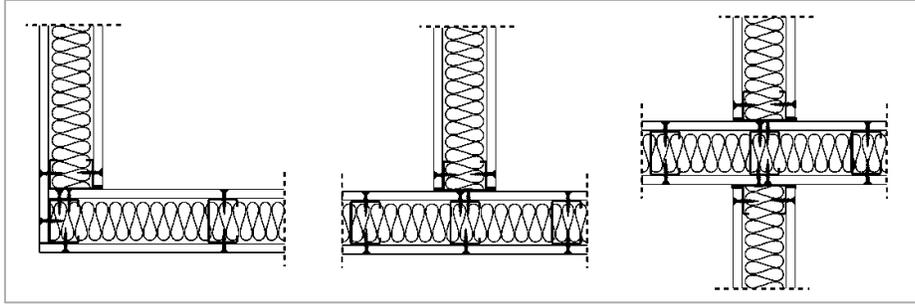


Figura 86. Detalle de estructuración en segmentos perpendiculares

Fuente: Manual Técnico Gyptec (2017)



Figura 87. Instalación de postes de paredes livianas

Fuente: Suministrado por constructora (2020)

Finalizada la estructuración, se colocan refuerzos para la instalación electromecánica u otros accesorios, procurando que estos no vayan a interferir al momento de instalar las láminas. En la siguiente figura se ilustra ese proceso.



Figura 88. Instalación de refuerzos en paredes livianas

Fuente: Suministrado por constructora (2020)

Previo a la instalación de las láminas debe verificarse que cada uno de los elementos de la estructura están correctamente instalados, y que todos los accesorios e instalaciones previstas están debidamente acoplados. Una vez efectuada la revisión, se procede a instalar las láminas teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Las láminas pueden colocarse indistintamente en cualquier dirección, ya sea horizontal o vertical, pero siempre procurando que las juntas coincidan adecuadamente con el centro de los postes.
- Deben estar separadas entre 5 y 10 mm del suelo, para garantizar que no hay contacto con posibles humedades. En este caso puede emplearse algún accesorio (como jotas plásticas) para evitar el contacto entre el suelo y las láminas.
- La separación de los tornillos utilizados en la fijación de las láminas a los postes y canales, debe ser como máximo de 25 cm. Deben aplicarse de modo que cada tornillo atraviese en su totalidad y exceda el espesor de la lámina en al menos 10 mm.
- Las fijaciones deben aplicarse a una distancia mínima de 10 mm del borde longitudinal y 15 mm del borde transversal de la lámina, de manera que no fracturen los bordes. Estos no deben quedar fuera de la superficie de la lámina, ni deben traspasarla.
- Las juntas de las láminas se deben realizar de manera que coincidan los bordes en toda la longitud, para evitar la aparición de grietas debido a diferencias de espesor en la pasta.
- Debe procurarse que las juntas de láminas contiguas, no coincidan en al menos una dirección, ya sea en la dirección transversal o en la dirección longitudinal, esto para evitar puntos propensos a agrietarse.
- Las juntas en ambos lados de un segmento o pared, deben alternarse. No es recomendable que las juntas de láminas coincidan en una misma línea (poste).
- Las juntas de las láminas, en la zona de los buques de puertas y ventanas, deben quedar a una distancia mínima de 200 mm del límite de la apertura.

En las figuras 89, 90 y 91 se ilustran algunas disposiciones con respecto a la instalación de las láminas.

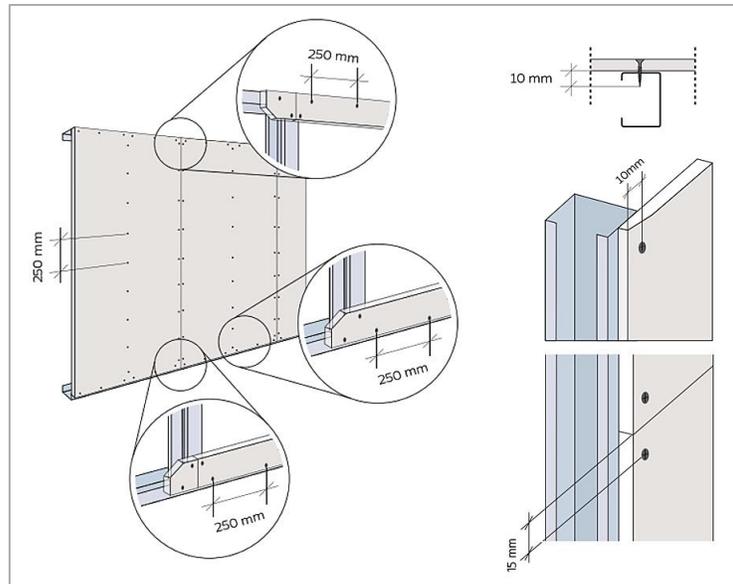


Figura 89. Detalle de fijación de las láminas

Fuente: Manual Técnico Gyptec (2017)

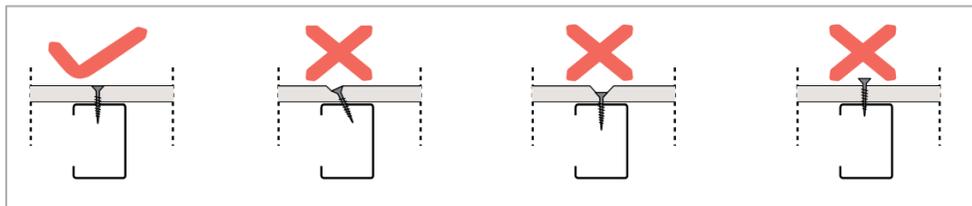


Figura 90. Detalle de la instalación correcta de los tornillos

Fuente: Manual Técnico Gyptec (2017)

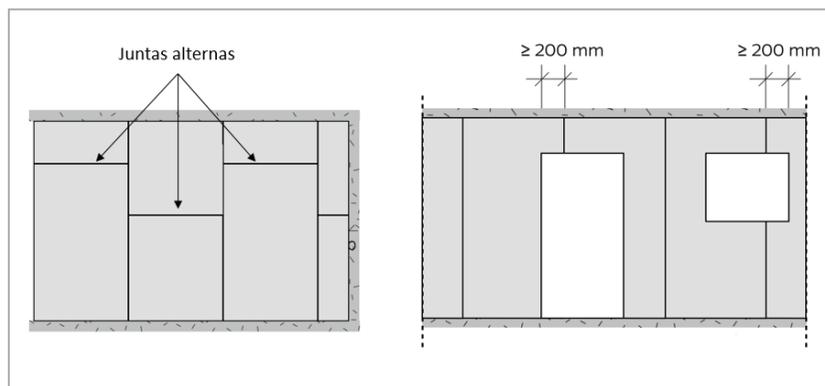


Figura 91. Detalle de las juntas de las láminas

Fuente: Manual Técnico Gyptec (2017)

En la Figura 92 se ilustra el proceso de instalación de las láminas de Gypsum.



Figura 92. Instalación de las láminas

Fuente: Suministrado por constructora (2020)

Previo al inicio de las labores de acabado, debe instalarse los accesorios (plásticos o metálicos) tales como esquineros, jotas, necesarios para dar un adecuado acabado a los bordes (aristas vivas) de segmentos de pared y buques de puertas y ventanas. En la siguiente figura se ilustra la instalación de esquineros.



Figura 93. Instalación de esquineros

Fuente: Suministrado por constructora (2020)

Una vez instalados los accesorios, se procede a sellar las juntas entre láminas, esquinas, uniones láminas - cielo raso, colocando cinta de papel y aplicando las manos de pasta necesarias para llegar al nivel de acabado deseado. Su ejecución se realiza de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- Primero se aplica (con espátula 6") una capa abundante de pasta a lo largo de toda la junta, con la anchura de los bordes.
- Se asienta la cinta, presionándola con la espátula contra la capa de pasta, formando una capa uniforme y evitando la formación de burbujas de aire o grumos. Las cintas transversales deberán quedar a tope, con una separación máxima de 5 mm entre sí, y nunca solapadas.
- Seguidamente se aplica una segunda mano de pasta sobre la cinta, con la misma anchura que la primera, con el cuidado de no despegarla y arrastrarla.
- Después del secado de las capas de pasta mencionadas, se aplican más manos de pasta (al menos 2 más), siempre y sólo cuando está garantizado el correcto secado (4 - 5 horas) de cada capa antes de ser aplicada la próxima. Estas capas deben tener siempre una anchura superior a la de la capa anterior, para disimular el posible regrueso de la junta.
- De igual manera se aplican capas de pasta sobre los elementos plásticos como esquineros o jotas y sobre las cabezas de los tornillos.

En la siguiente figura se ilustra la forma correcta de instalar la cinta de papel.

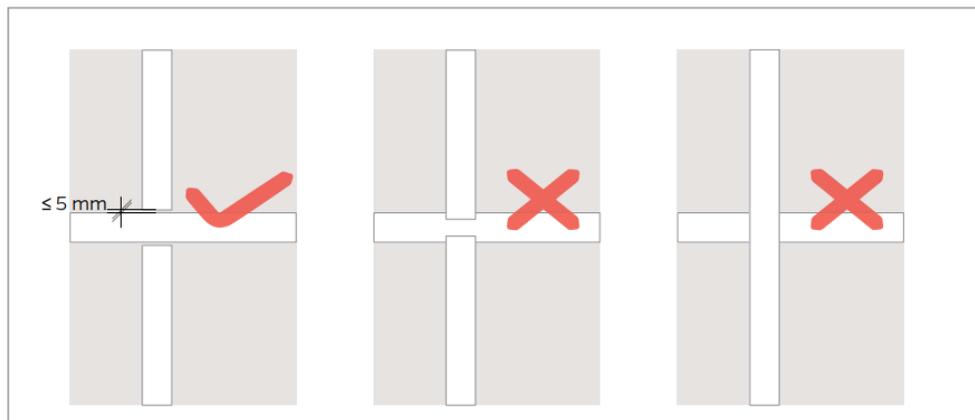


Figura 94. Detalle de instalación de cinta de papel

Fuente: Manual Técnico Gyptec (2017)

En la siguiente figura se ilustran los procesos de encintado y empastado.

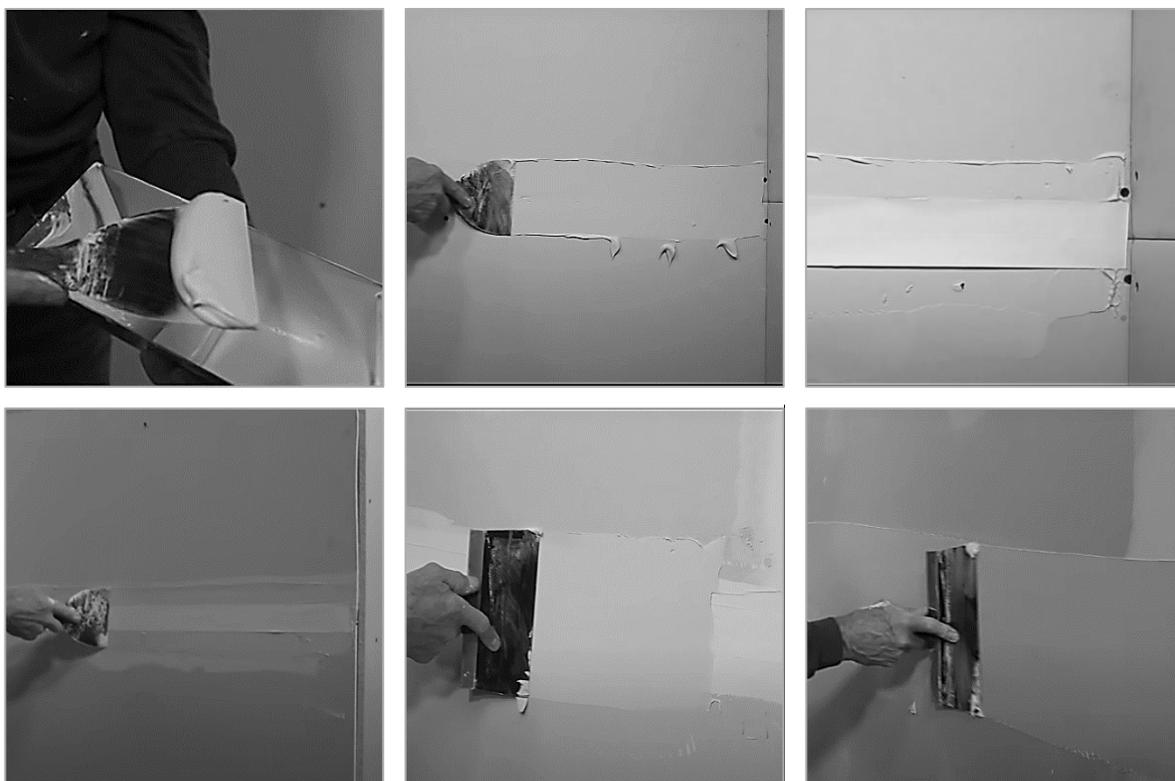


Figura 95. Encintado y empastado de paredes livianas

Después de dar el tiempo de secado requerido por la pasta (4 - 5 horas), se procede a lijar la superficie suavemente para brindar un aspecto uniforme. Antes de aplicar la pintura es importante remover el polvo residual de la superficie empleando tela seca o ligeramente humedecida, u otro accesorio. Por último, se aplica una mano de base sellador y 2 manos de pintura (con una separación entre sí de al menos 6 horas) con los materiales especiales para este sistema. En la siguiente figura se ilustra el proceso.



Figura 96. Lijado y pintura de paredes livianas

5. Guía de inspección técnica de elementos con mayor incidencia de defectos

La gestión de calidad de los proyectos de construcción es cada vez más compleja y exigente, por lo que la implementación de herramientas como guías y listas de verificación se ha convertido en un aspecto fundamental para el éxito continuo de la industria. Estas permiten implementar principios de planificación, verificación y gestión en el proceso de inspección con el objetivo de reducir las deficiencias y optimizar el control de calidad de las obras.

Específicamente, las listas de verificación son instrumentos de mucha utilidad en la labor de inspección de obras, ya que estas se diseñan para realizar comprobaciones sistemáticas de los estándares (normas y reglamentos) de calidad de actividades, tareas o elementos específicos. Se elaboran de forma que el usuario siga una secuencia organizada de observaciones, dejando un registro que puede ser utilizado posteriormente para definir acciones y organizar la inspección en términos de jerarquía o exigencia. “El uso de listas de verificación como información de control y consulta, proporciona un sencillo formato estándar que sirve de instrumento de monitoreo y es más fácil de consultar que la información descriptiva de voluminosos documentos. Estas listas también son especialmente útiles para estimular un monitoreo constante de la realización y finalización de funciones. Su diseño y uso debe ser alentado como un complemento de las guías de procedimientos, no como un reemplazo de ellos” (Aceproject, 2020).

En este capítulo se presenta una guía de buenas prácticas y recomendaciones aplicables durante la ejecución e inspección de los procesos de construcción de los elementos con mayor incidencia de defectos, la cual es producto de la observación y análisis de cada uno de los procesos constructivos, de la recopilación de información brindada por profesionales del área de la construcción, así como de la normativa aplicable y las disposiciones de fabricantes de materiales.

Debe tenerse presente que la guía cubre aspectos básicos de inspección, de acuerdo con las principales causas que originan los defectos de construcción, por lo que, es responsabilidad de los profesionales a cargo de la inspección, definir los aspectos que se ajustan a las características y especificaciones de cada proyecto.

La guía se complementa con listas de verificación (en formato de formulario rellenable), cuyo objetivo es simplificar el proceso de supervisión y control de calidad de los procesos constructivos de los elementos en estudio. En la Figura 97 se muestra el detalle de la configuración de las listas de verificación. Las listas completas se presentan en el Apéndice 2.

		LISTA DE VERIFICACIÓN				
Responsable de la inspección: _____		Fecha: _____				
Detalle del proyecto: _____		No. de consecutivo: _____				
SISTEMA DE AGUA POTABLE						
Materiales						
No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
1.1	¿Las tuberías y accesorios PVC del sistema de distribución de agua fría cumplen con los requerimientos (diámetros, SCH, SDR) descritos en los planos y las especificaciones del proyecto?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
1.2	¿Las tuberías y accesorios PVC del sistema de distribución de agua caliente cumplen con los requerimientos (diámetros, SCH, SDR) descritos en los planos y las especificaciones del proyecto?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
1.3	¿Los materiales (pegamento, teflón, otros) para realizar los acoples de las tuberías y accesorios PVC y CPVC cumplen con los requerimientos descritos en los planos y las especificaciones del proyecto?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

Figura 97. Configuración de las listas de verificación

Cada lista está conformada por un encabezado y un cuerpo. En el encabezado se indican aspectos generales tales como el nombre del responsable de la inspección, detalles del proyecto (ubicación, código, entre otras descripciones), la fecha de realización de la inspección y el número de consecutivo. Los dos últimos son importantes para mantener el orden de cada actualización realizada con respecto a las labores de inspección. En el cuerpo se señala inicialmente el elemento (sistema de agua potable, sistema sanitario, sistema pluvial, entre otros) y el aspecto (materiales, trazo, excavación, instalación, entre otros) a inspeccionar. Seguidamente se presentan una serie de columnas en las cuales se indica el número asignado al ítem de verificación, la descripción del ítem de verificación, la evaluación del mismo, las observaciones pertinentes y el detalle de la ubicación exacta de los elementos inspeccionados.

A continuación, en los cuadros 17 a 22, se presenta la guía de buenas prácticas y recomendaciones aplicables durante la ejecución e inspección de los sistemas de agua potable, sistema de desagüe sanitario, sistema de desagüe pluvial, cubierta de techo y acabados de paredes.

Cuadro 17. Guía de buenas prácticas aplicables durante la ejecución e inspección del sistema de agua potable.

SISTEMA DE AGUA POTABLE	
Aspectos	Labor de inspección
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar que las tuberías y accesorios PVC del sistema de distribución de agua fría cumplen con los requerimientos (diámetros, SCH, SDR) descritos en los planos y las especificaciones del proyecto. - Verificar que las tuberías y accesorios CPVC del sistema de distribución de agua caliente cumplen con los requerimientos (diámetros, SCH, SDR) descritos en los planos y las especificaciones del proyecto. - Verificar que los materiales (pegamento, teflón, otros) para realizar los acoples de las tuberías y accesorios PVC y CPVC cumplen con los requerimientos descritos en los planos y las especificaciones del proyecto.
Trazo	<p>Cotejar que el trazo se realiza de acuerdo al diseño (ubicación de los distintos elementos, recorridos, alineamientos según cotas de referencia) descrito en las plantas de distribución de agua potable de planos de construcción del proyecto.</p>
Excavación	<p>Verificar que la excavación cumpla con:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ancho suficiente para proveer el espacio adecuado para acoplar las tuberías y los accesorios, y permitir colocar y compactar material de relleno lateral al tubo. - Nivel de profundidad y pendientes de acuerdo a los planos. Profundidad mínima tal que haya al menos 30 cm entre la corona del tubo y el nivel del terreno, y máxima de tal manera que no se dificulten las labores de mantenimiento y reparación. - Separación mínima de 1,0 m en planta y 25 cm por encima con la excavación destinada a los desagües de aguas residuales.
Posicionamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Previo a posicionar las tuberías en las zanjas, se debe colocar una base de material compactado, para garantizar un fondo firme y uniforme a lo largo de los recorridos.

Cuadro 17. Guía de buenas prácticas aplicables durante la ejecución e inspección del sistema de agua potable (Continuación).

SISTEMA DE AGUA POTABLE	
Aspectos	Labor de inspección
Posicionamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Revisar el interior de cada uno de los elementos (tuberías y accesorios) para verificar que no contienen residuos que originen obstrucciones. - Las tuberías de agua fría y agua caliente deben tener una separación mínima de 10 cm de borde a borde cuando coinciden en un mismo ducto, a no ser que se protejan con un material aislante adecuado.
Instalación	<p>Verificar en el proceso de acople de los elementos que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El pegamento PVC utilizado para realizar las uniones corresponde con el tipo de sistema (agua fría o caliente), y que este no presenta alteraciones como grumos o decoloraciones. - Las superficies (extremos lisos y campanas) establecidas para realizar las juntas cementadas están libres de humedad, tierra u otros residuos que puedan interferir en el adecuado acople. - El pegamento se aplica uniformemente sobre las superficies establecidas para realizar las juntas. - El extremo liso se introduce como mínimo un tercio de la longitud de la campana y que al introducirlo se gira un cuarto de vuelta para asegurar la uniformidad del pegamento en toda el área en contacto. Se debe formar un cordón continuo en el contorno de la campana, indicando un buen cementado. - Se realiza correctamente la instalación del teflón, la aplicación del pegamento y el proceso de roscado de los elementos PVC roscables. - El exceso o escurrimiento de pegamento sea eliminado. - Los ejes de las campanas de los distintos elementos quedan completamente alineados con los ejes de las tuberías.

Cuadro 17. Guía de buenas prácticas aplicables durante la ejecución e inspección del sistema de agua potable (Continuación).

SISTEMA DE AGUA POTABLE	
Aspectos	Labor de inspección
Instalación (Continuación)	<p>Verificar en la instalación de la red que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se instalan todos los dispositivos y accesorios (válvulas, llaves, otros) de los sistemas de distribución de agua fría y agua caliente. - Se instalan los dispositivos para atenuar sobrepresiones (golpe de ariete). - Las salidas de alimentación de los aparatos sanitarios (inodoros, duchas, lavatorios, otros) se realiza de acuerdo con lo descrito en planos. - Se sujetan correctamente los elementos para evitar movimientos excesivos y construyen los anclajes en los cambios de dirección horizontales y verticales. - Se coordina el señalamiento y protección de las previstas. - La instalación a la acometida domiciliaria se realiza de acuerdo a lo descrito y especificado en los planos. <p>En caso de instalaciones colgantes, verificar que las tuberías, accesorios y soportes se instalan acatando las disposiciones de los fabricantes.</p> <p>En caso de instalar un tanque de almacenamiento de agua, verificar que esta se realiza obedeciendo las disposiciones de los fabricantes.</p>
Relleno de zanjas y aberturas	<p>Verificar durante el relleno de zanjas y aberturas de paredes que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se haya cumplido el periodo de secado de las juntas y los anclajes. - Se coloca y compacta (en capas de 15 cm de espesor como máximo) material de relleno en las zanjas hasta el nivel de terreno, procurando que este no tenga aristas vivas (filosas) que puedan dañar la tubería. - El relleno de las aberturas de las paredes se realiza con mortero de calidad, para prevenir deficiencias en su acabado.
Pruebas	<p>Verificar el funcionamiento de los sistemas (agua fría y caliente) mediante las pruebas respectivas (presión hidráulica, calentamiento, otras).</p>

Cuadro 18. Guía de buenas prácticas aplicables durante la ejecución e inspección del sistema de desagüe sanitario.

SISTEMA SANITARIO	
Aspectos	Labor de inspección
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar que los materiales del sistema de evacuación de aguas residuales y del sistema de ventilación cumplen con los requerimientos (diámetros, SCH, SDR) descritos en los planos y las especificaciones del proyecto. - Verificar que los materiales (pegamento, otros) para realizar los acoples de las tuberías y accesorios PVC cumplen con los requerimientos descritos en los planos y las especificaciones del proyecto.
Trazo	<p>Cotejar que el trazo se realiza de acuerdo al diseño (ubicación de los distintos elementos, recorridos, alineamientos según cotas de referencia) descrito en las plantas de distribución de aguas residuales y ventilación de los planos de construcción del proyecto.</p>
Excavación	<p>Verificar que la excavación cumpla con:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ancho suficiente para proveer el espacio adecuado para acoplar las tuberías y los accesorios, y permitir colocar y compactar material de relleno lateral al tubo. - Nivel de profundidad mínima, tal que haya al menos 30 cm entre la corona del tubo y el nivel del terreno, y máxima de tal manera que no se dificulten las labores de mantenimiento y reparación. - Pendientes (mínimas) adecuadas para evitar que los residuos se sedimenten y se produzcan obstrucciones. - Separación mínima de 1,0 m en planta y 25 cm por debajo con respecto a la excavación destinada al sistema de agua potable.
Posicionamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Previo a posicionar las tuberías en las zanjas, se debe colocar una base de material compactado, para garantizar un fondo firme y uniforme. - Realizar una revisión del interior de los elementos (tuberías y accesorios) para verificar que no contienen residuos que originen obstrucciones.

Cuadro 18. Guía de buenas prácticas aplicables durante la ejecución e inspección del sistema de desagüe sanitario (Continuación).

SISTEMA SANITARIO	
Aspectos	Labor de inspección
Instalación	<p>Verificar en el proceso de acople de los elementos que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El pegamento PVC utilizado para realizar los acoples cumple con requisitos de calidad (no presenta alteraciones como grumos o decoloraciones). - Las superficies (extremos lisos y campanas) establecidas para realizar las juntas cementadas están libres de humedad, tierra u otros residuos que puedan interferir en el adecuado acople. - El pegamento se aplica uniformemente sobre las superficies establecidas para realizar las juntas. - El extremo liso se introduce como mínimo un tercio de la longitud de la campana y que al introducirlo se gira un cuarto de vuelta para asegurar la uniformidad del pegamento en toda el área en contacto. Se debe formar un cordón continuo en el contorno de la campana, indicando un buen cementado. - El exceso o escurrimiento de pegamento sea eliminado. - Los ejes de las campanas de los distintos elementos quedan completamente alineados con los ejes de las tuberías. <p>Verificar en la instalación de la red que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se instalan todos los dispositivos y accesorios (bocas de registro, registros de piso, sifones, otros) de los sistemas de evacuación y ventilación de acuerdo a lo descrito en los planos y las especificaciones. - Las salidas de evacuación de los aparatos sanitarios (inodoros, duchas, lavatorios, entre otros) se realizan de acuerdo con los niveles descritos en los planos. - Las uniones en los cambios de dirección (horizontal y vertical) y empalmes de la red de tuberías se realizan de acuerdo a las disposiciones descritas en el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones.

Cuadro 18. Guía de buenas prácticas aplicables durante la ejecución e inspección del sistema de desagüe sanitario (Continuación).

SISTEMA SANITARIO	
Aspectos	Labor de inspección
Instalación (Continuación)	<ul style="list-style-type: none"> - Se sujetan correctamente los elementos para evitar movimientos excesivos y desacoples. - Se coordina el señalamiento y protección de las previstas. - La instalación a la red de alcantarillado sanitario público se realiza de acuerdo a lo descrito y especificado en los planos. - Las cajas de registro y las trampas de grasa se construyan o instalen de acuerdo a los planos, respetando las disposiciones del Código y de los mismos fabricantes. <p>En caso de instalaciones colgantes, verificar que las tuberías, accesorios y soportes se instalan acatando las disposiciones de los fabricantes.</p>
Relleno de zanjas y aberturas	<p>Verificar durante el relleno de zanjas y aberturas de paredes que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se haya cumplido el periodo de secado de las juntas y los anclajes. - Se coloca y compacta (en capas de 15 cm de espesor como máximo) material de relleno en las zanjas hasta el nivel de terreno, procurando que este no tenga aristas vivas (filosas) que puedan dañar la tubería. - El relleno de las aberturas de las paredes se realiza con mortero de calidad, para prevenir deficiencias en su acabado.
Pruebas	<p>Verificar el funcionamiento de la red de tuberías y de cada uno de los dispositivos sanitarios mediante las pruebas respectivas (presión hidráulica o de aire, otras)</p>

Cuadro 19. Guía de buenas prácticas aplicables durante la ejecución e inspección del sistema de desagüe pluvial.

SISTEMA PLUVIAL	
Aspectos	Labor de inspección
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar que las tuberías y accesorios del sistema de evacuación de aguas pluviales cumplen con los requerimientos (diámetros, SCH, SDR) descritos en los planos y las especificaciones del proyecto. - Verificar que las canoas, los bajantes y los accesorios cumplen con los requerimientos descritos en los planos y las especificaciones del proyecto. - Verificar que los materiales (pegamento, otros) para realizar los acoples de las tuberías y demás accesorios cumplen con los requerimientos.
Trazo	<p>Cotejar que el trazo se realiza de acuerdo al diseño (ubicación de los distintos elementos, recorridos, alineamientos según cotas de referencia) descrito en las plantas de distribución de aguas pluviales de los planos de construcción del proyecto.</p>
Excavación	<p>Verificar que la excavación cumpla con:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ancho suficiente para proveer el espacio adecuado para acoplar las tuberías y los accesorios, y permitir colocar y compactar material de relleno lateral al tubo. - Nivel de profundidad mínima, tal que haya al menos 30 cm entre la corona del tubo y el nivel del terreno, y máxima de tal manera que no se dificulten las labores de mantenimiento y reparación. Es importante que la profundidad al llegar al desfogue sea la correcta. - Pendientes (mínimas) adecuadas para evitar que residuos se sedimenten y se produzcan obstrucciones.
Posicionamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Previo a posicionar las tuberías en las zanjas, se debe colocar una base de material compactado, para garantizar un fondo firme y uniforme. - Revisar el interior de cada uno de los elementos (tuberías y accesorios) para verificar que no contienen residuos que originen obstrucciones.

Cuadro 19. Guía de buenas prácticas aplicables durante la ejecución e inspección del sistema de desagüe pluvial (Continuación).

SISTEMA PLUVIAL	
Aspectos	Labor de inspección
Instalación	<p>Verificar en el proceso de acople de los elementos que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El pegamento PVC utilizado para realizar los acoples cumple con requisitos de calidad (no presenta alteraciones como grumos o decoloraciones). - Las superficies (extremos lisos y campanas) establecidas para realizar las juntas cementadas están libres de humedad, tierra u otros residuos que puedan interferir en el adecuado acople. - El pegamento se aplica uniformemente sobre las superficies establecidas para realizar las juntas. - El extremo liso se introduce como mínimo un tercio de la longitud de la campana y que al introducirlo se gira un cuarto de vuelta para asegurar la uniformidad del pegamento en toda el área en contacto. Se debe formar un cordón continuo en el contorno de la campana, indicando un buen cementado. - El exceso o escurrimiento de pegamento sea eliminado. - Los ejes de las campanas de los distintos elementos quedan completamente alineados con los ejes de las tuberías. <p>Verificar en la instalación de la red que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se instalan todos los dispositivos y accesorios (bocas de registro, registros de piso, otros) del sistema de acuerdo a lo descrito en los planos y las especificaciones. - Las uniones en los cambios de dirección (horizontal y vertical) y empalmes de la red de tuberías se realizan de acuerdo a las disposiciones descritas en el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones. - Se sujetan correctamente los elementos para evitar movimientos excesivos y desacoples. - Se coordina el señalamiento y protección de las previstas.

Cuadro 19. Guía de buenas prácticas aplicables durante la ejecución e inspección del sistema de desagüe pluvial (Continuación).

SISTEMA PLUVIAL	
Aspectos	Labor de inspección
Instalación (Continuación)	<p>Verificar en la instalación de las canoas y bajantes que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Las canoas se instalan siguiendo las disposiciones (caudales máximos permisibles, pendientes) de los fabricantes y se sellan adecuadamente para evitar filtraciones de agua. - Los bajantes cumplen con los requerimientos del sistema, y que estos se fijan a las paredes por medio de soportes especiales que permiten su separación para actividades de mantenimiento. - La instalación a la red de alcantarillado pluvial público u otro desfogue se realiza de acuerdo a lo descrito y especificado en los planos. - Las cajas de registro se construyan de acuerdo a los planos, respetando las disposiciones del Código y de los mismos fabricantes.
Relleno de zanjas y aberturas	<p>Verificar durante el relleno de zanjas y aberturas de paredes que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se haya cumplido el periodo de secado de las juntas y los anclajes. - Se coloca y compacta (en capas de 15 cm de espesor como máximo) material de relleno en las zanjas hasta el nivel de terreno, procurando que este no tenga aristas vivas (filosas) que puedan dañar la tubería. - El relleno de las aberturas de las paredes se realiza con mortero de calidad, para prevenir deficiencias en su acabado.
Pruebas	<p>Inspeccionar y verificar el funcionamiento de las canoas, bajantes y del sistema en general, mediante las pruebas respectivas.</p>

Cuadro 20. Guía de buenas prácticas aplicables durante la ejecución e inspección de la cubierta de techo.

CUBIERTAS DE TECHO	
Aspectos	Labor de inspección
Materiales	<p>Verificar que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El tipo de cubierta a instalar, se adapta al diseño (pendientes, separación de clavadores) de la estructura soportante del techo. El calibre, sección, color y longitud corresponde con lo solicitado en los planos y las especificaciones del proyecto. - Los elementos como botaguas, cumbreras, limas u otros, se adaptan a la cubierta y cumplen con los requerimientos (calibre, dimensiones, acabado) descritos en los planos y las especificaciones del proyecto. - Los tornillos a utilizar en la fijación de los distintos elementos de la cubierta cumplen con lo especificado por los fabricantes y que cuentan con los todos los accesorios (arandelas, empaques, otros). - El sellador impermeabilizante (silicón) cumple con los requerimientos descritos en las especificaciones.
Instalación	<p>Verificar en la instalación de la cubierta que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La estructura soportante del techo se construyó de acuerdo al diseño (separación de clavadores, pendientes, otros) descrito en los planos de construcción del proyecto. - Los aleros se construyen de acuerdo a la descrito en las plantas de la cubierta de techo. La longitud del voladizo es máximo 30 cm con respecto al apoyo o clavador o de acuerdo con las disposiciones de los fabricantes. - La longitud del traslape longitudinal entre las láminas es como mínimo de 15 cm (20-30 cm láminas plásticas) o de acuerdo con las disposiciones de los fabricantes. - El traslape lateral es de al menos una cresta o de acuerdo con las disposiciones de los fabricantes.

Cuadro 20. Guía de buenas prácticas aplicables durante la ejecución e inspección de la cubierta de techo (Continuación).

CUBIERTAS DE TECHO	
Aspectos	Labor de inspección
Instalación (Continuación)	<ul style="list-style-type: none"> - Los tornillos se instalan en las crestas de las láminas, con una densidad de tornillos de 6-8 unidades/m², o de acuerdo con las disposiciones de los fabricantes. - El ajuste de los tornillos se realiza correctamente. De tal forma que entre el empaque sellador y la superficie no quede espacio libre que origine filtraciones de agua, o muy apretado que cause la deformación y rotura de la superficie. - Botaguas, cumbreras, limas u otros elementos similares se instalan de acuerdo a los descrito en los planos, respetando las disposiciones de los fabricantes con respecto a traslapes, pendientes, separación de las fijaciones. - Se aplica correctamente el sellador impermeabilizante en juntas y otros puntos de la cubierta que lo requieran para evitar problemas por filtraciones de agua. - Previo a la entrega y aceptación, la cubierta no presenta elementos con deformaciones u otros daños.

Cuadro 21. Guía de buenas prácticas aplicables durante la ejecución e inspección de los acabados de paredes de concreto.

ACABADOS DE PAREDES DE CONCRETO (MAMPOSTERIA)	
Aspectos	Labor de inspección
Repellos	
Materiales	Verificar que los repellos adquiridos cumplen con lo solicitado en los planos y las especificaciones del proyecto, y que su almacenaje es el adecuado.
Dosificación	Verificar que la dosificación del mortero (cantidad agua agregada) se realiza con las mejores prácticas, acatando las disposiciones y recomendaciones del fabricante. El mortero preparado debe ser uniforme y no presentar grumos.
Revisión y preparación de la superficie	<p>Verificar que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se elimina cualquier residuo de mortero, concreto o cualquier contaminante como polvo, grasas o cualquier agente que se interponga entre la superficie y la capa del producto. - Se humedece la pared de tal forma que no haya sequedad o exceso de agua que altere la dosificación del mortero cuando se aplique. - Se comprueban plomos y alineamientos para verificar la verticalidad y correcta alineación de la pared. - Se colocan los plomos (cuerdas verticales), para la construcción de las guías (maestras), desligados de la pared a una distancia de 10 - 20 mm que constituye el espesor del repello, espaciadas entre sí de 1 - 1,5 m.
Colocación del repello	<p>Verificar que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se construyen las guías maestras (5 cm de ancho) a base de mortero, y que estas se dejan secar mínimo 24 horas, antes de realizar el llenado. - El llenado manual (con llana lisa o cuchara de albañilería) de cada uno de los paños entre maestras, se realiza aplicando capas de mortero grueso de aproximadamente 10 mm de espesor (tiempo de secado mínimo de 24 horas entre capas).

Cuadro 21. Guía de buenas prácticas aplicables durante la ejecución e inspección de los acabados de paredes de concreto (Continuación).

ACABADOS DE PAREDES DE CONCRETO (MAMPOSTERIA)	
Aspectos	Labor de inspección
Repellos	
Colocación del repello (Continuación)	<ul style="list-style-type: none"> - El mortero fino se aplica en un espesor aproximado de 3 mm. Si es necesario un mayor espesor, se aplica en capas sucesivas, cumpliendo con el periodo de secado. - Se obtiene el acabado uniforme previsto, eliminando cualquier irregularidad que pueda haber quedado en el repello. - El material que se coloca fue preparado en un lapso inferior de 60 minutos, sin alteración en la dosificación de agua. - El curado se inicia 24 horas después de la colocación y se extiende por al menos 72 horas.
Empaste	
Materiales	Verificar que las pastas (para interiores y exteriores) adquiridas cumplen con lo solicitado en los planos y las especificaciones del proyecto, y que su almacenaje es el adecuado.
Revisión y preparación de la superficie	<p>Verificar que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se elimina cualquier residuo de mortero o cualquier contaminante que se interponga entre la superficie y la capa del producto. - La superficie no presenta humedad, la cual puede interferir en la adherencia de la pasta. Y se repara cualquier imperfección (grietas, agujeros) en el acabado del repello. - Se lija manualmente la superficie para eliminar las asperezas del repello.
Colocación de la pasta	Verificar que la pasta cementicia se aplica en capas (mínimo 2) de un espesor aproximado de 2 mm hasta obtener el nivel de acabado deseado, garantizando el correcto secado (4 - 5 horas) entre capas.

Cuadro 21. Guía de buenas prácticas aplicables durante la ejecución e inspección de los acabados de paredes de concreto (Continuación).

ACABADOS DE PAREDES DE CONCRETO (MAMPOSTERIA)	
Aspectos	Labor de inspección
Pintura	
Materiales	Verificar que la base sellador y las pinturas (para interiores y exteriores) adquiridas cumplen con lo solicitado en los planos y las especificaciones, y que su almacenaje es el adecuado.
Revisión y preparación de la superficie	<p>Verificar que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Después de dar el tiempo de secado (5 - 6 horas) requerido por la pasta, se lija la superficie suavemente dándole un aspecto liso y uniforme. - Se realiza una revisión para detectar y reparar cualquier grieta o agujero de la superficie, así como la presencia de humedad. - Se elimina el polvo residual de la superficie empleando tela seca o ligeramente humedecida, u otro accesorio.
Colocación de la pintura	<p>Verificar que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se aplica una mano de pintura base sellador sobre la superficie empastada, de forma que reduzca su porosidad y que consecuentemente permita una absorción homogénea de la pintura, mayor adherencia entre la pintura y superficie, y un mayor rendimiento. - Cuando haya secado la capa base sellador, se aplican las manos de la pintura de acabado final, con una separación entre sí de al menos 6 horas, y en los espesores recomendados por los fabricantes. - El acabado final es uniforme y que cumple con lo solicitado.

Cuadro 22. Guía de buenas prácticas aplicables durante la ejecución e inspección de los acabados de paredes livianas de gypsum.

ACABADOS DE PAREDES LIVIANAS (GYPSUM)	
Aspectos	Labor de inspección
Estructuración	
Materiales	Verificar que las características (calibre, sección, longitud) de los perfiles galvanizados y los tornillos para realizar la estructuración corresponden con lo solicitado en los planos y las especificaciones del proyecto.
Trazo	<p>Verificar que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se cumpla con alineamientos según las cotas, plomos y escuadras, de acuerdo a lo especificado en los planos. - Se contempla el espesor de la lámina en los segmentos perpendiculares como esquinas, encuentros en T, buques de puertas y ventanas.
Instalación	<p>Verificar durante la instalación de los canales que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se contempla el espesor de la lámina en los segmentos perpendiculares como esquinas, encuentros en T, buques de puertas y ventanas. - La separación de las fijaciones es como máximo de 60 cm en elementos de concreto y de 40 cm en elementos menos resistentes, y que estas se realizan en una configuración de zig-zag dentro del perfil. - Las fijaciones de inicio y final están a una distancia no mayor de 50 mm de los extremos del perfil. - La continuidad de los canales se realiza a tope y nunca por solape. <p>Verificar durante la instalación de los postes que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La separación de los postes es de 61 cm o 40,6 cm, de acuerdo con la solución constructiva adoptada, y estos están debidamente aplomados. - La longitud de los postes es 10 mm menor que la altura de la pared, esto con el fin de evitar el pandeo de la estructura producto de la expansión térmica del material.

Cuadro 22. Guía de buenas prácticas aplicables durante la ejecución e inspección de los acabados de paredes livianas de gypsum (Continuación).

ACABADOS DE PAREDES LIVIANAS (GYPSUM)	
Aspectos	Labor de inspección
Estructuración	
Instalación (Continuación)	<ul style="list-style-type: none"> - Los perfiles verticales de arranque que van anclados a elementos de concreto u otros materiales, se fijan a la obra gruesa o unidad existente, con una separación máxima de 60 cm en elementos de concreto y de 40 cm en elementos menos resistentes. - Las fijaciones de inicio y final están a una distancia no mayor de 50 mm de los extremos del perfil. - Los postes previamente recortados, se instalan con las perforaciones al mismo nivel, para garantizar el paso de instalaciones electromecánicas y otras. - En segmentos perpendiculares como escuadras e intersecciones, se instalan postes de refuerzo, unidos a los canales inferior y superior, sin interrumpir la modulación de los postes intermedios. - En los límites superior e inferior (en el caso de las ventanas), se instalan canales con extremidades a 90°, de longitud vertical igual o superior a 150 mm. - Se refuerzan con madera, los postes y canales que forman el perímetro de los buques de puertas y ventanas, para poder instalar los marcos. - Se colocan refuerzos para la instalación electromecánica u otros accesorios, procurando que estos no vayan a interferir al momento de instalar las láminas.
Emplantillado	
Materiales	<p>Verificar que las características (tipo, espesor, acabado) de las láminas se adaptan a los requerimientos de construcción y que estas corresponden con lo solicitado en los planos y las especificaciones del proyecto.</p>

Cuadro 22. Guía de buenas prácticas aplicables durante la ejecución e inspección de los acabados de paredes livianas de gypsum (Continuación).

ACABADOS DE PAREDES LIVIANAS (GYPSUM)	
Aspectos	Labor de inspección
Emplantillado	
Instalación	<p>Verificar que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cada uno de los elementos de la estructura están correctamente instalados, y que todos los accesorios e instalaciones previstos están debidamente acoplados. - La separación de los tornillos utilizados en la fijación de las láminas a los postes y canales, es como máximo de 25 cm. - Cada tornillo atraviesa en su totalidad y excede el espesor de la lámina en al menos 10 mm. - Las fijaciones se aplican a una distancia mínima de 10 mm del borde longitudinal y 15 mm del borde transversal de la lámina, de manera que no fracturan los bordes. - Las láminas están separadas entre 5 y 10 mm del suelo, para garantizar que no hay contacto con posibles humedades o que se instala algún accesorio (jotas plásticas) para evitar el contacto directo con el suelo. - Las juntas de las láminas coinciden con el centro de los postes. - Las juntas de las láminas se realizan de manera que coinciden los bordes en toda la longitud, para evitar la aparición de grietas debido a diferencias de espesor en la pasta. - Las juntas de láminas contiguas, no coinciden en al menos una dirección, ya sea en la dirección transversal o en la dirección longitudinal, esto para evitar puntos propensos a agrietarse. - Las juntas en ambos lados de un segmento o pared se alternan para evitar que coincidan en una misma línea (poste). - Las juntas de las láminas, en la zona de los buques de puertas y ventanas, quedan a una distancia mínima de 200 mm del límite de la apertura.

Cuadro 22. Guía de buenas prácticas aplicables durante la ejecución e inspección de los acabados de paredes livianas de gypsum (Continuación).

ACABADOS DE PAREDES LIVIANAS (GYPSUM)	
Aspectos	Labor de inspección
Acabados	
Materiales	<p>Verificar que los materiales para dar el acabado (cintas, accesorios como esquineros y jotas, pasta y pintura) corresponden con lo solicitado en planos y especificaciones.</p>
Colocación	<p>Verificar en el empastado que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Los tornillos de fijación de las láminas están correctamente instalados. - Se instalan los accesorios (plásticos o metálicos) tales como esquineros, jotas, necesarios para dar un adecuado acabado a los bordes (aristas vivas) de segmentos de pared y buques de puertas y ventanas. - Cuando se realiza el encintado, no se forman burbujas de aire o grumos en la cinta, y que los segmentos transversales quedan a tope, con una separación máxima de 5 mm entre sí y nunca solapados. - Se aplican las manos de pasta sobre juntas, cabezas de tornillos y accesorios hasta obtener el nivel de acabado deseado, garantizando el correcto secado (4 - 6 horas) entre capas. <p>Para dar el acabado final se verifica que:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Después de dar el tiempo de secado (5 - 6 horas) requerido por la pasta, se lija la superficie suavemente hasta dar un aspecto uniforme. - Se elimina el polvo residual de la superficie empleando tela seca o ligeramente humedecida, u otro accesorio. - Se aplica una mano de pintura base sellador, especial para superficies de gypsum. - Cuando haya secado la capa base, se aplican las manos de la pintura de acabado final, con una separación entre sí de al menos 6 horas. - El acabado final es uniforme y que cumple con los requerimientos solicitados.

6. Validación de la guía de inspección técnica

Luego de completar la guía de inspección y las listas de verificación se procedió a realizar una evaluación de las mismas. Para ello se solicitó a ingenieros a cargo de proyectos en construcción que emplearan la guía y las listas (o parte de ellas), y luego mediante un formulario (cuestionario) evaluaran aspectos como diseño, completitud, exactitud, usabilidad y eficacia. En la siguiente figura se muestra el formulario.

Evaluación de la guía de inspección y las listas de verificación

Para cada uno de los criterios de evaluación descritos en la siguiente tabla, marque la opción correspondiente a su valoración, de acuerdo con lo siguiente:

1: Deficiente 2: Regular 3: Bueno 4: Muy bueno

Criterios de evaluación	Calificación				Observaciones
	1	2	3	4	
Presentación y claridad (Diseño)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Contenido general (Compleitud)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Contenido de puntos clave o críticos de inspección	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Implementación en campo (Usabilidad)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Eficacia de los instrumentos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Observaciones adicionales:

Figura 98. Formulario para la evaluación de la guía y las listas de verificación

En el Cuadro 23 se muestran los resultados de la evaluación de la guía y las listas de verificación, la cual fue completada por 10 profesionales del área de la construcción. Como se observa, en la evaluación de la presentación y claridad de ambas herramientas, el 100% de los consultados considera que el diseño es muy bueno. En el caso del contenido general de la guía y las listas de verificación el 100% de los evaluadores considera que es muy completo.

Cuadro 23. Resultados de la evaluación de la guía y las listas de verificación

Criterios de evaluación	Calificación por evaluador									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Presentación y claridad (Diseño)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Contenido general (Compleitud)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Contenido de puntos clave o críticos de inspección	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4
Implementación en campo (Usabilidad)	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
Eficacia de los instrumentos	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Nota. Escala de evaluación: 1=Deficiente, 2=Regular, 3=Bueno, 4=Muy Bueno

En la consulta sobre el contenido de los puntos clave o críticos de inspección, los evaluadores consideran que ambas herramientas contienen los puntos importantes de inspección durante la ejecución de los procesos constructivos puntuales. Respecto a la usabilidad de los instrumentos en campo, juzgan que son de fácil implementación en la labor de inspección en obras. En cuanto a la eficacia, los evaluadores consideran que los instrumentos son eficaces en la consecución del objetivo de mejorar la calidad de las obras.

7. Base de datos para registro y consulta de defectos de construcción

La elaboración de la base de datos para el registro de casos y consulta de soluciones preventivas de defectos constructivos en proyectos habitacionales se llevó a cabo empleando la aplicación Access de Microsoft Office 2016, diseñada para administrar la información de sistemas de gestión de bases de datos relacionales.

En la etapa inicial del desarrollo de la base de datos se crearon tablas en las cuales se almacena la información de los usuarios y los registros de casos. En la Figura 99 se muestran los campos (o atributos) de las 4 tablas diseñadas y las relaciones establecidas entre ellas.

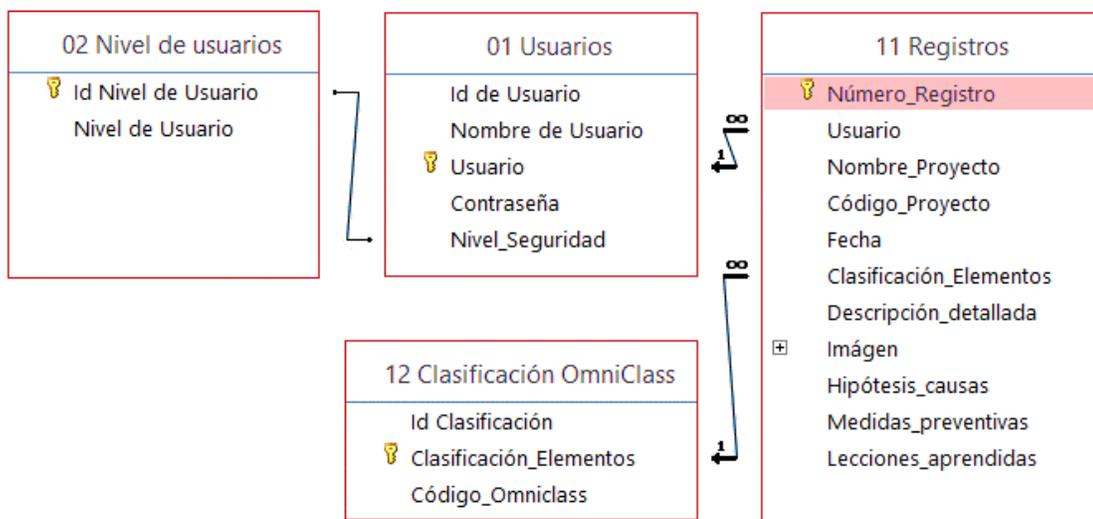


Figura 99. Campos de las tablas de la base de datos y sus relaciones

Los campos de las tablas “01 Usuarios” y “02 Nivel de usuarios” corresponden a la información registral de los usuarios, necesaria para autorizar el acceso y la operación de la base de datos.

Los campos de la Tabla “11 Registros” corresponden a la información registral de los casos de defectos de construcción. En esta se almacena información como el nombre del proyecto, la fecha de registro, la descripción detallada del defecto, entre otros.

La Tabla “12 Clasificación OmniClass” contiene una lista desplegable de opciones de clasificación del elemento que presenta el defecto. En la siguiente figura se muestra su configuración.

11 Registros					
Número_Registro	Usuario	Nombre de Proyecto	Código	Fecha	Clasificación Elementos
1	Hector.Alpizar	Condominio Terralta	CT01	25/12/2019	Sistema Distribución de agua doméstica
2	Hector.Alpizar	Condominio Altana	CA05	26/12/2020	Paredes interiores - Revestimiento y pintura
3	Alonso.García	Condominio Terralta	CT02	10/1/2021	Paredes interiores - Revestimiento y pintura
4	Alonso.García	Condominio Altana	CA02	31/12/2020	Sistema Desagüe sanitario

12 Clasificación OmniClass			
Código OmniClass	Clasificación Elementos	Haga clic para agregar	
+ 21-02 10 20	Cubierta de techo		
+ 21-02 20 10 10	Paredes exteriores - Enchapes		
+ 21-02 20 10 30	Paredes exteriores - Revestimiento y pintura		
+ 21-02 20 50	Portones y rejas		
+ 21-02 30 40	Losa de techo		
+ 21-02 30 80	Cielos exteriores - aleros		
+ 21-03 10 20	Ventanas		
+ 21-03 10 30 10	Puertas		
+ 21-03 10 30 20	Puertas corredizas		
+ 21-03 10 90 40	Losa sanitaria y grifería		
+ 21-03 20 10 10	Paredes interiores - Enchapes		
+ 21-03 20 10 20	Paredes interiores Livianas - Revestimiento y pintura		
+ 21-03 20 10 70	Paredes interiores - Revestimiento y pintura		
+ 21-03 20 30	Pisos		
+ 21-03 20 40	Escaleras		
+ 21-03 20 50	Cielos interiores		
+ 21-04 20 10	Sistema Distribución de agua doméstica		
+ 21-04 20 20	Sistema Desagüe sanitario		
+ 21-04 20 30	Sistema Desagüe pluvial		
+ 21-04 50 00	Sistema Eléctrico general		
+ 21-04 60 00	Sistema Comunicaciones general		
+ 21-05 20 00	Mobiliario general		

Figura 100. Diseño de las tablas de la base de datos

La siguiente etapa del desarrollo de la base de datos consistió en diseñar una interfaz para facilitar a los usuarios el ingreso, la edición y la consulta de registros. Para ello, se diseñaron una serie de formularios los cuales se describen a continuación.

I. Formulario de acceso

Este formulario (Figura 101) permite a los usuarios acceder a la base de datos utilizando una identificación de usuario y una contraseña, previamente registrados en el sistema por el o los administradores.

II. Formulario para administrar los usuarios

Si el usuario que ingresa tiene nivel de seguridad “Administrador” se abrirá un formulario (Figura 102) que permite administrar los usuarios, en el cual puede ingresar nuevos usuarios o modificar la información (identificaciones de usuario y contraseñas) de los ya contenidos.

Igualmente puede dirigirse al menú principal de la base de datos pulsando “Ir al Menú”.

BASE DE DATOS

ACCESO

BASE DE DATOS
DEFECTOS DE LA CONSTRUCCIÓN



Usuario:

Contraseña:

Figura 101. Formulario de acceso a la base de datos

BASE DE DATOS

ADMINISTRAR USUARIOS

Nombre de Usuario:

Usuario:

Contraseña:

Nivel de Seguridad: ▼

Id de Usuario	Nombre de Usuario	Usuario	Contraseña	Nivel de Seguridad
5	Allan Rojas	Allan.Rojas	****	Usuario ▼
1	Héctor Alpízar García	Hector.Alpizar	*****	Administrador ▼
4	Marcos Rodriguez	Marcos.Rodriguez	****	Usuario ▼
3	Robert Anglin	Robert.Anglin	****	Usuario ▼

Figura 102. Formulario para administrar los usuarios de la base de datos

III. Formulario Menú principal

Si el usuario que ingresa tiene nivel de seguridad “Usuario” se abrirá directamente el formulario del menú principal (Figura 103) de la base de datos, ya que este no tiene habilitado el acceso al formulario de administración de usuarios.

En el menú principal el usuario encontrará las opciones (botones) que se describen a continuación:

- Ingresar Nuevo Registro: permite al usuario acceder al formulario para ingresar uno o más registros nuevos.
- Editar Registro: permite al usuario acceder al formulario para editar uno o más registros guardados.
- Consultar Registros: permite al usuario acceder a un formulario (menú) para elegir el tipo de consulta que desea realizar.
- Salir: este botón permite al usuario salir de la base de datos (cerrar Access).

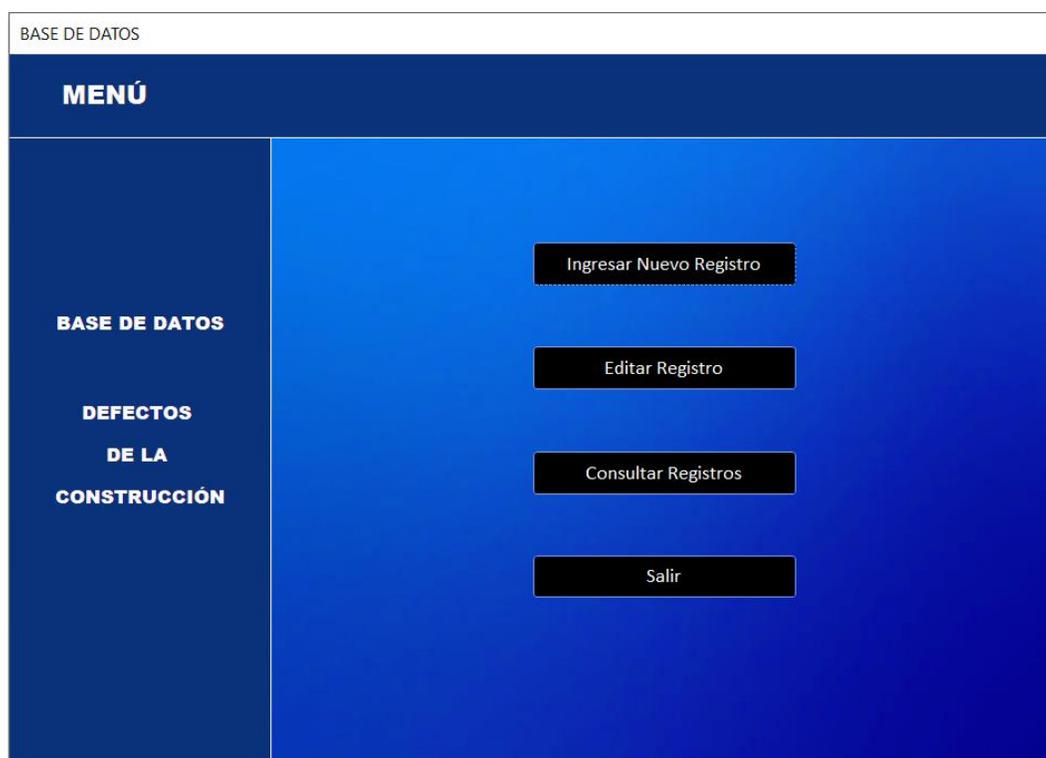


Figura 103. Formulario del menú principal de la base de datos

IV. Formulario Ingresar Nuevo Registro

En el formulario “Ingresar Nuevo Registro” (Figura 104) el usuario podrá realizar el registro de los casos o reportes de defectos de construcción que se presentan en los proyectos habitacionales. A continuación, se describe cada uno de los campos.

BASE DE DATOS

INGRESAR NUEVO REGISTRO

Fecha: Nombre de Proyecto: Usuario:
Número de Registro: (Nuevo) Código de Proyecto:

Clasificación Elementos: Cód. OmniClass: Imagen:

Descripción Detallada:

Hipótesis de Causas:

Medidas Preventivas:

Lecciones Aprendidas: (Retroalimentación)

Guardar
Nuevo
Volver al Menú

Figura 104. Formulario para ingresar nuevo registro en la base de datos

- Fecha: en que se realiza el registro de caso o reporte. Al seleccionar el campo se despliega un calendario para seleccionar el día exacto.
- Número de registro: consecutivo y no repetible.
- Nombre de proyecto: asignado por el usuario.
- Código de proyecto: asignado por el usuario.
- Usuario: identificación del usuario que realiza el registro.
- Clasificación Elementos: selección del elemento que presenta el defecto. Esta se realiza seleccionando la opción de una lista desplegable.
- Código OmniClass: este campo se rellena automáticamente una vez que se selecciona la clasificación del elemento.

- Descripción detallada: en este campo el usuario debe describe en detalle el defecto de construcción.
- Hipótesis de causas: descripción de las posibles causas que propiciaron la aparición del defecto.
- Imagen: en este campo se puede adjuntar una fotografía del defecto.
- Medidas preventivas: el usuario puede describir medidas que considera importantes para prevenir la aparición del defecto en cuestión.
- Lecciones aprendidas o retroalimentación: en este campo el usuario podrá almacenar el conocimiento adquirido tras ejecutar las medidas preventivas y formular recomendaciones que permitan optimizar el proceso constructivo en cuestión.

Una vez completados los campos, el usuario podrá archivar el registro seleccionando el botón “Guardar”, si desea registrar un nuevo reporte tendrá que seleccionar el botón “Nuevo” o podrá mover al menú principal seleccionando el botón respectivo.

V. Formulario Editar Registro

En el formulario “Editar Registro” (Figura 105) el usuario podrá editar cualquier registro guardado en la base de datos. Este formulario es muy similar al formulario de ingresar nuevo registro, con la excepción de que este presenta botones que permiten al usuario realizar la búsqueda de un registro específico para editarlo o eliminarlo si fuese necesario.

VI. Formulario Menú Consultas

En este formulario (Figura 106) los usuarios pueden seleccionar la opción de consulta que desean realizar. La primera opción permite visualizar los registros completos, la segunda presenta un gráfico con la información de los registros por año y la tercera permite visualizar gráficamente los registros por clasificación.

VII. Formulario Consulta Registros Completos

Este formulario (Figura 107) podrá ser utilizado por los usuarios para consultar los registros de la base de datos, empleando criterios de búsqueda o filtros. La edición de datos en este formulario está inhabilitada, para impedir que los usuarios que realizan las consultas editen por error los registros.

BASE DE DATOS

EDITAR REGISTRO

BUSCAR REGISTRO ◀ ▶ ELIMINAR REGISTRO

Fecha: Nombre de Proyecto: Usuario:
 Número de Registro: Código de Proyecto:

Clasificación Elementos: Cód. OmniClass: Imagen:

Descripción Detallada:

Hipótesis de Causas:

Medidas Preventivas:

Lecciones Aprendidas:
(Retroalimentación)

Guardar

Volver al Menú

Figura 105. Formulario para editar registros guardados en la base de datos

BASE DE DATOS

MENÚ CONSULTAS

BASE DE DATOS

**DEFECTOS
DE LA
CONSTRUCCIÓN**

Registros Completos

Registros por año

Registros por Clasificación

Volver al Menú

Figura 106. Formulario para editar registros guardados en la base de datos

BASE DE DATOS

CONSULTA REGISTROS COMPLETOS

Campo de Búsqueda:

Filtro de Búsqueda:

Número de Registro	Nombre de Proyecto	Fecha	Clasificación de Elementos	Código OmniClass	Descripción detallada	Hipótesis
1	Condominio Terralta Casa de habitación 2 plantas	25/12/2019	Sistema Distribución de agua doméstica	21-04 20 10	Fuga de agua en tubería bajo fregadero	Deficiencias en la ejecución de juntas, mala colocación de anclajes en c...
2	Condominio Altana Casa de habitación 2 plantas	26/12/2020	Paredes interiores - Revestimiento y pintura	21-03 20 10 70	Defectos en el acabado, fisuras en repellos, pasta y pintura	Deficiencias en la elaboración y colocación del repel preparación de la su...
3	Condominio Terralta	10/01/2021	Paredes interiores - Revestimiento y pintura	21-03 20 10 70	Deficiencias en acabado de paredes livianas	Deficiente estructural
4	Condominio Altana	31/12/2020	Sistema Desagüe sanitario	21-04 20 20	Obstrucciones de los desagües y malos olores	Obstrucción de prev construcción Deficiente ventilación

Volver al Menú Consultas

Figura 107. Formulario para consultar los registros guardados en la base de datos

VIII. Formulario Consulta Registros por año

Este formulario (Figura 108) permite a los usuarios visualizar el número de registros por año que han sido guardados de la base de datos.

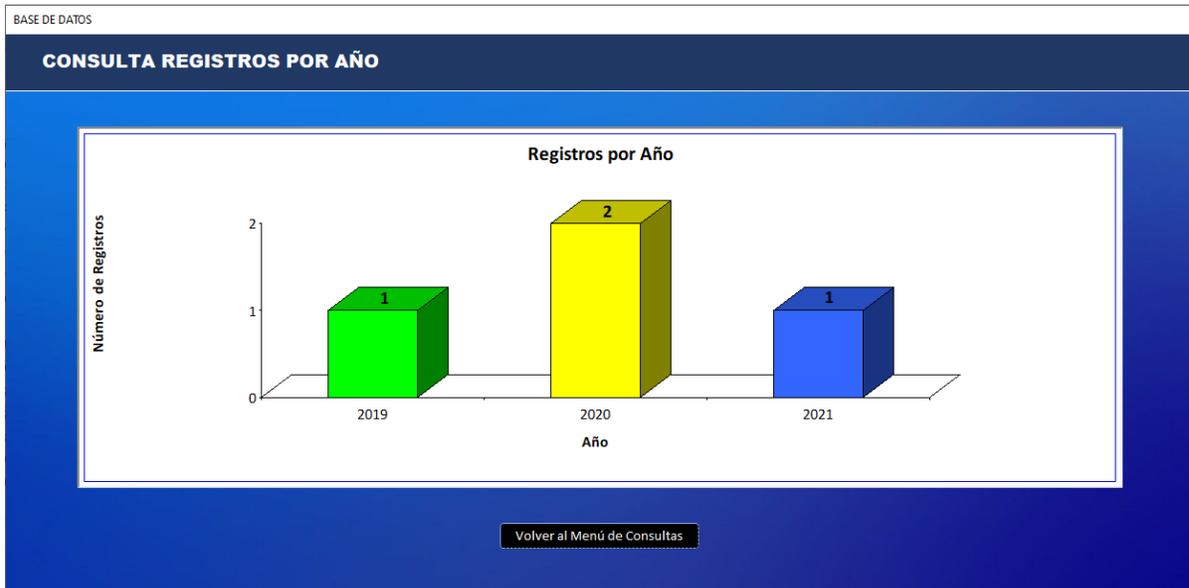


Figura 108. Formulario para consultar el número de registros por año en la base de datos

IX. Formulario Consulta Registros por Clasificación

En este formulario (Figura 109) los usuarios pueden visualizar el número de registros por año de acuerdo con la clasificación (elemento) asignada durante el registro. Así mismo, pueden elegir de una lista desplegable la categoría de clasificación, mostrándose automáticamente en los campos el código OmniClass, el número de registros y el porcentaje (con respecto al total de registros) de la categoría seleccionada.



Figura 109. Formulario para consultar registros por clasificación en la base de datos

8. Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

Al finalizar el desarrollo de este proyecto se concluye lo siguiente:

- De la recopilación de información, se identificó que los defectos de construcción de mayor incidencia son aquellos relacionados con deficiencias en los procesos de ejecución de: sistema de distribución de agua potable, sistema de evacuación de aguas residuales y ventilación, cubiertas de techo, acabados de paredes de concreto y livianas (gypsum).
- Se determinó que los defectos de construcción se originan principalmente por deficiencias durante la ejecución de los procesos constructivos y que la fuente de estos recae principalmente en la inspección deficiente y en errores de ejecución por parte del personal.
- Se comprobó que la incidencia de los defectos de construcción en los proyectos representa un costo económico importante para las empresas constructoras, por lo que es esencial aplicar metodologías que permitan reducir su incidencia e impacto y consecuentemente mejorar la calidad de las construcciones.
- Se logró desarrollar la guía y las listas de verificación planteadas, las cuales tienen como objetivo optimar el proceso de supervisión y control de calidad de los procesos constructivos de los elementos con mayor incidencia de defectos.
- Con la validación de la guía y de las listas de verificación, se estableció que ambos instrumentos desarrollados cumplen con criterios de diseño, contenido, usabilidad y eficacia.
- La base de datos desarrollada en este trabajo permite a los usuarios ingresar y consultar información útil (detalles, causas, medidas preventivas) sobre casos de defectos de construcción en proyectos. Se espera que su aplicación sea una asistencia valiosa para las empresas constructoras u otros usuarios, ya que permitirá almacenar el conocimiento de las experiencias y las lecciones aprendidas, en procura de una mejora continua en la gestión de calidad.
- La labor de inspección durante la ejecución de un proyecto de construcción es un factor que influye directamente en la calidad final, por lo que el desarrollo y utilización de

herramientas (como guías, listas u otros) que permitan realizarla de forma sistemática y garantizada es un aspecto fundamental.

Recomendaciones

Al concluir el desarrollo de este proyecto se recomienda lo siguiente:

- A los profesionales que vayan a utilizar la guía y las listas de verificación, realizar una revisión previa para definir si las disposiciones contenidas se ajustan a las características y especificaciones del proyecto en cuestión.
- La guía y las listas de verificación fueron desarrolladas tomando como base los códigos y normas técnicas (así como recomendaciones técnicas de los fabricantes de materiales) vigentes, por lo que en el momento en que se realicen actualizaciones, ambas herramientas se deben revisar y modificar si fuera el caso, para que cumplan con la normativa.
- En las visitas realizadas a los proyectos en ejecución para visualizar los procesos constructivos de los elementos en estudio (instalaciones mecánicas, cubierta de techo, acabados de paredes), se pudo documentar que el personal a cargo (mano de obra) desconoce las disposiciones técnicas (normativa y de fabricantes de materiales) para llevar a cabo una correcta ejecución. Por tal razón se recomienda el empleo de la guía no solo en la labor de inspección, sino también para capacitar al personal en los aspectos técnicos necesarios para garantizar la calidad de las obras.
- La base de datos (Microsoft Access) desarrollada en este proyecto posee características funcionales simples, por lo que se sugiere al usuario (empresa u organización) evaluar la funcionalidad y mejorar su desempeño.
- Promover el uso de bases de datos en la industria de la construcción, para permitir que los conocimientos y lecciones aprendidas en relación a los defectos de construcción estén disponibles y sean aprovechados por el colectivo de profesionales del área.

9. Referencias bibliográficas

Trabajos Finales de graduación

Carvajal, Y. (2014). *Guía técnica orientada a la construcción e inspección de paredes interiores y exteriores usando sistemas livianos*. Proyecto de Graduación para obtener el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Hernández, G. (2004). *Inspección para el control de calidad en empresas constructoras*. Proyecto de Graduación para obtener el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Masis, A. (2013). *Guía de inspección para ingenieros civiles en instalaciones mecánicas y detalles arquitectónicos, enfocado a viviendas y edificaciones livianas*. Trabajo Final de Graduación para optar por el Grado de Licenciatura en Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Monge, A. (2015). *Guía enfocada en el diseño e inspección de los sistemas electromecánicos en viviendas de hasta 80 metros cuadrados*. Proyecto de Graduación para obtener el grado de Licenciatura en Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Pardo, C. (2015). *Metodología para el desarrollo de listas de verificación y validación según la norma INTE/ISO 9001:2008 en los procesos principales de un proyecto de construcción*. Trabajo Final de Graduación para optar por el Grado de Licenciatura en Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

Documentos electrónicos

AMANCO. (Sin año). *Manual Técnico Tubosistemas*. Recuperado el 5 de agosto, 2020 de: https://www.mexichem.cr/descargas/Amanco_MT.pdf

ATS Buenas Prácticas. (2020). *¿Qué son las Buenas Prácticas?* Recuperado el 14 de octubre, 2020 de: <https://www.ats.edu.uy/buenas-practicas/>

- Audeves, S; Solís, R; Álvarez, S; Martínez, A. (2013). *Causas de fallas constructivas presentadas en proyectos viviendas*. Recuperado el 10 de octubre, 2020 de: <https://administraciónytecnologíaparaeldiseño.azc.uam.mx/publicaciones/2013/06.pdf>
- Barrantes, G. (2007). *Implementación en procesos constructivos de métodos de calidad utilizados a nivel industrial*. Recuperado el 22 de agosto, 2020 de: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6234/implementacionenprocesosconstructivosdemetodosdecalidadutilizadosanivelindustrial.pdf>
- Cámara costarricense de la Construcción. (2020). *Informe económico del sector construcción*. Recuperado el 23 de enero, 2021 de: <https://www.construccion.co.cr/Multimedia/Archivo/9198>
- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. (2017). *Código de instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificaciones*. Recuperado el 8 de setiembre, 2020 de: <https://docsity.com/Código de instalaciones hidráulicas.pdf>
- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. (2010). *Código sísmico de Costa Rica*. Recuperado el 18 de diciembre, 2020 de: <https://www.codigosismico.or.cr/descargas/CSCR2010.pdf>
- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. (2020). *Reglamento para la contratación de servicios de consultoría en ingeniería y arquitectura*. Recuperado el 10 de octubre, 2020 de: <https://legal.cfia.or.cr/archivos/Reglamento-de-Consultoria-2020.pdf>
- Durman. (2020). *Catálogo edificación Costa Rica*. Recuperado el 8 de agosto, 2020 de: <https://www.durman.com/catalogos/costarica/catalogoedificacioncostarica.pdf>
- El Oficial. (2017). *Programa de capacitación continua: instalaciones de agua fría, caliente y saneamiento en una vivienda*. Recuperado el 10 de agosto, 2020 de: <https://www.eloficial.ec/programa de capacitación continua instalaciones de agua fría, caliente y saneamiento en una vivienda>
- Fernández, A (sin año). *Partes de un techo*. Recuperado el 25 de agosto, 2020 de: https://www.academia.edu/12161716/partes_de_un_techo

Gómez, J; Palacios E. (2011). *Principales causas y posibles soluciones de las reclamaciones a nivel patológico en sistemas de edificaciones*. Recuperado el 2 de octubre, 2020 de: <https://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/1113/pdf>.

Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo. (2018). *Reglamento de Construcciones*. Recuperado el 28 de setiembre, 2020 de: <https://www.invu.go.cr/documents/20181/33489/Reglamento+de+Construcciones>

Leandro, G. (2018). *Manual de buenas prácticas para incrementar la productividad en procesos de construcción*. Recuperado el 15 de octubre, 2020 de: <https://www.tec.ac.cr/hoyeneltec/2018/11/05/manual-buenas-practicas-para-incrementar-productividad-en-procesos-de-construccion.pdf>

Microsoft. (2020). *Conceptos básicos sobre bases de datos*. Recuperado el 15 de noviembre, 2020 de: <https://support.microsoft.com/es-es/office/conceptos-basicos-sobre-bases-de-datos>.

Muñoz, F. (1992). *Repello de albañilería en viviendas*. Recuperado el 19 de octubre, 2020 de: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/ingenieria/article/view/7609/7273>

Navarro, P. (2011). *Análisis y evaluación comparativa entre los morteros fabricados en sitio e industrializados, para la empresa PEDREGAL*. Recuperado el 14 de diciembre, 2020 de: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/6081>

Oracle México. (2020). *¿Qué es una base de datos?* Recuperado el 15 de noviembre, 2020 de: <https://www.oracle.com/mx/database/what-is-database/>

Revista CFIA. (2018). *Construcción toma fuerza en el PIB*. Recuperado el 23 de enero, 2021 de: <https://revista.cfia.or.cr/construccion-toma-fuerza-en-el-pib/>

Rojas A. (2018). *Inspección de Obras – Introducción*. San José, Costa Rica.

Comunicaciones

A. Araya (comunicación electrónica, días varios, mayo - noviembre 2020)

E. Garro (comunicación personal y electrónica, días varios, septiembre - diciembre 2020)

F. Rodríguez (comunicación personal y electrónica, días varios, septiembre - diciembre 2020)

- G. Feoli (comunicación electrónica, días varios, mayo - noviembre 2020)
- G. Martínez (comunicación electrónica, días varios, mayo - noviembre 2020)
- G. Morales (comunicación personal, días varios, septiembre - diciembre 2020)
- J. Corrales (comunicación electrónica, días varios, mayo - noviembre 2020)
- J. Quirós (comunicación personal y electrónica, septiembre - diciembre 2020)
- J. Salas (comunicación electrónica, días varios, mayo - noviembre 2020)
- L. Jiménez (comunicación personal, días varios, septiembre - diciembre 2020)
- L. Rojas (comunicación personal y electrónica, días varios, septiembre - diciembre 2020)
- M. Álvarez (comunicación personal, días varios, septiembre - diciembre 2020)
- P. Bonilla (comunicación personal, días varios, septiembre - diciembre 2020)
- P. Solís (comunicación personal, días varios, septiembre - diciembre 2020)
- S. Barahona (comunicación personal y electrónica, días varios, septiembre - diciembre 2020)
- V. Salazar (comunicación electrónica, días varios, mayo - noviembre 2020)

10. Apéndices

Apéndice 1. Encuesta completa y Resultados

1. Labor profesional que desempeña:

- Ingeniería Civil
- Arquitectura
- Otro (especifique)

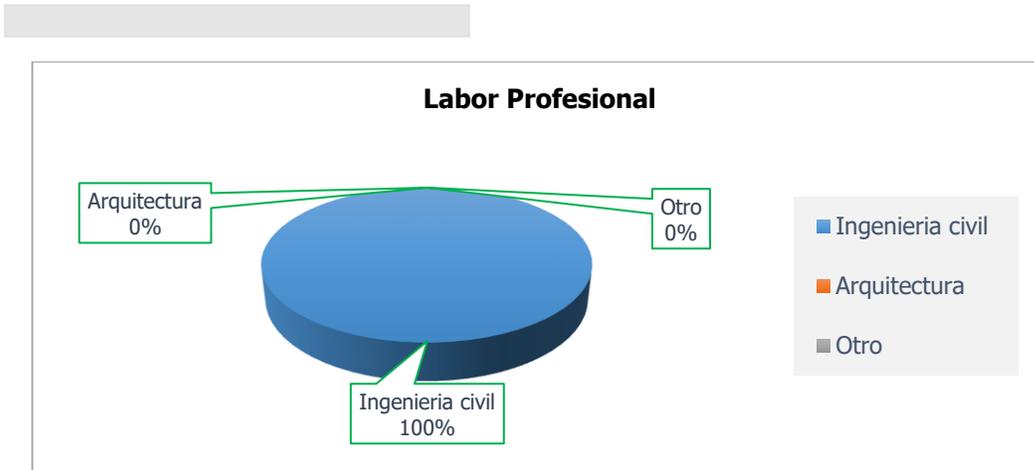


Figura 110. Resultados pregunta #1 de encuesta

2. En empresa:

- Constructora
- Consultora
- Otro (especifique)

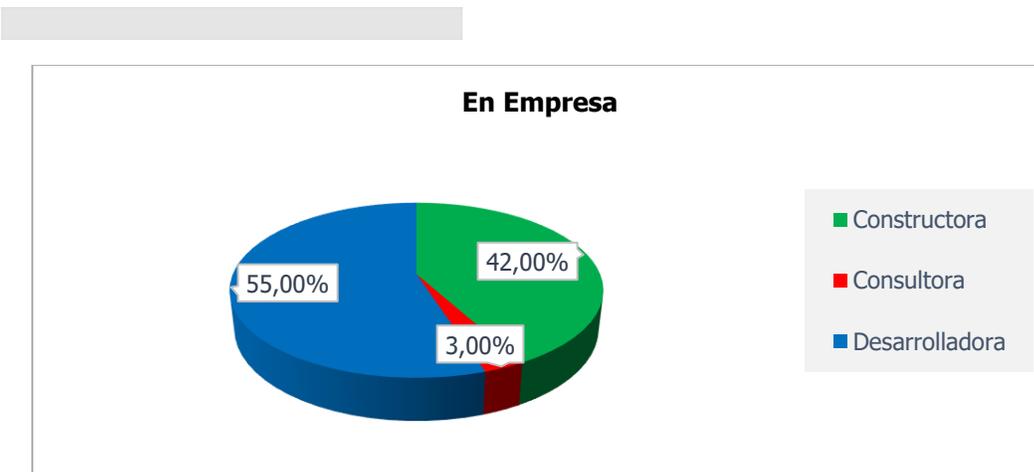


Figura 111. Resultados pregunta #2 de encuesta

3. Enumere los elementos con mayor incidencia de defectos constructivos, una vez que se ha concluido y entregado un Proyecto (de tipo habitacional). (Asignando 1 al que considere de mayor incidencia, y así sucesivamente)

☰	▾	Instalaciones mecánicas
☰	▾	Sistema eléctrico
☰	▾	Acabado de paredes (concreto, mampostería, etc.)
☰	▾	Acabado de paredes livianas
☰	▾	Acabado de cielos
☰	▾	Acabado de pisos y enchapes
☰	▾	Elementos de madera (muebles, rodapié, etc.)
☰	▾	Cubierta de techo y hojalatería
☰	▾	Impermeabilización de losas
☰	▾	Acabado de puertas y cerrajería
☰	▾	Acabado de sistema de ventanería
☰	▾	Acabado de rejas y portones
☰	▾	Losa sanitaria y grifería

Cuadro 24. Resultados pregunta #3 de encuesta

Elementos	Asignaciones como:				
	#1	#2	#3	#4	Entre 1-4
Instalaciones mecánicas	38%	22%	18%	14%	92%
Sistema eléctrico	1%	6%	1%	0%	8%
Acabados de paredes (concreto, mampostería)	15%	12%	25%	28%	80%
Acabado de paredes livianas	10%	18%	22%	25%	75%
Acabado de cielos	3%	0%	4%	1%	8%
Acabado de pisos y enchapes	2%	0%	1%	5%	8%
Elementos de madera (muebles, rodapié, otros)	2%	0%	1%	1%	4%
Cubierta de techo y hojalatería	18%	36%	14%	14%	82%
Impermeabilización de losas	3%	2%	3%	0%	8%
Acabado de puertas y cerrajería	2%	0%	1%	2%	5%
Acabado de sistema de ventanería	2%	0%	0%	1%	3%
Acabado de rejas y portones	0%	0%	0%	0%	0%
Losa sanitaria y grifería	4%	3%	10%	10%	27%

4. Especifique el defecto en los 7 elementos con mayor incidencia según su respuesta anterior.

Ej: Cubierta de techo → filtraciones de agua

Acabado de paredes → fisuras, deficiente pintura

Losa sanitaria y grifería → fugas

1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	

Cuadro 25. Resultados pregunta #4 de encuesta

Elementos	Detalle de los defectos
Instalaciones mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> - Deficientes conexiones entre elementos y por ende fugas. - Obstrucciones en tuberías sanitarias y pluviales. - Pendientes de tuberías inadecuadas. - Deficiencias en diseño y construcción de sistema sanitario, origina malos olores en interior de la edificación. - Ausencia o escasez de elementos de registro.
Acabados de paredes (concreto, mampostería)	<ul style="list-style-type: none"> - Repellos, empastes y pinturas con deficiente acabado. - Repellos agrietados. - Desprendimiento de repellos y empastes debido a espesores inadecuados. - Desprendimiento de pintura.
Acabado de paredes livianas	<ul style="list-style-type: none"> - Empastes y pinturas con deficiente acabado. - Errores de estructuración y laminado. - Grietas en las juntas y agujeros en las superficies. - Desprendimiento de cintas, pasta y pintura.
Cubierta de techo y hojalatería	<ul style="list-style-type: none"> - Filtraciones de agua por deficiente instalación de los diferentes elementos y los sellos. - Elementos con deformaciones o dañados.
Otros	<ul style="list-style-type: none"> - Problemas con el sistema eléctrico (breakers que se disparan). - Piezas de pisos picadas o manchadas. - Ventanas con mecanismos corredizos defectuosos y mal selladas. - Deficiente instalación de la losa sanitaria y la grifería. - Puertas desajustadas, llavines flojos.

5. Indique periodos estimados en que se presentan, comúnmente, los defectos (por elemento), después de entregado el proyecto.

	De 1 a 3 Meses	De 3 a 6 Meses	De 6 a 12 Meses	Mayor a 12 Meses
Instalaciones mecánicas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sistema eléctrico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acabado de paredes (concreto, mampostería, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acabado de paredes livianas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acabado de cielos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acabado de pisos y enchapes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Elementos de madera (muebles, rodapié, etc)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cubierta de techo y hojalatería	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Impermeabilización de losas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acabado de puertas y cerrajería	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acabado de sistema de ventanería	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acabado de rejas y portones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Losa sanitaria y grifería	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Cuadro 26. Resultados pregunta #5 de encuesta

Elementos	Periodos (meses)			
	De 1 a 3	De 3 a 6	De 6 a 12	Mayor a 12
Instalaciones mecánicas	78%	22%	0%	0%
Sistema eléctrico	55%	26%	14%	5%
Acabados de paredes (concreto, mampostería)	23%	64%	12%	1%
Acabado de paredes livianas	62%	20%	14%	4%
Acabado de cielos	55%	27%	13%	5%
Acabado de pisos y enchapes	53%	22%	22%	3%
Elementos de madera (muebles, rodapié, otros)	21%	59%	18%	2%
Cubierta de techo y hojalatería	66%	19%	11%	4%
Impermeabilización de losas	16%	65%	14%	5%
Acabado de puertas y cerrajería	53%	29%	16%	2%
Acabado de sistema de ventanería	54%	26%	15%	5%
Acabado de rejas y portones	24%	52%	20%	4%
Losa sanitaria y grifería	59%	25%	13%	3%

6. Indique, según su criterio, cual es el costo anual aproximado (por elemento) para una empresa constructora por concepto de corrección de los defectos

	Menor a C100 000	De C100 000 a C250 000	De C250 000 a C500 000	De C500 000 a C1 000 000	Mayor a C1 000 000
Instalaciones mecánicas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sistema eléctrico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acabado de paredes (concreto, mampostería, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acabado de paredes livianas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acabado de cielos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acabado de pisos y enchapes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Elementos de madera	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cubierta de techo y hojalatería	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Impermeabilización de losas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acabado de puertas y cerrajería	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acabado de sistema de ventanería	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acabado de rejas y portones	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Losa sanitaria	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Cuadro 27. Resultados pregunta #6 de encuesta

Elementos	Costo anual (miles de colones)				
	<100	100-250	250-500	500-1000	>1000
Instalaciones mecánicas	22%	42%	36%	0%	0%
Sistema eléctrico	31%	59%	6%	4%	0%
Acabados de paredes (concreto, mampostería)	20%	41%	37%	2%	0%
Acabado de paredes livianas	18%	40%	38%	4%	0%
Acabado de cielos	33%	52%	6%	9%	0%
Acabado de pisos y enchapes	16%	54%	23%	7%	0%
Elementos de madera (muebles, rodapié, otros)	9%	27%	55%	9%	0%
Cubierta de techo y hojalatería	24%	39%	32%	5%	0%
Impermeabilización de losas	2%	16%	68%	14%	0%
Acabado de puertas y cerrajería	9%	66%	15%	10%	0%
Acabado de sistema de ventanería	14%	66%	14%	6%	0%
Acabado de rejas y portones	22%	61%	15%	2%	0%
Losa sanitaria y grifería	12%	74%	14%	0%	0%

7. Enumere las (posibles) fuentes de los defectos con mayor incidencia. (Asignando 1 a la fuente que considere de mayor relevancia, y así sucesivamente)

☰	▾	Deficiente inspección por parte de la empresa diseñadora (consultora)
☰	▾	Deficiente supervisión y control por parte de la empresa constructora
☰	▾	Errores de diseño
☰	▾	Calidad de los materiales
☰	▾	Calidad y experiencia del personal de la empresa constructora
☰	▾	Calidad y experiencia de los subcontratistas
☰	▾	Mal uso por parte del cliente

Cuadro 28. Resultados pregunta #7 de encuesta

Fuentes	Asignación como:						
	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7
Deficiente inspección por parte de la empresa diseñadora	0%	18%	10%	18%	21%	26%	7%
Deficiente supervisión y control por parte de la constructora	51%	30%	12%	3%	3%	1%	0%
Errores de diseño	1%	9%	6%	13%	18%	32%	21%
Calidad de los materiales	2%	3%	19%	35%	12%	18%	11%
Calidad y experiencia del personal de la constructora	42%	7%	13%	6%	22%	4%	6%
Calidad y experiencia de los subcontratistas	4%	33%	40%	10%	8%	4%	1%
Mal uso por parte del cliente	0%	0%	0%	15%	16%	15%	54%

Apéndice 2. Listas de verificación



LISTA DE VERIFICACIÓN

Responsable de la inspección: _____

Fecha: _____

Detalle del proyecto: _____

No. de consecutivo: _____

SISTEMA DE AGUA POTABLE

Materiales

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
1.1	¿Las tuberías y accesorios PVC del sistema de distribución de agua fría cumplen con los requerimientos (diámetros, SCH, SDR) descritos en los planos y las especificaciones del proyecto?					
1.2	¿Las tuberías y accesorios PVC del sistema de distribución de agua caliente cumplen con los requerimientos (diámetros, SCH, SDR) descritos en los planos y las especificaciones del proyecto?					
1.3	¿Los materiales (pegamento, teflón, otros) para realizar los acoples de las tuberías y accesorios PVC y CPVC cumplen con los requerimientos descritos en los planos y las especificaciones del proyecto?					

SISTEMA DE AGUA POTABLE

Trazo						
No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
2	¿El trazo se realiza de acuerdo al diseño (ubicación de los distintos elementos, recorridos, alineamientos según cotas de referencia) descrito en las plantas de distribución de agua potable de planos de construcción del proyecto?					
Excavación						
No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
3.1	¿El ancho de las zanjas es suficiente para proveer el espacio adecuado para acoplar las tuberías y los accesorios, y permitir colocar y compactar material de relleno lateral al tubo?					
3.2	¿La profundidad y pendientes de las zanjas se realiza de acuerdo con los planos, verificando una profundidad mínima de 30 cm entre la corona del tubo y el nivel del terreno, y una máxima de tal manera que no se dificulten las labores de mantenimiento y reparación?					
3.3	¿La separación de la excavación prevista para tubería de agua potable es al menos de 1,0 m en planta y 25 cm por encima de la destinada a los desagües de aguas residuales?					

SISTEMA DE AGUA POTABLE

Posicionamiento

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
4.1	¿Previo a posicionar las tuberías en las zanjas, se coloca una base de material compactado, para garantizar un fondo firme y uniforme a lo largo de los recorridos?					
4.2	¿Se revisa el interior de cada uno de los elementos (tuberías y accesorios) para verificar que no contienen residuos que originen obstrucciones?					
4.3	¿Las tuberías de agua fría y agua caliente tienen una separación mínima de 10 cm de borde a borde cuando coinciden en un mismo ducto?					

Instalación

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
5.1	¿Los materiales (pegamento, teflón, otros) para realizar las uniones corresponden con el tipo de sistema (agua fría o caliente), y estos no presentan deterioro en su calidad?					

SISTEMA DE AGUA POTABLE

Instalación (Continuación)

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
5.2	¿El acople de los elementos pegables se ejecuta correctamente? (se realiza la limpieza de las superficies, el pegamento se aplica uniformemente, se introducen correctamente los extremos lisos en las campanas de los distintos elementos)					
5.3	¿El acople de los elementos roscables se ejecuta correctamente? (se realiza la limpieza de las superficies, se aplica correctamente el teflón, el pegamento se aplica uniformemente, se realiza correctamente el roscado de los distintos elementos)					
5.4	¿Se instalan todos los dispositivos y accesorios (válvulas, llaves, otros) de los sistemas de distribución de agua fría y agua caliente?					
5.5	¿Se instalan los dispositivos para atenuar las sobrepresiones por golpe de ariete?					
5.6	¿Las salidas de alimentación de los aparatos sanitarios (inodoros, duchas, lavatorios, entre otros) se realizan de acuerdo con los alineamientos y niveles descritos en los planos?					

SISTEMA DE AGUA POTABLE

Instalación (Continuación)

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
5.7	¿Se sujetan correctamente los elementos (horizontales y verticales) para evitar movimientos excesivos y desacoples? ¿Se construyen los anclajes en los cambios de dirección horizontales y verticales?					
5.8	¿Se coordina el señalamiento y protección de las previstas?					
5.9	¿La instalación a la acometida domiciliaria se realiza de acuerdo a lo descrito y especificado en los planos?					
5.10	¿Las tuberías, accesorios y soportes de las instalaciones colgantes se ejecutan de acuerdo a lo descrito y especificado en los planos, acatando las disposiciones de los fabricantes?					
5.11	¿La instalación del tanque de almacenamiento de agua se ejecuta de acuerdo a lo descrito y especificado en los planos, acatando las disposiciones de los fabricantes?					

SISTEMA DE AGUA POTABLE

Relleno de zanjas y aberturas

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
6.1	¿Previo al relleno de las zanjas se verifica que se haya cumplido el periodo de secado de las juntas y los anclajes de concreto?					
6.2	¿Se coloca y compacta (en capas de 15 cm de espesor como máximo) material de relleno en las zanjas hasta el nivel de terreno, procurando que este no tenga aristas vivas (filosas) que puedan dañar la tubería?					
6.3	¿El relleno de las aberturas de las paredes se realiza con mortero de calidad, para prevenir deficiencias en su acabado?					

Prueba de funcionamiento

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
7	¿Se verifica el funcionamiento de los sistemas (agua fría y caliente) mediante las pruebas respectivas? (presión hidráulica, calentamiento, otras)					



LISTA DE VERIFICACIÓN

Responsable de la inspección: _____

Fecha: _____

Detalle del proyecto: _____

No. de consecutivo: _____

SISTEMA SANITARIO**Materiales**

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
1.1	¿Las tuberías y accesorios de los sistemas de evacuación de aguas residuales y de ventilación cumplen con los requerimientos (diámetros, SCH) descritos en planos y especificaciones del proyecto?					
1.2	¿Los materiales (pegamento, otros) para realizar los acoples de las tuberías y accesorios cumplen con los requerimientos descritos en los planos y las especificaciones del proyecto?					

Trazo

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
2	¿El trazo se realiza de acuerdo al diseño (ubicación de elementos, recorridos, alineamientos) descrito en las plantas de evacuación de aguas residuales y ventilación de los planos de construcción?					

SISTEMA SANITARIO

Excavación

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
3.1	¿El ancho de las zanjas es suficiente para proveer el espacio adecuado para acoplar las tuberías y los accesorios, y permitir colocar y compactar material de relleno lateral al tubo?					
3.2	¿La profundidad de las zanjas se realiza de acuerdo con descrito en los planos, verificando que se cumple con las disposiciones descritas en el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones?					
3.3	¿Las pendientes son las adecuadas para evitar que los residuos se sedimenten y se produzcan obstrucciones? ¿Estas cumplen con las disposiciones (pendientes mínimas) descritas en el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones?					
3.4	¿La separación de la excavación prevista para tubería de los desagües de aguas residuales es al menos de 1,0 m en planta y 25 cm por debajo de la destinada a la distribución de agua potable?					

SISTEMA SANITARIO

Posicionamiento

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
4.1	¿Previo a posicionar las tuberías en las zanjas, se coloca una base de material compactado, para garantizar un fondo firme a lo largo de los recorridos?					
4.2	¿Se revisa el interior de cada uno de los elementos (tuberías y accesorios) para verificar que no contienen residuos que originen obstrucciones?					

Instalación

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
5.1	¿Los materiales para realizar los acoples (pegamento, otros) cumplen con los requerimientos de calidad?					
5.2	¿El acople de los elementos pegables se ejecuta correctamente? (se realiza la limpieza de las superficies, el pegamento se aplica uniformemente, se introducen correctamente los extremos lisos en las campanas de los distintos elementos)					
5.3	¿Se instalan todos los dispositivos y accesorios (bocas de registro, registros de piso, sifones, otros) de los sistemas de evacuación y ventilación de acuerdo a lo descrito en los planos y las especificaciones?					

SISTEMA SANITARIO

Instalación (Continuación)

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
5.4	¿Las salidas de evacuación de los aparatos sanitarios (inodoros, duchas, lavatorios, entre otros) se realizan de acuerdo con los alineamientos y niveles descritos en los planos?					
5.5	¿Las uniones en los cambios de dirección y empalmes de la red de tuberías se realizan de acuerdo a las disposiciones descritas en el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones?					
5.6	¿Se sujetan correctamente los elementos (horizontales y verticales) para evitar movimientos excesivos y desacoples?					
5.7	¿Las cajas de registro y las trampas de grasa se construyen (instalan) de acuerdo a los planos y las disposiciones del Código y de los fabricantes?					
5.8	¿Se coordina el señalamiento y protección de las previstas?					
5.9	¿La instalación a la red de alcantarillado sanitario público se realiza de acuerdo a lo descrito y especificado en los planos?					

SISTEMA SANITARIO

Instalación (Continuación)

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
5.10	¿Las tuberías, accesorios y soportes de las instalaciones colgantes se ejecutan de acuerdo a lo descrito y especificado en los planos, acatando las disposiciones de los fabricantes?					

Relleno de zanjas y aberturas

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
6.1	¿Previo al relleno de las zanjas se verifica que se haya cumplido el periodo de secado de las juntas?					
6.2	¿Se coloca y compacta (en capas de 15 cm de espesor como máximo) material de relleno en las zanjas hasta el nivel de terreno, procurando que este no tenga aristas vivas (filosas) que puedan dañar la tubería?					
6.3	¿El relleno de las aberturas de las paredes se realiza con mortero de calidad, para prevenir deficiencias en su acabado?					

SISTEMA SANITARIO**Prueba de funcionamiento**

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
7	¿Se verifica el funcionamiento de la red de tuberías y de cada uno de los dispositivos sanitarios mediante las pruebas respectivas? (presión hidráulica, presión de aire, otras)					



LISTA DE VERIFICACIÓN

Responsable de la inspección: _____

Fecha: _____

Detalle del proyecto: _____

No. de consecutivo: _____

SISTEMA PLUVIAL**Materiales**

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
1.1	¿Las tuberías y accesorios del sistema de evacuación de aguas pluviales cumplen con los requerimientos (diámetros, SCH) descritos en planos y especificaciones del proyecto?					
1.2	¿Las canoas, los bajantes y los accesorios cumplen con los requerimientos descritos en planos y especificaciones del proyecto?					
1.3	¿Los materiales (pegamento, otros) para realizar los acoples de las tuberías y accesorios cumplen con los requerimientos descritos en los planos y las especificaciones del proyecto?					

SISTEMA PLUVIAL

Trazo

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
2	¿El trazo se realiza de acuerdo al diseño (ubicación de elementos, recorridos, alineamientos) descrito en las plantas de distribución de aguas pluviales de planos de construcción del proyecto?					

Excavación

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
3.1	¿El ancho de las zanjas es suficiente para proveer el espacio adecuado para acoplar las tuberías y los accesorios, y permitir colocar y compactar material de relleno lateral al tubo?					
3.2	¿La profundidad de las zanjas se realiza de acuerdo con descrito en los planos, verificando que se cumple con las disposiciones descritas en el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones?					
3.3	¿Las pendientes son las adecuadas para evitar que los residuos se sedimenten y se produzcan obstrucciones? ¿Estas cumplen con las disposiciones (pendientes mínimas) descritas en el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones?					

SISTEMA PLUVIAL

Posicionamiento

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
4.1	¿Previo a posicionar las tuberías en las zanjas, se coloca una base de material compactado, para garantizar un fondo firme y uniforme a lo largo de los recorridos?					
4.2	¿Se revisa el interior de cada uno de los elementos (tuberías y accesorios) para verificar que no contienen residuos que originen obstrucciones?					

Instalación

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
5.1	¿Los materiales para realizar los acoples (pegamento, otros) cumplen con los requerimientos de calidad?					
5.2	¿El acople de los elementos se ejecuta correctamente? (se realiza la limpieza de las superficies, el pegamento se aplica uniformemente, se introducen correctamente los extremos lisos en las campanas de los distintos elementos)					

SISTEMA PLUVIAL

Instalación (Continuación)

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
5.3	¿Se instalan todos los dispositivos y accesorios (bocas de registro, registros de piso, otros) del sistema de acuerdo a lo descrito en los planos y las especificaciones?					
5.4	¿Las uniones en los cambios de dirección y empalmes de la red de tuberías se realizan de acuerdo a las disposiciones descritas en el Código de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias en Edificaciones?					
5.5	¿Se sujetan correctamente los elementos para evitar movimientos excesivos y desacoples?					
5.6	¿Se coordina el señalamiento y protección de las previstas?					
5.7	¿La instalación a la red de alcantarillado pluvial público se realiza de acuerdo a lo descrito y especificado en los planos?					
5.8	¿Las cajas de registro se construyen de acuerdo a los planos, respetando las disposiciones del Código?					
5.9	¿Las canoas y bajantes se instalan siguiendo las disposiciones (caudales máximos permisibles, pendientes) de los fabricantes y se sellan adecuadamente para evitar filtraciones de agua?					

SISTEMA PLUVIAL

Relleno de zanjas y aberturas

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
6.1	¿Previo al relleno de las zanjas se verifica que se haya cumplido el periodo de secado de las juntas?					
6.2	¿Se coloca y compacta (en capas de 15 cm de espesor como máximo) material de relleno en las zanjas hasta el nivel de terreno, procurando que este no tenga aristas vivas que puedan dañar la tubería?					
6.3	¿El relleno de las aberturas de las paredes se realiza con mortero de calidad, para prevenir deficiencias en su acabado?					

Prueba de funcionamiento

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
7	¿Se verifica el funcionamiento del sistema mediante las pruebas respectivas? (presión hidráulica, presión de aire, otras)					



LISTA DE VERIFICACIÓN

Responsable de la inspección: _____

Fecha: _____

Detalle del proyecto: _____

No. de consecutivo: _____

CUBIERTAS DE TECHO**Materiales**

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
1.1	¿EL tipo de cubierta a instalar, se adapta al diseño (pendientes, separación de clavadores) de la estructura soportante del techo? ¿El calibre, sección, color y longitud corresponden con lo solicitado en planos y especificaciones?					
1.2	¿Los elementos como botaguas, cumbreras, limas u otros, se adaptan a la cubierta y cumplen con los requerimientos (calibre, dimensiones, acabado)?					
1.3	¿Los tornillos a utilizar en la fijación de los distintos elementos de la cubierta cumplen con lo especificado por los fabricantes y cuentan con todos los accesorios (arandelas, empaques, otros)?					
1.4	¿El sellador impermeabilizante cumple con los requerimientos descritos en las especificaciones?					

CUBIERTAS DE TECHO

Instalación						
No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
2.1	¿La estructura soportante del techo se construyó de acuerdo al diseño (pendientes, separación de clavadores) descrito en los planos de construcción del proyecto?					
2.2	¿Los aleros se construyen según lo descrito en los planos y el voladizo de estos no es mayor a 30 cm respecto al apoyo o clavador?					
2.3	¿El traslape longitudinal entre láminas (galvanizadas) es como mínimo de 15 cm (20-30 cm láminas plásticas) o de acuerdo con las disposiciones de los fabricantes?					
2.4	¿El traslape lateral entre láminas es de al menos una cresta o de acuerdo con las disposiciones de los fabricantes?					
2.5	¿Los tornillos se instalan en las crestas de las láminas, con una densidad de tornillos de 6-8 unidades/m ² o según lo especificado por el fabricante?					
2.6	¿El ajuste de los tornillos se realiza correctamente? De forma que entre el empaque sellador y la superficie de la lámina no quede espacio libre que origine filtraciones de agua, o muy apretado que cause la deformación y rotura de la superficie.					

CUBIERTAS DE TECHO

Instalación (Continuación)

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
2.7	¿Botaguas, cumbreras, limas u otros elementos similares se instalan adecuadamente, respetando las disposiciones de los fabricantes con respecto a traslapes, pendientes, separación de las fijaciones?					
2.8	¿Se aplica correctamente el sellador impermeabilizante en juntas y otros puntos de la cubierta que lo requieren?					
2.9	¿Previo a la entrega y aceptación, se verifica que la cubierta no presenta elementos con deformaciones u otros daños?					



LISTA DE VERIFICACIÓN

Responsable de la inspección: _____

Fecha: _____

Detalle del proyecto: _____

No. de consecutivo: _____

ACABADOS DE PAREDES DE CONCRETO (MAMPOSTERIA)**Repellos****Materiales**

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
1	¿Los repellos adquiridos cumplen con lo solicitado en planos y especificaciones, y su almacenaje es el adecuado?					

Preparación de la superficie

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
2.1	¿Se elimina cualquier residuo de mortero, concreto o cualquier contaminante como polvo, grasas o cualquier agente que pueda interponerse entre la superficie y la capa del producto?					
2.2	¿Se comprueban plomos y alineamientos para verificar la verticalidad y alineación de la pared?					

ACABADOS DE PAREDES DE CONCRETO (MAMPOSTERIA)

Repellos

Preparación de la superficie

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
2.3	¿Se colocan los plomos (cuerdas verticales), para la construcción de las guías (maestras), desligados de la pared a una distancia de 10-20 mm (correspondiente al espesor del repello), espaciadas entre sí de 1-1,5 m?					
2.4	¿Se humedece la pared de tal forma que no haya sequedad o exceso de agua que altere la dosificación del mortero cuando se aplique?					

Dosificación del mortero

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
3	¿La dosificación del mortero (cantidad agua agregada) se realiza de acuerdo con las recomendaciones del fabricante? El mortero preparado debe ser uniforme y no presentar grumos.					

ACABADOS DE PAREDES DE CONCRETO (MAMPOSTERIA)

Repellos

Colocación del repello

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
4.1	¿El llenado manual (con llana lisa o cuchara de albañilería) de cada uno de los paños entre maestras, se realiza aplicando capas de mortero grueso de aproximadamente 10 mm de espesor y con un mínimo de 24 horas entre capas?					
4.2	¿El mortero fino se aplica en un espesor aproximado de 3 mm? ¿En caso de aplicar más, se cumple con el periodo de secado entre capas?					
4.3	¿Se obtuvo el acabado uniforme previsto, sin irregularidades que pueda haber quedado en el repello?					
4.4	¿El curado inicia 24 horas después de la colocación y se extiende por al menos 72 horas?					
4.5	¿El material se aplica en un lapso inferior a 60 minutos luego de su preparación y sin alterar la dosificación con agua?					

ACABADOS DE PAREDES DE CONCRETO (MAMPOSTERIA)

Empaste

Materiales

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
1	¿La pasta cementicia adquirida cumple con lo solicitado en planos y especificaciones, y su almacenaje es el adecuado?					

Preparación de la superficie

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
2.1	¿Se elimina cualquier residuo de mortero, concreto o cualquier contaminante como polvo, grasas o cualquier agente que pueda interponerse entre la superficie y la capa del producto?					
2.2	¿Se revisa que la superficie no presenta humedad, la cual puede interferir en la adherencia de la pasta?					
2.3	¿Se repara cualquier imperfección (grietas, agujeros) en el acabado del repello?					
2.4	¿Se lija manualmente la superficie para eliminar las asperezas del repello?					

ACABADOS DE PAREDES DE CONCRETO (MAMPOSTERIA)

Empaste

Colocación de la pasta

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
3	¿La pasta cementicia se aplica en capas (mínimo 2) de un espesor aproximado de 2 mm hasta obtener el nivel de acabado deseado, garantizando el correcto secado (4 - 5 horas) entre capas?					

Pintura

Materiales

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
1	¿El base sellador y las pinturas adquiridas cumplen con lo solicitado en planos y especificaciones, y su almacenaje es el adecuado?					

Preparación de la superficie

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
2.1	¿Se lija la superficie empastada suavemente hasta darle un aspecto liso y uniforme?					

ACABADOS DE PAREDES DE CONCRETO (MAMPOSTERIA)

Pintura

Preparación de la superficie

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
2.2	¿Se realiza una revisión para detectar y reparar cualquier grieta o agujero de la superficie, así como la presencia de humedad?					
2.3	¿Se elimina el polvo residual de la superficie empleando tela seca o humedecida, u otro accesorio?					

Colocación de la pintura

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
3.1	¿Se aplica una mano de pintura base sellador sobre la superficie empastada? De forma que reduzca su porosidad y que consecuentemente permita una absorción homogénea, mayor adherencia y rendimiento de la pintura.					
3.2	¿Se aplican las manos de la pintura del acabado final, con una separación entre sí de al menos 6 horas y en los espesores recomendados por los fabricantes?					
3.3	¿El acabado final es uniforme y que cumple con los requerimientos solicitados?					



LISTA DE VERIFICACIÓN

Responsable de la inspección: _____

Fecha: _____

Detalle del proyecto: _____

No. de consecutivo: _____

ACABADOS DE PAREDES LIVIANAS (GYPSUM)**Estructuración****Materiales**

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
1	¿Las características (calibre, sección, longitud) de los perfiles galvanizados y los tornillos para realizar la estructuración corresponden con lo solicitado en planos y especificaciones?					

Trazo

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
2.1	¿Se cumple con alineamientos según las cotas, plomos y escuadras, según lo especificado en los planos?					
2.2	¿Se contempla el espesor de la lámina en los segmentos perpendiculares como esquinas, encuentros en T, buques de puertas y ventanas?					

ACABADOS DE PAREDES LIVIANAS (GYPSUM)

Estructuración

Instalación

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
3.1	¿En la instalación de los canales (Tracks) se contempla el espesor de la lámina en los segmentos perpendiculares como esquinas, encuentros en T, buques de puertas y ventanas?					
3.2	¿La separación de las fijaciones (tornillos) de los canales es como máximo de 60 cm en elementos de concreto y de 40 cm en elementos menos resistentes? ¿Estas se realizan en una configuración de zig-zag dentro del perfil?					
	¿Las fijaciones de inicio y final están a una distancia no mayor de 50 mm de los extremos del perfil?					
3.3	¿La continuidad de los canales se realiza a tope y nunca por solape?					
3.4	¿La separación de los postes (Studs) es de 61 cm o 40,6 cm, de acuerdo con la solución constructiva adoptada, y estos están debidamente aplomados?					
3.5	¿La longitud de los postes es 10 mm menos que la altura de la pared? Con el fin de evitar pandeo en la estructura producto de la expansión térmica del material.					

ACABADOS DE PAREDES LIVIANAS (GYPSUM)

Estructuración

Instalación (Continuación)

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
3.6	¿La separación de las fijaciones de los postes de arranque (anclados a la obra gruesa o unidad existente) es como máximo de 60 cm en elementos de concreto y de 40 cm en elementos menos resistentes?					
3.7	¿Las fijaciones de inicio y final están a una distancia no mayor de 50 mm de los extremos del perfil?					
3.8	¿Los postes previamente recortados, se instalan con las perforaciones al mismo nivel, para garantizar el paso de instalaciones electromecánicas y otras?					
3.9	¿En segmentos perpendiculares como escuadras e intersecciones se instalan postes de refuerzo, sin interrumpir la modulación de los postes intermedios?					
3.10	¿En los límites superior e inferior (en el caso de las ventanas), se instalan canales con extremidades a 90°, de longitud vertical igual o superior a 150 mm?					
3.11	¿Se refuerzan con madera, los postes y canales que forman el perímetro de los buques de puertas y ventanas, para poder instalar los marcos?					

ACABADOS DE PAREDES LIVIANAS (GYPSUM)

Estructuración

Instalación (Continuación)

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
3.12	¿Se colocan refuerzos para la instalación electromecánica u otros accesorios, procurando que estos no interfieran con la instalación de las láminas?					

Emplantillado

Materiales

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
1	¿Las características (tipo, espesor, acabado) de las láminas se adaptan a los requerimientos de construcción y que estas corresponden con lo solicitado en planos y especificaciones?					

Instalación

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
2.1	¿Previo a la instalación de las láminas se verifica que cada uno de los elementos de la estructura están correctamente instalados, y que todos los accesorios e instalaciones previstos están debidamente acoplados?					

ACABADOS DE PAREDES LIVIANAS (GYPSUM)

Emplantillado

Instalación (Continuación)

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
2.2	¿La separación de los tornillos utilizados en la fijación de las láminas a los postes y canales, es como máximo de 25 cm?					
2.3	¿El tornillo utilizado atraviesa en su totalidad y excede el espesor de la lámina en al menos 10 mm?					
2.4	¿Las fijaciones se aplican a una distancia mínima de 10 mm del borde longitudinal y 15 mm del borde transversal de la lámina, de manera que no se fracturen los bordes?					
2.5	¿Las láminas están separadas de 5-10 mm del suelo, para garantizar que no hay contacto con posibles humedades o que se instala algún accesorio (como jotas plásticas) para evitar el contacto entre el suelo y las láminas?					
2.6	¿Las juntas de las láminas coinciden adecuadamente con el centro de los postes?					
2.7	¿Las juntas de las láminas se realizan de manera que coinciden los bordes en toda la longitud, para evitar la aparición de grietas debido a diferencias de espesor en la pasta?					

ACABADOS DE PAREDES LIVIANAS (GYPSUM)

Emplantillado

Instalación (Continuación)

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
2.8	¿Las juntas de láminas contiguas, no coinciden en al menos una dirección, ya sea en la dirección transversal o en la dirección longitudinal? Esto para evitar puntos propensos a agrietarse.					
2.9	¿Las juntas en ambos lados de un segmento o pared se alternan para evitar que coincidan en una misma línea (poste)?					
2.10	¿Las juntas de las láminas, en la zona de los buques de puertas y ventanas, quedan a una distancia mínima de 200 mm del límite de la apertura?					

Empastado

Materiales

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
1	¿Los materiales para realizar el empastado (pasta, cintas, accesorios como esquineros, jotas) corresponden con lo especificado en planos?					

ACABADOS DE PAREDES LIVIANAS (GYPSUM)

Empastado

Instalación

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
2.1	¿Previo al empastado se verifica que los tornillos de fijación de las láminas están correctamente instalados?					
2.2	¿Se revisa que las superficies no presentan humedad, la cual puede interferir en la adherencia de la pasta?					
2.3	¿Se instalan correctamente los accesorios (plásticos o metálicos) tales como esquineros, jotas, necesarios para dar un adecuado acabado a los bordes (aristas vivas) de segmentos de pared y buques de puertas y ventanas?					
2.4	¿Se verifica durante el encintado, que no se forman burbujas de aire o grumos en la cinta? ¿Que los segmentos transversales quedan a tope, con una separación máxima de 5 mm entre sí y nunca solapados?					
2.5	¿Se aplican las manos de pasta sobre juntas, cabezas de tornillos y accesorios hasta obtener el nivel de acabado deseado, garantizando el secado (4-6 horas) de cada capa antes de ser aplicada la próxima?					

ACABADOS DE PAREDES LIVIANAS (GYPSUM)

Pintura

Materiales

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
1	¿Los materiales para dar el acabado final corresponden con lo solicitado en planos y especificaciones?					

Instalación

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
2.1	¿Después de dar el tiempo de secado (5 - 6 horas) requerido por la pasta, se lija la superficie suavemente hasta dar un aspecto uniforme?					
2.2	¿Se elimina el polvo residual de la superficie empleando tela seca o ligeramente humedecida, u otro accesorio?					
2.3	¿Se aplica una mano de pintura base sellador (especial para superficies de gypsum) sobre la superficie empastada? Con la finalidad de reducir la porosidad y que consecuentemente permita una absorción homogénea de la pintura, mayor adherencia entre la pintura y la superficie, y un mayor rendimiento.					

ACABADOS DE PAREDES LIVIANAS (GYPSUM)

Pintura

Instalación (Continuación)

No.	Ítem de verificación	Cumplimiento			Observaciones	Ubicación (área, nivel, otra)
		Si	No	NA		
2.4	¿Luego de cumplido el tiempo de secado la capa base, se aplican las manos de la pintura de acabado final, con una separación entre sí de al menos 6 horas?					
2.5	¿El acabado final es uniforme y que cumple con los requerimientos solicitados?					