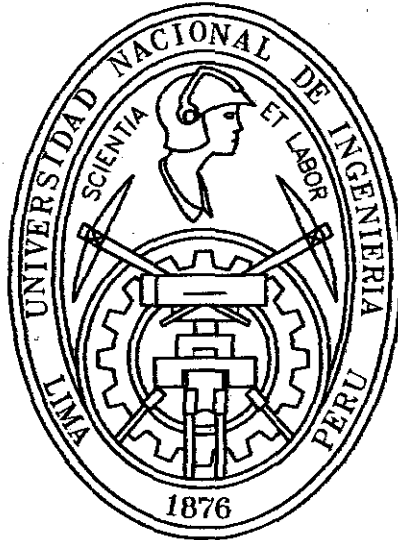


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DE LOS PROBLEMAS POST-CONSTRUCCIÓN  
PARA MEJORAR EL DESEMPEÑO DE LAS INSTALACIONES  
SANITARIAS EN EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES**

**TESIS**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO CIVIL**

**JONATHAN JESÚS SOTO ROSADO**

**Lima - Perú**

**2010**

**Digitalizado por:**

**Consortio Digital del  
Conocimiento MebLatam,  
Hemisferio y Dalse**

*A mis padres, que merecen toda mi admiración y gratitud por todo lo que me han brindado a lo largo de mi vida; a Dios, por permanecer conmigo en los momentos más difíciles; a mis hermanas Maribel, Jessica, Yssela y Denisse que me ayudaron en todo momento; a Hellen por ser una persona especial en mi vida que me brindo su apoyo incondicional y a mi abuela que desde el cielo siempre cuida de mi.*

| <b>INDICE</b>   | <b>Pag.</b> |
|---|-------------|
| <b>RESUMEN</b> .....  | 7           |
| <b>LISTA DE FIGURAS</b> .....   | 8           |
| <b>LISTA DE FOTOGRAFÍAS</b> .....   | 14          |
| <b>LISTA DE TABLAS</b> .....  | 16          |
| <b>INTRODUCCIÓN</b> .....   | 18          |
| <b>CAPÍTULO I: GENERALIDADES</b> .....  | 20          |
| 1.1. La Construcción de viviendas en el Perú.....   | 20          |
| 1.2. Antecedentes de problemas de calidad en edificaciones.....                                       | 28          |
| <b>CAPÍTULO II: CONCEPTOS PREVIOS</b> .....   | 43          |
| 2.1. Las Instalaciones sanitarias en edificaciones multifamiliares.....                               | 43          |
| 2.1.1. Clasificación.....   | 44          |
| 2.1.2. Procedimientos de control de calidad.....  | 47          |
| 2.1.3. Protocolos de control de calidad.....  | 49          |
| 2.2. El Concepto de desempeño aplicado a la Ingeniería.....   | 52          |
| 2.2.1. Requerimientos de desempeño.....   | 59          |
| 2.2.2. Evaluación del desempeño.....  | 60          |
| 2.3. Indicadores de calidad y productividad en la construcción de edificaciones.....                  | 62          |
| <b>CAPÍTULO III: HERRAMIENTAS PARA EL ANÁLISIS, REGISTRO Y ADMINISTRACIÓN DE LA INFORMACIÓN</b> ..... | 65          |
| 3.1. Análisis de los problemas.....   | 65          |
| 3.1.1. Diagrama de Pareto.....  | 65          |
| 3.1.2. Diagrama FACERAP.....  | 68          |

|   |            |
|---|------------|
| 3.1.3. Mapa de Procesos.....  | 69         |
| 3.1.4. Diagrama de Flujo.....   | 70         |
| 3.2. Registro de la información.....  | 74         |
| 3.2.1 Sistema de base de datos.....   | 74         |
| 3.3 Administración de la información.....   | 78         |
| <b>CAPÍTULO IV: EVALUACIÓN DE LOS PROBLEMAS POST-CONSTRUCCIÓN EN EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES.....</b>       | <b>79</b>  |
| 4.1 Evaluación del desempeño de edificios mediante el uso de un sistema de base de datos.....                 | 79         |
| 4.1.1 Antecedentes.....   | 79         |
| 4.1.2 Diseño de experimentos.....   | 87         |
| 4.1.3 Levantamiento de información.....   | 92         |
| 4.1.4 Análisis de los resultados.....   | 95         |
| 4.1.5 Indicador Global de calidad.....  | 112        |
| 4.2 Análisis de los problemas post-construcción en Instalaciones sanitarias de edificaciones.....             | 117        |
| 4.2.1 Evaluación de los problemas.....  | 118        |
| 4.2.2 Selección del software Microsoft Access.....  | 142        |
| 4.2.3 Diseño y aplicación de una base de datos relacional para el almacenamiento de información.....          | 145        |
| <b>CAPÍTULO V: PROPUESTAS DE MEJORA EN LAS INSTALACIONES SANITARIAS DE UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR.....</b> | <b>148</b> |
| 5.1. Descripción general de la obra.....  | 148        |
| 5.2. Instalaciones sanitarias.....  | 152        |

---

|   |            |
|---|------------|
| 5.2.1. Mapa de procesos y diagrama de flujo.....    | 160        |
| 5.2.2. Acciones correctivas y buenas prácticas..... | 166        |
| 5.2.3. Indicadores específicos de calidad.....      | 185        |
| <b>CONCLUSIONES.....</b>                            | <b>189</b> |
| <b>RECOMENDACIONES.....</b>                         | <b>191</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>                            | <b>193</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>                                  | <b>196</b> |

## RESUMEN

El propósito de esta investigación es mostrar que el desempeño de las instalaciones sanitarias en edificaciones multifamiliares puede verse mejorado si es satisfactoria la calidad de los productos y/o servicios que se ofrecen a los usuarios, y para lograrlo implica que se involucren etapas anteriores a la post-construcción que proporcionen el aseguramiento y control de calidad para garantizar su buen funcionamiento.

Para justificar el porqué se eligió mejorar el desempeño de las instalaciones sanitarias, se analizaron 6 edificaciones multifamiliares (Lima) en la etapa post-construcción. Del análisis se obtuvo el Diagrama de Pareto con la cantidad de problemas ocurridos después de la construcción en función a las diversas categorías (Albañilería, enchapes, instalaciones, y entre otras), en donde se identificó que la mayor cantidad de problemas se deben a las instalaciones sanitarias. Además, como resultado se detalló un conjunto de lecciones aprendidas de las fallas comunes en instalaciones (según etapa: diseño, construcción y mantenimiento) que fueron obtenidas de las inconformidades de los usuarios que fueron clasificadas según origen de falla.

En base a lo aprendido de las 6 edificaciones multifamiliares, se procedió a la retroalimentación de la información en una edificación específica y con el mapa de proceso y diagramas de flujo de las Instalaciones sanitarias se generó enseñanzas que permitieron disminuir las no conformidades internas en cada fase (Ejecución de las Instalaciones sanitarias, prueba hidráulica inicial, ejecución de actividades relacionadas a las instalaciones y prueba hidráulica final).

Se identificó fallas recurrentes que conllevaron a realizar acciones correctivas y buenas prácticas en la etapa constructiva del edificio. Así mismo el indicador específico de calidad: costo de h-h gastadas por nuevos trabajos en instalaciones sanitarias mostró que el costo (en porcentaje) destinado a la reparación de fallas desde la fase inicial hasta la fase final crece progresivamente. Finalmente, es recomendable que para evaluar el desempeño se consideren especificaciones o requerimientos claros por parte del usuario desde el inicio del proyecto y contrastarlos con los alcances de la ingeniería en el tiempo y espacio dado.

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Rango de Población en el Perú – Fuente INEI Censo Nacional 2007: XI de Población y VI de Vivienda.....        | 20 |
| Figura 2. Población Total por tipo de Vivienda Particular - Fuente INEI (Censo 2007).....                               | 21 |
| Figura 3. Evolución Mensual de la Actividad del Sector Construcción a Nivel Nacional – Fuente INEI, 2009.....           | 23 |
| Figura 4. Oferta Inmobiliaria de Edificaciones Nuevas en Lima (m <sup>2</sup> ) – Fuente CAPECO, 2006.....              | 24 |
| Figura 5. Oferta de Edificaciones según Disponibilidad en el Mercado – Fuente CAPECO, 2006.....                         | 25 |
| Figura 6. Vista Isométrica de PREVI.....  | 29 |
| Figura 7. Ejemplos de viviendas PREVI.....  | 30 |
| Figura 8. Accidente de Torre Grúa en Ottawa, 1967.....  | 32 |
| Figura 9. Colapso de Coliseo, Connecticut, 1978.....  | 32 |
| Figura 10. Colapso de Condominio en Florida, 1981.....  | 33 |
| Figura 11. Colapso de Estructura de acero, ampliación de Estado de Washington, 1987.....                                | 34 |
| Figura 12. Falla de domo en construcción, Louisiana.....  | 34 |
| Figura 13. Viviendas sociales construidas por SERVIU-Temuco, Chile, 2005....  | 35 |
| Figura 14. Conjunto Habitacional La Granjita, Cuba, 2007.....   | 36 |
| Figura 15. Proceso de Lecciones Aprendidas – Fuente Caldas, Gibson, Weeasooriya, Yohe, 2009.....                        | 40 |
| Figura 16. Fases del estudio del Programa de Lecciones Aprendidas - Fuente Caldas, Gibson, Weeasooriya, Yohe, 2009..... | 41 |
| Figura 17. Las Instalaciones en Edificaciones Multifamiliares. Elaboración Propia.....                                  | 43 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 18. Lenguajes en el concepto de desempeño – Fuente: PeBBu Domain 3.....  | 54 |
| Figura 19. Encontrando la solución más apropiada – Fuente: PeBBu Domain 3.....  | 54 |
| Figura 20. Lenguaje de Desempeño – Fuente: PeBBu Domain 3.....  | 55 |
| Figura 21. Demanda/solución: escalas & complejidad– Fuente: PeBBu Domain 3.....   | 56 |
| Figura 22. Sistema básico de retroalimentación – Fuente: PeBBu Domain 3.....  | 57 |
| Figura 23. Modelo de Desempeño aplicado a las partes y su agregación – Fuente: PeBBu Domain 3.....  | 58 |
| Figura 24. Diagrama de Pareto - Fuente: Fundación Iberoamericana para la Gestión de la Calidad.....   | 67 |
| Figura 25. Distribución de Zonas en el Diagrama de Pareto - Fuente: Fundación Iberoamericana para la Gestión de la Calidad.....                   | 67 |
| Figura 26. Diagrama FACERAP.....  | 68 |
| Figura 27. Mapa de procesos – Fuente: Club Gestión Calidad.....   | 69 |
| Figura 28. Diagrama de Flujo - Fuente: Fundación Iberoamericana para la Gestión de la Calidad (fundibeq).....                                     | 71 |
| Figura 29. Símbolos para la construcción de un diagrama de flujo – Fuente: Fundación Iberoamericana para la Gestión de la Calidad (fundibeq)..... | 72 |
| Figura 30. Ejemplo de una base de datos relacional.....   | 77 |
| Figura 31. Beneficios de una Evaluación Post-ocupacional.....   | 81 |
| Figura 32. Edificaciones Multifamiliares Estudiadas.....  | 87 |
| Figura 33. Edificio Residencial 1.....  | 88 |
| Figura 34. Edificio Residencial 2.....  | 88 |



|  |     |
|--|-----|
| Figura 35. Edificio Residencial 3.....   | 88  |
| Figura 36. Edificio Residencial 4.....   | 89  |
| Figura 37. Edificio Residencial 5.....   | 89  |
| Figura 38. Edificio Residencial 6.....   | 89  |
| Figura 39. Procedimiento de Atención al Cliente – Elaboración Propia.....  | 90  |
| Figura 40. Campos Informativos – Elaboración Propia.....   | 92  |
| Figura 41. Tipo de Categorías – Elaboración Propia.....  | 93  |
| Figura 42. Tipo de Sub-categorías – Elaboración Propia.....  | 94  |
| Figura 43. Campos de Detalle de la Inspección – Elaboración Propia.....  | 94  |
| Figura 44. Campos de Cierre de Inspección – Elaboración Propia.....  | 95  |
| Figura 45. Incidencia de los problemas post-construcción del edificio N°1 –<br>Elaboración Propia.....   | 98  |
| Figura 46. Incidencia de los problemas post-construcción del edificio N°2 –<br>Elaboración propia.....   | 98  |
| Figura 47. Incidencia de los problemas post-construcción del edificio N°3 –<br>Elaboración propia.....   | 99  |
| Figura 48. Incidencia de los problemas post-construcción del edificio N°4 –<br>Elaboración propia.....   | 100 |
| Figura 49. Incidencia de los problemas post-construcción del edificio N°5 –<br>Elaboración propia.....   | 100 |
| Figura 50. Incidencia de los problemas post-construcción del edificio N°6 –<br>Elaboración propia.....   | 101 |
| Figura 51. Incidencia Porcentual de los problemas post-construcción en<br>edificaciones multifamiliares según los reclamos dados por los usuarios –<br>Elaboración propia..... | 101 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 52. Diagrama de Pareto de los problemas post-construcción en Edificaciones Multifamiliares – Elaboración propia.....                       | 102 |
| Figura 53. Nivel de Incidencia por tipo de causas en las Edificaciones Multifamiliares – Elaboración propia.....                                  | 103 |
| Figura 54. Nivel de Incidencia por tipo de responsables en las Edificaciones Multifamiliares – Elaboración propia.....                            | 105 |
| Figura 55 Nivel de Incidencia en Instalaciones Sanitarias por tipo de causas en las edificaciones Multifamiliares – Elaboración propia.....       | 107 |
| Figura 56 Nivel de Incidencia en Instalaciones Sanitarias por tipo de responsables en las Edificaciones Multifamiliares – Elaboración propia..... | 108 |
| Figura 57. Incidencia porcentual de los problemas en instalaciones sanitarias por edificación multifamiliar – Elaboración propia.....             | 108 |
| Figura 58. Problemas en instalaciones sanitarias según su clasificación en las 6 edificaciones multifamiliares – Elaboración propia.....          | 111 |
| Figura 59. Porcentaje de los problemas en Instalaciones Sanitarias según su clasificación versus el tipo de causas – Elaboración propia.....      | 111 |
| Figura 60. Número de reclamos por día en el Edificio N°1 – Elaboración propia.....  | 114 |
| Figura 61 Número de reclamos por día en el Edificio N°2 – Elaboración propia.....   | 114 |
| Figura 62 Número de reclamos por día en el Edificio N°3 – Elaboración propia.....   | 115 |
| Figura 63 Número de reclamos por día en el Edificio N°4 – Elaboración propia.....   | 115 |
| Figura 64 Número de reclamos por día en el Edificio N°5 – Elaboración propia.....   | 116 |
| Figura 65. Porcentajes de clientes insatisfechos – Elaboración propia.....  | 117 |
| Figura 66. Independización de válvulas de interrupción por pisos.....   | 124 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 67. Independizar tubería de desagüe de lavandería.....   | 130 |
| Figura 68. Partes internas de un inodoro.....   | 139 |
| Figura 69. Partes de una válvula compuerta.....   | 142 |
| Figura 70. Comparación entre Microsoft Excel y Access – Elaboración propia.....   | 143 |
| Figura 71. Elementos de Microsoft Access – Elaboración propia.....  | 144 |
| Figura 72. Tablas - Microsoft Access – Elaboración propia.....  | 146 |
| Figura 73. Relación entre tablas – Microsoft Access – Elaboración propia.....   | 146 |
| Figura 74. Resultado de la base de datos – Elaboración propia.....  | 147 |
| Figura 75 Departamento Flat típico – Edificación Estudiada.....   | 148 |
| Figura 76 Departamento Dúplex típico – Edificación Estudiada.....   | 149 |
| Figura 77 Sectorización de los Sótanos – Edificación Estudiada.....   | 151 |
| Figura 78. Sectorización de los Departamentos – Edificación Estudiada.....  | 151 |
| Figura 79. Mapa de Procesos de las Instalaciones Sanitarias – Edificación Estudiada Elaboración propia.....   | 161 |
| Figura 80. Mapa de Procesos de la etapa constructiva en Instalaciones Sanitarias – Edificación Estudiada Elaboración propia.....                          | 162 |
| Figura 81. Prueba del funcionamiento de Montantes - Elaboración Propia.....   | 163 |
| Figura 82. Ubicación de montantes en la torre 1 – Edificación Estudiada.....  | 164 |
| Figura 83. Diagrama de Flujo del control de calidad de las Instalaciones Sanitarias adoptado en la Edificación Estudiada Elaboración propia.....          | 165 |
| Figura 84. Diagrama de Flujo del aseguramiento de la calidad de las Instalaciones Sanitarias adoptado en la Edificación Estudiada Elaboración propia..... | 166 |
| Figura 85. Cantidad de Problemas de Instalaciones Sanitarias – Edificación Estudiada Elaboración propia.....  | 168 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 86. Tipo de Causas a los golpes de las tuberías en Instalaciones Sanitarias – Edificación Estudiada Elaboración propia.....                          | 169 |
| Figura 87. Problemas en Instalaciones Sanitarias según secuencia de trabajo – Edificación Estudiada Elaboración propia.....                                 | 171 |
| Figura 88. Distribución del tipo de problema según la secuencia de trabajo – Edificación Estudiada. Elaboración Propia.....                                 | 172 |
| Figura 89. Ubicación de interferencias entre las Instalaciones Sanitarias y demás partidas – Edificación Estudiada.....                                     | 173 |
| Figura 90. Reporte de Instalaciones Sanitarias en muros adoptado en la Edificación Estudiada.....   | 176 |
| Figura 91. Tramos de recorridos de tuberías de agua fría y caliente – Edificación Estudiada.....  | 177 |
| Figura 92. Ambientes de cocina en función al sentido de las viguetas – Edificación estudiada.....   | 178 |
| Figura 93. Alternativas de solución en la instalación de tuberías de desagüe– Fuente: Manual de diseño, proceso constructivo y de detalles Firth.....       | 179 |
| Figura 94. Ramales de desagüe de baños de servicio y baños secundarios....  | 180 |
| Figura 95. Plano de interferencias de placas y columnas con la tubería de ventilación.....  | 183 |
| Figura 96 Porcentaje de hh gastadas en re trabajos en Instalaciones sanitarias según el tipo de problema. Edificación estudiada - Elaboración propia.....   | 186 |
| Figura 97. Porcentaje de hh gastadas en re trabajos en Instalaciones Sanitarias según secuencia de trabajo. Edificación estudiada – Elaboración propia..... | 186 |
| Figura 98. Porcentaje de costo en re trabajos en Instalaciones Sanitarias según el tipo de problema. Edificación estudiada – Elaboración propia.....        | 188 |
| Figura 99. Porcentaje de costo en re trabajos en Instalaciones Sanitarias según secuencia de trabajo. Edificación estudiada – Elaboración propia.....       | 188 |

## LISTA DE FOTOGRAFÍAS

|  |     |
|--|-----|
| Fotografía 1. Fotos de Tipología de viviendas PREVI. Fuente ININVI.....              | 30  |
| Fotografía 2. Fotos de Tipología de viviendas PREVI. Fuente Autores Propios..        | 30  |
| Fotografía 3. Conjunto Habitacional La Granjita, Cuba.....                           | 83  |
| Fotografía 4. Deterioro de soportes verticales.....                                  | 84  |
| Fotografía 5. Deterioro causado por la humedad.....                                  | 84  |
| Fotografía 6. Falta completar fragua en cerámicos de baños.....                      | 119 |
| Fotografía 7. Sardinell de ducha deteriorado por la humedad.....                     | 120 |
| Fotografía 8. Pendiente de balcón direccionada hacia el interior de la vivienda..... | 120 |
| Fotografía 9. Falta sellado en borde de lavadero.....                                | 121 |
| Fotografía 10. Sellado en espacio vacío donde está la sección de la grifería...      | 122 |
| Fotografía 11. Fisuras en losas.....   | 123 |
| Fotografía 12. Perforación en tuberías.....  | 125 |
| Fotografía 13. Codo galvanizado en salidas de agua fría.....                         | 126 |
| Fotografía 14. Deformación de la tubería montante en muro.....                       | 128 |
| Fotografía 15. Filtración de tubería montante por caída de objetos al ducto....      | 131 |
| Fotografía 16. Falta pendiente en tuberías de desagüe adosadas.....                  | 133 |
| Fotografía 17. Falta de espárragos en tuberías contra incendio.....                  | 136 |
| Fotografía 18. Uso del anillo de cera como material sellante.....                    | 138 |
| Fotografía 19. Empaquetadura deteriorada.....  | 140 |
| Fotografía 20. Ducto de basura aledaño a la ubicación de las válvulas.....           | 141 |

|  |     |
|--|-----|
| Fotografía 21. Prueba de Funcionamiento de montantes aplicado a la Edificación Estudiada – Fuente: propia.....   | 164 |
| Fotografía 22. Colocación de separadores en la fase de ejecución de las Instalaciones aplicado en la Edificación Estudiada – Fuente: propia.....   | 170 |
| Fotografía 23. Prueba hidráulica aplicada a la Edificación Estudiada – Fuente: propia.....   | 171 |
| Fotografía 24. Tubería de agua fría perforada al instalar el contra zócalo. Edificación Estudiada – Fuente: propia.....  | 173 |
| Fotografía 25. Sistema de Encofrado en parte externa del Edificio Estudiado. Fuente: Propia.....   | 174 |
| Fotografía 26. Marcado en muros en zonas donde recorren las Instalaciones en la fase de ejecución de otras actividades que se relacionan a las Instalaciones Sanitarias aplicado en la Edificación Estudiada – Fuente: propia..... | 175 |
| Fotografía 27. Ubicación de las salidas de los puntos de agua en muros en la Edificación Estudiada – Fuente: propia.....   | 175 |
| Fotografía 28. Ladrillos bovedillas y bandejas sanitarias – Fuente: Propia.....  | 179 |
| Fotografía 29. Trazado de las dimensiones de un baño típico – Fuente: Propia.....  | 181 |
| Fotografía 30. Ramales de desagüe prefabricadas en obra - Fuente: Propia...  | 182 |
| Fotografía 31. Ramal de desagüe prefabricado instalado en losa maciza - Fuente: Propia.....  | 182 |
| Fotografía 32. Tubería de ventilación cruza elemento estructural.....  | 184 |

## LISTA DE TABLAS

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 1. Censos Nacionales de Población y Vivienda desde 1836 – Fuente INEI, 2006.....   | 21  |
| Tabla 2. Panorama Económico Nacional – Fuente INEI, 2009.....  | 22  |
| Tabla 3. Indicadores de Construcción a Nivel Nacional – Fuente INEI, 2009.....   | 23  |
| Tabla 4. Actividad Edificadora según posición frente al mercado (m2) 2004-2006. Fuente CAPECO, 2006.....   | 25  |
| Tabla 5. Oferta Total de Vivienda. Fuente CAPECO, 2006.....  | 26  |
| Tabla 6. Evolución de las colocaciones hipotecarias y Crédito MI VIVIENDA en la región de Lima y Callao. Fuente Superintendencia de Banca y Seguros, 2006..... | 27  |
| Tabla 7. Caracterización en la encuesta de inicio - Fuente Caldas, Gibson, Weeasooriya, Yohe, 2009.....  | 41  |
| Tabla 8. Forma de acopiar las lecciones aprendidas - Fuente Caldas, Gibson, Weeasooriya, Yohe, 2009.....   | 41  |
| Tabla 9. Pruebas y Controles de Calidad en Instalaciones Sanitarias de Edificaciones – Elaboración Propia.....   | 52  |
| Tabla 10. Incidencia de los problemas post-construcción en edificaciones multifamiliares según los reclamos dados por los usuarios – Elaboración Propia.....   | 96  |
| Tabla 11. Nivel de Incidencia por tipo de Causa.....   | 104 |
| Tabla 12. Nivel de incidencia por tipo de responsable.....   | 106 |
| Tabla 13 Tipo y Cantidad de problemas post-construcción en Instalaciones Sanitarias – Elaboración propia.....  | 109 |
| Tabla 14 Reclamos de los usuarios por unidad de viviendas – Elaboración propia.....  | 113 |

---

|   |     |
|---|-----|
| Tabla 15. Fechas de culminación de la construcción de las 2 torres – Edificación Estudiada.....   | 152 |
| Tabla 16. Hh gastadas en re trabajos en Instalaciones sanitarias según tipo de problema – Edificación estudiada Elaboración propia.....     | 185 |
| Tabla 17. Hh gastadas en re trabajos en Instalaciones sanitarias según secuencia de trabajo – Edificación estudiada Elaboración propia..... | 187 |
| Tabla 18. Costo en re trabajos en Instalaciones sanitarias – Edificación estudiada Elaboración propia.....                                  | 187 |



## INTRODUCCIÓN

La construcción de edificaciones cada vez se hace más industrializada y los procesos requeridos para tales fines son más productivos, condicionalmente con los plazos ajustados de culminación. En algunas edificaciones se contempla que todas las actividades en construcción estén alineadas a los indicadores de productividad, indicadores de frecuencia de accidentes entre otros, todos ellos considerados dentro de la etapa constructiva.

Las edificaciones también pueden ser evaluadas concibiendo el cumplimiento de los requerimientos de los usuarios, que finalmente es uno de los fundamentos para los cuales se construye; hablar en función de fines más que en métodos constructivos conlleva al término de desempeño. Los indicadores globales o específicos de calidad son de gran ayuda para la etapa post-construcción, que reflejan no estrictamente el concepto de desempeño pero dan los lineamientos orientados hacia la satisfacción de los usuarios.

En el caso de las subcontratas se les evalúa por el cumplimiento de plazos (dependiendo de los acuerdos iniciales con el contratista) por ende el resultado del trabajo realizado mostrará el grado de supervisión que se le asigne a estos, que normalmente no se le da la importancia debida. Las partidas subcontratadas mayormente son las de instalaciones y acabados, pretender que dichas labores sean realizadas en base a controles de calidad propias del subcontratista es un caso utópico. Si se evalúa los costos de no calidad de la partida de los acabados versus de las instalaciones podría decirse de forma ligera que la de acabados primaria, pero hay que tener en cuenta que los problemas de instalaciones afectan a las de acabados por lo cual termina siendo más grave aún, específicamente en las instalaciones sanitarias.

La gravedad de los problemas en las Instalaciones sanitarias termina generando un malestar en los usuarios por las consecuencias que trae como lo son: el cierre temporal de los servicios sanitarios, la concentración de humedad en los ambientes, filtraciones en tuberías entre otras. En consecuencia, los beneficios de dar una buena Calidad de un producto y/o servicio que se ofrece, da como resultado el aumento de la productividad por haber menos defectos a subsanar y sobre todo tener procesos sólidos de trabajo (claros y aplicables) que son

mejorados continuamente de esta forma se disminuye los costos de no calidad, proyectando una buena imagen con el servicio que se brinda al usuario.

Las hipótesis que dieron origen a la investigación, son las siguientes:

- La incidencia de los problemas post-construcción en instalaciones sanitarias de Edificaciones Multifamiliares es considerable.
- Las causas más comunes de los defectos que se presentan en Instalaciones Sanitarias provienen del inadecuado proceso constructivo adoptado en obra y del material usado que es diferente al especificado.

A continuación se detallan los 5 capítulos:

En el capítulo I, se abarca el medio situacional de la construcción de edificaciones en Perú y la tendencia del PBI del sector construcción en los últimos años. Así mismo se muestra las fallas ocurridas en algunas construcciones y el impacto que han generado estas.

En cuanto al capítulo II, se describen a los componentes de las instalaciones sanitarias en edificaciones incluyendo los controles de calidad respectivos. Además se introduce el concepto de desempeño en Ingeniería y los tipos de evaluaciones que pueden ser utilizados.

Las herramientas que han sido utilizadas en la investigación se describen en el capítulo III, entre ellos destacan: el diagrama de Pareto, diagrama FACERAP, mapa de procesos, y diagrama de flujo. Para el registro y administración de los datos se aplico la base de datos.

En el capítulo IV, se analizaron los problemas post-construcción de 6 edificaciones residenciales en la ciudad de Lima, en donde se distinguen los tipos de causas y responsables. Finalmente en el capítulo V, en base a las lecciones aprendidas del capítulo IV estas son consideradas en una edificación específica con el apoyo de un mapa de procesos y los diagramas de flujo; luego se estipulan propuestas de mejoras en instalaciones sanitarias.

Esta investigación ha sido realizada gracias al convenio UNI-GyM que es promovido actualmente por el Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Civil, en donde la empresa constructora GyM brindo las facilidades del caso para la obtención de datos y los resultados que son expuestos en esta tesis. Agradezco de manera especial al Doctor Teófilo Vargas por el apoyo constante de igual manera al Doctor Víctor Sánchez Moya, al Ingeniero Edward Santa María, a mis compañeros por sus consejos y a todas las personas que hicieron posible esta tesis.

## CAPÍTULO I: GENERALIDADES

### 1.1. LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN EL PERÚ

Actualmente la creciente tendencia de la demanda de viviendas en el Perú como lo muestra el incremento intercensal dado por el INEI<sup>1</sup> (Tabla1), ha generado que se creen diversos programas de orden institucional liderados por el Estado peruano, y por el otro lado, el auge de las inmobiliarias del sector privado, todas ellas destinadas a promover la construcción de viviendas (Oferta inmobiliaria). Ambos sectores se han visto en la necesidad de construir viviendas debido a que reconocen una demanda importante reflejada en el aumento de la población que ha llegado a 28 millones 220 mil 764 habitantes, según el INEI en el año 2007 y para que las familias puedan contar con servicios básicos en un ambiente confortable y seguro.

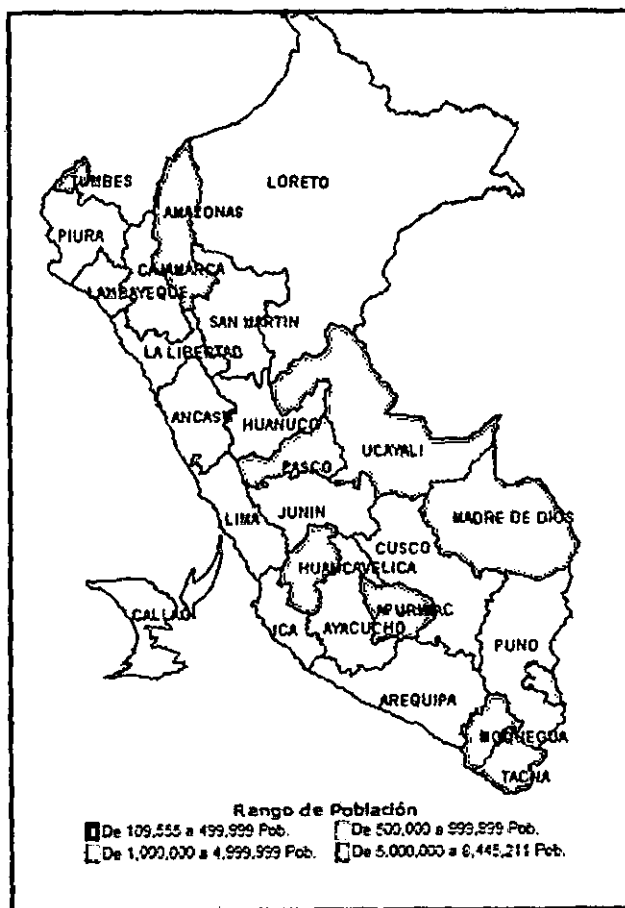


Figura 1. Rango de Población en el Perú – Fuente INEI Censo Nacional 2007: XI de Población y VI de Vivienda.

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Estadística e Informática

| RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS CENSOS NACIONALES DE POBLACION Y VIVIENDA DESDE 1836 |                                     |             |                            |           |                            |
|--|-------------------------------------|-------------|----------------------------|-----------|----------------------------|
| AÑO  | CENSO NACIONAL                      | HABITANTES  |                            | VIVIENDAS |                            |
|  |                                     | Número de   | Incremento Intercensal (%) | Número de | Incremento Intercensal (%) |
| 1836   | I de Población                      | 1 373,736   | -                          | -         | -                          |
| 1850   | II de Población                     | 2 001,203   | 45.7                       | -         | -                          |
| 1862   | III de Población                    | 2 407,916   | 24.3                       | -         | -                          |
| 1876   | IV de Población                     | 2 699,106   | 8.5                        | -         | -                          |
| 1940   | V de Población                      | 7 023,111   | 160.2                      | -         | -                          |
| 1961   | VI de Población y I de Vivienda     | 10 420,357  | 48.4                       | 1 985,659 | -                          |
| 1972   | VII de Población y II de Vivienda   | 14 121,564  | 35.5                       | 3 014,844 | 51.8                       |
| 1981   | VIII de Población y III de Vivienda | 17 762,231  | 25.8                       | 3 651,976 | 21.1                       |
| 1993   | IX de Población y IV de Vivienda    | 22 639, 443 | 27.5                       | 5 099,592 | 39.6                       |
| 2005   | X de Población y V de Vivienda      | 27 219, 264 | 20.2                       | 7 271,387 | 42.6                       |

Tabla 1. Censos Nacionales de Población y Vivienda desde 1836 – Fuente INEI

De la figura anterior, el mayor porcentaje de la población se encuentra ubicada en el departamento de Lima con 8 millones 353 mil 717 habitantes (Población Urbana: 8 192 742 y Población Rural: 160 975), que cuenta con un área territorial de 2664.67 Km<sup>2</sup>. El departamento de Lima posee un mayor número de habitantes (875 270) que viven en Edificios (Figura 2) con respecto a los demás departamentos del Perú. Esto propicia que el sector construcción de Edificaciones se proyecte a construir viviendas sociales, edificios residenciales además de la construcción de edificios de oficinas, centros comerciales entre otros. Como enfoque principal a priori debiera ser la búsqueda de las necesidades del usuario para sentirse satisfecho en su vivienda.

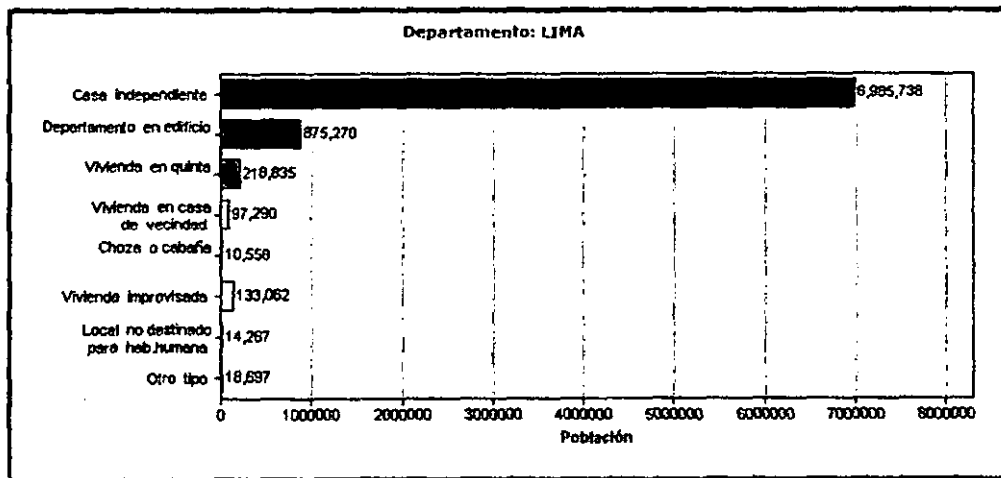


Figura 2 Población Total por tipo de Vivienda Particular - Fuente INEI (Censo 2007)

La demanda de construcción de viviendas año tras año crece rápidamente, este aumento puede darse paralelamente al de la población, siempre y cuando exista un poder adquisitivo de las personas que permita a adquirir una vivienda. Para mostrar el nivel de adquisición de una persona en promedio en un país, se utiliza el Producto Bruto Interno (PBI).

Dentro del Panorama Económico Nacional del 2009 podemos observar en la Tabla 2, que el PBI nacional tiene un valor negativo en el mes de Junio del 2009 (-2.08 %) respecto al mes de junio del 2008 pero con los porcentajes positivos desde el mes de Enero hasta mayo genera finalmente un crecimiento del 0.34%, lo cual nos indica que en el acumulado se tiene un porcentaje positivo con respecto al 2008.

|   | 2009     |          |         |          |          |          |         | ACUMULADO |
|---|----------|----------|---------|----------|----------|----------|---------|-----------|
|   | Enero    | Febrero  | Marzo   | Abril    | Mayo     | Junio    | Julio   |           |
| PBI Nacional <sup>(1)</sup>                                     | 3.14% ↑  | 0.18% ↑  | 3.05% ↑ | -2.01% ↓ | 0.44% ↑  | -2.08% ↓ |         | 0.34%     |
| Índice de Precios Al Consumidor en Lima Met. <sup>(2)</sup>     | 0.11% ↑  | -0.07% ↓ | 0.36% ↑ | 0.02% ↑  | -0.04% ↓ | -0.34% ↓ | 0.19% ↑ | 0.21%     |
| Empleo (Población Económicamente Activa Ocupada) <sup>(3)</sup> | -0.70% ↓ | -0.70% ↓ | 0.30% ↑ | 1.58% ↑  | 0.90% ↑  | 0.60% ↑  | 0.00% = | 0.88%     |
| Precio del Barril de Petróleo <sup>(4)</sup>                    | 42.808   | 39.124   | 47.875  | 49.957   | 59.157   | 49.840   | 64.279  | 58.268    |
| Tipo de Cambio Bancario (sales a dólares americanos)            | 3.152    | 3.237    | 3.175   | 3.086    | 2.994    | 2.991    | 3.013   | 3.083     |

Fuente: INEI, INFP, ASOCEM, Ministerio de la Producción  
 Elaboración: INECS - OCEI - Unidad Estadística  
 Actualización: 15/08/2009

(1) Variación porcentual (%) respecto a igual mes del año anterior  
 (2) Variación porcentual (%) en comparación del mes anterior, en Lima Metrop.  
 (3) Se refiere al número móvil que se publica en el mes indicado  
 (4) Petróleo West Texas Intermediate, US\$/Bbl. Precio promedio del mes

↑ Subió ↓ Bajó = No Varió  
 [ ] Estimado por el INEI  
 [ ] Estimado por OCEI

Tabla 2. Panorama Económico Nacional - Fuente: INEI, 2009

El Sector Construcción juega un papel importante en la economía, por ello participa con el 5.6% del índice de la Producción Nacional. Justamente el Índice Mensual de la Actividad en el Sector Construcción (PBI de Construcción), mide el dinamismo de sus actividades y muestra claramente una comparación directa con el año anterior, pero cabe recalcar que la variación porcentual está sujeta a las condiciones que prevalecen en el año anterior que indudablemente se tendrá distintas condiciones a las actuales.

La evolución que muestra el PBI del sector Construcción es muy variable, muchas veces no refleja exactamente la realidad y es poco recomendable realizar una proyección adecuada puesto que está sujeta a diferentes factores externos a lo largo del tiempo pero no deja de ser referencia útil.

Por ejemplo en la Tabla 3, a pesar de la disminución de la actividad en la construcción en mayo y junio (-0.59% y -1.3%) sin embargo las obras de infraestructura siguen ejecutándose en el ámbito privado y público, aún cuando la crisis financiera internacional arremete con fuerza en todos los sectores de la economía. En el mes de junio el sector construcción decreció en 1.3%, esto derivado principalmente por el menor consumo interno de cemento. Cabe señalar, que para el mes de julio del 2009, los despachos cemento a nivel nacional se han incrementado en 4.90%, lo que significa *mayor dinamismo en el sector*.

|  | 2009     |          |          |          |          |          |          | ACUMULADO |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
|  | Enero    | Febrero  | Marzo    | Abril    | Mayo     | Junio    | Julio    |           |
| PBI de Construcción <sup>(1)</sup>                         | 4.50% ↑  | 4.73% ↑  | 6.30% ↑  | -1.48% ↓ | -0.59% ↓ | -1.30% ↓ |          | 1.96%     |
| IPMC: Precios de Materiales de Construcción <sup>(2)</sup> | -1.34% ↓ | -2.06% ↓ | -1.81% ↓ | -2.24% ↓ | -1.47% ↓ | -0.14% ↓ | 0.04% ↑  | -8.52%    |
| Empleo en el Sector Construcción (PEA Ocupada)             | 2.10% ↑  | 1.80% ↑  | 6.90% ↑  | 6.50% ↑  | 1.10% ↑  | -3.80% ↓ | -4.40% ↓ | 6.68%     |
| Despacho nacional de cemento - ASOCEM <sup>(3)</sup>       | 6.60% ↑  | 5.10% ↑  | 7.20% ↑  | -0.70% ↓ | -1.10% ↓ | 1.90% ↑  | 4.90% ↑  | 2.40%     |
| Producción de Barras de Construcción <sup>(4)</sup>        | -42.1% ↓ | -17.2% ↓ | ND       | ND       | ND       | ND       | ND       | -42.9%    |
| Producción de Ladrillos <sup>(4)</sup>                     | 2.00% ↑  | 0.40% ↑  | 5.80% ↑  | -12.5% ↓ | 21% ↑    | -1.7% ↓  | 2.30% ↑  | 2.40%     |

Fuente: INEI, OCOP, ASOCEM, Muestra de la Población  
 Elaboración: MOCES - OGEI - Unidad Estadística  
 Actualización: 15/08/2009  
 (1) Estimado por el INEI  
 (2) Estimado por OGEI  
 (3) variación porcentual (%) respecto a igual mes del año anterior  
 (4) variación porcentual (%) en comparación del mes anterior, en línea continua  
 (5) Se refiere al trimestre móvil que se publica en el mes indicado  
 (6) petróleo tipo 70 peso Intermediario, US\$/B. Precio promedio del mes

Tabla 3. Indicadores de Construcción a Nivel Nacional - Fuente: INEI, 2009. El descenso de la variación porcentual del PBI de construcción en los meses de Abril hasta Junio refleja la influencia de la recesión financiera a nivel mundial.

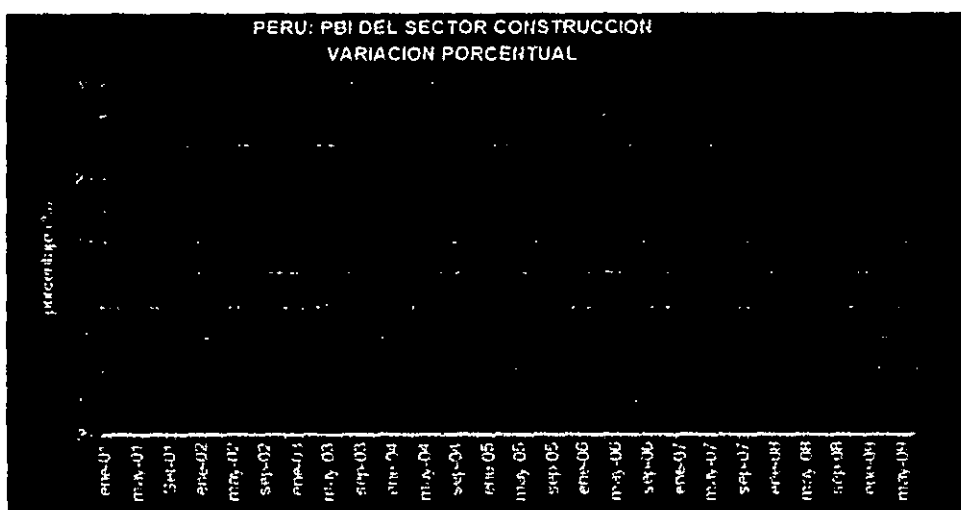


Figura 3. Evolución Mensual de la Actividad del Sector Construcción a Nivel Nacional – Fuente INEI, 2009.

En concordancia a la figura 3, la variación porcentual (%) del PBI del sector construcción respecto al mismo mes del año anterior; desde Enero del 2001 hasta Junio del 2009. Se observa que desde mediados de mayo del 2005 hasta diciembre del 2008 presentó una mejoría en este sector, por otro lado desde comienzos del 2001 hasta 2005 hubo una inestabilidad de la variación porcentual en cuanto al PBI del sector construcción.

El sector construcción ha venido mostrando un progresivo aumento en los últimos años como lo muestra el PBI del sector construcción, así como también la oferta inmobiliaria de Edificaciones proveniente del estudio realizado por CAPECO<sup>2</sup>. Desde hace 12 años CAPECO viene realizando cada año un Estudio de Mercado de Edificaciones Urbanas en Lima Metropolitana y el Callao. Del Estudio correspondiente al año 2007 se obtuvo la siguiente información:

En Lima, desde el año 2002 hay una tendencia de incremento en la oferta inmobiliaria por parte del sector privado, que está expresada en metros cuadrados de edificaciones nuevas (Figura 4).

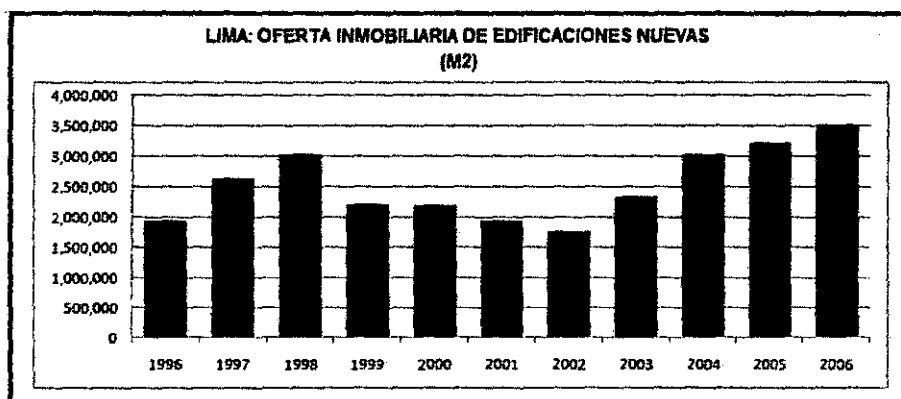


Figura 4. Oferta Inmobiliaria de Edificaciones Nuevas en Lima (m<sup>2</sup>) – Fuente CAPECO, 2006.

El estudio dividió la oferta inmobiliaria en 2 partes: Oferta inmediata y oferta futura siendo mucho mayor la primera. La oferta inmediata de Edificaciones desde el 2002 ha venido aumentando cada año dejando con muy poca probabilidad la oferta futura que se tenga, esto debido a que la gran parte de

<sup>2</sup> Cámara Peruana de Construcción

oferta futura se convierte en oferta inmediata cuando el usuario elige comprar (Figura 5).

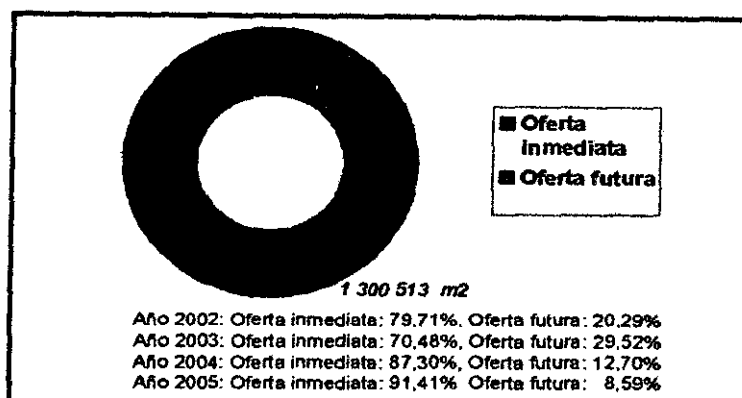


Figura 5. Oferta de Edificaciones según Disponibilidad en el Mercado – Fuente CAPECO, 2006.

Las edificaciones en oferta provienen de la suma de oferta inmediata mas la oferta futura. La tendencia a crecer del nivel de edificaciones vendidas versus las edificaciones que estuvieron en oferta fue de 24.6%(744998 / 3028683) en el 2004, y el aumento en el 2005 llego al 30.2% (975646 / 3226487) el porcentaje en promedio se mantuvo en el 2006 con un 25.8% (883342 / 3427825).

| CONCEPTO                          | 2004      | 2005      | Var. %<br>2004-2005 | 2006      | Var. %<br>2005-2006 |
|-----------------------------------|-----------|-----------|---------------------|-----------|---------------------|
| Edificaciones en oferta           | 1 194 365 | 1 209 240 | 1,25                | 1 372 999 | 13,54               |
| Edificaciones vendidas            | 744 998   | 975 646   | 30,96               | 883 342   | -9,46               |
| Edificaciones no comercializables | 1 089 320 | 1 041 601 | -4,38               | 1 171 484 | 12,47               |
| Total                             | 3 028 683 | 3 226 487 | 6,53                | 3 427 825 | 6,24                |

Tabla 4. Actividad Edificadora según posición frente al mercado (m2) en Lima Metropolitana y e I Callao 2004-2006. Fuente CAPECO, 2006.

La oferta inmobiliaria puede también subdividirse por el tipo de vivienda que el usuario elija, entre ellas están las casas (vivienda unifamiliar) y los departamentos (viviendas multifamiliares).



| <b>Oferta total de vivienda</b> |               |              |            |              |               |              |
|---------------------------------|---------------|--------------|------------|--------------|---------------|--------------|
| DESTINO                         | OFERTA        |              |            |              |               |              |
|                                 | INMEDIATA     |              | FUTURA     |              | TOTAL         |              |
|                                 | UNIDADES      | %            | UNIDADES   | %            | UNIDADES      | %            |
| CASAS                           | 1 581         | 11,8         | 20         | 2,8          | 1 601         | 11,4         |
| DEPARTAMENTOS                   | 11 783        | 88,2         | 696        | 97,2         | 12 479        | 88,6         |
| <b>TOTAL</b>                    | <b>13 364</b> | <b>100,0</b> | <b>716</b> | <b>100,0</b> | <b>14 080</b> | <b>100,0</b> |

En construcción: 12042 ud, Terminadas: 2098 ud (año 2006)  
 En construcción: 9575 ud, Terminadas: 2866 ud (año 2005)  
 En construcción: 13371 ud, Terminadas: 2348 ud (año 2004)  
 En construcción: 11201 ud, Terminadas: 2587 ud (año 2003)  
 En construcción: 4981 ud, Terminadas: 1487 ud (año 2002)

Tabla 5. Oferta Total de Vivienda – Fuente CAPECO, 2006.

Se puede observar en la Tabla 5, que el 88.6% de la oferta inmediata de viviendas están referidas a los departamentos, a la vez el mayor porcentaje correspondiente a la oferta futura tiene un 97.2%. La oferta inmediata de casas (11.8%) independientes es muy baja, la cual las hace poco atractivas para su adquisición, sucediendo lo mismo con la oferta futura. En conclusión se tiene un mejor pronóstico de oferta de los departamentos que las casas.

El estudio realizado por CAPECO en el 2005 muestra la Oferta total por distrito (Ver Anexo 1). La oferta total de vivienda fue de 1127,871 m<sup>2</sup>, lo que representó 12,431 unidades de vivienda. Se puede observar que la oferta de departamentos fue de 1053,870 m<sup>2</sup> (11,852 unidades), versus la oferta de casas, que alcanzó 74,001 m<sup>2</sup> (579 unidades). Es decir, la oferta de departamentos constituyó el 93.4% de la oferta total de viviendas. Por otro lado, en relación al precio por m<sup>2</sup> de las casas, destacan los distritos de La Molina, Santiago de Surco y Miraflores, como aquellos cuyas viviendas tienen los precios más elevados (774, 771 y 566 US\$ por m<sup>2</sup>, respectivamente), mientras que los distritos con precios por m<sup>2</sup> más bajos son Lurín, Pachacamac, La Perla y Ate (129, 167, 185 y 327 US\$ por m<sup>2</sup>). Los distritos de San Isidro, Miraflores, San Borja y Barranco son aquellos en donde se concentran los departamentos con precios por m<sup>2</sup> más altos de la ciudad, siendo estos los siguientes; 711, 628, 622, 597 US\$ por m<sup>2</sup>, respectivamente. Además, los precios por m<sup>2</sup> más bajos se ubican en los distritos de San Martín de Porres (224 US\$ por m<sup>2</sup>); Independencia (232 US\$ por m<sup>2</sup>); San Juan de Lurigancho (252 US\$ por m<sup>2</sup>) y Carabayllo (254 US\$ por m<sup>2</sup>).

En cuanto a la oferta inmobiliaria del sector público, se tienen diversos programas de orden institucional que ofrecen créditos hipotecarios en beneficio de las personas que sueñan con tener una casa propia; uno de ellos es el Crédito Mi Vivienda.

Del Estudio de Mercado de la Vivienda Social en Lima del 2006, elaborado por El Fondo MIVIVIENDA S.A.<sup>3</sup> se tiene que en diciembre del 2001 las colocaciones de Créditos MIVIVIENDA (colocaciones hipotecarias del sistema de menos de 100 mil nuevos soles) fueron del 5.6% luego en el 2005 el 37.6% y finalmente en el 2006 al 38.4% del total de colocaciones hipotecarias (créditos de menos 100 mil nuevos soles y mas 100 mil nuevos soles).

| (En miles de nuevos soles y %)          |           |           |           |           |           |                   |
|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------|
| c                                       | 2001      | 2002      | 2003      | 2004      | 2005      | 2006 <sup>1</sup> |
| Colocaciones hipotecarias               | 1,527,368 | 2,110,729 | 2,525,191 | 2,706,968 | 4,411,612 | 5,003,957         |
| Colocaciones Crédito MIVIVIENDA         | 85,028    | 280,214   | 633,546   | 1,088,846 | 1,657,339 | 1,921,491         |
| Crédito MIVIVIENDA vs. Hipotecarios (%) | 5.6       | 13.3      | 25.1      | 40.2      | 37.6      | 38.4              |
| Tasa de crecimiento de la participación |           | 138.5     | 89.0      | 60.3      | -6.6      | 13.9              |

1/ A julio de 2006.  
 Fuente: SBS  
 Elaboración: Estudios Económicos - MIVIVIENDA

Tabla 6. Evolución de las colocaciones hipotecarias y Crédito MI VIVIENDA en la región de Lima y Callao. Fuente Superintendencia de Banca y Seguros, 2006.

Para el caso del Crédito MIVIVIENDA, se dividen en aquellos proyectos terminados (Ver Anexo 2), en construcción (Ver Anexo 3), y en formulación (Ver Anexo 4); mientras que para los proyectos Techo Propio<sup>4</sup> sólo se tienen registrados algunos históricamente (Ver Anexo 5). Es importante resaltar que los proyectos potencialmente financiados con Crédito MIVIVIENDA están dirigidos hacia los segmentos B y C alto; mientras que el programa Techo Propio se encuentra dirigido a los NSE C bajo y D. Por tanto, se encontrarán diferencias en los precios promedios de las viviendas; así como, en el área promedio de cada uno de ellos.

<sup>3</sup> El Fondo MIVIVIENDA S.A. no construye, sino, que tiene por objetivo dedicarse a la promoción y financiamiento de la adquisición, mejoramiento y construcción de viviendas, especialmente las de interés social, a la realización de actividades relacionadas con el fomento del flujo de capitales hacia el mercado de financiamiento para vivienda, a la participación en el mercado primario y secundario de créditos hipotecarios, así como a contribuir al desarrollo del mercado de capitales, a través de sus productos.

<sup>4</sup> Techo Propio promueve los mecanismos que permitan el acceso de las familias con menores recursos a una vivienda digna, en concordancia con sus posibilidades económicas, y estimular la participación del sector privado en la construcción masiva de viviendas de interés social.

## 1.2. ANTECEDENTES DE PROBLEMAS DE CALIDAD EN EDIFICACIONES

Después de culminada la ejecución de una Edificación suelen presentarse diversos problemas debido a deficiencias en el diseño y/o procedimientos constructivos, lo que a su vez originan una serie de trabajos de reparaciones que como consecuencia en algunos casos se toman medidas o se crean proyectos a fin de minimizar tales errores. En consistencia con esta apreciación, en las siguientes referencias, se reportan problemas de calidad en Edificaciones como:

Durante la década de los sesenta, la precariedad de los asentamientos espontáneos y el deterioro de algunos sectores de Lima estimularon una serie de iniciativas del gobierno peruano y del PNUD<sup>5</sup> destinadas a incorporar a las políticas de vivienda los resultados de tres proyectos piloto. De ellos, el de mayor connotación fue el Proyecto 1, que a través de un concurso internacional<sup>6</sup> y otro nacional<sup>7</sup> se lograron construir las 26 propuestas recibidas que en total conformaron un conjunto de 500 unidades. Cada tipología planteaba distintas versiones para diferentes grupos familiares, además de sistemas de crecimiento de las unidades.

De esta manera se da inicio la experiencia de PREVI<sup>8</sup> en Lima, Perú, es materia de investigación por la valiosa complejidad de factores que intervienen: el collage de proyectos, la variedad tipológica, el carácter experimental de la propuesta y el tiempo que lleva sometida a diferentes intervenciones auto gestionadas. El énfasis estuvo en la exploración arquitectónica y técnica propuesta por los proyectos, para lo cual se instaló una planta del ININVI<sup>9</sup> en el lugar para la prefabricación de los componentes constructivos y la posterior asistencia a los usuarios en la ampliación de sus casas.

La ejecución de PREVI se vio retrasada en diversas fases de su desarrollo; las crisis institucionales de los setenta fueron un obstáculo para la continuidad del

<sup>5</sup> Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo

<sup>6</sup> Los 13 equipos invitados fueron: Stirling/Inglaterra, Svenssons/Dinamarca, Esquerre, Samper, Sáenz, Urdaneta/ Colombia, Atelier 5/Suiza, Korhonen/Finlandia, Correa/India, Kikutake, Maki, Kurokaw/Japón, Iñiguez de Onzoño, Vásquez de Castro/España, Hansen, Hatloy/Polonia, Aldo van Eyck/Holanda, Candilis, Josic, Woods/Francia, Christopher Alexander/EE.UU.

<sup>7</sup> Los equipos peruanos seleccionados mediante concurso abierto fueron: Miguel Alvaríño; Ernesto Paredes; Miró-Quesada, Williams y Núñez; Gunter y Seminario; Morales y Montagne; Juan Reiser; Eduardo Orrego; Vier y Zanelli; Vella, Bentín, Quifones y Takahashi; Mazzari y Llanos; Cooper, García-Bryce, Graña y Nicolini; Chaparro, Ramírez, Smirnof, Wiskowsky y Crousse, Páez y Pérez-León.

<sup>8</sup> Proyecto Experimental de Vivienda, desarrollado entre 1967 y 1978. Etapas: iniciativa y concurso, 1967-1969; desarrollo 1970-1972; construcción, 1972-1976; entrega de las viviendas, 1978-1979 (Lima, Perú).

<sup>9</sup> Instituto de Investigación y Normalización de la Vivienda.

proyecto. El Grupo de Desarrollo<sup>10</sup> llevó a cabo los proyectos, y realizó un seguimiento detallado de los procesos constructivos demostrando su viabilidad en términos económicos, entre otros aspectos.

La numeración que aparece en la figura 6 corresponde a cada tipología de vivienda.

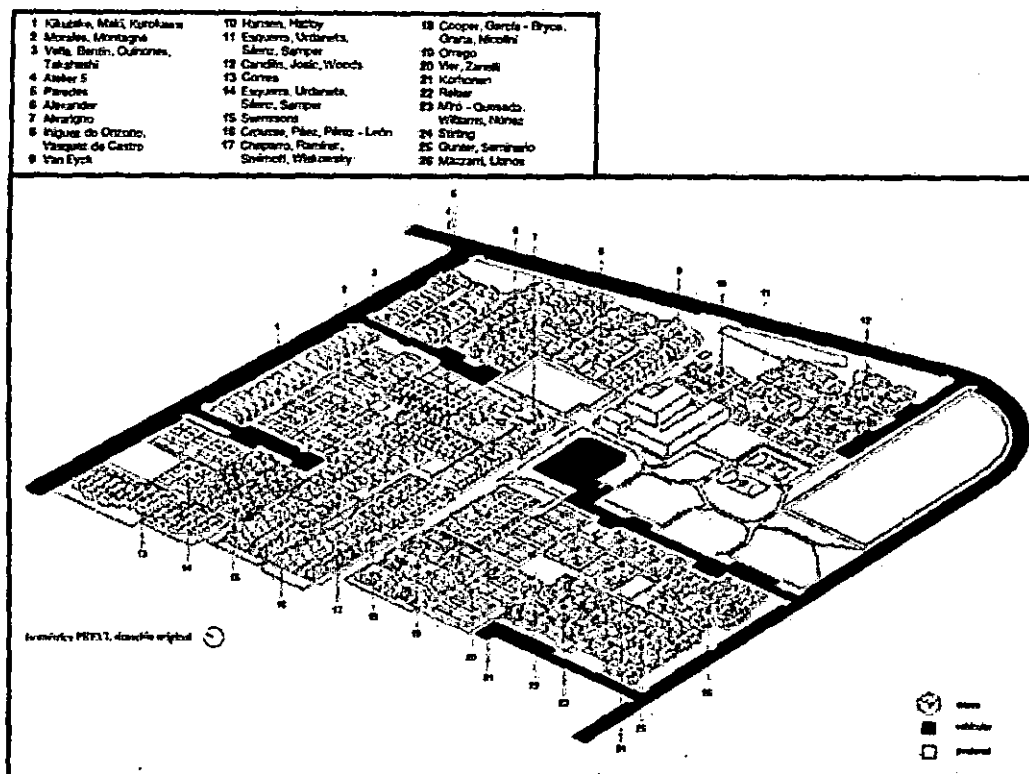


Figura 6. Vista Isométrica de PREVI

La investigación enfatiza el proceso de la vivienda, vinculada estrechamente a la historia familiar, lo que significa la posibilidad de que cada familia construya su propia imagen. De esta manera, uno que podía ser identificado como un *barrio social* – con su connotación institucional – es ahora parte de un barrio popular integrado.

<sup>10</sup> El Grupo de Desarrollo estuvo integrado por especialistas internacionales y nacionales, algunos de los cuales fueron cambiando en las etapas del proyecto. En las etapas iniciales, la asesoría internacional estuvo a cargo de Peter Land (arquitecto, asesor principal) y Álvaro Ortega (arquitecto, consultor interregional ONU) como supervisor. En la directiva nacional estuvieron Fernando Correa Miller (arquitecto), Carlos Morales Macchiavello (arquitecto), Oscar Pacheco (arquitecto).

|                                       |                                       |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 Plaza de Arceles 5, 1978            | 4 Plaza de Arceles 5, 2003            |
| 2 Proyecto de Charles Correa, 1978    | 5 Proyecto de Charles Correa, 2003    |
| 3 Façades Kibweke-Maki-Karokweh, 1978 | 6 Façades Kibweke-Maki-Karokweh, 2003 |



Fotografía 1. Fotos de Tipología de viviendas PREVI. Fuente ININVI.



Fotografía 2. Fotos de Tipología de viviendas PREVI. Fuente Autores Propios.

El resultado final fue el retraso en el proceso de adjudicación de las viviendas, discontinuidad en los procesos de asesoría y, finalmente el olvido de la importancia de la experiencia. Todas las imágenes pertenecen al archivo de los autores (Fotografía 2), excepto las fotos de 1978 obtenidas de las publicaciones hechas por el ININVI (Fotografía 3).



Figura 7. Ejemplos de viviendas PREVI.

PREVI es el proyecto que muestra el intento por plasmar nuevas alternativas de articulación entre al arquitecto y el habitante creando una mejor calidad de vida para las personas en un ambiente seguro.

Según el estudio realizado que lleva por nombre *Design and Construction: Smaller Projects* de Charles L. Bartholomew<sup>11</sup> manifiesta que es muy común encontrar numerosas fallas en edificios pequeños (el costo es menor a 1 millón de dólares) que en grandes proyectos donde se tiene un mayor control. En consecuencia, con este tipo de edificaciones es posible acumular experiencia y conocimientos sobre daños y fallas. Las causas de los problemas de desempeño según el estudio se deben al:

**Diseño.-** Los proyectos pequeños son usualmente diseñados por firmas también pequeñas que tienen poco personal especializado y generalmente con escasa experiencia. En caso de ser diseñados por grandes firmas, se le asigna al personal más joven y con menos experiencia. Esta característica alcanza a la fase de estudios geotécnicos, los cuales reciben una inadecuada atención. Esta situación también se reproduce a nivel municipal, donde la revisión de los pequeños proyectos suele recibir una prioridad secundaria.

**Construcción.-** Los pequeños proyectos son construidos por pequeñas empresas con escaso personal especializado, poca experiencia y limitado acceso a equipos. En el caso, de ser construido por empresas grandes, suelen no ser asignados al personal más calificado. En los pequeños proyectos, el control de calidad en materiales, equipo y métodos, suele ser muy escaso. La inspección la efectúa el propio contratista, o en forma limitada por el propietario o el diseñador.

**Propietario.-** En pequeños proyectos, los propietarios usualmente conocen poco de temas de diseño y construcción, así que sus posibilidades para una revisión adecuada son limitadas. En muchos casos carecen de liquidez financiera y están sometidos a créditos o a la búsqueda de reducir los costos, y en consecuencia, a deteriorar el ritmo de avance y la calidad de materiales.

---

<sup>11</sup> Charles L. Bartholomew. *Design and Construction Performance: Smaller Projects*, pp48-52.

La gravedad de los errores en la construcción de edificios puede implicar pérdidas humanas irreparables, como lo demuestra la investigación realizada por Kenneth L. Carper<sup>12</sup>. El estudio se refiere a los factores que contribuyen a estas ocurrencias, así como a la vulnerabilidad de las estructuras en la construcción. Se toma en cuenta que durante 1984 en Estados Unidos, se registraron 2,200 muertes en la industria de la construcción. Los riesgos son diversos, e incluyen excavaciones, fallas en equipos o accidentes en trincheras.



Figura 8. Accidente de Torre Grúa en Ottawa, 1967.

Algunos de los factores de riesgos son de los equipos o errores en la excavación y no de la estructura misma. Tal es el caso del colapso de torres grúa debido a defectos de fábrica, problemas de mantenimiento o errores de manejo.

También el colapso, se presenta después de la construcción como es el caso del coliseo de la Figura 9.

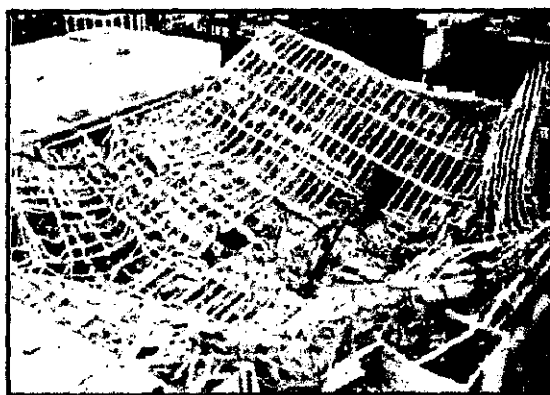


Figura 9. Colapso de Coliseo, Connecticut, 1978.

<sup>12</sup> Kenneth L. Carper. *Structural Failures during Construction*, pp 132-144.

## Causas de fallas estructurales

El autor propone clasificar las causas de fallas estructurales en las siguientes.

- **Selección del sitio y estudio del mismo** Falta o insuficientes estudios geotécnicos, exposición innecesaria a riesgos naturales.
- **Deficiencias de programación** Falta o deficiente claridad en los alcances del proyecto.
- **Errores de diseño** Errores en concepto, falla al considerar la carga o cargas, errores de cálculo, deficiente uso de software, materiales incompatibles. Es el caso del colapso del condominio de la Figura 10.



Figura 10. Colapso de Condominio en Florida, 1981.

- **Deficiencias de materiales** Inconsistencias de materiales, deterioro prematuro.
- **Errores de operación** Alteraciones a la estructura, cambio de uso, mantenimiento inadecuado.
- **Errores de construcción** En excavaciones y accidentes por equipos, secuencia inapropiada, inadecuado soporte temporal, excesiva carga de construcción, remoción prematura de encofrado, disconformidad con el diseño. Es el caso de falta de estabilidad de un trabajo en proceso, como en la figura 11.



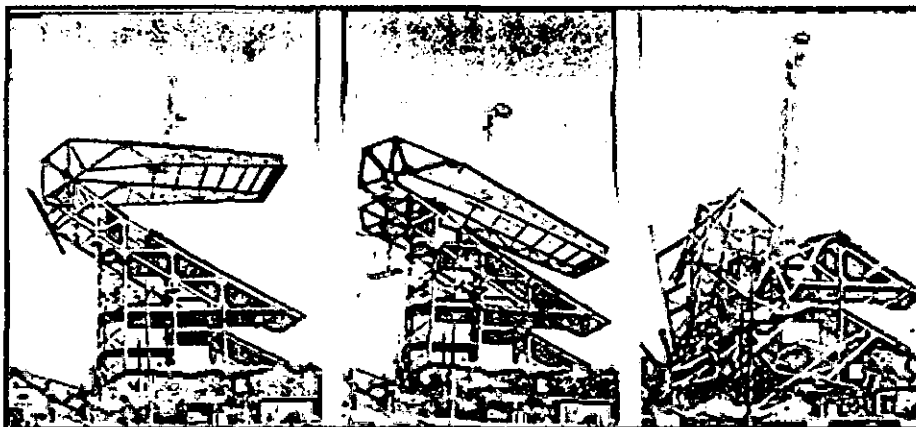


Figura 11. Colapso de Estructura de acero, ampliación de Estado de Washington, 1987.

En la siguiente figura 12, el domo en construcción falló por efecto del viento, antes de colocar las abrazaderas o fijaciones.



Figura 12. Falla de domo en construcción, Louisiana.

La importancia de evitar las fallas estructurales es inapelable, de igual forma son las fallas funcionales en las cuales se ven inmersas las instalaciones. Muchos de estos problemas tienen que ver con las Instalaciones Sanitarias. A continuación se muestran algunos ejemplos:

En la Villa Bosque Verde a 60 kilómetros de Temuco, en Chile se han producido errores de construcción en viviendas sociales, principalmente fallas en las instalaciones sanitarias, de donde se estimó que tres de cada diez casas tienen estos problemas (1995). Por su parte El Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile estableció un diagnóstico (desde 1994 - 1997) sobre los defectos o deterioros más recurrentes que se presentan en las viviendas (Figura 13) que fueron construidas a través de contratos con los Servicios de Vivienda y

Urbanización (SERVIU) en todo el país del sur en mención. La investigación fue dividida por regiones para un mejor detalle, resultando que el 32% del total de viviendas analizadas (41938 viviendas) tenían defectos y dentro de estos las Instalaciones Sanitarias ocupan un 6.77%, siendo aproximadamente 420 viviendas con tales problemas.

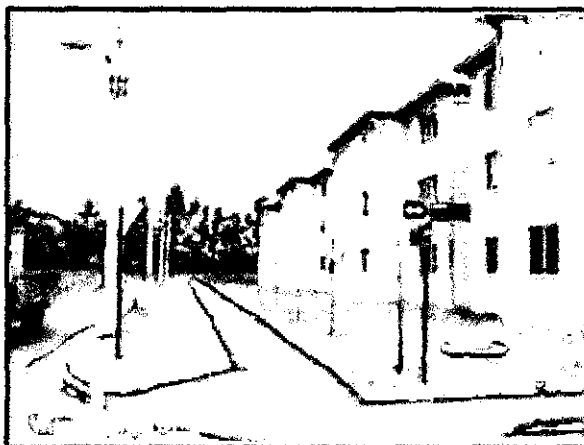


Figura 13. Viviendas sociales construidas por SERVIU-Temuco, Chile, 2005.

Por otro lado, un estudio hecho por el Instituto de Construcción de Chile en el 2005, en el marco del Proyecto: "Desarrollo de una metodología para prevenir la ocurrencia de patologías en las Viviendas sociales" propuso un estándar mínimo para cada uno de los 42 problemas más frecuentes en la construcción de viviendas en Chile. Posteriormente el Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile implementó una Política Habitacional no antes realizada, mediante un Programa de Recuperación de Barrios y una Agenda de Ciudades para construir viviendas con mejores estándares de calidad (2006).

Así mismo, Se realizó en el 2007 un estudio al conjunto habitacional La Granjita (construido en 1998) en la Ciudad de Santa Clara, Cuba (Figura 14). En el estudio se evaluó el impacto que tiene el desempeño de las viviendas, dados por problemas de calidad, tomando como base la percepción de los residentes.

El sector estudiado estaba compuesto por Edificios Multifamiliares de baja altura (5 pisos a menos), donde se han manifestado diversos deterioros prematuros por defectos de diseño y de construcción, que impactan negativamente en la satisfacción de sus residentes. En la investigación post-ocupacional realizada se

estableció que las patologías constructivas de mayor manifestación son: las filtraciones y la humedad ambiental, siendo perjudicial para los Edificios.



Figura 14. Conjunto Habitacional La Granjita, Cuba, 2007.

En los casos presentados, los problemas más resaltantes son aquellos relacionados a las filtraciones en los muros debido a las instalaciones sanitarias.

En los antecedentes mostrados se reconocen diversas fallas tanto estructurales, funcionales y otras; pero ninguna de ellas menciona cómo organizar el conocimiento del cual se valió para resolver tales fallas.

La importancia de aprender de las fallas que se cometieron y sobretodo tener una metodología estructura para la documentación y análisis de las fallas es también de suma importancia. Es por eso que Janet K. Yates y Edward E. Lockley<sup>13</sup> propusieron una serie de técnicas y procesos relativos a las fallas en construcción. Se utilizó información de The United States Occupational Safety and Health Administration (OSHA)<sup>14</sup>, de las oficinas de salud y seguridad ocupacional, y de ingenieros forenses, así como la forma en que conducen los procesos de investigación. El estudio propone las definiciones y plantea las causas posibles.

<sup>13</sup> Janet K. Yates; Edward E. Lockley. Documenting and Analyzing Construction Failures, pp8-17.

<sup>14</sup> La Administración Federal de Salud y Seguridad Ocupacional es una agencia del Departamento de Trabajo de Los Estados Unidos, fue creado por el Congreso de Los Estados Unidos bajo la ley de Seguridad y Salud

## Definiciones

- **Falla** Como un acto humano calificado como: omisión de ocurrencia o desempeño, carencia de éxito, insuficiencia, pérdida de resistencia, cese del funcionamiento o desempeño apropiado.
- **Falla estructural** La reducción de la capacidad de un sistema estructural o componente en tal grado que no puede servir con seguridad a su propósito.
- **Falla de construcción** Ocurre durante la construcción, en forma de colapso, o daños, de una estructura a un nivel que no sirva para sus propósitos.
- **Ingeniero forense** La aplicación del arte y ciencia de la ingeniería en materias en las cuales es posible relacionar jurisprudencia, e incluso alternativas de solución de disputas.

## Categorías y causas de fallas

En el estudio se citan tres categorías de fallas: **funcionales, estructurales y auxiliares**. También citan que las causas de las fallas pueden ubicarse en las siguientes áreas.

- Deficiencias de diseño.
- Deficiencias de construcción.
- Deficiencias de materiales.
- Deficiencias administrativas.
- Deficiencias de mantenimiento.

## Sugerencias de prevención

Para accidentes estructurales se sugiere lo siguiente:

- Buena comunicación y organización.
- Inspección de construcción por ingenieros estructurales.
- Incremento general de la calidad de diseño.
- Selección apropiada de arquitectos e ingenieros.
- Diseminación oportuna de datos técnicos.

## **Papel del ingeniero forense**

Igualmente, para un estudio de fallas, considerar los siguientes pasos.

- Proteger la evidencia.
- Obtener evidencia física.
- Conducir entrevistas.
- Recolectar muestras y llevarlas al laboratorio.
- Recopilar datos.
- Revisar los registros de construcción.
- Plantear hipótesis de falla.
- Analizar datos.
- Reportar hallazgos y conclusiones.

## **Cuando la falla ocurre**

Se citan los siguientes once pasos para una investigación de fallas.

- Organizar un equipo de investigación.
- Observaciones visuales y fotográficas.
- Establecer un sistema coordinado para detallar la localización de varios fragmentos.
- Establecer hipótesis de falla.
- Remover e identificar muestras para el laboratorio.
- Realizar entrevistas directas.
- Conocer y revisar los documentos contractuales.
- Revisar el diseño original de estructuras y efectuar un análisis en forma independiente.
- Examinar todos los datos y desarrollar conclusiones finales.
- Preparar y presentar un reporte con los hallazgos finales.

Existe claramente un gran potencial de conocimiento y experiencia que normalmente no es capturado, organizado ni almacenado antes, durante ni después de la construcción de un proyecto, el cual puede ser aprovechado en otro proyecto similar, si este contexto se da dentro de los miembros de una organización se le denomina gestión del conocimiento.

La industria de la construcción no puede darse el lujo de cometer errores repetitivos dado que se derivan grandes beneficios al repetir las experiencias positivas de proyectos anteriores. Un programa eficaz de lecciones aprendidas es un elemento importante en la gestión del conocimiento institucional, que facilitará la mejora continua de procesos y procedimientos y proporcionará una ventaja directa en un sector aún más competitivo. Es así, que Carlos H. Caldas, G. Edward Gibson, Jr., Runi Weerasooriya y Angela M. Yohe<sup>15</sup> reportaron una serie de prácticas y tecnologías de un programa de lecciones aprendidas aplicado a 70 organizaciones.

El estudio toma como definición de lecciones aprendidas al conocimiento ganado a partir de la experiencia, exitoso o no, con el propósito de mejorar su desempeño. Los siguientes tipos son:

- 1.- Una lección aprendida que es incorporada en el proceso de trabajo.
- 2.- **Un consejo para mejorar el desempeño futuro.**
- 3.- **Una solución a un problema o una acción preventiva.**
- 4.- Una lección que es incorporada en la política u orientaciones de la organización.
- 5.- **Una situación adversa a evitar.**

Los tipos de lecciones aprendidas número 1 y 4 son aquellos que han sido corroborados su éxito dentro de la organización (aumento del desempeño) por ende se agregan estos conocimientos para el uso disponible de sus miembros, en contraste los números 2, 3 y 5 son aquellos que promueven el mejoramiento del desempeño pero no necesariamente darán resultados positivos.

Otra definición, de lección aprendida es: la lección debe ser significativa con un impacto –real o asumida–, y ser válida en términos de diseños, procesos o decisiones que reducen o eliminan el potencial de fallas o errores, o refuerza un resultado positivo.

**De los programas de lecciones aprendidas.** Un programa de este tipo consiste de gente, procesos, y herramientas que apoyan el acopio, análisis, e implementación de lecciones aprendidas validadas en una organización.

---

<sup>15</sup> Carlos H. Caldas; G. Edward Gibson; Runi Weerasooriya y Angela M. Yohe. Identification of Effective Management Practices and Technologies for Lessons Learned Programs in the Construction Industry, pp531-539.

Los beneficios de estos programas, permiten:

- Implementar la gestión del conocimiento dentro de la organización para diseminar información y experiencias.
- Reconocer a la gente como la fuente del conocimiento de la organización.
- Igualmente, que los procesos y prácticas deben generar un conocimiento fácil de acopiar y compartir.
- Además, las tecnologías deben facilitar la transferencia de conocimiento entre los individuos.

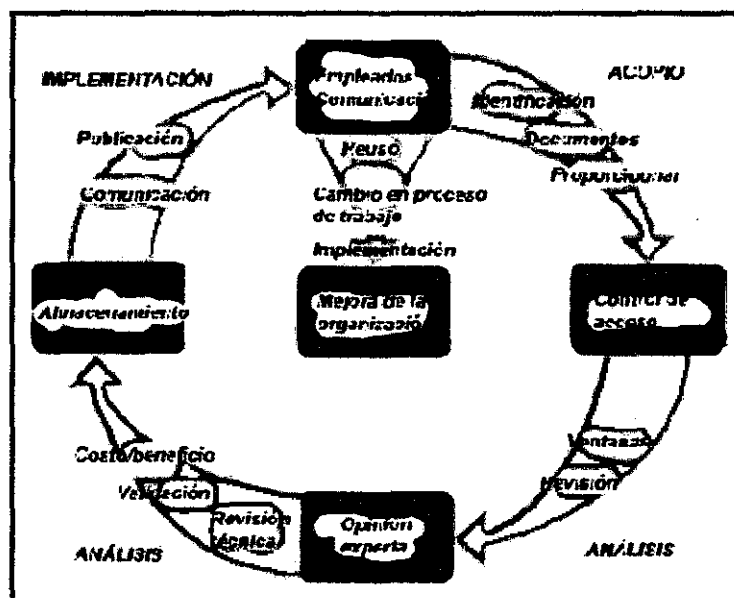


Figura 15. Proceso de Lecciones Aprendidas - Fuente Caldas, Gibson, Weasooriya, Yohe, 2009.

El proceso de lecciones aprendidas tiene las siguientes partes principales. El **acopio** en que se recoge conocimientos y experiencias. El **análisis** para estudiar, revisar y validar las lecciones. La **implementación** puede efectuarse a través de publicaciones y bases de datos útiles para cambiar las prácticas y procesos en mérito a las lecciones aprendidas. Permite al trabajador reconocer que la actividad a desempeñar tiene antecedentes y experiencias que debe explorar. El proceso seguido en el estudio desarrolló las partes que se indican en el siguiente gráfico.

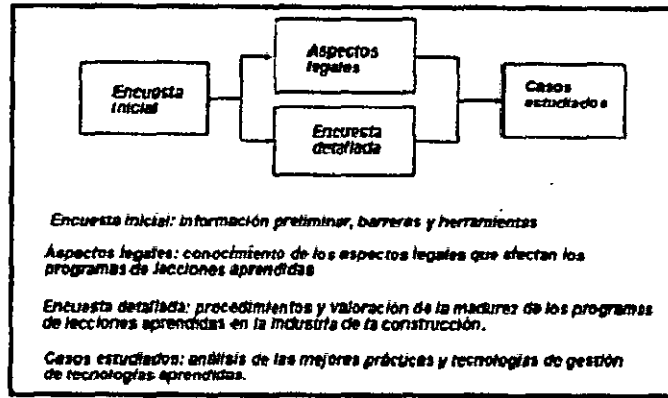


Figura 16. Fases del estudio del Programa de Lecciones Aprendidas - Fuente Caldas, Gibson, Weasooriya, Yohe, 2009.

Se consultaron 68 participantes (Construction Industry Institute<sup>16</sup>), con un 70% de tasa de respuesta, a fin de conseguir información preliminar, con los siguientes resultados de caracterización. Los programas se clasificaron como: (1) formales (empleando procesos de trabajo estandarizados y documentados), y (2) informales (o inconsistentes y sin acciones oficiales).

| Tipo de programa | Total (68 participantes) | Propietarios (37) | Contratistas (31) |
|------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|
| Informal         | 32 (47%)                 | 17 (46%)          | 16 (52%)          |
| Formal           | 32 (47%)                 | 16 (43%)          | 15 (48%)          |
| No existe        | 4 (6%)                   | 4 (11%)           | 0 (0%)            |

Tabla 7. Caracterización en la encuesta de inicio - Fuente Caldas, Gibson, Weasooriya, Yohe, 2009.

| Forma                   | Total (62) | Formal (32) | Informal (30) | Propietario (32) | Contratista (30) |
|-------------------------|------------|-------------|---------------|------------------|------------------|
| Reuniones y entrevistas | 45 (73%)   | 20 (63%)    | 25 (83%)      | 25 (75%)         | 20 (67%)         |
| Electrónica             | 38 (61%)   | 29 (91%)    | 9 (30%)       | 22 (69%)         | 16 (53%)         |
| Papel                   | 22 (35%)   | 12 (38%)    | 10 (33%)      | 13 (41%)         | 9 (30%)          |
| Verbal                  | 13 (21%)   | 4 (13%)     | 9 (30%)       | 7 (22%)          | 6 (20%)          |
| Consulta externa        | 5 (8%)     | 4 (13%)     | 1 (3%)        | 4 (13%)          | 1 (3%)           |
| Otra                    | 2 (3%)     | 0 (0%)      | 2 (7%)        | 1 (3%)           | 1 (3%)           |

Tabla 8. Forma de acopiar las lecciones aprendidas - Fuente Caldas, Gibson, Weasooriya, Yohe, 2009.

<sup>16</sup> El Instituto de Industria de la Construcción, con sede en la Universidad de Texas en Austin, es un consorcio de más de 100 líderes, clientes, contratista de ingeniería, y empresas proveedoras tanto de la parte pública como privada.



Finalmente, se concluyo que se deben reforzar siete áreas claves para mejorar el programa de lecciones aprendidas.

- a) **Liderazgo** Cuya responsabilidad es crear un ambiente de éxito en la organización, el mismo que se consigue con la consistencia, la acción y la comunicación.
- b) **Acopio de lecciones** Es una etapa fundamental en cualquier proceso de gestión del conocimiento.
- c) **Análisis de lecciones** Este proceso convierte los datos en información usable. Les da consistencia, y los prioriza en función del interés de la organización.
- d) **Implementación de las lecciones** Es un proceso clave en la organización. La comunicación con el uso de la base de datos facilitará esta implementación.
- e) **Recursos** El apoyo de los líderes al programa de lecciones aprendidas se refleja en la asignación de recursos de personal, financieros, materiales, tecnología.
- f) **Mantenimiento y mejora** Se refiere a los procesos y es el resultado más expectante de un programa exitoso. Se requiere de un análisis periódico para eliminar desperdicios, mejorar eficiencias, y agregar valor.
- g) **Cultura** Es un proceso de largo plazo que se afianza en los resultados positivos. También se expresa como la cultura de **aprendizaje y enseñanza**.

Es de mucha importancia realizar un estudio de estos problemas recurrentes posteriores a la construcción ya que así se conoce lo que se está haciendo erradamente para mejorar en base a ello.

En los antecedentes mostrados no se ha abordado un estudio post-construcción a Edificaciones Multifamiliares de una altura considerable (más de 7 pisos), esta investigación se hace más imprescindible puesto que hoy en día existe una creciente tendencia a construir viviendas en un espacio limitado pero con una altura cada vez mayor.

## CAPÍTULO II: CONCEPTOS PREVIOS

### 2.1. Las Instalaciones Sanitarias en Edificaciones Multifamiliares

Las Edificaciones Multifamiliares requieren de servicios básicos como son: sistemas de agua, desagüe y alumbrado pero además se puede considerar otras instalaciones complementarias para el uso de los ocupantes si así lo amerita. El presente tema comprende estudios para Edificaciones de uso residencial que poseen más de 7 pisos. En tal sentido las Instalaciones a considerarse son las siguientes:

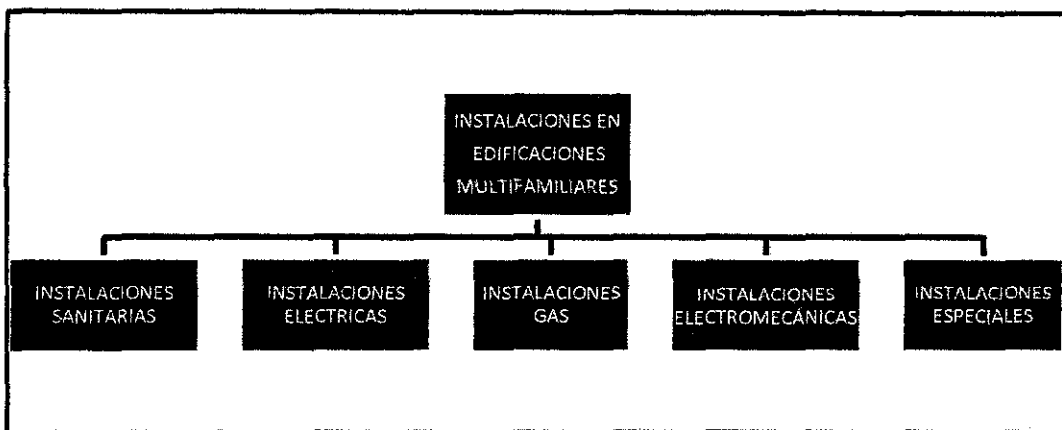


Figura 17. Las Instalaciones en Edificaciones Multifamiliares. Elaboración Propia

En la Figura 17 se aprecia las distintas instalaciones que posee una Edificación Multifamiliar, la investigación está basada específicamente en las Instalaciones Sanitarias.

Las Instalaciones Sanitarias conforman un conjunto de acciones que se ejecutan dentro de los Edificios con la finalidad esencial de distribuir el agua en forma higiénica y permanente, evacuar de forma rápida el agua usada y los residuos, canalizar hacia el exterior las aguas de lluvia que caen en el interior del inmueble. Al mismo tiempo estas instalaciones deben facilitar la eliminación hacia la atmósfera de gases que se producen por la fermentación de los residuos que arrastra el desagüe, imposibilitando su salida a los ambientes habitables cerrados.

### 2.1.1. Clasificación

La clasificación de las Instalaciones Sanitarias en Edificaciones es variable, depende de la normativa que prevalece en cada país. En Perú, el Reglamento Nacional de Edificaciones proporciona los criterios y requisitos mínimos para el diseño y ejecución de las Habilitaciones Urbanas y las Edificaciones, y dentro de ella se encuentra la Norma Técnica I.S. 010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones, la cual se compone de los sistemas: Agua Fría, Agua Caliente, Agua Contra Incendio, Agua para Riego, Desagüe y Ventilación y Agua de Lluvia.

En la investigación no se considera el estudio de Agua para riego dado que tal sistema no se encuentra en las Edificaciones analizadas, pero se adiciona como parte de la clasificación a los aparatos sanitarios, válvulas y griferías como elementos independientes de los sistemas de desagüe y agua, su inclusión es debido a que se reportan un gran número de problemas de filtraciones.

En consecuencia se puede detallar la clasificación de las Instalaciones Sanitarias de la siguiente manera:

**A) Sistema de agua fría:** El sistema de abastecimiento de agua de una edificación comprende las instalaciones interiores desde el medidor o dispositivo de control, sin incluirlo, hasta cada uno de los puntos de consumo de agua donde deberá satisfacer las necesidades de consumo dentro de una Edificación.

**B) Sistema de agua caliente:** Las instalaciones de agua caliente de los edificios deberán satisfacer las necesidades de consumo y ofrecer seguridad contra accidentes.

La Norma Técnica de Edificación S.200, dada por ITINTEC<sup>17</sup> manifiesta lo siguiente con respecto a este sistema:

Deberán instalarse dispositivos destinados a controlar el exceso de presión de los sistemas de producción de agua caliente. Dichos dispositivos se ubicarán en los equipos de producción, o en las tuberías de agua fría o caliente próximas a

<sup>17</sup> Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas (Lima – Perú) fue disuelto en 1992.

él, siempre que no existan válvulas entre los dispositivos y el equipo; y se graduarán de tal modo que puedan operar a una presión de 10% mayor que la requerida para el normal funcionamiento del sistema. Deberá instalarse una llave de retención en la tubería de abastecimiento de agua fría. Dicha válvula no podrá ser colocada entre el equipo de producción de agua caliente y el dispositivo para controlar el exceso de presión.

Deberán instalarse dispositivos destinados a controlar el exceso de temperatura en los sistemas de producción de agua caliente.

**C) Sistema de desagüe y ventilación:** El sistema de desagüe deberá ser diseñado y construido en forma tal que las aguas servidas sean evacuadas rápidamente desde todo punto de salida de desagüe, hasta el lugar de descarga con velocidades que permitan el arrastre de las excretas y materias en suspensión, evitando obstrucciones y depósitos de materiales.

Las redes que componen el desagüe son de material impermeable a los líquidos y gases, de superficie interior lisa, con sección circular suficiente y pendiente adecuada para asegurar un libre escurrimiento. El escurrimiento del desagüe se evacua en forma natural por gravitación para lo cual se construyen con declive o pendiente hacia el lugar de salida. El diámetro de las tuberías de desagüe se determina mediante normas prácticas que tienen en cuenta que el agua no debe ocupar totalmente la sección, para dejar un cierto excedente libre que permite la circulación del aire necesario para el arrastre de los gases que en ellos se generan.

El desagüe está integrado por:

La tubería principal con sus correspondientes ramales: es la espina dorsal de todo desagüe domiciliario; tiene por misión conducir hacia la calle el desagüe domiciliario completo y está compuesto por tuberías horizontales y verticales. Al conjunto de estas tuberías se le conoce con la denominación de sistema primario. Las tuberías secundarias cuya descarga tiene lugar en la tubería principal se le denomina sistema secundario.

El sistema de ventilación renueva de manera constante el aire en el interior de la vivienda, permitiendo el escape de los gases hacia la atmosfera. Se debe prever diferentes puntos de ventilación distribuidos en tal forma que impida la formación de vacíos o alzas de presión, que pudieran hacer descargar las trampas.

**D) Sistema pluvial:** El sistema pluvial evacúa las aguas de lluvia por los sumideros. Las edificaciones estudiadas se encuentran ubicadas en la ciudad de Lima por lo que han sido diseñadas como un sistema unitario en el cual se colectan las aguas provenientes de las precipitaciones y las aguas residuales en una sola red, esto debido al aporte poco significativo de las aguas pluviales.

**E) Sistema de agua contra incendios:** El sistema contra incendio sirve para proveer de agua a la edificación cuando está tenga un elevado nivel de temperatura en su interior y será obligatorio cuando la edificación es de más de 15 m. de altura. Está conformada por tuberías y equipos de agua, rociadores automáticos, sistemas de detección y alarma, extinguidores manuales.

La protección contra incendios comprende el conjunto de condiciones de construcción, instalación y equipamiento que se deben observar, tanto para los ambientes como para los edificios. Los objetivos son:

- Dificultar la gestación de los incendios.
- Evitar la propagación del fuego y efecto de los gases tóxicos.
- Permitir la permanencia de los ocupantes hasta su evacuación.
- Facilitar el acceso y las tareas de extinción del personal de bomberos.
- Proveer las instalaciones de extinción.

#### **F) Aparatos sanitarios**

La Norma Técnica de Edificación S.200, dada por ITINTEC en lo que a servicios sanitarios en Edificaciones se refiere manifiesta lo siguiente:

Consideraciones Generales:

a. Los aparatos sanitarios deberán instalarse en ambientes adecuados, dotados de amplia iluminación y ventilación previendo los espacios mínimos necesarios para su uso, limpieza, reparación, mantenimiento e inspección.

b. Toda edificación estará dotada de servicios sanitarios con el número y tipo de aparatos sanitarios que se requieren.

### **G) Griferías y Válvulas:**

Griferías: Es el último elemento por el cual pasa el agua antes de salir al aire libre. Válvulas: Son elementos que regulan la entrada y salida del agua.

### **2.1.2. Procedimientos de Control de Calidad**

Los procedimientos empleados para el control de calidad en las Instalaciones Sanitarias no son descritos en la Norma Técnica IS 0.10, pero si se especifica criterios y conceptos básicos, especificaciones de materiales a emplearse y procedimientos constructivos. Pueden tomarse en cuenta 5 pasos a realizar para garantizar la calidad en cada uno de los procesos.

### **Recepción de Materiales**

Durante la recepción de materiales tener en cuenta:

- Controlar inmediatamente después de la recepción, que los diámetros de los tubos no sean diferentes de lo especificado, revisar que no posean uniones defectuosas o accesorios hechizos (revisar las guías de recepción, los certificados de calidad y hacer inspección aleatoria de los tubos y accesorios) y que sean de un mismo tipo de proveedor para evitar incompatibilidades con los diámetros.
  - Comprobar, las marcas y distintivos de los tubos:
    - Diámetros
    - Distintivo de fabricante
    - Número Lote
    - Presión Nominal
    - Fecha de fabricación
  - Almacenar las tuberías y acomodarlas en su posición normal de trabajo, sobre apoyos de suficiente extensión y protegidos de agentes exteriores que puedan dañarlos y sobretodo de la radiación solar que provocará una dilatación en el diámetro de la tubería.

- Solicitar al fabricante **Certificado de Garantía**<sup>18</sup> de los materiales (tubos y accesorios, cajas, etc.), el cual indica que se han realizado satisfactoriamente los ensayos de acuerdo a Norma.

### Replanteo

Comprobar que se ha trazado el recorrido de la instalación y la ubicación de válvulas de acuerdo a planos, tener en cuenta que al ubicar la válvula se produce una abertura en muros entonces se necesita conocer si es un muro portante o un tabique, de ser estructural se colocará un refuerzo adicional (consultar al proyectista). De haber modificaciones en la ubicación de tuberías y accesorios, actualizar el nuevo trazo en los planos de replanteo. Identificar obstáculos y pases es importante.

### Colocación de tuberías y válvulas

Se inspeccionarán:

- ♣ Diámetros y tuberías según planos e isométricos.
- ♣ Fijaciones de tuberías mediante abrazaderas, si no van empotradas.
- ♣ Distancia mínima de separación entre tuberías de agua fría y caliente, si van paralelas o si se cruzan con tuberías de desagüe.
- ♣ Los trabajos que comprenden tabiques (bloques de concreto entre otros) y cerramientos deben realizarse de manera paralela pero sin culminarlos por la falta de revestimientos o pinturas.
- ♣ Asegurar verticalidad y fijación de los montantes de agua, desagüe y conductos de ventilación.
- ♣ Situación accesible para llaves de paso. Verificar que dichos elementos no estén expuestos a golpes externos (evitar que estén aledaños a ductos de basura u otros). Es recomendable hacer circuitos independientes por cada ambiente o subsistemas que estén regulados por las llaves de paso.
- ♣ Las uniones de accesorios a tuberías de PVC serán colocadas únicamente de 2 tipos: a presión o enroscadas.

---

<sup>18</sup> Certificado de Garantía, es el documento que certifica que un producto y/o servicio funcionará correctamente durante un tiempo mínimo especificado.

## **Llaves de Cierre**

- Realizar o contar con los certificados de las Pruebas de resistencia mecánica y estanqueidad.

### **2.1.3. Protocolos de Control de Calidad**

Las Pruebas de control de calidad en la investigación fueron las siguientes:

#### **Prueba Hidráulica (Aplicable a Línea de Agua Potable)**

La prueba hidráulica tiene por finalidad verificar que todo el recorrido de la línea de agua haya quedado correctamente instalado y sin presencia de fugas.

El equipo necesario para realizar esta prueba consta de:

- Una Bomba hidráulica manual, equipada con 02 manómetros calibrados (se debe solicitar la calibración antes de cualquier prueba). El primer manómetro debe estar cercano a la bomba para ver el aumento de presión, y el segundo debiera estar en el punto más alejado para verificar que las presiones son las mismas en ambos manómetros.
- Una válvula de retención, así se evita el retorno del agua.
- Tapones para los extremos del circuito, pero antes se debe eliminar el aire que se encuentra atrapado en cada salida de la tubería de agua caliente y fría.
- Tubería flexible para acoplar la bomba a la tubería que se va a probar.

Todo el circuito de prueba, incluido tuberías y accesorios (uniones, acoples, etc.), deben estar completamente descubiertos para comprobar la hermeticidad de la línea y poder efectuar cualquier reparación necesaria.

La prueba se realiza de la siguiente manera:

- Para dar inicio a la prueba, se debe llenar la tubería con agua en forma lenta y a baja presión, con la finalidad de eliminar el aire del sistema y detectar las posibles fugas en la instalación.



- Lentamente, aumentar la presión hasta alcanzar el 100% de la **presión nominal**<sup>19</sup> de la tubería, la cual será medida desde el punto más bajo del tramo de prueba.
- El tiempo de duración de la prueba será como mínimo de 1 hora, debiendo la línea permanecer durante este tiempo bajo la presión de prueba y no se contempla que disminuya la presión.
- En caso de no existir fugas en el tramo, la presión de prueba puede disminuir debido a las siguientes causas:
  - Elasticidad de los tubos.
  - Variaciones de la temperatura ambiente.
  - Aire atrapado en el interior de la tubería, mínimo.
  - Manómetro(s) en mal estado (o no calibrado).
  - Fallas en la bomba de presión o en la válvula de retención.
- Si se tiene la seguridad que no existe ninguna de estas causas, la inestabilidad o disminución abrupta de la presión en el manómetro indicará la existencia de fugas en la línea. En este caso se procederá a recorrer la línea examinando todas las uniones hasta descubrir la mancha de humedad.

Considerar que si la distribución de las tuberías tiene una mayor cantidad de accesorios (genera más pérdida de energía) y la posibilidad de producirse una fuga se hace más latente; por ello se requiere que el sistema sea sencillo y con la menor cantidad de accesorios.

La aplicación de la prueba hidráulica es antes y después del vaciado, para corroborar la disponibilidad de la presión de salida en los aparatos.

### **Desinfección (Aplicable a Línea de Agua Potable)**

Antes de ser puestas en servicio, las líneas de agua potable serán completamente desinfectadas de acuerdo a las siguientes indicaciones:

---

<sup>19</sup> Según La Unificación de Normas Españolas (UNE) la definición de presión nominal es el valor de la presión interna para la que se ha diseñado un tubo con un coeficiente de seguridad que puede mantenerse sin fallo durante 50 años, teniendo en cuenta un método de extrapolación definido en condiciones estáticas, para una sección dada de tubo que contiene agua a 20°C.

- La dosis de hipoclorito de sodio aplicado será de 50 ppm.
- El tiempo mínimo del contacto del cloro con la tubería será de 24 hrs procediéndose a efectuar la prueba de cloro residual debiéndose obtener por lo menos 5 ppm de cloro.
- En el periodo de clorinación, todas las válvulas, grifos y otros accesorios serán maniobrados repetidas veces para asegurar que todas sus partes entren en contacto con la solución de cloro.

### **Prueba de Estanqueidad (Aplicable a Línea de Desagüe)**

Esta prueba consiste en detectar las fugas que puedan presentarse en la línea de desagüe debido a rajaduras, obstrucciones o problemas en las tuberías y accesorios.

La prueba se realiza en ambientes o en circuitos por niveles (entre uno o más pisos) y consiste en llenar con agua un tramo de prueba dejándolo reposar por un periodo de 24 hrs.

Una vez lleno a tope el circuito, se da inicio a la prueba marcando el nivel de agua en el que se ha dejado la tubería para revisar al día siguiente si este ha bajado o no.

De encontrarse diferencias en las marcas, se procederá a recorrer la línea examinando todas las uniones hasta descubrir la mancha de humedad. Es indispensable realizar esta prueba antes de que las tuberías estén embebidas en el concreto dado que encontrarse una falla será engorroso repararlas.

Los protocolos de control de calidad usados para Instalaciones Sanitarias son los siguientes:

| <b>Operación</b>                           | <b>Se revisa</b>                         | <b>Metodología y Aceptación</b>   |
|--|--|---|
| Prueba de presión hidráulica (Ver Anexo 6) | Presión según especificaciones de prueba | Medición del manómetro a la presión de prueba debe ser constante. En 02 horas |

|  |                     |  |
|--|---------------------|--|
| Verificación de fugas<br>Prueba de Estanqueidad (Ver Anexo 7)                      | Existencia de fugas | Ubicación visual de las fugas                                      |
| Instalación en campo<br>Reporte de Instalaciones Sanitarias en losas (Ver Anexo 8) | Ubicación           | Medidas de la ubicación de los ejes y salidas (incluye accesorios) |

Tabla 9. Pruebas y Controles de Calidad en Instalaciones Sanitarias de Edificaciones – Elaboración Propia.

## 2.2. El Concepto de Desempeño aplicado a la Ingeniería

La idea de desempeño ha estado siendo usado desde la aparición del Código de Hammurabi<sup>20</sup> donde dentro de un conjunto de 282 leyes, en el artículo 229 expresó lo siguiente:

“The builder has built a house for a man and his work is not strong and if the house he has built falls in and kills a householder, that builder shall be slain”, según la interpretación de Jean Bottéro<sup>21</sup>. En el enunciado anterior, se muestra un estado de requerimiento final, que promueve la seguridad estructural de la vivienda en función a la necesidad del usuario, sin considerar el diseño del edificio ni los materiales a usar.

Si bien es cierto, algunos códigos o normas que son empleados responden a la necesidad de proteger al público en materias relacionadas a la salud, la seguridad, entre otras y a la sociedad en términos de la protección del medio ambiente, ahorro de energía, sostenibilidad, etc. En algunos casos, estos códigos o estándares se enfocan en la experiencia de lo que funciona y de lo que no, debido a un accidente que ha causado daños o muertes que por lo tanto requiere una solución para evitar una repetición, o un evento sísmico que ha traído enseñanzas para el diseño, o porque se ha reconocido una necesidad

<sup>20</sup> El Código de Hammurabi es un código de la ley antiguo, creado en 1790 a. c. en la antigua Babilonia.

<sup>21</sup> Jean Bottéro. The Code of Hammurabi: in Mesopotamia: Writing, Reasoning and the Gods, pp. 156-184.

social. Los ejemplos antes mencionados muestran implícitamente una tendencia al concepto del desempeño o códigos basados en objetivos.

La definición que adoptó Gibson<sup>22</sup> para el término de desempeño, fue la práctica de pensar y trabajar en términos de lo fines más que en los medios. Esto relacionado con lo que la construcción o un producto de la construcción han sido requeridos para hacerse y no por la prescripción de cómo será construido (materiales, procedimiento de trabajo, personal capacitado).

La búsqueda de métodos y herramientas que complementan las prescripciones tradicionales, son iniciativas en muchos países tanto en el sector privado y público.

La Red de Construcción Basada en el Desempeño (PeBBu) fue fundada por la Unión Europea y ha estado operativa desde octubre del 2001 a setiembre del 2005. Se ha manejado desde los Países Bajos. Ha desarrollado sinergias para la difusión y adopción de construcción basada en desempeño.

Uno de los temas abordados por la Red de Construcción (en este caso denominado Dominio3) fue el Diseño de Edificios el cual fue desarrollado por Spekkink<sup>23</sup>. El principal objetivo del Dominio 3, fue investigar y clarificar el concepto de Diseño basado en el Desempeño (PBD). Cabe resaltar 2 aspectos importantes para el concepto de desempeño:

#### **a) El uso de 2 lenguajes**

Para conseguir reflejar lo que el usuario requiere, debe existir un nexo entre la comunicación del demandante (concepto funcional) y él quien suministra (concepto de la solución), mejor dicho un lenguaje de desempeño que actué como interlocutor de ambas partes, que hace la tarea de comparar y compatibilizar los lenguajes del usuario y contratista.

---

<sup>22</sup> Gibson E.J. Working with the Performance Approach in Building, CIB Report Publication n.64.

<sup>23</sup> Dijk Spekkink. *Performance Based Design of Buildings. PeBBu Domain 3. Final Domain Report*, pp 17-20.

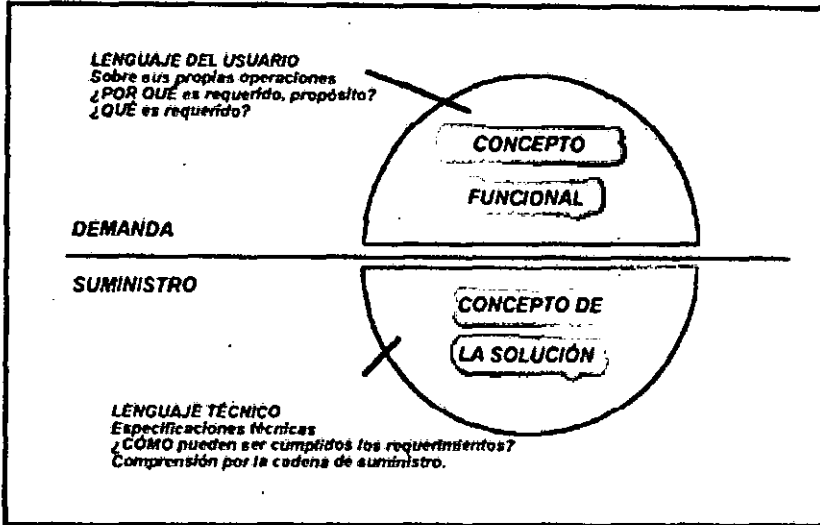


Figura 18. Lenguajes en el concepto de desempeño – Fuente PeBBu Domain 3.

Es así, que compromete a todos los participantes de la cadena de suministro. Muestra la facilidad de cómo puede o debe ser construida. Estas soluciones no excluyen el uso de las especificaciones técnicas vigentes o tradicionales.

Para comparar efectivamente el concepto funcional y el concepto de la solución, una de las metodologías puede ser la calibración de escalas que miden los niveles de las necesidades asociados al tiempo de vida útil y los niveles de capacidad de lo que ya está siendo usado, o está siendo diseñado o está en oferta para ser comprado y/o alquilado. Esta metodología está siendo actualmente considerada en el ASTM, ANSI y recientemente en los estándares ISO.

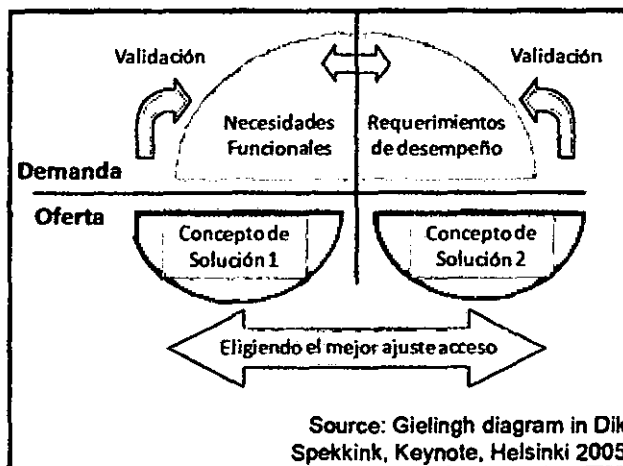


Figura 19. Encontrando la solución más apropiada – Fuente: PeBBu Domain 3.

La tarea de comparación y compatibilización de los 2 lenguajes es abordada en un esfuerzo de traducirse en un lenguaje uniforme, llamado lenguaje del desempeño, según se explica en la siguiente figura.

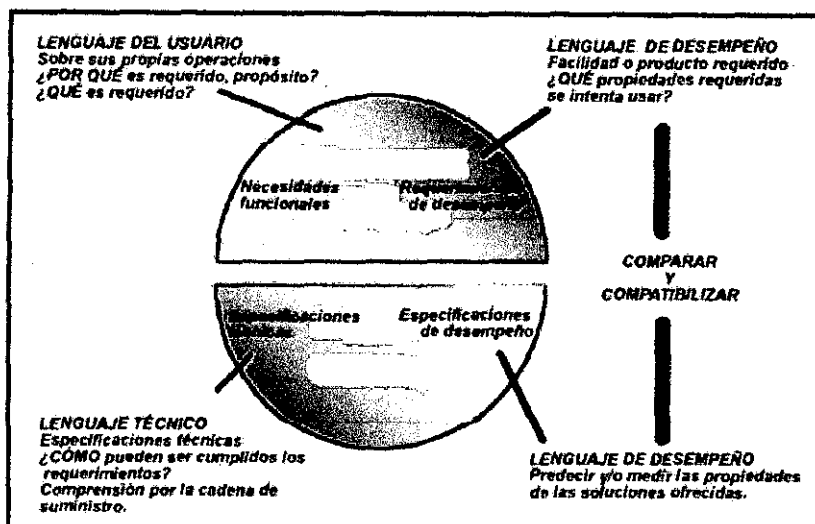


Figura 20. Lenguaje de Desempeño – Fuente: PeBBu Domain 3.

### b) La necesidad de validar y verificar los resultados de acuerdo a los objetivos del desempeño

Los usuarios necesitan medir el desempeño del estado real de las propiedades y otros activos construidos que ellos usarán en función de sus objetivos. Es necesario un método de validación con indicadores claves de desempeño como parte de la exposición de las necesidades requeridas. Las soluciones pueden ser evaluadas y validadas en comparación con la demanda requerida utilizando diferentes enfoques y herramientas.

El desempeño actúa como interface entre la demanda (FC) y la solución (SC); que comienza con el proceso, de la identificación, la solución, la evaluación y validación a lo largo de la cadena de suministro; esto se puede hacer de forma explícita y transparente o de manera implícita e intuitiva.

Queda claro que cuánto antes se conozcan los requerimientos del cliente es posible que estos se tengan en consideración como por ejemplo desde que materiales elegir y la provisión de recursos. Por lo tanto la significancia de la comunicación con los usuarios es imprescindible.

Las evaluaciones y opiniones deben formar parte vital desde la etapa de la gestión, diseño, construcción, puesta en marcha, evaluación pos ocupacional y la evaluación comparativa (benchmarking) siendo de necesidad remitirse a las declaraciones explícitas del usuario en todo momento o de lo contrario solo serían percepciones, intuiciones o conjeturas.

Los sistemas de construcción y arquitectura interactúan en función a indicadores que dan como resultado un sistema de niveles para el usuario<sup>24</sup>.

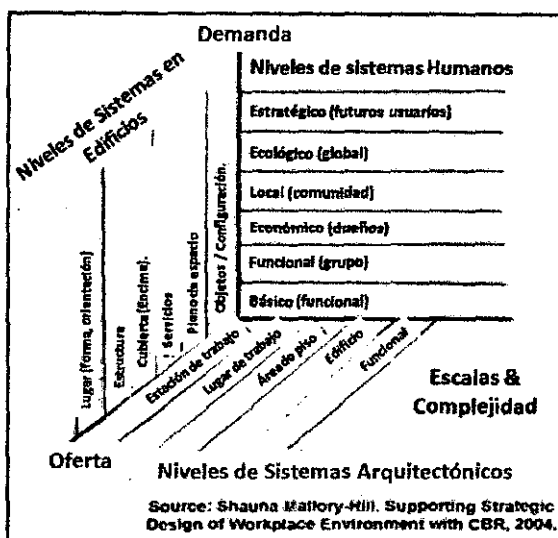


Figura 21. Demanda/solución: escalas & complejidad – Fuente: PeBBu Domain3.

Los requerimientos de los usuarios necesitan ser explícitos para comprender que es lo que desean y alinear los objetivos de los usuarios con los objetivos del proyecto. Por ende considerar evaluar en todo el ciclo de vida de los activos en la construcción es de suma importancia.

<sup>24</sup> Mallory-Hill, S. Supporting Strategic Design of Workplace Environments with Case-Based Reasoning, pp48-57.

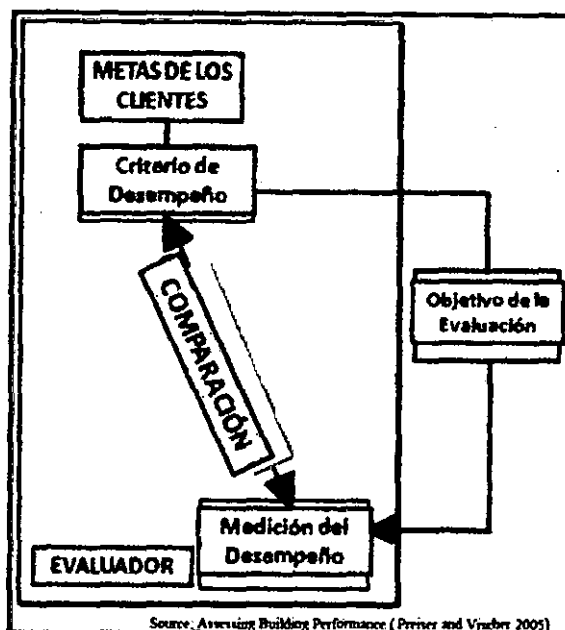


Figura 22. Sistema básico de retroalimentación – Fuente: PeBBu Domain 3.

La evaluación del desempeño en los edificios es el proceso de comparar sistemáticamente el desempeño real de los edificios, lugares y sistemas a los criterios explícitamente documentado para su desempeño esperado<sup>25</sup>.

### El concepto de desempeño aplicado a diferentes niveles

Los mismos diagramas que sintetizan el concepto de desempeño, traducido también a un lenguaje común, pueden aplicarse (en forma modular) a cada parte de la edificación (o a un grupo de éstas), pues para cada una de ellas será posible distinguir los requerimientos del usuario (lo cual implica reconocer la existencia de usuarios internos) así como los suministros necesarios para atenderlos. Igualmente, traducirse en un lenguaje común de desempeño, en cada instancia.

El lenguaje de desempeño no es solamente aplicado a la edificación sino también a cada componente que esté posee, lo cual implícitamente genera un subgrupo de usuarios que tienen sus propios requerimientos, como por ejemplo el de las instalaciones dentro de una Edificación.

<sup>25</sup> Preiser, W. y J. Vischer. Assessing Building Performance: Methods and Case Studies, pp 7.



El reconocimiento de esta desagregación o niveles, ha dado lugar a tratamientos diferenciados de partes o elementos de la edificación. Por ejemplo: desempeño estructural de resistencia sísmica, o desempeño frente a incendios.

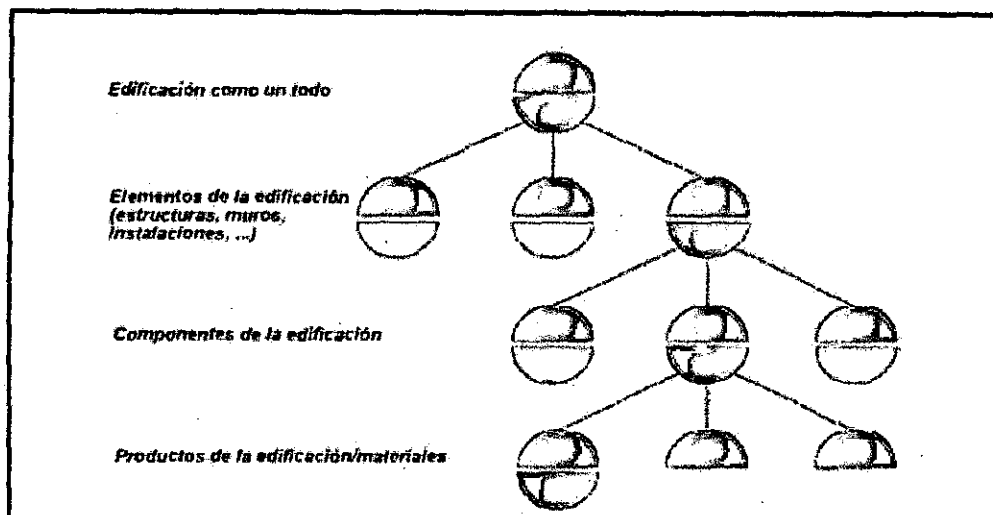


Figura 23. Modelo de Desempeño aplicado a las partes y su agregación –  
Fuente: PeBBu Domain 3.

El concepto de desempeño, es una manera distinta de pensar que ya de por sí implica cambios en la Ingeniería de diseño y construcción que enfatiza la expresión de la demanda como un fin, por ende es un camino de los muchos que existen para mejorar la calidad de un producto y/o servicio sin dejar de lado la productividad y seguridad. Es así, que la calidad debe ser implícita durante el proceso de la construcción, dado que el producto final es evaluado por su durabilidad en el tiempo; de no ser así, se producen problemas de calidad post-construcción que se deben a la falta de capacitación y supervisión de la mano de obra, deficiencias en el diseño, procedimientos constructivos no muy claros y en la información que se tiene del proyecto, que es incompleta o no está detallada. Todo se resume a la ausencia o mal funcionamiento del Plan de aseguramiento y control de calidad en la etapa constructiva; y como resultado se tiene una vivienda que no cumple con las exigencias que el usuario necesita.

En tal sentido, antes de construir un proyecto debe existir un involucramiento hacia el proyecto para conocer lo que necesita el usuario, con ello definir los requerimientos y los objetivos que se verán reflejados al final de la construcción.

En base a los objetivos o propósitos trazados se evalúa si alguien o algo trabaja con efectividad a lo largo del tiempo de vida útil.

Es factible evaluar el desempeño de una edificación si se conocen los objetivos para los cuales se han construido, que son dadas básicamente por las necesidades del usuario (funcionalidad, durabilidad, economía, seguridad y entre otros) que pueden ser medidos indirectamente por la insatisfacción que este tenga debido a la ocurrencia de los problemas después de la construcción.

Se puede notar en la práctica, que en el área de la Construcción de Edificaciones en el rubro de instalaciones estas son realizadas en su mayoría por subcontratas que no tienen un sistema de gestión de calidad y si se suma a la deficiente supervisión que el contratista les realiza, da origen a los problemas en las instalaciones en la etapa post-construcción.

### **2.2.1 Requerimientos de Desempeño**

#### **Criterios de los indicadores de desempeño asociados a los objetivos y metas**

Por mucho tiempo los criterios para evaluar un producto y/o servicio fueron dados por los requisitos técnicos y de encontrarse algún problema estos eran solucionados basándose en los mismos requisitos. En la actualidad se tiene más énfasis en relación a los objetivos y las metas del proyecto.

El número de requerimientos de desempeño no tiene límites, por ello los usuarios prefieren una breve lista de requerimientos y criterios. Es recomendable definir los requerimientos para una cantidad de temas limitados. El número de temas pueden ser de 15 a 20 preguntas en cada grupo de temas que mejor funciona.

#### **Configuración de los niveles de requerimientos**

Los niveles alcanzados están supeditados a los niveles de requerimientos especificados inicialmente por el usuario, ambos niveles deben ser el tope máximo y mínimo para que el desempeño sea considerado como bueno.

La importancia de los indicadores de funcionamiento (deben ser medidos explícitamente) que indique el cliente como requisito, genera que el constructor

proponga soluciones y formas de construcción en función al objetivo y meta planteado. Estos indicadores de funcionamiento deben ser entendidos por el cliente y por los evaluadores.

Métodos y herramientas adecuadas serán usados para validar los indicadores de funcionamiento, y verificar que se haya alcanzado el requerimiento. Por lo tanto quien suministra la solución podrá responder a la solicitud del cliente, basándose en los indicadores de funcionamiento.

### **2.2.2 Evaluación del Desempeño**

La industria de la construcción de Edificios necesita ser más orientada al cliente y a conocer sus requerimientos, por ello debe tener en cuenta lo siguiente:

- Los clientes deben conocer y entender que es lo que ellos requieren y porque lo necesitan, de manera clara, explícita y completa.
- Los miembros que participan en cada proceso de la construcción debe entender que es lo que se requiere para poder crear soluciones óptimas que cumplen con estos requisitos y probar el cumplimiento de antemano.

Las encuestas de satisfacción a los residentes no son iguales a las evaluaciones de desempeño. Las evaluaciones de desempeño se basan en criterios e indicadores de la capacidad del objeto físico de seguir cumpliendo con su función requerida. Las evaluaciones del grado de satisfacción de los usuarios suelen tener una gama de alternativas expresada en niveles de satisfacción de los usuarios. Ambos tipos de evaluaciones son útiles y se complementan uno al otro.

La cantidad de evaluaciones de desempeño que se realizan durante el ciclo de vida de la construcción de un proyecto dependerá si el método de evaluación es fácil, rápido, y barato. Estas evaluaciones no deben ser tan elaboradas para cada etapa, pero deben proporcionar información crucial para tomar decisiones como realizar reparaciones, modificaciones o renovaciones de algunos elementos.

En la práctica tales evaluaciones se realizan mayormente al final de la construcción o debido a un problema ocurrido. Independientemente de cuándo y

cómo se hagan estas evaluaciones deberá estar explícitamente dado por los niveles de requerimientos con los cuales ellos pueden ser medidos. Lo mínimo indispensable es conocer el nivel de degradación para realizar una proyección, así como una evaluación del nivel funcional requerido.

Uno de los temas abordados por la Red de Construcción (en este caso denominado Dominio5) fue el Análisis de indicadores CRISP (Construction and City Related Sustainability Indicators) para el PBB (Construcción basada en el desempeño) el cual fue desarrollado por Pekka Huovila<sup>26</sup>.

Pekka realizó una lista de Indicadores PeBBu, algunos de ellos relacionados a la apreciación de los habitantes de su entorno. Por ejemplo:

1) Apreciación de la comunidad por las viviendas: Este indicador mide la satisfacción que tienen los usuarios del lugar donde viven. Se expresa como porcentajes de habitantes de acuerdo o en desacuerdo de sus viviendas y su entorno.

2) Humedad Relativa en las ocupaciones primarias durante la temporada de enfriamiento. Este indicador determina la capacidad de los sistemas de construcción mantener los niveles aceptables de humedad relativa en los edificios en la temporada de enfriamiento. Los niveles altos de humedad generan incomodidad térmica, permite el crecimiento de hongos y virus que sobreviven en periodos largos.

3) Humedad Relativa en las ocupaciones primarias durante la temporada de calentamiento. Este indicador determina la capacidad de los sistemas de construcción mantener los niveles aceptables de humedad relativa en los edificios en la temporada de calentamiento. Puede ser necesario optar por humedecer el ambiente para mejorar el confort.

4) Ventilación efectiva en la zona de ocupaciones primarias. Este indicador verifica que la distribución del aire sea adecuada y no exista obstáculos al movimiento del aire.

---

<sup>26</sup> Pekka Huovila. CRISP Indicator Analysis, pp 31-43.

## 2.3. Indicadores de Calidad y Productividad en la Construcción de Edificaciones

En el año 2005 fue desarrollado un proyecto de investigación<sup>27</sup> financiado por la Dirección Académica de Investigación (DAI) de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Proyecto DAI 3034. El objetivo del proyecto fue identificar y definir los indicadores claves de productividad y calidad en la construcción de edificaciones y establecer una metodología de recolección y análisis de datos e información que sirva para que las empresas constructoras puedan controlar su **desempeño**.

Los indicadores consisten en expresiones cuantitativas que representan una información obtenida a partir de la medición y evaluación de una estructura de producción, de los procesos que la componen y/o de los productos resultantes.

Para seleccionar los indicadores, es importante tener claro el objetivo que se desea alcanzar. En el caso de esta investigación, el fin fue tener un panorama actual del desempeño del sector edificaciones en lo que se refiere a calidad y productividad y de esta manera obtener un punto de partida para iniciar mejoras.

### A) Indicadores Globales de Productividad

Se definieron los siguientes indicadores globales de productividad:

- 1) **Desviación del Costo:** el fin de este indicador es saber qué tan confiables son los presupuestos en los que se basa la obra. En caso de tener un valor mayor a cero, podemos inferir que se han gastado más recursos de los proyectados, ya sea por que el presupuesto estuvo mal elaborado o porque hubo un desperdicio de recursos.
- 1) **Desviación del Plazo:** este indicador sirve para conocer el grado de confiabilidad para proyectar el tiempo de ejecución de la obra. Como se sabe, tiempo es sinónimo de dinero, por tanto, una obra atrasada es sinónimo de pérdida.

---

<sup>27</sup> Brioso, Xavier; Villagarca, Sofía; Orihuela, Pablo y Gómez, María Consuelo. Indicadores de Productividad y Calidad en la Construcción de Edificaciones, pp 5-15.

- 1 **Productividad de Mano de Obra (HH/m<sup>2</sup>):** este indicador es muy importante, ya que mide el grado de industrialización del sector. Cuanto menor el nivel tecnológico del sector, mayor el uso de mano de obra.
- 1 **Volumen de concreto por m<sup>2</sup> techado:** este indicador sirve para conocer la cantidad teórica (según los planos) de concreto por m<sup>2</sup> techado de acuerdo a la tipología de la edificación.
- 1 **Peso de acero por m<sup>2</sup> techado:** este indicador sirve para conocer la cantidad teórica (según los planos) de kilos de acero por m<sup>2</sup> techado de acuerdo a la tipología de la edificación.
- 1 **Área de muros por m<sup>2</sup> techado:** este indicador sirve para conocer la cantidad teórica (según los planos) de m<sup>2</sup> de muros de albañilería por m<sup>2</sup> techado de acuerdo a la tipología de la edificación.
- 1 **Número de puntos de agua por m<sup>2</sup> techado:** este indicador sirve para conocer la cantidad de puntos de agua por m<sup>2</sup> techado.
- 1 **Número de puntos de luz por m<sup>2</sup> techado:** este indicador sirve para conocer la cantidad de puntos de luz por m<sup>2</sup> techado.

## **B) Indicadores específicos de productividad**

- 1 Pérdidas de concreto
- 1 Pérdidas de acero
- 1 Pérdidas de ladrillo
- 1 Variación porcentual del espesor medio del tarrajeo de pared con relación al especificado en el proyecto.
- 1 Variación porcentual del espesor medio del contrapiso con relación al especificado en el proyecto.

## **C) Indicadores Globales de Calidad**

- 1 Número de reclamos por unidad de vivienda.
- 1 Porcentaje de clientes insatisfechos.

## **D) Indicadores Específicos de Calidad**

Para la selección de los indicadores específicos de calidad se definieron las siguientes áreas:

1 **Proyecto:**

Número de modificaciones del proyecto con relación al proyecto original

Número de errores o falta de detalles del proyecto

Número de días que dura la fase de diseño por m<sup>2</sup> techado

Número de veces que el proyectista visita la obra

1 **Ejecución:**

Porcentaje de HH Gastadas en operaciones de re trabajos.

Porcentaje del costo de las operaciones de re trabajos.

Desviación de la resistencia del concreto

En la investigación relacionada a las Instalaciones Sanitarias se abordan los indicadores globales y específicos de calidad, con la finalidad de tener criterios de evaluación del desempeño.

## CAPÍTULO III: HERRAMIENTAS PARA EL ANÁLISIS, REGISTRO Y ADMINISTRACIÓN DE LA INFORMACIÓN

### 3.1. Análisis de los Problemas

Existe mucha literatura de control de calidad en sus distintas modalidades, todos los autores de calidad coinciden en la necesidad de usar técnicas de calidad, y para cubrir esta necesidad existe una gama de herramientas que ayudan a tomar decisiones en base al análisis de datos.

#### 3.1.1. Diagrama de Pareto

En 1906, Vilfredo Pareto<sup>28</sup> hizo la famosa observación de que el veinte por ciento de la población poseía el ochenta por ciento de las propiedades en Italia, luego en 1909 publicó la distribución de Pareto que explica cómo se distribuye la riqueza. En 1941, Moses Juran<sup>29</sup> amplió la aplicación del principio de Pareto a cuestiones de calidad (por ejemplo, el 80% de un problema es causado por el 20% de las causas) esto también se conoce como "los pocos factores vitales y muchos factores triviales". Juran ha preferido acotar que son "los pocos factores vitales y los muchos factores útiles" para indicar que el 80% restante de las causas no deben ser totalmente ignoradas.

El diagrama de Pareto es una comparación ordenada de factores relativos a un problema. Esta comparación nos va a ayudar a identificar y enfocar los pocos factores vitales diferenciándolos de los muchos factores útiles. Esta herramienta es especialmente valiosa en la asignación de prioridades a los problemas de calidad, en el diagnóstico de causas y en la solución de las mismas.

#### Características

**Priorización:** Identifica los elementos que más influyen respecto a los demás.

**Unificación de Criterios:** Enfoca el esfuerzo de los componentes del grupo de trabajo hacia un objetivo común.

---

<sup>28</sup> Vilfredo Federico Dámaso Pareto (15 de julio de 1848 - 19 de agosto de 1923) fue un sociólogo, economista, y filósofo italiano.

<sup>29</sup> Joseph Moses Juran (24 de diciembre de 1904 - 28 de febrero de 2008) fue un consultor de gestión del siglo 20. Ingeniero electrónico



**Carácter Objetivo:** Las decisiones que se toman son basadas en datos objetivos y no en ideas subjetivas.

### **Elaboración**

El diagrama de Pareto se puede elaborar de la siguiente manera:

- A) Cuantificar los factores del problema y sumar los efectos parciales hallando el total.
- B) Reordenar los elementos de mayor a menor.
- C) Determinar el % acumulado del total para cada elemento de la lista ordenada.
- D) Trazar y rotular el eje vertical izquierdo (unidades) y el eje horizontal (elementos).
- E) Trazar y rotular el eje vertical derecho (porcentajes).
- F) Dibujar las barras correspondientes a cada elemento.
- G) Trazar un gráfico lineal representando el porcentaje acumulado.
- H) Analizar el diagrama localizando el "Punto de inflexión" en el gráfico, para determinar donde se produce el cambio abrupto entre los elementos pocos vitales y muchos triviales.
- I) Si se puede identificar los elementos pocos vitales y muchos triviales entonces el gráfico queda listo para el análisis, de no ser así se procederá a reformular los datos en función a otro criterio.

Se muestra en la Figura 24 el diagrama de Pareto en el cual el efecto cuantificado y medible es: el número de errores en la impresión de un pedido.

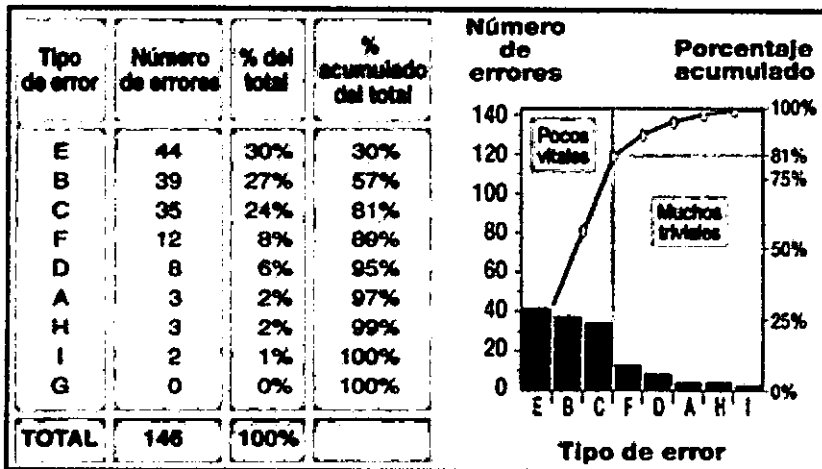


Figura 24. Diagrama de Pareto - Fuente: Fundación Iberoamericana para la Gestión de la Calidad (fundibeq).

### Interpretación

El propósito de realizar un diagrama de Pareto radica en identificar la magnitud del problema en costos, tiempos u otros y abocarse a las pocas categorías que son vitales, en base a las contribuciones importantes que se le da a estos ya que representan los puntos claves para optimizar los beneficios. Pero muchas veces no se distingue claramente la frontera de los pocos vitales y muchos triviales, a lo que Juran llamó Zona Dudosa, donde no se puede definir un punto de inflexión único.

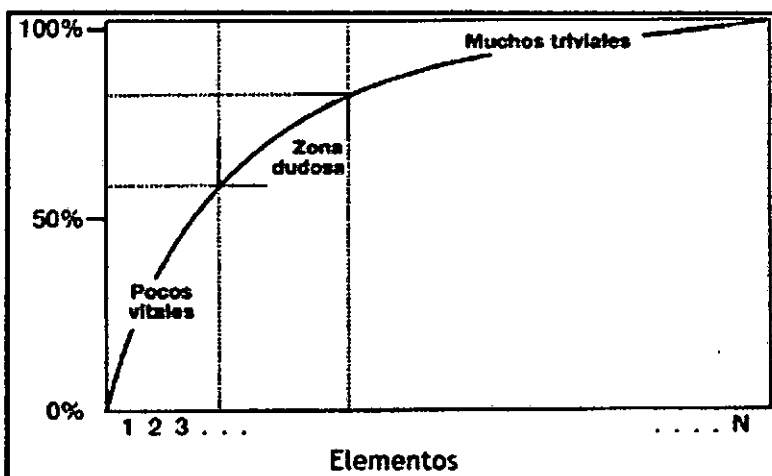


Figura 25. Distribución de Zonas en el Diagrama de Pareto - Fuente: Fundación Iberoamericana para la Gestión de la Calidad (fundibeq).

Se vuelve a realizar el Diagrama de Pareto en nuevas condiciones y verificar que los elementos que estaban en la zona dudosa pasaron a ser elementos pocos vitales.

También se puede comprobar los resultados de un grupo de trabajo una vez implantada la solución propuesta por el mismo. Es así que se compara el diagrama de Pareto de la situación inicial con el de la situación actual y se comprueba que la contribución de los elementos inicialmente más importantes haya disminuido notablemente.

### 3.1.2. Diagrama FACERAP

Explica de forma resumida todo lo concerniente al problema, desde la información, acción a realizar y a la prevención.

**Falla:** Es la explicación de la situación anormal del trabajo.

**Apariencia:** Es la manifestación de la falla, o sea la forma en que nos damos cuenta.

**Causa:** Es la razón por la cual se ha (n) generado la (s) falla (s).

**Efecto:** Son las consecuencias que trae consigo la falla.

**Responsable:** Indica quienes o quién es el responsable de la falla.

**Acción:** Es aquella operación generadora de la falla.

**Prevención:** Indica las medidas preventivas a implantar para evitar la falla.

| (F)alla                            | (A)pariencia                                    | (C)ausa                        | (E)fecto  | (R)espon-sable          | (A)cción  | (P)revención   |
|------------------------------------|---|--------------------------------|---|-------------------------|---|--|
| Tpo. Excesivo de espera en caja    | Queja del Cliente                               | Fallo del Sistema              | Congestión en caja                                | Jefe del Sistema        | Revisión y Habilitación del Sistema             | Que el Jefe Sistemas realice una revisión cte del Sistema.                     |
| Error en codificación-Código Barra | Inconformidad del Cliente                       | Mala Codificación de la Prenda | Reclamo del área correspondiente                  | Jefe del área           | Verificación de códigos y etiquetados           | Supervisión cte. De códigos y etiquetado.                                      |
| La no desactivación de Sensores    | La incomodidad del Cliente por el Supuesto Robo | Descuido de la cojora          | La activación de alarma y revisión de vigilancie. | Cajera                  | Desactivación de sensores                       | Capacitación del Personal de caja.   |
| Falla en la Prenda                 | Reclamo del Cliente                             | Control de Calidad             | Cambio Producto                                   | Jefe de Control Calidad | Cambio de producto y hacer efectiva la Garantía | Verificación del jefe Control Calidad de prenda, antes de ser ingresada a Ida. |

Figura 26. Diagrama FACERAP

### 3.1.3. Mapa de Procesos

Identificar e interrelacionar los procesos es el primer paso para poder comprenderlos y mejorarlos. Para ello es absolutamente recomendable apoyarse en metodología sólida y consistente que no solo permita construir un Mapa de Procesos (Figura 27) sino que garantice la fiabilidad del diseño de las interrelaciones implícitas en el mismo.

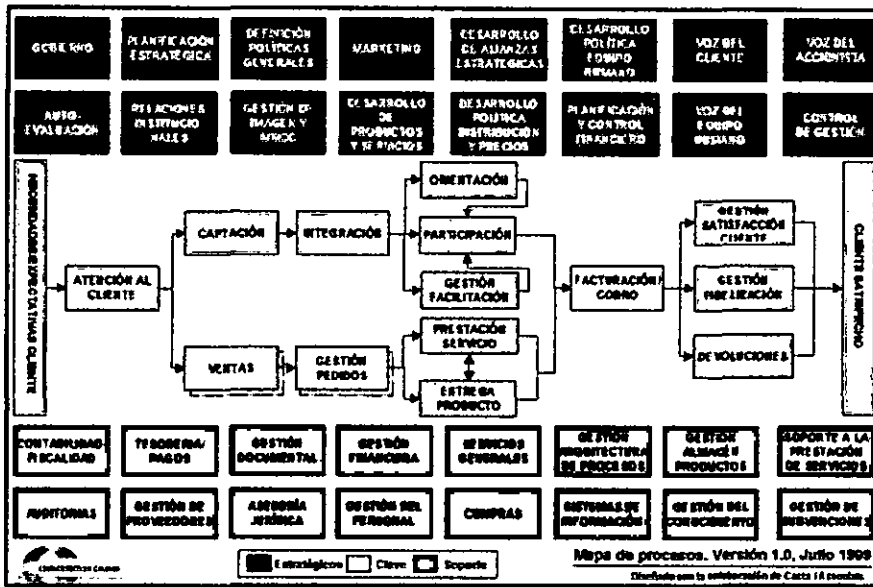


Figura 27. Mapa de procesos – Fuente: Club Gestión Calidad

### Procesos de Gestión

Son los que proporcionan directrices de gestión a los demás procesos y son realizados principalmente por el cuadro directivo de la Obra. Generalmente se refieren a las normas, especificaciones y planeamiento de la obra para la implementación de mejoras.

### Procesos Claves

Referido principalmente a lo concerniente al cliente externo, tienen impacto en éste creando valor; son las actividades esenciales de la construcción y están definidas como partidas o actividades del proceso constructivo (productivo)

## Procesos de Soporte

Dan apoyo a los procesos claves y le permiten el desarrollo normal. Están definidas principalmente como actividades de contratación de personal, formación de personal, mediciones, topografía, logística, sistemas de información, mantenimiento de las obras provisionales y oficinas.

Los procesos antes mencionados pueden ser aplicados a cada actividad proceso o subproceso que se genere.

Para poder avanzar en la gestión y mejora de los procesos existe una diferenciación importante a tener en cuenta: La diferencia entre proceso y procedimiento.

- Un proceso es un conjunto de acciones compuesto por una serie de etapas, las cuales añaden valor a las entradas (inicio) con el fin de producir unas salidas (objetivos) que satisfagan las necesidades del cliente del proceso.
- Un procedimiento es la descripción o representación gráfica de las actividades inherentes a un proceso.

También podemos definir que un proceso nos dice lo QUE hacemos y para QUIEN lo hacemos y un procedimiento nos dice COMO hacerlo.

### 3.1.4. Diagrama de Flujo

El diagrama de flujo es una representación gráfica de una secuencia lógica mediante símbolos creando una interrelación entre las actividades para simplificar su interpretación. Este proceso tiene 2 aspectos claves:

- La planificación previa a la construcción requiere la definición clara del objetivo de su desarrollo y el establecimiento, a priori, del resultado de dicho proceso.
- El Diagrama de Flujo debe expresar fielmente el proceso real en estudio.

Su utilización será beneficiosa para el desarrollo de proyectos que estén implicados en la mejora de la calidad.

## Características principales

Para comprender la naturaleza de la herramienta, se distinguen las siguientes características:

### Capacidad de Comunicación

Permite la puesta en común de conocimientos individuales sobre un proceso, y facilita la mejor comprensión global del mismo.

### Claridad

Proporciona información sobre los procesos de forma clara, ordenada y concisa.

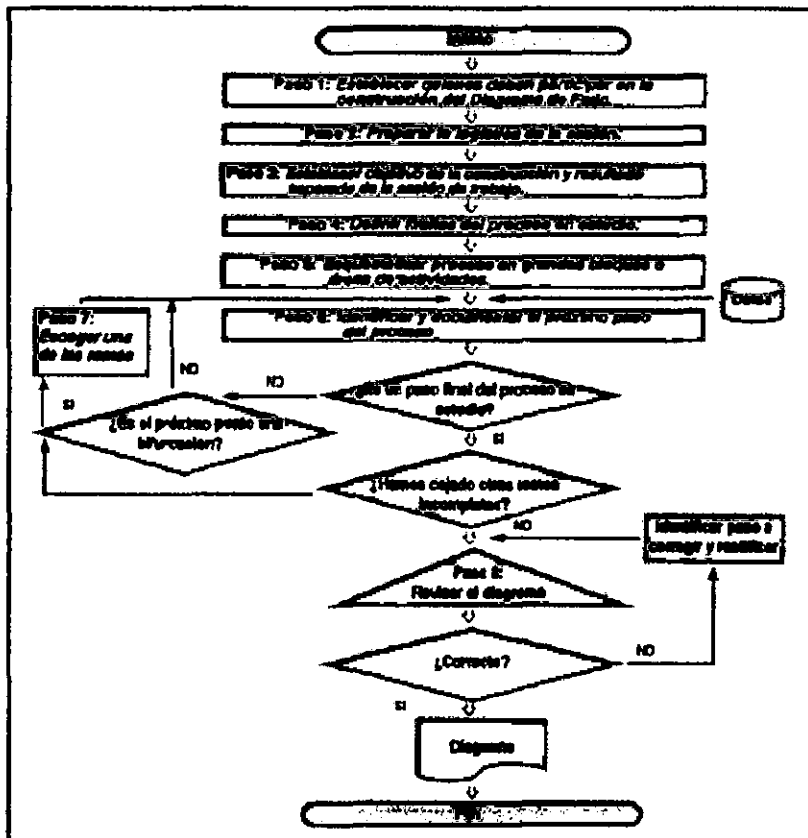


Figura 28. Diagrama de Flujo - Fuente: Fundación Iberoamericana para la Gestión de la Calidad (fundibeq).

Para la construcción de los Diagramas de Flujo se utilizarán los siguientes símbolos:

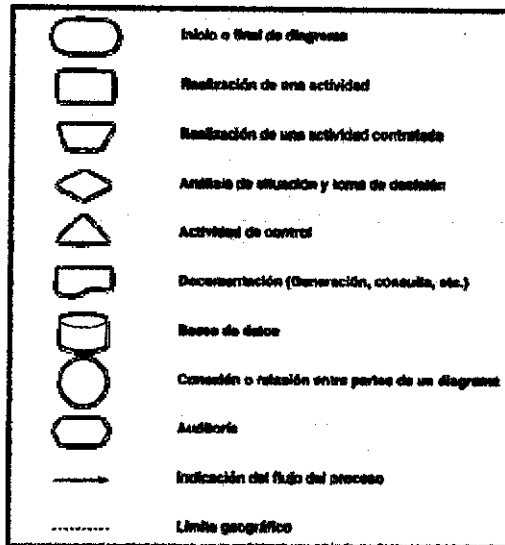


Figura 29. Símbolos para la construcción de un diagrama de flujo – Fuente: Fundación Iberoamericana para la Gestión de la Calidad (fundibeq).

### Construcción del Diagrama de Flujo

Definir claramente la utilización del Diagrama de Flujo y el resultado que se espera obtener.

- Es necesario clarificar el objetivo de la construcción del Diagrama de Flujo.
- Esta clarificación permitirá definir el grado de detalle y la estructura que se requieren en el diagrama para poder alcanzar dicho objetivo.

### Límites del proceso en estudio.

La mejor forma de definir y clarificar dicha definición de los límites del proceso es decidir cuáles son los primeros y últimos pasos del Diagrama de Flujo.

El primer paso es la respuesta a la pregunta:

¿Qué nos indica que empieza el proceso?

El último paso debe contestar a la pregunta:

¿Cómo sabemos que el proceso ha terminado?

### Identificar y documentar los pasos del proceso.

Esta actividad puede comenzar, tanto por el primer paso del proceso, como por el último, no existiendo ningún criterio que indique mayor eficacia en alguno de los dos enfoques.

La identificación y documentación de los pasos del proceso, son las siguientes:

- Cuales son las entradas significativas. Señalar estas entradas, por medio de los símbolos apropiados, en el diagrama.
- Cuales son los resultados significativos como consecuencia del paso anterior. Señalar estos resultados, por medio de los símbolos apropiados, en el diagrama.
- Cuales son las actividades inmediatamente siguientes que debemos realizar. Señalar estas actividades, mediante el símbolo apropiado, en el diagrama.

Partiendo del primer paso, realizar este proceso hasta alcanzar el último o viceversa.

Dibujar el proceso con exactitud disponiendo el flujo principal siempre de arriba abajo o de izquierda a derecha.

### **Realizar los puntos de decisión o bifurcación.**

Cuando se llega a un paso en el que existe un punto de decisión o de bifurcación se realiza lo siguiente:

a) Escribir la decisión o alternativa de acuerdo con la simbología utilizada e identificar los posibles caminos a seguir mediante la notación adecuada.

En general, cuando se trata de una toma de decisión, se incluye dentro del símbolo una pregunta y la notación de las dos ramas posibles correspondientes se identifican con la notación SI/NO.

b) Escoger la rama más natural o frecuente de la bifurcación y desarrollarla, hasta completarla.

c) Retroceder hasta la bifurcación y desarrollar el resto de las ramas de igual modo.

### **Posibles problemas y deficiencias de interpretación**

La principal causa de deficiencias en la interpretación de los Diagramas de Flujos es que éste no refleje la realidad.

Esto puede ser debido a:

- Se representa el proceso ideal tal y como debería ser realizado, y no la práctica habitual de aquellos que lo ejecutan.
- Se consideran irrelevantes pequeños bucles existentes.
- Se desconoce realmente como opera parte del proceso.



- Se utilizan Diagramas de Flujo desfasados que no han sido revisados después de producirse cambios en el proceso.

Para evitar la aparición de estas situaciones se aconseja, siempre que sea posible, la confrontación del diagrama con la realidad, siguiendo en la práctica la ejecución del proceso.

### **Utilización en las fases de un proceso de solución de problemas.**

El Diagrama de Flujo es una herramienta de gran aplicación en la solución de problemas:

- En la fase de definición de proyectos para identificar oportunidades de mejora, guiar la estimación de costes asociados al problema, identificar los organismos implicados en el mismo y establecer las fronteras de la misión del grupo de trabajo que debe abordarlo.
- En el inicio de cualquier proyecto, para unificar el conocimiento básico de los participantes en el mismo.
- En la fase de diagnóstico, para la planificación de las recogidas de datos y para la elaboración de teorías sobre las causas.
- En la fase de diseño de soluciones, para guiar en el diseño de sistemas de control y para la identificación de posibles focos de resistencia al cambio.
- En la fase de implantación de soluciones, para mostrar el proceso y los cambios realizados y para identificar las necesidades de formación existentes.

## **3.2. Registro de Información**

### **3.2.1 Sistema de base de datos**

#### **Definición**

Un sistema de base de datos es un conjunto de información almacenada que permite un acceso directo y de acciones que gestionan estos datos para posteriormente acceder de forma rápida y estructurada. En 1970, Codd<sup>30</sup> propuso el modelo relacional, este modelo es el que ha marcado la línea de

---

<sup>30</sup> Edgar Frank Codd, Científico informático inglés.

investigación por muchos años, ahora se encuentran los modelos orientados a objetos.

### **Tipos de Base de Datos**

a) Según la variabilidad de los datos almacenados.

#### **-Base de Datos estática**

Éstas son bases de datos de sólo lectura, utilizadas primordialmente para almacenar datos históricos que posteriormente se pueden utilizar para estudiar el comportamiento de un conjunto de datos a través del tiempo, realizar proyecciones, y almacenar formatos de documentos.

#### **-Base de Datos dinámica**

Éstas son bases de datos donde la información almacenada se modifica con el tiempo, permitiendo operaciones como actualización y adición de datos, además de las operaciones fundamentales de consulta. Un ejemplo de esto puede ser la base de datos utilizada en un sistema de información de una tienda de abarrotes, una farmacia, un videoclub, etc.

b) Según el Contenido.

#### **-Base de Datos Bibliográfica**

Solo contienen un representante de la fuente primaria, que permite localizarla. Un registro típico de una base de datos bibliográfica contiene información sobre el autor, fecha de publicación, editorial, título, edición, de una determinada publicación, etc.

#### **-Base de Datos de Texto Completo**

Almacenan las fuentes primarias, como por ejemplo, todo el contenido de las ediciones de una colección de revistas científicas.

### **Modelos de Base de Datos**

Un modelo de base de datos es básicamente una "descripción" de algo conocido como *contenedor de datos* (algo en donde se guarda la información), así como de los métodos para almacenar y recuperar información de esos contenedores. Los modelos de datos no son cosas físicas: son abstracciones que permiten la

implementación de un sistema eficiente de *base de datos*; por lo general se refieren a algoritmos, y conceptos matemáticos.

#### **a) Base de datos jerárquica**

Es aquella que almacena su información en una estructura jerárquica según la importancia o el tipo, estas son especialmente útiles en el caso de aplicaciones que manejan un gran volumen de información y datos muy compartidos permitiendo crear estructuras estables y de gran rendimiento. Una de las principales limitaciones de este modelo es su incapacidad de evitar las inconsistencias de datos.

#### **b) Base de datos de red**

Es una gran mejora con respecto al modelo jerárquico, ya que ofrece una solución eficiente al problema de las inconsistencias de datos; pero, aun así, la dificultad que significa administrar la información en una base de datos de red ha significado que sea un modelo utilizado en su mayoría por programadores más que por usuarios finales.

#### **c) Base de datos relacional**

Es el modelo más utilizado en la actualidad, sobre todo en lo concerniente a problemas reales y administrar datos dinámicamente. En 1970, Edgar Frank Codd de los laboratorios IBM en San José (California), consolidó un nuevo paradigma en los modelos de base de datos. Su idea fundamental es el uso de "relaciones", estas podrían considerarse en forma lógica como conjuntos de datos llamados listas. La mayoría de las veces se conceptualiza de una manera más fácil, cada relación como si fuese una tabla que está compuesta por *registros* (las filas de una tabla), que representarían las listas, y *campos* (las columnas de una tabla).

En este modelo, el lugar y la forma en que se almacenen los datos no tienen relevancia (a diferencia de otros modelos como el jerárquico y el de red). Esto tiene la considerable ventaja de que es más fácil de utilizar para un usuario esporádico de la base de datos. La información puede ser recuperada o almacenada mediante "consultas" que ofrecen una amplia flexibilidad y poder administrar la información (Figura 30).

The diagram shows a table with 9 rows and 6 columns. The columns are labeled 'Codigo', 'Nombre', 'Apel.', 'Ape2', and 'Depart'. The 'Codigo' column is marked as the 'Primary Key'. The 'Depart' column is marked as the 'Foreign Key'. A box labeled 'Fila' points to the first row, and a box labeled 'Columna' points to the first column.

| Codigo | Nombre | Apel.     | Ape2    | Depart |
|--------|--------|-----------|---------|--------|
| 1      | Juan   | García    | García  | 1      |
| 2      | Pepe   | García    | Sanchez | 1      |
| 3      | Carlos | Sanchez   | Sanz    | 3      |
| 4      | Ana    | Sanz      | Lopez   | 3      |
| 5      | Juana  | Fernandez | Lopez   | 2      |
| 6      | Lucía  | Gomez     | Lozano  | 1      |
| 7      | Pablo  | Lozano    | García  | 3      |
| 8      | Pedro  | Heras     | Gomez   | 4      |
| 9      | Tomas  | Alonso    | Santos  | 5      |

Figura 30. Ejemplo de una base de datos relacional

### Ventajas del uso del sistema de base de datos

- Independencia de Datos y Tratamiento.

Un cambio en los datos no implica un cambio en los programas y viceversa (Menor costo de mantenimiento).

- Coherencia de Resultados.

Reduce la redundancia (acciones lógicamente unidas, se evita inconsistencia).

- Mejora en la disponibilidad de Datos.

No existe un dueño de los datos pero si se puede restringir el uso y se guarda la descripción.

- Cumplimiento de ciertas normas.

Restricciones de Seguridad tanto para usuarios como para las operaciones.

- Otras ventajas.

Más eficiente gestión de almacenamiento.

### Limitaciones del uso del sistema de base de datos

- El tiempo que se demora en ingresar los datos de costos al sistema de base de datos sufre un considerable retraso, porque las facturas se reciben varios días después que se hayan culminado la reparación y a menudo pasan semanas para que estas puedan quedar cerradas.

- Al ser de uso manual, está sujeto a errores humanos.

- Es muy caro el personal de oficina para que solo realice ingreso de datos y análisis de resultados, ya que cualquier esfuerzo para obtener más datos necesita de más personal.

### 3.3. Administración del Conocimiento Obtenido

Evaluar los problemas post-construcción y mejorar a partir de ellos, es una forma no tradicional de aprender, investigar, y mejorar; que puede ser expresado en el nivel de incidencias de los problemas.

La realización de una Base de Datos es un pilar importante en la compilación de información y el análisis de los problemas. Un Sistema de base datos puede ser incluido como una metodología aplicable a la evaluación de problemas post-construcción, el cual debe ser utilizado y nutrido con mas información por las personas que intervienen en la construcción (ingenieros, subcontratistas, proveedores), es justamente aquí donde se mostrara si realmente será viable el uso de la base de datos en el tiempo.

El conjunto de experiencias, valores, información, percepciones e ideas que posee cada persona que participa directa o indirectamente en la Industria de la Construcción es muy valiosa. El conocimiento estructurado y planificado puede llegarse a reforzar, incrementando la competitividad individual y colectiva. La Gestión del Conocimiento tiene mucho que ver entre otros factores con los activos intangibles, con el aprendizaje organizacional, con el capital humano, intelectual y relacional.

La gestión del conocimiento puede transmitirse con el uso de una base de datos que ya de por sí, tiene la característica de ser ordenado y sistemático. Aprovechar la función de la base de datos para los fines de la gestión del conocimiento genera que una gama de problemas post-construcción se agreguen o cambien dependiendo como varíen los procedimientos constructivos o los materiales empleados en las actividades de la construcción en un futuro. La mejora continua es un proceso implícito en el diseño de una base de datos.

## **CAPÍTULO IV: EVALUACIÓN DE LOS PROBLEMAS POST CONSTRUCCIÓN EN EDIFICACIONES MULTIFAMILIARES**

### **4.1 Evaluación del Desempeño de Edificios mediante el uso de un Sistema de Base de Datos**

#### **4.1.1 Antecedentes**

Para medir el desempeño de las viviendas se pueden tener diferentes criterios de aplicación, uno de ellos es en base a las necesidades que perciben los usuarios de sus viviendas ya sea por un error de construcción debido a la ocurrencia de prematuros problemas de calidad o porque no se concibió construir o equipar una parte de la construcción.

Cuando se hace referencia de una edificación que tiene un alto desempeño, en esta puede considerarse que se han seguido criterios de calidad en la etapa de diseño y construcción, enfocados hacia el cumplimiento de la durabilidad integral de la vivienda, la plena satisfacción del usuario, y una óptima gestión de uso y conservación de la misma. Un buen desempeño de las viviendas hace que se eviten necesidades funcionales, de operatividad, serviciabilidad, y seguridad por parte del usuario y a la vez se reducen los costos adicionales por las reparaciones, errores a subsanar (re trabajos) o reposiciones. En algunas ocasiones el usuario mismo es el que aporta el dinero para resanar los problemas de calidad en búsqueda de un confort que no se concibió darle.

La necesidad de investigar si una construcción que ha sido catalogada de buen desempeño antes de su puesta en marcha, seguirá siendo catalogada de la misma forma después de la etapa post-construcción. Es una de las interrogantes por la cual desde 1960 en los Estados Unidos se dio origen a las Evaluaciones post-ocupacionales (Post Occupancy Evaluation / POE). Preiser y sus colegas<sup>31</sup> definieron POE como: un proceso de evaluación sistemática a los edificios después de haber sido construidos y haber sido ocupados por los usuarios.

POE usualmente involucra la retroalimentación de los ocupantes del edificio, a través de cuestionarios, entrevistas y talleres, pero también puede implicar

---

<sup>31</sup> Preiser, W.F.E. Rabinowitz, H.Z., y White, E.T. Post Occupancy Evaluation, pp15-50.

medidas más objetivas, como la vigilancia ambiental, la medición del espacio y análisis de costos. POE valora si los edificios responden a las necesidades de los usuarios e identifica maneras de mejorar el diseño y el funcionamiento del edificio.

### **Características para la evaluación**

- Debe existir un interés en mejorar el edificio por parte de los usuarios, los cuales son todas las personas que se ven involucradas: el personal, los administradores del edificio, los clientes, los visitantes, los propietarios, los equipos de diseño y de mantenimiento, o cualquier grupo con interés particular (como por ejemplo los minusválidos).
- POE usa directamente la experiencia de los usuarios en sus viviendas como base para evaluar si el edificio funciona de manera requerida. La evaluación post-ocupacional es muy diferente de las encuestas tradicionales y de los estudios de mercado.
- La evaluación post-ocupacional puede ser utilizada para objetivos diferentes incluso como punto de partida para nuevas construcciones, elaborar nuevas instalaciones y gestionar aquellos edificios con diversos problemas. Las organizaciones utilizan esta evaluación también cuando establecen sistemas de mantenimiento, de recambio, de compra o suministro, cuando preparan renovaciones, o cuando seleccionan lugares para comprarlos o alquilarlos.

### **El proceso de evaluación**

Una evaluación post-ocupacional típica tiene las siguientes tres etapas:

1. **Preparación (2-3 semanas):** Identificación de los grupos de usuarios, programación, selección de los participantes, cartas de invitación a los participantes.
2. **Entrevistas (1 semana):** Entrevista a pequeños grupos de usuarios dentro del edificio (ayuda a hacer comentarios y observaciones). Una sesión de análisis permite de verificar los comentarios, establecer

prioridades y revisar el proceso. Se puede también utilizar estudios de las observaciones así como cuestionarios escritos.

**3. Análisis e informe (3-6 semanas):** Documentación de las averiguaciones de los participantes, recomendaciones, compilación y presentación del informe.

El término "post-ocupación" puede ser confuso pero simplemente se refiere a un edificio que finalmente será ocupado por los usuarios. Como consecuencia de ello, POE puede ser llevado a cabo antes y después del proyecto. Por otra parte, las evaluaciones pueden llevarse a cabo en intervalos regulares para monitorear cómo las instalaciones del edificio y su funcionamiento está en función de sus futuros ocupantes. POE en la etapa previa al proyecto se puede utilizar como se muestra en la figura 31.

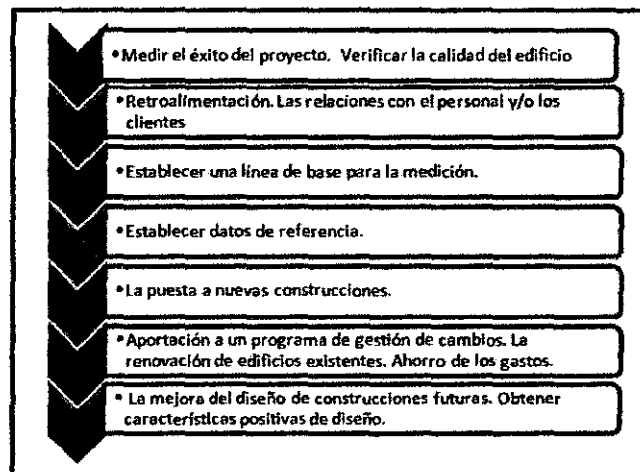


Figura 31. Beneficios de una Evaluación Post-ocupacional

Un POE posterior al proyecto se realiza generalmente seis a doce meses después de la finalización del proyecto, de esta manera los usuarios llegan a comprender cuales son las deficiencias de las viviendas. Sin embargo, las evaluaciones intermedias en el proyecto podrán realizarse durante la fase de ejecución de proyectos y en la terminación. *Guide to Post Occupancy Evaluation*<sup>32</sup>, presenta las diversas metodologías que pueden ser adoptadas para la Evaluación post-ocupacional.

<sup>32</sup> Bartex M J. *Guide to Post Occupancy Evaluation*, pp 14-15.



Las técnicas evaluadas pueden ser la hoja de evaluación de observación (Ver ANEXO 9) y los cuestionarios de revisión del estado operacional de las viviendas desde el punto de vista de los clientes e ingenieros (Ver ANEXO 10 Y ANEXO 11).

### **Ejemplo de evaluación**

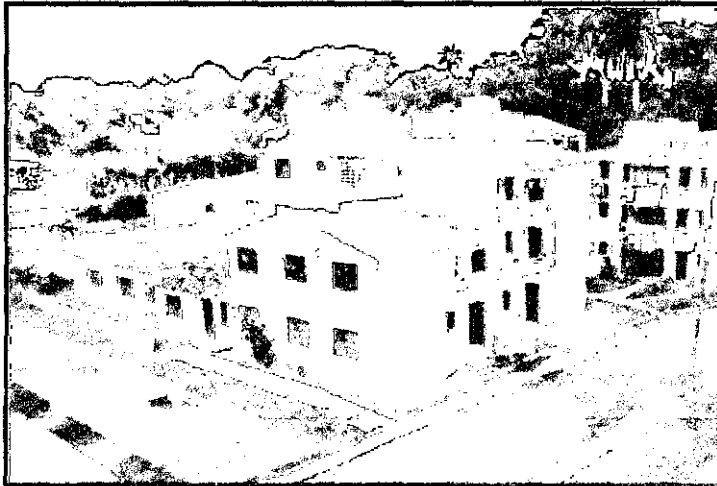
En el 2007, Artiles y Olivera<sup>33</sup> realizaron un estudio al conjunto habitacional La Granjita (construido en 1998) en la ciudad de Santa Clara, Cuba (Fotografía 3). El sector estudiado está compuesto por Edificios Multifamiliares de baja altura (5 pisos a menos), donde se han manifestado diversos deterioros prematuros por defectos de diseño y de construcción, que impactan negativamente en la satisfacción de sus residentes. En estos edificios habitaban 54 familias de las cuales se seleccionaron para el estudio 38, lo que representa el 71 % del total de los usuarios, la investigación se realizó a ocho años de estar en uso estas viviendas.

Se evaluó el impacto que tiene el desempeño de las viviendas, dados por los problemas de calidad, tomando como base la percepción de los residentes. La herramienta empleada para los fines de la investigación fue una Evaluación Post Ocupacional (EPO) que estableció las patologías constructivas de mayor recurrencia, el método de muestreo fue no aleatorio, de forma intencional ya que existe seis edificios de los que se escogieron solo cuatro, por presentar características en su diseño y deterioros constructivos muy similares.

La investigación tenía como objetivo determinar los principales deterioros y complementar el estudio con una evaluación tipo EPO, a partir de los criterios u opiniones de los residentes de las viviendas.

---

<sup>33</sup> Artiles, Dora María y Olivera, Andrés. Calidad y Desempeño durable de las viviendas. La percepción de sus residentes, p34-39



Fotografía 3. Conjunto Habitacional La Granjita, Cuba—Fuente: Artiles y Olivera, 2007.

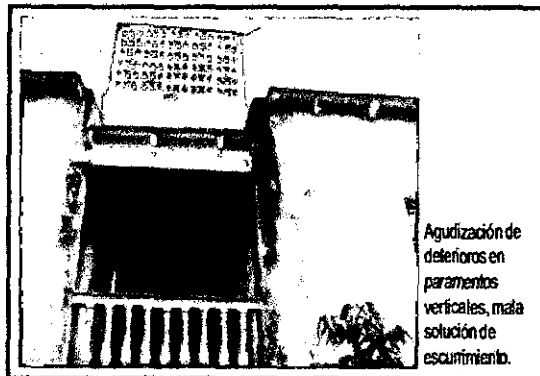
Al obtener los resultados de la aplicación de la EPO, se puede contar con una base de datos donde se reflejan las insatisfacciones de los usuarios, se hace mucho más fácil la rectificación o inclusión de requisitos de diseño que permitan superar los errores, elevando la calidad de uso de las viviendas.

El estudio se complementó con técnicas empíricas, como son la técnica documental y la de campo, el cual se apoyó en material fotográfico y encuestas personales, lo cual permitió a los investigadores tener una aproximación práctica en condiciones reales. En cuanto a la encuesta personal, se estructuró en un cuestionario de 24 preguntas, agrupados en cuatro aspectos generales que permitieron caracterizar los problemas de calidad que afectan a las viviendas, estas son:

- Describir las viviendas para saber el grado de identificación y el arraigo de las personas con el inmueble y como le afecta a ellos la aparición de deterioros prematuros.
- Conocer el estado inicial y final en cuanto a la calidad de las viviendas y de qué manera los habitantes aportaron para mejorar la calidad.
- De existir una intervención por parte del usuario, esta contrajo consigo otras patologías en las viviendas.

- Especificar los aspectos positivos y negativos de las viviendas y si consideran los habitantes que los defectos en la vivienda son problemas de diseño, posibles a solucionar.

En la Fotografía 4 y 5, se muestran los deterioros de las viviendas del Conjunto Habitacional La Granjita.



Fotografía 4. Deterioro de soportes verticales - Fuente: Artiles y Olivera, 2007.



Fotografía 5. Deterioro causado por la humedad - Fuente: Artiles y Olivera, 2007.

Después de procesar las encuestas realizadas a los usuarios de las viviendas y verificar en campo el estado en el que se encuentran los inmuebles, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Con respecto a la calidad aparente que presentaba la vivienda al inicio de su ocupación, el 54.8 % refiere que fue deficiente, el 38.7 % aceptable, y el 6.5 % satisfactoria. Estas opiniones no coinciden con el grado de deterioro observado, lo que se corresponde con el escaso conocimiento de los moradores sobre el tema constructivo.

- } Las deficiencias de calidad detectadas, identifican a las cubiertas con un 94,1 %, la carpintería con 70.6 %, los revestimientos en el 64.7 %, las instalaciones eléctricas con el 58.8 %, y las pinturas e instalaciones sanitarias en el 47.1 %, como los elementos peor resueltos en el diseño de los edificios.
- } Es importante destacar en este análisis, que el 89.5 % de los habitantes, manifiesta haber sido afectado por algunos deterioros constructivos aparecidos en los primeros cinco años de uso de la vivienda, donde en orden de importancia según la opinión de los usuarios están, las filtraciones o goteras de las cubiertas, seguida de la pudrición de la carpintería, manchas de humedad en cubiertas, entrepisos y muros, desprendimientos de pinturas y el encharcamiento de agua en balcones, baño, cocina y patio.
- } Los problemas anteriores según los usuarios que el 62,5 % son causadas total o parcialmente por errores o deficiencias en el diseño, señalando como principales la falta de detalle en las terminaciones, pendientes no adecuadas, drenajes con diámetros insuficientes, todo lo cual favorece la presencia de humedad.
- } Las acciones de mejoramiento y(o) reparación fueron en un 87,5 % ejecutadas por los propios usuarios, sin orientación técnica y teniendo en cuenta los ingresos familiares, el 76,4 % de los encuestados consideran los costos de estas acciones de medio a elevados.

Finalmente a partir del análisis de los deterioros de las edificaciones, el estudio recomienda profundizar en trabajos posteriores en lo relacionado con las insatisfacciones funcionales percibidos por los habitantes de las viviendas.

Se estableció que los deterioros o patologías constructivas de mayor manifestación en la muestra estudiada son las que se deben a la humedad dada por el agua, siendo la principal incomodidad y factor perjudicial a las edificaciones.

El estudio al Conjunto Habitacional La Granjita está referido a viviendas de interés social y de baja altura. Tomar en cuenta que a mayor altura se puede tener otros problemas de diversa índole. Finalmente la evaluación post-

ocupacional (EPO) realizada al Conjunto Habitacional La Granjita evidenció que las conclusiones obtenidas no se almacenó en un sistema de base de datos para tener uso de una información estructurada y ordenada.

### **Comentarios**

De los 7 beneficios de la Evaluación Post-ocupacional mostrados en la Figura 31, existen 2 de ellos que no son el resultado de esta investigación los cuales son: creación de nuevas construcciones a raíz del informe de la evaluación post-ocupacional, y la renovación de edificios existentes. La investigación plantea crear una metodología nueva para el análisis de los problemas post-construcción con la ayuda de un área de post-venta y mantenimiento como soporte y no contempla realizar una Evaluación post-ocupacional para lograr tales fines. Si bien es cierto, la opinión del usuario y/o cliente son importantes para llegar a entender los problemas que los aquejan a estos, pero los cuestionarios, comentarios y entrevistas que se realizan a los usuarios mediante POE suelen ser subjetivos y no necesariamente responde a lo que quiere el usuario.

Por ello se analizará a las viviendas por el grado de incidencia de los problemas post-construcción detectados y así se encontrarán las deficiencias sin que el usuario especifique cuales sean estas. Es una forma indirecta de conocer los problemas que los usuarios sufren, con el fin de proponer mejoras las cuales son realizadas por el área de post-venta y mantenimiento. La labor fundamental que hace tanta falta, no es la de resolver los problemas encontrados (lo cual es necesario, por supuesto) sino hacer que el conocimiento tácito que se tiene al proponer las soluciones sean conocidos y distribuidos a otros para que se consideren en las fases de diseño y construcción, minimizando los problemas e incrementando el desempeño de las viviendas. Gestionar la información acumulada de las experiencias anteriores, rescatando lo positivo es la tarea que servirá para la mejora continua.

### 4.1.2. Diseño de Experimentos

Los antecedentes mostrados de los problemas recurrentes en las Edificaciones motivaron la realización de esta investigación, que comenzó en Enero del 2008 y tuvo como objetivo mostrar las incidencias de los problemas post-construcción en base a las inconformidades de los usuarios, previo análisis de la validez del problema planteado por el usuario. Se llegan a resumir las patologías encontradas en las Edificaciones, y se administra la información en un Sistema de Base de Datos para que pueda ser tomado en cuenta en posteriores construcciones del mismo tipo.

#### Espacio o Escenario

El estudio se llevó a cabo en la ciudad de Lima (Perú) en donde se analizaron los problemas post-construcción de 6 Edificaciones Multifamiliares las cuales presentaron similares características y en donde se encontraron un mayor número de problemas de calidad.

El perfil de las edificaciones es:

- Uso: Residencial.
- Altura > 20m (más de 7pisos).
- Sistema Estructural: Edificaciones aporticadas.
- Sector social a los que están dirigidas: A-B-C.

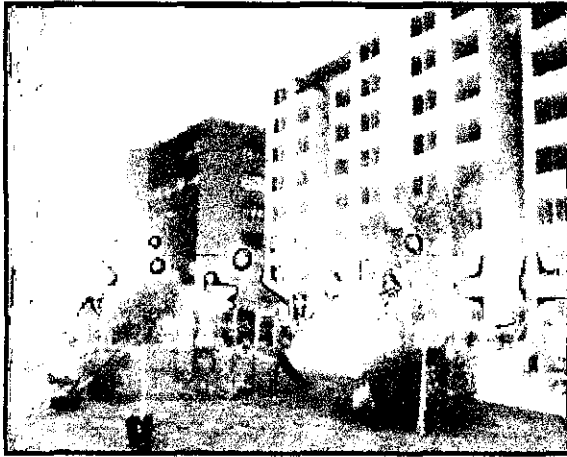
| EDIFICACIONES            | USO         | UBICACIÓN   | UI  | #PISOS | SECTOR SOCIAL |
|--------------------------|-------------|-------------|-----|--------|---------------|
| Edificación 1<br>(2004*) | Residencial | Surquillo   | 149 | 8      | C             |
| Edificación 2<br>(2005*) | Residencial | San Isidro  | 33  | 15     | A             |
| Edificación 3<br>(2006*) | Residencial | Surquillo   | 38  | 16     | B             |
| Edificación 4<br>(2007*) | Residencial | Jesús María | 213 | 18     | B             |
| Edificación 5<br>(2007*) | Residencial | Miraflores  | 55  | 7      | B             |
| Edificación 6<br>(2008*) | Residencial | Miraflores  | 33  | 17     | A             |

Figura 32. Edificaciones Multifamiliares Estudiadas

#### Notas

(\*) Año en el que se finalizó la construcción de la edificación.

UI: unidades inmobiliarias o viviendas.



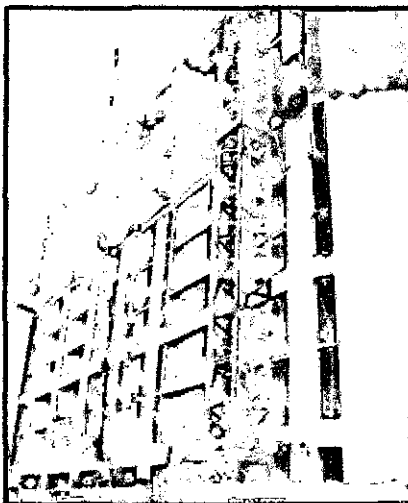
Edificio de 7 torres de vivienda, 149 departamentos, 37 estacionamientos  
Lima - Surquillo  
2003 – 2004

Figura 33. Edificio Residencial 1



Edificio de 15 pisos con 33 departamentos de lujo y 3 sótanos. Área: 20.000 m<sup>2</sup>  
Lima - San Isidro  
2004 - 2005

Figura 34. Edificio Residencial 2



Edificio de departamentos de 19 pisos y 2 sótanos  
Lima - Miraflores  
2005

Figura 35. Edificio Residencial 3



Edificio de 3 torres de vivienda de 18 pisos  
y 1 torre de estacionamientos

Lima - Jesús María

2006 - 2007

Figura 36. Edificio Residencial 4



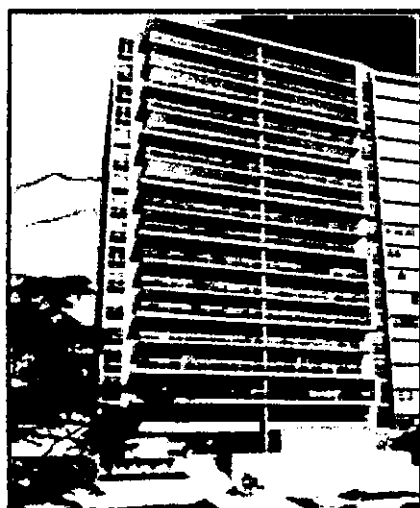
Edificio de 3 bloques, 55 departamentos y  
sótano estacionamiento.

Área: 6.800 m<sup>2</sup>

Lima - Miraflores

2006 - 2007

Figura 37. Edificio Residencial 5



Edificio de vivienda 17 pisos y 4 sótanos.

Área: 10.800 m<sup>2</sup>

Lima - Miraflores

2007 - 2008

Figura 38. Edificio Residencial 6



La recopilación de datos se llevó a cabo en el Área de Post-Venta y Mantenimiento de la Empresa Contratista responsable. El servicio Post Venta es ofrecido por la empresa contratista a sus clientes por un periodo de 5 años en las construcciones que realiza.

### Garantías:

- Levantar las observaciones anotadas en el Acta de Entrega del Inmueble (Ver Anexo 12).
- Levantar las observaciones provenientes de los vicios ocultos del Inmueble.

### Sistema de Muestreo

Se realizó un muestreo segmentado a lo largo de 1 año y 3 meses en las 6 Edificaciones Multifamiliares antes mencionadas. Mediante un procedimiento de atención al usuario se pudo recolectar los diversos problemas de calidad que estas edificaciones presentaban y también las inconformidades que los que habitantes tenían de sus viviendas, consiguiendo un adecuado almacenamiento de la información. (Figura 39)

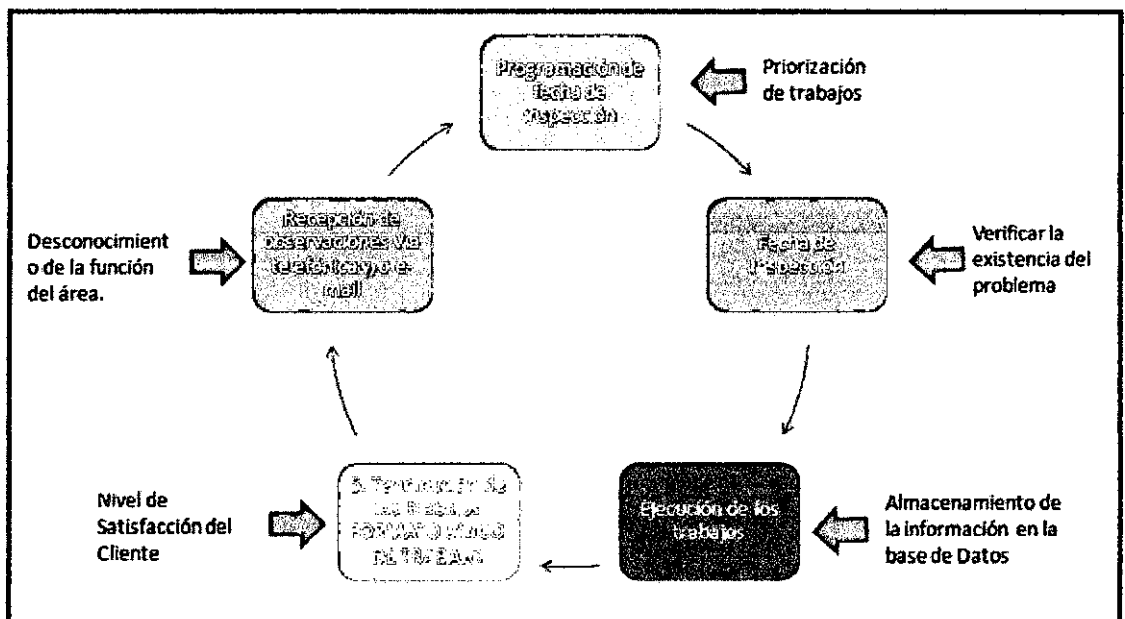


Figura 39. Procedimiento de Atención al Cliente – Elaboración Propia.

El flujo de trabajo para llegar a obtener la información de los problemas post-construcción comienza con la recepción de las observaciones por parte del usuario, donde muchas veces el usuario muestra un total desconocimiento de la función del Área de Post-Venta y Mantenimiento. Los usuarios piensan que la labor del Área corresponde a realizar cambios de diseño o arquitectónicos según el criterio que estos crean conveniente, lo cual no es correcto. Si es válido el reclamo debido a la mala calidad del material, mal funcionamiento u otros y está dentro del tiempo de garantía (el tiempo de garantía lo define la empresa contratista) se procede a la Programación de la Fecha de inspección. Esta programación estará sujeta al nivel de criticidad del problema a atenderse. Los criterios pueden ser por su magnitud, por ser de uso básico, por la repetitividad de la falla, por mucho tiempo de espera del reclamo debido a los cambios de fecha para su inspección, entre otros. Luego se ingresa la información a un sistema de base de datos en Excel (Listas), que constituye una recopilación de los problemas post-construcción ocasionados por defectos en la construcción, de diseño o mantenimiento; el ingreso de datos se da después de haberse confirmado que el reclamo se debe a alguna deficiencia por parte del contratista.

Al inspeccionarse la vivienda en la fecha programada, se obtiene una descripción breve del problema dadas por el usuario, teniendo a la vez los planos de cada especialidad (Estructuras, Arquitectura e Instalaciones) relacionado al problema. Tales planos deben incluir todos los cambios hechos durante la ejecución de la edificación.

Además, se debe especificar el tipo de causa y responsable del problema. Entonces se conoce claramente, si corresponde que el contratista realice los trabajos de reparación o no. Si la respuesta es positiva por ende se hará una lista de los materiales a utilizarse y, así como del personal indicado. Si la respuesta es negativa se orienta al usuario la mejor manera de actuar.

Por último, el usuario da la conformidad de que se han terminado los trabajos satisfactoriamente. Se le proporciona un Formato Único de Trabajo, donde se registra el nivel satisfacción que tiene el cliente luego de ser atendido. El escenario de muestreo utilizado es una referencia útil en construcciones similares, donde pueden tomarse decisiones en base a los resultados de la investigación.

### 4.1.3 Levantamiento de Información

El registro de las observaciones dadas por los usuarios una vez realizada la fecha de inspección y ser considerado como válido el reclamo, es ingresado al Sistema de Base de Datos en Excel. La información se organiza en 3 partes: la primera, es el ingreso de datos informativos de la vivienda; la segunda, el ingreso de datos referidos al problema en sí; y la tercera, los trabajos que se realizaron para resolver el problema.

#### Campos Informativos

La fecha del reclamo del usuario es la fecha que se coloca como requerimiento al problema.

| <u>Pop</u> | <u>Fecha</u> | <u>Estado</u><br><u>Req</u> | <u>Nombre del Proyecto</u>        | <u>Idone</u> | <u>Opco.</u> |
|------------|--------------|-----------------------------|-----------------------------------|--------------|--------------|
| 1          | 29/09/2008   | Cerrado                     | Residencial Paseo de la República | 1            | 201          |

Figura 40. Campos Informativos – Elaboración Propia.

El estado del reclamo o estado del requerimiento, se refiere en que etapa de la atención al usuario se encuentra la observación, como se describe a continuación:

- **No procede por recepción:** Se recepciona la inconformidad del usuario pero no corresponde al Área Post-Venta y Mantenimiento subsanar tal problema, debido a que no son problemas propios a la construcción sino más bien de expectativa del cliente.
- **Inspección pendiente:** Se recepciona la inconformidad del usuario pero no se programa fecha de inspección.
- **No procede por inspección:** Se recepciona la inconformidad del usuario la cual parece válida al momento de recepcionarse el reclamo, pero cuando se inspecciona tal falla se llega a la conclusión de que no es responsabilidad del contratista.
- **Atención Pendiente:** Se recepciona la inconformidad del usuario luego se inspecciona y se considera válido el subsanar tal falla, pero aún no se ha reparado.

- **Atención en Proceso:** Se recepcionó la inconformidad del usuario luego se inspeccionó y se considero válida subsanar tal falla, está en proceso la reparación.
- **Cerrado:** Se termino los trabajos concernientes al reclamo en el departamento.

Para el análisis de la información sólo se consideró las etapas de Atención Pendiente, Atención en Proceso y Cerrado (problema levantado). En todas ellas se verifico la existencia de un problema de calidad. A este tipo de observación se catalogó como un reclamo válido.

Además de conocer cuál es el nombre del Proyecto de Edificación en el que ocurrió el problema, luego a que torre (si es que existiera más de una torre en la edificación) y el departamento al que pertenece.

En los campos informativos, cuando se ingresan los datos inmediatamente se autogenera un número de registro y luego se adicionan los demás campos; se puede apreciar lo cambiante y flexible en función del tiempo.

### **Campos de Detalle de Inspección**

En los campos de detalle de Inspección se da énfasis al análisis de los problemas, comenzando por la selección de las categorías.

|                                 |
|---------------------------------|
| <i>Categorías</i>               |
| <i>Albañilería</i>              |
| <i>Tabiquería</i>               |
| <i>Carpintería de Madera</i>    |
| <i>Carpintería de Aluminio</i>  |
| <i>Carpintería Metálica</i>     |
| <i>Acabados</i>                 |
| <i>Enchapes</i>                 |
| <i>Pintura</i>                  |
| <i>Pisos</i>                    |
| <i>Estructuras</i>              |
| <i>Otras Instalaciones</i>      |
| <i>Instalaciones Sanitarias</i> |
| <i>Otros</i>                    |

Figura 41. Tipo de Categorías – Elaboración Propia.

Todos los datos en su mayoría están en función de las sub-categorías. Para subdividir las categorías y obtener resultados concisos se consideró las siguientes sub-categorías.

| Sub-Categorías                     | Sub-Categorías                     |
|------------------------------------|------------------------------------|
| Albañilería                        | Pisos de madera                    |
| Drywall                            | Pisos laminados                    |
| Puertas                            | Pisos vinílicos                    |
| Perfiles de aluminio               | Estructuras de concreto armado     |
| Barandas de escaleras              | Fisuras                            |
| Alfombra                           | Instalaciones especiales           |
| Accesorios de baños                | Instalaciones Eléctricas           |
| Vidrios                            | Telecomunicaciones                 |
| Cerrajería                         | IS - Sistema AF y AC               |
| Muebles de Cocina                  | IS - Sistema Desague y Ventilación |
| Closets                            | IS - Sistema Pluvial               |
| Marmol y granito                   | IS - Sistema Contra Incendio       |
| Sellado                            | Aparatos Sanitarios                |
| Fraguado                           | Válvulas                           |
| Enchapes                           | Griferías                          |
| Pintura para pared                 | Equipo Individual                  |
| Pintura para carpintería de madera | Limpieza                           |
| Pintura para carpintería metálica  | Otros                              |

Figura 42. Tipo de Sub-categorías – Elaboración Propia.

Luego es necesario contar con una descripción breve del problema después de haber inspeccionado la vivienda, y se tomará en cuenta la situación crítica del problema. Encontrar las posibles causas, (error de diseño, mal procedimiento constructivo, material defectuoso, o ambos, y mantenimiento) y responsables (Responsable de Acabados, Estructuras e Instalaciones, Cliente - Usuario, Subcontrata y No aplica responsable).

| Sub-Categoría | Detalle del Requerimiento  | Criticidad    | Causa       | Responsable             |
|---------------|--|---------------|-------------|-------------------------|
| Drywall       | En los muros de drywall de sala y terraza se notan las cabezas de clavos | No Emergencia | Instalación | Responsable de Acabados |

Figura 43. Campos de Detalle de la Inspección – Elaboración Propia.

### Campos de Cierre de Inspección

Finalmente se detalla los trabajos que se realizaron, y se pone en manifiesto la experiencia y conocimientos de los trabajadores e Ingenieros del Área de post-venta y mantenimiento para resolver los problemas presentados. Aquella información debe ser sustentada para ser gestionada y sea de conocimiento público.

| Fecha Atención Programada | Fecha Atención Real | Detalle Trabajo Realizado   | Fecha Cierre Atención |
|---------------------------|---------------------|---|-----------------------|
| 03/10/2008                | 15/01/2009          | Se masillaron y pintaron cabezas de clavos de drywall de sala, terraza y cocina | 16/01/2009            |

Figura 44. Campos de Cierre de Inspección – Elaboración Propia.

Mediante las fechas de atención programada y la fecha real, se puede ver la eficiencia que tiene el Área para atender los problemas de los usuarios, que en la mayoría de los casos es insuficiente; debido al poco personal y recursos asignados a estas labores de reparación.

#### 4.1.4 Análisis de los Resultados

En base a los 3 campos ya mencionados obtenemos una serie de resultados, los cuales son: Frecuencia de los Reclamos válidos según tipo de categoría, Nivel de Incidencia por Tipo de Causa, y Nivel de Incidencia por Tipo de Responsable. Los tipos de Categorías que se presentan en la Figura 42 mayormente presentaron los siguientes problemas:

**Albañilería:** Mal alineamiento y desplome de muros, falta de resane en muros.  
**Tabiquería:** Mala instalación del drywall en los empalmes entre panel y panel.  
**Carpintería de Madera:** Puertas mal instaladas, formación de hongos en las puertas. **Carpintería de Aluminio:** Falta de accesorios en las ventanas y mamparas, no cierran correctamente las ventanas. **Carpintería Metálica:** Barandas oxidadas. **Acabados:** Alfombras no están muy bien adheridas al suelo, falta siliconar los accesorios de baño, cerraduras oxidadas prematuramente, muebles de cocina quiñados, de los closets falta regulación en las puertas; mármol y granito tienen fisuras que parecen betas del propio material o están rotos. La falta de sellado en diversos acabados es recurrente. **Enchapes:** Cerámicos quiñados, falta fragua. **Pintura:** Manchas en muro y en falso cielo raso, falta de pintura en barandas. **Pisos:** Parquet levantado, manchado o presenta aberturas, pisos de laminado o flotante se levantan, piso vinílico presenta manchas. **Estructuras:** Fisuras, manchas de óxido. **Otras Instalaciones:** circuitos eléctricos incorrectos. **Instalaciones Sanitarias:** Filtraciones en tuberías. **Otros:** Limpieza en ambientes.

| Categorías               | Sub Categorías                         | Edificio N°1 | Edificio N°2 | Edificio N°3 | Edificio N°4 | Edificio N°5 | Edificio N°6 | # Reclamos # Acumulado | N       | % Acum. |
|--------------------------|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------------|---------|---------|
| Afectación               | Alumbrado                              | 0            | 2            | 1            | 57           | 1            | 7            | 71                     | 4.21%   | 6.521%  |
|                          | Tubos de                               | 0            | 5            | 0            | 0            | 1            | 1            | 9                      | 0.51%   | 0.625%  |
| Cobertura de Madera      | Puertas                                | 1            | 8            | 2            | 71           | 2            | 10           | 94                     | 6.37%   | 6.325%  |
|                          | Cajoneras de aluminio                  | 0            | 6            | 4            | 32           | 3            | 7            | 54                     | 3.77%   | 3.750%  |
| Carpintería Verbalta     | Elstrucos                              | 0            | 1            | 0            | 20           | 2            | 7            | 30                     | 2.08%   | 2.081%  |
|                          | Aluminio                               | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 10           | 10                     | 0.65%   | 0.65%   |
| Accesorios               | Accesorios de baños                    | 1            | 3            | 0            | 24           | 0            | 1            | 19                     | 1.32%   | 1.32%   |
|                          | Uñetas                                 | 0            | 1            | 0            | 4            | 1            | 1            | 14                     | 1.1%    | 1.1%    |
|                          | Cerámicas                              | 0            | 2            | 0            | 21           | 1            | 4            | 30                     | 2.08%   | 2.08%   |
|                          | Módulo de Cochera                      | 0            | 2            | 0            | 9            | 3            | 3            | 15                     | 1.0%    | 1.0%    |
|                          | Cerchas                                | 0            | 1            | 0            | 20           | 4            | 2            | 25                     | 1.65%   | 1.65%   |
|                          | Módulo de Alacena                      | 0            | 7            | 0            | 0            | 0            | 12           | 12                     | 0.8%    | 0.8%    |
|                          | Escudo                                 | 0            | 3            | 0            | 34           | 4            | 5            | 50                     | 3.47%   | 3.47%   |
|                          | Encapado                               | 7            | 9            | 0            | 98           | 21           | 8            | 135                    | 9.37%   | 9.37%   |
|                          | Ferronaje                              | 0            | 0            | 0            | 11           | 1            | 3            | 20                     | 1.35%   | 1.35%   |
|                          | Plataforma para pared                  | 7            | 16           | 3            | 32           | 14           | 30           | 157                    | 10.97%  | 10.97%  |
| Aluminio                 | Plataforma para carpinterías metálicas | 0            | 0            | 0            | 12           | 1            | 7            | 20                     | 1.35%   | 1.35%   |
|                          | Plataforma para carpinterías metálicas | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 1            | 1                      | 0.0%    | 0.0%    |
| Pisos                    | Pisos de madera                        | 2            | 10           | 3            | 58           | 1            | 13           | 87                     | 6.0%    | 6.0%    |
|                          | Pisos laminados                        | 0            | 0            | 0            | 2            | 0            | 0            | 2                      | 0.14%   | 0.14%   |
| Estructuras              | Pisos metálicos                        | 3            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 3                      | 0.21%   | 0.21%   |
|                          | Estructuras de concreto armado         | 0            | 0            | 1            | 0            | 0            | 0            | 1                      | 0.07%   | 0.07%   |
| Otras Instalaciones      | Instalaciones eléctricas               | 1            | 4            | 0            | 78           | 14           | 7            | 103                    | 7.07%   | 7.07%   |
|                          | Instalaciones sanitarias               | 0            | 3            | 1            | 0            | 1            | 0            | 7                      | 0.49%   | 0.49%   |
| Instalaciones Sanitarias | 10 - Sistema de Ventilación            | 0            | 2            | 1            | 0            | 1            | 7            | 11                     | 0.77%   | 0.77%   |
|                          | 10 - Sistema de Ventilación            | 0            | 2            | 1            | 0            | 1            | 0            | 4                      | 0.28%   | 0.28%   |
|                          | 10 - Sistema de Ventilación            | 0            | 2            | 1            | 0            | 1            | 0            | 4                      | 0.28%   | 0.28%   |
|                          | 10 - Sistema de Ventilación            | 0            | 2            | 1            | 0            | 1            | 0            | 4                      | 0.28%   | 0.28%   |
|                          | 10 - Sistema de Ventilación            | 0            | 2            | 1            | 0            | 1            | 0            | 4                      | 0.28%   | 0.28%   |
|                          | 10 - Sistema de Ventilación            | 0            | 2            | 1            | 0            | 1            | 0            | 4                      | 0.28%   | 0.28%   |
|                          | 10 - Sistema de Ventilación            | 0            | 2            | 1            | 0            | 1            | 0            | 4                      | 0.28%   | 0.28%   |
|                          | 10 - Sistema de Ventilación            | 0            | 2            | 1            | 0            | 1            | 0            | 4                      | 0.28%   | 0.28%   |
|                          | 10 - Sistema de Ventilación            | 0            | 2            | 1            | 0            | 1            | 0            | 4                      | 0.28%   | 0.28%   |
|                          | 10 - Sistema de Ventilación            | 0            | 2            | 1            | 0            | 1            | 0            | 4                      | 0.28%   | 0.28%   |
| Otras                    | Equipo individual                      | 1            | 2            | 2            | 4            | 1            | 2            | 12                     | 0.8%    | 0.8%    |
|                          | Limpieza                               | 1            | 1            | 1            | 3            | 0            | 0            | 5                      | 0.35%   | 0.35%   |
| Otras                    |  | 1            | 3            | 3            | 23           | 2            | 2            | 49                     | 3.47%   | 3.47%   |
|                          |  | 41           | 117          | 43           | 384          | 117          | 113          | 1140                   | 100.00% | 100.00% |

Tabla 10. Incidencia de los problemas post-construcción en edificaciones multifamiliares según los reclamos dados por los usuarios – Elaboración propia

En el Tabla 10, se muestra el cuadro general de la cantidad de reclamos válidos de los problemas encontrados después de la construcción de las 6 Edificaciones Multifamiliares, y resultado de ello se obtiene el nivel de incidencia de los problemas en las categorías. Las sub-categorías que están en formato negrita son las 10 primeras que han presentado una mayor cantidad de reclamos dentro de su categoría asignada, estas son: Pintura para pared, Enchapes, Fisuras, Puertas, Aparatos Sanitarios, Pisos de Madera, Instalaciones Eléctricas, Albañilería, Closets, y Carpintería de aluminio.

Por otro lado las celdas que tienen un sombreado en el fondo son las que tienen mayor cantidad de reclamos en las Edificaciones analizadas por cada categoría. Se aprecia que la Edificación N°4 es la que tiene una mayor repetitividad de problemas de calidad con respecto a las demás edificaciones, llegando a tener 896 problemas en total hasta marzo del 2008.

La Edificación N°6 sólo tuvo datos de un solo mes (Marzo-2008), por ello no se contemplo evaluar su desempeño; sólo se muestra la incidencia de los problemas post-construcción que sufrió.

### **Incidencia de los problemas post-construcción en Edificaciones**

A continuación, se detalla las incidencias de los problemas post-construcción de cada Edificación por categoría, donde las Instalaciones Sanitarias es la categoría que predomina en cada gráfico.

El edificio N°1 es el que tiene una menor cantidad de problemas (43), esto se debe a que la culminación de la construcción de la edificación fue en el 2004 y la toma de datos fue en el 2008 por ende hay una notaria ausencia de información de los primeros años que no fueron registrados. Las Instalaciones Sanitarias en esta edificación son las que han producido una mayor cantidad de problemas pero son de muy poca magnitud con respecto a las demás (alrededor de 16 problemas).



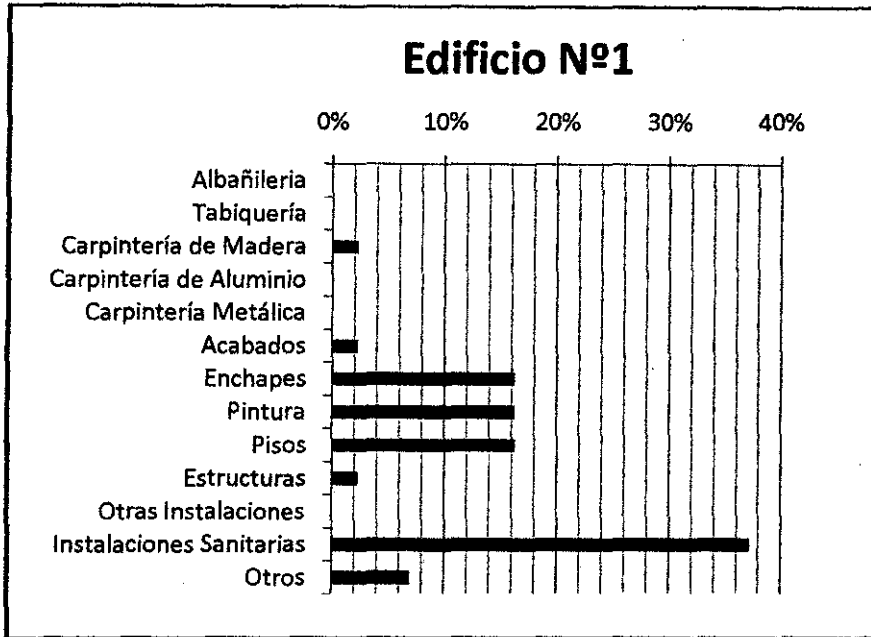


Figura 45. Incidencia de los problemas post-construcción del edificio N°1 – Elaboración propia.

El Edificio N°2 tiene una variedad de no conformidades en cada categoría, llegando a ser la 3era edificación de las 6 en tener más problemas de calidad (alrededor de 127 problemas).

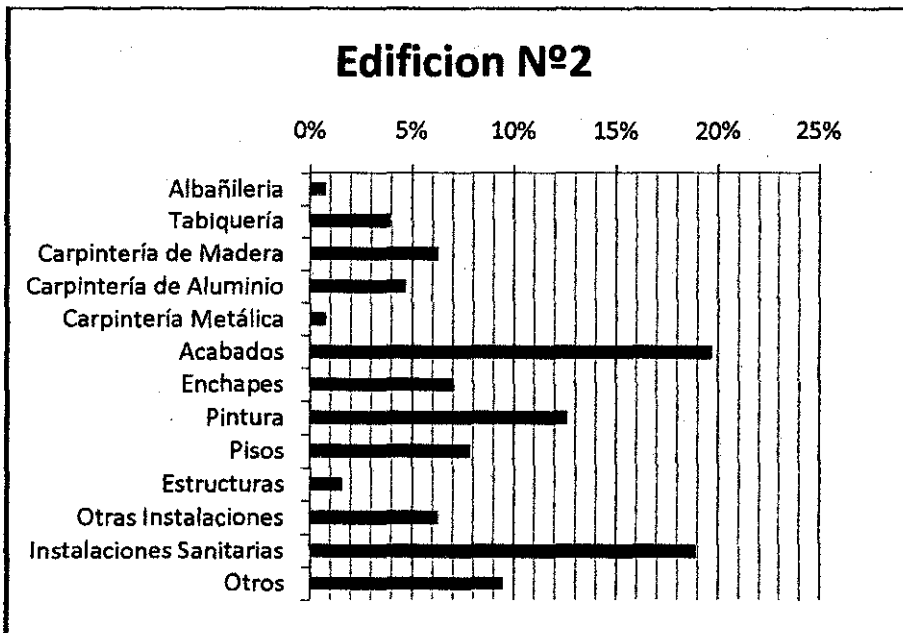


Figura 46. Incidencia de los problemas post-construcción del edificio N°2 – Elaboración propia.

Resaltando las categorías de instalaciones sanitarias, acabados y pintura las cuales obtuvieron un elevado porcentaje, todos estos trabajos fueron ejecutados por sub-contratas, supervisados por la empresa contratista.

En el Edificio N°3, los problemas relacionados a las instalaciones sanitarias están presentes en un 35.56%, y pintura con un 17.78%.

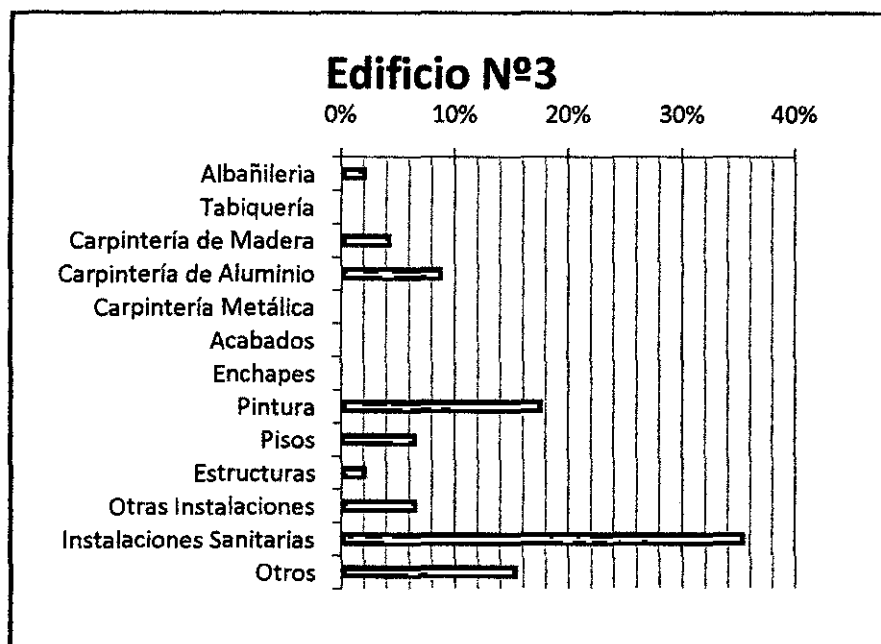


Figura 47. Incidencia de los problemas post-construcción del edificio N°3

– Elaboración propia..

El edificio N°4 es una muestra de lo que no se debe hacer, pues las fallas encontradas en tal edificación ascienden a 896. Las causas que predominan es el deterioro rápido de las puertas por la mala calidad del material, las tapa juntas colocadas en los sardineles de ducha ocasionaron filtraciones en áreas aledañas, fisuras en muros, golpe en válvulas de interrupción debido a caída de objetos por estar ubicados cercanamente a ductos de basura. Otro problema típico fue la pendiente dada hacia el interior de la vivienda en los balcones, cuando se produce un escurrimiento de lluvia lo que originó filtraciones, finalmente en la categoría de instalaciones sanitarias se encontraron defectos en un 15% manifiesto en filtraciones en aparatos sanitarios y tuberías.

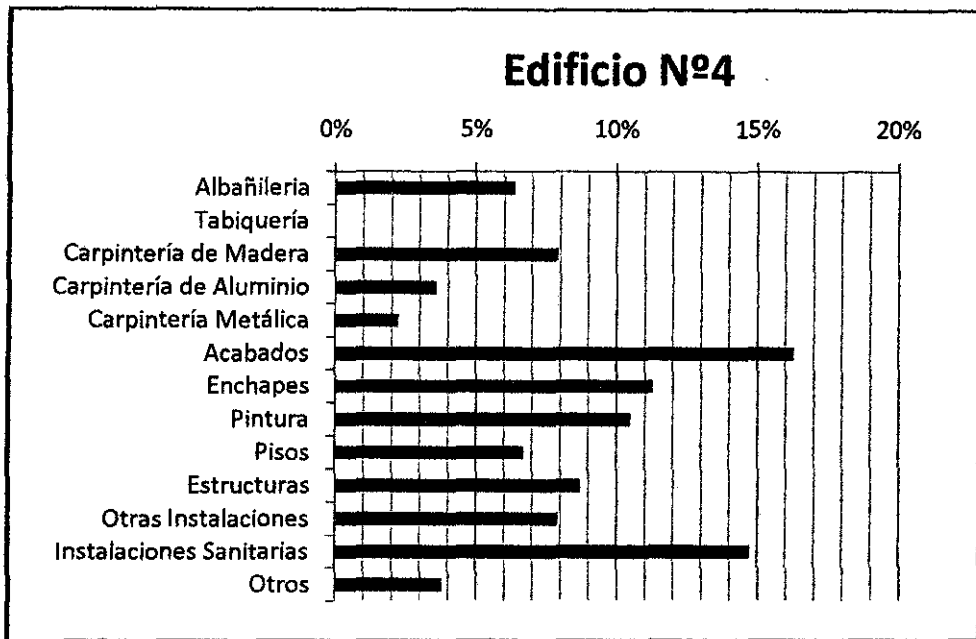


Figura 48. Incidencia de los problemas post-construcción del edificio N°4  
– Elaboración propia.

El edificio N°5 tiene un 19% de problemas post-construcción referidos a enchapes. Específicamente se refiere a cerámicos quiñados, o al mal fraguado que ocurre cuando no se realiza la limpieza adecuada entre la colocación de cerámicos.

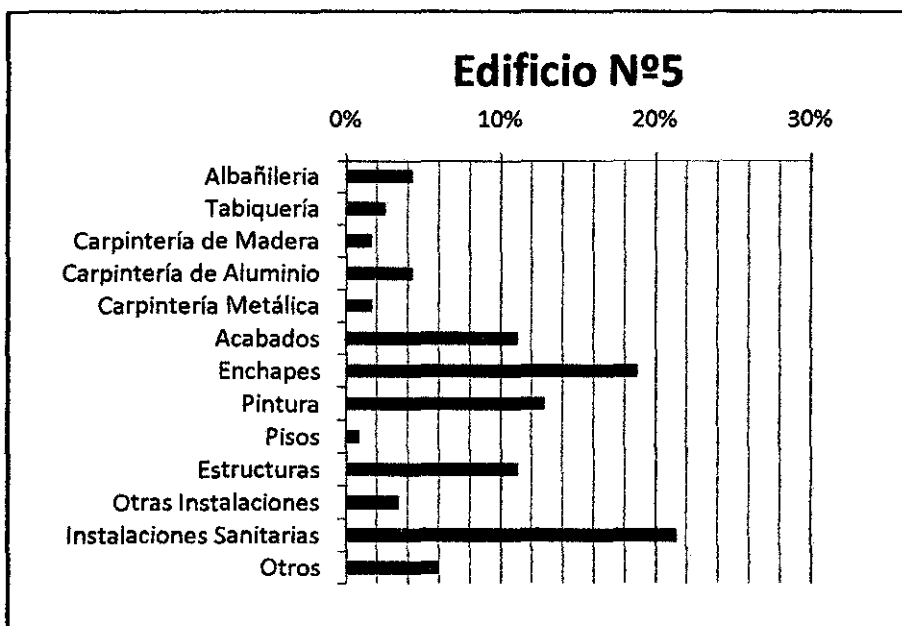


Figura 49. Incidencia de los problemas post-construcción del edificio N°5 –  
Elaboración propia.

Las Instalaciones Sanitarias fueron afectadas en un 21%, por filtraciones en los muros causados por fisura en las tuberías. En la categoría pintura, se encontró desmanches en muros en un 13%. La edificación N°6, es la única de las 6 edificaciones analizadas en la que las Instalaciones Sanitarias tuvieron poca influencia a lo largo del tiempo de la toma de datos.

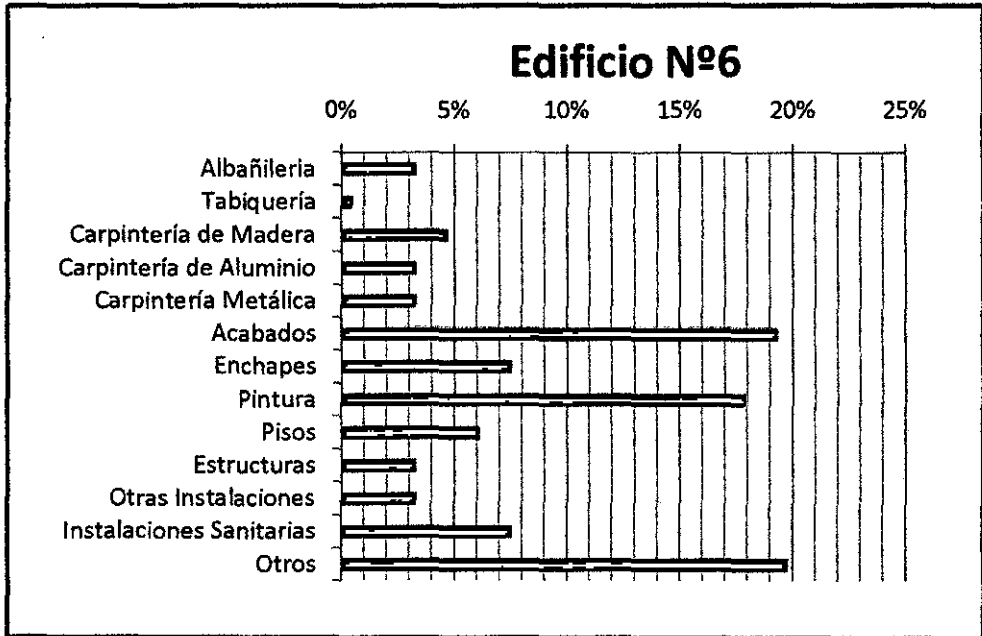


Figura 50. Incidencia de los problemas post-construcción del edificio N°6 –  
Elaboración propia.

Con los datos de la tabla 12 se resume los datos de las edificaciones:

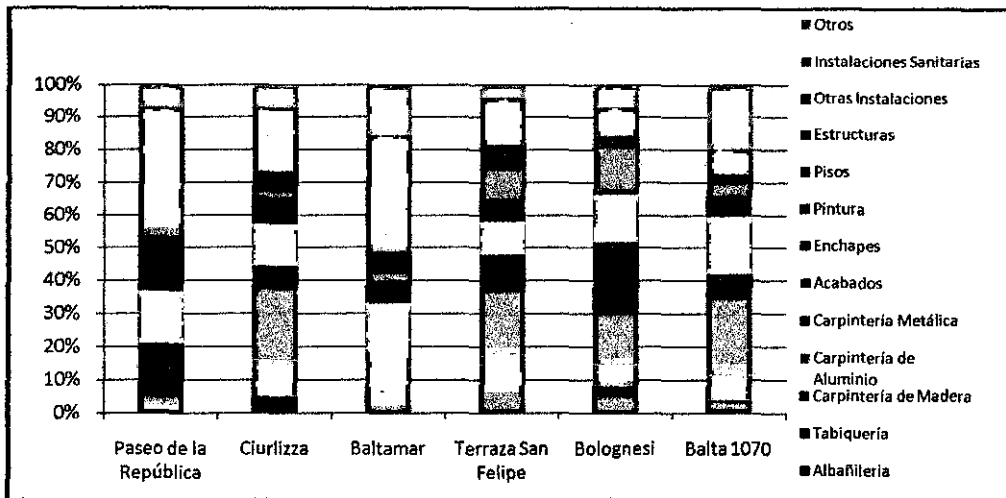


Figura 51. Incidencia Porcentual de los problemas post-construcción en edificaciones multifamiliares según los reclamos dados por los usuarios –  
Elaboración propia.

Finalmente, de la Tabla 10 se tiene como resultado el nivel de incidencia porcentual de los 1440 problemas post-construcción en cada categoría de las 6 edificaciones, resaltando las Instalaciones Sanitarias con un 15.9%. Los problemas de calidad en su mayoría han sido detectados debido a los reclamos hechos por los usuarios. Dichos reclamos, que han sido aceptados, se les denomina como reclamos válidos por deberse a deficiencias propias del contratista y son utilizados para el análisis de los resultados.

### Diagrama de Pareto de la cantidad de reclamos válidos en Instalaciones Sanitarias

El Diagrama de Pareto mostrado en la figura 52 tiene como escala de medición, la frecuencia de las reparaciones dadas en las 6 Edificaciones Multifamiliares en conjunto (Eje Y). Por otro lado se aprecian las categorías (Eje X) que fueron utilizadas para recopilar la información de los problemas, en donde las 4 categorías que tienen mayores porcentajes son: Instalaciones Sanitarias (incluido Aparatos Sanitarios y griferías), Acabados, Pintura, y Enchapes.

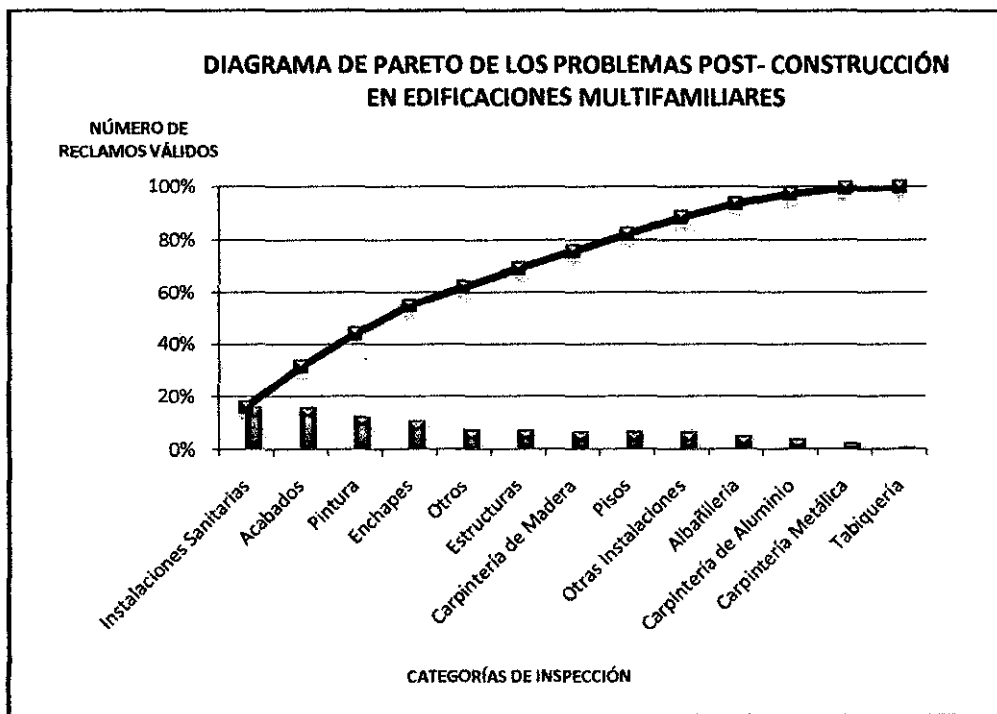


Figura 52 Diagrama de Pareto de los problemas post-construcción en Edificaciones Multifamiliares – Elaboración propia.

La curva acumulada de reclamos válidos en el tramo conformado por las categorías ya mencionadas, forman parte de una misma pendiente. Después de la categoría de Enchapes se produce un cambio de pendiente lo que origina un punto de inflexión aproximadamente al 55%. Lo que refleja básicamente el diagrama de Pareto son los pocos elementos (o categorías) que más influyen en los problemas para diferenciarlos de los muchos elementos que influyen poco como son las categorías: otros, estructuras, carpintería de madera, pisos, otras instalaciones, albañilería, carpintería de aluminio, carpintería metálica y tabiquería.

Es relevante acotar que las Instalaciones Sanitarias, donde incluye complementariamente a los aparatos sanitarios, griferías y válvulas, es la categoría que presenta una mayor frecuencia de problemas observados. Siendo además la categoría que más tiempo demora en realizar las reparaciones. Todo esto representa un mayor consumo de horas hombre.

#### **Tipo de Causas y Responsables considerando todas las categorías**

En la figura 53, se observa el nivel de incidencia por tipo de causas de los problemas post-construcción en todas las categorías de las 6 edificaciones, en donde un gran porcentaje de fallas fueron ocasionadas por la mala instalación y/o ejecución realizada por el contratista (incluye a las subcontratas que están bajo su responsabilidad).

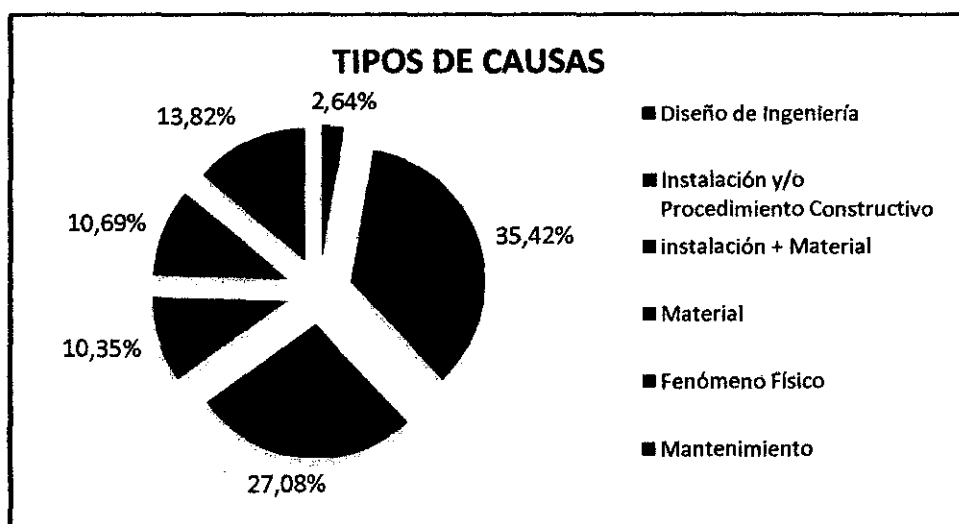


Figura 53 Nivel de Incidencia por tipo de causas en las Edificaciones Multifamiliares – Elaboración propia.

Como segundo factor causante de los problemas es el tipo de material que se utiliza el cual presenta un deterioro prematuro o no cumple la función que inicialmente se concibió. Todo ello se reflejará después de la construcción cuando se necesite hacer mantenimiento antes de tiempo para alcanzar la vida útil del material.

Los problemas ocasionados por el diseño dado por los proyectistas no son muy recurrentes pero son de un gran impacto al proyecto si es que no se resuelven a tiempo, el 2.64% son problemas de diseño que el contratista no identificó o no resolvió y se tuvieron que tomar acciones luego de la ejecución del proyecto. La falta de mantenimiento a los equipos y sistemas o los cambios a la vivienda que realiza el usuario posterior a la entrega de la vivienda provocando nuevas fallas contribuye en un 13.82% de los problemas.

| Causas                                     | Cantidad | Porcentaje | % subdividido |
|--|----------|------------|---------------|
| Diseño de Ingeniería                       | 38       | 2.64%      | 2.64%         |
| Instalación y/o Procedimiento Constructivo | 510      | 35.42%     | 72.85%        |
| Instalación + Material                     | 390      | 27.08%     |               |
| Material                                   | 149      | 10.35%     |               |
| Fenómeno Físico                            | 154      | 10.69%     | 24.51%        |
| Mantenimiento/Usa                          | 199      | 13.82%     |               |
|  | 1440     | 100%       |               |

Tabla 11. Nivel de Incidencia por tipo de Causa – Elaboración propia.

El 72.85% de las fallas es producto de los trabajos en la etapa de construcción (instalación, instalación y/o material, material) en cambio el 24.51% corresponde a la falta de mantenimiento y ocurrencia de fenómenos físicos (fisuras) y un solo 2.64% proviene de la etapa de proyecto o diseño (que pudo haberse evitado en la etapa constructiva también).

Los tipos de responsables de las fallas encontradas en las 6 edificaciones se dividen en: Responsable de Estructuras, Responsable de Acabados, Responsable de Instalaciones, Propietario (Usuario) y No aplica responsable como se muestra en la figura 54.

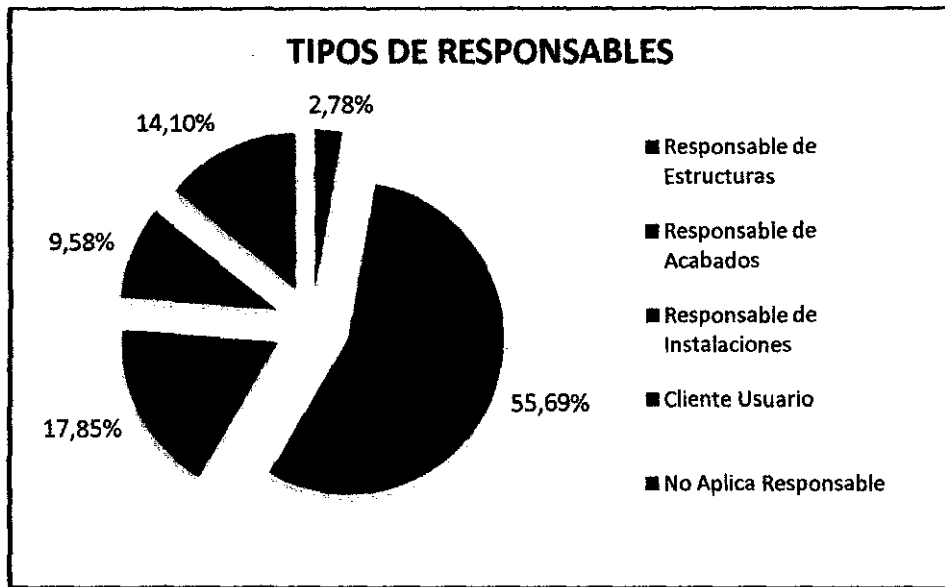


Figura 54. Nivel de Incidencia por tipo de responsables en las Edificaciones Multifamiliares – Elaboración propia.

El responsable de acabados conlleva las categorías siguientes: Instalaciones Sanitarias, Acabados, Pintura, Enchapes, Otros, Carpintería de madera, Pisos, Albañilería, Carpintería de aluminio, Carpintería metálica, Tabiquería. El responsable de instalaciones conlleva las categorías siguientes: Instalaciones Sanitarias, Instalaciones Eléctricas y Telecomunicaciones.

El constructor es el responsable de todo aquello referente al casco estructural, los acabados e implementación de los equipos hasta la puesta en marcha, por eso es indispensable tener una buena supervisión en cada área respectiva. Siendo el más incidente en costos post-construcción las actividades de Acabados e Instalaciones que usualmente son desarrolladas por subcontratistas.

En la figura 54, el responsable de Instalaciones tiene un menor porcentaje en cuanto a la responsabilidad de ocurrencia de los problemas en comparación con el responsable de Acabados, sin embargo la incidencia de los problemas post-construcción de las Instalaciones es mayor que en los acabados. Se debe a que los problemas en Instalaciones son también provocados por los acabados lo que termina siendo su responsabilidad, muchas veces estos trabajos afectan a otros y a causa de los cambios que hacen los usuarios en sus viviendas.



| Responsable                  | Cantidad | Porcentaje | % por subdividido |             |
|------------------------------|----------|------------|-------------------|-------------|
| Responsable de Estructuras   | 40       | 2.78%      | 2.78%             | SUBCONTRATA |
| Responsable de Acabados      | 802      | 55.69%     | 73.54%            |             |
| Responsable de Instalaciones | 257      | 17.85%     |                   |             |
| Cliente Usuario              | 138      | 9.58%      | 23.68%            |             |
| No Aplica Responsable        | 203      | 14.10%     |                   |             |
|                              | 1440     | 100%       |                   |             |

Tabla 12. Nivel de incidencia por tipo de responsable – Elaboración propia.

Un elevado 73.54% muestra la gran problemática de trabajar con personal de las subcontratas, las principales causas que genera tales problemas son las siguientes: la mano de obra no calificada, poca o ninguna supervisión, además que tratan de aminorar los costos en los materiales utilizando aquellos de menor calidad. La mala calidad del trabajo que realizan las subcontratas es por la falta de un control estricto de las No conformidades de los problemas de calidad que se presentan y por el poco tiempo de garantía que reconocen por los trabajos que han realizado. En la mayoría de los casos el tiempo de garantía dado por los subcontratistas no es suficiente por lo cual debemos evitar acarrear un costo que sobre pase los niveles esperados.

En la figura 54 se muestra como un tipo de responsable, denominado "No Aplica Responsable" es referido a los problemas de fisuras que son propias de la contracción del concreto en el encuentro de elementos estructurales y tabiquería, específicamente en la zona de bruñas.

En base a la toma de datos y al procesamiento de la información de los problemas post-construcción referidos a las Instalaciones Sanitarias queda claro que la alta incidencia se produce en la etapa constructiva. Se puede concluir que la calidad y desempeño de las edificaciones está directamente relacionado con el control de calidad (puntos de inspección) durante la ejecución de las edificaciones.

Esta investigación da un amplio panorama de las categorías que se deben priorizar mediante los protocolos de calidad pertinentes; sin embargo, es posible la implementación de los protocolos de calidad orientados a mejorar el desempeño no solamente basados en especificaciones sino complementarlo con

las necesidades de los usuarios en sus viviendas que específicamente son los problemas dentro de cada sub categoría. Se analizará una obra específica en la ciudad de Lima para verificar y determinar cuáles son los procedimientos inadecuados, materiales deficientes o el diseño de ingeniería erróneo relacionado a las Instalaciones Sanitarias dado que es la categoría que obtuvo una mayor cantidad de reclamos válidos en el diagrama de Pareto.

### **Tipos de Causas y Responsables en Instalaciones Sanitarias**

La fuente de mejora de los problemas en Instalaciones Sanitarias depende en un 90% de la etapa constructiva (instalación, instalación y material, y material). Por ejemplo; mal embone en las tuberías de desagüe, ductos de dimensiones no antropométricas en donde se ubican las montantes.

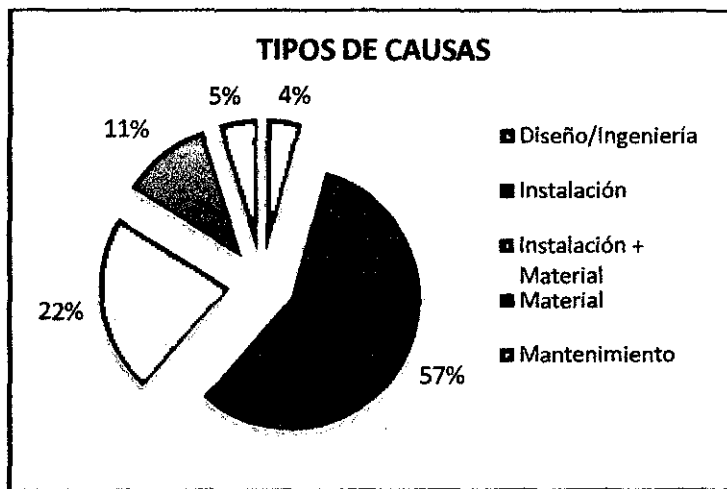


Figura 55 Nivel de Incidencia en Instalaciones Sanitarias por tipo de causas en las Edificaciones Multifamiliares – Elaboración propia.

En la industria de la construcción, los trabajos realizados normalmente se relacionan mutuamente con otros trabajos o existe una dependencia entre unos y otros, por lo cual la comunicación efectiva entre las diferentes áreas que intervienen hará que se culminen satisfactoriamente.

Las sub-categorías de acabados y estructuras trabajan paralelamente o después de la ejecución de las Instalaciones Sanitarias, por ello un 6% de los problemas en Instalaciones Sanitarias recae en estos como se muestra en la figura 56 en la que se observa que tales fallas fueron generadas por estas sub-categorías.

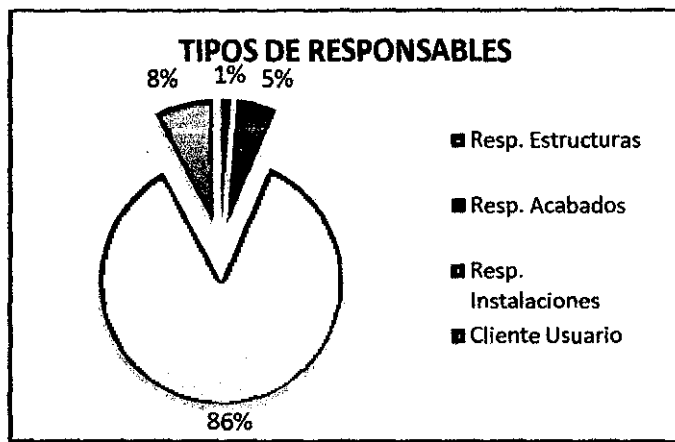


Figura 56 Nivel de Incidencia en Instalaciones Sanitarias por tipo de responsables en las Edificaciones Multifamiliares – Elaboración propia.

**Los problemas en instalaciones sanitarias según su clasificación**

En la figura 57, se observa como varía la cantidad de problemas en las instalaciones sanitarias según su clasificación en cada edificación y la incidencia de dichos problemas (de Instalaciones sanitarias) con respecto a las demás.

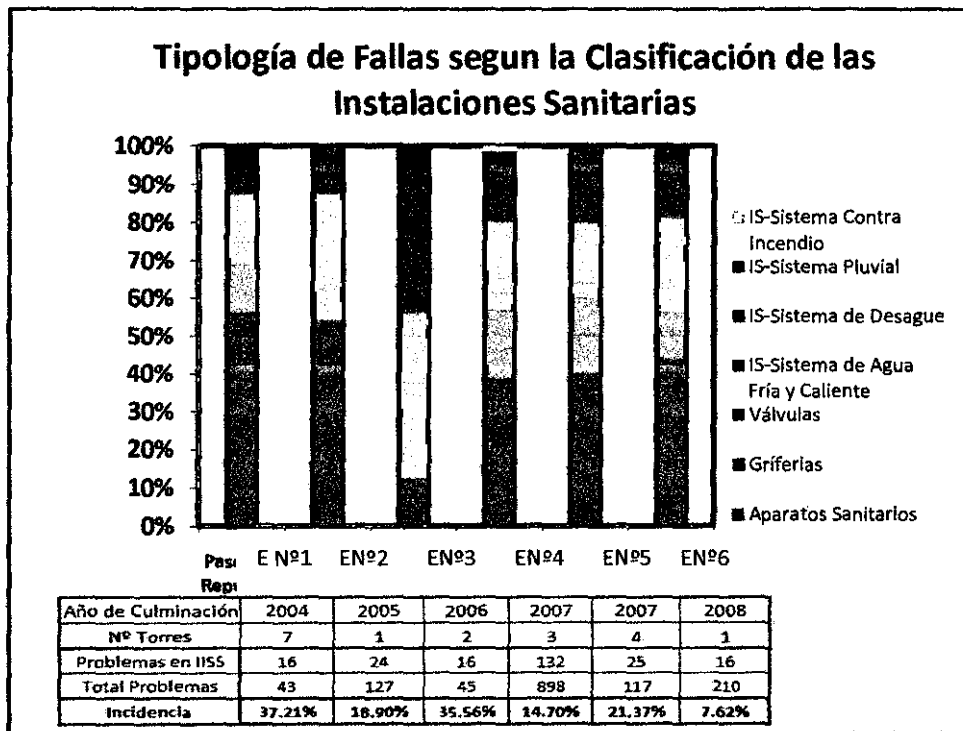


Figura 57. Incidencia porcentual de los problemas en instalaciones sanitarias por edificación multifamiliar – Elaboración propia.



Las Edificaciones N°1, N°3, N°5 son aquellas que tienen un mayor porcentaje de incidencia tales como 37%, 36%, 21% respectivamente. Hay que tener en cuenta que el nivel de incidencia no refleja la frecuencia de los problemas de las Instalaciones Sanitarias ni mucho menos la criticidad de dichos problemas. Por ejemplo, la edificación N°5 tiene un 21% de problemas en instalaciones sanitarias que representa en cantidad 117 problemas, en cambio la edificación N°4 tiene un nivel de incidencia menor (15%) pero el número de problemas llega a un total de 896 siendo casi 8 veces más que N°5. Queda claro que el nivel de incidencia está sujeto directamente con la cantidad de viviendas o expresada en la cantidad de edificios dentro de un mismo proyecto.

Los aparatos sanitarios es un problema repetitivo en la mayoría de edificaciones, que concierne en el mal funcionamiento de inodoros, lavatorios, lavaderos de cocina y ropa. Existe una gran posibilidad de mejora en este aspecto dado que la mayoría de las edificaciones analizadas, casi el 40% de los problemas en instalaciones sanitarias se deben a los aparatos sanitarios.

Los demás sistemas (contra incendio, desagüe y ventilación, agua fría y caliente, pluvial) tienen porcentajes de incidencia variables que dependen de factores los cuales son: del personal que instaló las tuberías, del espacio necesario para trabajar en las tuberías verticales (montantes), de la calidad de los materiales, de la supervisión de los trabajos, entre otros.

En las edificaciones N°4, N°5, N°6 se culminaron los trabajos en el 2007 y 2008 cerca al tiempo en el cual se realizó la investigación (Marzo 2008); a pesar de ello, estas edificaciones tienen la mayor cantidad de reclamos válidos con respecto a las demás. En conclusión las edificaciones que se han hecho recientemente tuvieron un mal sistema de calidad o en el peor de los casos no existió.

Los problemas en las Instalaciones Sanitarias en promedio de las 6 edificaciones se muestran en la figura 58. Si se subdivide el diagrama circular en 2 partes: la primera referida a válvulas, griferías y aparatos sanitarios, donde se encuentra la mayor cantidad de problemas post-construcción se llega al 61%, y el segundo grupo son los diferentes sistemas (embebidos dentro del concreto o visibles) que cubren un 39%.

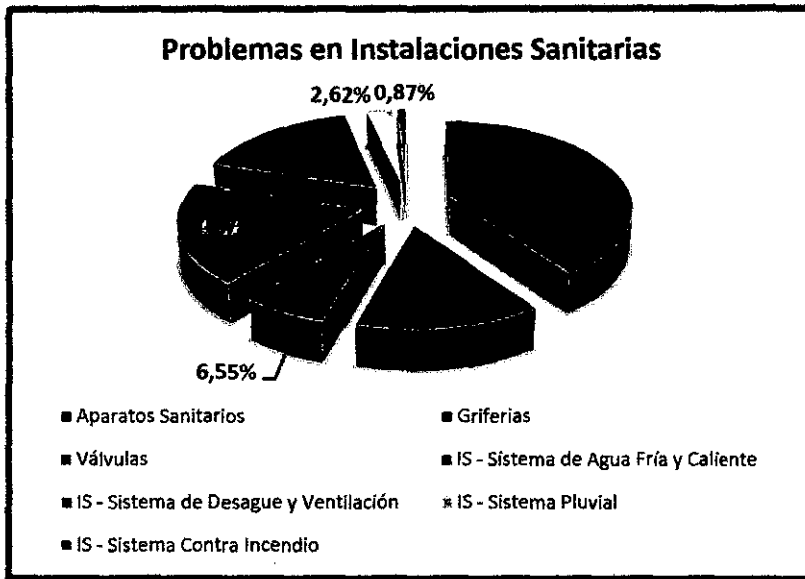


Figura 58. Porcentaje de los problemas en instalaciones sanitarias según su clasificación en las 6 edificaciones multifamiliares – Elaboración propia.

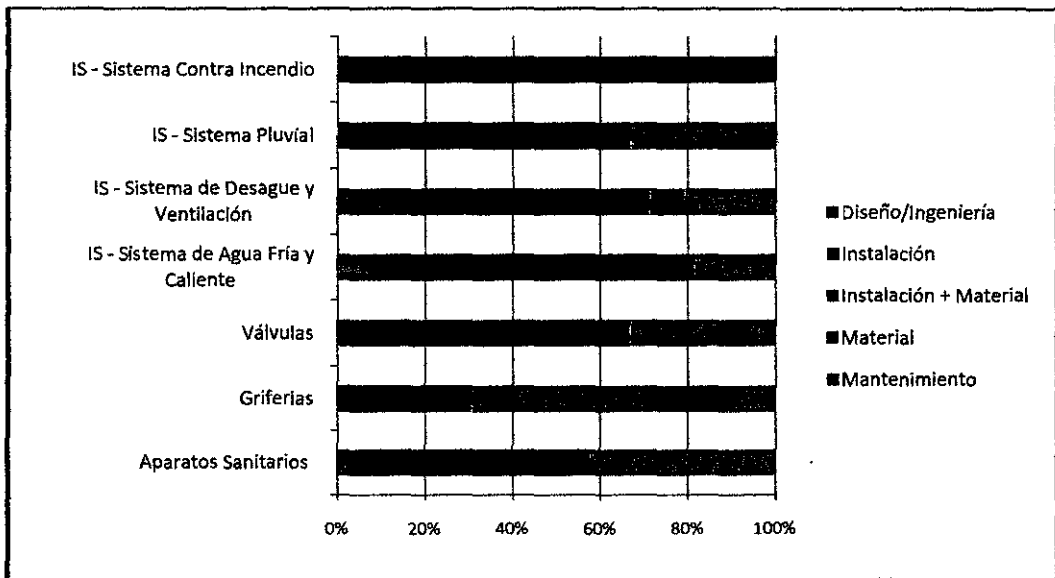


Figura 59. Porcentaje de los problemas en Instalaciones Sanitarias según su clasificación versus el tipo de causas – Elaboración propia.

En griferías es donde se encuentra la mayor causalidad debido a fallas por el material. En el sistema de desagüe y ventilación se hallan los problemas de diseño y la falta de mantenimiento en este sistema (obstrucción de sumideros, trampas, entre otros). El problema de instalación es repetitivo en cada uno de la clasificación.

#### 4.1.5 Indicador Global de Calidad

El éxito de la construcción de un proyecto está sujeto al éxito que tengan las partes que la componen, en ella se incluye el planeamiento, la programación, el tiempo de ejecución, los costos, la prevención de riesgos y la gestión ambiental. Abarcar cada área de forma específica mediante acciones operacionales es una tarea diaria para poder cumplir los objetivos inicialmente planteados pero si se desea controlar o saber en qué estado se encuentra la obra a fin de conseguir las metas, se necesita de ciertos parámetros que muestren ello.

Conocer como se encuentra el proyecto en base a **indicadores** de productividad, calidad y seguridad se logra cuando se gestiona al recopilar, procesar y analizar la información con el apoyo de la parte operativa que diariamente se realiza en el proyecto. Poder saber el desempeño de una empresa, puede obtenerse estableciendo una metodología que plasme de manera coherente la obtención de los indicadores.

Si se enfoca al indicador global como una herramienta que permite tomar decisiones gerenciales, esto implica resolver los problemas anticipadamente y rápidamente conlleva a tomar acciones correctivas.

Se hace indispensable trabajar con indicadores cuando se trata de proyectos de edificaciones, por ser un sector que se caracteriza por ser todavía de base artesanal, con uso intensivo de mano de obra, un nivel de industrialización bajo y un elevado desperdicio de recursos de toda índole. Dado que en nuestro medio el precio es un factor primordial, las empresas tienden a reducir sus costos para elevar sus márgenes. Por tanto, la racionalización y optimización de los recursos se convierte en una obligación para su subsistencia.

Para evaluar la calidad del producto final es importante tomar en cuenta el punto de vista del cliente. Por ello, la selección del tipo de indicador está en función al servicio y/o producto que se ofrece. Los indicadores globales de calidad ayudan a evaluar el desempeño de las viviendas mediante la insatisfacción que tenga el usuario debido a la ocurrencia de los problemas después de la construcción.

De esta manera, se definieron los siguientes indicadores globales utilizados en las edificaciones considerando que está relacionado:

- **Número de reclamos por unidad de viviendas**

El total de reclamos válidos son 1440, en cada edificación se obtuvo la relación entre el número de reclamos y la cantidad de unidades inmobiliarias (viviendas), donde se aprecia que las edificaciones N°2, N°4 y N°6 son las que mayor reparaciones por vivienda han generado. Teniendo en promedio en las 6 edificaciones un total 3 reclamos por cada vivienda.

| Edificio | Año de culminación | Nº Torres | Nº Reclamos | UI  | Nº Repar./UI |
|----------|--------------------|-----------|-------------|-----|--------------|
| Nº1      | 2004               | 7         | 43          | 149 | 0.3          |
| Nº2      | 2005               | 1         | 127         | 33  | 3.8          |
| Nº3      | 2006               | 2         | 45          | 38  | 1.2          |
| Nº4      | 2007               | 3         | 898         | 213 | 4.2          |
| Nº5      | 2007               | 4         | 117         | 55  | 2.1          |
| Nº6      | 2008               | 1         | 210         | 33  | 6.4          |
|          |                    |           | 1440        | 521 | 3.0          |

Tabla 14 Reclamos de los usuarios por unidad de viviendas – Elaboración propia.

En la tabla 14, el indicador global de N° reparaciones por vivienda correspondiente a la Edificación N°6 es 6.4 el cual muestra el grado de inconformidades encontradas en tan solo un mes (Marzo 2008) que en realidad son relacionadas únicamente a las partidas de limpieza y pintura (véase en la figura 50. Incidencia de los problemas post-construcción del Edificio N°6).

- **Número de reclamos por día.**

Las edificaciones que han sido tomadas en cuenta para hallar el indicador global de calidad son solamente 5 edificaciones sin considerar la Edificación N°6, dado que está última solo tiene datos del mes de Marzo del 2008 por ello no es representativa. El ratio de reclamos realizados está alrededor de 3 por día en promedio, la reparación de una instalación sanitaria en promedio demora 2 horas aproximadamente entonces son 6 horas hombre necesarias por día, durante 15 meses (30 días) serán 2700 horas pérdidas por re trabajos. El tiempo de reparación dependerá de la ubicación del problema y del tipo de falla a reparar.



Considerando que para resolver dichas fallas se emplean 1 operario (S/12.36/hh) y 1 ayudante (S/ 9.96/hh), serían 2700 hh por cada trabajador que resulta un gasto de S/60,264 solo en la mano de obra empleada a lo largo de 1 año y 3 meses.

El área de post-venta y mantenimiento de edificaciones da como garantía 5 años después de entregada la vivienda, entonces si en promedio se mantuviese las mismas 6 edificaciones se estaría hablando de 5 veces el gasto promedio obtenido.

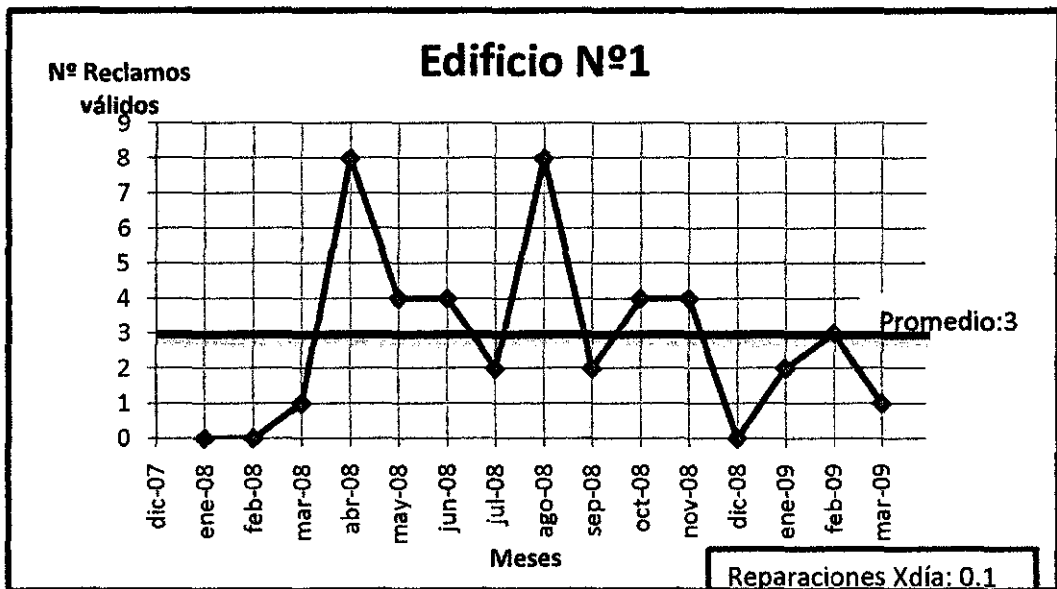


Figura 60 Número de reclamos por día en el Edificio N°1 – Elaboración propia.

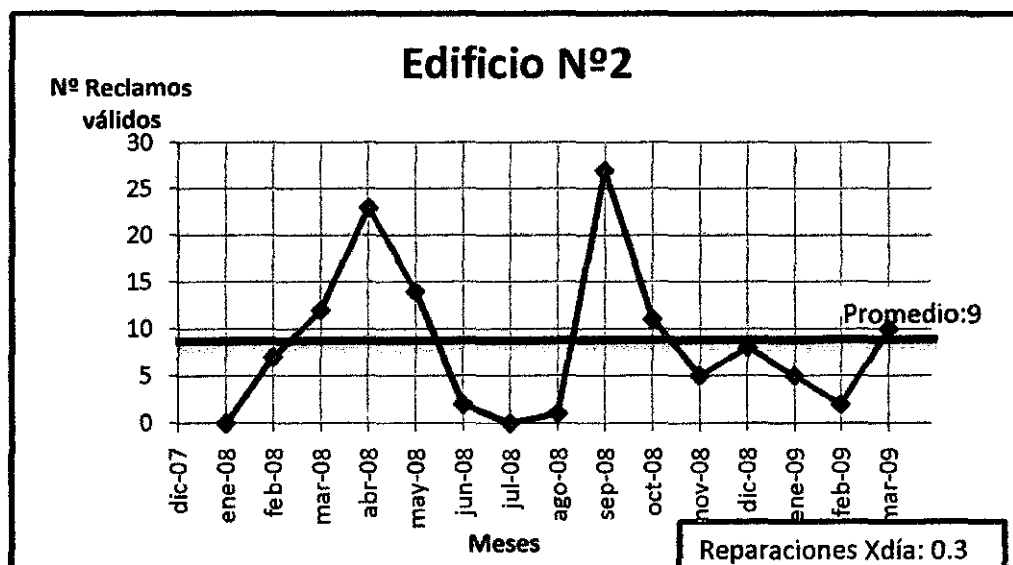


Figura 61 Número de reclamos por día en el Edificio N°2 – Elaboración propia

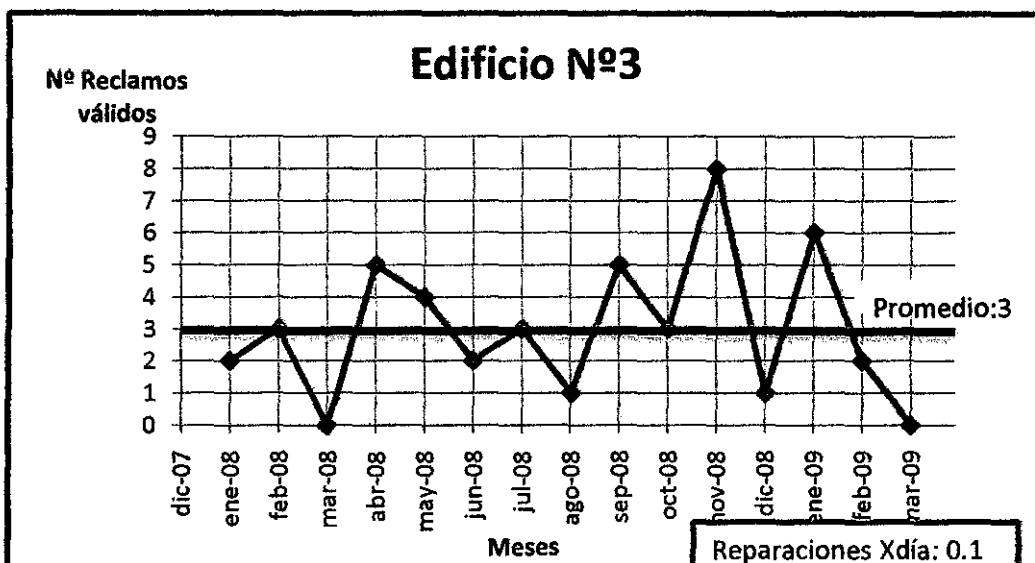


Figura 62 Número de reclamos por día en el Edificio N°3 – Elaboración propia.

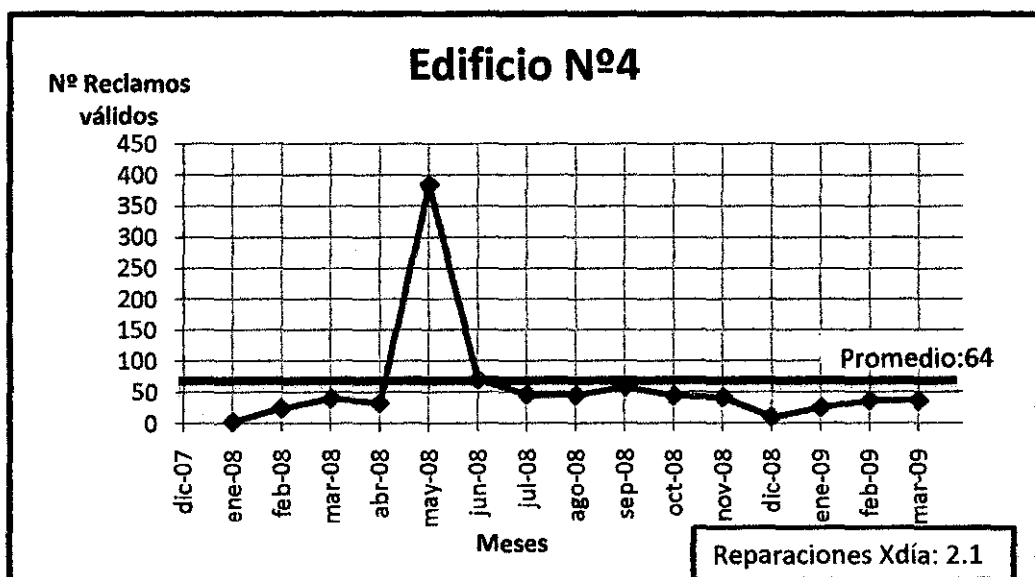


Figura 63 Número de reclamos por día en el Edificio N°4 – Elaboración propia.

En el mes de mayo del 2008 la Edificación N°4 tuvo un valor muy alto con respecto al promedio, esto debido a que desde el mes de diciembre del 2007 hasta el mes de abril del 2008 los reclamos de los propietarios estaban en la etapa de Inspección y ejecución de trabajos dentro del proceso de atención al cliente, en consecuencia todos los reclamos validos desde diciembre del 2007 hasta mayo del 2008 fueron culminados en el mes de mayo.

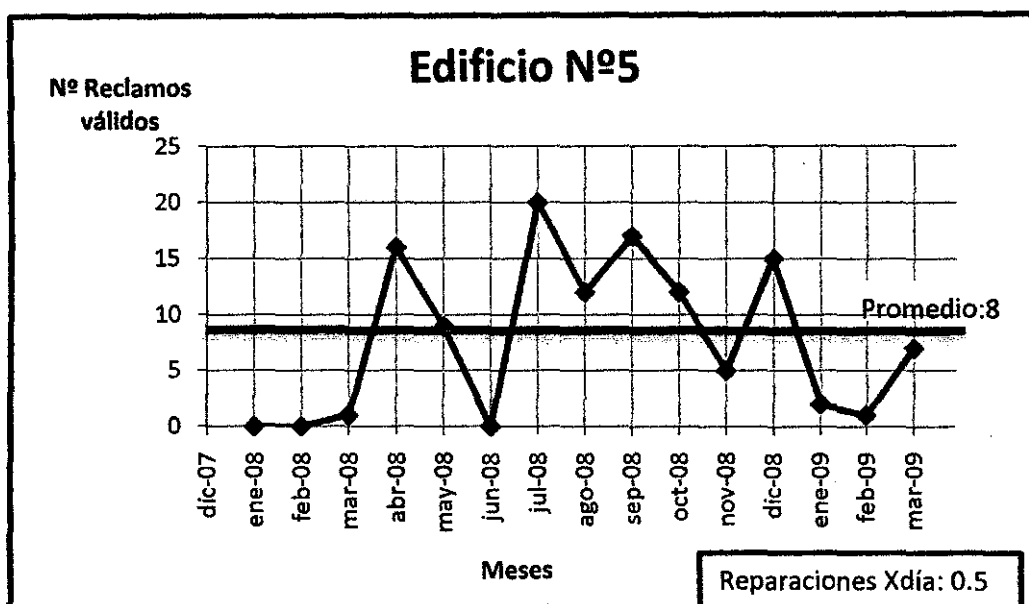


Figura 64 Número de reclamos por día en el Edificio N°5 – Elaboración propia.

También se agrupó los problemas post-construcción según su frecuencia en el tiempo, pero no se obtuvo una relación entre ellos.

- **Porcentaje de clientes insatisfechos.**

El cliente para la compra de la vivienda avanza por diferentes etapas, desde averiguar todo lo relacionado a la vivienda, la compra en sí y tener que lidiar con la etapa post-venta de las reparaciones en su vivienda si es que hubiese, dado que en su mayoría genera desazón en los propietarios.

Es común realizar encuestas o evaluaciones para medir el grado de satisfacción del cliente después de entregada su vivienda, ello básicamente muestra 2 ideas que el cliente toma en consideración: primero, el interés por parte del encuestador de lo que piensa el cliente y en consecuencia que el cliente cuenta con el apoyo técnico después de la construcción de su vivienda. Una forma indirecta de conocer la insatisfacción del cliente, es considerando que por lo menos la existencia de un reclamo válido en una vivienda representa de por sí un cliente insatisfecho lo cual en la práctica no necesariamente se da porque en algunos casos los clientes se sienten satisfechos con el solo hecho de que sus reclamos sean tomados en consideración y se busque una solución al problema. El indicador Porcentaje de clientes insatisfechos para edificaciones muestra resultados objetivos más no subjetivos.

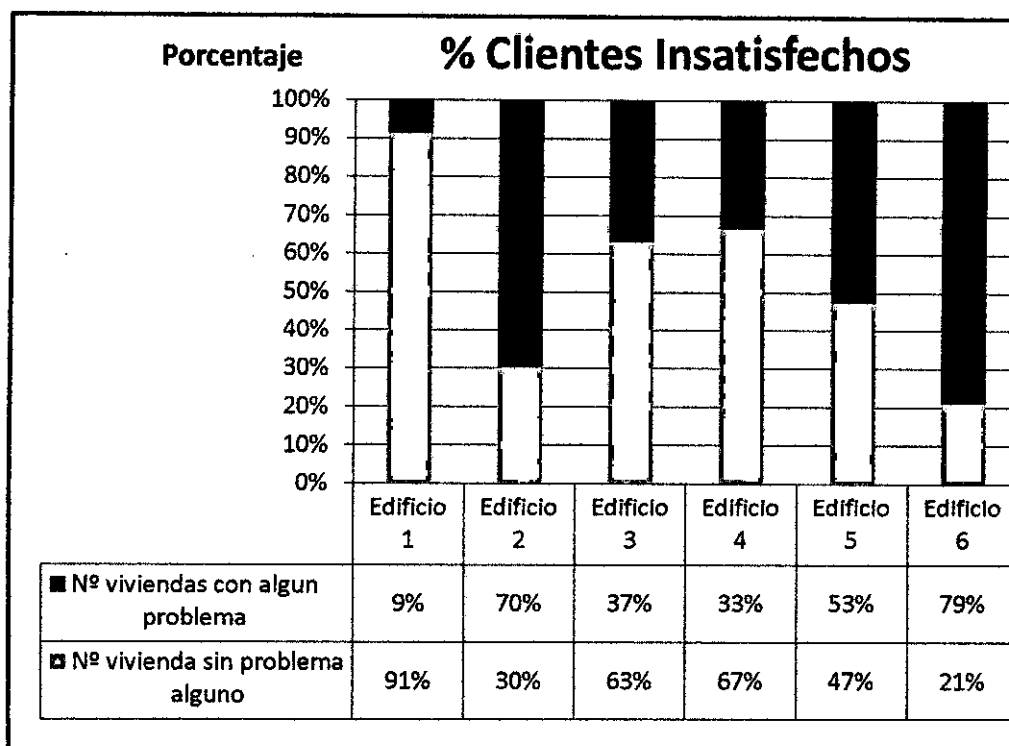


Figura 65. Porcentajes de clientes insatisfechos – Elaboración propia.

#### 4.2 Análisis de los problemas post construcción en Instalaciones Sanitarias de Edificaciones

Los indicadores globales de calidad muestran rangos o porcentajes con el objetivo de conocer el desempeño del servicio (funcionalidad de los sistemas) desde una óptica final como un todo (punto de vista del usuario) pero solo muestra el estado y no como encontrar las causas de los problemas que puedan ayudar a mejorar el desempeño. Si se desea mejorar el desempeño de alguna actividad o partida específica se necesita tener un tipo de criterio para saber cual elegir de tal forma se pueda obtener un mayor impacto posible en su desempeño. El criterio adoptado es minimizar las inconformidades de los usuarios porque son el reflejo de lo que no desean, es el objetivo, que al fin al cabo son ellos los que evaluarán si algo funciona o no.

El enfoque adoptado en la investigación está basado en la etapa post-construcción, pero podría ser aplicado en la etapa constructiva o de diseño siempre y cuando exista un sustento de que actividad o partida analizar. Para analizar las instalaciones sanitarias el sustento está dado en el Diagrama de Pareto de los problemas post-construcción en Edificaciones Multifamiliares (Figura 52), siendo esta una partida muy incidente en cantidad de reclamos post-

construcción en edificaciones se hace muy indispensable analizarla debido a que como consecuencia se podría reducirse los costos de los materiales, la mano de obra empleada, hacer más eficiente el procedimiento constructivo, reducir los trabajos, entre otros pero no es el objetivo.

De la base de datos en Excel de los problemas post-construcción de las 6 edificaciones multifamiliares se selecciona las no conformidades de los usuarios referidas a las instalaciones sanitarias (La apariencia de los problemas fue enfocada desde un lenguaje del usuario, la demanda, y las soluciones, el suministro, como un lenguaje técnico que debió ser concebida mucho antes de la etapa post-construcción).

#### 4.2.1 Evaluación de los Problemas de las Instalaciones Sanitarias en Edificaciones

Para analizar los problemas de las Instalaciones Sanitarias se desarrollará la metodología llamada FACERAP que mediante 7 preguntas logran describir y analizar las causas de un problema para llegar a concluir a las acciones a tomar, y las previsiones captando las experiencias que resultaron beneficiosas y evitando cometer los errores ya ocurridos (lecciones aprendidas).

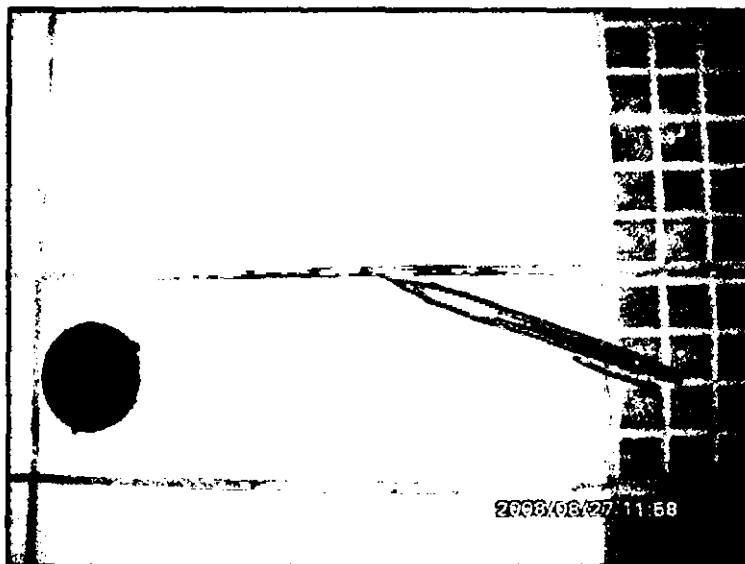
A continuación se detalla cada problema post-construcción detectado en las Instalaciones Sanitarias, dividiendo en 2 partes como:

- Elementos visibles: Enchapes, losas.
- Elementos ocultos: Tuberías, trampas, desagües y otros.

##### A) ELEMENTOS VISIBLES

Según la clasificación para los elementos visibles se tiene los siguientes problemas, todos referentes a la etapa constructiva:

|             |   |
|-------------|---|
| A.1         | Ver Fotografía N°6  |
| Falla       | Pisos de ducha presentan deterioro de fragua  |
| Apariencia  | Humedad en cielo raso en el piso inferior   |
| Causa       | Falta de limpieza antes de enchapar / Presencia de vacíos en las juntas fraguadas del piso de ducha   |
| Efecto      | Deterioro constante de fragua por estar en contacto con el agua   |
| Responsable | Ing. Responsable de Acabados  |
| Acción      | 1.- Retiro de fragua existente.<br>3.- Dejar secar la humedad y aplicación de nueva fragua.<br>2.- En la vivienda del piso inferior: resane de pintura en cielo raso, incluye rasqueteado, masillado y pintado.                         |
| Previsión   | El fraguado debe realizarse al día siguiente del enchape, evitando que las juntas se llenen de polvo, arena y otros / Cuando se coloque el enchape se debe eliminar el asentado de mezclas productos del tarrajeo (rebabas de concreto) |



Fotografía N°6. Falta completar fragua en cerámicos de baños

|             |  |
|-------------|--|
| A.2         |  |
| Falla       | Filtración en el borde perimetral de la tina con encuentro de muro de enchape  |
| Apariencia  | Zona humedad en muro contiguo  |
| Causa       | Sellado deficiente en perímetro de tina  |
| Efecto      | La pintura de muro se deterioró  |
| Responsable | Ing. Responsable de Acabados   |
| Acción      | 1.- Quitar fragua y volver a fraguar con masilla epóxica (adherencia con la fibra de vidrio de la tina) y porcelana blanca hasta conseguir una consistencia homogénea.<br>2.- Se deja fraguar 24 horas, luego sellamos con silicona. |
| Previsión   | En el sellado del algún elemento que está en contacto con el agua debe considerarse la humedad por capilaridad   |

|             |   |
|-------------|---|
| A.3         | Ver Fotografía N°7  |
| Falla       | Filtración en zócalos de ducha (sardinel h=10cm.)   |
| Apariencia  | Filtración en ambientes aledaños y/o techo  |
| Causa       | Se colocó yeso debajo de los enchapes para alcanzar la altura del sardinel requerida en los planos, lo que provocó que al estar al contacto con el agua se produzca un hinchamiento   |
| Efecto      | Enchape de los zócalos de ducha deteriorados  |
| Responsable | Ing. Responsable de Acabados  |
| Acción      | 1.- Se retiró el enchape existente, se colocó mortero en los zócalos de ducha y se volvió a enchapar el zócalo.<br>2.- En las zonas aledañas a la filtración se procede a rasquetear la zona afectada y dejar secar la humedad para volver a masillar y repintar la zona. |
| Previsión   | Utilizar zócalos de concreto o ladrillo / No colocar yeso debajo de enchapes que van a estar en contacto permanente en agua.  |



Fotografía N°7. Sardinel de ducha deteriorado por la humedad

|             |  |
|-------------|--|
| A.4         | Ver Fotografía N°8   |
| Falla       | Pendiente inadecuada en los balcones   |
| Apariencia  | Ingresa el agua de las lluvias al departamento   |
| Causa       | Falta de pendiente adecuada que drene y oriente las aguas por lluvia   |
| Efecto      | Deterioro de pisos dentro de la vivienda   |
| Responsable | Ing. Responsable de Acabados   |
| Acción      | <ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Retirar el piso</li> <li>2.- Fijar el rod <math>\varnothing</math> 1" (tira espuma plástica de sección circular) en la parte exterior de mampara impidiendo el pase del agua.</li> <li>3.- Reinstalar el piso.</li> <li>4.- Resane de pintura en cielo raso en piso inferior, considerando: rasquetado, masillado y pintado.</li> </ol> |
| Previsión   | Asentado de cerámico con pendiente franca hacia fuera de los departamentos   |



Fotografía N°8. Pendiente de balcón direccionada hacia el interior de la vivienda

|                    |  |
|--------------------|--|
| <b>A.5</b>         |  |
| <b>Falla</b>       | Filtración en los bordes de los aparatos sanitarios con encuentro de muro                                  |
| <b>Apariencia</b>  | Humedad en mueble que se encuentra debajo de lavadero  |
| <b>Causa</b>       | Falta sellar adecuadamente en la parte posterior del aparato sanitario                                     |
| <b>Efecto</b>      | Humedad en muro  |
| <b>Responsable</b> | Ing. Responsable de Acabados   |
| <b>Acción</b>      | 1.- Retirar el material sellado<br>2.- Sellar nuevamente con silicona y dejarlo por un periodo de 24 horas |
| <b>Previsión</b>   | Supervisar la junta del sellado  |

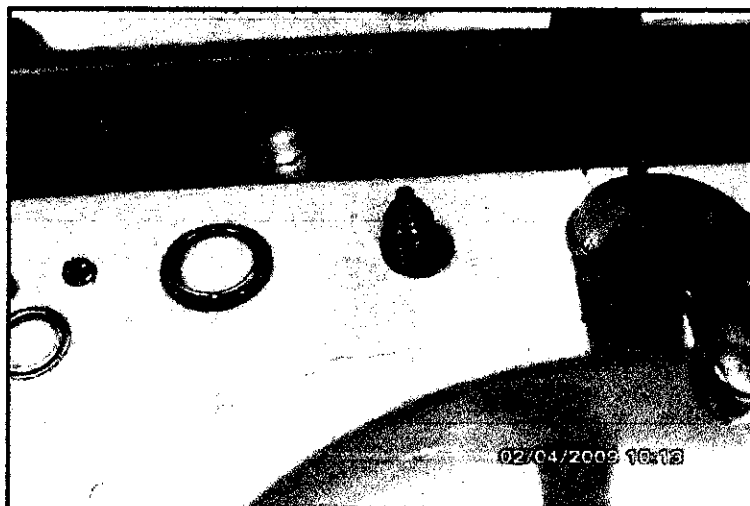
|                    |  |
|--------------------|--|
| <b>A.6</b>         | Ver Fotografía N°9   |
| <b>Falla</b>       | Mal sellado en el borde de lavadero de cocina  |
| <b>Apariencia</b>  | Filtración en el borde de acero inoxidable de cocina   |
| <b>Causa</b>       | Falta sellado  |
| <b>Efecto</b>      | Los tableros de melamina se deterioran rápidamente con el agua   |
| <b>Responsable</b> | Ing. Responsable de Acabados   |
| <b>Acción</b>      | 1.- Retirar el material sellado<br>2.- Sellar nuevamente con silicona y dejarlo por un periodo de 24 horas |
| <b>Previsión</b>   | Supervisar la junta del sellado  |



Fotografía N°9. Falta sellado en borde de lavadero

|                    |  |
|--------------------|--|
| <b>A.7</b>         | Ver Fotografía N°10  |
| <b>Falla</b>       | Falta de sello en el contorno de las griferías   |
| <b>Apariencia</b>  | Queda un espacio vacío entre la grifería y la base del lavatorio   |
| <b>Causa</b>       | Mal corte de la sección del diámetro de la grifería  |
| <b>Efecto</b>      | Deterioro en el mueble de baño ubicado en la parte inferior del lavatorio, debido a la filtración existente  |
| <b>Responsable</b> | Ing. Responsable de Acabados   |
| <b>Acción</b>      | 1.- Retirar el material sellado<br>2.- Sellar nuevamente y dejarlo por un periodo de 24 horas                |
| <b>Previsión</b>   | Verificar que la sección donde estará alojada la salida de la grifería corresponda al diámetro especificado. |

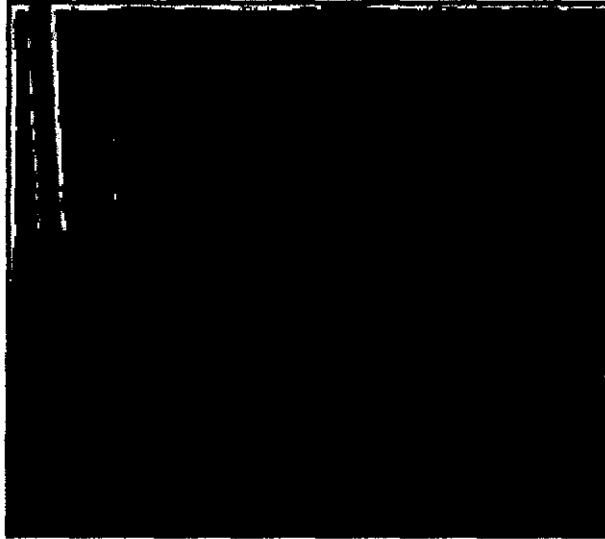




Fotografía N°10. Sellado en espacio vacío donde está la sección de la grifería.

|             |  |
|-------------|--|
| A.8         |  |
| Falla       | Trampa de aparatos sanitarios está fisurada  |
| Apariencia  | Filtración de trampa en lavadero de cocina   |
| Causa       | No se consideró la altura del mueble bajo que interfiere con la ubicación de la trampa / Debido a una fuerza externa que golpea a la trampa se produce el fisuramiento / Se encuentran empaquetaduras desajustadas |
| Efecto      | Filtración de trampa en lavadero de cocina por la ubicación del mueble bajo inferior en cocina   |
| Responsable | Ing. Responsable de Acabados   |
| Acción      | 1.- Reposición de la trampa y verificar posibles filtraciones.   |
| Previsión   | Se debe de prever la posible interferencia entre el mueble y el lavadero   |

|             |   |
|-------------|---|
| A.9         | Ver fotografía N°11   |
| Falla       | Filtraciones por fisuras  |
| Apariencia  | Goteo y/o humedad en techo de sótanos   |
| Causa       | Curado a destiempo o no adecuado.   |
| Efecto      | Fisuras en las losas que provocaban que el agua del limpiado de los pisos se filtre a través del espesor del concreto generando humedades en la parte inferior. |
| Responsable | Ing. Responsable de Estructuras   |
| Acción      | 1.- Sellado de fisuras usando parafina.<br>2.- Se derrite y se vierte en las fisuras, penetrando todo el espesor de la losa.                                    |
| Previsión   | Curar el concreto al menos 2 veces al día, durante los 7 días siguientes a su colocación. Sellar las fisuras lo más antes posible.                              |



Fotografía N°11. Fisuras en losas.

## B) ELEMENTOS OCULTOS

### b.1) Sistema de Agua Fría y Caliente

Respecto al Sistema de Agua Fría y Caliente se subdivide en problemas en la etapa de diseño, construcción y mantenimiento que terminaron en problemas post-constructivos:

#### 1.- Etapa de diseño

|             |  |
|-------------|--|
| B.1.1       |  |
| Falla       | No se contempla hacer contra piso o dejar un recubrimiento mayor para las instalaciones sanitarias   |
| Apariencia  | La tubería se encuentra superficialmente   |
| Causa       | Al instalar las tuberías estas no encajan dentro del espesor de losa   |
| Efecto      | La tubería está expuesta a cualquier golpe en la losa  |
| Responsable | Ing. Responsable de Instalaciones  |
| Acción      | 1.- Realizar un picado en la zona y reacomodar a la tubería dentro del espesor de losa/1.-Realizar cambios de recorrido de las tuberías con el fin de disminuir las interferencias entre otros sistemas de instalaciones   |
| Previsión   | Verificar que exista un recubrimiento como mínimo 5cm. entre las tuberías y la parte superior de losa. Tener en cuenta que si la tubería de agua se cruza con la tubería de desagüe, deberán colocarse siempre por encima de éstos y la distancia vertical debe ser no menor a 15cm. Las medidas se tomarán entre tangentes exteriores más próximas. |

|             |  |
|-------------|--|
| B.1.2       | Ver Figura N°66  |
| Falla       | Falta colocar válvulas de interrupción en montante de agua   |
| Apariencia  | Cuando ocurre una filtración existe la necesidad de realizar un corte parcial  |
| Causa       | Falta de independización de montantes de agua.   |
| Efecto      | Cuando se produce una filtración en la línea de agua entre la montante y la válvula de cada vivienda, se tiene que cortar el suministro a toda 1 torre o más torres. |
| Responsable | Ing. Responsable de Instalaciones  |
| Acción      | 1.- Instalar válvulas de control por cada montante.  |
| Previsión   | Colocar válvulas que permitan cerrar el abastecimiento de agua por pisos o torres según sea el caso.   |

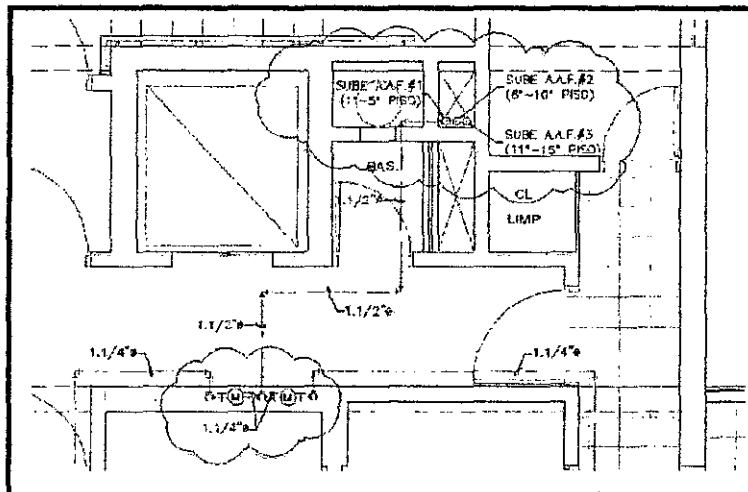


Figura 66. Independización de válvulas de interrupción por pisos

## 2.- Etapa Constructiva

|             |  |
|-------------|--|
| B.1.3       |  |
| Falla       | La válvula flotadora de la cisterna no controla el nivel máximo de agua.   |
| Apariencia  | No funciona la válvula flotadora   |
| Causa       | La calidad del material es deficiente / la longitud de la varilla del flotador es corta y su sección es rectangular.   |
| Efecto      | El agua que ingresa a la cisterna va directamente a la caja de rebose.   |
| Responsable | Ing. Responsable de Instalaciones  |
| Acción      | 1.- Cambio de la varilla del flotador según se indica en la previsión.   |
| Previsión   | La sección de la varilla de la válvula flotadora responde mejor si es circular. No debe tener un diámetro menor a 1/4" (frágiles) sino aumentar a 3/8" dependiendo del diámetro de la entrada de tubería de agua. Es recomendable que la varilla del flotador sea de acero inoxidable. |

|             |  |
|-------------|--|
| B.1.4       |  |
| Falla       | Filtración en tubería al momento de realizar la prueba hidráulica.   |
| Apariencia  | Fuga de agua.  |
| Causa       | Golpe a la tubería producido al momento de su instalación  |
| Efecto      | Retraso en el vaciado de losa y/o muro, debido al tiempo de reparación   |
| Responsable | Ing. Responsable de Instalaciones  |
| Acción      | 1.- Accionar la válvula de cierre del balde de la prueba hidráulica para que permanezca la presión sin aumento   |
| Previsión   | Observar en obra, que las tuberías no estén expuestas a golpes externos como sobrepeso excesivo en la tubería o sin que se haya colocado el refuerzo de acero en losas |

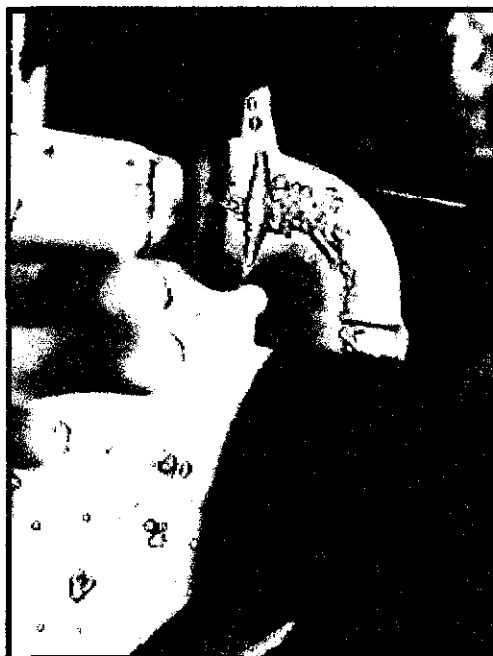
|             |   |
|-------------|---|
| B.1.5       | Ver Fotografía N°12   |
| Falla       | Filtración en tubería después de su instalación   |
| Apariencia  | Humedad en muro   |
| Causa       | Perforación del muro con taladro para colocar tarugos para la instalación del contra zócalo de madera   |
| Efecto      | Ocurre filtración después de varios días de realizada la instalación del contra zócalo (falta de continuidad en el uso)                         |
| Responsable | Ing. Responsable de Instalaciones   |
| Acción      | 1.- Detectar zonas específicas de humedad en los recorridos de las tuberías de agua.<br>2.- Picar y reparar la tubería.                         |
| Previsión   | Compatibilizar los planos de acabados y de Instalaciones Sanitarias para conocer si existe algún cruce de las instalaciones con otros sistemas. |



Fotografía N°12. Perforación en tuberías

|             |   |
|-------------|---|
| B.1.6       |   |
| Falla       | Las tuberías de agua caliente no están embebidos con mortero dentro de los muros de tabiquería                                    |
| Apariencia  | Humedad en muro de tabiquería   |
| Causa       | En la tabiquería de bloques de concreto no se rellenó con mortero en su interior por ello no existe confinamiento en las tuberías |
| Efecto      | Deformación de la sección de tubería de CPVC (hinchamiento)   |
| Responsable | Ing. Responsable de Instalaciones   |
| Acción      | 1.- Remover la tubería y colocar una nueva tubería incluyendo mortero en su entorno   |
| Previsión   | Supervisar que se coloque mortero en los traslapes entre uno y otro bloque de concreto y también en su interior                   |

|             |  |
|-------------|--|
| B.1.7       | Ver Fotografía N°13  |
| Falla       | Sobreesfuerzo a los codos galvanizados y adaptadores.  |
| Apariencia  | Goteo en los puntos de salidas de agua.  |
| Causa       | Exceso en el ajuste a los codos galvanizados por lo cual se fisuran  |
| Efecto      | Goteo en los puntos de salida de agua.   |
| Responsable | Ing. Responsable de Instalaciones.   |
| Acción      | 1.- Cambio de codo galvanizado y adaptor   |
| Previsión   | Hacer pruebas hidrostática y verificar que cada punto de salida de agua no filtre y a la vez eliminando el espacio de aire en las tuberías / Supervisar los trabajos |



Fotografía N°13. Codo galvanizado en salidas de agua fría

|             |   |
|-------------|---|
| B.1.8       |   |
| Falla       | Mal pegado de accesorios de las tuberías  |
| Apariencia  | Humedad en techo y/o muro   |
| Causa       | Por la premura de los trabajos se obvia el procedimiento de pegado o se coloca poca cantidad de pegamento que al final termina siendo un punto de filtración. |
| Efecto      | Filtración en techo y/o muro del departamento   |
| Responsable | Ing. Responsable de Instalaciones   |
| Acción      | 1.- Reemplazar el accesorio por donde filtra.<br>2.- Realizar el pegado con 3/4 de vuelta manteniendo presionado en su sitio el accesorio nuevo.              |
| Previsión   | Se debe esperar un tiempo mínimo de 15 min después del pegado para la prueba hidráulica.  |

### 3.- Etapa de mantenimiento

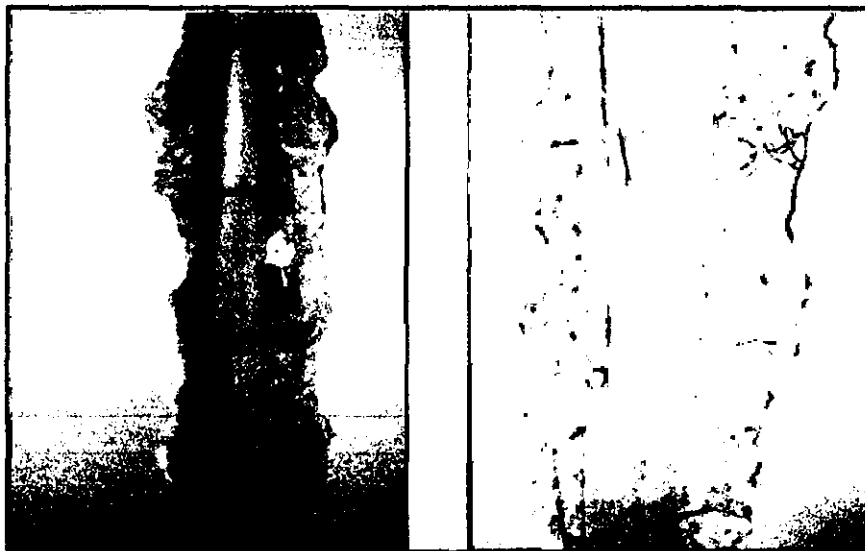
|             |   |
|-------------|---|
| B.1.9       |   |
| Falla       | Fisura en la tubería de agua fría porque fluye en su interior agua caliente.  |
| Apariencia  | Humedad en muro.  |
| Causa       | El equipo de producción de agua caliente no restringe el regreso del flujo de agua caliente.  |
| Efecto      | Filtración en la tubería de agua fría.  |
| Responsable | Ing. Responsable de Instalaciones (informar los requerimientos al propietario antes de la compra del equipo de producción).   |
| Acción      | 1.- Se cierra la válvula de control que gobierna a los ramales de las tuberías de agua fría.<br>2.- Se reemplaza por un equipo de producción de agua caliente que conciba impedir el flujo de agua como parte de su función.                                      |
| Previsión   | El usuario antes de adquirir un equipo de producción de agua caliente deberá corroborar la existencia de una válvula check que controle el regreso del flujo de agua, en caso contrario se instalará dicha válvula justo antes de entrar al equipo de producción. |

|             |   |
|-------------|---|
| B.1.10      |   |
| Falla       | El equipo de producción de agua caliente no regula la temperatura   |
| Apariencia  | No cumple su función el equipo de producción de agua caliente.  |
| Causa       | El dispositivo interno que regula la temperatura (termostato) no funciona debido a la falta de eliminación de las partículas depositadas en su interior o porque su tiempo de vida útil caducó. |
| Efecto      | Fisuramiento en la tubería debido al exceso de temperatura, como máximo las tuberías de PVC soportan hasta 80°C.  |
| Responsable | Ing. Responsable de Instalaciones (informar los requerimientos al propietario antes de la compra del equipo de producción).   |
| Acción      | 1.- Realizar mantenimiento según la especificación del proveedor y/o Reposición del equipo  |
| Previsión   | Hacer seguimiento al mantenimiento cada 6 meses.  |

## b.2) Sistema de Desagüe y Ventilación

Respecto al Sistema de Desagüe y Ventilación se subdivide en problemas en la etapa de construcción y mantenimiento que terminaron siendo problemas post-constructivos:

### 1.- Etapa de diseño



Fotografía N°14. Deformación de la tubería montante en muro

|             |   |
|-------------|---|
| B.2.1       | Ver Fotografía N°14   |
| Falla       | Deformación de la sección de la tubería montante que está embebida en muro  |
| Apariencia  | Humedad en muro / retorno de las aguas residuales debido a que la tubería esta obstruido  |
| Causa       | Falta de previsión por parte del proyectista sanitario al diseñar montantes empotradas en placas / Al momento de vaciar el concreto la tubería montante queda presionada y se deforma / Poco espesor de muro para colocar la montante   |
| Efecto      | Falta temporal del servicio de evacuación de residuos   |
| Responsable | Ing. Responsable de Instalaciones   |
| Acción      | 1.- Identificar la zona donde la tubería montante se encuentra deformada<br>2.- Cambio de tubería deformada, de ser posible reubicar la montante de desagüe para adosarla en vez tenerla empotrada.   |
| Previsión   | Las montantes de desagüe deben estar ubicados en ductos con dimensiones antropométricas o espacios especialmente previstos para tal fin y cuyas dimensiones y accesos permitan su instalación, reparación, revisión o remoción. Considerar que se permite utilizar un mismo ducto o espacio para la colocación de las tuberías de desagüe y agua, siempre que exista una separación mínima de 0,20 m entre sus generatrices más próximas. |

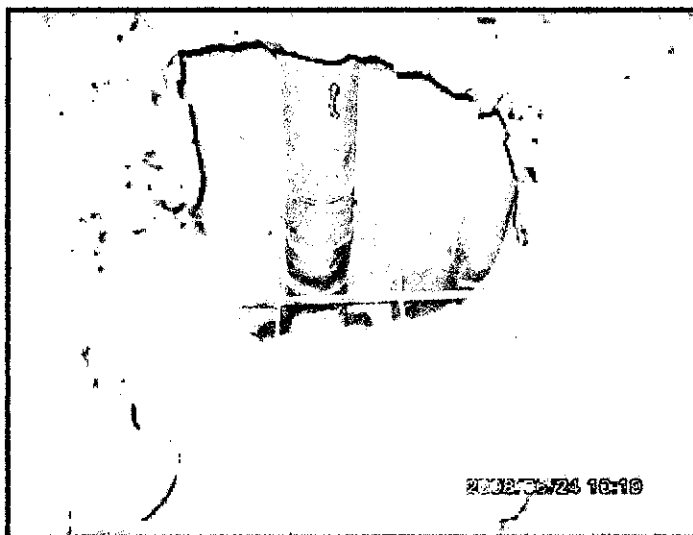
|                    |  |
|--------------------|--|
| <b>B.2.2</b>       |  |
| <b>Falla</b>       | Recorridos de tuberías 4", que no están embebidas completamente en la losa aligerada de 20cm., por lo que sufren daños de aplastamiento.   |
| <b>Apariencia</b>  | Humedad en piso  |
| <b>Causa</b>       | A mayor longitud de tubería, está tiene un mayor desnivel generada por la pendiente y sumado aún con el diámetro de la tubería aumenta el espesor.   |
| <b>Efecto</b>      | Se reduce el diámetro de la tubería mediante procesos de calentamiento para que puedan estar embebidos en la losa, mayormente se producen en ambientes de cocina por ser de grandes áreas.   |
| <b>Responsable</b> | Ing. Responsable de Instalaciones  |
| <b>Acción</b>      | 1.- Proponer el cambio de losa aligerada a losa maciza en coordinación con el Proyectista / Realizar cambios de recorrido de las tuberías a fin de evitar obstrucciones con otros sistemas provocando interferencias.  |
| <b>Previsión</b>   | Verificar los planos de Estructuras e Instalaciones para detectar los sectores donde existen interferencias con otros sistemas y compatibilizarlo con el espesor de losa antes de su instalación / Considerar en el diseño que el sistema de desagüe de inodoros puede ser evacuado directamente por muros hacia ductos aledaños a este, evitando toda instalación de tuberías por losas |

|                    |  |
|--------------------|--|
| <b>B.2.3</b>       |  |
| <b>Falla</b>       | El regreso del flujo de desagüe en los primeros pisos en una Edificación   |
| <b>Apariencia</b>  | Mal olor en los ambientes de baño, y salida de aguas residuales por los lavatorios e inodoros  |
| <b>Causa</b>       | Se produce un sifonamiento por comprensión debido a que en los pisos superiores descargan los inodoros provocando un verdadero pistón hidráulico que al bajar comprime todo el aire situado debajo, dando lugar a que la presión interna en la tubería sea mayor que la presión atmosférica / El acumulamiento de las aguas residuales por una sola montante en donde llegan de los diferentes niveles del edificio. |
| <b>Efecto</b>      | Llega a empujar el agua de la trampa o sifón al interior del aparato perdiendo el sello hidráulico.  |
| <b>Responsable</b> | Ing. Responsable de Instalaciones  |
| <b>Acción</b>      | 1.- Prolongar la tubería de ventilación generando un mayor flujo de aire en la montante.   |
| <b>Previsión</b>   | Para evitar fenómenos de sifonamiento hay que disponer de una red de ventilación, o si existiese debe funcionar de manera que en el extremo superior de la tubería de ventilación esté completamente abierta que permita el flujo continuo de aire/ Independizar la montante de los primeros pisos de las montantes de los pisos superiores.   |





|             |  |
|-------------|--|
| B.2.6       | Ver Fotografía N°15  |
| Falla       | Golpe a la tubería montante dentro de ducto  |
| Apariencia  | Filtración en montantes  |
| Causa       | Caída de objetos dentro del ducto donde están las montantes  |
| Efecto      | Mal olor y falta temporal del servicio   |
| Responsable | Ing. Responsable de Instalaciones  |
| Acción      | 1.- Ubicar la fuga de desagüe inspeccionando piso por piso y luego cerrar válvula principal para proceder a su reparación              |
| Previsión   | Las montantes de desagüe deben tener abrazaderas cada 2 m fijadas al ducto / Realizar pruebas del buen funcionamiento de las montantes |



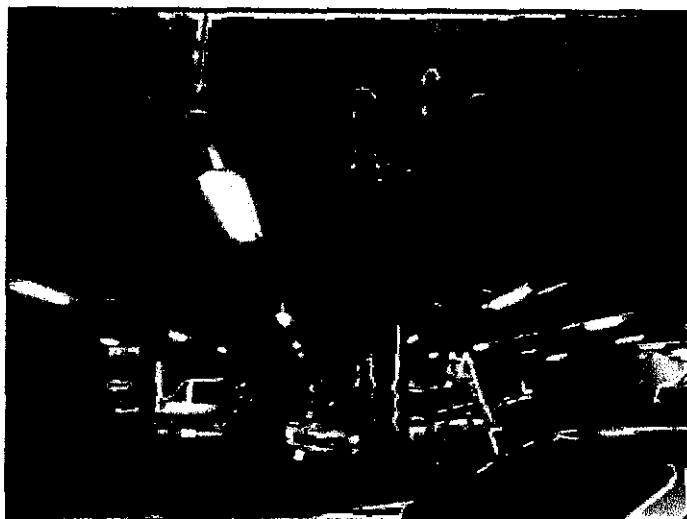
Fotografía N°15. Filtración de tubería montante por caída de objetos al ducto

|             |   |
|-------------|---|
| B.2.7       |   |
| Falla       | Mal pegado de accesorios  |
| Apariencia  | Humedad en muro   |
| Causa       | Por la premura de los trabajos se obvia el procedimiento de pegado o se realiza un mal procedimiento  |
| Efecto      | Falta temporal del servicio   |
| Responsable | Ing. Responsable de Instalaciones   |
| Acción      | 1.- Ubicar la fuga de desagüe y luego cerrar válvula principal para proceder a su reparación. El procedimiento recomendado es: echar pegamento al borde de la tubería luego colocar el empalme y girar 2 vueltas y media dejando permanentemente unida las tuberías por lo menos 2 minutos como mínimo. |
| Previsión   | Supervisar los circuitos de desagüe mediante la prueba de estanqueidad  |

|                    |  |
|--------------------|--|
| <b>B.2.8</b>       |  |
| <b>Falla</b>       | Puntos de salida de desagüe y agua cubiertos con concreto u otro material  |
| <b>Apariencia</b>  | Las tuberías, registros roscados y/o sumideros están llenos de concreto  |
| <b>Causa</b>       | No dejar tapones en los puntos de salida de desagüe y agua.  |
| <b>Efecto</b>      | No se puede evacuar el desagüe. Obstrucción en la salida de agua.  |
| <b>Responsable</b> | Ing. Responsable de Instalaciones  |
| <b>Acción</b>      | 1.- Rehacer tramo de tubería que esta obstruida  |
| <b>Previsión</b>   | Supervisar la colocación de tapones antes y después del vaciado. No considerar disolver el material de concreto con acido muriático o algún elemento que pueda dañar a la tubería. |

|                    |  |
|--------------------|--|
| <b>B.2.9</b>       |  |
| <b>Falla</b>       | Falta de pendiente en tuberías de desagüe embebidas en losas   |
| <b>Apariencia</b>  | Se produce un sonido debido al retorno del desagüe   |
| <b>Causa</b>       | Falta pendiente en las tuberías de desagüe por tener como limitante el espesor de losa   |
| <b>Efecto</b>      | Mal olor o salida de residuos por los sumideros  |
| <b>Responsable</b> | Ing. Responsable de Instalaciones  |
| <b>Acción</b>      | 1.- Rehacer tramo de recorrido de tubería y de ser posible dar pendiente, en caso contrario reubicar la salida de desagüe a un punto más cercano.  |
| <b>Previsión</b>   | Verificar las distancias de las tuberías de desagüe al punto de evacuación, contemplando que la pendiente de los colectores y de los ramales de desagüe interiores será uniforme y no menor de 1% para diámetros de 100 mm (4") y mayores; y no menor de 1,5% para diámetros de 75 mm (3") o inferiores. |

|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>B.2.10</b>      | Ver Fotografía N° 16  |
| <b>Falla</b>       | Falta de pendiente en tuberías de desagüe adosadas  |
| <b>Apariencia</b>  | Goteo en tuberías   |
| <b>Causa</b>       | Falta de supervisión  |
| <b>Efecto</b>      | Filtraciones y aguas empozadas en líneas de desagüe adosadas.   |
| <b>Responsable</b> | Ing. Responsable de Instalaciones   |
| <b>Acción</b>      | 1.- Se inhabilitaron los desagües de la líneas implicadas<br>2.- Se rehizo el trabajo, dando pendientes a las tuberías que no las tenían. |
| <b>Previsión</b>   | Revisar, usando equipos topográficos, la continuidad de las pendientes en líneas de desagüe expuestas.                                    |



Fotografía N°16. Falta pendiente en tuberías de desagüe adosadas

|                    |  |
|--------------------|--|
| <b>B.2.11</b>      |  |
| <b>Falla</b>       | Accesorio de desagüe que une los ramales horizontales a las montantes o bajantes sufren fisuramiento                           |
| <b>Apariencia</b>  | Humedad en piso  |
| <b>Causa</b>       | Debido a un movimiento sísmico se fisuran los accesorios en encuentro de techo y piso / Algunas veces se coloca tee sanitaria. |
| <b>Efecto</b>      | Falta temporal del servicio  |
| <b>Responsable</b> | Ing. Responsable de Instalaciones  |
| <b>Acción</b>      | 1.- Ubicar la fuga de desagüe inspeccionando piso por piso para proceder a su reparación                                       |
| <b>Previsión</b>   | Colocar yee sanitaria en vez de tee sanitaria. Colocar sujetadores antes y después de la losa.                                 |

|                    |  |
|--------------------|--|
| <b>B.2.12</b>      |  |
| <b>Falla</b>       | Las montantes de ventilación no son empalmadas con las montantes de desagüe.   |
| <b>Apariencia</b>  | Mal olor en los ambientes de baño  |
| <b>Causa</b>       | La falta de conocimiento de la ubicación de los empalmes que existen entre el sistema de desagüe y ventilación o por la premura de los trabajos  |
| <b>Efecto</b>      | La concentración de los olores de los residuos de desagüe se presenta en los pisos superiores.   |
| <b>Responsable</b> | Ing. Responsable de Instalaciones  |
| <b>Acción</b>      | 1.- Hacer los trabajos de empalmes   |
| <b>Previsión</b>   | En los edificios de gran altura (más de 5 pisos) se requiere conectar la montante al tubo principal de ventilación por medio de tubos auxiliares de ventilación, a intervalos de 5 pisos, contados a partir del último piso hacia abajo. Además se recomienda que en los tramos horizontales de las tuberías de ventilación tengan una pendiente de 0.5%-1%. |

|                    |   |
|--------------------|---|
| <b>B.2.13</b>      |   |
| <b>Falla</b>       | Las montantes de ventilación no se prolongan en las azoteas o techos.   |
| <b>Apariencia</b>  | Se produce mal olor en azotea y en los últimos pisos en las viviendas   |
| <b>Causa</b>       | No se deja a la tubería de ventilación con un tirante libre desde el nivel construido hacia la atmosfera para su circulación  |
| <b>Efecto</b>      | Falta de renovación del aire por lo cual retorna los malos olores en los últimos pisos  |
| <b>Responsable</b> | Ing. Responsable de Instalaciones   |
| <b>Acción</b>      | 1.- Prolongar las tuberías de ventilación colocando el accesorio llamado sombrero en la parte final de la tubería.  |
| <b>Previsión</b>   | Toda montante de desagüe deberá prolongarse al exterior, sin disminuir su diámetro. En el caso de que termine en una terraza accesible o utilizada para cualquier fin, se prolongará por encima del piso hasta una altura no menor de 1.80 m. Cuando la cubierta del edificio sea un techo o terraza inaccesible, la montante será prolongada por encima de éste en 0.15 m como mínimo. |

### 3.- Etapa de Mantenimiento

|                    |  |
|--------------------|--|
| <b>B.2.14</b>      |  |
| <b>Falla</b>       | El sistema de ventilación no renueva el aire en los ambientes  |
| <b>Apariencia</b>  | Humedad en muro  |
| <b>Causa</b>       | Uso de la tubería de ventilación para evacuar residuos   |
| <b>Efecto</b>      | Mal olor en los ambientes  |
| <b>Responsable</b> | Ing. Responsable de Instalaciones (explicar a los propietarios la función que cumple la tubería de ventilación)  |
| <b>Acción</b>      | 1.- Eliminar empalmes hechos entre la tubería de desagüe y ventilación<br>2.- Hacer limpieza en la tubería de ventilación para evitar la putrefacción de los residuos que pudieran haberse quedado dentro de la tubería. |
| <b>Previsión</b>   | No cambiar la función del sistema de ventilación para la cual ha sido concebida.   |

#### b.3) Sistema Pluvial

Respecto al Sistema Pluvial son problemas en la etapa de construcción y mantenimiento que terminaron siendo problemas post-constructivos:

**1.- Etapa constructiva**

|             |   |
|-------------|---|
| B.3.1       |   |
| Falla       | Falta sumideros en balcones y patios  |
| Apariencia  | Cuando existe fuga de agua, hace falta un punto de desagüe  |
| Causa       | No se contempla instalar sumideros o la cantidad no es suficiente para el área que debe cubrirse  |
| Efecto      | Se empoza el agua en la zona donde no hay sumideros   |
| Responsable | Ing. Responsable de Instalaciones   |
| Acción      | 1.- Buscar el punto de desagüe más cercano y prolongar la tubería para colocar los sumideros.   |
| Previsión   | Verificar que los planos de Instalaciones Sanitarias se contemple los sumideros en la zona de azoteas, terrazas, balcones, patios y otros |

**2.- Etapa de mantenimiento**

|             |   |
|-------------|---|
| B.3.2       |   |
| Falla       | Falta de limpieza en las canaletas para evacuar el agua pluvial   |
| Apariencia  | Filtración en Techo   |
| Causa       | No se concibe hacer un mantenimiento rutinario a las canaletas dado que la obstrucción de materiales no permite su funcionamiento |
| Efecto      | Empozamiento de agua  |
| Responsable | Ing. Responsable de Instalaciones   |
| Acción      | 1.- Realizar la limpieza a las canaletas, procurando que la tubería no esté obstruida.  |
| Previsión   | Cada período de tiempo de 6 meses realizar una limpieza a las canaletas   |

**b.4) Sistema Contra incendio**

Respecto al Sistema de Agua Contra incendio se subdivide en problemas en la etapa de construcción que terminaron siendo problemas post-constructivos:

**1.- Etapa constructiva**

|             |   |
|-------------|---|
| B.4.1       | Ver Fotografía N°17   |
| Falla       | Falta de espárragos en el soporte de la tubería de contra incendio  |
| Apariencia  | Tubería no está fijada al techo.  |
| Causa       | Mano de Obra no calificada para la instalación / Desconocimiento de los trabajos  |
| Efecto      | El esparrago no está colocado en el soporte   |
| Responsable | Ing. Responsable de Instalaciones   |
| Acción      | 1.- Reposición del esparrago  |
| Previsión   | Para soportes anclados a un techo de concreto se podrá utilizar pernos de expansión y/o anclajes de rosca interior. Por ningún motivo podrá utilizarse tacos ó tarugos de madera. |



Fotografía N°17. Falta de espárragos en tuberías contra incendio

|             |   |
|-------------|---|
| B.4.2       |   |
| Falla       | Falta de soportes para rigidizar la tubería contra incendio   |
| Apariencia  | Vibración en la tubería   |
| Causa       | La distancia entre soportes es demasiada  |
| Efecto      | Tuberías desfasadas en alineamiento horizontal y vertical.  |
| Responsable | Ing. Responsable de Instalaciones   |
| Acción      | 1.- Proceder con la reubicación de los soportes a las distancias entre ellas según el diámetro de las mismas  |
| Previsión   | La distancia máxima entre soportes no debe exceder los 3.7 metros para diámetros hasta 1-1/4" ó 4.6 metros para diámetros de 1-1/2" y mayores. Cada sección de tubo que exceda 1.00 metro de largo deberá tener un soporte / Se recomienda, que si la tubería contra incendio cruza vigas estructurales se realicen a 1/3 de la luz de libre y se considere un refuerzo de acero (estribos) cerca a dicho pase. |

### b.5) Aparatos Sanitarios

Respecto a Aparatos Sanitarios se subdivide en problemas en la etapa de diseño, construcción y mantenimiento que terminaron siendo problemas post-constructivos:

#### 1.- Etapa Constructiva

|             |   |
|-------------|---|
| B.5.1       |   |
| Falla       | Mal acoplamiento del diafragma en el tanque de inodoro    |
| Apariencia  | El Tanque de inodoro no evacua las aguas residuales       |
| Causa       | El diafragma se ha desgastado                             |
| Efecto      | Mal olor en los ambientes                                 |
| Responsable | Ing. Responsable de Instalaciones                         |
| Acción      | 1.- Cambio de diafragma                                   |
| Previsión   | Realizar mantenimiento al diafragma del tanque de inodoro |

|                    |  |
|--------------------|--|
| <b>B.5.2</b>       |  |
| <b>Falla</b>       | La empaquetadura de la base del inodoro no cierra herméticamente con la tubería de desagüe.  |
| <b>Apariencia</b>  | Sujeción de taza de inodoro se mueve   |
| <b>Causa</b>       | Mal acoplamiento entre la base y el inodoro  |
| <b>Efecto</b>      | Filtración de agua en la base del inodoro  |
| <b>Responsable</b> | Ing. Responsable de Instalaciones  |
| <b>Acción</b>      | 1.- Retirar la empaquetadura de la base del inodoro<br>2.- Colocar la empaquetadura nueva con el anillo de cera luego ajustar la base dejándolo establemente y se deja por un período de 24 horas.<br>3.- Colocar silicona en la base del inodoro. |
| <b>Previsión</b>   | Supervisar el fraguado en la base inferior del inodoro / Probar la estabilidad del posicionamiento del inodoro   |

|                    |  |
|--------------------|--|
| <b>B.5.3</b>       |  |
| <b>Falla</b>       | Filtración en encuentro de muro y tubo de abasto   |
| <b>Apariencia</b>  | Humedad en muro  |
| <b>Causa</b>       | Falta colocar un material para sellar en la conexión entre el tubo de abasto y el codo galvanizado, debe utilizarse el teflón por ser uniones roscadas y no pegamento. Algunas veces se coloca anillo de cera por desconocimiento del procedimiento. |
| <b>Efecto</b>      | Pérdida de agua  |
| <b>Responsable</b> | Ing. Responsable de Instalaciones  |
| <b>Acción</b>      | 1.- Retirar el tubo de abasto<br>2.- Colocar cinta teflón nueva al tubo de abasto  |
| <b>Previsión</b>   | Dependiendo del tipo de unión entre tuberías debe considerarse se debe elegir el material sellante.  |

|                    |  |
|--------------------|--|
| <b>B.5.4</b>       | Ver Fotografía N°18  |
| <b>Falla</b>       | No existe compatibilidad entre el diámetro de la trampa (1 1/2" o 1 1/4") y el diámetro de la tubería del punto de salida de desagüe (2")  |
| <b>Apariencia</b>  | Filtración en baño que comprometió la pared a espaldas del los lavatorios o lavaderos.   |
| <b>Causa</b>       | Uso de materiales inadecuados. Se utilizo anillo de cera o waípe para sellar el espacio vacío generado entre el diámetro de la trampa y el diámetro de la tubería de desagüe.  |
| <b>Efecto</b>      | Filtración en encuentro de muro y trampa en los aparatos sanitarios  |
| <b>Responsable</b> | Ing. Responsable de Instalaciones  |
| <b>Acción</b>      | 1.- Desarmar la trampa de desagüe<br>2.- Retirar material que sirvió para sellar espacio vacío y se colocó una reducción de 2" a 1 1/2" o 1 1/4" cuando es el caso de lavaderos de cocina y baños respectivamente.<br>3.- Se espera que no exista humedad para proceder a masillar y pintar el muro. |
| <b>Previsión</b>   | Controlar el material utilizado en obra, diferenciarlo por   |



|  |  |
|--|--|
|  | actividades y no permitir el mal uso del mismo / Supervisar los embones de las trampas en todo elemento visible. |
|--|--|



Fotografía N°18. Uso del anillo de cera como material sellante

## 2.- Etapa de mantenimiento

|             |   |
|-------------|---|
| B.5.5       |   |
| Falla       | Deformación de la empaquetadura en el tanque de inodoro   |
| Apariencia  | El tanque de inodoro deja pasar continuamente agua  |
| Causa       | La empaquetadura se ha deformado  |
| Efecto      | Excesivo gasto de agua  |
| Responsable | Ing. Responsable de Instalaciones   |
| Acción      | 1.- Reposición de la empaquetadura  |
| Previsión   | El desgaste de la empaquetaduras es un problema repetitivo, verificar su operatividad mediante un mantenimiento |

|             |  |
|-------------|--|
| B.5.6       | Ver Figura 68  |
| Falla       | Desgaste de la válvula de salida en el tanque de inodoro   |
| Apariencia  | La válvula de salida del tanque de inodoro no funciona   |
| Causa       | Formación de sarros u óxidos / No funciona el brazo de palanca de la bomba del tanque de inodoro |
| Efecto      | Excesivo consumo de agua   |
| Responsable | Ing. Responsable de Instalaciones  |
| Acción      | 1.- Cambio de la válvula de salida   |
| Previsión   | Revisar tapón diafragma del sistema interno del tanque de inodoro                                |

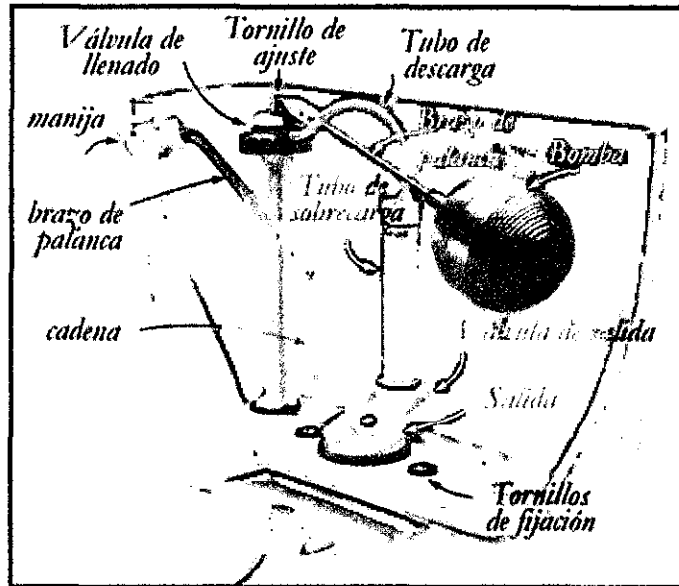


Figura 68. Partes internas de un inodoro

|             |  |
|-------------|--|
| B.5.7       |  |
| Falla       | Obstrucción en trampa de aparatos sanitarios   |
| Apariencia  | Los residuos se evacuan lentamente   |
| Causa       | Reducción de la sección efectiva para la evacuación de los residuos                          |
| Efecto      | Mal olor en los ambientes  |
| Responsable | Ing. Responsable de Instalaciones  |
| Acción      | 1.- Desinstalar la trampa de los aparatos sanitarios y eliminar los residuos que ahí perecen |
| Previsión   | Limpiar periódicamente las trampas de los aparatos sanitarios                                |

### b.6) Griferías

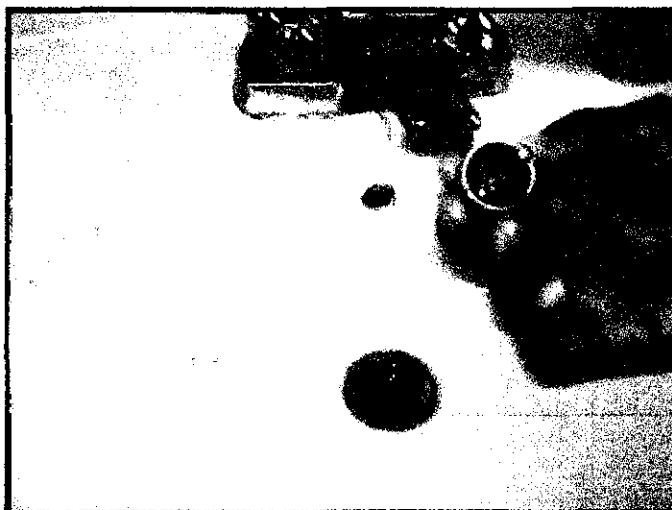
Respecto a Griferías son problemas en la etapa de construcción que terminaron siendo problemas post-constructivos:

#### 1.- Etapa de diseño.

|             |  |
|-------------|--|
| B.6.1       |  |
| Falla       | Grifería de material de plástico se deteriora en el corto plazo  |
| Apariencia  | Filtración y/o goteo en la grifería  |
| Causa       | Si la estructura interior de la grifería es de plástico o es de jebe se satura de arenilla rápidamente   |
| Efecto      | Obstruye el paso del agua o sale intermitentemente   |
| Responsable | Ing. Responsable de Instalaciones  |
| Acción      | 1.- Cambiar el vástago y de continuar el problema lo mejor es cambiar toda la grifería.                  |
| Previsión   | El disco cerámico debe tener 3/4 de vuelta / la llave en cruz debe tener empaquetadura de jebe 5 vueltas |

**2.- Etapa Mantenimiento.**

|             |   |
|-------------|---|
| B.6.2       | Ver Fotografía N°19   |
| Falla       | La empaquetadura del aereador de la grifería está deteriorado                   |
| Apariencia  | Sale agua de forma intermitente o no sale                                       |
| Causa       | Falta colocar la empaquetadura del aereador o esta desgastada                   |
| Efecto      | Poca presión de agua en los lavaderos y lavatorios.                             |
| Responsable | Ing. Responsable de Instalaciones   |
| Acción      | 1.- Cambiar la empaquetadura del aereador                                       |
| Previsión   | Realizar mantenimiento a las griferías según periodo indicado por el proveedor. |



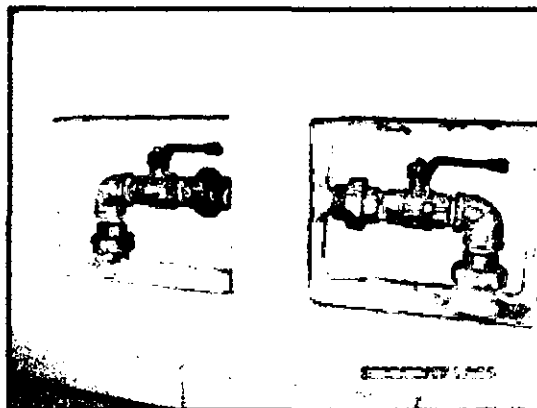
Fotografía N°19. Empaquetadura deteriorada

**b.7) Válvulas de interrupción**

Respecto a las válvulas se subdivide en problemas en la etapa de diseño, construcción y mantenimiento que terminaron siendo problemas post-constructivos:

**1.- Etapa de diseño**

|             |   |
|-------------|---|
| B.7.1       | Ver Fotografía N°20   |
| Falla       | Fisuramiento en las válvulas  |
| Apariencia  | Filtración o goteo en válvulas  |
| Causa       | Caída de Material por el ducto de basura que colinda con la ubicación de las válvulas   |
| Efecto      | Corte temporal del sistema de agua  |
| Responsable | Ing. Responsable de Instalaciones   |
| Acción      | 1.- Reforzar el lado del nicho que colinda al ducto de basura. En caso sea factible cambiar la posición de la válvula         |
| Previsión   | Constatar que las válvulas, montantes, o tuberías no estén expuestas a golpes cuando entren en funcionamiento otros sistemas. |



Fotografía N°20. Ducto de basura aledaño a la ubicación de las válvulas

## 2.- Etapa constructiva

|             |   |
|-------------|---|
| B.7.2       |   |
| Falla       | Falta ajuste en las uniones universales de las válvulas   |
| Apariencia  | Filtración en uniones universales de válvula  |
| Causa       | Exceso de ajuste en las uniones universales / No se colocan empaquetaduras en las uniones universales |
| Efecto      | Corte temporal del sistema de agua  |
| Responsable | Ing. Responsable de Instalaciones   |
| Acción      | 1.- Cambio de unión universal, considerar cinta teflón como material sellante.                        |
| Previsión   | Supervisión de los trabajos de instalación de válvulas.   |

|             |  |
|-------------|--|
| B.7.3       | Ver Figura 69  |
| Falla       | Válvula compuerta gotea  |
| Apariencia  | Humedad en piso  |
| Causa       | Desgaste de la empaquetadura y el compresor de la válvula  |
| Efecto      | Gotea en la válvula compuerta por el vástago   |
| Responsable | Ing. Responsable de Instalaciones  |
| Acción      | 1.- Se verifica que la empaquetadura no esté floja, de estar floja se quita la manija, se cambia la empaquetadura y el compresor |
| Previsión   | Supervisión de los trabajos de instalación de válvulas.  |

## 3.- Etapa de mantenimiento

|            |   |
|------------|---|
| B.7.4      | Ver Figura 69   |
| Falla      | La manija o volante según sea el tipo de válvula de interrupción gira con dificultad.   |
| Apariencia | No funciona el cierre de interrupción de la válvula   |
| Causa      | Los usuarios normalmente regulan la presión de salida de agua en los aparatos sanitarios girando $\frac{1}{2}$ o $\frac{3}{4}$ de vuelta el cierre de |

|             |   |
|-------------|---|
|             | interrupción o por la acumulación de caliche o residuos en las válvulas.  |
| Efecto      | Corte temporal del sistema de agua fría   |
| Responsable | Ing. Responsable de Instalaciones   |
| Acción      | 1.- Cerrar la válvula principal de la vivienda o del nivel inmediato superior que corresponde al ambiente en donde sea producido el problema.<br>2.- Retirar el sombrerete de la válvula girándolo en sentido anti horario, sacar el vástago y disco.<br>3.- Limpiar todo con vinagre y cepillo de alambre. |
| Previsión   | Las válvulas de interrupción trabajan abiertas o cerradas sólo en los dos casos./Dar mantenimiento a las válvulas según el período que especifique el proveedor   |

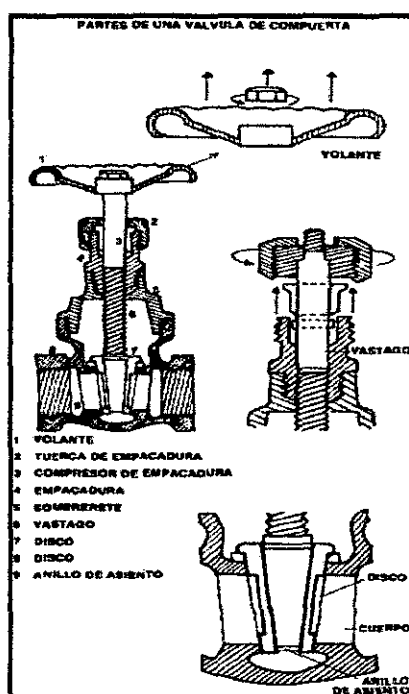


Figura 69. Partes de una válvula compuerta

#### 4.2.2 Selección del Software Microsoft Access.

Después de evaluar los problemas en las instalaciones sanitarias es necesario ordenar dicha información para tener un fácil acceso y pueda seguirse adicionando otros problemas que surjan de la experiencia (ingenieros, subcontratistas, proveedores entre otros) de proyectos con similares características de las edificaciones multifamiliares estudiadas. El uso de un sistema base de datos puede ser incluido como una metodología aplicable a la evaluación de problemas post-construcción, donde se gestione la información de manera que relacione el problema con la etapa en donde se produjo, a partir del

beneficio que se obtenga se hará viable el uso de la base de datos en el tiempo. Ésta es una forma no tradicional de aprender, investigar, y mejorar; partiendo de los errores que comúnmente se producen para finalmente mostrar la incidencia de los problemas y apoyar en la evaluación del porque de las fallas.

Los tipos de base de datos son: según la variabilidad de los datos almacenados, según el contenido. Además de la clasificación por la función de las bases de datos, éstas también se pueden clasificar de acuerdo a su modelo de administración de datos. Un modelo de datos es básicamente una "descripción" de algo conocido como contenedor de datos (donde se guarda la información), así como de los métodos para almacenar y recuperar información de esos contenedores. Uno de éstos es la base de datos relacional que sirve para los objetivos de la investigación, existen diversos programas que tienen como aplicación un sistema de base de datos, tales como Microsoft Excel, Microsoft Access, MySQL o Microsoft SQL Server, entre otros.

En la etapa de levantamiento de información de los problemas post-construcción se usó una base de datos (listas) en el programa Microsoft Office Excel. Luego de realizar el análisis de todos los problemas ya mencionados se procede a transferir la información a una base de datos relacional, por lo cual se comparó que programa es el más adecuado para los fines que se requieren; los programas pre-seleccionados para el almacenamiento son Microsoft Excel y Access. A continuación una breve síntesis de comparación entre ambos programas de computo.

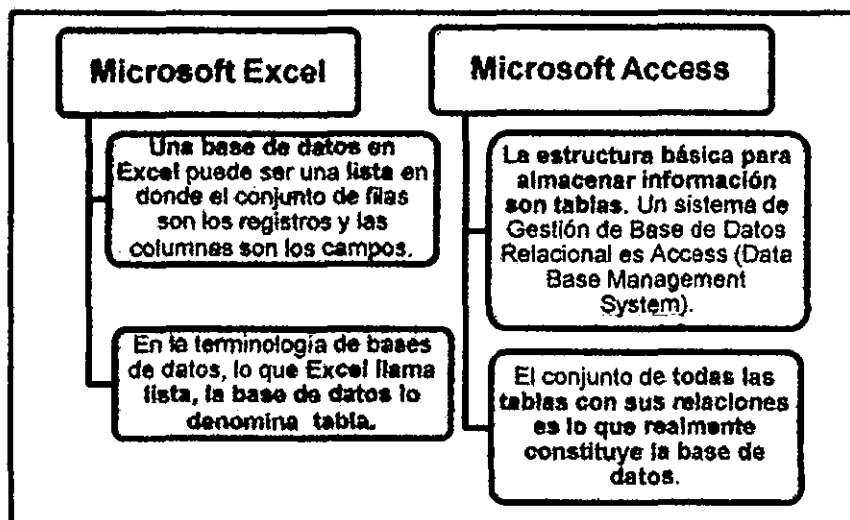


Figura 70. Comparación entre Microsoft Excel y Access – Elaboración propia.

La elección del programa Microsoft Office Access se debe básicamente a que dicho programa es de fácil uso y dinamismo; este modelo considera la base de datos como una colección de relaciones.

De manera simple, una relación representa una tabla que no es más que un conjunto de filas, cada fila es un conjunto de campos y cada campo representa un valor que interpretado describe el mundo real. Cada fila también se puede denominar registro y a cada columna también se le puede llamar campo o atributo.

- **Microsoft Access**

Microsoft Office Access permite crear formularios para insertar y modificar datos fácilmente, también tiene un entorno gráfico para ver las relaciones entre las diferentes tablas de la base de datos. Para bases de datos de gran tamaño (en cuanto a volumen de datos o de usuarios) es recomendable usar otros sistemas como MySQL o Microsoft SQL Server, y código VBA (Visual Basic para Aplicaciones).

A continuación se muestra los elementos que posee Microsoft Office Access en la versión 2007:

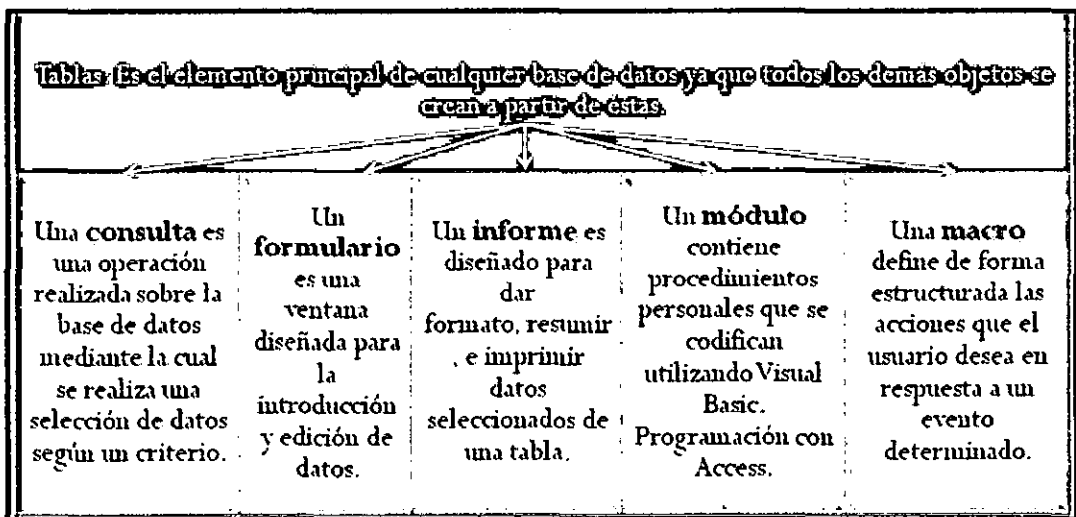


Figura 71. Elementos de Microsoft Access – Elaboración propia.

Las tablas son los elementos principales para la formulación de subgrupos que generarán los resultados. En el caso de la investigación las tablas están dadas

por la clasificación de las Instalaciones Sanitarias en edificaciones, Etapas de proyecto donde surgió el problema, los problemas post-construcción y el análisis del problema (Falla, Apariencia, Causa, Efecto, Responsable, Acción, Previsión).

El elemento llamado consulta sirve para seleccionar los datos y obtener resultados a partir de ellos, es el medio para conseguir el elemento informe que es un formato de resumen. Termina siendo referencia útil esta compilación de información para estudios de diseño, construcción y mantenimiento en Instalaciones Sanitarias de Edificaciones Multifamiliares. Se enfatizó los elementos: tabla, consulta e informe.

#### **4.2.3 Diseño y aplicación de una base de datos relacional para la evaluación de los problemas.**

##### **Base de datos relacional**

Es la forma de organizar la información de una base de datos a través de tablas. Las bases de datos se forman mediante el software RDBMS (Sistema de administración de bases de datos relacionales) que permite organizar y visualizar los datos de la tabla.

El procedimiento para diseñar la base de datos relacional fue el siguiente:

- Se crea tablas de tipo modelo para almacenar la información estructurada. Las tablas son descritas de la siguiente manera:

##### **Tabla: Clasificación (a)**

Es la primera tabla que contiene la clasificación de las instalaciones sanitarias, las mismas que fueron consideradas para la evaluación de los problemas post-construcción en las edificaciones multifamiliares.

##### **Tabla: Origen del problema (b)**

En esta tabla se contemplan las diferentes etapas del proyecto (Diseño, Construcción y Mantenimiento).

##### **Tabla: Problema (c)**

Los problemas post-construcción están divididos según el tipo de elemento: visible y oculto, ambos responden a una codificación para su ordenamiento.





El resultado de las secuencias realizadas, se muestra en resumen de la siguiente manera:

| <b>PROBLEMAS EN INSTALACIONES SANITARIAS</b>     |  |                              |   |   |  |
|--|--|------------------------------|---|---|--|
| <b>CLASIFICACIÓN:</b>                            |  |                              |   |   |  |
| Sistema de Agua Fría y Caliente                  |  |                              |   |   |  |
| <b>ETAPA DE PROYECTO:</b>                        |  |                              |   |   |  |
| CONSTRUCCIÓN                                     |  |                              |   |   |  |
| <b>PROBLEMA :</b>                                |  |                              |   |   |  |
| a.5 Fisura en tubería PVC por una fuerza externa |  |                              |   |   |  |
| <b>ANÁLISIS DEL PROBLEMA</b>                     |  |                              |   |   |  |
| Apariencia                                       | Causa  | Efecto                       | Responsable   | Acción  | Reparación   |
| Filtración en muro.                              | Perforación en muro al colocar tragos para la instalación del contra bóveda. | Detección de Fisura del muro | Ing. Responsable de acabados debe revisar planos de instalaciones sanitarias para evitar interferencias | Obstaculizar el paso del agua mediante la Vitrula de cierre y luego reparar la tubería. | El Responsable de Subcontratas debe estar en coordinación con el Responsable de Acabados acerca de la ubicación del recorrido de tuberías en muro para un mayor control de los trabajos. |

Figura 74. Resultado de la base de datos – Elaboración propia.

Al evaluar el desempeño de las viviendas y analizar sus problemas, indirectamente se está creando una herramienta que ayudará en el progreso o mejora de resolver los problemas en la etapa de diseño, construcción y mantenimiento. La información que contiene esta base de datos relacional fue aprovechada en una edificación multifamiliar con la consigna de no cometer los mismos errores.

## CAPÍTULO V: PROPUESTAS DE MEJORA EN INSTALACIONES SANITARIAS DE EDIFICACIONES

### 5.1 Descripción general de la obra

La obra estudiada es una edificación del tipo residencial que se encuentra ubicado en el Distrito de Magdalena Del Mar, Provincia y Departamento de Lima. La edificación está conformada por dos bloques de quince pisos, un semisótano y tres sótanos de estacionamiento.

Los alcances del proyecto son los siguientes:

- } Construcción de 3 sótanos de estacionamientos y 2 edificios de 15 pisos y semisótano. Cada uno de los edificios comprende 69 departamentos (14 flat tipo A, 14 flat tipo B, 16 flat tipo C, 8 dúplex tipo D, 16 flat tipo E y un flat tipo F)
- } El proyecto comprende la Estructura, Arquitectura, Instalaciones Eléctricas, Instalaciones Sanitarias, Equipamiento e Instalaciones Electromecánicas.

Los departamentos Flat tienen el modelo típico siguiente:

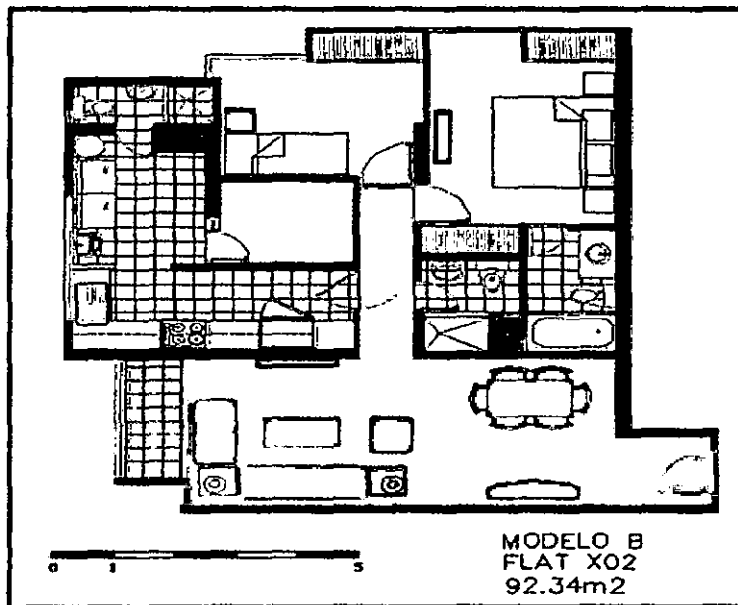


Figura 75 Departamento Flat típico – Edificación estudiada.

En el caso de los departamentos dúplex existen 8 departamentos en cada torre siendo un total de 16 departamentos.

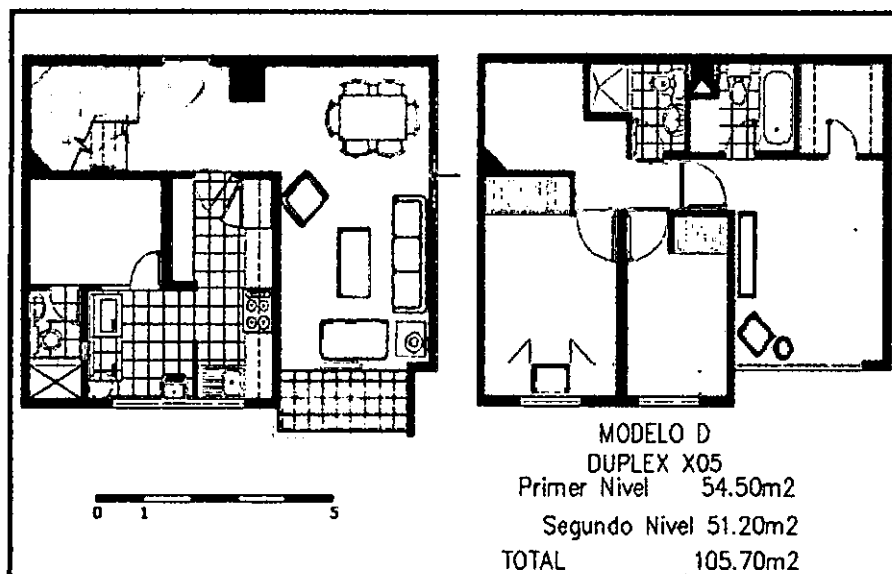


Figura 76. Departamento Dúplex típico – Edificación estudiada.

### Información General

El área de terreno es 2240.27 m<sup>2</sup> y el área construida es 19915.99 m<sup>2</sup>; además de tener 328 m<sup>2</sup> de áreas verdes (Ver Anexo 13 – Planos de Arquitectura). A continuación se describe las características que posee la edificación:

#### Estructura:

**CIMENTACION:** Zapatas aisladas y cimientos corridos de Concreto Armado

**MUROS DE SOSTENIMIENTO:** Muros perimetrales de concreto armado.

**TIPO DE ESTRUCTURA:** Sistema aporticado de concreto armado en sótanos, compuesto de columnas y placas unidas con vigas peraltadas, losas aligeradas y losas macizas. Sistema en base a muros portantes en los edificios, compuesto de muros de concreto, losas aligeradas y losas macizas.

#### Arquitectura:

**Muros y techos de sótano solaqueados.**

**Muros de concreto en edificios solaqueados y recubiertos de papel mural y cerámico en SSHH**

**Cielo Raso: Tarrajado y Pintado**

**Acabados:**

**Sala-Comedor y Pasadizo: Piso laminado color cerezo**

**Dormitorios: Alfombra tipo Berber color beige oscuro**

**Baño Principal y Secundario: Cerámica Boticcino 40x40**

**Área de Servicio: Cerámica América Blanco 40x40**

**Dormitorio servicio: Piso vinílico color cerezo**

**Terraza: Cerámica Cemento Gris 40x4.**

**Hall Ascensores: Cerámica Rústico Estructurado 30x30**

**Ingreso-Lobby, 1er Hall Ascensores: Cerámica Pirita 40x40**

**Instalaciones Eléctricas**

**Red de media y baja tensión / Tableros, tomacorrientes, Alumbrado**

**Sistema de Puesta a Tierra / Subestación**

**Instalaciones Sanitarias**

**Sistema Extinción Contra Incendios / Sistema Detección Contra Incendios**

**Sistema de Agua Fría (Velocidad Variable, Presión constante) / Sistema de Agua Caliente**

**Sistema de Desagüe**

**Piscina: Sistema de recirculación, Desnatadores**

**Equipamiento e Instalaciones Electromecánicas**

**Ascensores: 4 unidades modelo Nexway (Velocidad 105m/min)**

**Sistema de Extracción de Monóxido en sótanos**

**Sistema de Gas / Sistema de Intercomunicadores**

Para la ejecución de los sótanos y los departamentos de las torres se dividió en 7 sectores y 5 sectores respectivamente. (Ver Anexo 14 – Planos de Estructuras)

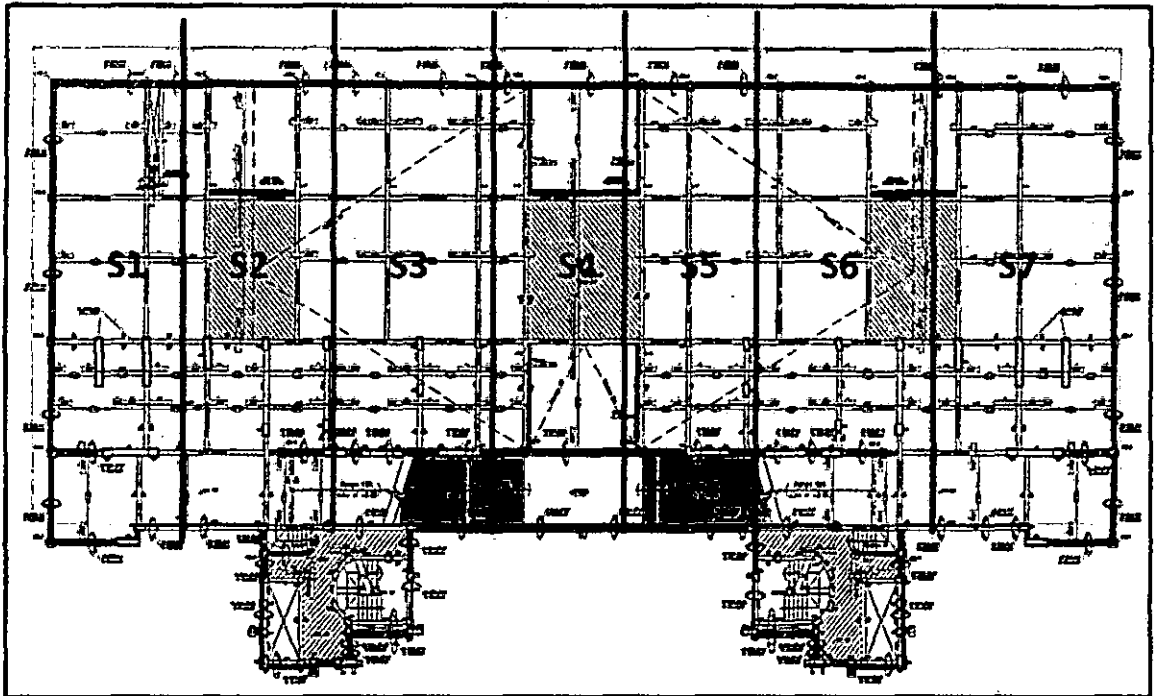


Figura 77. Sectorización de los Sótanos – Edificación estudiada.

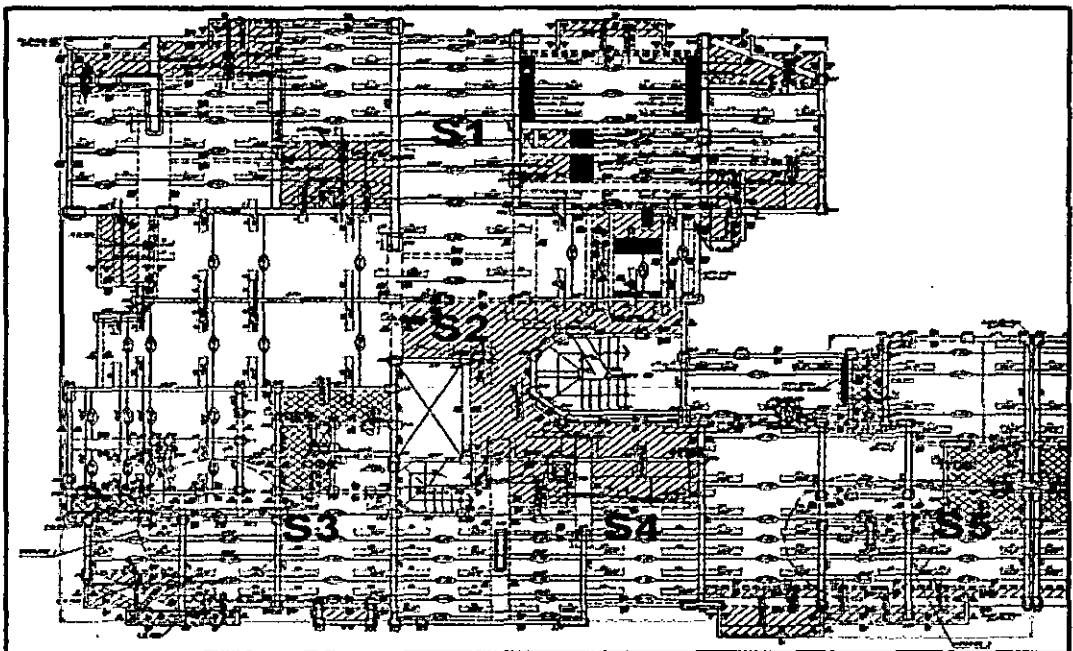


Figura 78. Sectorización de los Departamentos – Edificación estudiada.

El plazo contractual de ejecución de la obra fue de 486 días calendario (16 meses). La construcción empezó en el mes de diciembre del 2008 y a mediados del mes de mayo del 2009 se terminó la construcción de los sótanos para dar comienzo con la ejecución de los 2 bloques. En la tabla 15, se muestra las fechas en las cuales se culminó cada bloque, subdividiendo por etapas: casco estructural y acabado.

En el cronograma de obra se distingue el tiempo dado para la construcción de la torre 1 y torre 2. Se aprecia que la parte de los acabados se hizo con una mayor velocidad en la torre 2 que en la torre 1, tener en cuenta que la mayoría de los subcontratistas que están relacionados indirectamente con las instalaciones sanitarias se encuentran en esta etapa de acabados. Con respecto a la parte del casco estructural de los departamentos, en la torre 2 se disminuyó en 14 días en comparación con la torre 1.

| Fechas       | Torre 1     |            | Torre 2     |            |
|--------------|-------------|------------|-------------|------------|
|              | Estructuras | Acabados   | Estructuras | Acabados   |
| Inicio       | 27/04/2009  | 04/06/2009 | 04/09/2009  | 01/10/2009 |
| Fin          | 18/08/2009  | 15/01/2010 | 12/12/2009  | 31/03/2010 |
| Tiempo(días) | 113         | 226        | 99          | 182        |

Tabla 15. Fechas de culminación de la construcción de las 2 torres – Edificación Estudiada.

## 5.2. Instalaciones Sanitarias

El proyecto de Instalaciones Sanitarias para el edificio multifamiliar en estudio ha considerado la distribución de la siguiente manera

En el semisótano: 04 dptos flat de dos dorm. c/u y el primer nivel de dos dptos dúplex de dos dorm. c/u

En el 1º piso: 06 dptos flat de dos dorm. c/u y el segundo nivel de los dos dptos dúplex

- Pisos pares (7 p) 04 dptos flat de dos dorm. c/u, 04 dptos flat de tres dorm. c/u y el primer nivel de dos dptos dúplex de tres dorm. c/u
- Pisos impares (7 p) 04 dptos flat de dos dorm. c/u, 04 dptos flat de tres dorm. c/u y el segundo nivel de los dos dptos dúplex.

### Dotación Diaria y Sistema de abastecimiento

Para el cálculo de la dotación diaria, se han considerado los valores y parámetros estipulados en el Reglamento Nacional de Construcciones, de acuerdo al número de dormitorios por cada departamento:

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| Área de estacionamientos    | $3,294 \text{ m}^2 \times 2 \text{ lts. /m}^2 = 6,588 \text{ lts.}$             |
| Área de jardines            | $328 \text{ m}^2 \times 2 \text{ lts. /m}^2 = 656 \text{ lts.}$                 |
| Departamentos 2 dormitorios | $68 \text{ Dptos.} \times 850 \text{ lts.} = 57,800 \text{ lts.}$               |
| Departamentos 3 dormitorios | $70 \text{ Dptos.} \times 1,200 \text{ lts.} = \underline{84,000 \text{ lts.}}$ |
|                             | Consumo total diario = 149,044 lts.   |
|                             | <b>Dotación diaria = 149.05 M<sup>3</sup></b>                                   |

Para el abastecimiento de agua se ha considerado un sistema indirecto conformado por una cisterna y un equipo de bombeo conformado por siete electrobombas de velocidad variable y presión constante. El caudal requerido para el llenado de la cisterna es de 10.35 lps (considerando cuatro horas para el llenado de la cisterna); la máxima demanda probable es de 20.0 lps.

### Abastecimiento de agua

Para el abastecimiento de agua de este edificio, se ha previsto la instalación de dos conexiones domiciliarias, una de 2" y otra de 1-1/2" de diámetro cada una, las cuáles empalmarán a la red de agua potable existente en la Avenida Principal (Ver Anexo 15 plano IS-8-20).

Existen 2 cisternas destinadas para consumo doméstico, donde cada una es de 163.95 m<sup>3</sup> (Ver anexo 15 - plano IS-1-20); desde donde se impulsará el agua mediante un sistema de bombeo a las dos alimentadores de agua, además se tiene una válvula reductora de presión, la cual está ubicada en el interior del cuarto de bombas; en cada una de las dos alimentadoras de agua se tienen instaladas tres estaciones reductoras de presión, desde cada una de las cuales se deriva a las



alimentadoras auxiliares, desde las cuales se abastece a los departamentos y baños ubicados desde el semisótano hasta el 15vo piso.

En todos los departamentos, se ha previsto una válvula de interrupción general al ingreso de cada departamento y también en cada baño o ambiente sanitario. Para el calentamiento de agua se ha proyectado un calentador eléctrico, del tipo vertical colgado de 110 litros para cada departamento.

Las tuberías en el interior del cuarto de bombas y las que se encuentren instaladas en los tres sótanos, son de acero al carbono cédula 40 sin costura.

Las tuberías para el sistema de agua fría serán de PVC-CL 10 con uniones roscadas. Las tuberías para el sistema de agua caliente serán de CPVC con uniones del tipo embone.

### **Red colectora de desagües**

Para la evacuación de las aguas servidas de los distintos niveles de la edificación, se ha proyectado la instalación de veintidós montantes de desagüe, que recolectarán las aguas servidas provenientes de los ambientes sanitarios más próximos a ellas. Todos los montantes de desagüe descargarán hacia los dos colectores de desagüe del edificio, los cuales a su vez, empalmarán al colector público de desagües ubicado en la Avenida Principal, mediante dos conexiones domiciliarias de desagüe de 6" de diámetro (Ver Anexo 15 - plano IS-9-20).

El drenaje del rebose proveniente de las cisternas de consumo doméstico y de la del sistema de protección contra incendios, será recolectado en una cajuela de rebose (Ver Anexo 15 plano IS-1-20), las aguas de rebose recolectadas, así como las provenientes de la red de drenaje de los cuatro sótanos y del patio del primer piso, serán descargadas hacia el pozo sumidero ubicado en el interior del cuarto de bombas. Desde el pozo sumidero mediante el equipo de bombeo, se impulsarán las aguas captadas hacia una caja de registro ubicada en la parte exterior de la edificación.

Las tuberías para el sistema de desagües y la red complementaria de ventilación son de PVC-SAL. El material de las tuberías de las montantes de desagüe, de las tuberías colgadas y de las tuberías instaladas entre cajas de registro son PVC-SAL tipo pesado. La tubería de impulsión del pozo sumidero es de PVC-CL 10.

## **Materiales**

### **Tubería y accesorios para agua fría:**

- La tubería será de PVC rígido, Clase 10, con uniones roscadas, para las tuberías con diámetro menor ó igual a 2" y para las tuberías de mayor diámetro las uniones serán tipo embone e/c.
- Los accesorios son de PVC rígido, Clase 10, con uniones roscadas.
- Los accesorios de empalme de la red con los tubos de abasto de las griferías son de Fierro Galvanizado ó de Bronce.
- Las uniones roscadas se hermetizarán, empleando cinta teflón.

### **Tubería y accesorios para agua caliente**

- La tubería es de CPVC, con uniones tipo espiga y campana para hermetizar con pegamento del fabricante de la tubería.
- Los accesorios son del tipo para pegar. En la instalación de válvulas de interrupción, válvulas check, griferías de las duchas ó tinas y de los tubos de abasto de las griferías de los aparatos sanitarios, se emplean accesorios adaptadores, los cuales son de CPVC.

### **Tubería para agua contra incendio y redes expuestas de agua fría:**

- La tubería es de Acero al Carbono Cédula 40 sin costura, con uniones roscadas para diámetros menores o iguales a 2"; las tuberías de diámetro 2-1/2" ó de mayor diámetro podrán tener: uniones soldadas, uniones bridadas o uniones ranuradas.
- Los accesorios son del mismo material que la tubería, con uniones: soldadas, roscadas, bridadas o ranuradas según sea el diámetro de la tubería.
- Las uniones roscadas se hermetizan empleando cinta teflón.

### **Tubería y accesorios para desagüe y ventilación**

- La tubería es de PVC-SAL, con uniones tipo embone.
- Los accesorios son de PVC fabricados por inyección, con uniones tipo embone.

- Las uniones serán selladas con pegamento especial del fabricante de la tubería.

### **Válvulas**

- Las válvulas tipo compuerta son de bronce con uniones roscadas, para diámetros de 2-1/2 y menores; para una presión de trabajo de 125 lbs./pulg<sup>2</sup>.
- Las válvulas check tipo horizontal ó tipo vertical son de bronce con uniones roscadas, para una presión de trabajo de 125 lbs./pulg<sup>2</sup>.
- Las válvulas se instalan según sea el diámetro de ellas entre uniones bridadas, las cuales serán de acero al carbono o entre uniones universales, las cuales serán de fierro galvanizado con uniones roscadas, para el agua fría y caliente.

### **Registros de piso y sumideros:**

- Los sumideros para la red colectora de desagües, son de bronce con rejilla removible roscada.

### **Sistema de Agua Contra Incendio.**

La instalación del sistema de agua contra incendio y del sistema de rociadores automáticos contra incendio, fueron instalados en los tres sótanos.

Se ha diseñado una red de agua contra incendio, la cual es alimentada desde la sistema de agua contra incendio cuyo volumen es de 161.7 M<sup>3</sup>, mediante una electrobomba centrífuga, la cual impulsa el agua hacia las dos alimentadoras de agua contra incendio, que abastecen a los gabinetes y grifos contra incendio, ubicados en los tres sótanos de estacionamiento, en el semisótano y en los quince pisos de la edificación y a la red de rociadores automáticos contra incendio, que será instalada en los tres sótanos del edificio. Estas alimentadoras serán de 6" de diámetro y tendrán derivaciones de diferentes diámetros hacia cada piso o hacia los sótanos, según se muestra en los planos respectivos.

En todos los pisos y en los sótanos, se ha previsto la instalación de gabinetes contra incendio y grifos contra incendio de 2-1/2" para ser utilizados por el cuerpo de bomberos; los grifos estarán ubicados dentro de las dos cajas de escaleras,

permitiendo fácil acceso a los mismos; los gabinetes se encuentran ubicados en el hall de distribución de todos los pisos y sótanos de la edificación.

El sistema también puede ser abastecido desde el exterior, por los equipos del cuerpo de bomberos de la ciudad, para lo cual se ha proyectado una unión siamesa del tipo poste de 4" de diámetro con dos bocas de 2-1/2", la cual se encuentra ubicada en el frente de la edificación colindante con la Avenida Principal. Así mismo se ha proyectado la instalación de una válvula de purga que permitirá el drenaje de todo el sistema contra incendios, en caso sea necesario ejecutar labores de mantenimiento en el mismo.

El sistema contra incendio deberá ser independiente del sistema de abastecimiento de agua del edificio; tanto en lo referente al almacenamiento, como en la presurización y se abastecerá de la red de agua específica para esta función; la bomba principal contra incendios se alimenta desde la cisterna de agua contra incendios, la cual tiene una capacidad de almacenamiento de 141.7 m<sup>3</sup>; para mantener el sistema presurizado, se ha proyectado la instalación de una bomba jockey, tal como se muestra en el ANEXO 15 plano IS-1-20.

### **Componentes del sistema**

Los soportes, anclajes y abrazaderas usados para sujetar la tubería y accesorios de la bomba contra incendio son prefabricados y aprobado por NFPA y UL/FM para el uso en sistemas contra incendio. Varillas y ángulos o platinas para soportes, debe tener en cuenta que el componente directamente acoplado al tubo o accesorios deberá ser prefabricado y listado por UL/FM.

#### **Tubería**

La tubería a utilizarse en el sistema de agua contra incendio y en la red de rociadores es de acero al carbono sin costura, cédula 40, fabricada según el método ASTM A-53 para todos los diámetros. Todo el sistema deberá soportar una presión de trabajo de 175 psi.

#### **Válvulas**

Todas las válvulas a utilizarse en la instalación del sistema contra incendio, incluido el cuarto de bombas, deben ser aprobadas por NFPA y listadas por UL para uso en el sistema contra incendio. Las válvulas de gabinete son del tipo

angular roscado para la manguera 1-1/2"; y de salida para manguera 2-1/2"; ambas roscadas con salida macho NST y con certificación UL/FM.

### **Soportes**

Los soportes son de material ferroso. Los soportes del sistema están conectados directamente a la estructura del edificio, cada colgador debe soportar cinco veces el peso del tubo lleno de agua más 114 kg (250 lbs). La distancia máxima entre soportes no debe exceder los 3.7 metros para diámetros hasta 1-1/4" ó 4.6 metros para diámetros de 1-1/2" y mayores. Cada sección de tubo que exceda 1.00 metro de largo deberá tener un soporte.

### **Protección Antisísmica**

Para evitar fracturas de tuberías por efectos de movimientos sísmicos, se tuvo en cuenta lo siguiente:

- La tubería es flexible según la normativa NFPA 13.
- La tubería se unió a la estructura para que tenga un movimiento mínimo relativo pero permitiendo su expansión y movimientos determinados tanto en estructuras como en el sistema de colgado.

### **Rociadores Contra Incendio**

Debido a la carga térmica, densidad de ocupación y dificultad para extinción manual de incendios, el estacionamiento vehicular del sótano del edificio se ha dotado de un sistema de rociadores automáticos contra incendio. Para la instalación de los rociadores se usa la llave de boca no pudiendo usarse ninguna otra herramienta para este fin, debido al riesgo de daños que puede sufrir el sensor térmico del rociador.

### **Gabinetes Contra incendio**

Los gabinetes contra incendio fueron provistos con los siguientes elementos:

- Válvula angular de 1-1/2"
- Manguera de diámetro 1-1/2", con pitón ajustable a chorro-neblina de agua y 30 mts de longitud

- Extintor de 6 kgs. de polvo químico seco para fuegos tipo ABC

En el interior de los gabinetes contra incendio, la manguera está conectada a la válvula angular de 1-1/2" y enrollada sobre sí misma (estilo donut) de manera que pueda ser utilizada en el acto (no se necesitará el rack porta manguera del gabinete). Todos los gabinetes contra incendio ubicados en los cuatro sótanos y en el primer piso, tienen válvulas angulares con reductor de presión a 100 psi.

### **Siamesa de Inyección**

El sistema contra incendio está dotado de dos siamesas de inyección, tipo poste de 4" de diámetro con dos bocas de 2-1/2", las cuales se encuentran ubicadas en las fachadas laterales del edificio, según lo indicado en el ANEXO 15-plano IS-8-20.

### **Pruebas**

Tuberías de agua: llenar con agua, eliminando el aire contenido en el interior de la tubería; luego se somete a la tubería llena de agua a una presión (mediante una bomba de mano) de 150 lbs/pulg<sup>2</sup> durante un período de 30 minutos, observando que durante el período de prueba no se produzcan fugas o filtraciones.

Las tuberías del sistema de agua contra incendio, se probarán a una presión de 250 lbs/pulg<sup>2</sup> durante un período de dos horas, observando que durante el período de prueba no se produzcan fugas ó filtraciones.

Tuberías de desagüe: llenar la tubería con agua después de haber taponado las salidas, debiendo permanecer la tubería llena y sin presentar fugas ni exudaciones durante 24 horas por lo menos.

### 5.2.1. Mapa de Procesos y Diagrama de Flujo

En base a las lecciones aprendidas (llámase así a la acción de no repetir los errores y aprovechar los beneficios de experiencias positivas) dadas en el capítulo IV, se procederá a ponerlas en práctica y adecuarlas a la edificación Estudiada con el propósito de mejorar el desempeño de las Instalaciones Sanitarias y además de generar conocimiento a partir de la experiencia, sea exitoso o no.

Para conseguir ello se realizó un mapa de procesos y el diagrama de flujo correspondientes a la edificación, ambas herramientas propician una mejora continua en los procesos para así elevar el nivel de desempeño que finalmente será expresado en la cantidad de reparaciones por vivienda dadas en la etapa post-construcción o por las horas de re trabajos utilizadas para levantar las fallas en las Instalaciones Sanitarias al momento de la verificación de la instalación.

El procedimiento empleado es el siguiente:

- Mapa de procesos (procesos estratégicos, claves y de soporte). Se identifican los procesos críticos.
- Se desarrolla el diagrama de flujo de los procesos seleccionados y se establece los puntos de inspección.
- Se realiza el cuadro de acciones correctivas y preventivas de los procesos críticos, adicionalmente se plantean buenas prácticas obtenidas en el proceso de mejorar.

#### **Mapa de Procesos**

En el mapa de procesos se identifican los procesos desde la etapa de factibilidad, diseño, construcción y mantenimiento, de esta forma se aprovecha para encontrar los procesos en donde se puede gestionar la información y tomar decisiones que puedan mejorar dichos procesos a lo largo de las etapas que comprometen la realización de las Instalaciones Sanitarias de la edificación, que conducirán a la satisfacción de las necesidades del cliente. A continuación se muestra el mapa de procesos de las Instalaciones Sanitarias que se realizó para la obra (Figura 79):

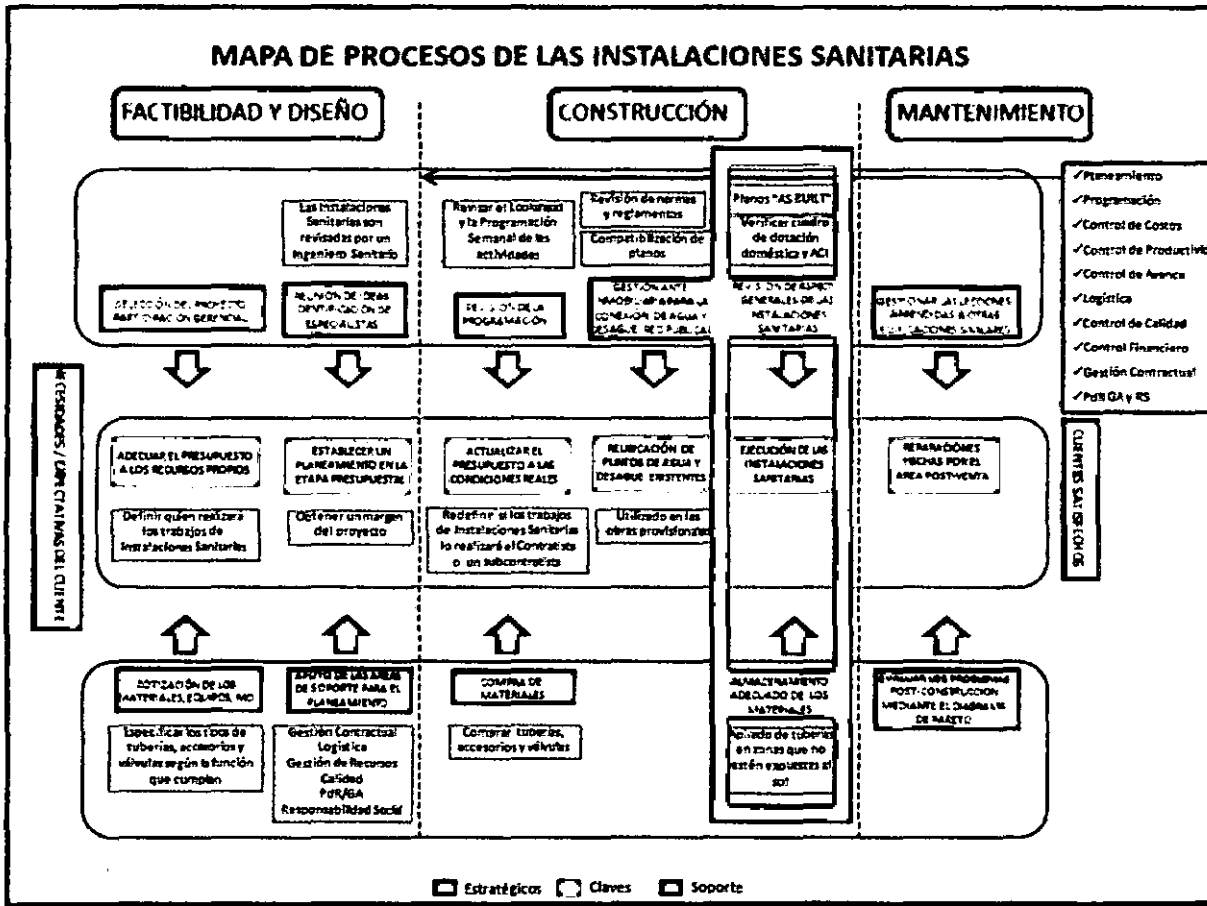


Figura 79. Mapa de Procesos de las Instalaciones Sanitarias – Edificación Estudiada. Elaboración propia.

En base a los resultados de las incidencias del tipo de causas de los problemas en Instalaciones Sanitarias de las 6 edificaciones analizadas, se obtuvo que el 73% de las causas de los errores cometidos sucedieran en la etapa constructiva (Figura 53). En consecuencia, se dio énfasis a la etapa de construcción debido a que existe una gran posibilidad de mejorar y que los resultados obtenidos tengan un mayor impacto. Dentro de las actividades de construcción se ubicó el proceso crítico como aquel influyente con respecto a los demás, el cual es la ejecución de las Instalaciones Sanitarias, el almacenamiento de los materiales, y la revisión de aspectos generales de las Instalaciones Sanitarias.

Para ampliar el análisis del proceso crítico se desarrolló otro mapa de proceso específico que se muestra en la Figura 80, en donde se vislumbra los puntos que serán analizados en el diagrama de flujo.



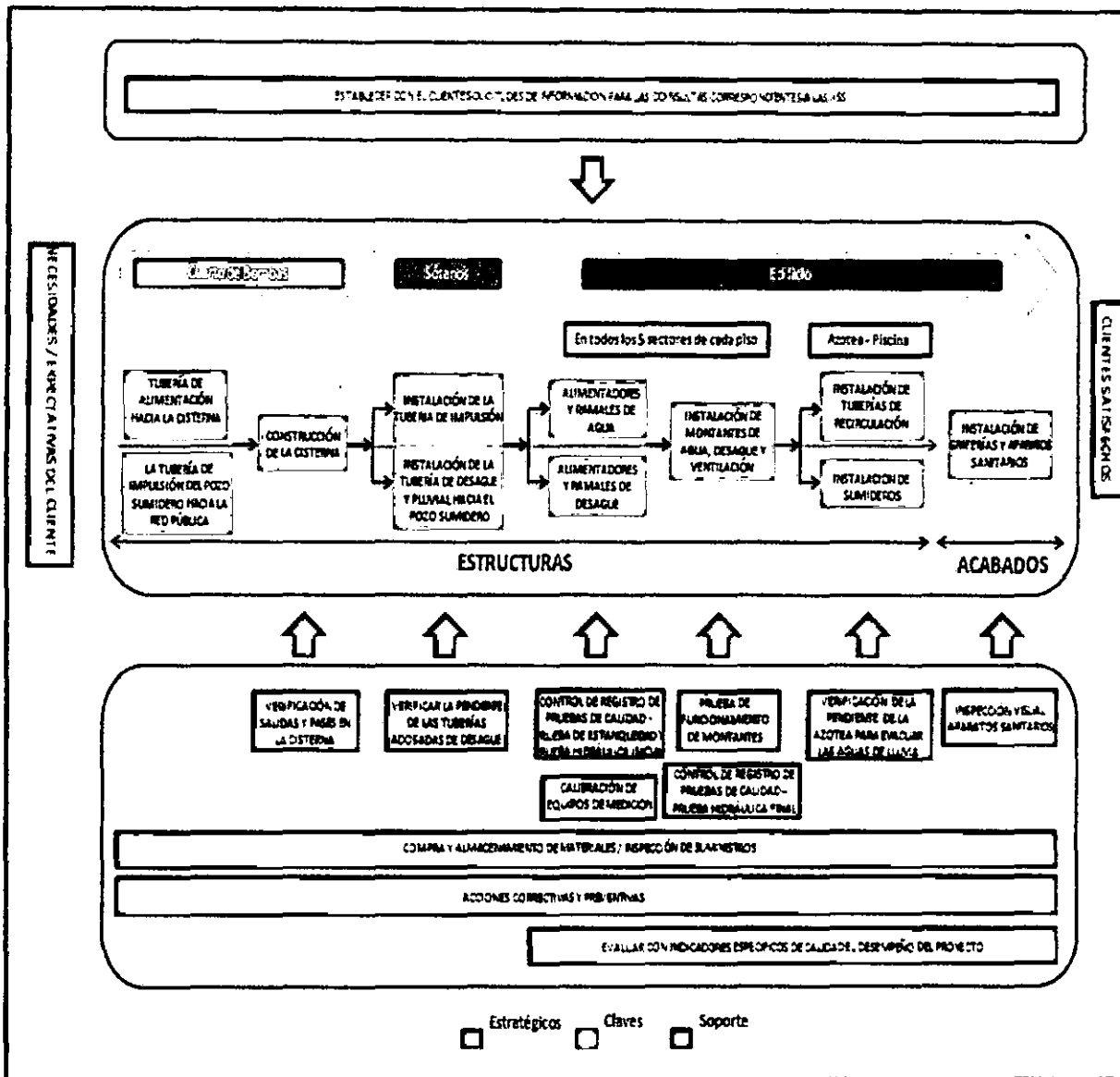


Figura 80. Mapa de Procesos de la etapa constructiva en Instalaciones Sanitarias – Edificación Estudiada. Elaboración propia.

Si la columna vertebral es la estructura principal de soporte del esqueleto, así mismo las montantes lo son para el sistema de desagüe de una edificación, por considerarse una parte vulnerable se verificó el funcionamiento de dichas montantes por cada piso; mediante el protocolo de control de calidad que sirvió para detectar filtraciones en montantes. Si se tuviera un problema en montantes ya de por sí provocaría el corte del sistema de desagüe para todos los pisos, el impacto sería mayor al de reparar varias filtraciones localizadas.

| REGISTRO  |      |                       |               |
|---|------|-----------------------|---------------|
| CONTROL DE CALIDAD  |      |                       |               |
| REPORTE DE PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DE MONTANTE   |      |                       | FECHA:        |
| CÓDIGO Y NOMBRE DEL PROYECTO:   |      | N° CORRELATIVO:       |               |
| CLIENTE:  |      | PISO:                 |               |
| N° DE PLANO:  |      |                       |               |
| DESCRIPCIÓN   |      |                       |               |
| ZONA:   |      |                       |               |
| Elemento a verificar:   |      |                       |               |
| Descripción de tubería, serie y Ø:  |      |                       |               |
| Fecha y hora de inicio:   |      |                       |               |
| Fecha y hora de término:  |      |                       |               |
| DATOS DE PRUEBA   |      |                       |               |
| Lectura   |      | Variación Referencial | Observaciones |
| N°  | Hora |                       |               |
| 1   |      |                       |               |
| 2   |      |                       |               |
| 3   |      |                       |               |
| 4   |      |                       |               |
| DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA  |      |                       |               |
| <p>La prueba es realizada después de haber ocurrido la unión entre la yee sanitaria y los ramales de desagüe para ello se recomienda previamente haber ejecutado la prueba de estanqueidad en los ramales correspondientes. Se marcará el nivel del agua en los ramales de cada piso llenando de agua toda la montante e incluido los ramales, la prueba debe ser ejecutada hasta el último piso de la edificación. Se inspecciona a las 2 hrs con la finalidad de detectar alguna fuga inicial. Si esta conforme, se deja continuar la prueba para que complete el periodo de 24 hrs de no encontrarse fugas, finaliza la prueba, quedando aprobada.</p> |      |                       |               |
| Observaciones:  |      |                       |               |
|   |      |                       |               |
|   |      |                       |               |
|   |      |                       |               |
| <input type="checkbox"/> Se adjunta Esquema   |      |                       |               |
| ELABORADO POR:  |      | REVISADO POR:         | APROBADO POR: |
| Firma:  |      | Firma:                | Firma:        |
| Cargo:  |      | Cargo:                | Cargo:        |
| Nombre:   |      | Nombre:               | Nombre:       |
| Fecha:  |      | Fecha:                | Fecha:        |

Figura 81. Prueba de funcionamiento de Montantes - Elaboración Propia.



Fotografía 21. Prueba de Funcionamiento de montantes aplicado a la Edificación Estudiada – Fuente: propia.

Las montantes por cada torre son en total 11, su ubicación depende de la cercanía de baños y/o cocinas. Para cada piso se consideraron 10 pruebas cada una independiente de otra. La montante que aparece en la Figura 82 (en círculo de color magenta) se consideró hacer una sola prueba para todo la torre, debido a su dificultad de acceso por estar en el lado de la fachada del edificio.

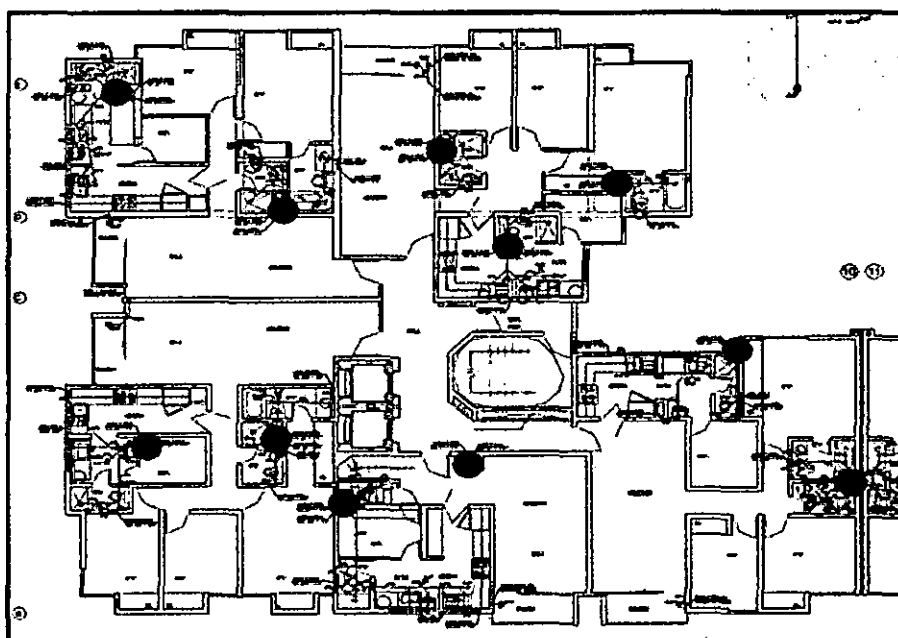


Figura 82. Ubicación de montantes en la torre 1 – Edificación Estudiada.

Queda claro que el control de inspección mediante los procesos de soporte a lo largo de las actividades en Instalaciones Sanitarias contribuye a un mejor aseguramiento del funcionamiento futuro que tendrán dichas Instalaciones, lo cual no implica que exista la seguridad de que ocurran fallas que tengan como origen la etapa constructiva, esto debido a que el gran número de fallas salen al descubierto cuando se hace uso del servicio de agua y desagüe.

Las pruebas para verificar el correcto funcionamiento de las instalaciones en la etapa del casco estructural y los acabados son realizadas para minimizar las reparaciones que puedan suceder, debido a que dichas fallas demandan mayor tiempo, y recursos cuando son detectadas en la etapa final de los acabados, que por lo general compromete a más de un elemento contiguo.

### Diagrama de Flujo

El diagrama de flujo elaborado propone una serie de puntos de inspección que han sido considerados en la edificación, para ello se subdividió en 2 fases: control y aseguramiento de calidad.

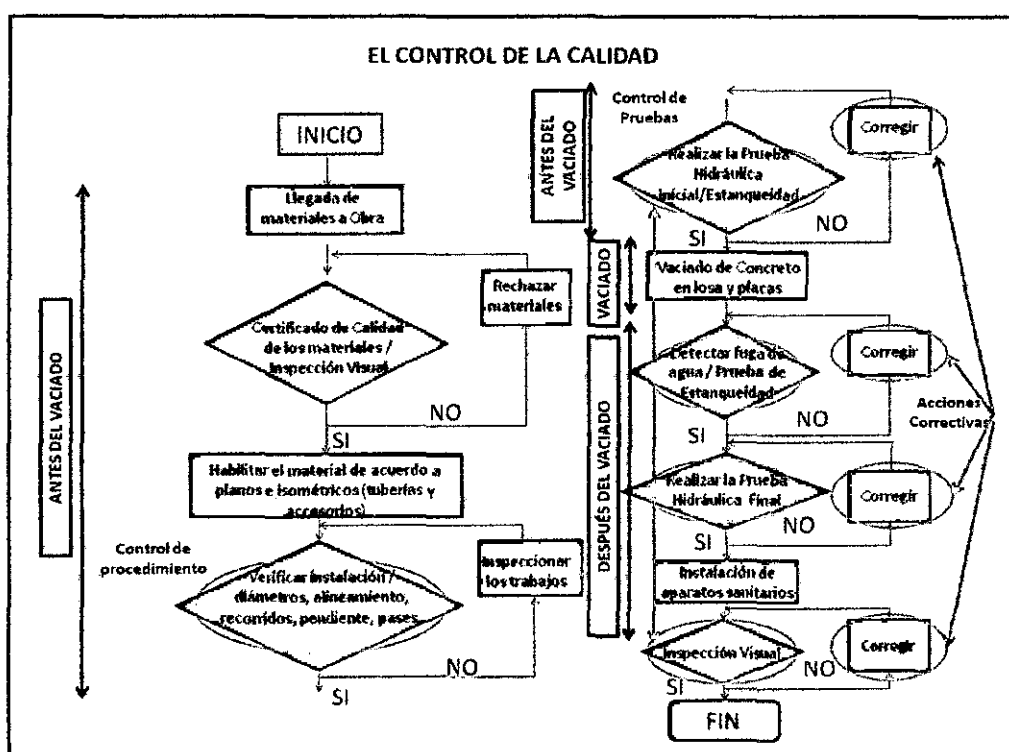


Figura 83. Diagrama de Flujo del control de calidad de las Instalaciones Sanitarias adoptado en la Edificación Estudiada. Elaboración propia.

El control de la calidad está orientado a verificar el cumplimiento de los requisitos de calidad, durante y al final del proceso productivo.

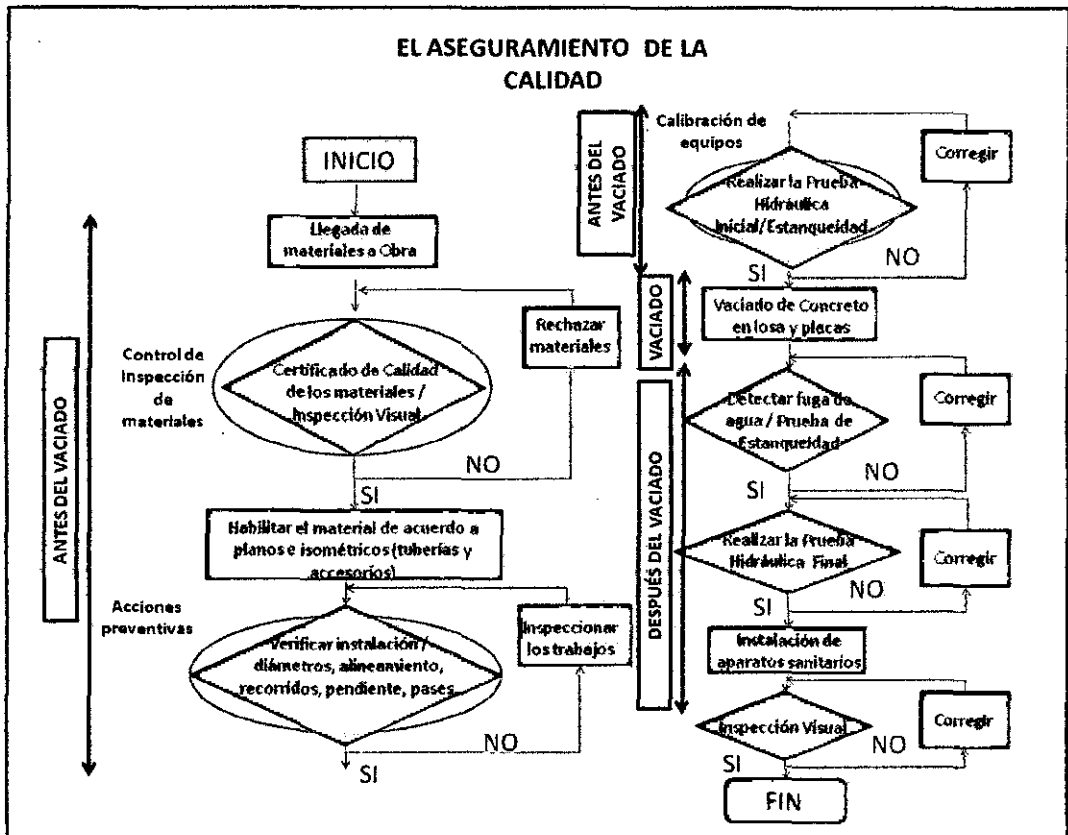


Figura 84. Diagrama de Flujo del aseguramiento de la calidad de las Instalaciones Sanitarias adoptado en la Edificación Estudiada. Elaboración propia.

El **Aseguramiento de la calidad** está orientado a proporcionar confianza en que se cumplirán los requisitos de calidad, enfocándose en actividades de prevención que permiten contar con todas las condiciones a favor para una ejecución con calidad.

### 5.2.2. Acciones Correctivas y Buenas Prácticas

Ambas herramientas, mapa de procesos y diagrama de flujo, crean una línea base para el control y aseguramiento de la calidad en Instalaciones Sanitarias. En torno a los diferentes controles que se tenía, se reportaron diversos problemas que motivaron acciones correctivas, obteniendo así la causa raíz y las buenas prácticas que ayudaron a mejorar dichos errores.

### **Acciones Correctivas**

Se han encontrado diversas acciones correctivas registradas en base al hallazgo de las filtraciones aparentes, los cuales tienen diversos factores para su ocurrencia.

Se hallaron los siguientes problemas:

Golpes a la tubería: **GT**

Mala Instalación del pegado: **ML**

Realizar Prueba Hidráulica después de pegar las tuberías: **PH**

Excesivo calentamiento: **EC**

Falta de revisión de planos: **RP**

Obstrucción de tuberías: **OT**

Golpe a las válvulas: **GV**

Golpe a las mezcladoras: **GM**

Las causas pueden ser muchas, se mencionan algunas de ellas y sus respectivas medidas de acción tomadas:

- **GT:** Los trabajadores presionan las tuberías al momento de caminar por encima de la losa, dichas tuberías estaban desprotegidas por ello se considero colocar elementos por encima de la losa, donde las personas puedan pisar y evitar que se apoyen en las tuberías.
- **ML:** Poca cantidad de pegamento o al momento de la instalación no se concibió mantener los accesorios unidos por un lapso de tiempo poco después de haber realizado el pegado. Se superviso en campo.
- **PH:** Después de haber pegado la tubería, inmediatamente se realizó la prueba hidráulica la cual provocó presión en los encuentros de los empalmes o accesorios. Esperar mínimo 30 minutos después de la instalación de las tuberías para proceder con las pruebas.
- **EC:** Para generar el embone entre tuberías de desagüe (similar a la unión espiga-campana) se calientan dichas tuberías. A raíz de que el embone existe en un solo lado de la tubería de desagüe de longitud de 3m, se requiere tener tuberías con longitudes menores a 3m para no tratar de generar más embones debido a que las longitudes que se necesitan normalmente son menores. La gran mayoría de los proveedores trabajan

con la medida estándar para la fabricación de las tuberías de desagüe, estos debieran de cambiar dicha longitud estándar para hacer más práctico su uso.

- RP: No se verifico los alineamientos de los muros antes de ubicar las salidas de los puntos de agua y desagüe. Se contemplo tal cambio en los pisos superiores dado que el espesor de muro disminuía a medida que se aumentaba los niveles del edificio.
- OT: No se coloco tapones en las salidas de agua y desagüe, o a veces al momento de encofrar o vaciar los elementos estructurales que comprometen a las Instalaciones han sido eliminados por obstaculizar otros trabajos.
- GV, GM: Golpe a las válvulas y mezcladoras producto de agentes externos. Se debe realizar un control a las partidas subsiguientes a las Instalaciones Sanitarias verificando problemas futuros. Las partidas subsiguientes son: la instalación del cerámico dentro de los nichos de las válvulas,

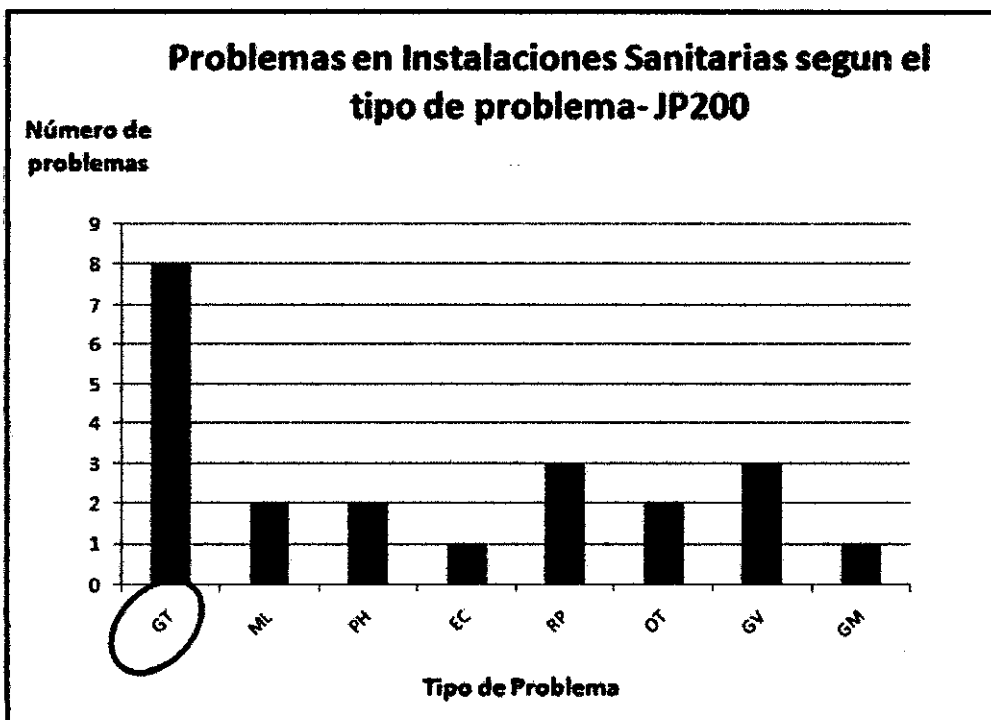


Figura 85. Cantidad de Problemas de Instalaciones Sanitarias – Edificación Estudiada. Elaboración propia.

## **Fases**

Los problemas hallados dada la secuencia de trabajo fueron divididas en 4 fases, dichas fases son aplicadas a los sistemas de agua fría y caliente, desagüe, ventilación y pluvial. Los problemas fueron recopilados de acuerdo al avance de la estructura el cual fue dividido en 5 sectores por cada piso del edificio, por ello el sistema de agua contra incendio fue considerado como parte de los sótanos del edificio. Las fases fueron las siguientes:

- 1.) **Ejecución de las Instalaciones Sanitarias**, se considera todos los elementos que son instalados embebidos en la estructura.

El golpe a la tubería es un problema repetitivo, que es necesario identificar en qué fase de las actividades se encuentra para conocer las posibles causas.

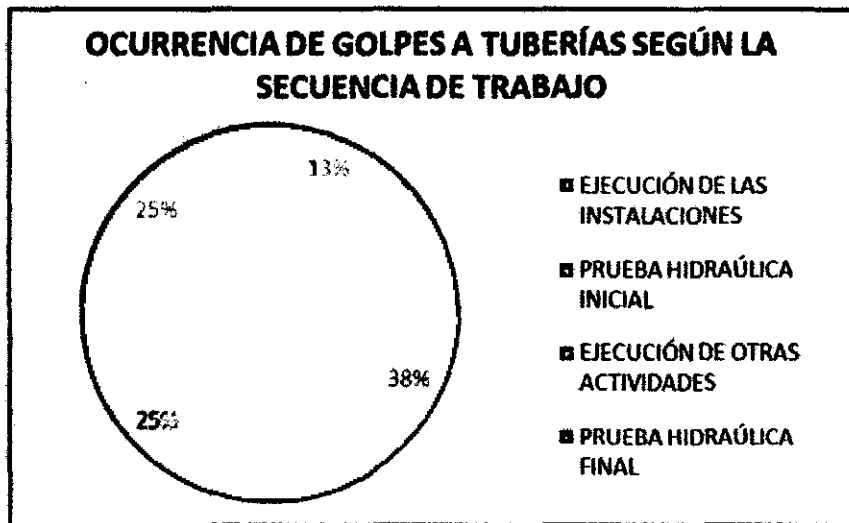
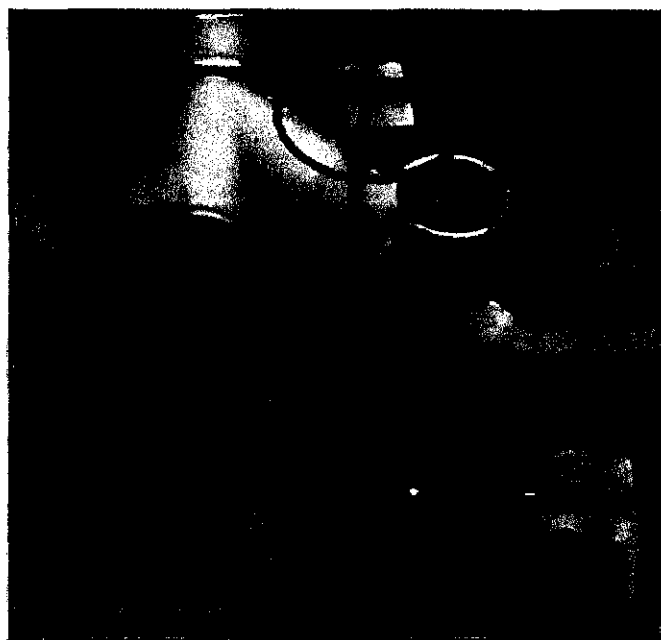


Figura 86. Tipo de Causas a los golpes de las tuberías en Instalaciones Sanitarias – Edificación Estudiada. Elaboración propia.

En la figura 86 se observa que los problemas de golpes a las tuberías de agua y desagüe son detectados al haber ejecutado la prueba hidráulica inicial, en donde las fisuras en las tuberías son más notorias por la fuga de agua que salen de estas, que llegan a ser el 38% del total de problemas y aproximadamente el 65% para las dos pruebas lo que termina siendo en términos prácticos una "acción correctiva". Realizando los controles de calidad lo que indirectamente se hace es ubicar una falla no detectada con anterioridad. En tal sentido, lo que se busca es generar acciones preventivas en las fases: ejecución de instalaciones y ejecución de otras actividades que se relacionan a las Instalaciones Sanitarias.



En la fase de ejecución de las instalaciones, para evitar las fallas de golpes a las tuberías se considero fijar las zonas donde los trabajadores presionaban dichas tuberías al caminar, mediante separadores en forma de "herradura" y cubos de concreto lo cual ayudaría a mantener la distancia entre la malla superior e inferior y no habría necesidad de apoyarse en las tuberías dado que estas se encuentran entre las mallas. Los separadores de por sí son utilizados en losas de doble malla, colocados cada cierta distancia en este caso se colocan además en zonas cercanas a las tuberías.



Fotografía 22. Colocación de separadores en la fase de ejecución de las Instalaciones aplicado en la Edificación Estudiada – Fuente: propia.

**2.) Prueba hidráulica Inicial.** Esta prueba inicial fue considerada sin la instalación de las válvulas. Antes del vaciado de losas y placas del sector correspondiente.

El procedimiento para realizar la prueba hidráulica final es llenar de agua las tuberías y someter a presión constante la tubería de agua fría y caliente, se procede a extraer el aire de cada salida de agua. Se colocan tapones a todos las salidas menos a una, y se acciona la bomba hidráulica generando presión y salida de agua por el punto que no fue taponeado, luego se cambia con otra salida hasta concluir todas las salidas. Para verificar que dichas presiones sean compatibles en diferentes puntos se colocará 2 manómetros.

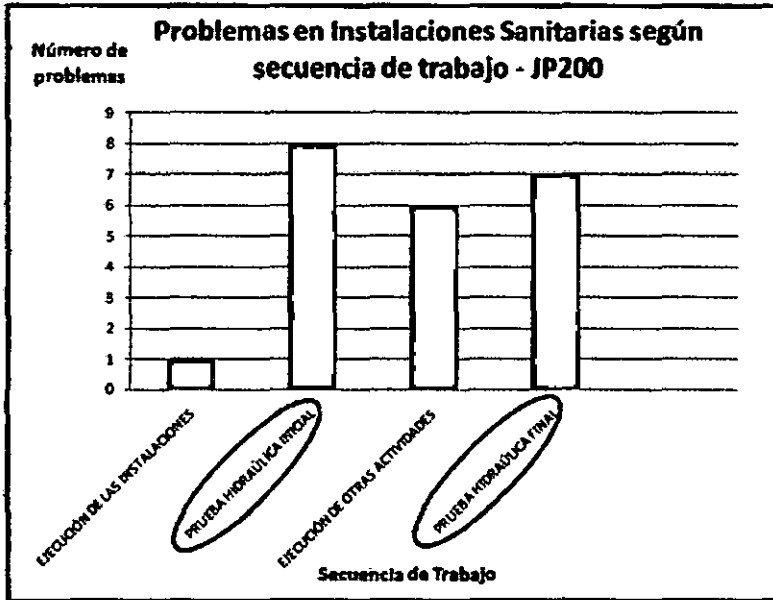


Figura 87. Problemas en Instalaciones Sanitarias según secuencia de trabajo – Edificación Estudiada Elaboración propia.

En la fase del control de calidad de las pruebas hidráulicas se halló la mayor cantidad de problemas. Normalmente ambas pruebas hidráulicas se ejecutan estando en la etapa del casco estructural. Para la etapa de acabados se realiza una inspección visual de los aparatos sanitarios y los accesorios que involucran a ellos (trampas). En la figura 87, se muestra la importancia de los controles mediante las pruebas hidráulicas, que simula la presión de agua que tienen las tuberías cuando están entren en funcionamiento.



| Item | Uso | Plan | Estado | Def. | Def. | Def. | Def.  | Def. | Def.  | Def. | Def. |
|------|-----|------|--------|------|------|------|-------|------|-------|------|------|
| 110  | 1   | 2    | 1      | 21   | 1    | 0    | 21/10 | 0    | 11/10 | 0    |      |
| 111  | 1   | 2    | 1      | 22   | 1    | 0    | 22/10 | 0    | 12/10 | 0    |      |
| 112  | 1   | 2    | 1      | 23   | 1    | 0    | 23/10 | 0    | 13/10 | 0    |      |
| 113  | 1   | 2    | 1      | 24   | 1    | 0    | 24/10 | 0    | 14/10 | 0    |      |
| 114  | 1   | 2    | 1      | 25   | 1    | 0    | 25/10 | 0    | 15/10 | 0    |      |
| 115  | 1   | 2    | 1      | 26   | 1    | 0    | 26/10 | 0    | 16/10 | 0    |      |
| 116  | 1   | 2    | 1      | 27   | 1    | 0    | 27/10 | 0    | 17/10 | 0    |      |
| 117  | 1   | 2    | 1      | 28   | 1    | 0    | 28/10 | 0    | 18/10 | 0    |      |
| 118  | 1   | 2    | 1      | 29   | 1    | 0    | 29/10 | 0    | 19/10 | 0    |      |
| 119  | 1   | 2    | 1      | 30   | 1    | 0    | 30/10 | 0    | 20/10 | 0    |      |
| 120  | 1   | 2    | 1      | 31   | 1    | 0    | 31/10 | 0    | 21/10 | 0    |      |
| 121  | 1   | 2    | 1      | 32   | 1    | 0    | 32/10 | 0    | 22/10 | 0    |      |
| 122  | 1   | 2    | 1      | 33   | 1    | 0    | 33/10 | 0    | 23/10 | 0    |      |
| 123  | 1   | 2    | 1      | 34   | 1    | 0    | 34/10 | 0    | 24/10 | 0    |      |
| 124  | 1   | 2    | 1      | 35   | 1    | 0    | 35/10 | 0    | 25/10 | 0    |      |
| 125  | 1   | 2    | 1      | 36   | 1    | 0    | 36/10 | 0    | 26/10 | 0    |      |
| 126  | 1   | 2    | 1      | 37   | 1    | 0    | 37/10 | 0    | 27/10 | 0    |      |
| 127  | 1   | 2    | 1      | 38   | 1    | 0    | 38/10 | 0    | 28/10 | 0    |      |
| 128  | 1   | 2    | 1      | 39   | 1    | 0    | 39/10 | 0    | 29/10 | 0    |      |
| 129  | 1   | 2    | 1      | 40   | 1    | 0    | 40/10 | 0    | 30/10 | 0    |      |

Fotografía 23. Prueba hidráulica aplicada a la Edificación Estudiada – Fuente: propia.

En el semisótano se tomaron 3 pruebas, en el primer piso 4 pruebas y desde el segundo piso hasta el quinceavo 5 pruebas por piso llegando a ser 77 pruebas hidráulicas por cada torre. Se puede notar que la cantidad de pruebas es mayor que los 69 departamentos por cada torre, se debe a que la cantidad de pruebas está sujeta a la sectorización por pisos y no por departamentos. La cantidad de pruebas a las tuberías de agua deben ser por bloques a todo un departamento para no dejar zonas sin realizar pruebas.

La distribución del tipo de problema es variable según como se ejecuta las instalaciones sanitarias.

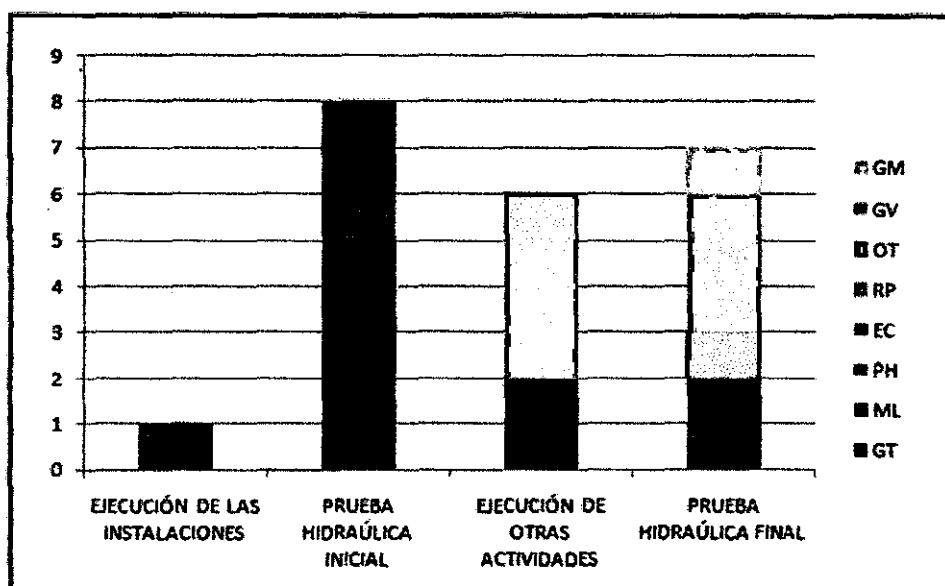
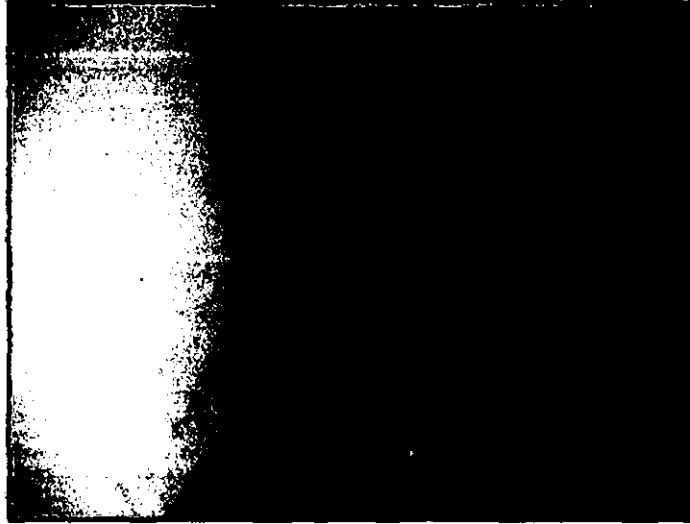


Figura 88. Distribución del tipo de problema según la secuencia de trabajo – Edificación Estudiada. Elaboración Propia.

### 3.) Ejecución de otras actividades que se relacionan a las Instalaciones Sanitarias (Instalación de bloques de concreto, enchape de cerámicos, entre otros)

Por ejemplo, en la instalación de los contra zócalos y closets se necesitan colocarse clavos o pernos para un posicionamiento fijo del material, al realizar dicho trabajo se ven afectados las instalaciones esto ocurre en la fase de ejecución de otras actividades relacionadas a las Instalaciones.



Fotografía 24. Tubería de agua fría perforada al instalar el contra zócalo.

Edificación Estudiada – Fuente: propia.

Se propuso hacer marcas en los muros para que se conozca donde no se puede hacer perforaciones, en zonas donde el contra zócalo ( $h=0.10$  m) se iba a colocar (sala-comedor, depósitos y dormitorios) e iba ocasionar cruce con las tuberías.

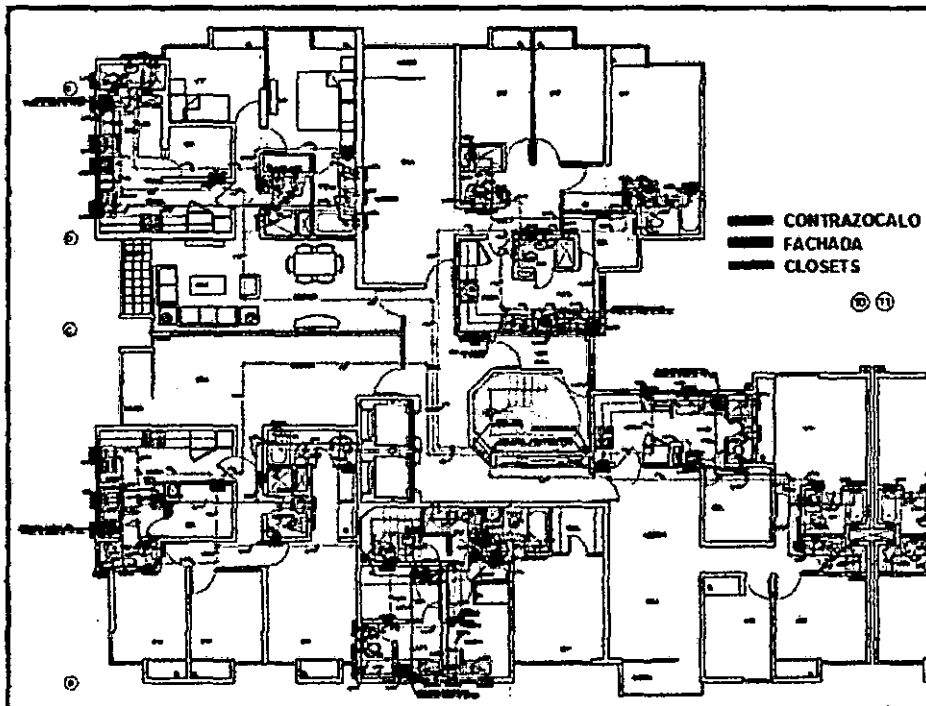


Figura 89. Ubicación de interferencias entre las Instalaciones Sanitarias y demás partidas – Edificación Estudiada.

En la figura 89, se subdividió los problemas de perforaciones a las tuberías en 3; en los contra zócalos en donde se identifico 49 tramos por piso (cada tramo de 1m aprox.) que debían de ser marcados en los muros. Dependiendo de la intensidad de la perforación hecha a la tubería, a veces suele no detectarse dicho problema durante la construcción y aparece con el uso de los sistemas.

Las perforaciones debido a la colocación de los parantes de melamine de los closets atañen a los recorridos en losa, en este caso solo hay 1 tramo identificado.

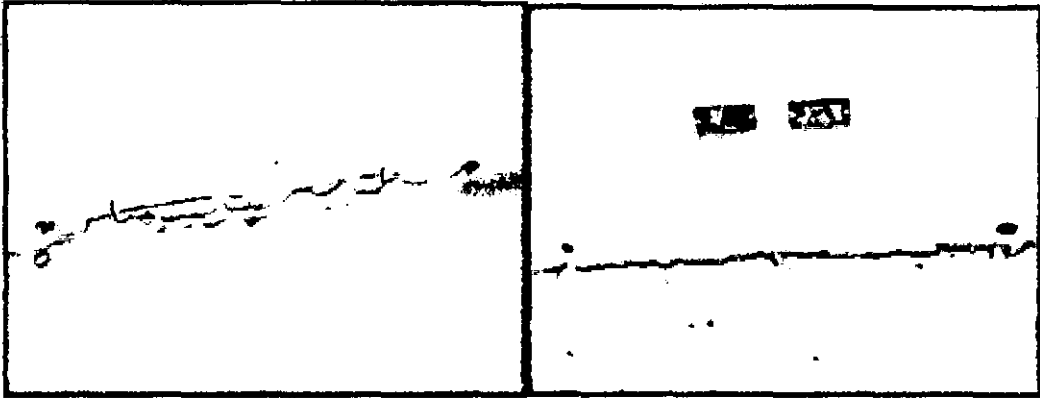
Al instalar el sistema de encofrado llamado "TREPAS", que permitió tarrajear la fachada del edificio se tuvo que fijar dicho encofrado mediante unos accesorios de perforación hacia los muros de la fachada provocando filtraciones en tuberías. Los elementos fijados no pueden ser ubicados en los 18 tramos que existen tuberías, por lo menos no a la misma altura.



Fotografía 25. Sistema de Encofrado en parte externa del Edificio estudiado.

Fuente: Propia.

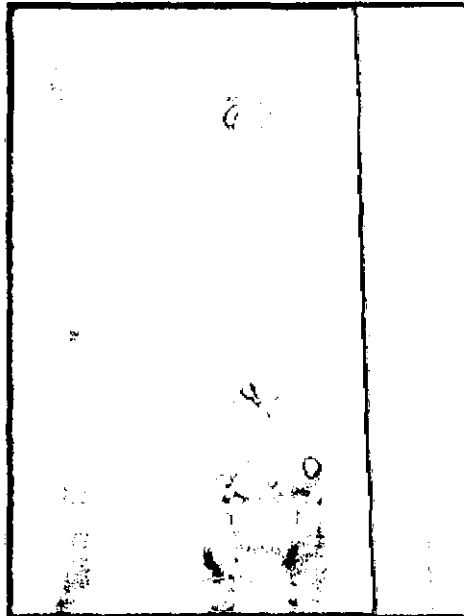
Si se traslapa el plano de interferencias (Ver figura 89) con el de sectorización (Ver figura 78), se aprecia que en el sector N°2 el número de interferencias es nulo. En cambio en los demás sectores en la posición de las válvulas y puntos de agua, desagüe, tubos de ventilación auxiliar y en cuanto a la tubería pluvial solo existe un tramo que pertenece al sector 1.



Fotografía 26. Marcado en muros en zonas donde recorren las Instalaciones en la fase de ejecución de otras actividades que se relacionan a las Instalaciones Sanitarias aplicado en la Edificación Estudiada – Fuente: Propia.

#### 4.) Prueba hidráulica Final

La prueba final hidráulica se lleva a cabo cuando la instalación de válvulas y mezcladoras se ha concluido. En cuanto a la ubicación de las válvulas no hay gran precisión que se deba tener porque no afecta en su funcionamiento, en cambio para la ubicación de las mezcladoras se debe tener sumamente cuidado para no alterar el aspecto estético que mostrarán las llaves de agua fría y caliente, y el brazo de ducha



Fotografía 27. Ubicación de las salidas de los puntos de agua en muros en la Edificación Estudiada – Fuente: Propia.

que debieran estar centrados en el ancho de la ducha y a 1.80m desde el nivel de piso terminado respectivamente según especificaciones. En la fotografía 27, la acción correctiva se detecta en la fase de prueba hidráulica final, cuando se descubre el pase dejado para colocar la mezcladora y se empalmen las salidas de agua. El desfase de los puntos de agua ocasiona que se realice alineamientos a dichas tuberías mediante accesorios (codo 45°), generando pérdidas de energía en la presión de salida y además de puntos de posibles filtraciones.

Según el diagrama de flujo del control de calidad (figura 83), se considero que antes del vaciado se realice la verificación de los diámetros de tuberías, accesorios, y los recorridos por cada ambiente; mediante el Reporte de Instalaciones Sanitarias en losas (Ver ANEXO 8).

| REGISTRO   |                   |                   |                   |                   |                                 |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| CONTROL DE CALIDAD   |                   |                   |                   |                   |                                 |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| CONTROL DE INSTALACIONES SANITARIAS PREVIO AL VACIADO DE MUROS |                   |                   |                   |                   |                                 |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| CODIGO Y NOMBRE DEL PROYECTO:                                  |                   |                   |                   |                   |                                 |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| CLIENTE:   |                   |                   |                   |                   |                                 | PISO y DPTO:      |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| N° DE PLANO:   |                   |                   |                   |                   |                                 |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| DESCRIPCIÓN  |                   |                   |                   |                   |                                 |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Elemento   | Baño              |                   |                   |                   | Cocina                          |                   |                   |                   | Terna             |                   | Jardín            |                   |
|  | Ducha             | Levatoria         | Instera           |                   | Levatoria                       |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|  | F <sub>rev.</sub> | Z <sub>rev.</sub> | F <sub>rev.</sub> | Z <sub>rev.</sub> | F <sub>rev.</sub>               | Z <sub>rev.</sub> | F <sub>rev.</sub> | Z <sub>rev.</sub> | F <sub>rev.</sub> | Z <sub>rev.</sub> | F <sub>rev.</sub> | Z <sub>rev.</sub> |
| Salida de agua fría asegurada                                  |                   |                   |                   |                   |                                 |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Dado de conc. colocado en sal. de ag. fría                     |                   |                   |                   |                   |                                 |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Sal. de agua fría ubicada y nivelada                           |                   |                   |                   |                   |                                 |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Salida de agua fría sellada                                    |                   |                   |                   |                   |                                 |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Salida de agua caliente asegurada                              |                   |                   |                   |                   |                                 |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Dado de conc. colocado en sal. de ag. cal.                     |                   |                   |                   |                   |                                 |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Sal. de agua caliente ubicada y nivelada                       |                   |                   |                   |                   |                                 |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Salida de agua caliente sellada                                |                   |                   |                   |                   |                                 |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Salida de desagüe asegurado (pase)                             |                   |                   |                   |                   |                                 |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Sal. de desagüe ubicado y nivelado                             |                   |                   |                   |                   |                                 |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Salida de desagüe sellada                                      |                   |                   |                   |                   |                                 |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Total de horas dedicadas a reprocesos a reprocesos             |                   |                   |                   |                   |                                 |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| Elemento   | Baño              |                   | Cocina            |                   | Salidas de agua en lavatorio    |                   | h = 0.60m.        |                   |                   |                   |                   |                   |
|  | F <sub>rev.</sub> | Z <sub>rev.</sub> | F <sub>rev.</sub> | Z <sub>rev.</sub> | F <sub>rev.</sub>               | Z <sub>rev.</sub> | F <sub>rev.</sub> | Z <sub>rev.</sub> |                   |                   |                   |                   |
| Tecnoport de mezcladoras ubicado                               |                   |                   |                   |                   | Mezcladora de ducha             |                   | h = 1.10m.        |                   |                   |                   |                   |                   |
| Tecna de rñu. ubicado y nivelado de tuber.                     |                   |                   |                   |                   | Salidas de agua en ducha        |                   | h = 2.00m.        |                   |                   |                   |                   |                   |
| Zunchado y sellado de memento de restitución                   |                   |                   |                   |                   | Salidas de agua en inodoro      |                   | h = 0.15m.        |                   |                   |                   |                   |                   |
| Total de horas dedicadas a reprocesos                          |                   |                   |                   |                   | Salidas de agua en lav. cocina  |                   | h = 1.05m.        |                   |                   |                   |                   |                   |
|  |                   |                   |                   |                   | Salidas de agua en lav. Granito |                   | h = 1.05m.        |                   |                   |                   |                   |                   |
|  |                   |                   |                   |                   | Salidas de agua para calentador |                   | h = 1.45m.        |                   |                   |                   |                   |                   |
| Observaciones:   |                   |                   |                   |                   |                                 |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|  |                   |                   |                   |                   |                                 |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|  |                   |                   |                   |                   |                                 |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
|  |                   |                   |                   |                   |                                 |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |
| ELABORADO POR:   |                   |                   |                   | REVISADO POR:     |                                 |                   |                   | APROBADO POR:     |                   |                   |                   |                   |
| Firma:   |                   |                   |                   | Firma:            |                                 |                   |                   | Firma:            |                   |                   |                   |                   |
| Cargo:   |                   |                   |                   | Cargo:            |                                 |                   |                   | Cargo:            |                   |                   |                   |                   |
| Nombre:  |                   |                   |                   | Nombre:           |                                 |                   |                   | Nombre:           |                   |                   |                   |                   |
| Fecha:   |                   |                   |                   | Fecha:            |                                 |                   |                   | Fecha:            |                   |                   |                   |                   |

Figura 90. Reporte de Instalaciones Sanitarias en muros adoptado en la Edificación Estudiada.

De igual forma, es importante la posición de los elementos verticales que comprometen a las Instalaciones Sanitarias en muros. En la figura 90, el control de calidad se realiza antes del vaciado pero las acciones propias del vaciado (vaciado, vibrado, y entre otras) provocan el desfase. La supervisión antes y durante son la clave de la previsión

### **Buenas Prácticas**

#### **Etapa Constructiva**

La sectorización de los departamentos (figura 78) fue dividida en 5 sectores para el avance de la estructura en un mismo piso, estos sectores no guardan relación con la ubicación de los departamentos lo que hace que no facilite el desarrollo de la prueba hidráulica por tramos completos de recorridos de tuberías (cocinas y baños). Se recomienda que se considere al momento del planeamiento de la producción.

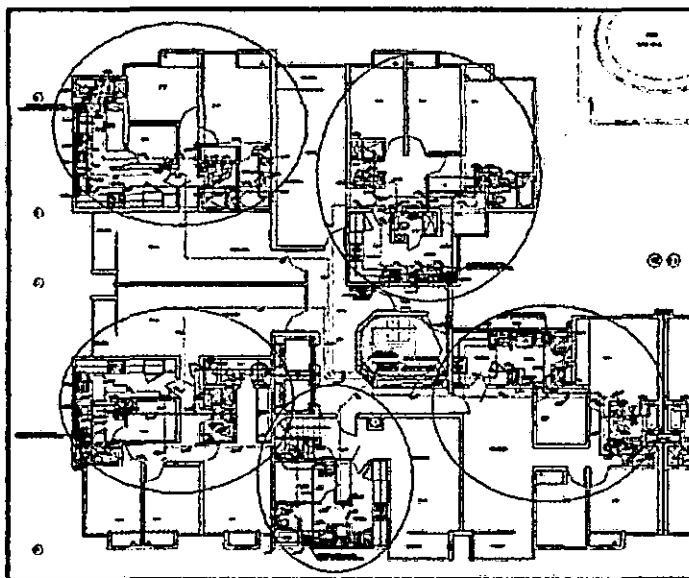


Figura 91. Tramos de recorridos de tuberías de agua fría y caliente – Edificación estudiada.

Es necesario compatibilizar los espesores de losa con los diámetros de tubería sobre todo de los ramales de desagüe por ser estos los de mayor diámetro. Los tramos largos de tubería de desagüe de 4" de diámetro en el área de cocina, no puede ser instalada en la losa aligerada de 0.17 o 0.20 m, es por ello que se cambió por losas macizas.



Los cambios de losas aligeradas a macizas debido a que el diámetro de la tubería de desagüe no puede ser embebido en la losa, se presentan en los casos en que las viguetas pretensadas están en sentido contrario a la dirección de las tuberías (Ver figura 92). En otros casos, en donde la dirección de las viguetas son las mismas que las tuberías se pueden reemplazar los ladrillos bovedillas por bandejas sanitarias (ver fotografía 28).

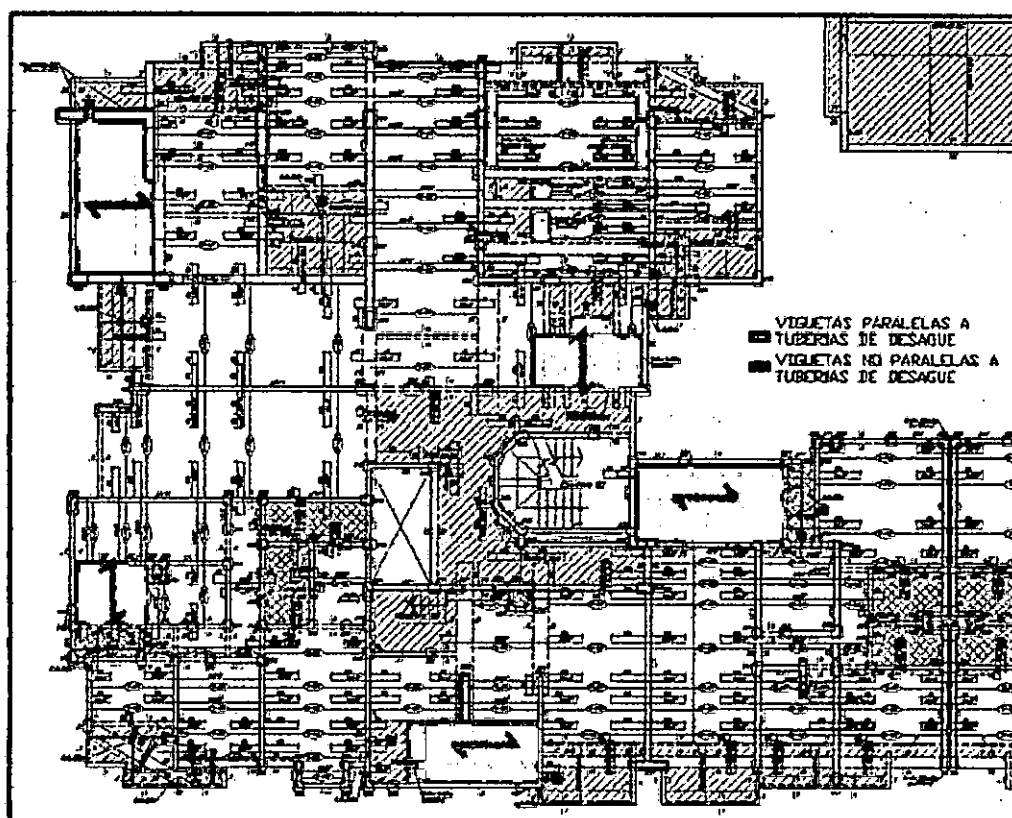


Figura 92. Ambientes de cocina en función al sentido de las viguetas – Edificación estudiada.

Las bandejas sanitarias tienen las mismas dimensiones que los ladrillos bovedillas, que trabajan conjuntamente con el sistema de viguetas pretensadas, pero no siempre las tuberías están en el mismo sentido de las viguetas por ello el uso de bandejas es solo un apoyo.

Cuando la tubería tenga que atravesar a las viguetas, solo se podrá picar 5 cm como máximo.



Fotografía 28. Ladrillos bovedillas y bandejas sanitarias – Fuente: Propia

Si las tuberías cruzan las viguetas y se necesitarían picarlas más de 5 cm, en tal caso debe preverse consideraciones de acabado final para menguar tal situación, como realizar un contrapiso de 5cm. o el descongestionamiento de otros sistemas para la facilidad de la instalación.

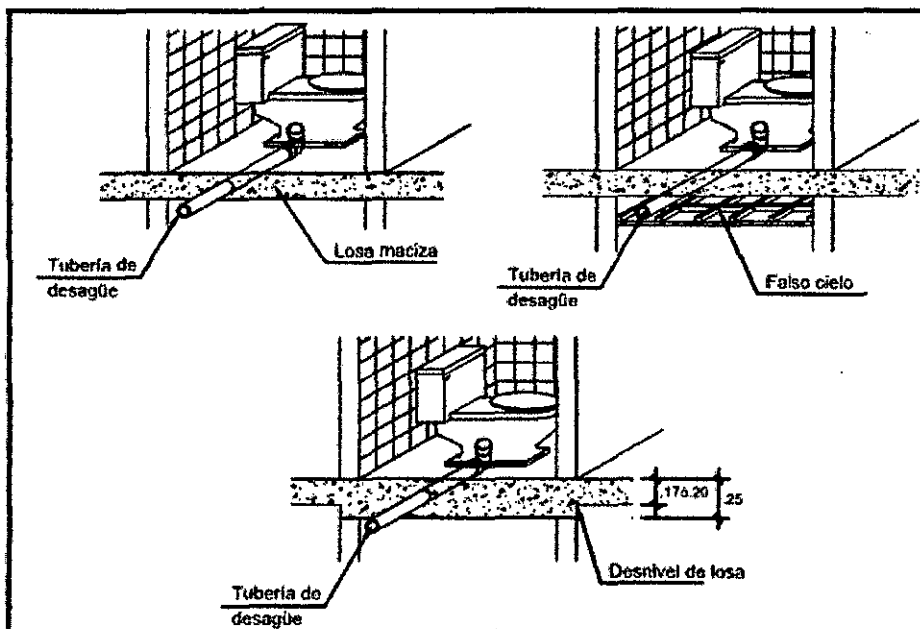


Figura 93. Alternativas de solución en la instalación de tuberías de desagüe–  
Fuente: Manual de diseño, proceso constructivo y de detalles Firth.

En el caso de los baños secundarios y principales, si se contemplo hacerlas de losas macizas desde la etapa de diseño. Debe preverse para tramos de tuberías de desagüe de más de 2m en donde la pendiente aumentará la distancia vertical y se requerirá una losa de mayor espesor, es conveniente partir desde el diseño para no tener dificultades de instalación en la fase constructiva.

Muchos de los problemas que aquejan a las Instalaciones Sanitarias en edificaciones se deben a la premura de los trabajos debido a que el rubro de instalaciones (eléctricas, gas y otras) se adecua al ritmo de avance de la estructura del edificio que normalmente se realiza por sectores. Se puede agilizar los trabajos y minimizar las fallas durante la ejecución de las instalaciones, si se aprovecha la geometría repetitiva y similar que existe en los ramales de desagüe en los baños de servicio, secundarios y principales por departamentos en un mismo piso.

En la edificación en estudio, se considero prefabricar ramales siempre y cuando sean más de 1 por piso. Se constato que 2 de los baños de servicio (1.2 x 2.25 m) y 2 de los baños secundarios (2.00 x 1.80 m) en un mismo piso tienen la misma geometría desde el piso 1 hasta el piso 15, llegando hacer 30 ramales que se necesitan prefabricar por cada uno de ellos.

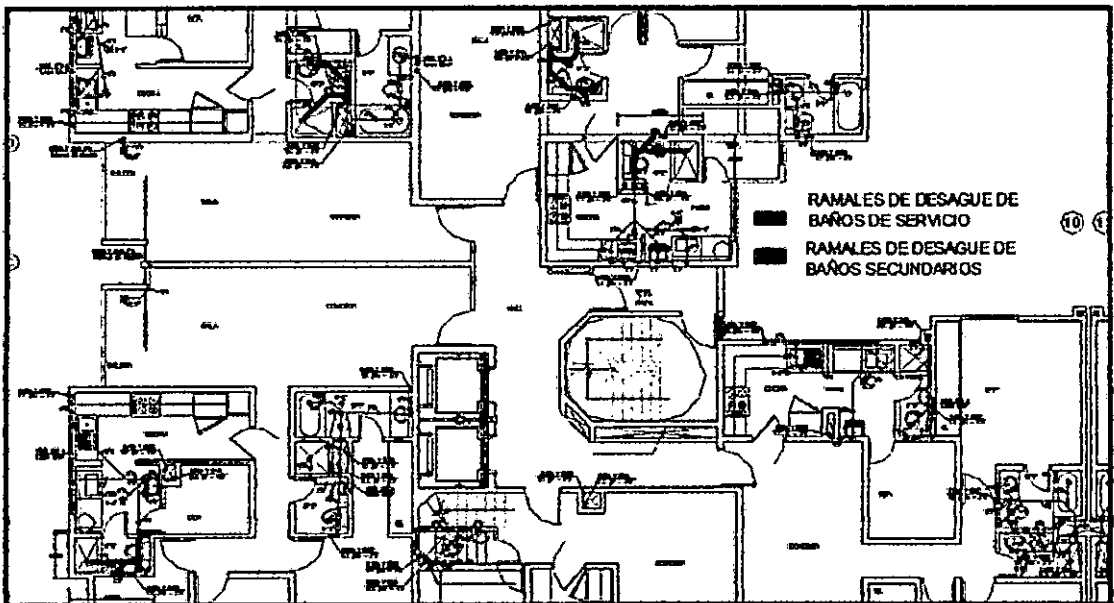
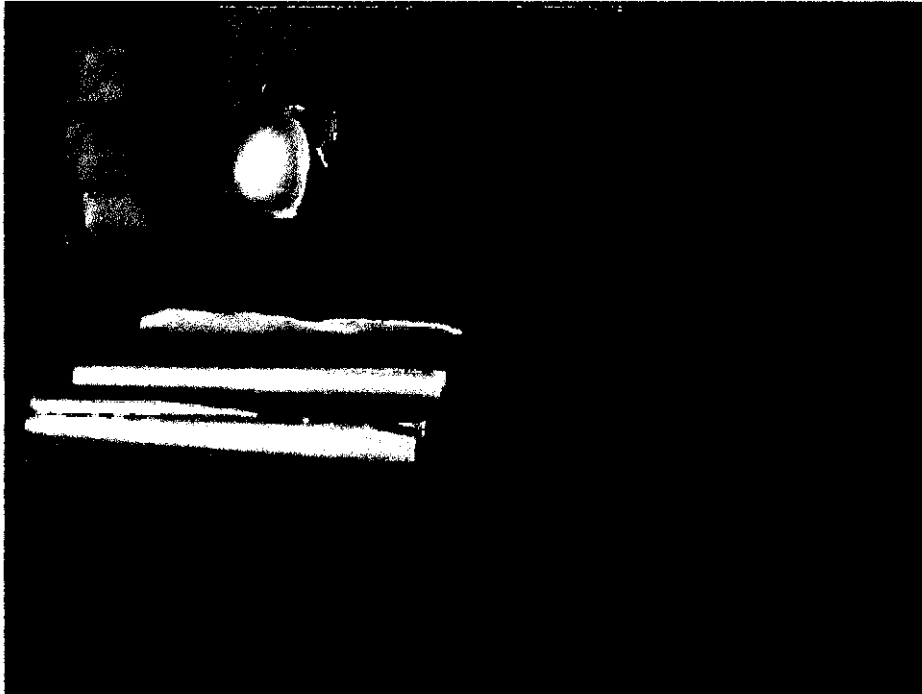


Figura 94. Ramales de desagüe de baños de servicio y baños secundarios.

Para los baños principales, las dimensiones del ambiente y los alineamientos de las tuberías no son fijos, es preferible hacerlos conforme se avance con los sectores.

Los 60 ramales prefabricados fueron hechos inicialmente simulando un baño típico (para baño de servicio y secundario) en planta (marcados en el piso) con las dimensiones según los planos de estructuras.



Fotografía 29. Trazado de las dimensiones de un baño típico – Fuente: Propia

Una vez reproducido las dimensiones del baño se procede a elaborar el ramal de desagüe como si se estuviera en campo (con pendiente y la ubicación correcta de las salidas de desagüe).

#### **Ventajas:**

- Se reduce el tiempo de instalación en campo.
- Se cuenta con espacio suficiente al momento de elaborar los prefabricados, lo cual no ocurre cuando se instala in-situ.
- Las demás instalaciones se deben adecuar a los ramales de desagüe ya prefabricados.

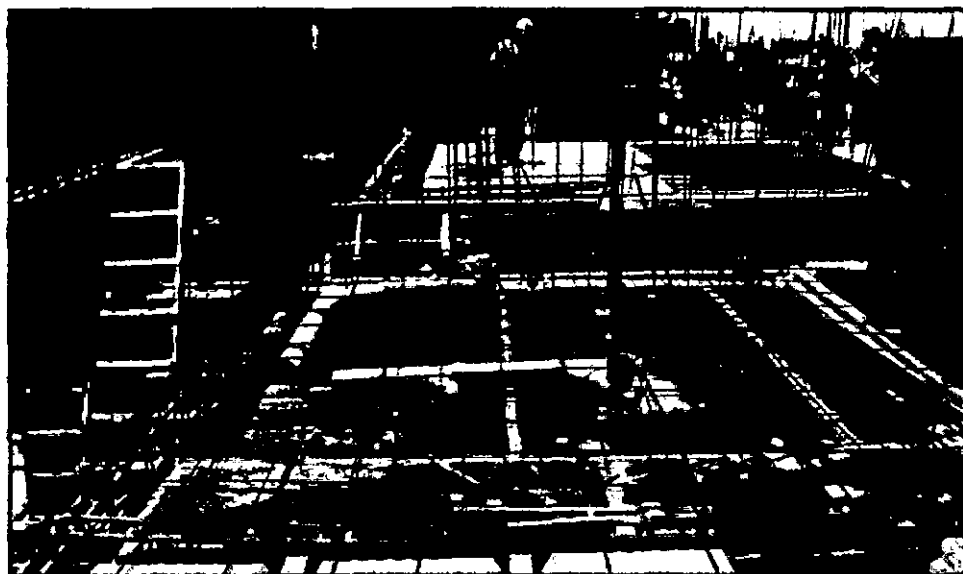
**Desventajas:**

Las distancias y los alineamientos están basados en dimensiones según planos, que no necesariamente son reproducidos correctamente en campo.



Fotografía 30. Ramales de desagüe prefabricadas en obra - Fuente: Propia

Teniendo los ramales ya realizados se procede a instalarlos después de la colocación de la malla inferior de acero (si tuviese doble malla).



Fotografía 31. Ramal de desagüe prefabricado instalado en losa maciza -  
Fuente: Propia

Las interferencias no solamente se dan en las losas sino también en los muros, muestra de ello son las tuberías de ventilación (diámetro 2") que al ser empalmadas a las tuberías de desagüe se interfiere con elementos estructurales como: columnas o placas. Para la edificación en estudio, en los pisos inferiores el espesor de las placas no generaba interferencias con el acero estructural, pero en los pisos superiores el espesor disminuye generando obstrucción en el paso de tuberías.

En el caso de las columnas es todo lo contrario las dimensiones siguen sin cambiar lo que disminuye es el refuerzo de acero (en los pisos superiores), por ende hay mayor espacio para que las tuberías puedan pasar.

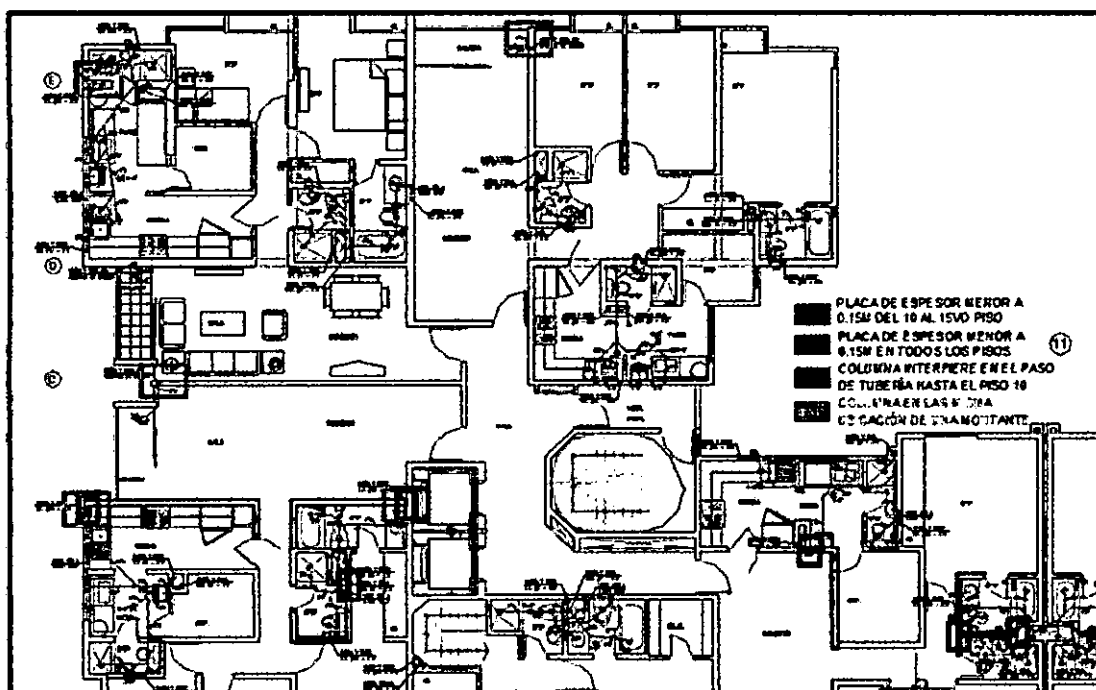


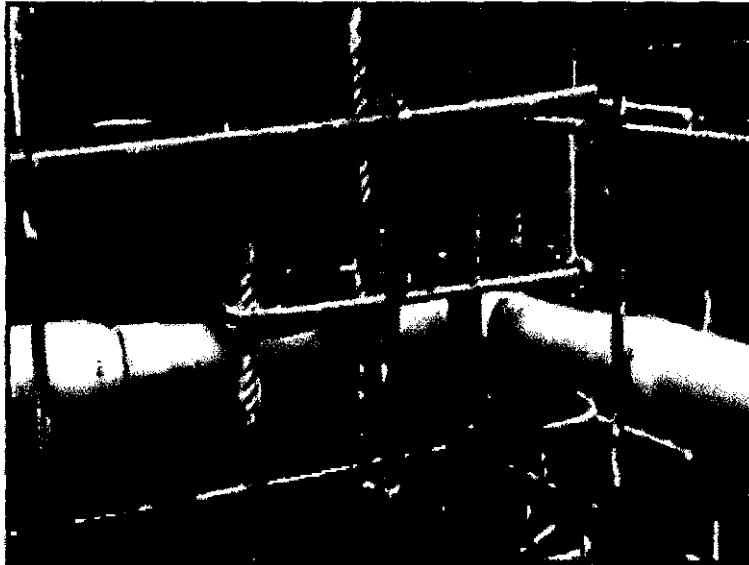
Figura 95. Plano de interferencias de placas y columnas con la tubería de ventilación

En la figura 95, se detectaron incompatibilidades de ubicación de algunas columnas con montantes de ventilación y montantes de evacuación de agua de lluvias en los balcones, en consecuencia se reubicaron tales montantes.

La tubería de ventilación fue diseñada con un diámetro de 2" y en algunos casos de 3", las montantes de ventilación no deben estar ubicadas en placas en donde los espesores de muro no permita colocarse o en el mejor de los casos puede

colocarse pero sin recubrimiento alguno de los refuerzos de columnas o placas. Considerar reubicar las montantes hacia muros de mayor espesor cercanos a los actuales de diseño, en la edificación en estudio se pudo resolver tal inconveniente en la etapa de construcción. Se recomienda hacer dicha consulta en etapa de consultas o verificación de los planos que realiza el contratista.

Una mala práctica es cuando se contempla disminuir el diámetro de la tubería de ventilación dentro del elemento estructural para que pueda instalarse y luego seguir con el diámetro de diseño establecido. Por ningún motivo se debe disminuir el diámetro efectivo de la tubería de ventilación o de desagüe, si se podrá aumentar el diámetro dependiendo del caso.



Fotografía 32. Tubería de ventilación cruza elemento estructural.

Del capítulo IV, se obtuvo la base de datos relacional en Microsoft Access de la cual se enumeraron diversas acciones preventivas y correctivas de fallas comunes en Instalaciones Sanitarias que fueron manifestadas por los usuarios, no todas las posibles fallas pudieron ser previstas (diseño y mantenimiento) en la edificación, esto debido a que se dio inicio a la investigación cuando ya se estaba construyendo la primera torre de la edificación en estudio y se culminó poco después de la entrega de viviendas a los usuarios. El conjunto de lecciones aprendidas fue generado de lo que no desean los usuarios para sus viviendas sin decirlo explícitamente en un lenguaje de especificaciones y normas. Esto fue captado, por ello se reconoce una necesidad social de promover la prevención

de fallas en Instalaciones sanitarias en todas las fases anteriores a la entrega de la vivienda al usuario, y durante el uso de los mismos.

El desempeño de las viviendas fue medido en base a los indicadores globales de calidad en las 6 edificaciones mencionadas en el capítulo IV, que no es más que el reflejo si es que se concibió la construcción en función a lo que se requería. Para la etapa de construcción de la edificación en estudio se llevó el registro de indicadores específicos de calidad, que no refleja directamente el desempeño de las instalaciones sino más bien un indicador de eficiencia durante la construcción.

### 5.2.3. Indicadores Específicos de Calidad

En la Edificación estudiada, se analizó únicamente la etapa de ejecución y para evaluar la calidad se hizo a través de las hh gastadas en retrabajos. Los resultados provienen de la Torre 1 donde se tomó datos de los re trabajos que realizó el subcontratista de Instalaciones Sanitarias.

- **Porcentaje de hh gastadas en operaciones de re trabajos**

Del registro reportado de las acciones correctivas, se obtuvo un 26.1 horas hombre en re trabajos, para el levantamiento de las fallas se constituyó una cuadrilla unitaria conformada por un 1 operario y 1 ayudante.

| PROBLEMAS | Cantidad | Tunitario(hh) | Tiempo | Porcentaje |
|-----------|----------|---------------|--------|------------|
| GT        | 8        | 0.7           | 5.6    | 21%        |
| ML        | 2        | 1             | 2      | 8%         |
| PH        | 2        | 0.5           | 1      | 4%         |
| EC        | 1        | 1             | 1      | 4%         |
| RP        | 3        | 1.5           | 4.5    | 17%        |
| OT        | 2        | 2             | 4      | 15%        |
| GV        | 3        | 2             | 6      | 23%        |
| GM        | 1        | 2             | 2      | 8%         |
|           | 22       |               | 26.1   | 100%       |

Tabla 16. Hh gastadas en re trabajos en Instalaciones sanitarias según tipo de problema – Edificación estudiada. Elaboración propia.

Las nomenclaturas son las siguientes:

Golpes a la tubería: **GT**; Mala Instalación del pegado: **ML**; Realizar Prueba Hidráulica después de pegar las tuberías: **PH**; Excesivo calentamiento: **EC**; Falta



de revisión de planos: **RP**; Obstrucción de tuberías: **OT**; Golpe a las válvulas: **GV**; Golpe a las mezcladoras: **GM**

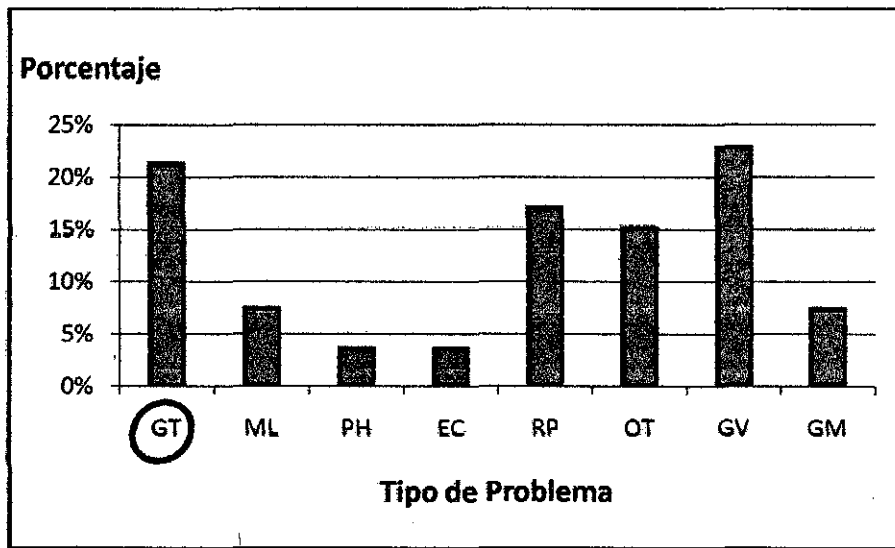


Figura 96 Porcentaje de hh gastadas en re trabajos en Instalaciones sanitarias según el tipo de problema. Edificación estudiada - Elaboración propia.

Los problemas: golpe a tuberías, falta de revisión de planos, obstrucción de tuberías, golpe a las válvulas llegan a ser el 76% en consumo de horas para la reparación. En cambio, los problemas: "mala instalación del pegado y realizar la prueba hidráulica después de pegar las tuberías" la reparación ha generado poco tiempo.

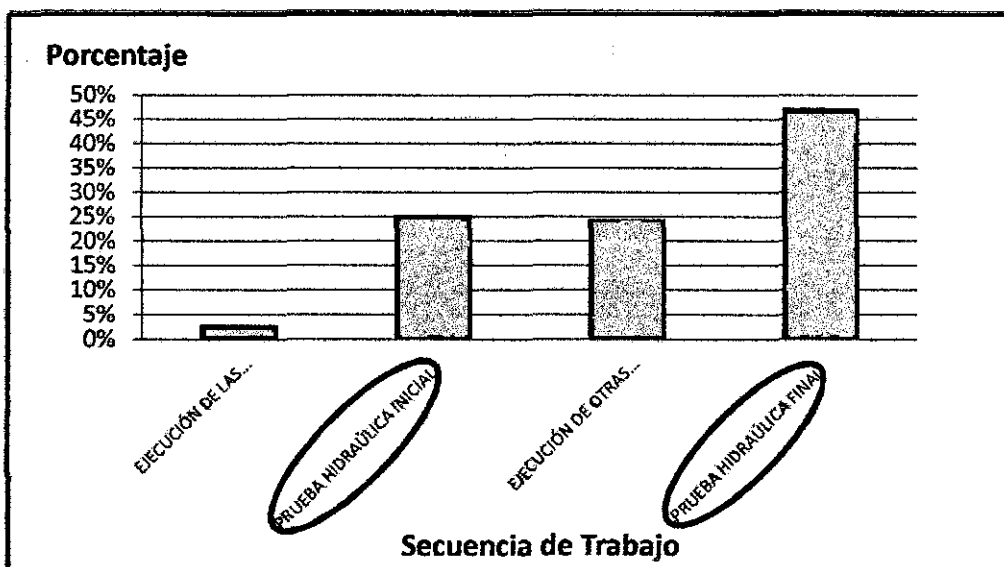


Figura 97. Porcentaje de hh gastadas en re trabajos en Instalaciones Sanitarias según secuencia de trabajo. Edificación estudiada – Elaboración propia.

En función a la secuencia de trabajo, se muestra en la figura 97 que cada vez que se avanza en la ejecución de las instalaciones sanitarias si ocurriese alguna falla se demanda más tiempo para repararla.

| ETAPAS                       | Problemas | Cantidad | # cantidad | Tramitación (h) | Tiempo | TOTAL | Porcentaje |
|------------------------------|-----------|----------|------------|-----------------|--------|-------|------------|
| EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES | GT        | 1        | 1          | 0.7             | 0.7    | 0.7   | 3%         |
| PRUEBA HIDRAÚLICA INICIAL    | GT        | 3        | 8          | 0.7             | 2.1    | 6.1   | 25%        |
|                              | ML        | 2        |            | 1               | 2      |       |            |
|                              | PH        | 2        |            | 0.5             | 1      |       |            |
|                              | EC        | 1        |            | 1               | 1      |       |            |
|                              | RP        | 3        |            | 1.5             | 4.5    |       |            |
| EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES | OT        | 1        | 6          | 2               | 2      | 5.9   | 24%        |
|                              | GT        | 2        |            | 0.7             | 1.4    |       |            |
|                              | GT        | 2        |            | 0.7             | 1.4    |       |            |
| PRUEBA HIDRAÚLICA FINAL      | OT        | 1        | 7          | 2               | 2      | 11.4  | 47%        |
|                              | GV        | 3        |            | 2               | 6      |       |            |
|                              | GM        | 1        |            | 2               | 2      |       |            |
|                              | GT        | 2        |            | 0.7             | 1.4    |       |            |
|                              |           | 22       |            |                 |        | 24.1  | 100%       |

Tabla 17. Hh gastadas en re trabajos en Instalaciones sanitarias según secuencia de trabajo – Edificación estudiada Elaboración propia.

- **Porcentaje del costo de las operaciones de re trabajos**

El costo asociado a los re trabajos se dividió en mano de obra (1 operario y 1 ayudante), materiales (tuberías y accesorios), equipo y herramientas (5% de la mano de obra)

| PROBLEMAS | MO     | MATERIALES | EQ Y H | total  | %  |
|-----------|--------|------------|--------|--------|----|
| GT        | 124.99 | 10.00      | 6.25   | 141.24 | 17 |
| ML        | 44.64  | 0.00       | 2.23   | 46.87  | 6  |
| PH        | 22.32  | 5.00       | 1.12   | 28.44  | 3  |
| EC        | 22.32  | 10.00      | 1.12   | 33.44  | 4  |
| RP        | 100.44 | 0.00       | 5.02   | 105.46 | 12 |
| OT        | 89.28  | 10.00      | 4.46   | 103.74 | 12 |
| GV        | 133.92 | 100.00     | 6.70   | 240.62 | 28 |
| GM        | 44.64  | 100.00     | 2.23   | 146.87 | 17 |
|           |        |            |        | 846.68 |    |

Tabla 18. Costo en re trabajos en Instalaciones sanitarias – Edificación estudiada Elaboración propia.

Los problemas de golpes a válvulas y mezcladoras tienen un mayor costo por la reposición de los materiales y el tiempo que demanda la cuadrilla unitaria en los trabajos de reparación.

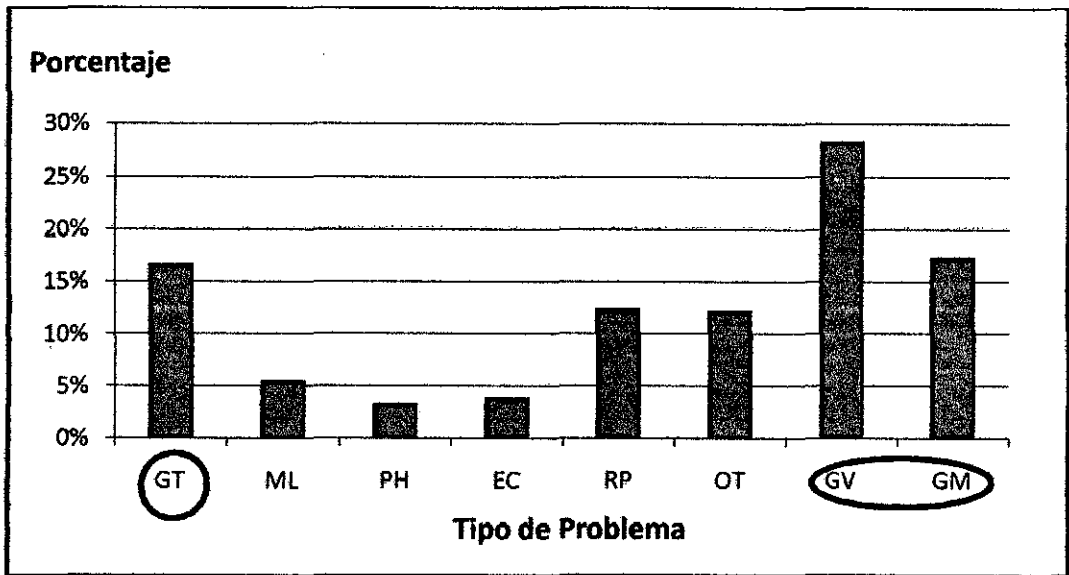


Figura 98. Porcentaje de costo en re trabajos en Instalaciones Sanitarias según el tipo de problema. Edificación estudiada – Elaboración propia.

El costo total empleado en re trabajos fue de S/846.68 en un área construida de 9957.99 m<sup>2</sup> (ratio: S/0.09/m<sup>2</sup>), que corresponde a la primera torre de la edificación.

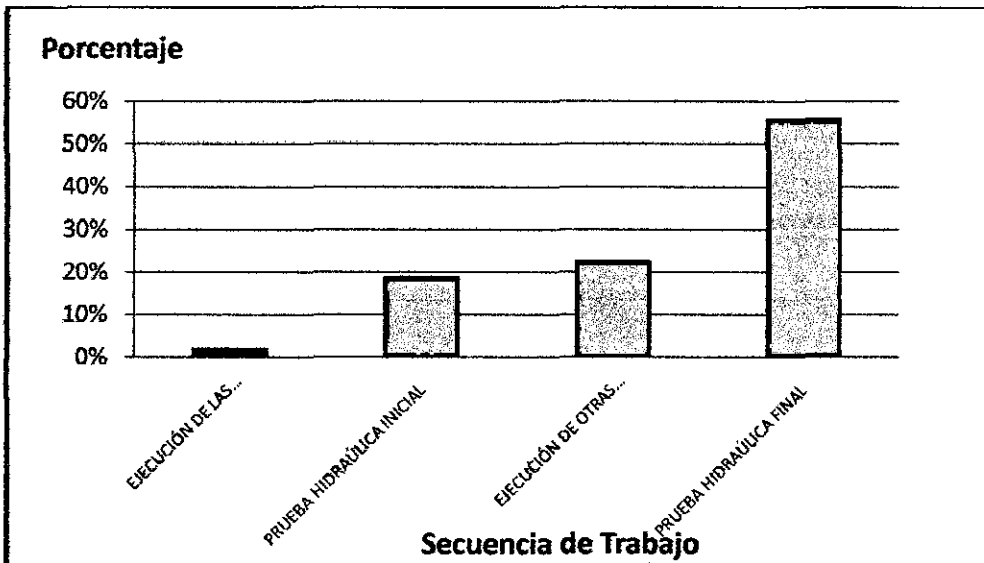


Figura 99. Porcentaje de costo en re trabajos en Instalaciones Sanitarias según secuencia de trabajo. Edificación estudiada – Elaboración propia.

Los gastos por re trabajos aumentan en comparación desde la primera fase en relación: 9, 11 y 28 veces más. Se recomienda en primera instancia minimizar los errores.

## CONCLUSIONES

- Se destaca la importancia del uso del sistema de base de datos para la obtención de resultados, tanto por su dinamismo en el ingreso de información y por su fácil uso.
- La evaluación post construcción es un método para mejorar la calidad de la construcción en edificaciones y de manera especial para prevenir los errores en la etapa de diseño y ejecución de un proyecto de edificación.
- En el Diagrama de Pareto (Figura 52), se observó que las actividades de pintura, enchapes y carpintería de madera son las partidas con más incidencia en los problemas post- construcción conjuntamente con las instalaciones sanitarias llegando a sumar más del 50% de los problemas.
- La implementación de los protocolos de calidad en obra deberían ser enfocados en función a la ocurrencia de los problemas post-construcción en edificaciones.
- En el Capítulo IV, de acuerdo a estudios y verificación en campo se han manifestado diversos deterioros prematuros debido a defectos en el diseño y construcción en las 6 edificaciones residenciales; el tiempo promedio en aparecer las fallas, terminada la construcción ha sido de 2 años.
- El indicador global de calidad: N° de reparaciones por cada vivienda mide indirectamente la satisfacción del usuario partiendo de la premisa que a mayor repetitividad en los problemas el cliente queda más insatisfecho (Tabla 14).
- Se elaboró un indicador global de calidad llamado "Porcentaje de clientes insatisfechos", el cual estipula que si se detecta por lo menos una no-conformidad en una vivienda dicho usuario se le cataloga cliente insatisfecho. Se debe preferir tener un valor bajo en el indicador de clientes insatisfechos en vez de tener valores altos en los indicadores del N° reparaciones por vivienda o día. El indicador de clientes insatisfechos puede ser más útil para edificaciones de sector social: A, en cambio para edificaciones de sector social: C y D es vital la incidencia de la cantidad de problemas.
- Se ha propuesto el protocolo de prueba de funcionamiento de montantes, debido a que juega un papel importante en la evacuación rápida de residuos. Dicha prueba es necesaria e imprescindible en las edificaciones multifamiliares, aunque existe una baja frecuencia de ocurrencia de estos problemas, los costos asociados y el impacto generado es alto (corte en los servicios de agua y desagüe); llegan a ser factores que hacen propicio la aplicación del protocolo.
- Se distinguió uno de los mayores problemas dados en la ejecución de las instalaciones sanitarias (Figura 96), fueron los golpes a las tuberías ocasionado por

otras partidas que tienen relación directa con estos (bloques de concreto, closets, contra zócalo, otros) y también debido al procedimiento de trabajo adoptado.

- Al realizar los controles de calidad en las fases: prueba hidráulica inicial y final, se detectó la mayor cantidad de problemas (70% aproximadamente), es necesario tener en cuenta que reparar dichos problemas sería una acción correctiva que debe ser analizada para evitar su ocurrencia.

- Los costos más altos en la reparación de los problemas fueron: los golpes a las tuberías, válvulas y mezcladoras (Figura 98). El primero de ellos por la repetitividad y los 2 últimos por la calidad de los materiales.

- Así mismo el indicador específico de calidad: costo de h-h gastadas por re trabajos en instalaciones sanitarias mostro que el costo destinado a las reparaciones de las fallas crece progresivamente desde la fase inicial hasta la fase final (9 a 30 veces en costo). Cuanto antes se detecten las fallas en las instalaciones los costos serán menores (Figura 99).

## RECOMENDACIONES

- El presente trabajo pretende minimizar los errores en la construcción de edificaciones para **impactar positivamente** en la calidad de vida y la satisfacción de las personas que habitan en las viviendas; porque muchas de las fallas cometidas ponen en riesgo la salud y bienestar del residente. De no contemplarse un estándar mínimo de calidad en el diseño, ejecución y mantenimiento se tendrá diversos errores similarmente a los encontrados en las edificaciones estudiadas.
- Se ha podido identificar los errores recurrentes y dar posibles causas, pero se recomienda realizar un estudio a profundidad de los problemas (diagrama causa-efecto u otros), ya que se han citado posibles causas desde una percepción final del producto y/o servicio.
- Es recomendable que la evaluación de desempeño sea medida al finalizar la construcción (usuario final), es el momento idóneo para decir si algún producto y/o servicio cumplió con las expectativas iniciales. Dichas expectativas normalmente suelen ser del tipo técnico (especificaciones, normas) y en algunos casos de manera subjetiva, lo que hace falta es tener requerimientos claros por parte del usuario desde un inicio, y que sea validado al final de la construcción con ello se evaluaría si cumplió con lo que el usuario exigía. Con ello se da apertura a una "verdadera satisfacción del cliente" sin subjetividad alguna.
- Es recomendable el aseguramiento de las tareas de supervisión y el cumplimiento de los controles de calidad en obra, ya que el estudio (las 6 edificaciones analizadas) muestra que el 34% de los problemas son relacionados con actividades propias del contratista (estructuras, albañilería y varios) e inclusive los trabajos de los subcontratistas confirman la falta de supervisión a éstas, llegando a un 36% del total de problemas.
- Los indicadores globales de calidad en la etapa post-construcción hallados para las edificaciones del Capítulo IV, se obtienen en función de las no-conformidades de los usuarios con ello solo se dan directrices al concepto de mejora del desempeño. Es importante tener el requerimiento, la finalidad, las características, las restricciones previstas del producto dadas por el cliente para hacer una evaluación de desempeño en forma estricta.

- En la edificación del Capítulo V, se evaluó a la edificación en función a indicadores específicos de calidad en la etapa constructiva pero no se llegó a evaluar en la etapa post-construcción debido que para evaluar el desempeño de las viviendas es necesario un tiempo mínimo de 2 años para tener la suficiente información.
- El ratio del proyecto (Edificio del Capítulo V) de dinero gastado por costos de no calidad en instalaciones sanitarias versus el área construida fue de  $s/ 0.09 \times m^2$ , que fue obtenido durante la etapa de ejecución; es conveniente comparar el mismo ratio (costo/m<sup>2</sup>) en la etapa post-construcción del edificio. Como referencia se tiene que el costo gastado/m<sup>2</sup> en promedio en la etapa post-construcción en edificaciones residenciales según investigaciones del Área de Post-venta y Mantenimiento de G y M es  $S/17 \times m^2$  en un lapso 2 años.

## BIBLIOGRAFÍA

- Artiles, Dora María y Olivera, Andrés. "Calidad y Desempeño. Durable de las Viviendas. La percepción de sus residentes". Publicación de la Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo XXVIII N°2, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Cuba, 2007.
- Barlex M J. "Guide to Post Occupancy Evaluation". HEFCE/AUDE. Inglaterra, 2006.
- Bottéro, Jean. "The Code of Hammurabi in Mesopotamia: Writing, Reasoning and the Gods". Universidad de Chicago, Estados Unidos 1992.
- Cámara Peruana de Construcción. "XII Estudio de Mercado de Edificaciones Urbanas en Lima Metropolitana y el Callao". Instituto de la Construcción y Desarrollo. Perú, 2007.
- Carlos H. Caldas; G. Edward Gibson; Runi Weerasooriya y Angela M. Yohe. "Identification of Effective Management Practices and Technologies for Lessons Learned Programs in the Construction Industry". Journal of Construction Engineering and Management, Vol 135, N° 6, ASCE. Estados Unidos, 2009.
- Charalla, Mauro. "Plan de Aseguramiento de Calidad en Obras de Edificaciones, Calidad, Relación Calidad, Diseño, Costo y Productividad. ISO 9000, ISO 9002, Costos Calidad". Tesis UNI-FIC. Perú, 2002.
- Charles L. Bartholomew. "Design and Construction Performance: Smaller Projects". Journal of Performance of Constructed Facilities Vol. 1, N°1, ASCE. Estados Unidos 1987.
- Dik Spekkink. "Performance Based Design of Buildings. PeBBu Domain 3. Final Domain Report". Performance Based Building Thematic Network. EU 5th Framework Research Programme. Holanda, 2005.
- FONDO MI VIVIENDA. "Estudio de Mercado de la Vivienda Social en Lima". Estudios Económicos del FONDO MI VIVIENDA. Perú, 2006.



- Gibson E.J. "Working with the Performance Approach in Building". CIB Report Publication N°64. Holanda, Rotterdam 1982.
- Hreñuk, Noelia Ivana y Jacobo, Guillermo José. "Evaluación del desempeño de equipamientos arquitectónicos de interés social. Desarrollo de una metodología básica para la implementación práctica en la Región NEA". Publicación del Instituto de Investigaciones Tecnológicas para el diseño Ambiental del Hábitad Humano – ITDAHu de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional del Nordeste. Argentina, 2003.
- Janet K. Yates; Edward E. Lockley. "Documenting and Analyzing Construction Failures". Journal of Construction Engineering and Management Vol 128, N° 1, ASCE. Estados Unidos, 2002.
- Juran, Joseph M. "Quality-Control Handbook". Editorial McGraw-Hill. 1era Edición. Estados Unidos, New York 1951.
- Kenneth L. Carper. "Structural Failures during Construction". Journal of Performance of Constructed Facilities Vol. 1, N°3, ASCE. Estados Unidos, 1987.
- MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO DE CHILE. "Estudios de Patologías en la Edificación de Viviendas Básicas", Editorial Maval. Chile, 2004.
- Mallory-Hill, S. "Supporting Strategic Design of Workplace Environments with Case-Based Reasoning". Eindhoven University of Technology, Eindhoven. Holanda, 2004.
- Ms. Françoise Szigeti; Mr. Gerald Davis. "Performance Based Buildings: Conceptual Framework". Performance Based Building Thematic Network. EU 5th Framework Research Programme. Holanda, 2005.
- Preiser, W. and J. Vischer. "Assessing Building Performance: Methods and Case Studies". Editorial Elsevier. Inglaterra, Oxford 2005.

- Pekka Huovila. "CRISP Indicator Analysis". Performance Based Building Thematic Network. EU 5th Framework Research Programme. Holanda, 2005.
- Preiser, W.F.E., Rabinowitz, H.Z., y White, E.T. "*Post-Occupancy Evaluation*". New York: Van Nostrand Reinhold. Estados Unidos, 1988.
- Ramos Salazar, Jesús. "Obras de Instalaciones Sanitarias en la Construcción", Editorial MIANO. Perú, 2007.
- Santa María Dávila, Edward. "Sistema de Gestión de Calidad de Procesos Constructivos – Pabellón de Educación: Instalaciones Eléctricas y Sanitarias". Tesis UNI-FIC. Perú, 2008.
- Sarriegui, José María; Serrano, Nicolás; Muro, Iván. "Aprenda Microsoft Access 97 como si estuviera en primero". Escuela Superior de Ingenieros Industriales, Universidad de Navarra. España 1998.
- Serpell Bley, Alfredo. "Administración de Operaciones de Construcción", Editorial Universitaria S.A. Chile, 1993.
- Soto Rosado, Jonathan. "Evaluación de la performance en Edificios mediante el uso de un sistema de base de datos". Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería. Número 03. Perú, 2009.
- VV.AA.; "*Publicación PREVI*", vol. 1 – 24. Ministerio de Vivienda del Perú e Instituto de Investigación y Normalización de la Vivienda. Perú, 1979.
- VV.AA.; "*PREVI 20 Años, Resultados y Conclusiones*". Ministerio de Vivienda del Perú e Instituto de Investigación y Normalización de la Vivienda. Lima, s.d.
- [http://www.minvu.cl/opensite\\_20070311161812.aspx](http://www.minvu.cl/opensite_20070311161812.aspx)
- <http://www.scribd.com/doc/13374079/Mantenimiento-y-desempeno-durable-de-la-vivienda-social>
- <http://www.fundibeq.org>.
- <http://www.postoccupancyevaluation.com/>

## ANEXOS

**ANEXO 1:** Oferta Total de vivienda según distrito.

**ANEXO 2:** Proyectos Inscritos terminados para ser financiados con Crédito MIVIVIENDA en Lima Metropolitana y el Callao.

**ANEXO 3:** Proyectos inscritos en construcción para ser financiados con Crédito MIVIVIENDA en Lima Metropolitana y el Callao.

**ANEXO 4:** Proyectos inscritos en formulación para ser financiados con Crédito MIVIVIENDA en Lima Metropolitana y el Callao.

**ANEXO 5:** Proyectos registrados en el Programa Techo Propio.

**ANEXO 6:** Prueba de presión hidráulica.

**ANEXO 7:** Prueba de Estanqueidad.

**ANEXO 8:** Reporte de Instalaciones Sanitarias en losas.

**ANEXO 9:** Hoja de Evaluación de las Observaciones.

**ANEXO 10:** Revisión del Estado Operacional de las viviendas según los clientes.

**ANEXO 11:** Revisión del Estado Operacional de las viviendas según los Ingenieros, Arquitectos y otros.

**ANEXO 12:** Acta de Entrega.

**ANEXO 13:** Planos de Arquitectura.

**ANEXO 14:** Planos de Estructura.

**ANEXO 15:** Planos de Instalaciones Sanitarias.

## ANEXOS

### ANEXO 1 Oferta Total de vivienda según distrito

| Distrito               | Tipo de Vivienda |                                   |                                  |               |                                   |                                  |               |                                   |
|------------------------|------------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------|-----------------------------------|----------------------------------|---------------|-----------------------------------|
|                        | Casas            |                                   |                                  | Departamentos |                                   |                                  | Total         |                                   |
|                        | Unidades         | Área Construida (m <sup>2</sup> ) | Precio por m <sup>2</sup> (US\$) | Unidades      | Área Construida (m <sup>2</sup> ) | Precio por m <sup>2</sup> (US\$) | Unidades      | Área Construida (m <sup>2</sup> ) |
| Santiago de Surco      | 52               | 10,859                            | 771                              | 2,324         | 255,882                           | 560                              | 2,376         | 266,741                           |
| Miraflores             | 40               | 3,640                             | 566                              | 1,142         | 113,387                           | 628                              | 1,182         | 117,027                           |
| Cercado de Lima        | -                | -                                 | -                                | 1,173         | 70,939                            | 393                              | 1,173         | 70,939                            |
| Chorrillos             | 83               | 10,365                            | 398                              | 779           | 58,637                            | 328                              | 862           | 69,002                            |
| La Molina              | 106              | 32,920                            | 774                              | 733           | 72,165                            | 455                              | 839           | 105,085                           |
| San Miguel             | 1                | 67                                | 455                              | 770           | 58,264                            | 409                              | 771           | 58,331                            |
| Magdalena del Mar      | -                | -                                 | -                                | 692           | 55,606                            | 470                              | 692           | 55,606                            |
| San Borja              | -                | -                                 | -                                | 659           | 71,661                            | 622                              | 659           | 71,661                            |
| Jesús María            | -                | -                                 | -                                | 585           | 49,897                            | 476                              | 585           | 49,897                            |
| Pueblo Libre           | -                | -                                 | -                                | 376           | 30,768                            | 454                              | 376           | 30,768                            |
| San Isidro             | -                | -                                 | -                                | 329           | 46,423                            | 711                              | 329           | 46,423                            |
| Breña                  | -                | -                                 | -                                | 253           | 17,867                            | 357                              | 253           | 17,867                            |
| Surquillo              | -                | -                                 | -                                | 242           | 17,453                            | 443                              | 242           | 17,453                            |
| San Luis               | -                | -                                 | -                                | 232           | 15,116                            | 353                              | 232           | 15,116                            |
| El Agustino            | -                | -                                 | -                                | 196           | 12,544                            | 359                              | 196           | 12,544                            |
| Lince                  | -                | -                                 | -                                | 187           | 14,401                            | 488                              | 187           | 14,401                            |
| Los Olivos             | 4                | 393                               | 387                              | 176           | 13,774                            | 335                              | 180           | 14,167                            |
| La Victoria            | -                | -                                 | -                                | 164           | 11,611                            | 426                              | 164           | 11,611                            |
| Ate                    | 42               | 4,056                             | 327                              | 91            | 7,382                             | 392                              | 133           | 11,438                            |
| Comaylla               | -                | -                                 | -                                | 124           | 9,208                             | 254                              | 124           | 9,208                             |
| Bananco                | -                | -                                 | -                                | 112           | 10,377                            | 597                              | 112           | 10,377                            |
| Lurín                  | 80               | 2,720                             | 129                              | 17            | 2,152                             | 490                              | 97            | 4,872                             |
| San Juan de Lurigancho | -                | -                                 | -                                | 96            | 7,418                             | 252                              | 96            | 7,418                             |
| Comas                  | -                | -                                 | -                                | 89            | 5,830                             | 268                              | 89            | 5,830                             |
| Puente Piedra          | 88               | 3,168                             | 500                              | -             | -                                 | -                                | 88            | 3,168                             |
| La Perla               | 1                | 65                                | 185                              | 82            | 6,222                             | 346                              | 83            | 6,287                             |
| Pachacamac             | 70               | 4,800                             | 167                              | -             | -                                 | -                                | 70            | 4,800                             |
| Chaclacayo             | -                | -                                 | -                                | 60            | 4,554                             | 335                              | 60            | 4,554                             |
| Callao                 | -                | -                                 | -                                | 39            | 2,643                             | 290                              | 39            | 2,643                             |
| Belkavista             | -                | -                                 | -                                | 38            | 3,596                             | 308                              | 38            | 3,596                             |
| Rímac                  | -                | -                                 | -                                | 28            | 1,874                             | 338                              | 28            | 1,874                             |
| Santa Anita            | -                | -                                 | -                                | 20            | 1,522                             | 338                              | 20            | 1,522                             |
| Independencia          | -                | -                                 | -                                | 13            | 1,394                             | 232                              | 13            | 1,394                             |
| Santa Rosa             | 12               | 948                               | 337                              | -             | -                                 | -                                | 12            | 948                               |
| Punta Hermosa          | -                | -                                 | -                                | 10            | 1,109                             | 423                              | 10            | 1,109                             |
| Santa María del Mar    | -                | -                                 | -                                | 9             | 1,077                             | 527                              | 9             | 1,077                             |
| San Martín de Porres   | -                | -                                 | -                                | 8             | 760                               | 224                              | 8             | 760                               |
| San Bartolo            | -                | -                                 | -                                | 4             | 357                               | 560                              | 4             | 357                               |
| <b>Total</b>           | <b>579</b>       | <b>74,001</b>                     | <b>463</b>                       | <b>11,852</b> | <b>1,053,870</b>                  | <b>480</b>                       | <b>12,431</b> | <b>1,127,871</b>                  |

**ANEXO 2** Proyectos Inscritos terminados para ser financiados con Credito MIVIVIENDA en Lima Metropolitana y el Callao

(En m<sup>2</sup> y miles de US\$)

| Distrito               | Tipo  | Total | Número de<br>Dormitorios | Área (m <sup>2</sup> ) |        |          | Precio (Miles de US\$) |        |          | Precio x m <sup>2</sup><br>(US\$) |
|------------------------|-------|-------|--------------------------|------------------------|--------|----------|------------------------|--------|----------|-----------------------------------|
|                        |       |       |                          | Mínimo                 | Máximo | Promedio | Mínimo                 | Máximo | Promedio |                                   |
| Ats                    | D     | 14    | 4                        | 84.0                   | 104.0  | 94.0     | 36.0                   | 42.0   | 39.0     | 414.9                             |
| Breña                  | D     | 174   | 3                        | 60.0                   | 88.0   | 73.4     | 13.5                   | 33.0   | 22.7     | 309.3                             |
| Callao                 | D     | 12    | 1-2                      | 40.0                   | 87.0   | 63.5     | 17.0                   | 23.0   | 20.0     | 315.0                             |
| Cercado                | D     | 12    | 2-3                      | 41.0                   | 76.0   | 65.9     | 17.0                   | 38.1   | 27.2     | 411.3                             |
| Chorrillos             | C y D | 442   | 2-3                      | 57.2                   | 97.0   | 78.6     | 19.0                   | 34.9   | 28.4     | 362.4                             |
| Comas                  | C y D | 20    | 3-4                      | 66.8                   | 161.5  | 117.6    | 16.5                   | 35.0   | 25.9     | 227.5                             |
| Jesús María            | D     | 223   | 2-4                      | 77.0                   | 142.0  | 96.4     | 30.0                   | 60.0   | 46.2     | 479.4                             |
| La Molina              | D     | 44    | 1-4                      | 51.0                   | 145.0  | 101.4    | 25.0                   | 50.0   | 40.7     | 416.3                             |
| La Victoria            | D     | 129   | 1-3                      | 40.0                   | 86.0   | 71.3     | 14.4                   | 36.0   | 29.0     | 404.3                             |
| Lince                  | D     | 120   | 1-3                      | 49.0                   | 81.0   | 64.4     | 16.5                   | 32.0   | 26.6     | 415.3                             |
| Los Olivos             | D     | 142   | 3                        | 68.0                   | 120.0  | 89.6     | 21.5                   | 35.0   | 30.2     | 337.7                             |
| Magdalena              | D     | 231   | 2-3                      | 53.3                   | 150.0  | 72.3     | 22.0                   | 46.5   | 30.3     | 421.4                             |
| Pueblo Libre           | D     | 261   | 2-3                      | 68.0                   | 140.0  | 83.6     | 24.0                   | 42.0   | 34.7     | 419.4                             |
| Rimac                  | D     | 4     | 2                        | 58.0                   | 60.0   | 59.0     | 17.9                   | 19.9   | 18.9     | 320.3                             |
| San Juan de Lurigancho | D     | 30    | 2-3                      | 55.0                   | 85.0   | 66.0     | 15.0                   | 18.5   | 16.8     | 257.6                             |
| San Borja              | D     | 66    | 3                        | 106.0                  | 108.0  | 107.0    | 45.0                   | 45.0   | 45.0     | 420.6                             |
| San Miguel             | D     | 226   | 1-4                      | 38.0                   | 120.0  | 80.5     | 19.0                   | 49.9   | 34.0     | 427.0                             |
| San Juan de Miraflores | D     | 16    | 2-3                      | 70.0                   | 140.0  | 100.0    | 17.9                   | 40.9   | 29.2     | 283.2                             |
| San Martín de Porres   | D     | 2     | 4                        | 127.0                  | 127.0  | 127.0    | 25.0                   | 25.0   | 25.0     | 196.9                             |
| Santiago de Surco      | D     | 517   | 1-4                      | 43.0                   | 130.9  | 86.6     | 19.9                   | 49.6   | 35.1     | 409.5                             |
| Surquillo              | D     | 118   | 1-3                      | 64.0                   | 85.0   | 71.9     | 18.0                   | 37.0   | 28.0     | 386.8                             |

Fuente: Fondo MIVIVIENDA S.A.

**ANEXO 3** Proyectos inscritos en construcción para ser financiados con Crédito MIVIVIENDA en Lima Metropolitana y el Callao

(En m<sup>2</sup> y miles de US\$)

| Distrito               | Tipo  | Total | Número de<br>Dormitorios | Area (m <sup>2</sup> ) |        |          | Precio (Miles de US\$) |        |          | Precio x m <sup>2</sup><br>(US\$) |
|------------------------|-------|-------|--------------------------|------------------------|--------|----------|------------------------|--------|----------|-----------------------------------|
|                        |       |       |                          | Mínimo                 | Máximo | Promedio | Mínimo                 | Máximo | Promedio |                                   |
| Ate                    | D     | 97    | 2-4                      | 40.0                   | 130.0  | 72.5     | 19.9                   | 40.0   | 26.1     | 384.3                             |
| Barranco               | D     | 38    | 2-4                      | 63.0                   | 104.0  | 83.3     | 24.0                   | 38.5   | 33.0     | 396.5                             |
| Bellavista             | D     | 5     | 3-4                      | 115.0                  | 130.0  | 122.5    | 37.0                   | 45.0   | 41.0     | 334.7                             |
| Breña                  | D     | 206   | 2-3                      | 60.0                   | 80.0   | 70.3     | 20.4                   | 28.6   | 23.8     | 339.7                             |
| Cercado                | D     | 1719  | 1-4                      | 41.0                   | 112.0  | 68.8     | 13.0                   | 36.0   | 24.5     | 354.1                             |
| Chorrillos             | D     | 506   | 2-3                      | 53.0                   | 95.0   | 69.1     | 16.5                   | 40.0   | 25.4     | 366.6                             |
| Jesús María            | D     | 784   | 2-3                      | 45.9                   | 128.5  | 80.8     | 23.5                   | 67.8   | 38.2     | 473.6                             |
| La Molina              | D     | 319   | 2-4                      | 54.0                   | 140.0  | 85.0     | 21.0                   | 50.0   | 35.2     | 422.7                             |
| La Perla               | D     | 87    | 2-3                      | 66.9                   | 84.0   | 75.3     | 23.5                   | 41.0   | 29.4     | 394.0                             |
| La Victoria            | D     | 17    | 2-3                      | 55.0                   | 123.0  | 89.0     | 26.0                   | 50.0   | 38.0     | 427.0                             |
| Lince                  | D     | 177   | 1-4                      | 45.0                   | 132.0  | 78.8     | 21.5                   | 58.0   | 35.0     | 450.0                             |
| Los Olivos             | D     | 26    | 2-3                      | 68.0                   | 94.0   | 84.3     | 23.0                   | 35.5   | 30.4     | 359.9                             |
| Magdalena              | D     | 526   | 1-3                      | 46.5                   | 126.0  | 78.4     | 21.7                   | 49.5   | 35.4     | 451.9                             |
| Miraflores             | D     | 621   | 1-3                      | 40.0                   | 120.0  | 79.9     | 28.0                   | 71.8   | 45.3     | 582.0                             |
| Pueblo Libre           | D     | 71    | 2-4                      | 64.0                   | 97.0   | 80.4     | 29.9                   | 46.0   | 38.0     | 471.7                             |
| Rímac                  | D     | 242   | 2-3                      | 49.0                   | 63.0   | 56.0     | 19.3                   | 26.7   | 23.0     | 410.6                             |
| San Juan de Lurigancho | C y D | 434   | 2-3                      | 59.0                   | 140.0  | 85.3     | 14.5                   | 30.0   | 21.0     | 254.0                             |
| San Luis               | D     | 1392  | 3                        | 60.0                   | 70.0   | 65.0     | 21.5                   | 33.4   | 27.4     | 421.9                             |
| San Miguel             | D     | 672   | 1-3                      | 55.0                   | 135.0  | 80.0     | 20.0                   | 50.0   | 34.1     | 428.4                             |
| San Martín de Porres   | D     | 760   | 3                        | 68.0                   | 68.0   | 68.0     | 21.8                   | 22.5   | 22.1     | 325.6                             |
| Santiago de Surco      | D     | 2528  | 2-4                      | 57.0                   | 150.0  | 92.1     | 22.0                   | 53.9   | 38.3     | 414.9                             |
| Surquillo              | D     | 288   | 2-3                      | 37.5                   | 89.0   | 66.0     | 14.8                   | 44.5   | 31.2     | 467.7                             |

Fuente: Fondo MIVIVIENDA S.A.

**ANEXO 4** Proyectos inscritos en formulación para ser financiados con Crédito MIVIVIENDA en Lima Metropolitana y el Callao

(En m<sup>2</sup> y miles de US\$)

| Distrito               | Tipo | Total | Número de Dormitorios | Área (m <sup>2</sup> ) |        |          | Precio (Miles de US\$) |        |          | Precio x m <sup>2</sup> (US\$) |
|------------------------|------|-------|-----------------------|------------------------|--------|----------|------------------------|--------|----------|--------------------------------|
|                        |      |       |                       | Mínimo                 | Máximo | Promedio | Mínimo                 | Máximo | Promedio |                                |
| Ate                    | D    | 120   | 3                     | 64.0                   | 104.0  | 84.0     | 22.6                   | 25.8   | 24.2     | 288.3                          |
| Braña                  | D    | 91    | 3                     | 57.0                   | 108.0  | 82.8     | 21.0                   | 34.5   | 27.1     | 332.1                          |
| Callao                 | D    | 1994  | 3                     | 69.0                   | 100.0  | 84.5     | 22.0                   | 37.0   | 29.5     | 349.1                          |
| Cercado                | D    | 36    | 2-3                   | 60.0                   | 141.0  | 83.0     | 29.0                   | 45.4   | 33.2     | 412.1                          |
| Chorrillos             | D    | 144   | 2-3                   | 47.6                   | 107.0  | 76.5     | 15.0                   | 34.9   | 27.0     | 362.0                          |
| Cornas                 | D    | 80    | 3                     | 63.1                   | 65.6   | 64.3     | 17.4                   | 18.0   | 17.7     | 275.1                          |
| Jesús María            | D    | 288   | 1-4                   | 32.5                   | 90.0   | 72.8     | 20.0                   | 51.0   | 38.2     | 530.0                          |
| La Molina              | D    | 195   | 3                     | 83.0                   | 108.5  | 90.4     | 40.0                   | 44.0   | 40.9     | 455.9                          |
| La Perla               | D    | 58    | 3                     | 80.0                   | 80.0   | 80.0     | 31.0                   | 31.0   | 31.0     | 387.5                          |
| Lince                  | D    | 87    | 1-3                   | 55.0                   | 135.4  | 84.6     | 24.0                   | 44.9   | 33.4     | 402.9                          |
| Magdalena              | D    | 254   | 3-4                   | 69.0                   | 95.0   | 83.0     | 27.0                   | 53.0   | 37.8     | 452.5                          |
| Miraflores             | D    | 57    | 2-4                   | 80.0                   | 100.0  | 91.0     | 48.0                   | 56.0   | 51.0     | 560.6                          |
| Pueblo Libre           | D    | 15    | 3                     | 74.0                   | 94.0   | 84.0     | 34.0                   | 39.0   | 36.5     | 434.5                          |
| Puente Piedra          | C    | 2293  | 2-3                   | 35.8                   | 80.8   | 55.4     | 11.9                   | 17.5   | 14.6     | 287.5                          |
| San Juan de Lurigancho | D    | 80    | 3                     | 46.0                   | 46.0   | 46.0     | 12.0                   | 18.0   | 15.0     | 326.1                          |
| San Borja              | D    | 16    | 3                     | 81.0                   | 85.0   | 83.0     | 43.7                   | 49.0   | 46.4     | 558.4                          |
| San Luis               | D    | 54    | 2                     | 53.0                   | 57.0   | 55.0     | 18.0                   | 20.5   | 19.3     | 350.0                          |
| San Miguel             | D    | 141   | 3                     | 66.5                   | 90.0   | 78.3     | 20.0                   | 40.0   | 32.6     | 414.9                          |
| Santiago de Surco      | D    | 58    | 1-3                   | 50.0                   | 132.0  | 92.2     | 27.0                   | 51.0   | 42.8     | 473.0                          |

Fuente: Fondo MIVIVIENDA S.A.

**ANEXO 5 Proyectos registrados en el Programa Techo Propio**

(En m<sup>2</sup> y miles de US\$)

| Nombre del Proyecto                              | Distrito          | Tipo | Total | Número de demitorios | Área (m <sup>2</sup> ) Promedio | Precio (Miles de US\$) |        |          | Precio x m <sup>2</sup> (US\$) |
|--|-------------------|------|-------|----------------------|---------------------------------|------------------------|--------|----------|--------------------------------|
|  |                   |      |       |                      |                                 | Mínimo                 | Máximo | Promedio |                                |
| Martinete  | Cercado           | C    | 343   | 2                    | 54.0                            | 4.0                    | 8.0    | 7.8      | 144.2                          |
| Conjunto Residencial Campoy                      | S. Jde Lurigancho | C    | 1,200 | 2                    | 41.3                            | 4.0                    | 8.0    | 8.0      | 193.8                          |
| Doral de Torrelblanca                            | Carabayllo        | C    | 1,523 | 1                    | 35.0                            | 4.0                    | 8.0    | 8.0      | 228.4                          |
| El Mirador de Pachacutec                         | Ventanilla        | C    | 1,512 | 1                    | 22.3                            | 4.0                    | 4.0    | 4.0      | 179.4                          |
| Rastros de San Francisco                         | Cercado           | C    | 127   | 1                    | 25.4                            | 4.0                    | 8.0    | 4.0      | 157.5                          |
| Santa Rita                                       | S. Jde Lurigancho | C    | 328   | 2                    | 46.0                            | 4.0                    | 8.0    | 8.0      | 173.9                          |
| Casacrece Económico                              | Ventanilla        | C    | 200   | 2                    | 41.1                            | 3.5                    | 3.5    | 3.5      | 83.9                           |
| Casacrece 2                                      | Ventanilla        | C    | 80    | 2                    | 45.1                            | 3.6                    | 3.6    | 3.6      | 79.9                           |
| Multifamiliar Residencial Grau                   | La Victoria       | D    | 52    | 2                    | 50.4                            | 4.0                    | 8.0    | 8.0      | 158.7                          |
| Construcción de vivienda Mártires del periodismo | S. Jde Lurigancho | C    | 45    | 1                    | 42.1                            | 4.0                    | 8.0    | 4.0      | 96.1                           |
| Construcción de vivienda Los Claveles            | S. Jde Lurigancho | C    | 29    | 1                    | 42.1                            | 4.0                    | 8.0    | 4.0      | 95.2                           |

Fuente: Fondo MIVIVIENDA S.A.



## ANEXO 6 Prueba de presión hidráulica

| REGISTRO   |           |                          |     |                             |                          |         |         |                 |           |                          |  |              |                          |  |  |
|--|-----------|--------------------------|-----|-----------------------------|--------------------------|---------|---------|-----------------|-----------|--------------------------|--|--------------|--------------------------|--|--|
| CONTROL DE CALIDAD   |           |                          |     |                             |                          |         |         |                 |           |                          |  |              |                          |  |  |
| REPORTE DE PRUEBAS DE PRESION DE TUBERÍAS  |           |                          |     |                             |                          | Fecha : |         |                 |           |                          |  |              |                          |  |  |
| CÓDIGO Y NOMBRE DEL PROYECTO:  |           |                          |     | N° CORRELATIVO:             |                          |         |         |                 |           |                          |  |              |                          |  |  |
| CLIENTE:   |           |                          |     | SECTOR / PISO:              |                          |         |         |                 |           |                          |  |              |                          |  |  |
| N° DE PLANO:   |           |                          |     |                             |                          |         |         |                 |           |                          |  |              |                          |  |  |
| DESCRIPCIÓN / SISTEMA:   |           |                          |     |                             |                          |         |         |                 |           |                          |  |              |                          |  |  |
| <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;">TIPO DE PRUEBA:</td> <td style="border: none;">NEUMATICA</td> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">HIDROSTATICA</td> <td style="border: none;"><input type="checkbox"/></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> </tr> </table> |           |                          |     |                             |                          |         |         | TIPO DE PRUEBA: | NEUMATICA | <input type="checkbox"/> |  | HIDROSTATICA | <input type="checkbox"/> |  |  |
| TIPO DE PRUEBA:  | NEUMATICA | <input type="checkbox"/> |     | HIDROSTATICA                | <input type="checkbox"/> |         |         |                 |           |                          |  |              |                          |  |  |
| PRESION DE TRABAJO:  |           |                          | PSI | PRESION DE PRUEBA           |                          |         | PSI     |                 |           |                          |  |              |                          |  |  |
| <b>INICIO:</b> HORA: <input type="text"/>  |           |                          |     | <b>CONTROL DE LA PRUEBA</b> |                          |         |         |                 |           |                          |  |              |                          |  |  |
|  |           |                          |     | HORA                        | PRESION                  | HORA    | PRESION | HORA            | PRESION   |                          |  |              |                          |  |  |
|  |           | PRESION                  | PSI |                             |                          |         |         |                 |           |                          |  |              |                          |  |  |
| <b>FIN:</b> HORA: <input type="text"/>   |           |                          |     |                             |                          |         |         |                 |           |                          |  |              |                          |  |  |
|  |           |                          |     | PRESION                     | PSI                      |         |         |                 |           |                          |  |              |                          |  |  |
| <b>Condiciones Generales observadas durante la Prueba:</b> <input style="width: 100%;" type="text"/>   |           |                          |     |                             |                          |         |         |                 |           |                          |  |              |                          |  |  |
| <b>CROQUIS DEL AREA ó ISOMÉTRICO:</b>  |           |                          |     |                             |                          |         |         |                 |           |                          |  |              |                          |  |  |
| <b>Observaciones:</b> <input style="width: 100%;" type="text"/>  |           |                          |     |                             |                          |         |         |                 |           |                          |  |              |                          |  |  |
|  |           |                          |     |                             |                          |         |         |                 |           |                          |  |              |                          |  |  |
|  |           |                          |     |                             |                          |         |         |                 |           |                          |  |              |                          |  |  |
|  |           |                          |     |                             |                          |         |         |                 |           |                          |  |              |                          |  |  |
|  |           |                          |     |                             |                          |         |         |                 |           |                          |  |              |                          |  |  |
| <b>ELABORADO POR:</b>  |           | <b>REVISADO POR:</b>     |     |                             | <b>APROBADO POR:</b>     |         |         |                 |           |                          |  |              |                          |  |  |
| FIRMA:   |           | FIRMA:                   |     |                             | FIRMA:                   |         |         |                 |           |                          |  |              |                          |  |  |
| Cargo:   |           | Cargo:                   |     |                             | Cargo:                   |         |         |                 |           |                          |  |              |                          |  |  |
| Nombre:  |           | Nombre:                  |     |                             | Nombre:                  |         |         |                 |           |                          |  |              |                          |  |  |
| Fecha:   |           | Fecha:                   |     |                             | Fecha:                   |         |         |                 |           |                          |  |              |                          |  |  |



## ANEXO 8 Reporte de Instalaciones Sanitarias en losas

| REGISTRO   |  |                      |         |                      |         |         |         |
|--|--|----------------------|---------|----------------------|---------|---------|---------|
| CONTROL DE CALIDAD   |  |                      |         |                      |         |         |         |
| CONTROL DE INSTALACIONES SANITARIAS PREVIO AL VACIADO DE LOSAS |  |                      |         |                      |         |         |         |
| <b>CÓDIGO Y NOMBRE DEL PROYECTO:</b>                           |  |                      |         |                      |         |         |         |
| <b>CLIENTE:</b>  |  |                      |         | <b>PISO / DPTO:</b>  |         |         |         |
| <b>N° DE PLANO:</b>  |  |                      |         |                      |         |         |         |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>   |  |                      |         |                      |         |         |         |
| <b>SUBCONTRATISTA:</b>   |  |                      |         | <b>OC N°:</b>        |         |         |         |
| Colocación de baterías en Losas                                |  | Baño                 |         | Cocina               |         | Otras   |         |
| Elemento   |  | 1° rev.              | 2° rev. | 1° rev.              | 2° rev. | 1° rev. | 2° rev. |
| Batería de agua fría ubicada y nivelada en malla de lasa       |  |                      |         |                      |         |         |         |
| Batería de agua fría arejada en malla y varilla                |  |                      | * ○     |                      |         |         |         |
| Batería de agua caliente ubicada y nivelada en malla de lasa   |  |                      |         |                      |         |         |         |
| Batería de agua caliente arejada en malla y varilla            |  |                      |         |                      |         |         |         |
| Daraque ubicada y nivelada en malla de lasa                    |  |                      |         |                      |         |         |         |
| Daraque arejada en malla y varilla                             |  |                      |         |                      |         |         |         |
| <b>CROQUIS DEL AREA:</b>                                       |  |                      |         |                      |         |         |         |
|  |  |                      |         |                      |         |         |         |
| <b>Obreros en:</b>   |  | ○                    |         |                      |         |         |         |
|  |  |                      |         |                      |         |         |         |
|  |  |                      |         |                      |         |         |         |
|  |  |                      |         |                      |         |         |         |
| <b>ELABORADO POR:</b>  |  | <b>REVISADO POR:</b> |         | <b>APROBADO POR:</b> |         |         |         |
| Firma:   |  | Firma:               |         | Firma:               |         |         |         |
| Carga:   |  | Carga:               |         | Carga:               |         |         |         |
| Nombre:  |  | Nombre:              |         | Nombre:              |         |         |         |
| Fecha:   |  | Fecha:               |         | Fecha:               |         |         |         |

# ANEXO 9. Hoja de Evaluación de las Observaciones

## TEMPLATE 2: Observation Evaluation sheet

For use with an observation/walkthrough, where one or two people are carrying out an evaluation of a building or an area of a building.

|  |            |
|--|------------|
| Building   | Department |
| Date   | Time       |
| Room No. (or space identifier):  |            |
| Purpose of room/ space (i.e. meeting, classroom, lecture room etc)                                       |            |
| Activity in room/ space (note any activities at the time of the review)                                  |            |
| Activity in room/ space (if room vacant at time of review note from observation what might happen in it) |            |
| Description of the room/ space (note unusual/unexpected features)  |            |
| Size (if appropriate?)   |            |
| Sketch of room   |            |
| User comments  |            |

## Room evaluation chart (cont'd)

|                            |  |
|----------------------------|--|
| Floor finish Description   |  |
| Suitability                |  |
| Durability                 |  |
| Maintenance                |  |
| Aesthetics                 |  |
| Wall finish Description    |  |
| Suitability                |  |
| Durability                 |  |
| Maintenance                |  |
| Aesthetics                 |  |
| Ceiling finish Description |  |
| Suitability                |  |
| Durability                 |  |
| Maintenance                |  |
| Aesthetics                 |  |
| Door Description           |  |
| Suitability                |  |
| Durability                 |  |
| Security                   |  |
| Maintenance                |  |
| Aesthetics                 |  |

## ANEXO 10. Revisión del Estado Operacional de las viviendas según los clientes

| TEMPLATE 3: Operational review stage  |  |   |  |             |   |                |   |   |    |  |  | For<br>Office<br>Use<br>only |  |   |  |             |   |   |   |   |    |                          |
|---|--|---|--|-------------|---|----------------|---|---|----|--|--|------------------------------|--|---|--|-------------|---|---|---|---|----|--------------------------|
| <u>CLIENT: USER/FACILITIES/ESTATES</u>  |  |   |  |             |   |                |   |   |    |  |  |                              |  |   |  |             |   |   |   |   |    |                          |
| SCHOOL/SECTION.....   |  |   |  |             |   | COMPLETED BY:  |   |   |    |  |  |                              |  |   |  |             |   |   |   |   |    |                          |
| DATE.....   |  |   |  |             |   | SIGNATURE..... |   |   |    |  |  |                              |  |   |  |             |   |   |   |   |    |                          |
| PROJECT.....  |  |   |  |             |   |                |   |   |    |  |  |                              |  |   |  |             |   |   |   |   |    |                          |
| Please complete the following questions in respect of the above mentioned project. Return your completed questionnaire to the Estates Department for collation into a project KPI Assessment.<br>Please add additional sheets if required for comments.<br>Please tick the appropriate boxes.   |  |   |  |             |   |                |   |   |    |  |  | For<br>Office<br>Use<br>only |  |   |  |             |   |   |   |   |    |                          |
| <b>SECTION 1 – CLIENT SATISFACTION – PRODUCT</b>  |  |   |  |             |   |                |   |   |    |  |  |                              |  |   |  |             |   |   |   |   |    |                          |
| 1.1 How satisfied were you with the quality of the finished product?  |  |   |  |             |   |                |   |   |    |  |  |                              |  |   |  |             |   |   |   |   |    |                          |
| Dissatisfied <span style="float: right;">Satisfied</span><br><table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">5</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">6</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">7</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">8</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">9</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">10</td> </tr> </table>   |  |   |  |             |   |                |   |   |    |  |  | 1                            | 2  | 3   | 4  | 5           | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | <input type="checkbox"/> |
| 1   | 2  | 3   | 4  | 5           | 6 | 7              | 8 | 9 | 10 |  |  |                              |  |   |  |             |   |   |   |   |    |                          |
| 1.2 How satisfied were you that the design of the scheme met your requirements?   |  |   |  |             |   |                |   |   |    |  |  |                              |  |   |  |             |   |   |   |   |    |                          |
| Dissatisfied <span style="float: right;">Satisfied</span><br><table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">5</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">6</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">7</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">8</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">9</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">10</td> </tr> </table>   |  |   |  |             |   |                |   |   |    |  |  | 1                            | 2  | 3   | 4  | 5           | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | <input type="checkbox"/> |
| 1   | 2  | 3   | 4  | 5           | 6 | 7              | 8 | 9 | 10 |  |  |                              |  |   |  |             |   |   |   |   |    |                          |
| 1.3 Has the scheme improved your work area?   |  |   |  |             |   |                |   |   |    |  |  |                              |  |   |  |             |   |   |   |   |    |                          |
| Worse <span style="float: right;">Better</span><br><table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">5</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">6</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">7</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">8</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">9</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">10</td> </tr> </table>   |  |   |  |             |   |                |   |   |    |  |  | 1                            | 2  | 3   | 4  | 5           | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | <input type="checkbox"/> |
| 1   | 2  | 3   | 4  | 5           | 6 | 7              | 8 | 9 | 10 |  |  |                              |  |   |  |             |   |   |   |   |    |                          |
| <b>SECTION 2 – CLIENT SATISFACTION – SERVICE</b>  |  |   |  |             |   |                |   |   |    |  |  |                              |  |   |  |             |   |   |   |   |    |                          |
| 2.1 How satisfied were you with the service provided by Estates?  |  |   |  |             |   |                |   |   |    |  |  |                              |  |   |  |             |   |   |   |   |    |                          |
| Dissatisfied <span style="float: right;">Satisfied</span><br><table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">5</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">6</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">7</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">8</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">9</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">10</td> </tr> </table>   |  |   |  |             |   |                |   |   |    |  |  | 1                            | 2  | 3   | 4  | 5           | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | <input type="checkbox"/> |
| 1   | 2  | 3   | 4  | 5           | 6 | 7              | 8 | 9 | 10 |  |  |                              |  |   |  |             |   |   |   |   |    |                          |
| 2.2 How helpful were Estates during initial planning of the scheme?   |  |   |  |             |   |                |   |   |    |  |  |                              |  |   |  |             |   |   |   |   |    |                          |
| Dissatisfied <span style="float: right;">Satisfied</span><br><table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">5</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">6</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">7</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">8</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">9</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">10</td> </tr> </table>   |  |   |  |             |   |                |   |   |    |  |  | 1                            | 2  | 3   | 4  | 5           | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | <input type="checkbox"/> |
| 1   | 2  | 3   | 4  | 5           | 6 | 7              | 8 | 9 | 10 |  |  |                              |  |   |  |             |   |   |   |   |    |                          |
| 2.3 How flexible were the Estates Department in delivering your needs?  |  |   |  |             |   |                |   |   |    |  |  |                              |  |   |  |             |   |   |   |   |    |                          |
| Inflexible <span style="float: right;">Very flexible</span><br><table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">5</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">6</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">7</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">8</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">9</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">10</td> </tr> </table>   |  |   |  |             |   |                |   |   |    |  |  | 1                            | 2  | 3   | 4  | 5           | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | <input type="checkbox"/> |
| 1   | 2  | 3   | 4  | 5           | 6 | 7              | 8 | 9 | 10 |  |  |                              |  |   |  |             |   |   |   |   |    |                          |
| 2.4 How approachable were the Estates Department during the works?  |  |   |  |             |   |                |   |   |    |  |  |                              |  |   |  |             |   |   |   |   |    |                          |
| Not approachable <span style="float: right;">Very approachable</span><br><table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">5</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">6</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">7</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">8</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">9</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">10</td> </tr> </table>   |  |   |  |             |   |                |   |   |    |  |  | 1                            | 2  | 3   | 4  | 5           | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | <input type="checkbox"/> |
| 1   | 2  | 3   | 4  | 5           | 6 | 7              | 8 | 9 | 10 |  |  |                              |  |   |  |             |   |   |   |   |    |                          |
| 2.5 Were any problems resolved to your satisfaction?  |  |   |  |             |   |                |   |   |    |  |  |                              |  |   |  |             |   |   |   |   |    |                          |
| No <span style="float: right;">Yes</span><br><table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">5</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">6</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">7</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">8</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">9</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">10</td> </tr> </table>   |  |   |  |             |   |                |   |   |    |  |  | 1                            | 2  | 3   | 4  | 5           | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | <input type="checkbox"/> |
| 1   | 2  | 3   | 4  | 5           | 6 | 7              | 8 | 9 | 10 |  |  |                              |  |   |  |             |   |   |   |   |    |                          |
| 2.6 How satisfied were you with the service provided by the Consultancy Team?   |  |   |  |             |   |                |   |   |    |  |  |                              |  |   |  |             |   |   |   |   |    |                          |
| Dissatisfied <span style="float: right;">Satisfied</span><br><table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">5</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">6</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">7</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">8</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">9</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">10</td> </tr> </table>   |  |   |  |             |   |                |   |   |    |  |  | 1                            | 2  | 3   | 4  | 5           | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | <input type="checkbox"/> |
| 1   | 2  | 3   | 4  | 5           | 6 | 7              | 8 | 9 | 10 |  |  |                              |  |   |  |             |   |   |   |   |    |                          |
| 2.7 How satisfied were you with the service provided by the main contractor during the work?  |  |   |  |             |   |                |   |   |    |  |  |                              |  |   |  |             |   |   |   |   |    |                          |
| Dissatisfied <span style="float: right;">Satisfied</span><br><table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">5</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">6</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">7</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">8</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">9</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">10</td> </tr> </table>   |  |   |  |             |   |                |   |   |    |  |  | 1                            | 2  | 3   | 4  | 5           | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | <input type="checkbox"/> |
| 1   | 2  | 3   | 4  | 5           | 6 | 7              | 8 | 9 | 10 |  |  |                              |  |   |  |             |   |   |   |   |    |                          |
| <b>SECTION 3 – DEFECTS</b>  |  |   |  |             |   |                |   |   |    |  |  |                              |  |   |  |             |   |   |   |   |    |                          |
| What was the condition of the facility with respect to defects at the time of handover?   |  |   |  |             |   |                |   |   |    |  |  |                              |  |   |  |             |   |   |   |   |    |                          |
| <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; text-align: center; font-size: x-small;">Totally defective</td> <td style="width: 15%; text-align: center; font-size: x-small;">Major defects<br/>major impact<br/>on client</td> <td style="width: 15%; text-align: center; font-size: x-small;">Some defects<br/>with some impact<br/>on client</td> <td style="width: 15%; text-align: center; font-size: x-small;">Some defects<br/>with no<br/>significant impact<br/>on client</td> <td style="width: 15%; text-align: center; font-size: x-small;">Defect free</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="border: 1px solid black; width: 20px; text-align: center;">5</td> </tr> </table> |  |   |  |             |   |                |   |   |    |  |  | Totally defective            | Major defects<br>major impact<br>on client | Some defects<br>with some impact<br>on client | Some defects<br>with no<br>significant impact<br>on client | Defect free | 1 | 2 | 3 | 4 | 5  | <input type="checkbox"/> |
| Totally defective   | Major defects<br>major impact<br>on client | Some defects<br>with some impact<br>on client | Some defects<br>with no<br>significant impact<br>on client | Defect free |   |                |   |   |    |  |  |                              |  |   |  |             |   |   |   |   |    |                          |
| 1   | 2  | 3   | 4  | 5           |   |                |   |   |    |  |  |                              |  |   |  |             |   |   |   |   |    |                          |

**SECTION 4 - COMMENTS**

4.1 Do you have any suggestions to improve the service provided by Estabias/Consultants/  
Contractor?

4.2 Do you have any other comments in respect of the project:

For  
Office  
Use  
only

*(Attach additional sheets if required)*

## ANEXO 11 Revisión del Estado Operacional de las viviendas según los Ingenieros, Arquitectos y otros

|  |                                      |   |   |  |  |   |                   |                |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |
|--|--------------------------------------|---|---|--|--|---|-------------------|----------------|----|----|--------------------------|---|---|----|--------------------------|--------------------------|
| <b>TEMPLATE 4: Operational review stage</b><br><b>CONSULTANTS: PM/QS/SERVICES ENGINEER/STRUCTURAL ENGINEER/ARCHITECT.</b>  |                                      | For Office Use only                     |   |  |  |   |                   |                |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">COMPANY.....</td> <td style="width: 50%;">COMPLETED BY:.....</td> </tr> <tr> <td>DATE.....</td> <td>.....</td> </tr> <tr> <td>PROJECT REF:.....</td> <td>SIGNATURE.....</td> </tr> </table>  |                                      |   | COMPANY.....                                      | COMPLETED BY:.....   | DATE.....  | .....   | PROJECT REF:..... | SIGNATURE..... |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| COMPANY.....   | COMPLETED BY:.....                   |   |   |  |  |   |                   |                |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| DATE.....  | .....                                |   |   |  |  |   |                   |                |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| PROJECT REF:.....  | SIGNATURE.....                       |   |   |  |  |   |                   |                |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| Please complete the following questions in respect of the above mentioned project. Return your completed questionnaire to the Estates Department for collation into a project KPI Assessment.  |                                      |   |   |  |  |   |                   |                |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| Please add additional sheets if required for comments.<br>Please tick the appropriate boxes  |                                      |   |   |  |  |   |                   |                |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| <b>SECTION 1 - PRODUCT</b>   |                                      | For Office Use only                     |   |  |  |   |                   |                |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| 1.1 How satisfied were you with the quality of the finished product?   |                                      |   |   |  |  |   |                   |                |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: left;">Dissatisfied</td> <td style="text-align: right;">Satisfied</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">1</td><td style="width: 10%;">2</td><td style="width: 10%;">3</td><td style="width: 10%;">4</td><td style="width: 10%;">5</td><td style="width: 10%;">6</td><td style="width: 10%;">7</td><td style="width: 10%;">8</td><td style="width: 10%;">9</td><td style="width: 10%;">10</td> </tr> </table> </td> <td style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> </td> </tr> </table> |                                      |   | Dissatisfied                                      | Satisfied  | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">1</td><td style="width: 10%;">2</td><td style="width: 10%;">3</td><td style="width: 10%;">4</td><td style="width: 10%;">5</td><td style="width: 10%;">6</td><td style="width: 10%;">7</td><td style="width: 10%;">8</td><td style="width: 10%;">9</td><td style="width: 10%;">10</td> </tr> </table> | 1   | 2                 | 3              | 4  | 5  | 6                        | 7 | 8 | 9  | 10                       | <input type="checkbox"/> |
| Dissatisfied   | Satisfied                            |   |   |  |  |   |                   |                |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">1</td><td style="width: 10%;">2</td><td style="width: 10%;">3</td><td style="width: 10%;">4</td><td style="width: 10%;">5</td><td style="width: 10%;">6</td><td style="width: 10%;">7</td><td style="width: 10%;">8</td><td style="width: 10%;">9</td><td style="width: 10%;">10</td> </tr> </table>   | 1                                    | 2                                       | 3   | 4  | 5  | 6   | 7                 | 8              | 9  | 10 | <input type="checkbox"/> |   |   |    |                          |                          |
| 1  | 2                                    | 3                                       | 4   | 5  | 6  | 7   | 8                 | 9              | 10 |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| 1.2 How satisfied were you that the design of the scheme met your requirements?  |                                      |   |   |  |  |   |                   |                |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: left;">Dissatisfied</td> <td style="text-align: right;">Satisfied</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">1</td><td style="width: 10%;">2</td><td style="width: 10%;">3</td><td style="width: 10%;">4</td><td style="width: 10%;">5</td><td style="width: 10%;">6</td><td style="width: 10%;">7</td><td style="width: 10%;">8</td><td style="width: 10%;">9</td><td style="width: 10%;">10</td> </tr> </table> </td> <td style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> </td> </tr> </table> |                                      | Dissatisfied                            | Satisfied   | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">1</td><td style="width: 10%;">2</td><td style="width: 10%;">3</td><td style="width: 10%;">4</td><td style="width: 10%;">5</td><td style="width: 10%;">6</td><td style="width: 10%;">7</td><td style="width: 10%;">8</td><td style="width: 10%;">9</td><td style="width: 10%;">10</td> </tr> </table> | 1  | 2   | 3                 | 4              | 5  | 6  | 7                        | 8 | 9 | 10 | <input type="checkbox"/> |                          |
| Dissatisfied   | Satisfied                            |   |   |  |  |   |                   |                |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">1</td><td style="width: 10%;">2</td><td style="width: 10%;">3</td><td style="width: 10%;">4</td><td style="width: 10%;">5</td><td style="width: 10%;">6</td><td style="width: 10%;">7</td><td style="width: 10%;">8</td><td style="width: 10%;">9</td><td style="width: 10%;">10</td> </tr> </table>   | 1                                    | 2                                       | 3   | 4  | 5  | 6   | 7                 | 8              | 9  | 10 | <input type="checkbox"/> |   |   |    |                          |                          |
| 1  | 2                                    | 3                                       | 4   | 5  | 6  | 7   | 8                 | 9              | 10 |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| <b>SECTION 2 - SERVICE</b>   |                                      | For Office Use only                     |   |  |  |   |                   |                |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| 2.1 How satisfied were you that the information/instructions provided by the client was clear?   |                                      |   |   |  |  |   |                   |                |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: left;">Dissatisfied</td> <td style="text-align: right;">Satisfied</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">1</td><td style="width: 10%;">2</td><td style="width: 10%;">3</td><td style="width: 10%;">4</td><td style="width: 10%;">5</td><td style="width: 10%;">6</td><td style="width: 10%;">7</td><td style="width: 10%;">8</td><td style="width: 10%;">9</td><td style="width: 10%;">10</td> </tr> </table> </td> <td style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> </td> </tr> </table> |                                      |   | Dissatisfied                                      | Satisfied  | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">1</td><td style="width: 10%;">2</td><td style="width: 10%;">3</td><td style="width: 10%;">4</td><td style="width: 10%;">5</td><td style="width: 10%;">6</td><td style="width: 10%;">7</td><td style="width: 10%;">8</td><td style="width: 10%;">9</td><td style="width: 10%;">10</td> </tr> </table> | 1   | 2                 | 3              | 4  | 5  | 6                        | 7 | 8 | 9  | 10                       | <input type="checkbox"/> |
| Dissatisfied   | Satisfied                            |   |   |  |  |   |                   |                |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">1</td><td style="width: 10%;">2</td><td style="width: 10%;">3</td><td style="width: 10%;">4</td><td style="width: 10%;">5</td><td style="width: 10%;">6</td><td style="width: 10%;">7</td><td style="width: 10%;">8</td><td style="width: 10%;">9</td><td style="width: 10%;">10</td> </tr> </table>   | 1                                    | 2                                       | 3   | 4  | 5  | 6   | 7                 | 8              | 9  | 10 | <input type="checkbox"/> |   |   |    |                          |                          |
| 1  | 2                                    | 3                                       | 4   | 5  | 6  | 7   | 8                 | 9              | 10 |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| 2.2 How satisfied were you with communication between the client and yourself?   |                                      |   |   |  |  |   |                   |                |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: left;">Dissatisfied</td> <td style="text-align: right;">Satisfied</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">1</td><td style="width: 10%;">2</td><td style="width: 10%;">3</td><td style="width: 10%;">4</td><td style="width: 10%;">5</td><td style="width: 10%;">6</td><td style="width: 10%;">7</td><td style="width: 10%;">8</td><td style="width: 10%;">9</td><td style="width: 10%;">10</td> </tr> </table> </td> <td style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> </td> </tr> </table> |                                      | Dissatisfied                            | Satisfied   | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">1</td><td style="width: 10%;">2</td><td style="width: 10%;">3</td><td style="width: 10%;">4</td><td style="width: 10%;">5</td><td style="width: 10%;">6</td><td style="width: 10%;">7</td><td style="width: 10%;">8</td><td style="width: 10%;">9</td><td style="width: 10%;">10</td> </tr> </table> | 1  | 2   | 3                 | 4              | 5  | 6  | 7                        | 8 | 9 | 10 | <input type="checkbox"/> |                          |
| Dissatisfied   | Satisfied                            |   |   |  |  |   |                   |                |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">1</td><td style="width: 10%;">2</td><td style="width: 10%;">3</td><td style="width: 10%;">4</td><td style="width: 10%;">5</td><td style="width: 10%;">6</td><td style="width: 10%;">7</td><td style="width: 10%;">8</td><td style="width: 10%;">9</td><td style="width: 10%;">10</td> </tr> </table>   | 1                                    | 2                                       | 3   | 4  | 5  | 6   | 7                 | 8              | 9  | 10 | <input type="checkbox"/> |   |   |    |                          |                          |
| 1  | 2                                    | 3                                       | 4   | 5  | 6  | 7   | 8                 | 9              | 10 |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| 2.3 How satisfied were you with the service provided by the contractor?  |                                      | For Office Use only                     |   |  |  |   |                   |                |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: left;">Dissatisfied</td> <td style="text-align: right;">Satisfied</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">1</td><td style="width: 10%;">2</td><td style="width: 10%;">3</td><td style="width: 10%;">4</td><td style="width: 10%;">5</td><td style="width: 10%;">6</td><td style="width: 10%;">7</td><td style="width: 10%;">8</td><td style="width: 10%;">9</td><td style="width: 10%;">10</td> </tr> </table> </td> <td style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> </td> </tr> </table> |                                      |   | Dissatisfied                                      | Satisfied  | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">1</td><td style="width: 10%;">2</td><td style="width: 10%;">3</td><td style="width: 10%;">4</td><td style="width: 10%;">5</td><td style="width: 10%;">6</td><td style="width: 10%;">7</td><td style="width: 10%;">8</td><td style="width: 10%;">9</td><td style="width: 10%;">10</td> </tr> </table> | 1   | 2                 | 3              | 4  | 5  | 6                        | 7 | 8 | 9  | 10                       | <input type="checkbox"/> |
| Dissatisfied   | Satisfied                            |   |   |  |  |   |                   |                |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">1</td><td style="width: 10%;">2</td><td style="width: 10%;">3</td><td style="width: 10%;">4</td><td style="width: 10%;">5</td><td style="width: 10%;">6</td><td style="width: 10%;">7</td><td style="width: 10%;">8</td><td style="width: 10%;">9</td><td style="width: 10%;">10</td> </tr> </table>   | 1                                    | 2                                       | 3   | 4  | 5  | 6   | 7                 | 8              | 9  | 10 | <input type="checkbox"/> |   |   |    |                          |                          |
| 1  | 2                                    | 3                                       | 4   | 5  | 6  | 7   | 8                 | 9              | 10 |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| 2.4 How satisfied were you with the service provided by the contractor?  |                                      |   |   |  |  |   |                   |                |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: left;">Dissatisfied</td> <td style="text-align: right;">Satisfied</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">1</td><td style="width: 10%;">2</td><td style="width: 10%;">3</td><td style="width: 10%;">4</td><td style="width: 10%;">5</td><td style="width: 10%;">6</td><td style="width: 10%;">7</td><td style="width: 10%;">8</td><td style="width: 10%;">9</td><td style="width: 10%;">10</td> </tr> </table> </td> <td style="text-align: center;"> <input type="checkbox"/> </td> </tr> </table> |                                      | Dissatisfied                            | Satisfied   | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">1</td><td style="width: 10%;">2</td><td style="width: 10%;">3</td><td style="width: 10%;">4</td><td style="width: 10%;">5</td><td style="width: 10%;">6</td><td style="width: 10%;">7</td><td style="width: 10%;">8</td><td style="width: 10%;">9</td><td style="width: 10%;">10</td> </tr> </table> | 1  | 2   | 3                 | 4              | 5  | 6  | 7                        | 8 | 9 | 10 | <input type="checkbox"/> |                          |
| Dissatisfied   | Satisfied                            |   |   |  |  |   |                   |                |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">1</td><td style="width: 10%;">2</td><td style="width: 10%;">3</td><td style="width: 10%;">4</td><td style="width: 10%;">5</td><td style="width: 10%;">6</td><td style="width: 10%;">7</td><td style="width: 10%;">8</td><td style="width: 10%;">9</td><td style="width: 10%;">10</td> </tr> </table>   | 1                                    | 2                                       | 3   | 4  | 5  | 6   | 7                 | 8              | 9  | 10 | <input type="checkbox"/> |   |   |    |                          |                          |
| 1  | 2                                    | 3                                       | 4   | 5  | 6  | 7   | 8                 | 9              | 10 |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| <b>SECTION 3- DEFECTS</b>  |                                      | For Office Use only                     |   |  |  |   |                   |                |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| What was the condition of the facility with respect to defects at the time of handover, using a 1-5 scale  |                                      |   |   |  |  |   |                   |                |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">Totally defective</td> <td style="width: 20%;">Major defects major impact on client</td> <td style="width: 20%;">Some defects with some impact on client</td> <td style="width: 20%;">Some defects with no significant impact on client</td> <td style="width: 20%;">Defect free</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> </table>  |                                      |   | Totally defective                                 | Major defects major impact on client   | Some defects with some impact on client  | Some defects with no significant impact on client | Defect free       | 1              | 2  | 3  | 4                        | 5 |   |    |                          |                          |
| Totally defective  | Major defects major impact on client | Some defects with some impact on client | Some defects with no significant impact on client | Defect free  |  |   |                   |                |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| 1  | 2                                    | 3                                       | 4   | 5  |  |   |                   |                |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| <b>SECTION 4 PREDICTABILITY - COST</b>   |                                      | For Office Use only                     |   |  |  |   |                   |                |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| 4.1 Design:  |                                      |   |   |  |  |   |                   |                |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| What was the estimated cost of construction at briefing stage: £(A) _____  |                                      |   |   |  |  |   |                   |                |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| - What was the final cost of construction at completion (final account)? £(C) _____  |                                      |   |   |  |  |   |                   |                |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| - Calculate $\frac{\text{£(C)}}{\text{£(A)}} \times 100 = +/-$ _____ %   |                                      |   |   |  |  |   |                   |                |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| 4.2 Construction:  |                                      |   |   |  |  |   |                   |                |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| What was the estimated cost of construction at tender stage (tender sum)? £(B) _____   |                                      |   |   |  |  |   |                   |                |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| - What was the final cost of construction at completion (final account)? £(C) _____  |                                      |   |   |  |  |   |                   |                |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |
| - Calculate $\frac{\text{£(C)}}{\text{£(B)}} \times 100 = +/-$ _____ %   |                                      |   |   |  |  |   |                   |                |    |    |                          |   |   |    |                          |                          |

**SECTION 5 - PREDICTABILITY - TIME**

**5.1 Design:**

What was the estimated duration of the design stage at briefing stage?  
Weeks \_\_\_\_\_ (A)

What was the actual duration of the design stage at commencement on site?  
Weeks \_\_\_\_\_ (B)

Calculate  $(B)/(A) \times 100 = +/-$  \_\_\_\_\_ %

**5.2 Construction**

What was the estimated duration of the construction phase at tender?  
Weeks \_\_\_\_\_ (B)

What was the actual duration of the construction period at completion?  
Weeks \_\_\_\_\_ (C)

Calculate  $(C)/(B) \times 100 = +/-$  \_\_\_\_\_ %

For  
Office  
Use  
only

**SECTION 6 - COMMENTS**

6.1 Do you have any suggestions to improve the relationship with Estates/Users/Facilities?

6.2 Do you have any other comments in respect of the project:

*(Attach additional sheets if required)*

Please return this completed form to:



## ANEXO 12. Acta de Entrega

### ACTA DE ENTREGA

**EDIFICIO:** "LOS INKAS"

**DEPARTAMENTO No:** [REDACTED]

**PROPIETARIO:** [REDACTED]

**FECHA:** [REDACTED]

**VESTIBULO PREVIO:**

- Falta tipo de puerta principal
- Piso con manchas de pintura blanca
- Pintar paredes especialmente zona piscina exterior

**VESTIBULO:**

- Zócalo desprendido
- Pared con fisuras hacia sótano
- Luz y ventana de solar antemuebles y con gualtes
- Puertas con manchas amarillentas hacia sótano

**BAÑO DE VISITA:**

- Pintar remate superior espejo
- Limpiar y sellar del lavabo de mármol
- Pintar cerámicas del inodoro
- Pintar envejecido de bañero con mira en latón

**BALA / COMEDOR**

- Vano superior alceiter
- Pared colodada en vano por manchas
- Pintura de paredes
- Falta alumbrado en zona de pared
- Pintura de espejo y ventana (desmadrado)
- Accesorios guardados

**COMEDOR**

- Piso manchado en zona de moqueta
- Zócalo manchado y faltas
- Piso moqueta manchado hacia zona piscina

**BAÑO SECUNDARIO 1:**

- Falta de puerta manchado y roto
- Armario superior vano puerta sin caudal
- Pano de zócalo cualin con manchas amarillentas
- Colocar vanoplas

**DORMITORIO SECUNDARIO 2:**

- alfombra sucia
- Fisuras en pared
- Falta tapa zona contacto
- Alceiter manchado y con fisuras
- Ventana lateral no corre y choca
- Pintar zócalo con pintura inferior y zócalo maltrato con papel despegado

**BAÑO SECUNDARIO 2:**

- Falta tapa en llaves de agua
- Colocar vanoplas

- Falta placa en faldante refrigeradora
- Falta se encuentra suela laveta falso
- Ventana no corre: rangos resertrado

- Fiso de cocina con piezas sueltas
- COCINA - COMEDOR DE DIARIO: - piso se encuentra sucio
- Taraxenta sinca zona microondas hinchado y sercado del modulo

- Detalle de mueble con microondas repita con gualte
- Falta minifis
- Pareds manchadas
- Impresora faldante electrico

**PATIO LAVANDERIA:**

- Fisuras
- Ventanas sucias
- Falta pintura zona vano y ventanal

**DORMITORIO DE SERV.:**