Universidad Continental

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

# Efecto del uso de la metodología BIM a nivel 3D aplicado a las estructuras hidráulicas del primer sector del proyecto de riego del Centro Poblado de Pichiu - Andaymarca

Carlos Alfredo Acevedo Chagua

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2025

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital

Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

# INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

| | | |
|---|---|---|
| **A** | **:** | Decano de la Facultad de Ingeniería |
| **DE** | **:** | Jhonatan Seeler Antonio Arteaga Rojas<br>Asesor de trabajo de investigación |
| **ASUNTO** | **:** | Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación |
| **FECHA** | **:** | 19 de Junio de 2025 |

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

**Título:**
**Efecto del Uso de la Metodología BIM a Nivel 3D Aplicado a las Estructuras Hidráulicas del Primer Sector del Proyecto de Riego del Centro Poblado de Pichiu - Andaymarca**

**Autores:**
1. Carlos Alfredo Acevedo Chagua – EAP. Ingeniería Civil

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 12 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía — SI [X] NO [ ]
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores — SI [X] NO [ ]
  Nº de palabras excluidas **(en caso de elegir "SI"):**40
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante — SI [ ] NO [X]

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

**La firma del asesor obra en el archivo original**
**(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)**

## AGRADECIMIENTO

A los docentes de la EAP de Ingeniería Civil de la Universidad Continental, por los conocimientos brindados.

## DEDICATORIA

A mis padres y hermana, por la paciencia, comprensión y todo el apoyo brindado en mi etapa universitaria.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

**Agradecimiento** ..... **iv**
**Dedicatoria** ..... **v**
**Índice de contenidos** ..... **vi**
**Lista de tablas** ..... **ix**
**Lista de figuras** ..... **xv**
**Resumen** ..... **xxiii**
**Abstract** ..... **xxiv**
**Introducción** ..... **xxv**
**Capítulo I** ..... **27**
**Planteamiento del estudio** ..... **27**
1.1. Planteamiento y formulación del problema ..... 27
1.1.1. Problema general ..... 29
1.1.2. Problemas específicos ..... 29
1.2. Objetivos ..... 29
1.2.1. Objetivo general ..... 29
1.2.2. Objetivos específicos ..... 29
1.3. Justificación e importancia ..... 30
1.3.1. Justificación teórica ..... 30
1.3.2. Justificación práctica ..... 30
1.3.3. Justificación metodológica ..... 31
1.4. Delimitación del proyecto ..... 31
1.4.1. Delimitación espacial ..... 31
1.4.2. Delimitación temporal ..... 31
1.5. Hipótesis y variables ..... 32
1.5.1. Hipótesis general ..... 32
1.5.2. Hipótesis específicas ..... 32
1.5.3. Variable dependiente ..... 32
1.5.4. Variable independiente ..... 32
1.5.5. Operacionalización de variables ..... 33
**Capítulo II** ..... **34**
**Marco teórico** ..... **34**
2.1. Antecedentes de la investigación ..... 34
2.1.1. Antecedentes Nacionales ..... 34
2.1.2. Antecedentes internacionales ..... 40

2.2. Bases Teóricas ..... 43
2.2.1. Building Information Modeling (BIM) ..... 43
2.2.1.1. Definición ..... 43
2.2.1.2. Importancia de BIM ..... 44
2.2.1.3. Implementación de BIM en proyectos ..... 46
2.2.1.4. BIM en el Perú ..... 47
2.2.1.5. Dimensiones BIM ..... 49
2.2.1.6. Niveles en BIM ..... 53
2.2.2. Herramientas BIM ..... 56
2.2.2.1. Revit ..... 56
2.2.2.2. Navisworks ..... 56
2.2.3. Proyectos de riego ..... 56
2.2.3.1. Definición ..... 56
2.2.3.2. Estructuras hidráulicas ..... 57
2.2.4. Ciclo de vida de un proyecto ..... 57
2.2.4.1. Definición ..... 57
2.2.4.2. Ciclo de vida de un proyecto BIM ..... 59
2.2.4.3. Fases de un proyecto BIM ..... 60
2.3. Definición de términos básicos ..... 61
**Capítulo III ..... 62**
**Metodología ..... 62**
3.1. Método, tipo o alcance de la investigación ..... 62
3.2. Diseño de la investigación ..... 63
3.3. Población, muestra y muestreo ..... 64
3.3.1. Población ..... 64
3.3.2. Muestra ..... 64
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos ..... 65
3.4.1. Técnica ..... 65
3.4.2. Instrumentos de recolección de datos ..... 65
3.5. Materiales y métodos ..... 65
**Capítulo IV ..... 66**
**Resultados y discusión ..... 66**
4.1. Descripción del proyecto ..... 66
4.1.1. Esquema hidráulico ..... 66
4.1.2. Estructuras del proyecto del primer sector de riego analizado ..... 67
4.2. BIM aplicado al proyecto ..... 70

4.2.1. Modelamiento de las obras hidráulicas ..... 70
4.2.2. Colaboración multidisciplinaria ..... 90
4.2.3. Gestión de la información ..... 92
4.3. Resultados de metrados Revit ..... 96
4.3.1. Metrados Revit captación ..... 96
4.3.2. Metrados Revit desarenador ..... 123
4.3.3. Metrados Revit cámara de inspección ..... 139
4.3.4. Metrados Revit cámara de distribución ..... 150
4.3.5. Metrados Revit reservorio ..... 164
4.4. Análisis de metrados BIM y tradicional ..... 204
4.4.1. Variaciones de metrado captación ..... 204
4.4.2. Variaciones de metrado desarenador ..... 228
4.4.3. Variaciones de metrado cámara de inspección ..... 239
4.4.4. Variaciones de metrado cámara de distribución ..... 252
4.4.5. Variaciones de metrado del reservorio ..... 265
4.5. Resumen de resultados ..... 279
4.5.1. Resumen de incidencias ..... 279
4.5.2. Resumen de detalles de planos ..... 285
4.5.3. Resumen de mejoras de conceptualización ..... 288
4.5.1. Resumen de variación de metrados ..... 290
4.6. Discusión de resultados ..... 297
4.6.1. Contrastación de hipótesis ..... 297
4.6.1.1. Estadístico de prueba **X2** ..... 298
4.6.2. Discusión de antecedentes ..... 300
**Conclusiones ..... 303**
**Recomendaciones ..... 305**
**Referencias ..... 306**
**Anexos ..... 311**

# LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables ..... 33
Tabla 2. Lista de partidas de la captación del expediente técnico ..... 96
Tabla 3. Coordenadas de captación ..... 97
Tabla 4. Metrado de Movimiento de tierras de captación Revit ..... 99
Tabla 5. Metrado de solados de la captación ..... 100
Tabla 6. Metrado de pircado de piedra de e = 200 mm ..... 101
Tabla 7. Metrado de dados de concreto para válvulas ..... 102
Tabla 8 Metrado de encofrado de dados ..... 102
Tabla 9. Partidas de las obras de concreto armado ..... 103
Tabla 10. Metrado de losa de cimentación cámara húmeda y seca ..... 103
Tabla 11. Metrado de losa de cimentación de zona de entrada y salida ..... 104
Tabla 12. Metrado de losa de cámara húmeda y apoyo de compuerta metálica ..... 104
Tabla 13. Metrado de muros ..... 105
Tabla 14. Metrado de bloques del canal de descargas ..... 105
Tabla 15. Metrado de vigas de cimentación ..... 106
Tabla 16. Metrado de rampas ..... 107
Tabla 17. Metrado de encofrado de cimentación cámara húmeda y seca ..... 107
Tabla 18. Metrado de encofrado de cimentación de zona de entrada y salida ..... 108
Tabla 19. Metrado de encofrado de losa cámara húmeda y losa apoyo de compuerta metálica ..... 108
Tabla 20. Metrado de encofrado de muros de captación ..... 109
Tabla 21. Metrado de encofrado de bloque de canal de descarga ..... 109
Tabla 22. Metrado de encofrado de viga de cimentación ..... 110
Tabla 23. Metrado de encofrado de dientes amortiguadores y rampa ..... 110
Tabla 24. Metrado de acero de vigas de cimentación ..... 111
Tabla 25. Metrado de acero en losa de cámara húmeda y seca ..... 112
Tabla 26. Metrado de acero de zona de entrada y salida ..... 113
Tabla 27. Metrado de aceros de 3/8” muros de captación ..... 114
Tabla 28. Metrado de aceros de 1/2” muros de captación ..... 114
Tabla 29. Metrado de aceros de dientes amortiguadores Ø3/8" ..... 116
Tabla 30. Metrados de aceros de dientes amortiguadores Ø1/2" y rampa Ø1/2" ..... 117
Tabla 31. Metrado de tarrajeo de muro captación ..... 118
Tabla 32. Metrado de tarrajeo de losa de cimentación ..... 119
Tabla 33. Metrado de tarrajeo de bloque de descarga y dientes amortiguadores ..... 119
Tabla 34. Metrado pintura en muro de captación ..... 120

Tabla 35. Pintura esmalte p/tapa metálica ..... 121
Tabla 36. Accesorios de la captación ..... 122
Tabla 37. Elementos de la captación ..... 122
Tabla 38. Lista de partidas del desarenador del expediente técnico ..... 123
Tabla 39. Coordenadas de desarenador ..... 123
Tabla 40. Metrado de movimiento de tierras de desarenador Revit ..... 125
Tabla 41. Metrado de solado de desarenador ..... 126
Tabla 42. Metrado de cimentación de desarenador ..... 127
Tabla 43. Metrado de muros de desarenador ..... 128
Tabla 44. Metrados de encofrado de losas de desarenador ..... 129
Tabla 45. Metrados de encofrado de muros de desarenador ..... 130
Tabla 46. Metrado de aceros de losas de desarenador ..... 131
Tabla 47. Metrado de acero de muros de desarenador ..... 133
Tabla 48. Metrado de tarrajeo de muros interiores y exteriores ..... 137
Tabla 49. Metrado de tarrajeo de losas de desarenador ..... 138
Tabla 50. Accesorios del desarenador ..... 139
Tabla 51. Elementos de la captación ..... 139
Tabla 52. Lista de partidas de la cámara de inspección del expediente técnico ..... 139
Tabla 53. Coordenadas de cámara de inspección ..... 140
Tabla 54. Metrado de movimiento de tierras de cámara de inspección Revit ..... 142
Tabla 55. Metrado de solado de cámara de inspección ..... 142
Tabla 56. Metrado de dado de concreto de cámara de inspección ..... 142
Tabla 57. Metrado de concreto de losas de la cámara de inspección ..... 143
Tabla 58. Metrado de concreto de muros de la cámara de inspección ..... 144
Tabla 59. Metrado de encofrado de losas de la cámara de inspección ..... 144
Tabla 60. Metrado de encofrado de muros de la cámara de inspección ..... 145
Tabla 61. Metrado de acero de losas de la cámara de inspección ..... 146
Tabla 62. Metrado de acero de muros de la cámara de inspección ..... 146
Tabla 63. Metrado de tarrajeo de muros de la cámara de inspección ..... 147
Tabla 64. Metrado de tarrajeo de losas de la cámara de inspección ..... 148
Tabla 65. Metrado de pintura de esmalte de losas de cámara de inspección ..... 149
Tabla 66. Metrado de pintura de esmalte de muros de cámara de inspección ..... 149
Tabla 67. Accesorios de la cámara de inspección ..... 150
Tabla 68. Partidas de suministro de la cámara de inspección ..... 150
Tabla 69. Lista de partidas de la cámara de distribución del expediente técnico ..... 150
Tabla 70. Coordenadas de cámara de distribución ..... 151
Tabla 71. Metrado de movimiento de tierras de cámara de distribución Revit ..... 153

Tabla 72. Metrado de solado de cámara de distribución ..... 153
Tabla 73. Metrado de muros de concreto simple de cámara de distribución ..... 154
Tabla 74. Metrado de losas de concreto simple de cámara de distribución ..... 155
Tabla 75. Metrado de emboquillado de cámara de distribución ..... 155
Tabla 76. Metrado de concreto de cámara húmeda de la cámara de distribución ..... 156
Tabla 77. Metrado de encofrado de muros de cámara de distribución ..... 156
Tabla 78. Metrado de aceros de la cámara de distribución ..... 157
Tabla 79. Metrado de tarrajeo de muros de la cámara de distribución ..... 159
Tabla 80. Metrado de tarrajeo de losas de la cámara de distribución ..... 160
Tabla 81. Metrado de pintura de esmalte de muros de cámara de distribución ..... 161
Tabla 82. Metrado de pintura de esmalte de losas de cámara de distribución ..... 162
Tabla 83. Accesorios de la cámara de distribución ..... 162
Tabla 84. Partidas de suministro de la cámara de inspección ..... 163
Tabla 85. Lista de partidas del reservorio del expediente técnico ..... 164
Tabla 86. Coordenadas del reservorio ..... 166
Tabla 87. Metrado de movimiento de tierras de reservorio Revit ..... 167
Tabla 88. Metrado de solado de reservorio ..... 168
Tabla 89. Metrado de solado de cámara seca y limpia del reservorio ..... 168
Tabla 90. Metrado de aceros de la cimentación estructural del reservorio ..... 169
Tabla 91. Metrado de concreto de losas externas del reservorio ..... 175
Tabla 92. Concreto de losas internas del reservorio ..... 176
Tabla 93. Metrado de aceros horizontal de muros del reservorio ..... 178
Tabla 94. Metrado de acero vertical de muros del reservorio ..... 179
Tabla 95. Metrado de encofrado de muros del reservorio ..... 180
Tabla 96. Metrado concreto de muros de reservorio ..... 181
Tabla 97. Metrado de aceros longitudinales de las vigas de cimentación del reservorio ..... 182
Tabla 98. Metrado de aceros estribos de las vigas de cimentación del reservorio ..... 183
Tabla 99. Metrado de encofrados de las vigas de cimentación del reservorio ..... 185
Tabla 100. Metrado de concreto de vigas de cimentación ..... 186
Tabla 101. Metrado de revestimiento de fondo de losa del reservorio ..... 186
Tabla 102. Metrado de revestimiento de muros interiores del reservorio ..... 188
Tabla 103. Metrado de revestimiento de muros exteriores del reservorio ..... 188
Tabla 104. Metrado de pintura esmalte del reservorio ..... 189
Tabla 105. Accesorios del reservorio ..... 190
Tabla 106. Metrado de solado de la caja de válvula de salida del reservorio ..... 190
Tabla 107. Metrado de piedra chancada de ½" de la caja de válvula de salida del reservorio ..... 191

Tabla 108. Metrado de los dados de concreto de la cámara seca del reservorio ..... 191
Tabla 109. Metrado de encofrado de la caja de válvulas del reservorio ..... 192
Tabla 110. Metrado de acero de muros de la caja de válvulas del reservorio ..... 192
Tabla 111. Metrado de acero de losas de la caja de válvulas del reservorio ..... 193
Tabla 112. Metrado de concreto en muros de la caja de válvulas del reservorio ..... 194
Tabla 113. Metrado de concreto en losas de la caja de válvulas del reservorio ..... 194
Tabla 114. Metrado de tarrajeo en losas de la caja de válvulas del reservorio ..... 195
Tabla 115. Metrado de tarrajeo en muros de la caja de válvulas del reservorio ..... 195
Tabla 116. Metrado de pintura en losa de la caja de válvulas del reservorio ..... 195
Tabla 117. Metrado de pintura en muros de la caja de válvulas del reservorio ..... 196
Tabla 118. Accesorios de la caja de válvulas del reservorio ..... 196
Tabla 119. Partidas de suministro del reservorio ..... 197
Tabla 120. Metrado de solado de caja de limpia del reservorio ..... 197
Tabla 121. Metrado de sumidero de piedra chancada de la caja de limpia del reservorio ..... 198
Tabla 122. Metrado de encofrado de muros de la cámara de limpia del reservorio ..... 198
Tabla 123. Metrado de aceros de losa de la cámara de limpia del reservorio ..... 199
Tabla 124. Metrado de aceros de muros de la cámara de limpia del reservorio ..... 200
Tabla 125. Metrado de concreto de muros de la cámara de limpia del reservorio ..... 200
Tabla 126. Metrado de concreto de losa de la cámara de limpia del reservorio ..... 201
Tabla 127. Metrado de tarrajeo de losa de la cámara de limpia del reservorio ..... 202
Tabla 128. Metrado de tarrajeo de muros de la cámara de limpia del reservorio ..... 202
Tabla 129. Metrado de pintura esmalte de cámara de limpia del reservorio ..... 202
Tabla 130. Accesorios de la caja de válvulas del reservorio ..... 203
Tabla 131. Partidas de suministro de la caja de válvulas del reservorio ..... 203
Tabla 132. Resumen de metrado de la captación del expediente técnico (método tradicional) ..... 204
Tabla 133. Partida de movimiento de tierras del exp. técnico (captación) ..... 207
Tabla 134. Metrado de solado del exp. técnico (captación) ..... 211
Tabla 135. Zonas del solado - captación ..... 212
Tabla 136. Metrado de pircado de piedra del exp. técnico (captación) ..... 213
Tabla 137. Metrado de encofrado del exp. técnico (captación) ..... 215
Tabla 138. Metrado de concreto del exp. técnico (captación) ..... 217
Tabla 139. Metrado de acero del exp. técnico (captación) ..... 219
Tabla 140. Metrado de tarrajeo del exp. técnico (captación) ..... 223
Tabla 141. Metrado de tarrajeo del exp. técnico (captación) ..... 226
Tabla 142. Resumen de metrado del desarenador del expediente técnico (método tradicional) ..... 228

Tabla 143. Metrado de movimiento de tierras del exp. técnico (desarenador) ..... 231
Tabla 144. Metrado de solado del exp. técnico (desarenador)..... 232
Tabla 145. Metrado de concreto de ingreso y salida del exp. técnico (desarenador)..... 234
Tabla 146. Metrado de concreto del canal del exp. técnico (desarenador) ..... 235
Tabla 147. Metrado de encofrado del exp. técnico (desarenador) ..... 236
Tabla 148. Metrado de tarrajeo del exp. técnico (desarenador) ..... 238
Tabla 149. Resumen de metrado de la cámara de inspección del expediente técnico (método tradicional vs. M. BIM) ..... 239
Tabla 150. Metrado de movimiento de tierras del exp. técnico (cámara de inspección) ..... 242
Tabla 151. Metrado de solado del exp. técnico (cámara de inspección)..... 244
Tabla 152. Metrado de concreto del exp. técnico (cámara de inspección) ..... 245
Tabla 153. Metrado de concreto del exp. técnico (cámara de inspección) ..... 246
Tabla 154. Metrado de concreto del exp. técnico (cámara de inspección) ..... 247
Tabla 155. Anfitriones de acero (cámara de inspección)..... 248
Tabla 156. Metrado de concreto del exp. técnico (cámara de inspección) ..... 251
Tabla 157. Resumen de metrado de la cámara de distribución del expediente técnico (método tradicional vs. M. BIM) ..... 252
Tabla 158. Metrado de movimiento de tierras del exp. técnico (cámara de distribución) ..... 256
Tabla 159. Metrado de solado del exp. técnico (cámara de distribución)..... 258
Tabla 160. Metrado de solado del exp. técnico (cámara de distribución)..... 260
Tabla 161. Anfitriones de acero (cámara de inspección)..... 260
Tabla 162. Metrado de encofrado del exp. técnico (cámara de distribución) ..... 262
Tabla 163. Metrado de tarrajeo del exp. técnico (cámara de distribución)..... 264
Tabla 164. Resumen de metrado de la caja de reservorio principal del expediente técnico (método tradicional vs. M. BIM)..... 266
Tabla 165. Metrado de acero en cimentación del exp. técnico (caja principal del reservorio) ..... 269
Tabla 166. Metrado de acero en losa del exp. técnico (caja principal del reservorio)..... 270
Tabla 167. Metrado de concreto en losa del exp. técnico (caja principal del reservorio)..... 272
Tabla 168. Metrado de acero en cimentación del exp. técnico (caja principal del reservorio) ..... 274
Tabla 169. Metrado de encofrado en losa del exp. técnico (caja principal del reservorio).... 275
Tabla 170. Resumen de metrado de la caja de válvulas de salida del reservorio del expediente técnico (método tradicional)..... 276
Tabla 171. Resumen de metrado de la caja de limpia del reservorio del expediente técnico (método tradicional) ..... 277
Tabla 172. Detección de interferencias Navisworks..... 280

Tabla 173. Resumen de detalles de planos ..... 286
Tabla 174. Resumen de mejoras de conceptualización ..... 289
Tabla 175. Resumen de metrados de captación ..... 291
Tabla 176. Resumen de metrados del desarenador ..... 292
Tabla 177. Resumen de metrados de la cámara de inspección ..... 293
Tabla 178. Resumen de metrado de cámara de distribución ..... 294
Tabla 179. Resumen de metrado de reservorio ..... 296
Tabla 180. Valores de frecuencias observadas (Fo) ..... 298
Tabla 181. Valores de frecuencias esperadas (Fe) ..... 298
Tabla 182. X2 chi cuadrado ..... 299

# LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Uso de BIM en el ciclo de vida de un proyecto ..... 44
Figura 2. Pérdida de valor de la información a lo largo del ciclo de vida del proyecto (método tradicional) ..... 45
Figura 3. Curva de esfuerzo/efecto del ciclo de vida de un proyecto (MacLeamy) ..... 46
Figura 4. Etapas del proceso BIM ..... 47
Figura 5. Años de experiencia con BIM de contratistas en el mundo ..... 48
Figura 6. Las 7 dimensiones BIM ..... 50
Figura 7. Building information modeling software ..... 50
Figura 8. Modelación 3D ..... 51
Figura 9. Los 4 niveles de madurez del BIM ..... 54
Figura 10. Ciclo de vida de un proyecto ..... 58
Figura 11. Ciclo de vida de un proyecto BIM ..... 59
Figura 12. Plano clave del riego de Pichiu ..... 64
Figura 13. Esquema hidráulico ..... 66
Figura 14. Primer sector del área de riego ..... 67
Figura 15. Captación tipo barraje ..... 67
Figura 16. Desarenador ..... 68
Figura 17. Cámara de inspección ..... 68
Figura 18. Cámara de distribución ..... 69
Figura 19. Reservorio ..... 69
Figura 20. Boceto CAD plano de arquitectura de captación ..... 70
Figura 21. Niveles de referencia para el modelado ..... 71
Figura 22. Vistas de bloque simple ..... 71
Figura 23. Vista corte longitudinal del desarenador ..... 72
Figura 24. Vista planta superior del desarenador ..... 72
Figura 25. Vista corte longitudinal del desarenador, planos Revit ..... 72
Figura 26. Vista planta superior del desarenador, plano Revit ..... 73
Figura 27. Vista detalle adicional de la zona de salida del desarenador ..... 73
Figura 28. Modelo isométrico erróneo de la zona de salida del desarenador ..... 74
Figura 29. Modelo isométrico correcto de la zona de salida del desarenador ..... 74
Figura 30. Vista en planta del corte D-D de la captación ..... 75
Figura 31. Vista detalle del corte D-D ..... 75
Figura 32. Vista detalle del corte D-D real ..... 76
Figura 33. Vista detalle del corte D-D real ..... 76
Figura 34. Vista de detalle corte D-D en Revit ..... 77

Figura 35. Vista detalle de corte A-A desarenador ..... 77
Figura 36. Vista detalle de corte A-A desarenador ..... 78
Figura 37. Vista detalles de corte A-A - 1 desarenador Revit ..... 79
Figura 38. Vista detalles de corte A-A - 2 desarenador Revit ..... 79
Figura 39. Vista detalles de corte A-A - 3 desarenador Revit ..... 79
Figura 40. Vista detalles de corte A-A - 4 desarenador Revit ..... 80
Figura 41. Vista detalles de corte A-A - 5 desarenador Revit ..... 80
Figura 42. Vista planta del desarenador ..... 80
Figura 43. Detalle 1 de tubería, vista de corte del desarenador ..... 81
Figura 44. Detalle 3D de la ubicación de la tubería ..... 81
Figura 45. Alternativa de mejora modelada ..... 82
Figura 46. Detalle 2 de tubería - vista corte del desarenador ..... 82
Figura 47. Detalle 2 de tubería - vista corte del desarenador ..... 83
Figura 48. Vista planta cámara de distribución ..... 83
Figura 49. Vista planta detalle 1 Cámara de distribución ..... 84
Figura 50. Vista 3D - Detalle 1 - Cámara de distribución ..... 84
Figura 51. Vista corte C-C - Cámara de distribución ..... 85
Figura 52. Vista corte C-C Cámara de distribución en Revit ..... 85
Figura 53. Vista lateral Detalle cámara de limpia y reboce Revit ..... 86
Figura 54. Planta Detalle 2 - Vista elevación cámara de distribución ..... 86
Figura 55. Planta Detalle 2 Vista elevación cámara de distribución Revit ..... 87
Figura 56. Detalles de ganchos en planos CAD ..... 87
Figura 57. Vista 3D Revit Detalles de gancho ..... 88
Figura 58. Vista de elevación cámara húmeda ..... 88
Figura 59. Vista alzado con detalle de WaterStop Revit ..... 89
Figura 60. Vista planta con detalle de WaterStop Revit ..... 89
Figura 61. Vista Planta de captación planos CAD ..... 89
Figura 62. Vista 3D unión de WaterStop ..... 90
Figura 63. Vista Disciplina estructura – aceros captación ..... 90
Figura 64. Vista Disciplina arquitectura captación ..... 91
Figura 65. Vista Disciplina hidráulica captación ..... 91
Figura 66. Componentes de la captación ..... 92
Figura 67. Base de datos del componente llave control modelado ..... 93
Figura 68. Base de datos del componente válvula bridada modelada ..... 93
Figura 69. Base de datos del componente tapa metálica modelada ..... 93
Figura 70. Interfaz de «Campos» de la tabla de planificación ..... 94
Figura 71. Interfaz de «Filtro» de la tabla de planificación ..... 94

Figura 72. Interfaz de «Clasificación» de la tabla de planificación ..... 95
Figura 73. Tabla de planificación de metrados de Revit ..... 95
Figura 74. Tabla de metrados exportada en una hoja de cálculo ..... 95
Figura 75. Lista de metrados en el navegador de proyectos - captación Pichiu ..... 96
Figura 76. Georreferenciación de la captación en Revit ..... 97
Figura 77. Sólido topográfico fase «Existente» ..... 98
Figura 78. Sólido topográfico fase «Movimiento de tierras» ..... 98
Figura 79. Corte y relleno de terreno para cimentaciones y vigas de captación ..... 99
Figura 80. Solados de la captación ..... 100
Figura 81. Pircado de piedra de e = 200 mm ..... 101
Figura 82. Dados de concreto para las válvulas ..... 101
Figura 83. Encofrado de dados de concreto simple ..... 102
Figura 84. Cimentación de cámara húmeda y seca ..... 103
Figura 85. Cimentación de la zona de entrada y salida ..... 104
Figura 86. Losa de cámara húmeda y apoyo de compuerta metálica ..... 104
Figura 87. Concreto de muros ..... 105
Figura 88. Bloques del canal de descargas ..... 106
Figura 89. Vigas de cimentación ..... 106
Figura 90. Rampas y dientes amortiguadores ..... 107
Figura 91. Encofrado de cimentación cámara húmeda y seca ..... 108
Figura 92. Encofrado de cimentación de zona de entrada y salida ..... 108
Figura 93. Encofrado de losa cámara húmeda y losa de apoyo de compuerta metálica ..... 108
Figura 94. Encofrado de muros de captación ..... 109
Figura 95. Encofrado de bloques de canal de descarga ..... 110
Figura 96. Encofrado de viga de cimentación ..... 110
Figura 97. Encofrado de dientes amortiguadores y rampa ..... 111
Figura 98. Acero de vigas de cimentación ..... 112
Figura 99. Acero en losa de cámara húmeda y seca ..... 113
Figura 100. Acero de zona de entrada y salida ..... 113
Figura 101. Aceros de 3/8” muros de captación ..... 114
Figura 102. Aceros de 1/2” muros de captación ..... 115
Figura 103. Aceros de dientes amortiguadores Ø3/8" ..... 116
Figura 104. Aceros de dientes amortiguadores Ø1/2" y rampa Ø1/2" ..... 117
Figura 105. Tarrajeo de muros de captación ..... 118
Figura 106. Tarrajeo de losa de cimentación ..... 119
Figura 107. Tarrajeo de bloques de descarga y dientes amortiguadores ..... 120
Figura 108. Pintura en muro de captación ..... 121

Figura 109. Pintura esmalte p/tapa metálica ..... 121
Figura 110. Accesorios de la captación ..... 122
Figura 111. Georreferenciación del desarenador en Revit ..... 124
Figura 112. Sólido topográfico desarenador fase «Existente» ..... 124
Figura 113. Sólido topográfico desarenador fase «Movimiento de tierras» ..... 125
Figura 114. Corte y relleno de terreno para cimentaciones, vigas de desarenador ..... 125
Figura 115. Solado de desarenador ..... 126
Figura 116. Cimentación de desarenador ..... 127
Figura 117. Muros de desarenador ..... 128
Figura 118. Encofrado de losas de desarenador ..... 129
Figura 119. Encofrado de muros de desarenador ..... 130
Figura 120. Aceros de losas de desarenador ..... 133
Figura 121. Acero de muros de desarenador ..... 137
Figura 122. Tarrajeo de muros interiores y exteriores ..... 138
Figura 123. Tarrajeo de losas de desarenador ..... 139
Figura 124. Georreferenciación de la cámara de inspección en Revit ..... 140
Figura 125. Sólido topográfico cámara de inspección fase «Existente» ..... 141
Figura 126. Sólido topográfico cámara de inspección fase «Movimiento de tierras» ..... 141
Figura 127. Corte y relleno de terreno para cimentaciones de cámara de inspección ..... 141
Figura 128. Solado de cámara de inspección ..... 142
Figura 129. Dado de concreto de cámara de inspección ..... 143
Figura 130. Concreto de losas de la cámara de inspección ..... 143
Figura 131. Muros de la cámara de inspección ..... 144
Figura 132. Encofrado de losa de la cámara de inspección ..... 145
Figura 133. Encofrado de muros de la cámara de inspección ..... 145
Figura 134. Acero de losas de la cámara de inspección ..... 146
Figura 135. Acero de muros de la cámara de inspección ..... 147
Figura 136. Tarrajeo de muros de la cámara de inspección ..... 148
Figura 137. Tarrajeo de losas de la cámara de inspección ..... 148
Figura 138. Pintura de esmalte de losas de cámara de inspección ..... 149
Figura 139. Pintura de esmalte de muros de cámara de inspección ..... 149
Figura 140. Georreferenciación de la cámara de distribución en Revit ..... 151
Figura 141. Sólido topográfico cámara de distribución fase «Existente» ..... 152
Figura 142. Sólido topográfico cámara de distribución fase «Movimiento de tierras» ..... 152
Figura 143. Corte y relleno de terreno para cimentaciones de cámara de distribución ..... 153
Figura 144. Solado de cámara de distribución ..... 154
Figura 145. Muros de concreto simple de cámara de distribución ..... 154

Figura 146. Losa de concreto simple de cámara de distribución ..... 155
Figura 147. Emboquillado de cámara de distribución ..... 155
Figura 148. Concreto de cámara húmeda de la cámara de distribución ..... 156
Figura 149. Encofrado de muros de cámara de distribución ..... 157
Figura 150. Aceros de la cámara de distribución ..... 159
Figura 151. Tarrajeo de muros de la cámara de distribución ..... 160
Figura 152. Tarrajeo de losas de la cámara de distribución ..... 161
Figura 153. Pintura de esmalte de losas de cámara de inspección ..... 162
Figura 154. Accesorios de la cámara de distribución ..... 163
Figura 155. Georreferenciación del reservorio en Revit ..... 166
Figura 156. Sólido topográfico del reservorio fase «Existente» ..... 166
Figura 157. Sólido topográfico del reservorio fase «Movimiento de tierras» ..... 167
Figura 158. Corte y relleno de terreno para cimentaciones de cámara de distribución ..... 167
Figura 159. Solado de reservorio ..... 168
Figura 160. Metrado de solado de cámara seca y limpia del reservorio ..... 168
Figura 161. Aceros de la cimentación estructural del reservorio ..... 175
Figura 162. Concreto de losas del reservorio ..... 176
Figura 163. Losas internas del reservorio ..... 177
Figura 164. Aceros horizontal de muros del reservorio ..... 178
Figura 165. Acero vertical de muros del reservorio ..... 180
Figura 166. Encofrado de muros del reservorio ..... 181
Figura 167. Concreto de muros de reservorio ..... 181
Figura 168. Aceros longitudinales de las vigas de cimentación del reservorio ..... 183
Figura 169. Aceros estribos de las vigas de cimentación del reservorio ..... 185
Figura 170. Encofrados de las vigas de cimentación del reservorio ..... 185
Figura 171. Concreto de vigas de cimentación ..... 186
Figura 172. Revestimiento de fondo de losa del reservorio ..... 188
Figura 173. Revestimiento de muros interiores y exteriores del reservorio ..... 189
Figura 174. Pintura esmalte del reservorio ..... 189
Figura 175. Solado de la caja de válvula de salida del reservorio ..... 190
Figura 176. Piedra chancada de 1/2" ..... 191
Figura 177. Dados de concreto de la cámara seca del reservorio ..... 191
Figura 178. Encofrado de la caja de válvulas del reservorio ..... 192
Figura 179. Acero de muros de la caja de válvulas del reservorio ..... 193
Figura 180. Acero de losas de la caja de válvulas del reservorio ..... 194
Figura 181. Concreto en muros de la caja de válvulas del reservorio ..... 194
Figura 182. Concreto en losas de la caja de válvulas del reservorio ..... 195

Figura 183. Pintura en losa de la caja de válvulas del reservorio ..... 196
Figura 184. Pintura en muros de la caja de válvulas del reservorio ..... 196
Figura 185. Accesorios de la caja de válvulas del reservorio ..... 197
Figura 186. Solado de caja de limpia del reservorio ..... 198
Figura 187. Sumidero de piedra chancada de la caja de limpia del reservorio ..... 198
Figura 188. Muros de la cámara de limpia del reservorio ..... 199
Figura 189. Aceros de muros de la cámara de limpia del reservorio ..... 199
Figura 190. Aceros de muros de la cámara de limpia del reservorio ..... 200
Figura 191. Concreto de muros de la cámara de limpia del reservorio ..... 201
Figura 192. Concreto de losa de la cámara de limpia del reservorio ..... 201
Figura 193. Pintura esmalte de cámara de limpia del reservorio ..... 202
Figura 194. Accesorios de la caja de válvulas del reservorio ..... 203
Figura 195. Variación del metrado Revit respecto al tradicional de la captación ..... 205
Figura 196. Barras de metrado tradicional vs. Revit de la captación ..... 206
Figura 197. Variación metrado tradicional vs. Revit (movimiento de tierras – captación) ..... 207
Figura 198. Captación georreferenciada ..... 209
Figura 199. Sólido topográfico existente ..... 209
Figura 200. Sólido topográfico con movimiento de tierras ..... 210
Figura 201. Variación metrado tradicional vs. Revit (solado – captación) ..... 211
Figura 202. Zonas de solado - captación ..... 212
Figura 203. Variación metrado tradicional vs. Revit (pircado de piedra – captación) ..... 213
Figura 204. Área considerada por el consultor para le metrado de la piedra pircada ..... 214
Figura 205. Área considerada por el modelador para el metrado de la piedra pircada ..... 214
Figura 206. Variación metrado tradicional vs. Revit (encofrado – captación) ..... 215
Figura 207. Metrado de encofrado según plano CAD ..... 216
Figura 208. Metrado de encofrado según isométrico Revit ..... 216
Figura 209. Variación metrado tradicional vs. Revit (concreto – captación) ..... 217
Figura 210. Variación metrado tradicional vs. Revit (acero – captación) ..... 219
Figura 211. Cortes de acero no considerados con los metrados tradicionales ..... 222
Figura 212. Variación metrado tradicional vs. Revit (tarrajeo – captación) ..... 223
Figura 213. Áreas de tarrajeo no considerados con los metrados tradicionales ..... 225
Figura 214. Variación metrado tradicional vs. Revit (pintura esmalte – captación) ..... 226
Figura 215. Áreas de pintura consideradas por el metrado tradicional ..... 227
Figura 216. Variación del metrado Revit respecto al tradicional del desarenador ..... 229
Figura 217. Barras de metrado tradicional vs. Revit del desarenador ..... 230
Figura 218. Variación metrado tradicional vs. Revit (movimiento de tierras – desarenador) 231
Figura 219. Variación metrado tradicional vs. Revit (solado – desarenador) ..... 232

Figura 220. Variación metrado tradicional vs. Revit (solado – desarenador)..... 233
Figura 221. Variación metrado tradicional vs. Revit (concreto – desarenador) ..... 234
Figura 222. Metrado e interfaz de desarenador en Revit ..... 235
Figura 223. Variación metrado tradicional vs. Revit (encofrado y desencofrado – desarenador) ..... 236
Figura 224. Mejoras de planteamiento del desarenador..... 237
Figura 225. Variación metrado tradicional vs. Revit (tarrajeo – desarenador)..... 238
Figura 226. Áreas no consideradas por el exp. técnico..... 239
Figura 227. Variación del metrado Revit respecto al tradicional de la cámara de inspección ..... 240
Figura 228. Barras de metrado tradicional vs. Revit de la cámara de inspección..... 241
Figura 229. Variación metrado tradicional vs. Revit (movimiento de tierras – cámara de inspección) ..... 242
Figura 230. Variación metrado tradicional vs. Revit (solado – cámara de inspección)..... 243
Figura 231. Variación metrado tradicional vs. Revit (concreto – cámara de inspección) ..... 244
Figura 232. Concreto de canal de limpia no consideradas por el exp. técnico ..... 245
Figura 233. Variación metrado tradicional vs. Revit (encofrado – cámara de inspección) ... 246
Figura 234. Concreto de canal de limpia no consideradas por el exp. técnico ..... 247
Figura 235. Variación metrado tradicional vs. Revit (acero – cámara de inspección) ..... 247
Figura 236. Anfitriones de acero (cámara de inspección)..... 250
Figura 237. Variación metrado tradicional vs. Revit (pintura esmalte – cámara de inspección) ..... 251
Figura 238. Pintura esmalte (cámara de inspección) ..... 252
Figura 239. Variación del metrado Revit respecto al tradicional de la cámara de distribución ..... 254
Figura 240. Barras de metrado tradicional vs. Revit de la cámara de distribución..... 255
Figura 241. Variación metrado tradicional vs. Revit (movimiento de tierras – cámara de distribución)..... 256
Figura 242. Movimiento de tierras de la cámara de distribución..... 257
Figura 243. Variación metrado tradicional vs. Revit (solado – cámara de distribución)..... 258
Figura 244. Solado de la cámara de distribución ..... 259
Figura 245. Variación metrado tradicional vs. Revit (concreto – cámara de distribución) ... 259
Figura 246. Concreto de la caja principal de la cámara de distribución ..... 260
Figura 247. Concreto de muro interno divisor de la cámara de distribución ..... 261
Figura 248. Variación metrado tradicional vs. Revit (encofrado – cámara de distribución) . 261
Figura 249. Encofrado de la cámara de distribución ..... 263
Figura 250. Variación metrado tradicional vs. Revit (encofrado – cámara de distribución) . 263

Figura 251. Clasificación del reservorio ..... 265
Figura 252. Variación del metrado Revit respecto al tradicional de la caja de reservorio principal ..... 267
Figura 253. Barras de metrado tradicional vs. Revit de la caja de reservorio principal ..... 268
Figura 254. Variación metrado tradicional vs. Revit (acero cimentación – caja de reservorio principal) ..... 268
Figura 255. Acero de la cimentación de la caja principal del reservorio ..... 271
Figura 256. Detalle estructural de la sección transversal de reservorio ..... 271
Figura 257. Variación metrado tradicional vs. Revit (concreto cimentación – caja de reservorio principal) ..... 272
Figura 258. Variación metrado tradicional vs. Revit (acero cimentación – caja de reservorio principal) ..... 273
Figura 259. Longitudinales de aceros verticales muro interior y exterior ..... 275
Figura 260. Variación metrado tradicional vs. Revit (acero cimentación – caja de reservorio principal) ..... 275
Figura 261. Variación del metrado Revit respecto al tradicional de la caja de válvulas de salida del reservorio ..... 276
Figura 262. Barras de metrado tradicional vs. Revit de la caja de válvulas de salida del reservorio ..... 277
Figura 263. Variación del metrado Revit respecto al tradicional de la caja de válvula de limpia del reservorio ..... 278
Figura 264. Barras de metrado tradicional vs. Revit de la caja de válvula de limpia del reservorio ..... 278
Figura 265. Detección de interferencias Navisworks en la captación ..... 279

# RESUMEN

La presente investigación pretende determinar el impacto de aplicar la metodología BIM a un nivel 3D (hasta metrados) en el proyecto en la etapa de planificación (elaboración de expediente técnico) mediante la comparativa de 3 indicadores principales: planos, metrados y la planificación de la ejecución influyendo en la conceptualización y planteamiento de cada estructura hidráulica. La metodología fue de tipo aplicado, un enfoque mixto, nivel explicativo y el diseño experimental.

Se trabajó el expediente técnico con los *softwares* AutoCAD y Excel (método tradicional) y se elaboró nuevos planos, metrados y mejoras con las herramientas BIM, Revit y Navisworks para comparar los resultados.

La variación de metrados se demostró utilizando las partidas más significativas del presupuesto del proyecto, donde para el concreto, se redujo en promedio un 19 % el metrado con BIM respecto al tradicional, para el soldado también hubo una reducción promedio de 3.6 %. El encofrado tuvo una reducción en la captación, cámara de distribución y reservorio promedio del 3 % y un incremento del 24 % en el desarenador y la cámara de inspección. Para el acero, se incrementó en promedio un 15.6 % y el tarrajeo resultó con un incremento en promedio del 3.2 % del metrado.

Concluyendo en que la metodología BIM ha ofrecido herramientas para realizar planos con mayor nivel de detalle, limpios y organizando mejor la información de cada componente para metrarlo y obtener una conceptualización óptima de sus estructuras con el fin de mejorar en la toma de decisiones desde la fase de planeación del proyecto.

**Palabras claves:** conceptualización, herramientas BIM, metodología BIM, metrados, planificación de obra, planos

# ABSTRACT

The present research aims to determine the impact of applying the BIM methodology at a 3D level (up to metrics) in the project at the planning stage (preparation of the technical file) by comparing 3 main indicators: plans, metrics and execution planning that influence the conceptualization and approach of each hydraulic structure. The methodology used was of the applied type, a mixed approach, explanatory level, and experimental design.

The technical file was worked with AutoCAD and Excel software (traditional method) and new plans, metrics and improvements were elaborated with BIM, Revit, and Navisworks tools to compare the results.

The variation in metrics was demonstrated using the main project budget items, where for concrete there was an average reduction in metrics of 19 % with BIM compared to the traditional method, and for flooring there was also an average reduction of 3.6 %. For formwork, there was an average 3 % reduction in the catchment, distribution chamber and reservoir, and a 24 % increase in the sand trap and inspection chamber. For steel, there was an average increase of 15.6 % and for taring, there was an average increase of 3.2 %.

Concluding that the BIM methodology has offered tools to make plans with a higher level of detail, cleaner and better organize the information of each component to measure it and obtain an optimal conceptualization of its structures in order to improve the decision-making process from the planning phase of the project.



**Keywords:** BIM methodology, BIM tools, conceptualization, drawings, metrics, site planning

# INTRODUCCIÓN

El Perú ha sido considerado durante mucho tiempo como «país en desarrollo» o «país de ingresos medios y bajos» o como su antigua y anticuada denominación «tercermundista» esto debido a diferentes razones como el ingreso *per cápita*, tasa de pobreza, desigualdad económica, en el acceso a servicios, tecnología, empleabilidad, educación y salud, infraestructura deficiente, poco desarrollo del sistema de transporte, comunicación y el virus de la corrupción que no permite sobrellevar todo lo mencionado.

El desarrollo y optimización de procesos que la aplicación de la Metodología BIM ofrece en el ciclo de vida de proyectos de vivienda, construcción, etc., también podrán ser de gran impulso para los proyectos de riego en sus diferentes etapas de trabajo reduciendo tiempos, obteniendo información como planos, metrados, incidencias (que podrían generar retrasos de obra), entre otros y, finalmente, mejorar la toma de decisiones en la etapa más maleable del proyecto el «planeamiento». Por lo que esta investigación demuestra si BIM, en un proyecto de construcción horizontal, tiene resultados similares a los de un proyecto de construcción vertical.

Por ello, este estudio aplicó la metodología BIM en el proyecto de riego de Pichiu que cubrirá 130.5 ha, beneficiando a 144 familias de agricultores con un presupuesto de S/ 8 791 516.18 el cual se ejecutará en 6 meses. Donde se utilizará el *software* Revit para el modelamiento tridimensional, obtención de planos y metrados y Navisworks para la detección de incidencias y así demostrar sus beneficios frente a la metodología tradicional.

Así mismo, esta investigación consta de cuatro capítulos como se indica a continuación:

El capítulo I indica el planteamiento del problema de la investigación, que contiene la formulación del problema, objetivos, justificación, delimitación, hipótesis y la descripción de variables.

El capítulo II presenta el marco teórico, que contiene antecedentes del problema, bases teóricas y la definición de términos básicos.

El capítulo III presenta la metodología de la investigación, que contiene el método, alcance y diseño de la investigación, población, muestra, tipo de muestreo y la técnica de recolección de datos utilizada.

El capítulo IV presenta los resultados y discusión, que contiene una descripción de las incompatibilidades e incongruencias del expediente técnico seguido de la mejora que ofrece el BIM, luego se indica la manera en que Revit como herramienta BIM organiza y gestiona la información del proyecto para la elaboración más eficiente de planos y metrados, además se realiza un análisis de las variaciones de metrado tradicional vs. BIM, indicando de manera clara e interactiva con ayuda del modelo tridimensional las causas de los errores comunes en el metrado tradicional, finalmente, se presentan los resúmenes de incidencias, planos tradicionales vs. planos BIM y de mejoras de conceptualización.

Por último, se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias y anexos.

# CAPÍTULO I
# PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

## 1.1. Planteamiento y formulación del problema

A lo largo de la historia, los humanos han desarrollado civilizaciones e infraestructuras cada vez más complejas y, en la etapa del mundo globalizado, los países que lideran el mundo ya aplican la metodología BIM debido a su gran impacto.

Tras la crisis y el pinchazo de la burbuja inmobiliaria, se pretendió buscar un modelo más competitivo y con mejores resultados, donde el BIM parece ser la solución, y que ya ha sido instaurado en gran cantidad de países, tanto en el sector de la arquitectura como en el de la construcción (1).

Si bien es cierto, esta metodología implica mayor inversión en las primeras etapas por uso de nuevos *softwares*, capacitaciones y adaptación, ya hay países que muestran sus grandes resultados.

Algunos de estos, como Japón, Alemania y Francia reportan un ROI (retorno de la inversión) del 97 % seguidos por Canadá, Brasil, Australia, Estados Unidos, Reino Unido, Corea del Sur y Dinamarca, con valores superiores al 48 % por mencionar a los 10 mejores (2).

Existen muchos ítems para demostrar los beneficios de BIM, pero como principal indicador de éxito de la metodología se destaca el beneficio económico y varios estudios han demostrado que los costos de implementar la metodología BIM son menores a los sobrecostos generados por el método tradicional.

Para un estudio de impacto económico del uso BIM en el proyecto de Manizales (Colombia), se determinó que el costo por implementar BIM considerando aspectos como el modelamiento interdisciplinario, actualización de modelos, coordinación, documentación técnica y asesoría de experto BIM, llegan a un total de 10 963.00 dólares y los sobrecostos del método tradicional llegan a 21 255.00 dólares evidenciando su impacto (3).

Actualmente, el sector de la construcción en el Perú tiene un rendimiento muy bajo, lo que la hace una industria poco competitiva y la ingeniería, siendo el pilar principal para su desarrollo, presenta falencias en tecnología e investigación, por lo que la metodología actual de construcción son basados en planos 2D, los cuales ya demostraron no brindar la mejor comunicación entre los partícipes del proyecto, provocando los principales y ya muy conocidos problemas en los procesos constructivos como los sobrecostos, ampliaciones de plazo, retrasos en los cronogramas e incompatibilidades.

Los gobiernos locales del Perú, en su mayoría, aun no utilizan la metodología BIM por bajo presupuesto o desconocimiento de la metodología a pesar de que existe ya mucha información sobre su manejo que hasta incluso podría reducir los niveles de corrupción al ser una metodología más transparente.

Recientemente, en una ponencia denominada «Plan BIM Perú 2024» dada por el Ministerio de Economía y Finanzas, donde se indica los logros y perspectivas de la implementación de BIM en el sector público peruano, muestra que el Perú desde el 2019 ha ido aprobando documentos como el «Decreto Supremo que regula el BIM-2019», «Plan de Implementación y Hoja de ruta de Plan BIM-2020», «Estándares y requerimientos BIM elaborados – 2021», «Proyectos pilotos aplicando la metodología BIM – 2021» y «Estrategia de formación de capital humano para el uso del BIM iniciada – 2021», pero el «BIM aplicado en proyectos del Gobierno Nacional y Gobierno Regional en tipologías seleccionadas» aún esta como un hito por cumplir para el 2025.

La rama de la hidráulica, al igual que las demás ramas de la ingeniería, enfrenta situaciones que afectan su eficiencia y sostenibilidad, entre las poco conocidas pero muy importantes están la deficiente gestión del recurso hídrico desde las principales cuencas hidrográficas, la poca predisposición de la inversión pública y privada en los proyectos de riego, la carencia de personal capacitado con conocimiento técnico; además, que los métodos tradicionales de construcción sobre la base de los planos de AutoCAD, metrados y presupuesto con Excel y programaciones de obra poco detallados se vuelven herramientas incompetentes actualmente, considerando que la Comisión BIM Perú fue creada ya en el 2019.

Por lo que para hacer más factible y productivo el ciclo de vida de los proyectos de riego y, por ende, más atractivo para la inversión pública y privada, es que se plantea aplicar la metodología BIM-3D, tanto para presentar proyectos nutridos de información unificada, mejorar el flujo de comunicación, evitar incompatibilidades en la fase de construcción e innovar procesos.

### 1.1.1. Problema general

¿Cuál es el impacto de aplicar la metodología BIM nivel 3D a las estructuras hidráulicas del primer sector del proyecto de riego de Pichiu – Andamarca?

### 1.1.2. Problemas específicos

- ¿De qué manera la aplicación de la metodología BIM nivel 3D a las estructuras hidráulicas del primer sector del proyecto influye en la elaboración de los planos?

- ¿De qué manera la aplicación de la metodología BIM nivel 3D a las estructuras hidráulicas del primer sector del proyecto influye en el cálculo del metrado?

- ¿De qué manera la aplicación de la metodología BIM nivel 3D a las estructuras hidráulicas del primer sector del proyecto influyen en su planificación de ejecución?

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. Objetivo general

Determinar el impacto de aplicar la metodología BIM nivel 3D a las estructuras hidráulicas del primer sector del proyecto de riego de Pichiu – Andamarca.

Los resultados de reemplazar la metodología tradicional con la BIM en su fase de planificación (elaboración de expediente técnico). se evidenció mediante 3 ítems importantes: planos, metrados y propuestas de una mejor planificación de la ejecución.

### 1.2.2. Objetivos específicos

- Evaluar de qué manera la aplicación de la metodología BIM nivel 3D a las estructuras hidráulicas del primer sector del proyecto influye en la elaboración de los planos.

Se realizó un contraste entre los planos 2D de la metodología tradicional con los planos BIM, cuyas diferencias evidencian la influencia de BIM enfocados en su nivel de detalle, compatibilidad y su dificultad al ser elaborados.

- Analizar de qué manera la aplicación de la metodología BIM nivel 3D a las estructuras hidráulicas del primer sector del proyecto influye en el cálculo del metrado.

Los metrados de la metodología tradicional se ordenan en tablas por estructuras y componentes, además, los metrados BIM se calculan automáticamente con Revit y se ordenan también para compararlas y cuyas diferencias evidencian la influencia de BIM enfocados en su variación porcentual.

- Analizar de qué manera la aplicación de la metodología BIM nivel 3D a las estructuras hidráulicas del primer sector del proyecto influye en su planificación de ejecución.

Tras modelar las estructuras el *software* BIM «Navisworks» evidencian las incompatibilidades que la metodología tradicional no ofrece, dando alcances de su influencia beneficiosa o no para influir en la planificación de su ejecución.

## 1.3. Justificación e importancia

### 1.3.1. Justificación teórica

Hernández et al. (4), indican «que la mayoría de las investigaciones se ejecutan con un propósito definido, ya que no se hacen simplemente por capricho de una persona, y ese propósito debe ser lo suficientemente significativo para que se justifique su realización».

BIM se creó originalmente para optimizar la gestión de proyectos de construcción y esta investigación indica si también mejorará el proceso de planificación de un proyecto de riego indicando sus beneficios frente a los métodos tradicionales utilizados por las entidades, empresas y profesionales, dando un enfoque preliminar para su utilización en proyectos similares.

### 1.3.2. Justificación práctica

Una investigación puede generar aportes prácticos directos o indirectos relacionados a la problemática real estudiada y ofrecen un concepto más amplio, mencionando que un estudio cuenta con justificación práctica cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o al menos propone estrategias que al ponerse en práctica contribuirán a su solución (4), además, Bernal (5) afirma que «en investigación hay una justificación teórica cuando el propósito del estudio es generar reflexión y debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados o hacer epistemología del conocimiento existente».

Esta investigación, mediante la metodología BIM, presenta resultados dentro de la ingeniería del proyecto como metrados, presupuestos y propuestas de mejora de la planificación de ejecución de los elementos estructurales del sistema de riego que tendrán una mayor exactitud que los métodos tradicionales y gracias al modelamiento en la etapa de planeación del proyecto optimizará la toma de decisiones en su ejecución.

### 1.3.3. Justificación metodológica

Bernal (5), menciona que «la justificación metodológica del estudio se da cuando el proyecto que se va a realizar propone un nuevo método o una nueva estrategia para generar conocimiento válido y confiable». Hernández et al. (4), añaden un concepto más amplio, indicando que un estudio se justifica metodológicamente cuando se logra crear un nuevo instrumento para recolectar o analizar datos, o se plantea una nueva metodología que incluya otras formas de experimentar una o más variables, o estudiar de forma más adecuada a determinada población.

Esta investigación dará un ejemplo de la aplicación de la metodología BIM mediante el uso de programas de modelación (Revit) y un *software* de visualización BIM (Navisworks) que brindarán un mejor manejo y flujo de comunicación de información del proyecto de riego.

## 1.4. Delimitación del proyecto

### 1.4.1. Delimitación espacial

Según Supo (6), «la delimitación espacial es identificar a la población de estudio indicando el espacio geográfico de donde se obtienen las unidades de estudio, por lo que evita que se tenga que estudiar a todos los individuos del planeta».

En esta investigación, se aplicó la metodología BIM 3D en el proyecto de riego de las comunidades del centro poblado de Pichiu, distrito de Andaymarca, provincia de Tayacaja - Huancavelica. Donde el número de beneficiarios asciende a 363, que significa un equivalente de 144 familias, y tomando en cuenta que el número de integrantes por familia es un aproximado de 3 a 4 personas en promedio.

### 1.4.2. Delimitación temporal

Para Supo (6), «la delimitación temporal cumple una función similar a la delimitación espacial solo que en este se indica el tiempo en el que se llevará a cabo la investigación debido a que no es lo mismo aplicarlo para el año presente que para el próximo».

En esta investigación se aplicó la metodología BIM 3D en el proyecto de riego de las comunidades del centro poblado de Pichiu, distrito de Andaymarca, provincia de Tayacaja - Huancavelica durante aproximadamente 5 meses, que comprende desde agosto hasta diciembre del 2025. Tiempo donde se desarrolló el modelamiento, elaboración de planos y cálculo del metrado con la nueva metodología.

## 1.5. Hipótesis y variables

### 1.5.1. Hipótesis general

La aplicación de la metodología BIM nivel 3D influye significativamente en las estructuras hidráulicas del primer sector del proyecto de riego de Pichiu – Andamarca.

### 1.5.2. Hipótesis específicas

- La aplicación de la metodología BIM nivel 3D influye significativamente en las estructuras hidráulicas del primer sector del proyecto para optimizar la elaboración de los planos y sus detalles.

- La aplicación de la metodología BIM nivel 3D influye significativamente en las estructuras hidráulicas del primer sector del proyecto para proporcionar datos más exactos en el cálculo del metrado.

- La aplicación de la metodología BIM nivel 3D influye significativamente en las estructuras hidráulicas del primer sector del proyecto para perfeccionar su planificación de ejecución.

### 1.5.3. Variable dependiente

VD: Estructuras hidráulicas

### 1.5.4. Variable independiente

VI: Metodología BIM a nivel 3D

### 1.5.5. Operacionalización de variables

**Tabla 1.** ***Operacionalización de variables***

| Variable | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Instrumento |
|---|---|---|---|---|---|
| **Variable independiente** Metodología BIM a nivel 3D | La metodología BIM a nivel 3D es un entorno común de datos que permite un trabajo colaborativo e integrado mediante la visualización de un modelo que permite la representación, selección, control y mejora de procesos (21). | Es la representación digital de una base de datos realizada con procesos y un equipo de trabajo colaborativo que engloba el ciclo de vida de un proyecto. | Isométrico integrado de Modelado 3D | Áreas del proyecto modelados en formato IFC:<br>• Arquitectura<br>• Estructura<br>• Sanitaria | *Softwares* modeladores nativos (Revit) |
| | | | Incompatibilidades del Modelado | Herramienta Clash detective para las incidencias encontradas en el modelamiento junto a texto y capturas | *Software* visualizador de BIM (Navisworks) |
| | | | Planos | Planos obtenidos por la metodología BIM con alto nivel de detalle<br>Planos obtenidos por CAD 2D | Tabla resumen de planos CAD vs. planos BIM (Excel) |
| **Variable dependiente** estructuras hidráulicas | Son estructuras que en conjunto permiten almacenar agua para suplir necesidades en circunstancias adversas como clima y topografía (30). | Son un conjunto de estructuras que se proyectan a lo largo de una línea de conducción para contrarrestar las adversidades del proyecto de riego. | Metrado | Metrado obtenido por la metodología BIM nivel 3D<br>Metrado obtenido por planos CAD 2D | Resumen de metrado (Excel) |
| | | | Planificación de ejecución | Propuestas de planificación de ejecución producido por la metodología BIM<br>Propuestas de planificación de ejecución producido por el método tradicional | Detalle de la toma de decisiones en la ejecución, según cada metodología |

# CAPÍTULO II
# MARCO TEÓRICO

## 2.1. Antecedentes de la investigación

### 2.1.1. Antecedentes Nacionales

Espejo (7), en su tesis «Aplicación de la metodología BIM en etapa de diseño y planificación de infraestructura hidráulica: bocatoma, Las Manzanas, Angasmarca, 2021» indica como principal problemática el enfoque tradicional de los proyectos de inversión desde su formulación, elaboración, ejecución y puesta en marcha, por lo que los equipos de profesionales se han acostumbrado a trabajar bajo sus propios métodos, generando una comunicación muy fragmentada, poco fluida y depende en gran medida de la comunicación mediante dibujos 2D digitalizados en CAD, incidiendo incluso que la fase de diseño y planificación son los que requieren mayor cantidad de tiempo y dinero para generar información crítica sobre el diseño propuesto.

Por ello, plantea como objetivo aplicar la metodología BIM en un proyecto de infraestructura hidráulica: bocatoma Las Manzanas, Angasmarca, 2021, desarrollando modelos paramétricos coordinados de las diferentes especialidades que permita mejorar la etapa de diseño y planificación del proyecto, mediante un diseño de investigación aplicada, no experimental, transversal, descriptivo.

Como resultados, presentó el modelo paramétrico tridimensional de la bocatoma y desarenador con información de los materiales de construcción, distribución de acero estructural modelo de encofrados y elementos mecánicos e hidráulicos que mediante la coordinación espacial en el *software* Navisworks, se detectó y dio solución a 26 incidencias presentadas mediante tablas resumen, figuras y estadísticas asociadas a ellas (7).

Concluye en que la aplicación de la metodología BIM en la etapa de diseño y planificación de proyectos de infraestructura hidráulica mediante modelos paramétricos coordinados de las diferentes especialidades con un nivel de desarrollo LOD 3 y nivel de información LOI 3, permite tener información confiable para generar documentación de mejor calidad (planos, metrados, presupuesto y cronograma) (7).

Tesen (8), en su tesis «Aplicación de la metodología BIM en el proyecto de canal de riego 24 de Junio, Moyobamba, 2022» indica la problemática en el Perú de los retrasos en la implementación, aumento de tiempo y gastos de rediseño que tienen sus raíces en la fase de planificación y el uso del método convencional que fomenta el dialogo entre las distintas etapas de un proyecto de inversión, porque diferentes equipos y profesionales responsables están acostumbrados a trabajar de forma aislada y aplicar métodos propios en la formulación, preparación y ejecución del proyecto. Parece inconexo y demasiado dependiente de los diseños 2D capturados en papel o en CAD.

Plantea como objetivo aplicar la metodología BIM en el proyecto de canal de riego 24 de Junio, Moyobamba – 2022, mediante una investigación que emplea una técnica aplicada de tipo correlacional, ya que examina la conexión entre un enfoque tradicional y uno contemporáneo de un problema de investigación (8).

Como resultados, la incorporación de BIM ayudó a la capacidad de la empresa para estandarizar, estructurar y organizar sus métodos de trabajo; esto, a su vez, permitirá a sus profesionales brindar más valor a sus clientes en virtud de tener un conjunto claro de criterios para evaluar proyectos potenciales y, con este método, mantenerse en contacto en la vida del proyecto permite una mejor planificación, una construcción más eficiente y el mejor producto final posible (8).

Concluyendo en que desarrollar un modelo de diseño 3D inteligente y luego usarlo para mejorar las etapas de coordinación, simulación y visualización de proyectos de construcción mejora la planificación el diseño y su construcción (8).

Sierra (9), en su tesis «Metodología BIM en la elaboración de proyectos de obras hidráulicas. Caso práctico: Diseño del sistema de riego Tarwiyocc», indica como problemática la complejidad actual de los proyectos de construcción y que la metodología BIM en el Perú está actualmente solo aplicada al sector de edificaciones de gran envergadura, pero no en otro tipo de infraestructura como las obras hidráulicas.

Por ello, plantea como objetivo aplicar las herramientas de la metodología BIM en la etapa de elaboración del proyecto de obra; caso Sistema de riego Tarwiyocc. La metodología empleada en la presente investigación fue de tipo aplicada (9).

Como resultados, indicó los beneficios de utilizar las herramientas de modelado, simulación constructiva y documentación BIM para el caso de estudio, según los beneficios derivados de realizar un análisis de interferencias e incompatibilidades, para lo cual se identificaron las posibles pérdidas que podrían ocasionarse en la etapa de construcción del caso de estudio y, finalmente, determinar cuáles de estas pérdidas podrían haberse evitado si en estos proyectos se hubiera utilizado herramientas BIM desde una etapa de diseño (9).

Concluye que el potencial beneficio económico en realizar una detección de incidencias con herramientas BIM, en etapa de diseño, respecto a detectarlas en una etapa de construcción, con herramientas tradicionales, es de 1364.6 soles. El ahorro de costos depende de la cantidad de incidencias que se encuentren, es así como mientras más grande y complicado sea el proyecto; habrá una mayor cantidad de incompatibilidades e interferencias, y por ende un mayor beneficio económico (9).

Castillo y Cruzado (10), en su tesis «Diseño de drenaje pluvial en la localidad de las Palmas, utilizando la metodología BIM, para mejorar el escurrimiento superficial, Tarapoto 2021», indica como problemática las inundaciones provocadas por lluvias y la falta de un sistema de diseño pluvial planteándose si la metodología BIM permitirá y optimizará su diseño.

Por ello, se planteó como objetivo diseñar un sistema de drenaje pluvial utilizando la metodología BIM en la localidad Las Palmas con una investigación no experimental del tipo descriptivo – cuantitativo (10).

Como resultado, 6 jirones proyectados en 2576.80 metros lineales del drenaje pluvial entre cunetas y alcantarillas, así mismo, se utilizaron técnicas e instrumentos de recolección de datos, formatos, NTP y el RNE con la norma OS060, se realizaron los estudios de mecánica de suelos, levantamiento topográfico, estudios hidrológicos e hidráulicos, costos y presupuesto y, por último, un cuadro comparativo del diseño de drenaje pluvial tradicional y con la metodología BIM utilizando *software* en 3D Revit (10).

Concluyendo en que empleando las herramientas BIM se obtiene un 12 % menos de error en cuanto al modelamiento y metrado, porque se identifican las interferencias entre los elementos, cuneta y alcantarilla, por lo que recomienda emplear herramientas BIM para todo

tipo de proyectos y mejorar la productividad reduciendo gasto, incluyendo el tiempo de ejecución de cualquier tipo de construcción (10).

Benites y Cruz (11), en su tesis «Propuesta de implementación de la metodología BIM como herramienta en el diseño del desembarcadero pesquero artesanal La Cruz – Tumbes», indica como problemática que en el transcurso de un proyecto de construcción se descubren con frecuencia discrepancias entre los planos y las especificaciones técnicas. Estas discrepancias influyen negativamente en los costes y plazos de ejecución del proyecto y, en consecuencia, su calidad se ve comprometida.

Por lo que se plantea como objetivo implementar la metodología que implique la utilización de modelos 3D. Esto ayudará a visualizar, calcular los materiales necesarios y garantizar la compatibilidad durante la fase de preparación. Utilizando un tipo de investigación aplicada y de nivel descriptivo, debido a la naturaleza de la investigación se optó por elegir un diseño cuantitativo de tipo no experimental, dado que, se recabó información proveniente del expediente tradicional del desembarcadero pesquero artesanal La Cruz (11).

Teniendo como resultados 103 incompatibilidades, se encontró la mayor cantidad de estas en la propia especialidad de Arquitectura con un total de 22. En segundo lugar, están las incompatibilidades entre las especialidades de Arquitectura vs. Estructuras con 18. El tercer puesto se da entre las especialidades de Estructuras vs. Instalaciones sanitarias con 15 incompatibilidades (11).

Estos resultados tienen relación con el antecedente de la investigación hecha por Ulloa y Salinas (22), ya que obtuvieron un total de 149 interferencias e incompatibilidades, en la implementación de la metodología BIM, siendo el mayor porcentaje las de instalaciones eléctricas vs. instalaciones sanitarias.

Concluyendo que la metodología BIM es una gran herramienta en planificación y ejecución de proyectos, ya que permite abarcar todas las especialidades de este (11).

Vilca (12), en su tesis «Gestión óptima del tiempo mediante la metodología VCD/BIM y *Lean Construcción* en la fase de ejecución de una presa de material suelto, en la región de Ayacucho – 2021», define como problemática las deficiencias técnicas en la elaboración de documentos contractuales (expedientes técnicos).

Por lo que plantea como objetivo desarrollar la metodología VCD para mejorar la gestión del tiempo, en la represa Pallcca, distrito de Quinua, región Ayacucho, 2021-2022. Utilizando un tipo de investigación observacional de nivel aplicado y no experimental porque no se manipuló intencionalmente ninguna variable de estudio (12).

Teniendo como resultados la verificación de la hipótesis de que el método VDC mejorará la gestión del tiempo durante la construcción de la presa Pallcca, por lo que existe una relación significativa entre las variables estudiadas, para lo cual se realiza un análisis de relación entre las variables independientes y dependientes. Así, la relación entre el metrado y el costo es directa, como lo es la relación entre el costo y el tiempo. Cabe señalar que cuando se optimizan las mediciones, también se optimiza el tiempo (12).

Por lo que concluye en que evaluar la incidencia de la implementación de la metodología VDC/BIM en la reducción del tiempo durante la fase de construcción, demostrando que su aplicación en proyectos de configuración lineal, tiene un efecto positivo en la reducción del tiempo y en la optimización de los recursos, ya que están relacionados con la estimación de tiempo y costo (12).

Chávez et al. (13), en su investigación «Impacto económico en la implementación de BIM en la ejecución de proyectos de establecimiento de salud del Primer Nivel de Atención», indica como problemática que en la ejecución de proyectos de establecimientos de salud del Primer Nivel de Atención no se cumplen las condiciones estipuladas en tiempo y costos, por la incompatibilidad de las especialidades en la etapa de diseño.

Por lo que plantea como objetivo aplicar la metodología BIM de forma coordinada y multidisciplinaria en el proyecto de un establecimiento de salud, implementándola en la etapa de diseño, este se ejecuta de forma efectiva sin generar adicionales en tiempo y costo por motivo de interferencias en el proyecto. La metodología usada fue cuantitativa, aplicada y no experimental (13).

Obteniendo como resultados, incongruencias que se presentan entre los modelos mediante el uso de la herramienta Clash Detective, del programa Autodesk Navisworks, la cual genera un aviso de error en donde se muestra qué elementos presentan la incongruencia, en qué nivel se encuentran, cuál es la ubicación exacta respecto a 80 de los ejes del proyecto y permite visualizar de manera aislada dentro del modelo dichos elementos (13).

Concluyendo en que sobre la base de los resultados obtenidos en el estudio, es posible afirmar que al aplicar la metodología de trabajo BIM en la coordinación multidisciplinaria de un proyecto de infraestructura de salud, se evidencia una clara rentabilidad de su implementación dentro de todo el proceso constructivo, en especial en la etapa de diseño, dando como resultado que este se ejecute de forma efectiva sin generar adicionales en tiempo y costo a causa de las interferencias entre especialidades durante su ejecución (13).

Cabana (14), en su tesis «Metodología de gestión para optimizar la gestión del costo y tiempo en obras de infraestructura de riego menor en la provincia Mariscal Nieto, 2019» indica la problemática existente sobre los incrementos presupuestales o ampliaciones de plazos durante la ejecución del proyecto.

Por lo que plantea como objetivo diseñar una metodología de gestión para optimizar la gestión del costo y tiempo en obras de infraestructura de riego menor en la provincia Mariscal Nieto, 2019, analizando el estado situacional del proyecto en las etapas de elaboración del expediente técnico y ejecución de obras por administración directa y validarla. Es una investigación de tipo aplicado o tecnológico en la modalidad de innovación en la gestión del costo y tiempo (14).

Como resultados, la metodología de gestión, para optimizar la gestión del costo y tiempo, reduce en forma significativa los incrementos presupuestales y ampliaciones de plazo durante la ejecución del proyecto, en las entidades públicas de la provincia Mariscal Nieto (14).

Concluyendo en que la metodología de gestión propuesta para optimizar la gestión del costo y tiempo durante la ejecución de proyecto de infraestructura de riego menor, en las entidades públicas, cumple su propósito en la medida que se implementen y desarrollen las acciones de cada proceso, según criterios técnicos metodológicos de construcción (14).

Vega (15), en su trabajo de suficiencia laboral «Aplicación de la metodología BIM para la identificación de inconsistencias técnicas en la etapa de diseño de un reservorio circular de 200 $m^3$», planteó como problemática central las inconsistencias técnicas que se presentan en la etapa de diseño de reservorios circulares de 200 $m^3$.

Tuvo como objetivo determinar cómo la aplicación de la metodología BIM permite identificar inconsistencias técnicas en la etapa de diseño de un reservorio circular de 200 $m^3$. En la elección de la metodología de solución, se optó por enfoques modernos y compatibles para las prácticas de las entidades públicas. La selección de la metodología BIM no solo se basa

en sus beneficios inherentes, sino también en la obligación futura para todas las entidades, tanto públicas como privadas, de adoptar para el 2030 (15).

Como resultados, se centra en el análisis de costos y beneficios, evaluando el impacto económico y operativo de la implementación de la metodología BIM en comparación con los métodos convencionales. Además, se presenta una visión detallada de las interferencias identificadas durante el modelamiento en 3D, proporcionando información crucial para la toma de decisiones en la etapa de diseño (15).

Concluyendo en que la identificación de inconsistencias técnicas en la etapa de diseño de un reservorio circular de 200 $m^3$ mediante la aplicación de la metodología BIM se beneficia de diversos antecedentes, aportan la perspectiva de la optimización del diseño geométrico de infraestructuras viales, destacando la precisión en presupuestos mediante BIM (15).

### 2.1.2. Antecedentes internacionales

Prado (16), en su tesis «BIM – Building information modeling, como herramienta de mejora para el desarrollo, planificación y ejecución de proyectos de inversión pública», plantea como problemática que la inversión pública es vital para el desarrollo del país y a la fecha los recursos en varias ocasiones son insuficientes, debido a diferentes parámetros que perjudican el desarrollo de los proyectos y en varias ocasiones con retraso y sobrecostes, que habitualmente generan ineficiencia e inequidad en los proyectos.

Por lo que propone como objetivo aplicar una metodología de trabajo que mejore los procesos y procedimientos del sistema nacional de inversión pública – SNIP, antes, durante y después de su ciclo de vida, ayudando a los diferentes proyectos a mejorar su eficiencia bajo parámetros de costo, tiempo y calidad. Desarrollando un método de investigación bajo un enfoque mixto, cuantitativo-deductivo y cualitativo-inductivo, ambos integrados en forma sistemática del tipo de investigación de carácter descriptivo, explicativo, propositivo, de diseño experimental enfocado al análisis de documentación, contenido de funciones y procesos para programación y seguimiento de proyectos (16).

Teniendo como resultados que la aplicación de la metodología BIM mejoraría considerablemente el desarrollo de los proyectos, hablando específicamente del caso de estudio, la aplicación BIM facilitaría el ciclo de vida del proyecto de inversión donde se hubieran evitado los retrasos en la ejecución del proyecto (16).

Concluyendo en que la implementación de la metodología BIM, logrará desarrollar proyectos más completos con mayor eficiencia y eficacia en un ambiente de comunicación y colaboración constante generando información más completa (16).

Chica y Coronel (17), en su artículo científico «Aplicación de la metodología de la gestión BIM en el canal de conducción de agua del sistema de riego Chiticay – Paute», plantean como problemática que la modernidad, el crecimiento poblacional y económico han impulsado una creciente demanda de estos recursos que representan un verdadero reto que la humanidad debe superar si quiere asegurar la subsistencia de generaciones futuras.

Por lo que propone como objetivo obtener información de fuentes bibliográficas y de expertos distribuidos en Europa y América sobre las herramientas utilizadas para la gestión BIM en procesos de construcciones civiles de obra lineal como canales de riego. Metodológicamente, se realizó una encuesta a diferentes especialistas BIM, hidráulicos y viales que están involucrados en este tipo de gestión de diferentes países de Europa y América para constatar cuales son las herramientas más accesibles y que da los mejores resultados para el desarrollo de la tercera, cuarta y quinta dimensión de la gestión de proyectos (17).

En adición, se realiza una revisión bibliográfica sobre investigaciones que implementan la metodología BIM para complementar los datos presentados por los expertos y verificar el nivel de madurez del uso de estas herramientas en diferentes países. Además, se efectuó el modelado de un tramo del canal y se cuantificaron los rubros exactos para optimizar los recursos y tiempo del sistema de riego antes mencionado (17).

Obteniendo como resultados que de los datos obtenidos por las herramientas de investigación y la revisión bibliográfica se pudo constatar que la tecnología BIM redujo los costos de ejecución de obra para la reconstrucción del canal en 13,08 dólares en los 20 metros analizados, mientras que, en los 17 km que posee la dimensión total del canal, se calcula un ahorro de $ 11 118,00 dólares. Además, se optimiza el tiempo en el diseño y construcción en el cambio de la sección hidráulica del canal (17).

Concluyendo que la metodología BIM es apta para ser aplicada en varios sistemas de riego de la provincia de Azuay para ahorrar recursos e interconectar varios procesos de la gestión en un solo sistema colaborativo en tiempo real (17).

Castañeda (18), en su monografía «Implementación de sistemas sostenibles para el desarrollo de vivienda mediante la metodología BIM» plantea como problemática que los

actuales en su mayoría no son sostenibles y respetuosos con el medio ambiente y que el sector de la construcción se ha convertido en uno de los menos sostenibles debido a su gran generación de huella de carbono y mala administración de recursos.

Por lo que presenta como objetivos emplear herramientas y métodos que permitan el ahorro de materiales y recursos durante la construcción, con el fin de contribuir activamente a la preservación del entorno y mejorar la calidad de vida de sus habitantes (18).

Metodológicamente, se realizó un análisis exhaustivo de la normativa sectorial, lo que ha llevado a determinar que el proyecto de vivienda se clasifique como tipo VIS, en línea con la vocación propuesta por el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) para esa zona. A partir de este punto, se ha desarrollado una propuesta de vivienda en altura que incluye diversas implementaciones con el objetivo de fomentar un desarrollo sostenible, siguiendo los lineamientos de la certificación Casa Colombia. Esta certificación busca garantizar una mejor calidad de vida para los habitantes y, al mismo tiempo, generar un impacto positivo en la economía y el medio ambiente, mediante la implementación de sistemas y prácticas sostenibles (18).

Por lo que como resultado muestra una vivienda con sistemas de reducción de agua potable, uso eficiente del agua en interiores y un uso eficiente de la energía. Concluyendo que la implementación de los sistemas y la certificación de sostenibilidad Casa Colombia ofrece numerosos beneficios para los edificios que deseen adoptar prácticas sostenibles (18).

Limas (19), en su trabajo de investigación «Metodología BIM aplicada a la fase de prefactibilidad de un proyecto vial de tercer orden en Colombia», plantea como problemática la necesidad de crear estrategias que haga más eficiente el desarrollo de vías terciarias en el país, tanto en su diseño como en su construcción (19).

Como objetivo, adaptar la metodología BIM para la fase de prefactibilidad de vías terciarias en el país, generando una estrategia real que haga más eficaz y transparente los procesos de diseño. Metodológicamente, su base teórica se fundamenta en el uso de herramientas tecnológicas, comunicación entre participantes y flujos de trabajo ágiles, que hacen más efectivo el cumplimento de tiempos, la transparencia en el manejo de recursos y la calidad de las entregas (19).

Por lo que, como resultados del organigrama BIM, cronograma, presupuesto, mapas de proceso para uso BIM, etc., concluyendo el trabajo de investigación en conjunto, compuesto

por la parte técnica y aplicada que va a permitir que en caso de usar la metodología BIM en el municipio de Pesca se tenga información base importante para lograr la adaptación a la fase de Factibilidad y las etapas siguientes. Esto mejorará el proceso de diseño en el ciclo de vida del proyecto que finaliza con la construcción (19).

## 2.2. Bases Teóricas

### 2.2.1. *Building Information Modeling* (BIM)

#### 2.2.1.1. Definición

BIM es una herramienta perfecta para la ingeniería debido a que esta especialidad es compleja y con mucha información difícil de estructurar y puede llegar a ser desordenada, irregular e inexacta. Por ello BIM como metodología de trabajo colaborativo proporciona un flujo de trabajo sólido durante las etapas del ciclo de vida de un proyecto.

Para Choclán et al. (21):

> BIM (*Building Information Modeling*) es un nuevo acercamiento al diseño, construcción y gestión de los edificios. Se trata de una metodología que enfoca desde un punto de vista diferente el modo de entender los edificios, cómo estos funcionan y la manera en la que estos se construyen. Se podría pensar en la Revolución Industrial del siglo XXI en lo que a la industria de la construcción se refiere (21).

En la industria de la construcción, la incompatibilidad entre sistemas generalmente impide que los miembros del equipo de proyecto puedan intercambiar la información de manera precisa y rápida; este hecho es la causa de numerosos problemas en el proyecto como pueden ser el aumento de costes y plazos.

> La adopción de una metodología BIM y el uso de modelos digitales integrados durante todo el ciclo de vida del edificio supone un paso en la buena dirección para la eliminación de costes resultantes de una incorrecta interoperabilidad de datos. Pero el simple hecho de utilizar un modelo digital no es suficiente. Se habla de nuevos procesos de trabajo o necesidad de adaptación de los existentes. Existe una cita para explicar este hecho: «BIM es 10 % tecnología y 90 % sociología» (21).

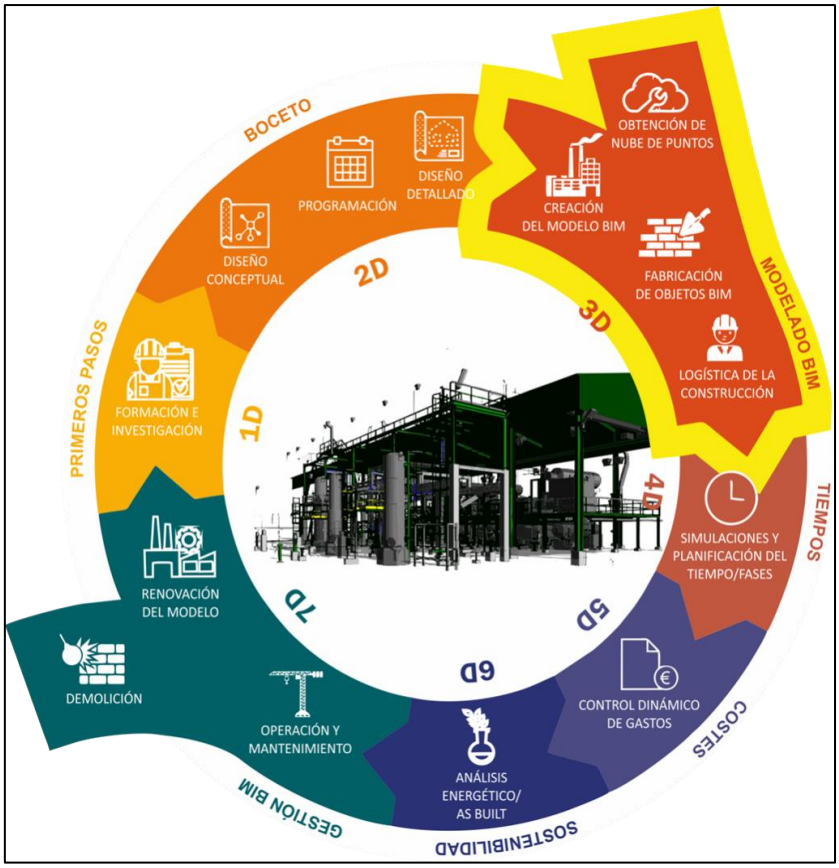



***Figura 1. Uso de BIM en el ciclo de vida de un proyecto***
***Fuente: Proyectos BIM Canarias***

### 2.2.1.2. Importancia de BIM

Un equipo de trabajo aun teniendo las mejores herramientas tendrá dificultades si está trabajando con un flujo de información pobre y poco colaborativo debido a que cada especialidad dentro de un proyecto general presenta una visión diferente del producto final, estas descoordinaciones son muy difíciles de determinar en las etapas tempranas del proyecto como en su análisis y conceptualización e incluso en la etapa de diseño; sin embargo, son detectadas a simple vista en las etapas siguientes de construcción y ejecución, provocando a estas alturas los problemas ya conocidos como ampliaciones y adicionales.

«Empleando la metodología BIM, se logra detectar errores en las etapas posteriores, que en la mayor parte de los casos vienen causados por faltas en la documentación distribuida y deficiencias en la comunicación» (21).

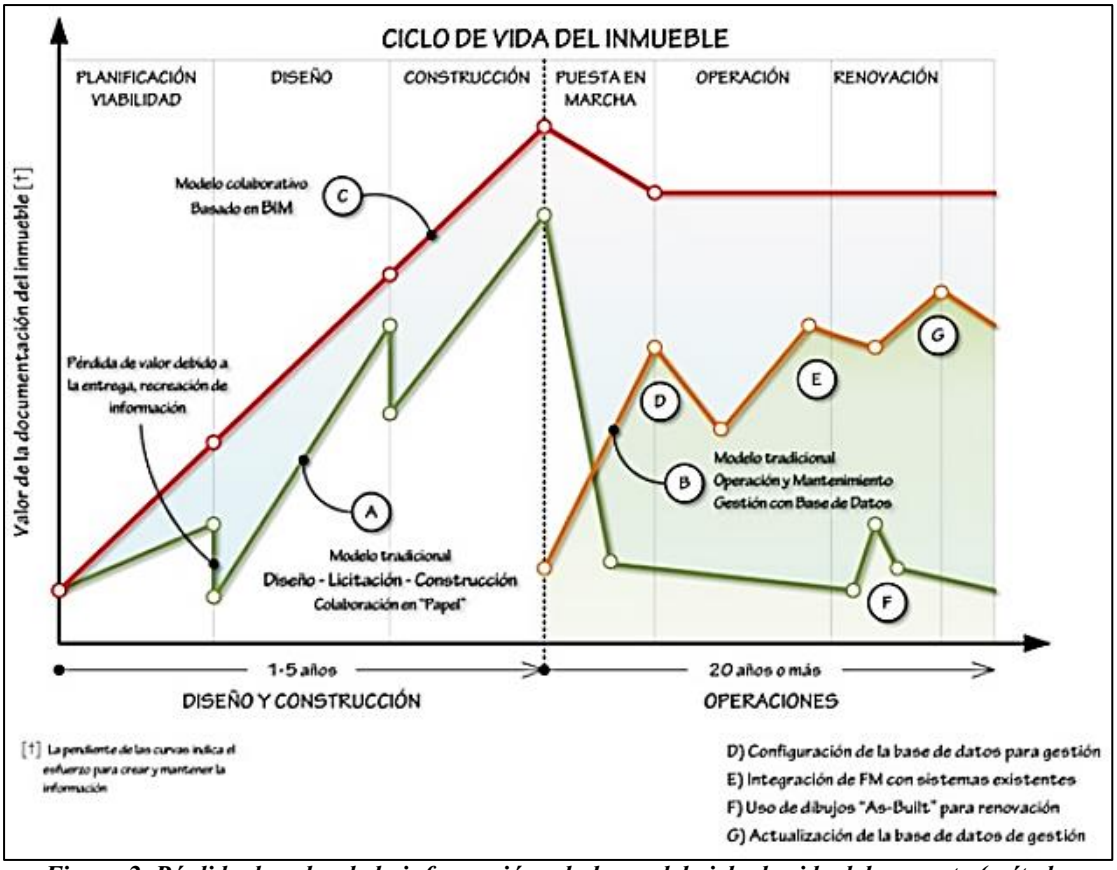



***Figura 2. Pérdida de valor de la información a lo largo del ciclo de vida del proyecto (método tradicional) (31)***

La figura 2 muestra la evidente diferencia de la pérdida de valor de la información a lo largo del ciclo de vida del proyecto con el método tradicional existente y basado en BIM y que obliga a un mayor esfuerzo de producción de información en las distintas fases del proyecto (21).

Los proyectos de ingeniería cada vez tienen mayores exigencias y actualmente requieren más información, por ende, más planos, que utilizados mediante el método tradicional se convierte en un caos al compatibilizarlos, generando mayores errores en las etapas siguientes.

> El proceso de trabajo en BIM mantiene una línea de constante crecimiento del valor de la información frente a la rotura y pérdida de información en el proceso tradicional. Para la realización de esta premisa de no perder valor de la información se precisa un cambio en el proceso de toma de decisiones para que estas sean tomadas en edades tempranas donde la capacidad de influir positivamente en el coste final de un edificio es muy alta frente al coste de ejecutar una acción que es muy bajo. En esta gráfica se comparan las curvas del esfuerzo en un proceso tradicional frente a un proceso BIM

con respecto a la capacidad de influir en el coste final con un cambio y el coste de dicho cambio a lo largo del ciclo de vida del inmueble (21).

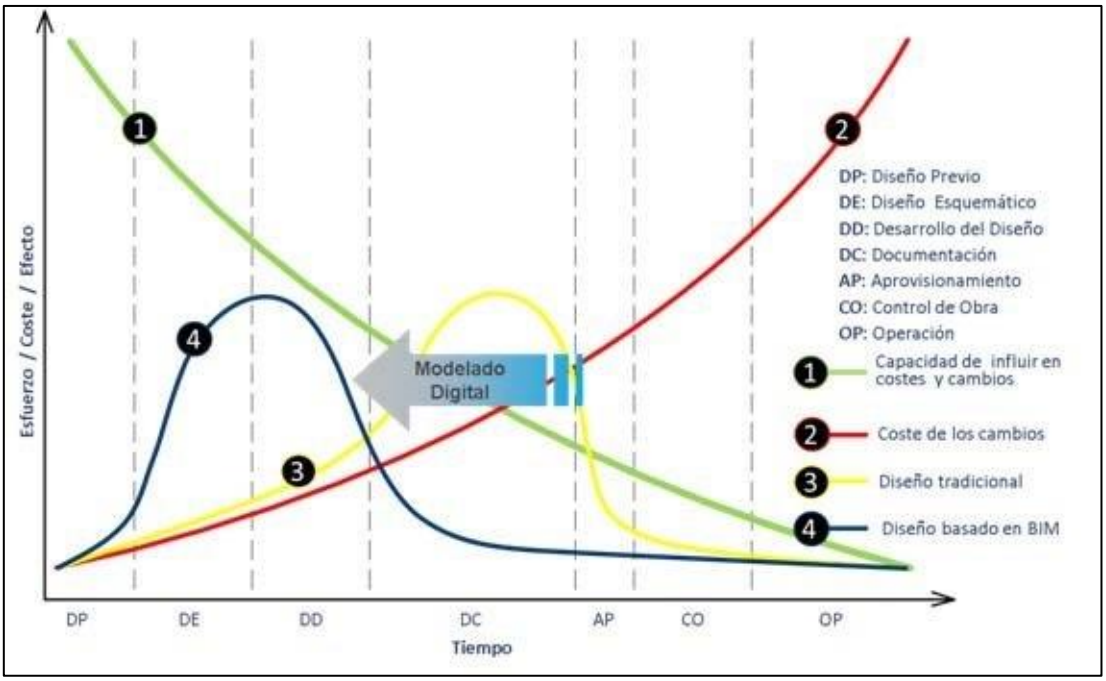



***Figura 3. Curva de esfuerzo/efecto del ciclo de vida de un proyecto (MacLeamy)***
***Fuente: MacLeamy Curve***

Tener un modelo de información digital de un proyecto que muestre detalles imposibles de detectar en planos 2D como análisis de sombras, comportamiento del sol, navegación tridimensional con las especialidades compatibilizadas definitivamente permite tener mayor capacidad de influencia y mejor toma de decisiones en la etapa de planificación donde los costos del proyecto son mínimos.

La figura 3 muestra la Curva de MacLeamy que en resumen indica que la metodología BIM provoca que el proyecto por realizar tenga más influencia en las etapas tempranas del ciclo de vida de un proyecto donde se tiene mayor capacidad de influir en costes y cambios y donde los costes de esos cambios son menores.

#### 2.2.1.3. Implementación de BIM en proyectos

La envergadura de los proyectos actuales y sus necesidades implican optar por una nueva forma de llevar a cabo un proyecto por lo que el uso del BIM cada vez se hace más común y necesario para acelerar procesos de diseño, eliminando las deficiencias como falta de detalles, incompatibilidades e inconsistencias entre especialidades (22):

En los últimos años, se consiguieron buenos resultados en productividad con la aplicación de *lean construction* y las herramientas de planificación como *last planner system*, pero se presentaban obstáculos que ocasionaban variabilidades, como las incompatibilidades en las especialidades (arquitectura, estructuras, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias, instalaciones mecánicas) e indefiniciones en las terminaciones (puertas, ventanas, pisos, muebles de cocinas y closets), con variaciones en el alcance y consecuentes incrementos de costos y plazos. Es por lo que, en busca de una mejora en la gestión de la información en las etapas el diseño y construcción, surge la necesidad de mejorar la gestión con el uso de nuevas tecnologías como es BIM (*building information modeling*) (22).

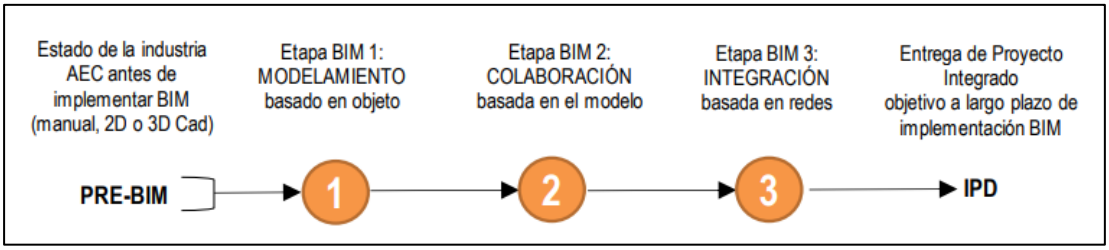



***Figura 4. Etapas del proceso BIM (22)***

En la figura 4 se presentan las etapas de BIM a manera de línea del tiempo indicando que para poder realizarse es necesario completar ciertas fases; para integrar la metodología BIM antes se necesita de un trabajo colaborativo por parte de todas las especialidades del proyecto y para lograr esto último es necesario realizar un modelamiento que permita modelar y manipular la información digital; en conclusión, para implementar la metodología BIM en un proyecto es necesario cumplir con cada etapa.

En vista de la situación actual en la que se encuentra la industria de construcción (servicio de proyectistas, normas, estándares, procesos) en relación con el tema de la implementación BIM, no se puede pretender que una empresa alcance directamente el estado 3 o inclusive el IPD. Por lo tanto, se propone que primero se debiera comenzar a trabajar en los estados 1 y 2 para posteriormente pasar a estados superiores. Es decir, cada estado debe ser un requisito para poder alcanzar los siguientes niveles. Sobre la base de la experiencia que ya cuenta la empresa Marcan en el uso del modelo BIM, la propuesta de mejora está enfocada en el nivel 2» (22).

#### 2.2.1.4. BIM en el Perú

BIM existe y fue desarrollándose desde hace mucho tiempo y el éxito de su metodología frente a la manera tradicional de llevar a cabo un proyecto hizo que varios países

adopten su estrategia para sus propios intereses y Perú empezó a aplicarlo desde hace 5 años, pero aún sigue siendo una propuesta en muchos de sus proyectos públicos y casi desconocido en los proyectos privados.

> Los países que lideran el desarrollo e implementación del BIM a nivel gubernamental son Estados Unidos (2003), Reino Unido (2011) y los países escandinavos (2012), seguidos por Alemania, Singapur, Japón, China, Francia, España, Brasil, Chile, entre otros, los que tienen como objetivo principal mejorar la gestión de los contratos de obras públicas (23).
>
> En el Perú, la implementación del BIM empezó en 2005 y estuvo a cargo de las grandes empresas constructoras interesadas en incrementar su productividad en los proyectos. Posteriormente, motivados por la necesidad de dar a conocer esta metodología que venía revolucionando el rubro de la construcción, se creó el Comité BIM del Perú en 2012, que pertenece a la Cámara Peruana de la Construcción (Capeco) (23).

Justamente, por los años que se viene aplicando la metodología BIM en otros países, y los años de experiencia ya obtenidos en su manejo, es que se han atrevido a normalizarlas y ya exigirlas en sus proyectos públicos, para el 2014, McGraw-Hill Construction, empresa conocida principalmente por sus publicaciones y servicios en el sector de la construcción realizó un estudio sobre los años de experiencia con BIM de los contratistas del mundo, que se puede observar en la figura 5.

IMAGEN 1

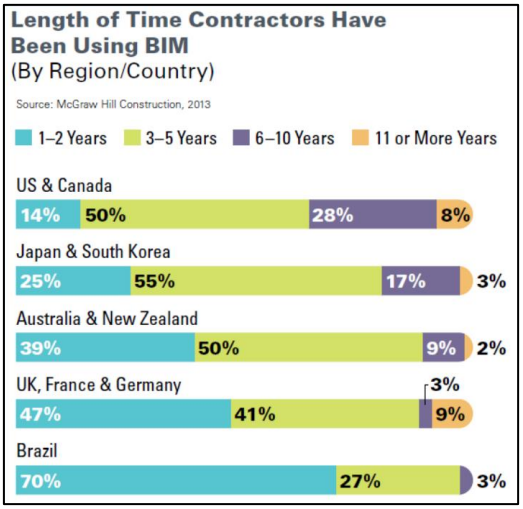



***Figura 5. Años de experiencia con BIM de contratistas en el mundo (2)***

El empleo de BIM se ha acelerado en gran medida en los últimos años debido a que, en algunas regiones, las grandes empresas privadas y las entidades del Estado lo han institucionalizado como requisito para ejecutar los proyectos. Entre esas regiones se encuentra Norteamérica, en donde la adopción de BIM se incrementó de 28 % a 71 % entre el 2007 y 2013. Como se mencionó anteriormente, la tecnología BIM se empleó inicialmente por los arquitectos y recientemente una investigación mostrada por el *Smart Market Report* muestra que la adopción de BIM por los contratistas (74 %) ha superado a la adopción por los arquitectos (70 %), y este grupo muestra cada vez más liderazgo en el impulso de la innovación de la implementación de BIM (24).

Estas cifras para la actualidad ya variaron Y los mismos contratistas encuestados en el estudio ya tienen actualmente más de 21 años de experiencia en el BIM demostrando la gran diferencia con los años aplicados en el Perú.

En Perú, solo los proyectos del sector privado de gran envergadura en su minoría usan la metodología BIM debido a los altos costos que generan estos tipos de proyectos y los beneficios del uso de esta metodología pueden medirse en sumas muy significativas de dinero y tiempo ahorrados.

Respecto a la metodología BIM, Espinoza et al. (25) hacen referencia que:

> Los profesionales de la ingeniería utilizan las herramientas como planificación, diseño arquitectónico, logística de recursos y simulación de procesos de manera independiente como complemento de sus labores encargadas en sus centros de trabajo, pero solo las constructoras de proyectos de gran envergadura han implementado la metodología BIM en sus servidores de cómputo (25).

#### 2.2.1.5. Dimensiones BIM

Es una metodología de trabajo que permite, mediante las herramientas BIM, realizar el modelo de la información de un proyecto en colaboración con todos los agentes que intervienen en los procesos del proyecto durante todo su ciclo de vida. Este modelado puede tener dimensiones, siendo las más conocidas y desarrolladas 2D, 3D, 4D, 5D, 6D y 7D.

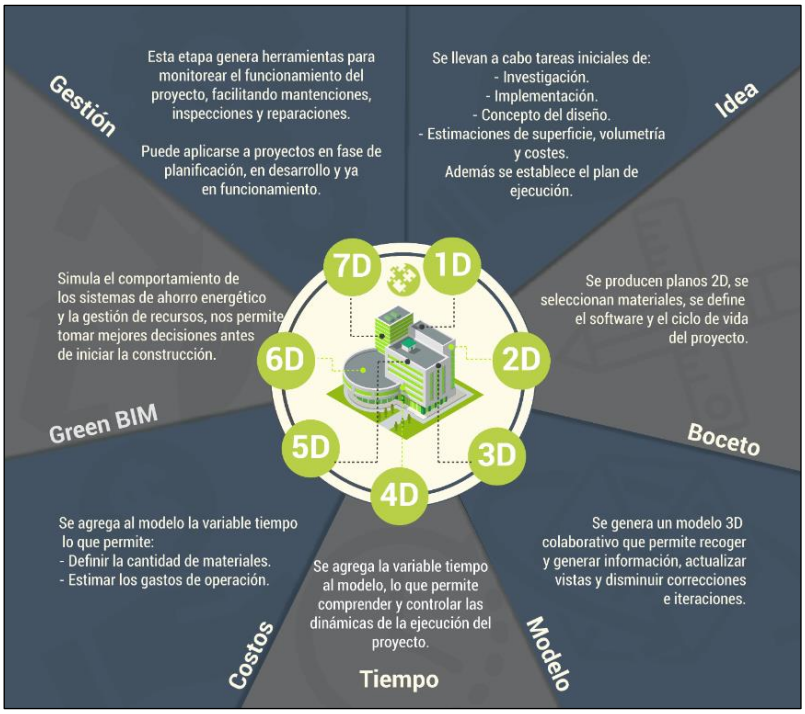



***Figura 6. Las 7 dimensiones BIM***
***Fuente: BimTool***

El sistema de datos que permite el diseño del D (idea), 2D (boceto), 3D (modelo), los cuales actualmente se trabajan con CAD (diseño asistido por computadora); además de la incorporación del 4D (tiempo), 5D (costos), 6D (sostenibilidad). y 7D (gestión y operación), se definirán más adelante. Con estos datos se puede gestionar la información de manera inteligente durante todo el ciclo de vida de un proyecto, automatizando procesos de programación, diseño conceptual, diseño detallado, análisis, documentación, fabricación, logística de construcción, operación y mantenimiento, renovación o demolición (26).

Esta tecnología permite ordenar la complejidad de los procesos, por lo tanto, se considera a BIM como un sistema de trabajo. En la figura 7, se presentan los componentes característicos de este sistema, los cuales son construcción, información, modelación, *software*, diseño, planificación y ordenador.

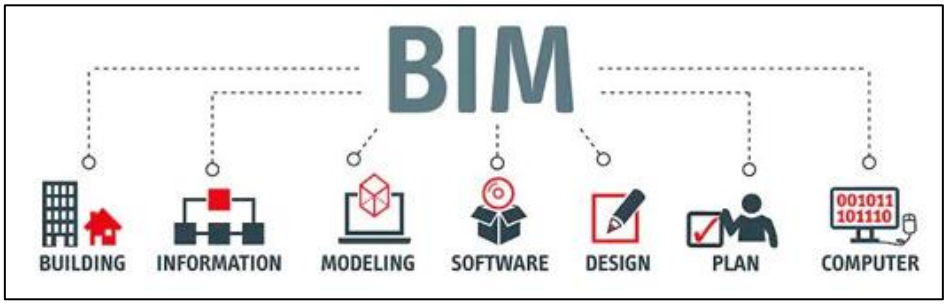



***Figura 7. Building information modeling software (46)***

**Dimensión 3D (Modelación).**

IMAGEN 2

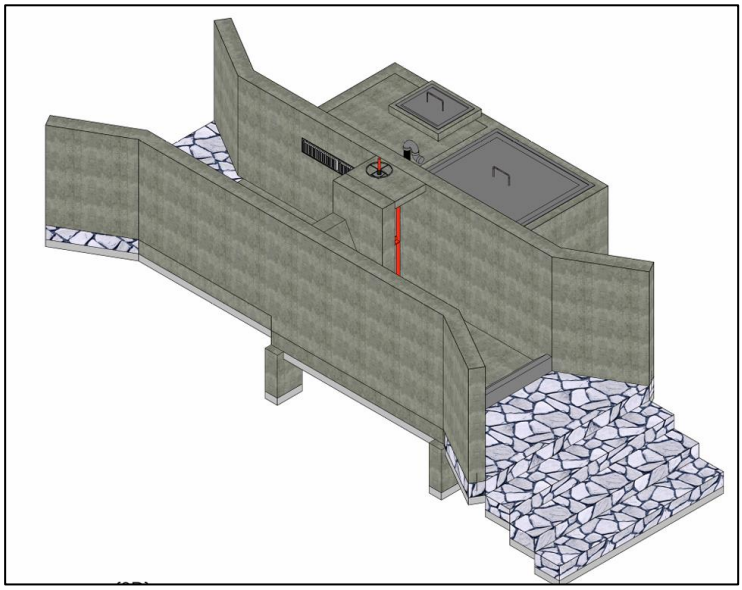


***Figura 8. Modelación 3D***

- En esta dimensión se desarrolla un modelo digital de la construcción o el proyecto que se va a ejecutar.
- Permite observar el detalle gráfico del diseño que se está ejecutando.
- Al realizar este modelo se pueden encontrar los posibles problemas que se estén evidenciando hasta el momento en esta fase de diseño, por lo tanto, se pueden generar algunos cambios que favorezcan el desarrollo del proyecto.
- Para lograr una modelación correcta se realizará el «model cheking», donde se revisa que se cumple con las peticiones de diseño (26).

**Control de ejecución 4D (Tiempos)**

- En esta dimensión se realiza el control de la eficiencia y duración de las distintas tareas de los proyectos, simulando los tiempos de todas las fases y trabajos.
- Este control posibilita una planificación detallada con estimaciones y la visualización del progreso de todas las actividades; además de dar un seguimiento detallado permitiendo una coordinación eficiente de los especialistas y sus actividades, mejorando los tiempos y el uso de recursos.
- Permite el desglose analítico de un proyecto en partes elementales planeadas específicamente para conectarse con lo que se ha modelado; de esta manera, es posible extraer, organizar y visualizar fácilmente el progreso de la obra, representando una de las formas de innovar la gestión de esta dimensión (26).

**Control de costos 5D (Costos)**

- Esta dimensión es importante para la optimización de la rentabilidad del proyecto, en esta se realiza la estimación y gestión de costos o gastos que se presenten a lo largo del desarrollo del proyecto.
- Permite definir la cantidad de materiales y costos, además de organizar los gastos para poder estimar los posibles costos de operación que se dan en la fase de uso y mantenimiento.
- Al combinarse con otras dimensiones de BIM (3D y 4D), permite el control del coste total del ciclo de vida del proyecto y también el almacenamiento de información exacta durante el uso y el mantenimiento.
- Permite el cálculo de la relación entre los costos, los tiempos y el trabajo (26).

**Sostenibilidad 6D (Ambiente *Green* BIM)**

- En esta dimensión se puede realizar un análisis muy preciso de cómo se va a desarrollar o cómo se va a comportar el proyecto, esta fase es importante, porque de este análisis depende la toma de decisiones que va a ser fundamental.
- Entrega una visión de la gestión de recursos, con el fin de buscar la optimización del consumo de energía y reducir en lo que más se pueda los daños que se puedan generar en el ambiente.
- Se toman decisiones que son importantes y que se deben tomar antes de comenzar el proyecto, debido a que se pueden crear diferentes alternativas que afectan directamente en los materiales que se quieren utilizar y los combustibles que se van a utilizar a lo largo del proyecto (26).

**Gestión y operación 7D (Mantenimiento)**

- En esta dimensión se trabaja el control logístico y operacional para el uso y mantenimiento del proyecto, por medio de monitoreo, reparaciones y tareas de mantenimiento.
- Esta fase permite, además, encontrar información sobre posibles fallas en el funcionamiento y en contar áreas en donde se puedan realizar algunas mejoras.
- Con BIM la gestión de estas tareas se realiza de una forma más eficiente, en el menor tiempo y antes de invertir mayor cantidad de recursos en una posible solución.
- Permite evaluar en concreto el desarrollo general del proyecto y se verifica si se cuenta con los recursos necesarios, además de evaluar las posibles fallas que pueden surgir y se dan las posibles soluciones teniendo en cuenta los recursos que se tienen y buscando el menor gasto posible (26).

#### 2.2.1.6. Niveles en BIM

Los niveles BIM definen los parámetros de información que se tendrán en cuenta al realizar un proyecto con la metodología BIM. Estos niveles de madurez del BIM definen el proceso tecnológico alcanzado, grado de colaboración e intercambio de la información, desde una colaboración baja que opera con solo 2 dimensiones (CAD) y con la documentación tradicional en papel, hasta una colaboración integrada que abarca otras dimensiones sobre evaluación de la sostenibilidad y mantenimiento. Todavía no hay mucha claridad sobre este tema y, a menudo, se tiende a confundir los niveles de madurez del BIM, con los niveles de detalle (LOD) o, incluso, con las dimensiones del BIM (3D, 4D, 5D, etc.). Los niveles de BIM, definen el grado de madurez en relación con el uso de la metodología BIM por parte de una determinada organización perteneciente al sector de la construcción (27).

**La PAS 1192 introduce 4 niveles de madurez digital**

N0- Colaboración baja – se opera en 2 dimensiones con *Software Computer Aided Desing* (CAD). o también sobre documentos en papel.

N1- Colaboración parcial – se opera en 2 o 3 dimensiones con *Software Computer Aided Desing* 3D con archivos digitales y nuevos parámetros y normativas a partir del 2000.

N2- Colaboración completa – se opera en 3 a 5 dimensiones con *Building Information Modeling* (BIM). con archivos digitales y bases de datos con nuevos parámetros y normativas implementadas desde 2010.

N3- Integración completa – se opera en 5 a más dimensiones con *Building Lifecycle Management* (BLM). con archivos digitales y bases de datos colaborativas siendo aplicadas desde 2020.

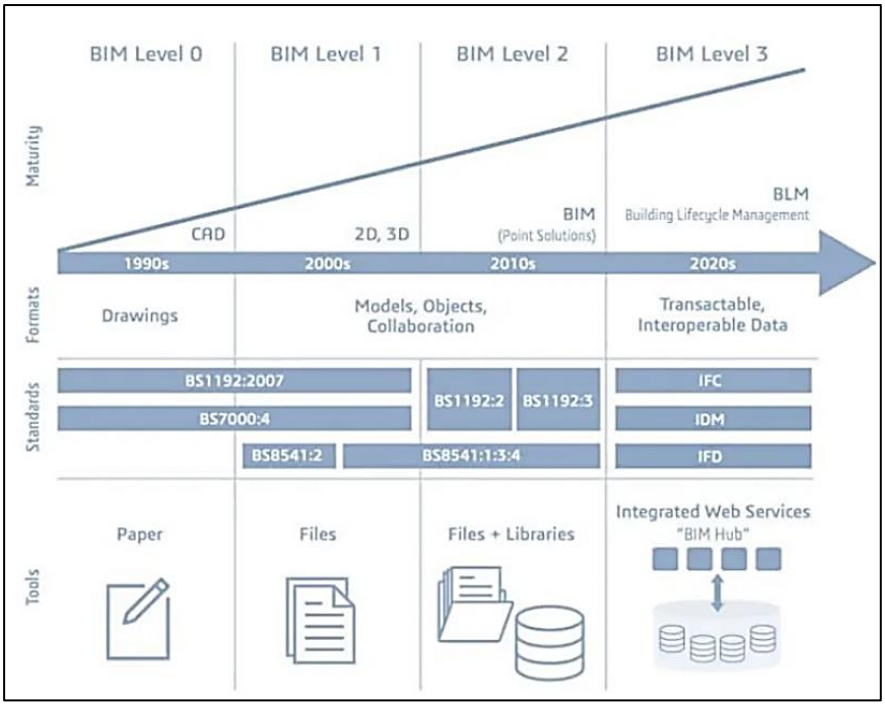



***Figura 9. Los 4 niveles de madurez del BIM***
***Fuente: Bew y Richards***

Sobre la PAS 1192 se podría definirla como una colección de documentos que indican a los agentes implicados cómo deberían gestionar la información que se genera y manipula durante el ciclo de vida de un bien inmueble, para trabajar de modo homogéneo y acorde con las pretensiones del «UK BIM Level 2». Este cuerpo de conocimiento se aplica al Reino Unido y casi todos los países de la *Commonwealth* que también la han asumido como propio. La ISO 19650 emula la estructura y objetivos del PAS 1192, aportando modificaciones para armonizarlo para un público global (28).

**Nivel 0 BIM (Colaboración baja)**

El nivel 0 representa la situación menos evolucionada en la que puede trabajar un profesional, lo que se puede llamar «no digital» – 2D CAD, es una metodología que no prevé la cooperación directa y el intercambio de información de una manera fácil e inmediata. Básicamente es una mesa de dibujo digital, en la que se está fuera de cualquier esquema de estándares, colaboración y uso compartido (27).

**Nivel 1 BIM (Colaboración baja)**

El nivel 1 de madurez digital implica el uso de tecnologías CAD en 2D y 3D para la fase de diseño, mientras que las 2D se utilizan para la documentación y la gestión de la información. Además, a pesar de la presencia de un entorno común de datos, los modelos generados no se comparten entre los diferentes actores implicados. Actualmente, este es el nivel

de colaboración más popular entre los profesionales y las empresas del sector de la construcción que ya han dado un paso más allá del nivel básico, pero que aún no se han acercado al BIM (27).

**Nivel 2 BIM (Colaboración completa)**

En este nivel se introducen dos nuevas dimensiones relacionadas a la gestión del proyecto: el 4D, ligado a la gestión del tiempo, y el 5D, relacionado al cálculo del presupuesto. La norma internacional PAS 1192 indica las condiciones necesarias para que un proyecto alcance el Nivel 2 BIM.

El trabajo colaborativo es el núcleo del Nivel 2 del BIM. Sin embargo, no requiere que todos los elementos del equipo involucrados en el proyecto operen sobre los mismos modelos CAD 3D. Por el contrario, cada uno es libre de utilizar un modelo CAD distinto. Lo que es realmente importante es la existencia de un tipo de archivo común (un archivo IFC, por ejemplo, utilizado para intercambiar datos BIM) que contiene toda la información de diseño.

Este modelo de colaboración plena entre todas las partes del proyecto puede tener una panorámica de todos los datos disponibles y modificarlos, gracias a esto son capaces de producir juntos un modelo BIM unificado (27).

**Nivel 3 BIM (Integración completa)**

Este nivel implica el alcance de la plena integración (iBIM) de los datos de un ambiente *cloud*. Esto se obtiene mediante el uso de un modelo compartido común. El modelo será accesible a todos aquellos que tengan que ver con el proyecto. Por otra parte, los agentes que trabajan en el proyecto podrán modificarlos o agregar sus propios datos.

Por ende, el Nivel 3 representa el tope del método: un único modelo sobre que trabajar que se nutre de un contenedor, el archivo IFC: este archivo será el objeto por compartir y conservar en un *cloud*, así las figuras involucradas en el proyecto pueden acceder a los mismos datos. El equipo de proyecto en tiempo real verifica los efectos de cada acción sobre el modelo. Será fácil tener bajo control toda la historia de una obra, desde su diseño hasta su construcción, desde los costes hasta su mantenimiento (27).

Aún se está lejos de esto, y la mayoría de los mercados AEC en todo el mundo se concentran firmemente en el soporte, la formación y la instrucción necesaria para alcanzar el Nivel 2.

### 2.2.2. Herramientas BIM

#### 2.2.2.1. Revit

Revit es un *software* de diseño inteligente de modelado BIM para arquitectura e ingeniería, que facilita las tareas de diseño de proyectos y los procesos de trabajo. Utiliza objetos inteligentes (familias paramétricas) y modela en 3D a medida que se desarrolla el proyecto.

Los usos de este *software* son varios, pero como principales están los de modelar elementos 3D, diseñar, documentar, analizar y colaborar entre diversas disciplinas de un proyecto.

#### 2.2.2.2. Navisworks

Navisworks es otro *software* BIM con herramientas que permiten combinar archivos 3D y compatibilizarlos, generar animaciones, comprobar interferencias y hacer planificación de obra e incorporar mayores dimensiones al proyecto como tiempo, costo, ambiental y mantenimiento.

### 2.2.3. Proyectos de riego

#### 2.2.3.1. Definición

Los proyectos de riego son un sistema de estructuras relacionadas entre ellas que trabajan con el objetivo de abastecer de agua a ciertas áreas agrícolas, estas obras de arte pueden formar parte de proyectos desde muy básicos hasta los de gran envergadura y para países donde la agricultura y la ganadería forman gran parte del desarrollo económico como Perú, que es más importante aún conocer sus características, aplicaciones y detalles.

**Para Hendriks (29):**

> El riego es de fundamental importancia para el desarrollo del agro en el Perú, tanto en la costa como en la sierra. En las últimas décadas ha sido impulsado mediante proyectos de gran inversión, pero con resultados no siempre alentadores. Estos resultados limitados no solo se deben a adversas políticas agrarias, sino también al débil diseño social de cada proyecto con enfoques muy tecnicistas y desde intereses particulares (29).

#### 2.2.3.2. Estructuras hidráulicas

Las estructuras u obras hidráulicas son indispensables para que el sistema de riego cumpla con su cometido. Dentro de estas se tienen las obras de captación, estructuras de protección, estructuras de cruce y estructuras de distribución del agua (30).

**Captación**

«Las obras de toma o bocatomas son las estructuras hidráulicas construidas sobre un río o canal con el objeto de captar, es decir extraer, una parte o la totalidad del caudal de la corriente principal. Las bocatomas suelen caracterizarse principalmente por el caudal de captación, el que se define como el gasto máximo que una obra de toma puede admitir (30).

**Desarenador**

Los desarenadores son obras hidráulicas que sirven para separar (decantar). y remover (evacuar). después, el material solido que lleva el agua de un canal (30).

**Cámara de inspección**

Estructura hidráulica ubicada en las intersecciones de tuberías de alcantarillados con el objetivo de evitar taponamientos, excesos de velocidad y garantizar el flujo adecuado en la red. Permite, además, el acceso a los sistemas de alcantarillado desde la superficie para supervisión y mantenimiento (30).

**Cámara de distribución**

Las cámaras de distribución son estructuras que tiene el objetivo de dividir los flujos de agua y se usan para grandes áreas de riego que necesitan estructuras adicionales como el reservorio.

**Reservorio**

Estructura que se usa para depositar el recurso hídrico captado y mediante ella ser distribuido por las redes de tuberías a los campos de riego.

### 2.2.4. Ciclo de vida de un proyecto

#### 2.2.4.1. Definición

El ciclo de vida indica las diferentes etapas por las que tendrá que pasar un proyecto para su correcta ejecución, analizándolo desde su análisis y conceptualización hasta su mantenimiento y operación.

También definen al ciclo de vida de un proyecto como:

**Según el PMBOK 5.ª edición**

El ciclo de vida de un proyecto es la serie de fases por las que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su cierre. Las fases son generalmente secuenciales y sus nombres y números se determinan en función de las necesidades de gestión y control de la organización u organizaciones que participan en el proyecto, la naturaleza propia del proyecto y su área de aplicación. Las fases se pueden dividir por objetivos funcionales o parciales, resultados o entregables intermedios, hitos específicos dentro del alcance global del trabajo o disponibilidad financiera. Las fases son generalmente acotadas en el tiempo, con un inicio y un final o punto de control. Un ciclo de vida se puede documentar dentro de una metodología. Se puede determinar o conformar el ciclo de vida del proyecto sobre la base de los aspectos únicos de la organización, de la industria o de la tecnología empleada. Mientras que cada proyecto tiene un inicio y un final definidos, los entregables específicos y las actividades que se llevan a cabo variarán ampliamente dependiendo del proyecto. El ciclo de vida proporciona el marco de referencia básico para dirigir el proyecto, independientemente del trabajo específico involucrado (31).

**Según la ITM Plataform**

El ciclo de vida de un proyecto es el conjunto de fases en las que se organiza un proyecto desde su inicio hasta su cierre. Una fase es un conjunto de actividades del proyecto relacionadas entre sí y que, en general, finaliza con la entrega de un producto parcial o completo. Hay proyectos sencillos que solo requieren de una fase, y otros de gran complejidad que requieren un importante número de fases y subfases (32).

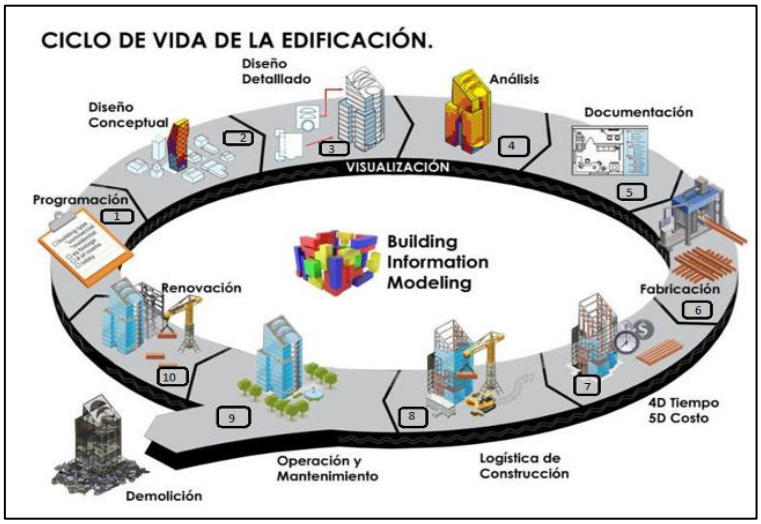



*Figura 10. Ciclo de vida de un proyecto (47)*

El propósito de la figura 10 es ilustrar cómo se puede trabajar y cómo funcionan los dos sistemas que se han expuesto desde el inicio de este ensayo, por medio de la integración de la modelación de la información de la construcción (BIM) con el desarrollo del ciclo de vida de un proyecto. Para un proyecto se debe tener claro en qué consiste el ciclo de vida de este y a su vez conocer cómo se utilizan las herramientas de modelación, las cuales son una parte fundamental para poder entender cómo funcionan los procesos (33).

### 2.2.4.2. Ciclo de vida de un proyecto BIM

La metodología BIM tiene una forma diferente de organizar el ciclo de vida de un proyecto e implica crear un modelo virtual con la idea de visualizarlo, encontrar conflictos y realizar análisis que con solo planos 2D no se podrían. Además, que los proyectos actuales requieren muchos más planos e información que es necesario organizar.

**Según Romero (34), el ciclo de vida de un proyecto BIM es:**

El concepto ciclo de vida desde su creación ha ido evolucionando y aumentando su campo de aplicación. Si bien, en un principio, era un método creado para controlar el impacto ambiental de los procesos de una actividad de transformación. Por ejemplo, la elaboración de una ventana de aluminio, la cual se estudiaba el ciclo completo desde la extracción del mineral de la tierra, la transformación de este en aluminio extruido, la transformación del aluminio en perfilaría, el montaje y la colocación de la ventana y el reciclaje y desmontaje de esta ventana. Se dice que se lleva a cabo el ciclo de vida de la ventana desde la cuna a la cuna. En la actualidad el concepto de ciclo de vida ha evolucionado y ahora alberga cualquier proyecto que tenga un inicio y fin y desarrolle una serie de fases de transformación. Con esta premisa se puede englobar cualquier tipo de proyecto que contenga fases que engloben actividades (34).

En la figura 11 se observa el ciclo de vida de un proyecto BIM modelado.

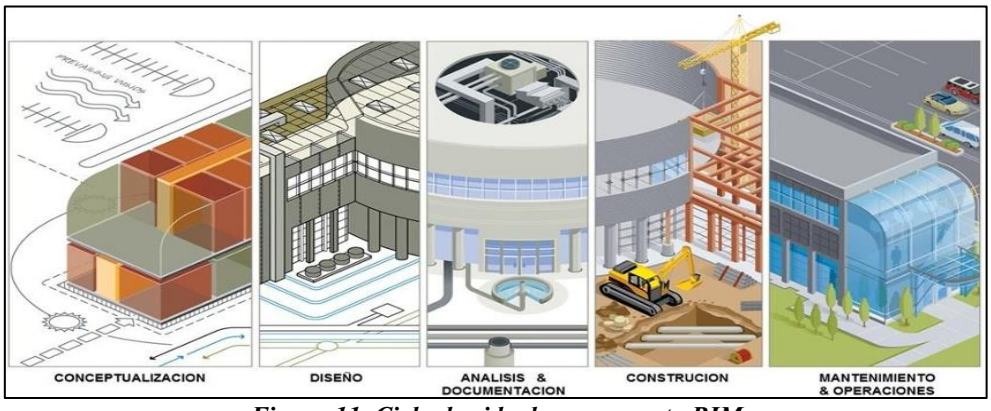



***Figura 11. Ciclo de vida de un proyecto BIM***
***Fuente: Aldea Urbana***

#### 2.2.4.3. Fases de un proyecto BIM

Según Romero (34), las fases de un proyecto BIM son:

Estas fases engloban diferentes procesos del proyecto, cada proyecto tendrá sus procesos, pero se podrán ordenar en esta estructura de fases. En cuanto a la gestión de proyectos que se pueda ordenar los procesos en una estructura de fases común facilita la gestión de varios proyectos. Además, podrían unirse varios proyectos que estuviesen en una fase común y componer un proyecto común de mayor envergadura (34).

La metodología BIM implica crear un modelo virtual con la idea de visualizarlo, encontrar conflictos y realizar análisis que con solo planos 2D no se podrían. Además, que los proyectos actuales requieren muchos más planos e información que es necesario organizar.

**Inicio del proyecto**

En la fase de inicio del modelo de gestión de proyectos, el proyecto se define en líneas generales. Este es el momento de identificar a los patrocinadores y participantes del proyecto, y comenzar la fase de investigación inicial. También es buena idea documentar el proyecto por escrito para que puedas distribuir fácilmente el plan de comunicación al resto del equipo. Muchos equipos comienzan un proyecto con una reunión inicial del proyecto o un estudio de viabilidad. La forma en que decidas comenzar dependerá del estilo de comunicación que tu equipo prefiera (35).

**Planificación del proyecto**

En la etapa de planificación de la gestión de proyectos, establecerás objetivos claros utilizando una hoja de ruta del proyecto. Si bien hay varias formas de ejecutar la planificación de objetivos, los objetivos SMART, los objetivos CLEAR y los objetivos y resultados clave (OKR) son tres estrategias de planificación de proyectos que pueden ayudarte a comenzar (35).

**Ejecución del proyecto**

En la fase de ejecución, tu equipo se enfocará en lograr los objetivos que se establecieron. Utilizarán la información recopilada en los dos primeros pasos para crear y lanzar el proyecto dentro del plazo especificado mediante el trabajo en equipo y la colaboración. Empieza asignando tareas a los miembros del equipo. Si ya usas una herramienta de gestión de proyectos, puedes agregar estas tareas al flujo de trabajo de tu proyecto para que tu equipo pueda acceder rápidamente a los recursos y comunicarse en un solo lugar. El *software* de cronograma y otras herramientas de mapeo de

proyectos pueden ser útiles para que tu equipo pueda visualizar cada paso del proyecto (35).

**Desempeño del proyecto**

Medir la efectividad de un proyecto es importante por varias razones. Poder mejorar el proyecto es grandioso, pero también es importante porque los miembros del equipo pueden aprender tanto del éxito como del fracaso. Hay muchos indicadores clave de rendimiento (KPI) diferentes que puedes utilizar para establecer y alcanzar objetivos estratégicos utilizando un *software* de establecimiento de objetivos. Los KPI que utilices dependerán de tu línea de trabajo y del tipo de proyecto en el que estés trabajando (35).

**Cierre del proyecto**

Esta fase es la que más varía entre diferentes empresas y equipos. Mientras que a algunos les gusta reconocer el arduo trabajo, a otros les gusta comenzar de inmediato con la próxima tarea importante. No existe una forma correcta o incorrecta de cerrar un proyecto, y depende de ti averiguar qué funciona mejor para ti y tu equipo (35).

## 2.3. Definición de términos básicos

- **BIM:** «El *Building Information Modeling* es una de las metodologías que permite desarrollar de forma colaborativa a fin de proyectar, gestionar y elaborar un proyecto de construcción» (21).

- **Revit:** «*Software* que permite crear modelos con vistas en 3D y también mejorar la visualización y panorama del diseño del proyecto» (26).

- **Metrado:** «Es la cantidad de unidades que se requiere de cada partida que se necesita para desarrollar el proyecto» (26).

- **Línea de conducción:** Es el conjunto de estructuras hidráulicas que proveen de agua a algún sector agrícola.

- **Estructuras hidráulicas:** «Las estructuras hidráulicas son obras de ingeniería necesarias para lograr el aprovechamiento del recurso hídrico y controlar su acción destructiva. Trabajan en la mayoría de los casos en combinación con elementos y equipos mecánicos» (36).

# CAPÍTULO III
# METODOLOGÍA

## 3.1. Método, tipo o alcance de la investigación

Para Calduch (37), «el método de la investigación es el conjunto de tareas, procedimientos y técnicas que deben emplearse, de una manera coordinada, para poder desarrollar en su totalidad el proceso de investigación. En adición, el método de investigación está directamente condicionado por el tipo de investigación que se realiza. Además, agrega que Bunge lo define como un procedimiento para tratar un conjunto de problemas. Cada clase de problemas requiere un conjunto de métodos o técnicas especiales».

Por lo que esta investigación se basó en el método inductivo, ya que se llegó a una conclusión general a partir de varios resultados desagregados de cada especialidad del proyecto.

Según Ñaupas et al. (38), «este tipo de investigaciones aplicadas están orientadas a mejorar, perfeccionar u optimizar el funcionamiento de los sistemas, los procedimientos, normas, reglas tecnológicas actuales a la luz de los avances de la ciencia y la tecnología; por tanto, este tipo de investigación no se presta a la calificación de verdadero, falso o probable sino a la de eficiente, deficiente, ineficiente, eficaz o ineficaz».

Por lo que el tipo de investigación fue aplicada, ya que su finalidad fue conseguir la mejora del ciclo de vida de un proyecto.

Para Otero (39), «el proceso de investigación mixto implica una recolección, análisis e interpretación de datos cualitativos y cuantitativos que el investigador haya considerado

necesarios para su estudio. Este método representa un proceso sistemático, empírico y crítico de la investigación, en donde la visión objetiva de la investigación cuantitativa y la visión subjetiva de la investigación cualitativa pueden fusionarse para dar respuesta a problemas humanos».

Para esta tesis el enfoque de investigación fue mixta debido a que las variables se midieron de manera numérica y con análisis de datos, basados en la experimentación y los análisis de causa-efecto.

El nivel explicativo permite explicar la naturaleza del problema para lo cual se ha pasado por niveles previos en descripción y relación entre variables o relaciones entre los aspectos del problema para poder comprenderlo de manera integral (40).

Se utilizó el nivel de investigación explicativo, porque se deseó demostrar los beneficios de aplicar la metodología BIM en un proyecto en específico, pero que puede ser aplicado en contextos similares.

## 3.2. Diseño de la investigación

En un diseño de tipo experimental, la variable independiente se caracteriza por generar los grupos de intervención que se organizan en el estudio. Clásicamente, una variable independiente es la variable causal que genera un impacto sobre una variable dependiente, en tal sentido, los niveles de experimentación de la variable independiente generarán un impacto en la variable que se pretende influir (45).

El subdiseño cuasiexperimental de la investigación experimental cuenta con dos subniveles de la variable independiente: intervención realizada en un grupo experimental y un grupo control sin intervención. La característica de este tipo de investigación es la asignación no aleatoria en los grupos de intervención (45).

El diseño de la investigación utilizado para esta tesis fue experimental del tipo de subdiseño cuasiexperimental debido a que utilizó la variable independiente como técnica para influir en la variable dependiente.

El diseño de la investigación fue experimental, debido a que la variable independiente «Metodología BIM a nivel 3D» cambió el proceso en el que se realizó y se dieron los resultados de las «estructuras hidráulicas» en sus ítems indicadores de planos, metrados y planificación de ejecución.

## 3.3. Población, muestra y muestreo

### 3.3.1. Población

Según López (41), la población es el conjunto de personas y objetos de los que se desea conocer algo en una investigación.

La población fueron los proyectos de riego de la provincia de Tayacaja, departamento de Huancavelica.

### 3.3.2. Muestra

Según López (41), la muestra es un subconjunto o parte del universo o población donde se lleva a cabo la investigación.

Según Hernández (42), se da un muestreo por conveniencia cuando el investigador elige la muestra de acuerdo con su disponibilidad e incluso determina arbitrariamente la cantidad de participantes (42).

La técnica de muestreo fue no probabilística por conveniencia, debido a que la muestra fue el proyecto de riego para las localidades de Pichiu, 07 Héroes, Chacapampa, distrito de Andaymarca de la provincia de Tayacaja del departamento de Huancavelica por la accesibilidad al proyecto.

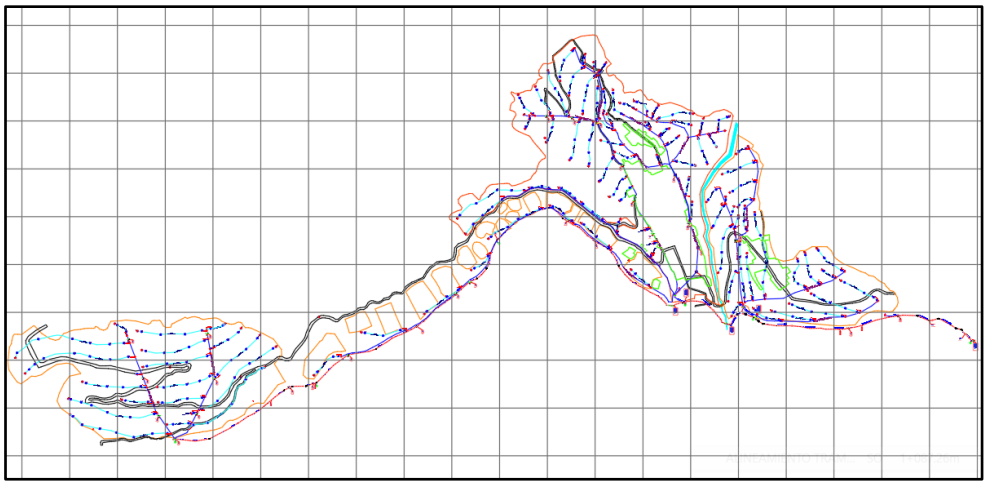


***Figura 12. Plano clave del riego de Pichiu***
***Fuente: Expediente Técnico***

## 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### 3.4.1. Técnica

Según Hernández y Duana (43), las técnicas de recolección de datos comprenden procedimientos y actividades que le permiten al investigador obtener información necesaria para dar respuesta a su pregunta de investigación.

La observación es una técnica de recolección de datos y, según Torres et al. (48), la observación directa es cuando el investigador toma directamente los datos de la población, sin necesidad de cuestionarios ni entrevistadores. Y para esta investigación el expediente técnico del proyecto fue obtenido de manera directa.

### 3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

En esta investigación se utilizaron como instrumento de recolección de datos documentación del expediente técnico tradicional y fichas de recolección de datos completadas con las tablas de planificación que Revit, de manera automática, ofrece para los metrados con textos, capturas y comentarios sobre cada particularidad encontrada durante el proceso de modelado, además de tablas de incidencias proporcionada por el *software* Navisworks.

## 3.5. Materiales y métodos

Esta investigación utilizó los *softwares* de AutoCad y Excel para trabajar el expediente técnico original, seguido de los *softwares* BIM, Revit y Navisworks para el desarrollo de los indicadores de planos, metrados y planificaciones de la ejecución. Las tablas de cuantificación como datos cuantitativos y las descripciones comparativas como datos cualitativos permitieron concluir el impacto de la metodología BIM aplicada.

# CAPÍTULO IV
# RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## 4.1. Descripción del proyecto

### 4.1.1. Esquema hidráulico

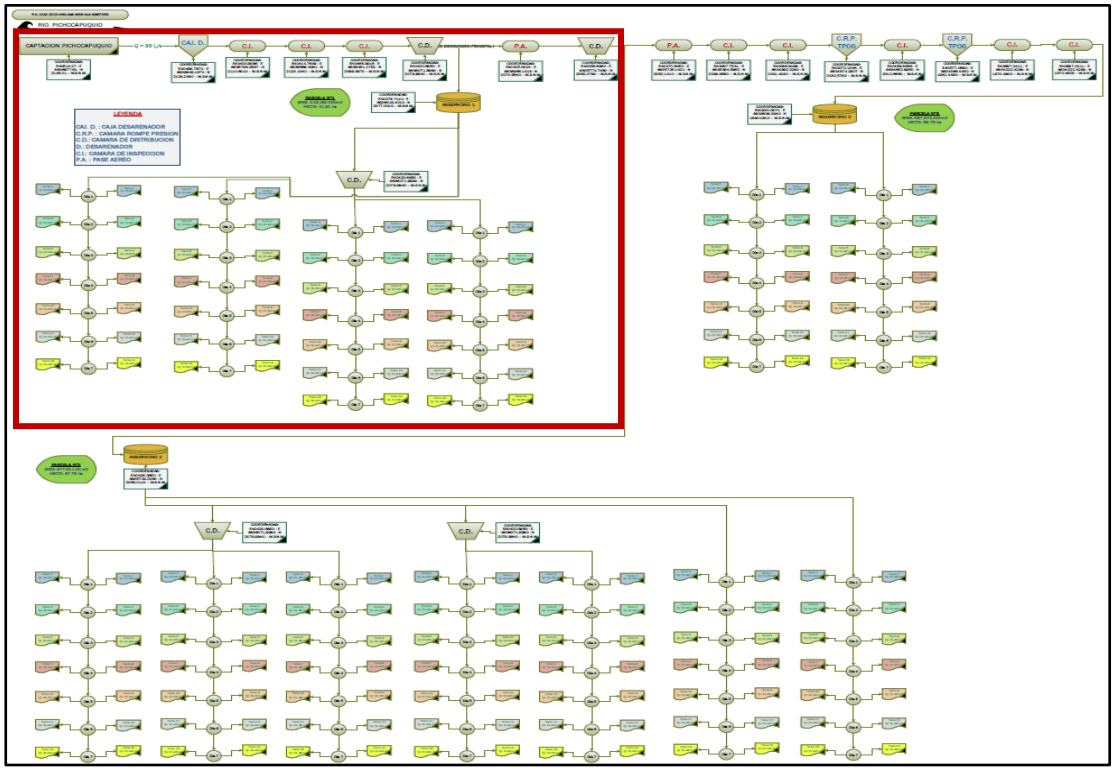


*Figura 13. Esquema hidráulico*

Debido a la gran extensión del proyecto de riego en este estudio, se evaluaron las estructuras hidráulicas que pertenecen solo al primer sector de riego de Pichiu.

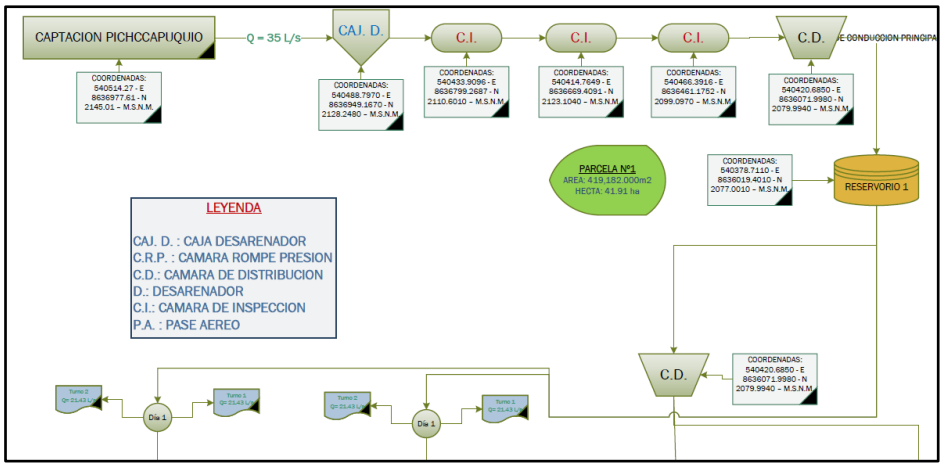



*Figura 14. Primer sector del área de riego*

### 4.1.2. Estructuras del proyecto del primer sector de riego analizado

**Captación bocatoma tipo barraje**

Esta obra de concreto ciclópeo permitirá encausar el agua de la fuente hacia los reservorios, estando ubicada la captación en la fuente de agua **Pichccapuquio** para tomar 80.75 l/s.

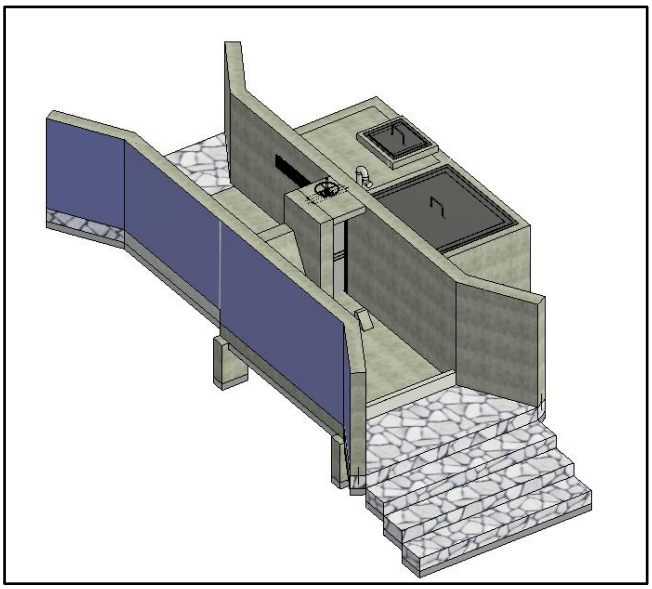


*Figura 15. Captación tipo barraje*

**Desarenador**

El desarenador permite capturar todos los sólidos que acarrea el agua evitando que estos lleguen hasta los reservorios, donde podrían producir el taponamiento u obstrucción del sistema.

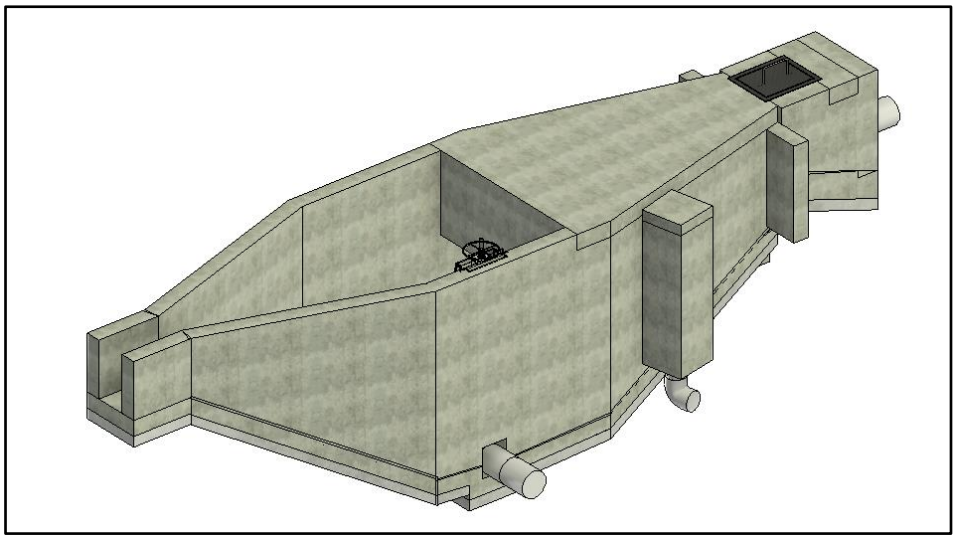


*Figura 16. Desarenador*

**Cámara de inspección**

La cámara de inspección permite controlar el recurso hídrico y realizar mantenimientos en puntos estratégicos del proyecto.

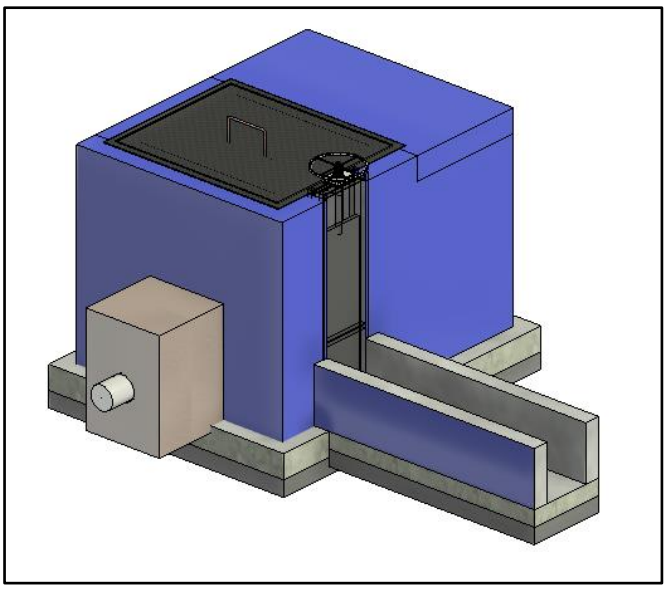


*Figura 17. Cámara de inspección*

**Cámara de distribución**

La cámara de distribución permite repartir la línea de conducción principal para darle continuidad y establecer el primer sector de riego del proyecto.

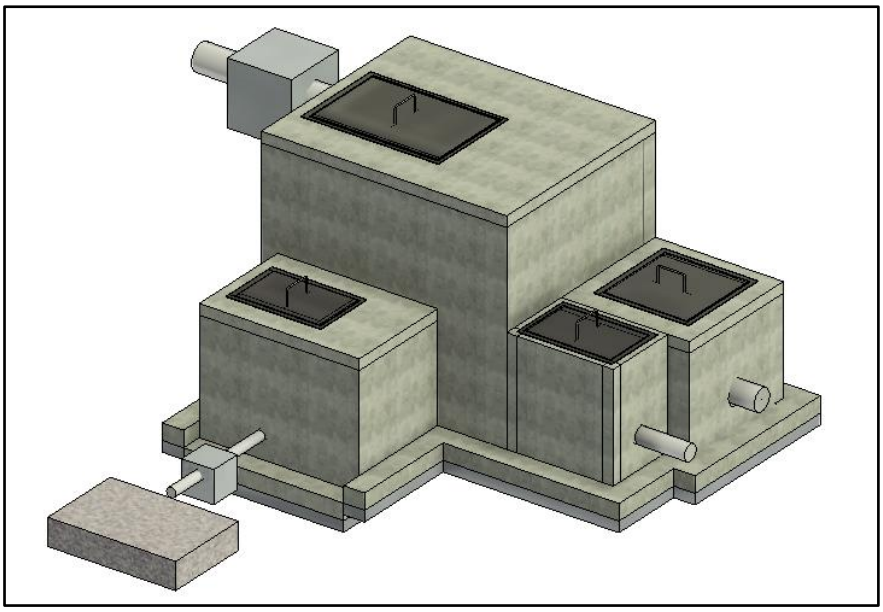


*Figura 18. Cámara de distribución*

**Reservorio**

El reservorio es de las estructuras más importantes y costosas del proyecto debido a que su función de almacén de agua será la que abastecerá al proyecto en las épocas de estiaje.

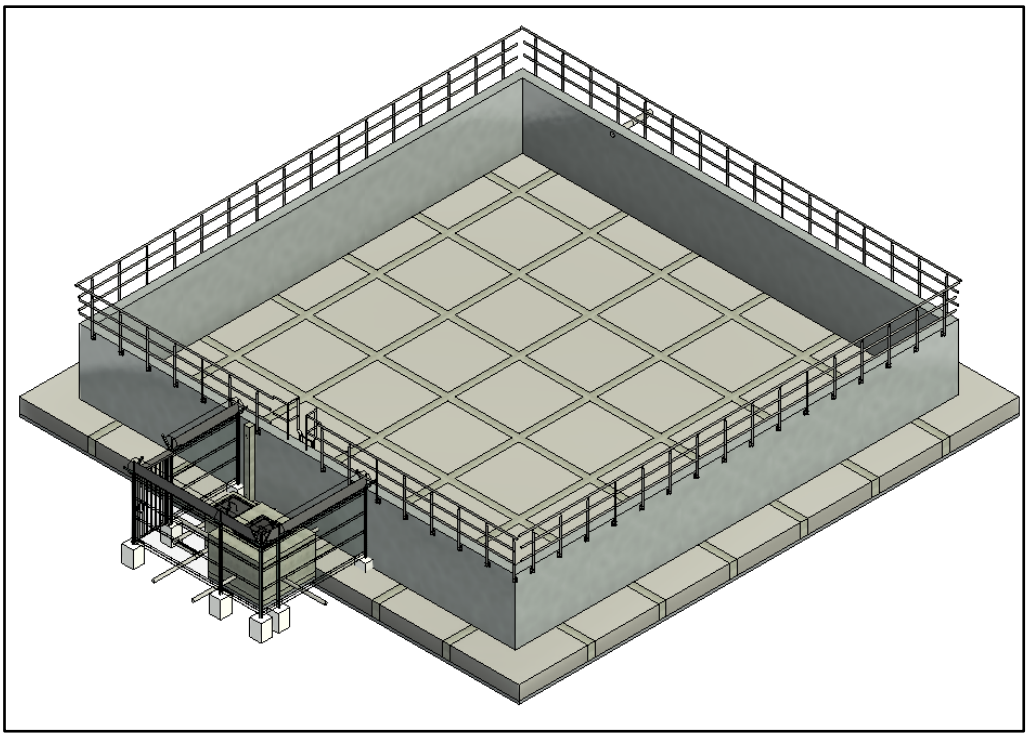


*Figura 19. Reservorio*

## 4.2. BIM aplicado al proyecto

Como la metodología BIM indica, se realiza primero el modelamiento de las obras hidráulicas por evaluar donde se utilizó el *software* Revit como herramienta principal para este trabajo con los planos CAD del expediente como planos de anteproyecto.

### 4.2.1. Modelamiento de las obras hidráulicas

Dentro del apartado de ingeniería del proyecto del expediente técnico del proyecto de riego se encuentran los planos CAD de detalle de cada obra hidráulica que se utilizaron para su modelamiento 3D. Dichos planos se adjuntan en los anexos.

**Importación de planos CAD de anteproyecto (expediente técnico):**

Debido a la naturaleza de los planos CAD de tener únicamente dos dimensiones solo se puede permitir importar uno de sus detalles para obtener un modelo 3D perfecto. Por lo que se utilizó el detalle de vista en planta como se muestra en la figura 20.

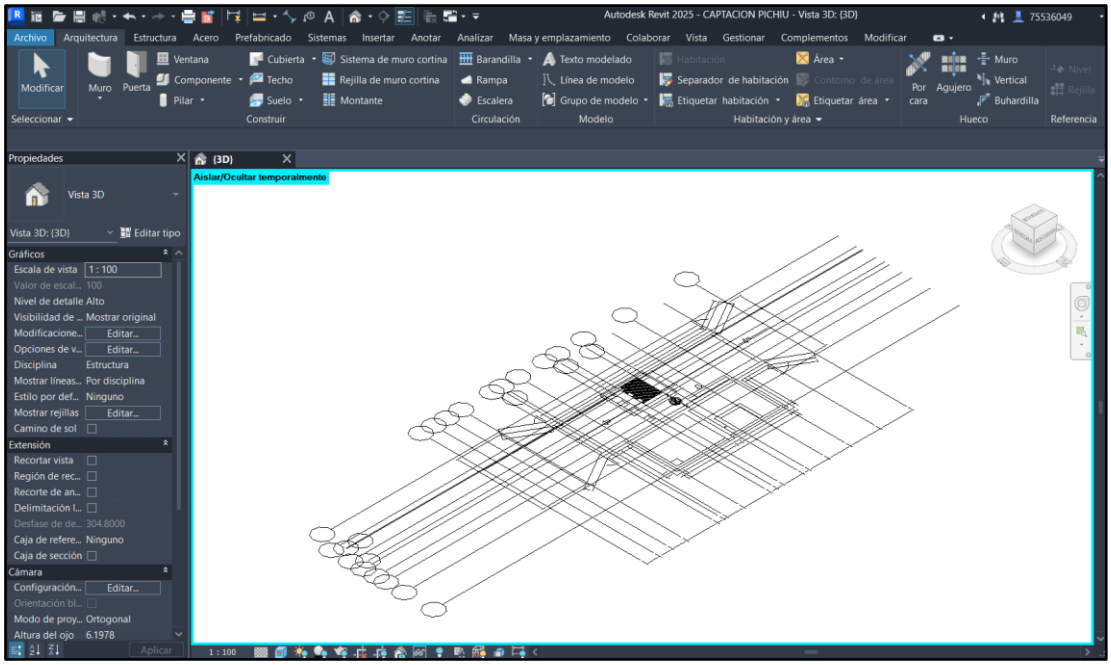



*Figura 20. Boceto CAD plano de arquitectura de captación*

**Creación de niveles en referencia a los detalles de los planos CAD**

Para delimitar las alturas de muros, rampas, dados, incluso para indicar desfases, puntos de inicio y final es necesario crear a continuación los niveles de referencia en función a las vistas de elevación de los planos CAD como se muestra en la figura 21.

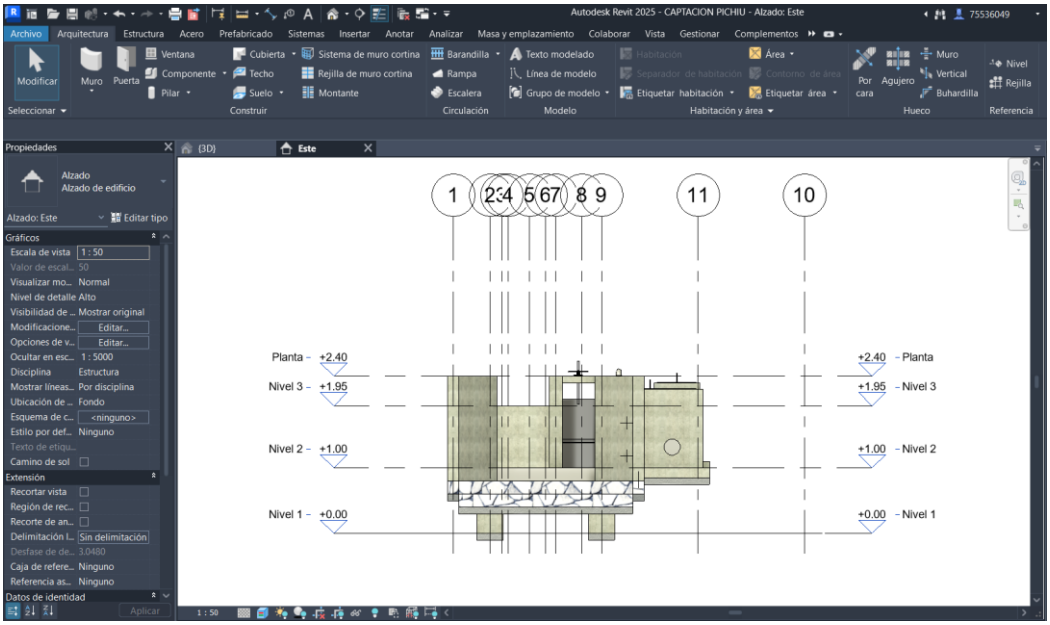



***Figura 21. Niveles de referencia para el modelado***

**Dificultades en el modelamiento 3D**

Se sabe bien que para la buena conceptualización de un bloque 3D simple se requiere de mínimo 3 vistas 2D esenciales: alzado, perfil y planta.

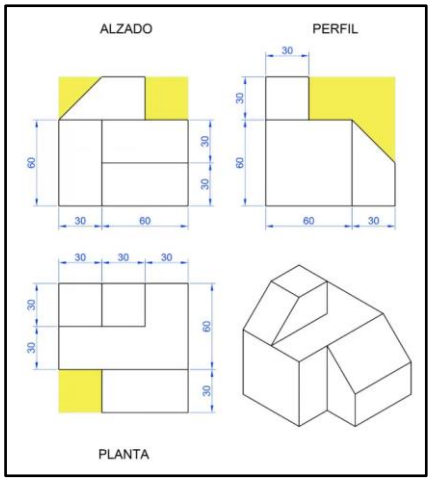



***Figura 22. Vistas de bloque simple***
***Fuente: Dedibujo.net***

Aun así, para obras más complejas como las que se suelen usar en los proyectos de ingeniería que llegan a tener muchos detalles para diferentes funciones no solo son necesarias las vistas básicas de alzado, perfil y planta sino también de cortes transversales, longitudinales, de elevación e incluso videos de recorrido. Tras iniciar el modelamiento de los componentes de cada obra se encontraron dificultades partiendo de la falta de detalles y vistas que generan errores de perspectiva.

A continuación, en las figuras 23 y 24, se muestran los detalles de la zona de salida del desarenador que presenta el expediente técnico

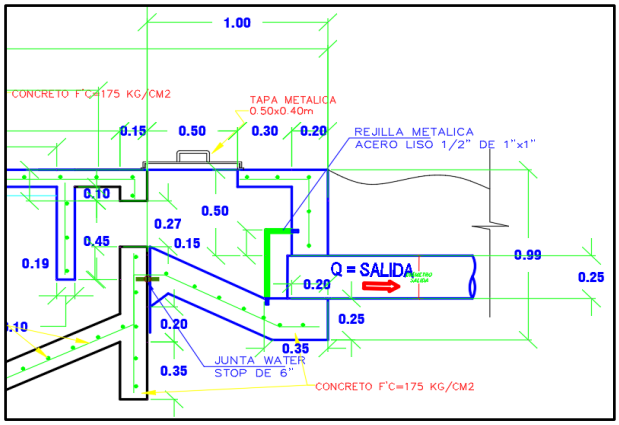



***Figura 23. Vista corte longitudinal del desarenador***
***Fuente: Expediente técnico***

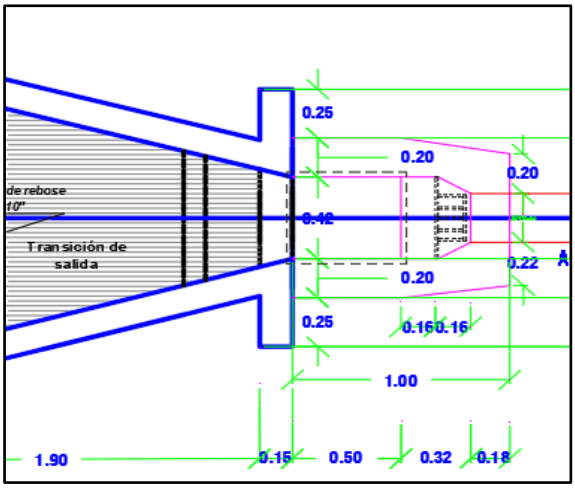



***Figura 24. Vista planta superior del desarenador***
***Fuente: Expediente técnico***

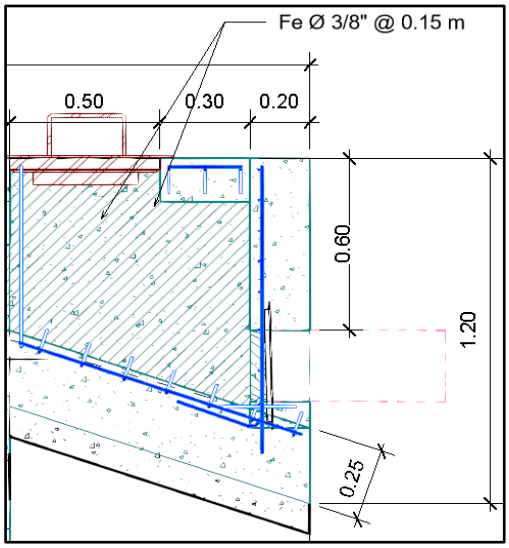



***Figura 25. Vista corte longitudinal del desarenador, planos Revit***

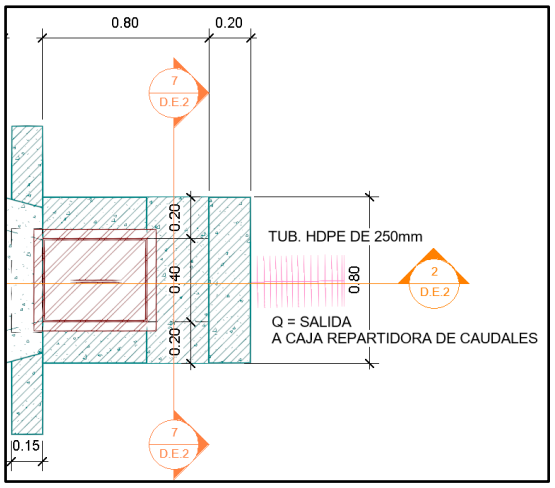



*Figura 26. Vista planta superior del desarenador, plano Revit*

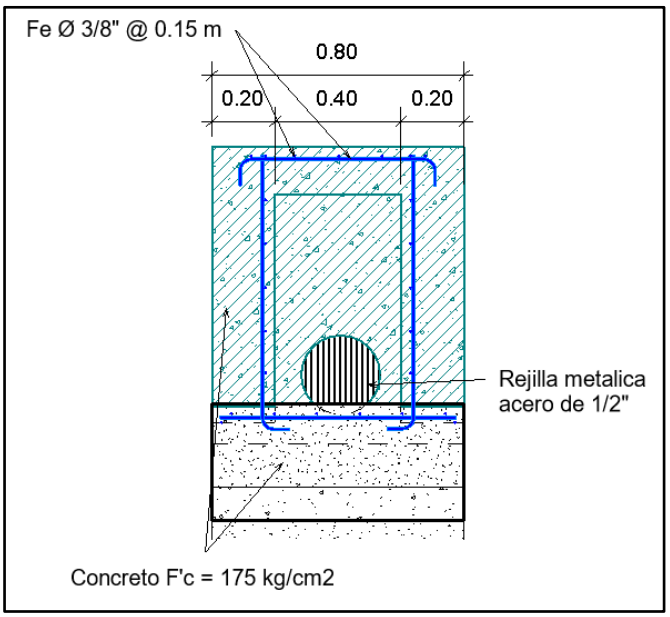



*Figura 27. Vista detalle adicional de la zona de salida del desarenador*

Teniendo como información preliminar solo dos vistas de la zona de salida del desarenador se dificulta la modelación de la obra de arte ya que se puede tener diferentes perspectivas del isométrico a diferencia con los planos de detalles del Revit que permite conceptualizar de mejor manera el isométrico.

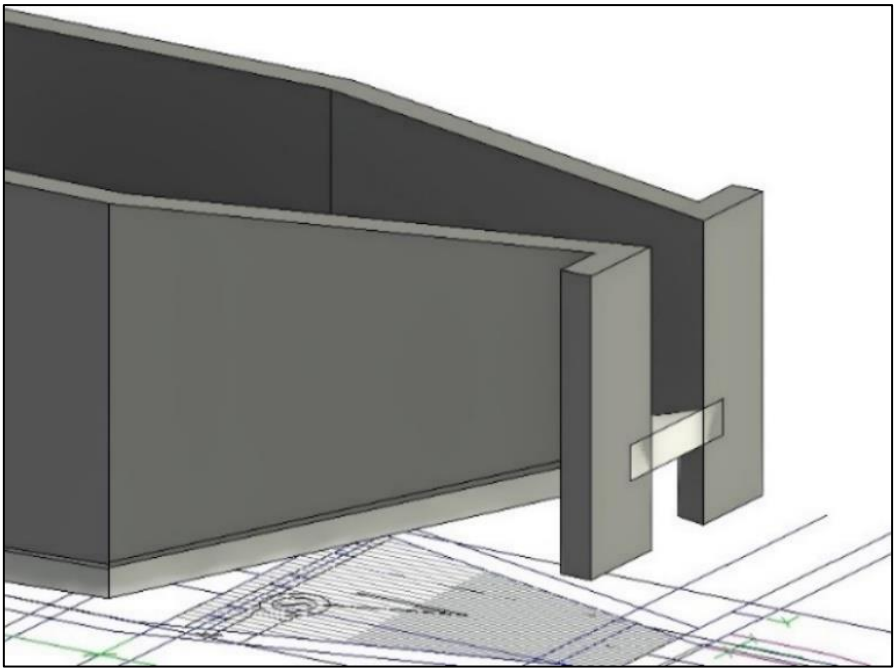


*Figura 28. Modelo isométrico erróneo de la zona de salida del desarenador*

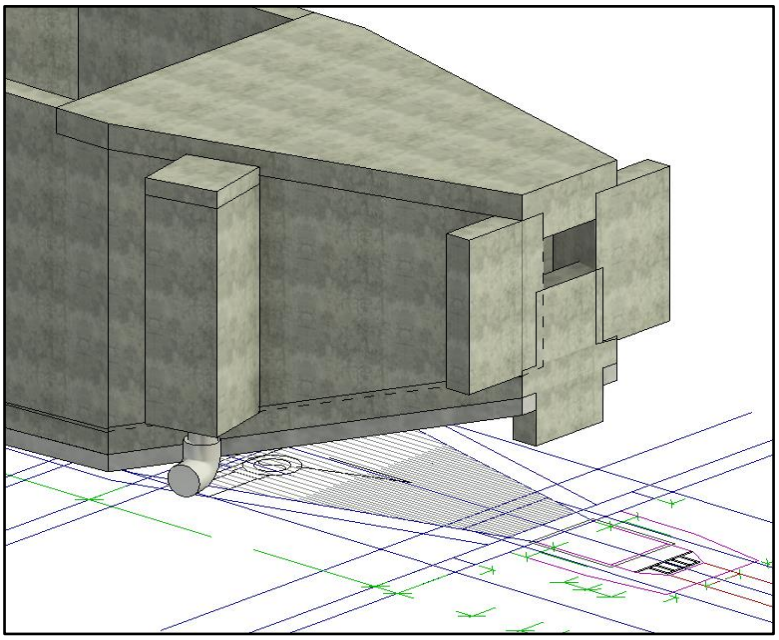


*Figura 29. Modelo isométrico correcto de la zona de salida del desarenador*

También al compatibilizar los planos CAD en función a sus vistas y cortes se encontraron incongruencias que confunden el proceso del modelamiento como se muestra en la figura 30 donde el corte D-D no intercepta la compuerta de plancha de acero sin embargo en la figura 31 de detalle del corte D-D si se muestra confundiendo la ubicación de este accesorio.

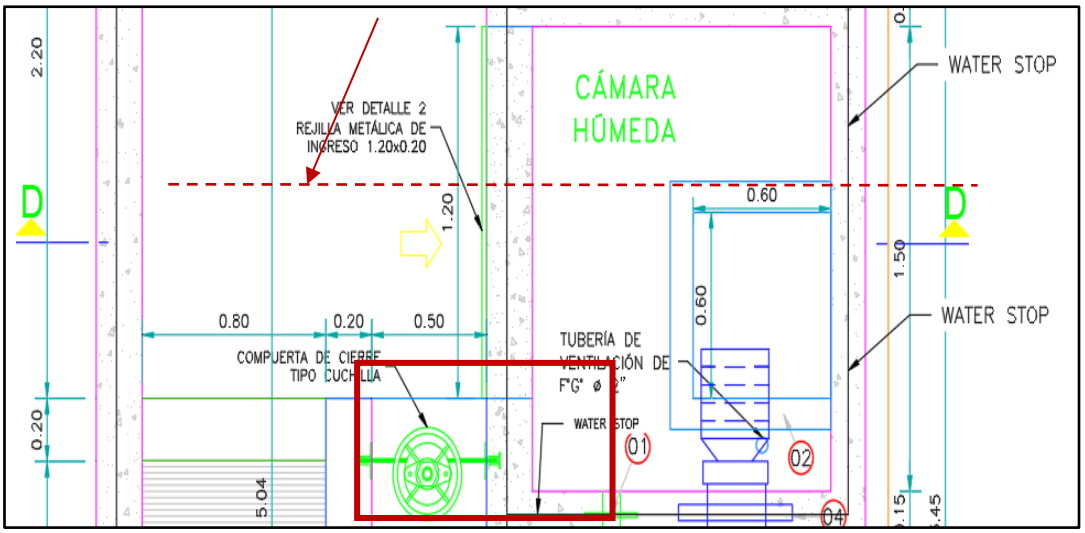



*Figura 30. Vista en planta del corte D-D de la captación*
*Fuente: Expediente técnico*

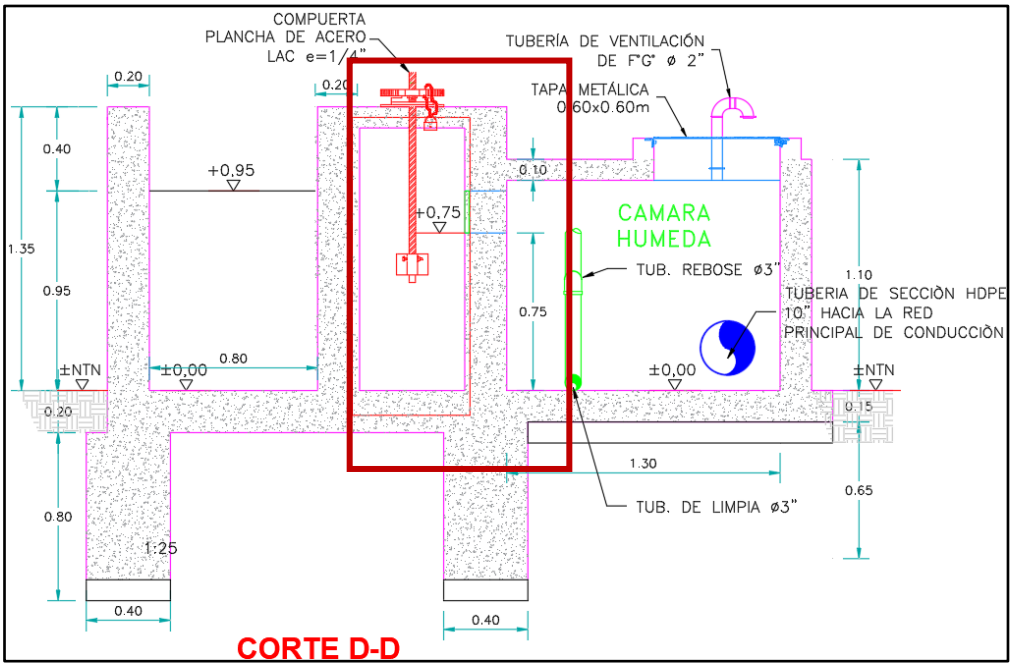



*Figura 31. Vista detalle del corte D-D*
*Fuente: Expediente técnico*

Si el modelamiento se realiza considerando como información principal la vista en planta y el corte D-D está bien ubicado y su dirección de visibilidad es correcta el detalle real debería ser como se muestra en la figura 32.

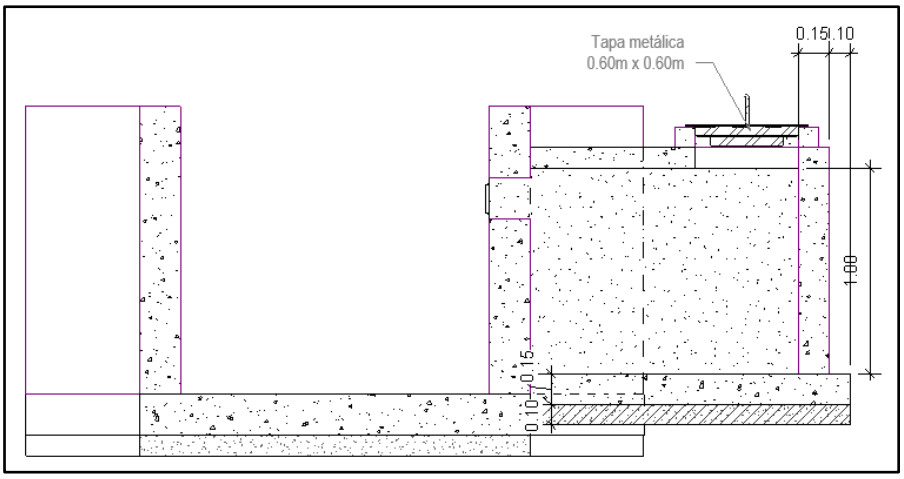



***Figura 32. Vista detalle del corte D-D real***

Como es evidente comparando las figuras 31 y 32, se presentan diferencias claras que en obra entorpecerían el trabajo.

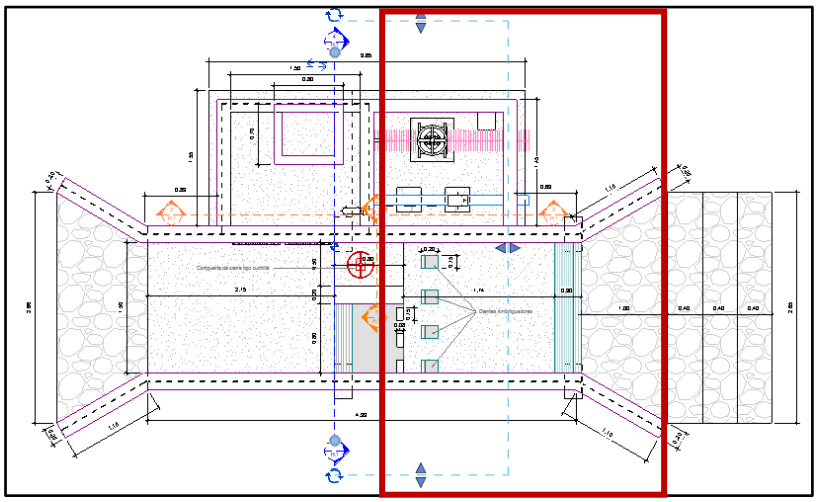


***Figura 33. Vista detalle del corte D-D real***

Para respetar la vista principal de planta, la correcta ubicación y dirección de visibilidad del corte D-D debería ser como se muestra en la figura 33 que tendría ahora sí compatibilidad de la vista de detalle elaborada en Revit considerando incluso colores, líneas de proyección, líneas de corte, patrones de superficie y detalles que crean una vista más eficiente y con más información.

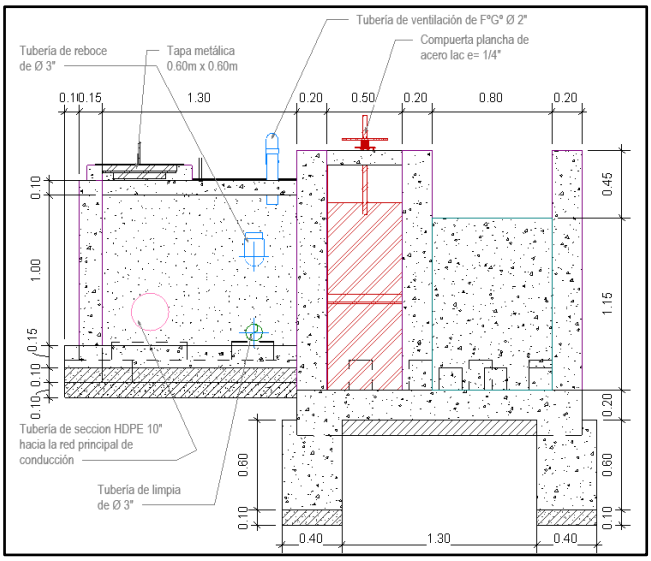



***Figura 34. Vista de detalle corte D-D en Revit***

Elaborar el modelamiento de una estructura u obra con cierto grado de complejidad debe ofrecer orden, compatibilidad y un nivel de detalle alto para que la cantidad de información representada en los planos no sea abrumadora y confusa. Sin embargo, los planos CAD no ofrecen mucho de ello principalmente del nivel de detalle, tanto por su interfaz y modo de trabajo en el *software,* por lo que el Revit como herramienta BIM sí es mucho mejor y práctico.

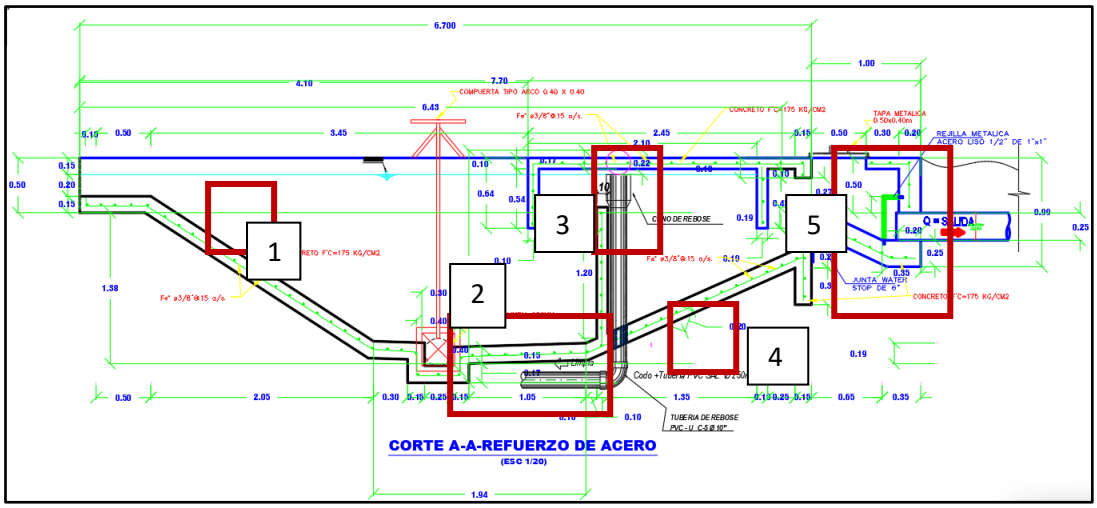



***Figura 35. Vista detalle de corte A-A desarenador***
***Fuente: Expediente técnico***

En la figura 35 se muestra la vista de detalle del corte A-A del desarenador resaltando los puntos en los que los planos CAD no muestran un correcto detalle de los aceros como empalmes porque colocar el acero como se muestra en el detalle no es correcto ni posible de realizar en campo.

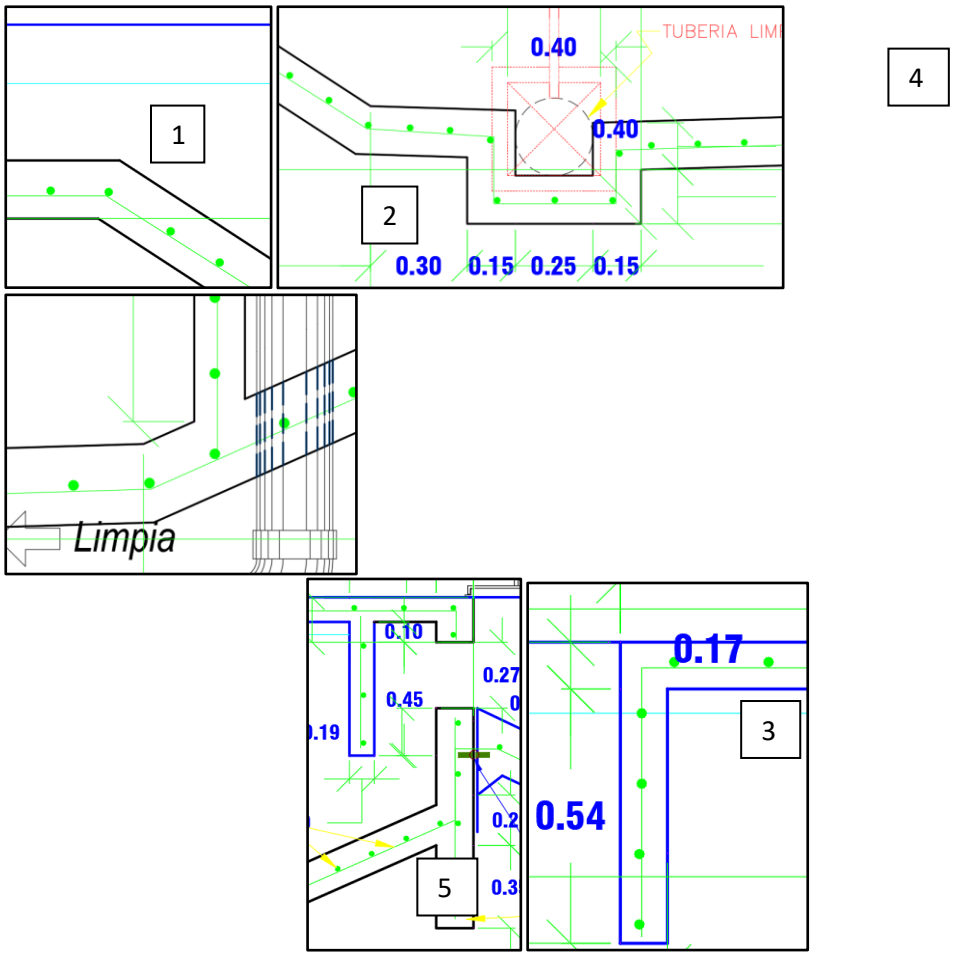



***Figura 36. Vista detalle de corte A-A desarenador***
***Fuente: Expediente técnico***

En los detalles se establece un mejor flujo de comunicación entre consultor, evaluador, obrero, etc. Tanto porque se aprecia de mejor manera los elementos presentes de la obra de arte, sino también, porque da una mejor idea de su planificación de ejecución como longitud de desarrollo o la dirección en la que se dará el gancho, el recubrimiento requerido, etc. Información que normalmente se muestra en tablas de especificaciones y descripciones, pero que con Revit también se muestran de manera visual. Esto queda evidenciado al comparar la figura 36 de detalles del proyecto CAD con las figuras 37, 38, 39, 40, 41 de detalles Revit.

**Análisis de la planificación de ejecución en el modelamiento**

A medida que se va desarrollando el modelamiento de las obras de arte salen a relucir ciertos detalles establecidos en los planos que en muchos casos pueden tener mejor planteamiento o diseño para facilitar tanto la planificación de ejecución y mantenimiento o influir de mejor manera en el factor costo beneficio como es caso a continuación.

En la figura 37 se muestra la vista en planta del desarenador planteado en los que se analizaron dos puntos de mejora y optimización. Se resalta la tubería de rebose y la caja de la rejilla metálica.

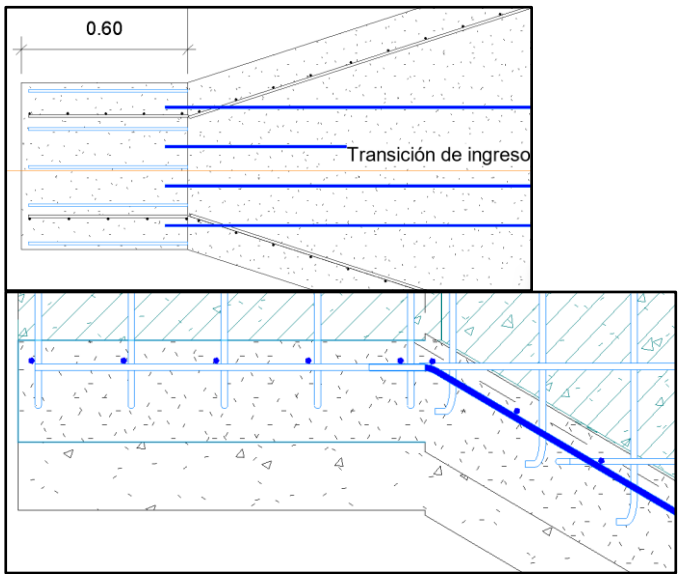



*Figura 37. Vista detalles de corte A-A - 1 desarenador Revit*

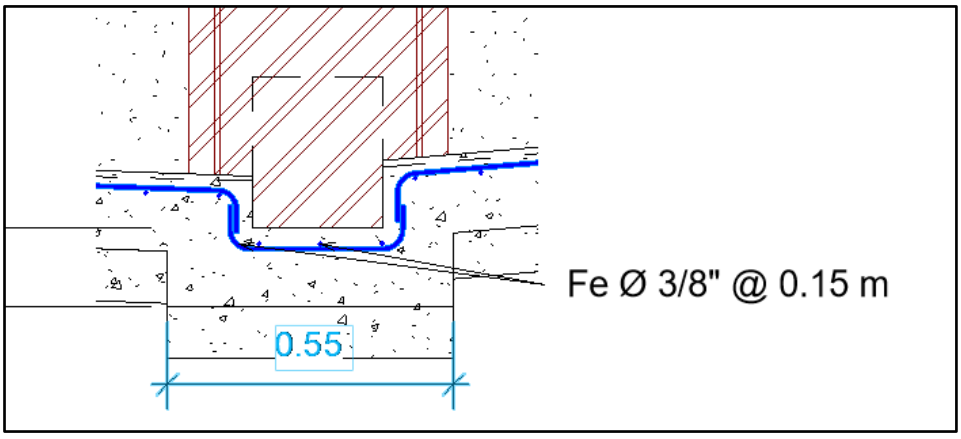



*Figura 38. Vista detalles de corte A-A - 2 desarenador Revit*

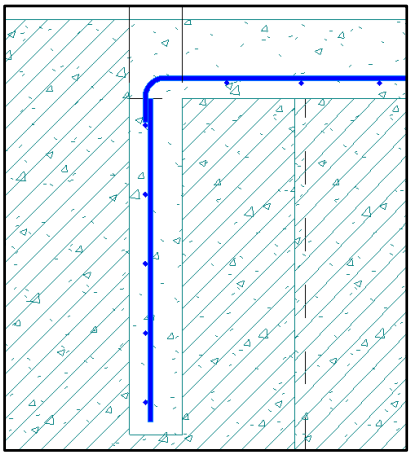


*Figura 39. Vista detalles de corte A-A - 3 desarenador Revit*

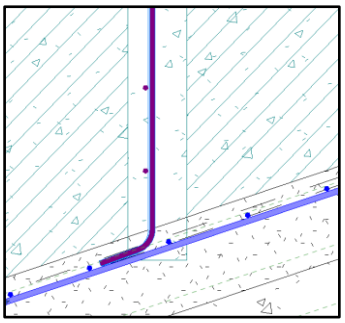


*Figura 40. Vista detalles de corte A-A - 4 desarenador Revit*

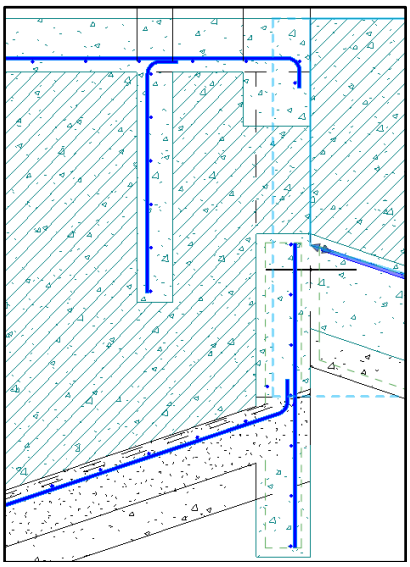


*Figura 41. Vista detalles de corte A-A - 5 desarenador Revit*

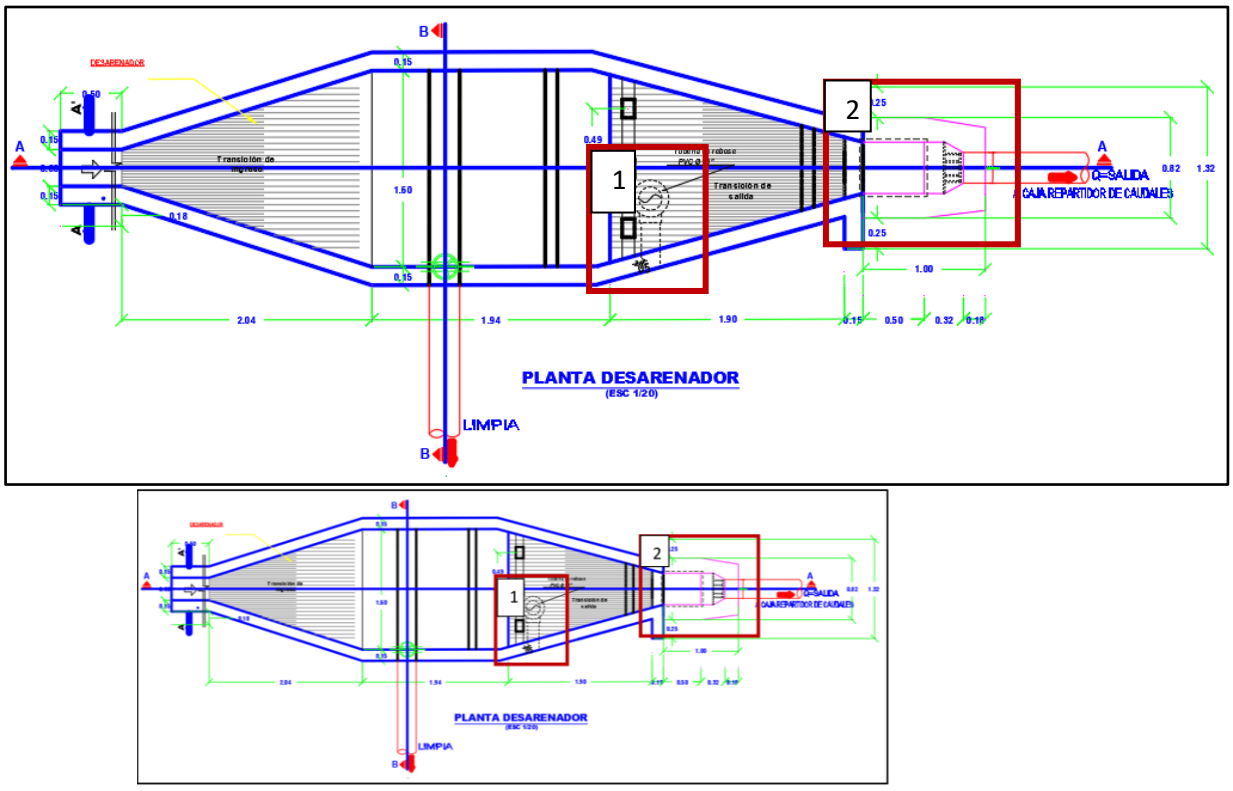



*Figura 42. Vista planta del desarenador*
*Fuente: Expediente técnico*

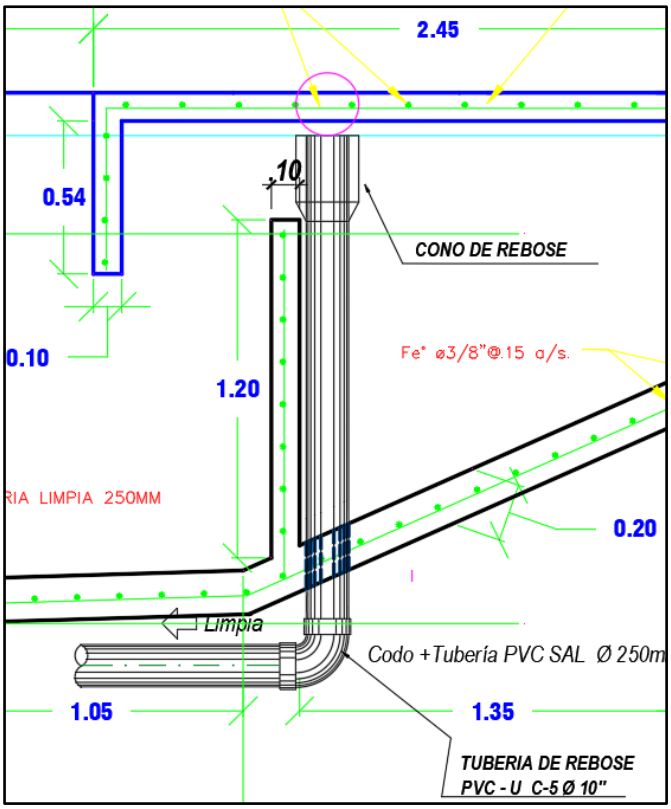



***Figura 43. Detalle 1 de tubería, vista de corte del desarenador***
***Fuente: Expediente técnico***

En la figura 43 se muestra el detalle de la tubería que indica que esta pasa por debajo de la estructura siendo enterrada sin correlación con su vista en planta que indica que sale por uno de sus lados. Además, la ubicación que indica estos planos expone a la tubería a recibir constantemente un empuje del agua que llegará a romperlo y como se muestra en la figura 44 el acceso para su mantenimiento es realmente complicado.

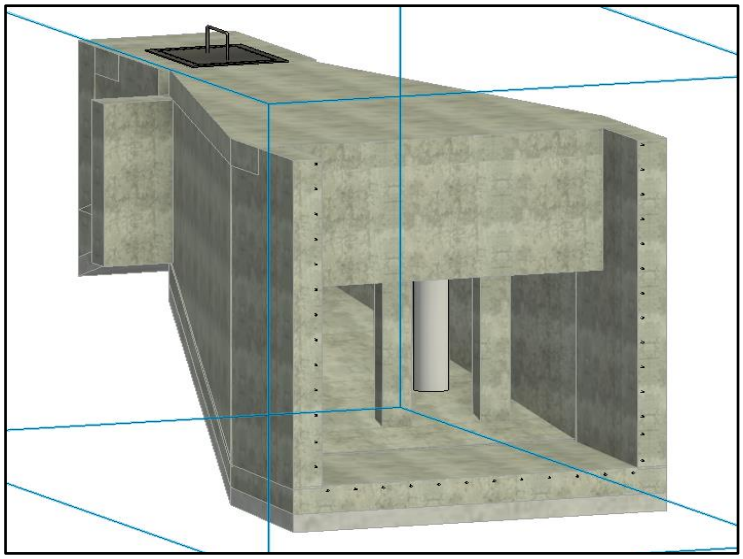


***Figura 44. Detalle 3D de la ubicación de la tubería***

Frente a estas observaciones detectadas tan solo en la fase de planificación del proyecto es más sencillo realizar cambios como se muestra en la figura 45 que en la etapa de ejecución serían muy complicadas y costosas. En este caso se plantea ubicar la tubería fuera cubierta de muros de concreto para su protección.

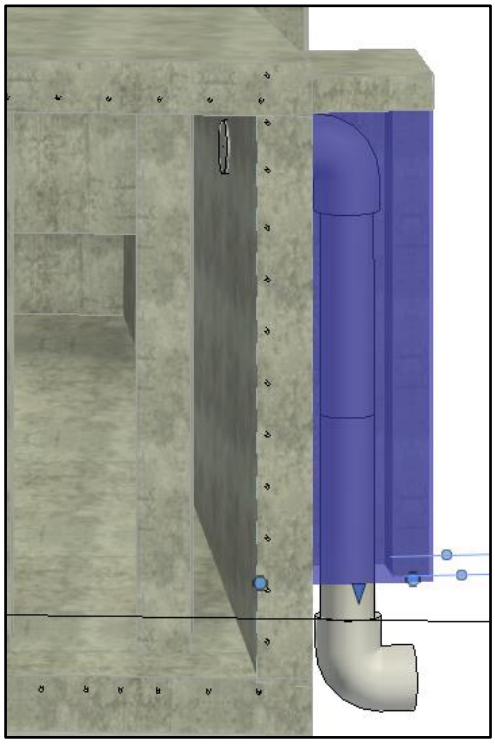


*Figura 45. Alternativa de mejora modelada*

A su vez el área de la rejilla metálica si bien no presenta errores se podría optimizar su ejecución considerando una geometría más simple como se observa al comparar las figuras 46 y 47 sin afectar su funcionalidad y estabilidad.

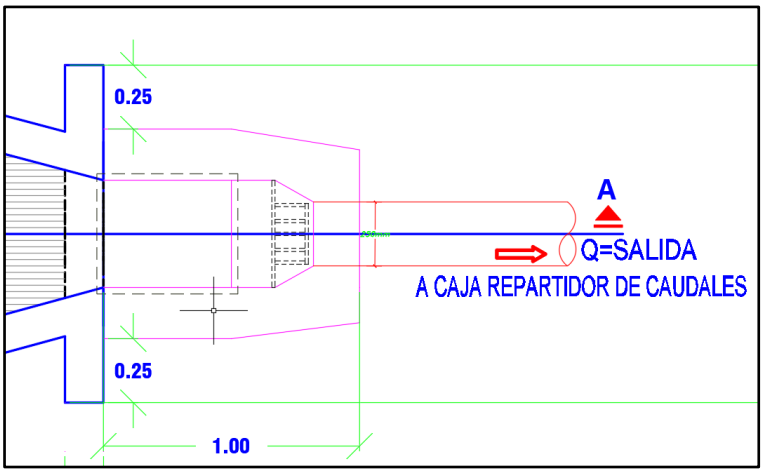



*Figura 46. Detalle 2 de tubería - vista corte del desarenador*
*Fuente: Expediente técnico*

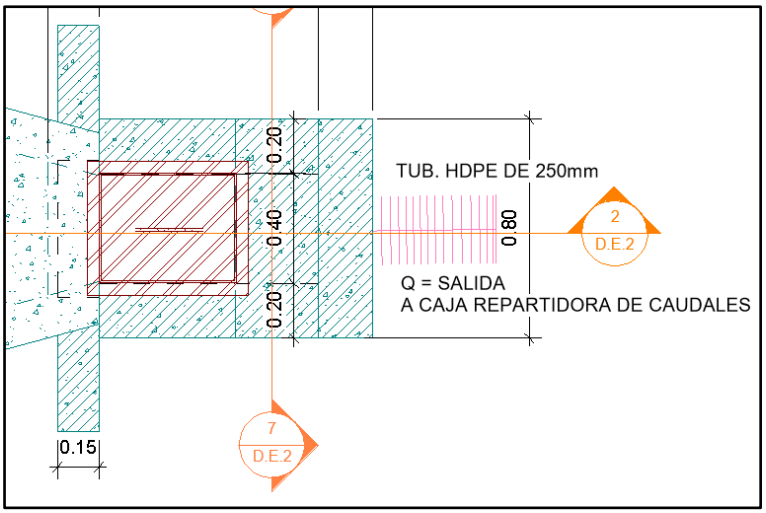



*Figura 47. Detalle 2 de tubería - vista corte del desarenador*

Los planos CAD sirven muy bien para usarlos como guías preliminares del modelamiento, pero no ofrecen la información ni los detalles necesarios para un correcto proceso constructivo. Las vistas muchas veces no corresponden o tienen falencias provocando desorden y dificultades. A continuación, en la figura 48 se muestra la vista en planta de la cámara de distribución donde no se observan algunos detalles como la tapa de la caja de rebose y limpia ni vistas de este mismo en alzado.

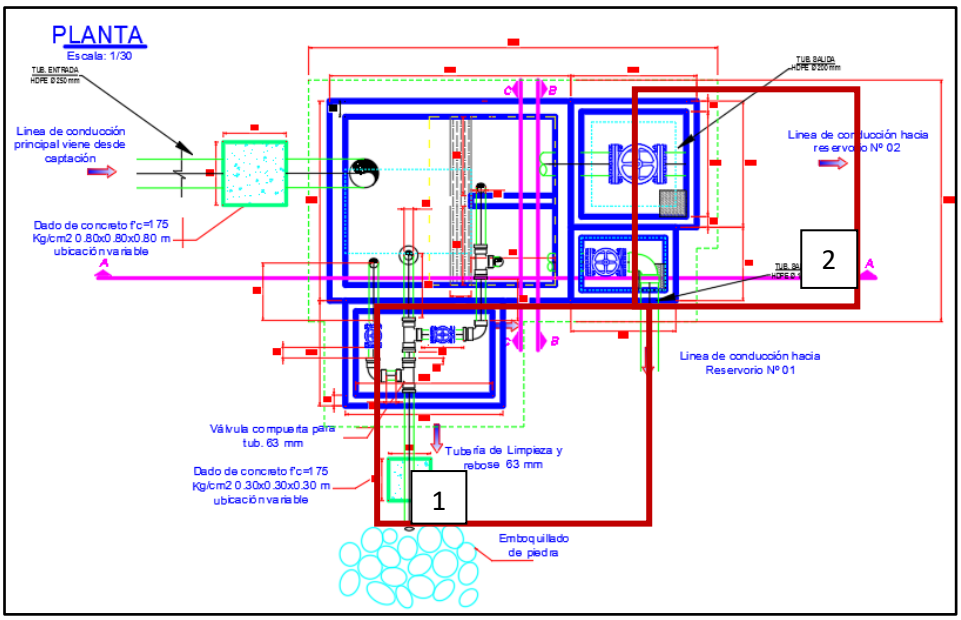



*Figura 48. Vista planta cámara de distribución*
*Fuente: Expediente técnico*

La figura 49 es el único detalle que se tiene de la cámara de limpia y reboce y al realiza el modelamiento no es posible establecer la altura de la tubería, el desface de la cámara para que las cámaras húmedas puedan tener un correcto funcionamiento.

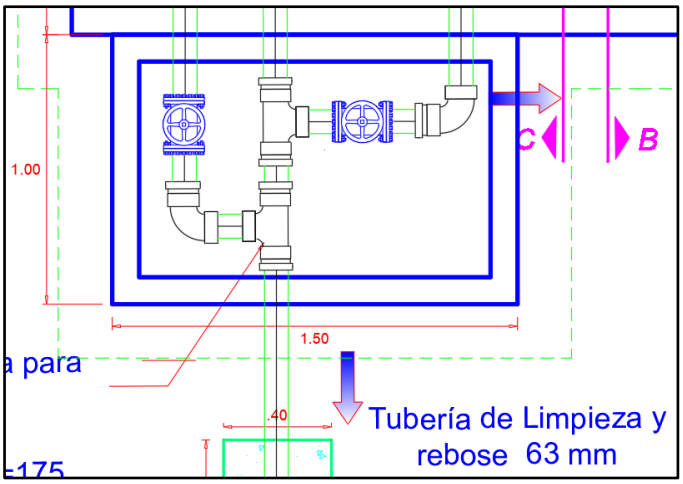



***Figura 49. Vista planta detalle 1 Cámara de distribución***
***Fuente: Expediente técnico***

Para que la cámara de limpia y reboce pueda ser funcional, constructivamente debería de considerarse detalles en los planos como los que se muestran en la figura 50 donde la tubería de limpia debería colocarse al ras del nivel de fondo para evacuar toda el agua y a partir de ese nivel colocar la válvula bridada y el dado de concreto teniendo en función a estas consideraciones otro nivel de fondo para la cámara de limpia y reboce.

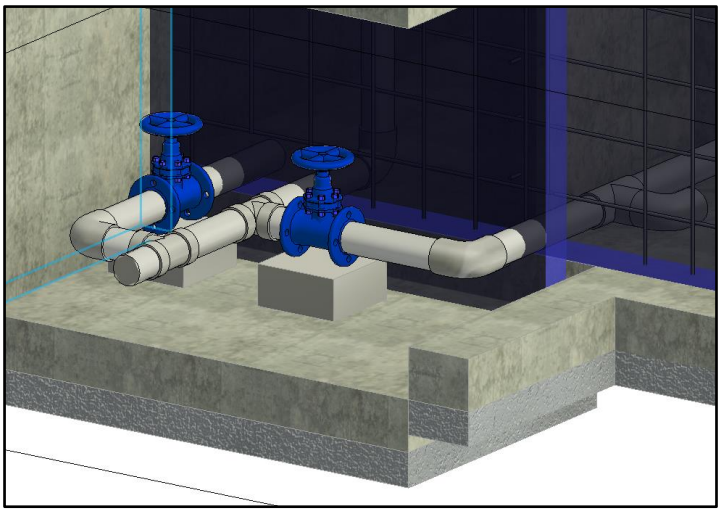


***Figura 50. Vista 3D - Detalle 1 - Cámara de distribución***

A partir de estas consideraciones se pueden plantear mejores planos con más detalles. Los planos CAD suelen ser muy limitantes y ofrecen poca información como la figura 51 donde se ve una vista en corte C-C que no muestra la elevación de la caja de limpia y reboce a diferencia las figuras 52 y 53 de planos Revit.

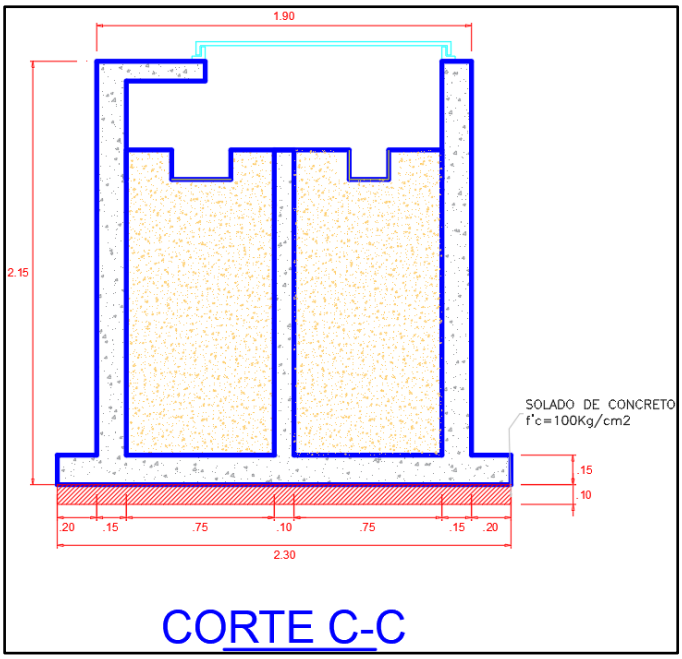



*Figura 51. Vista corte C-C - Cámara de distribución*
*Fuente: Expediente técnico*

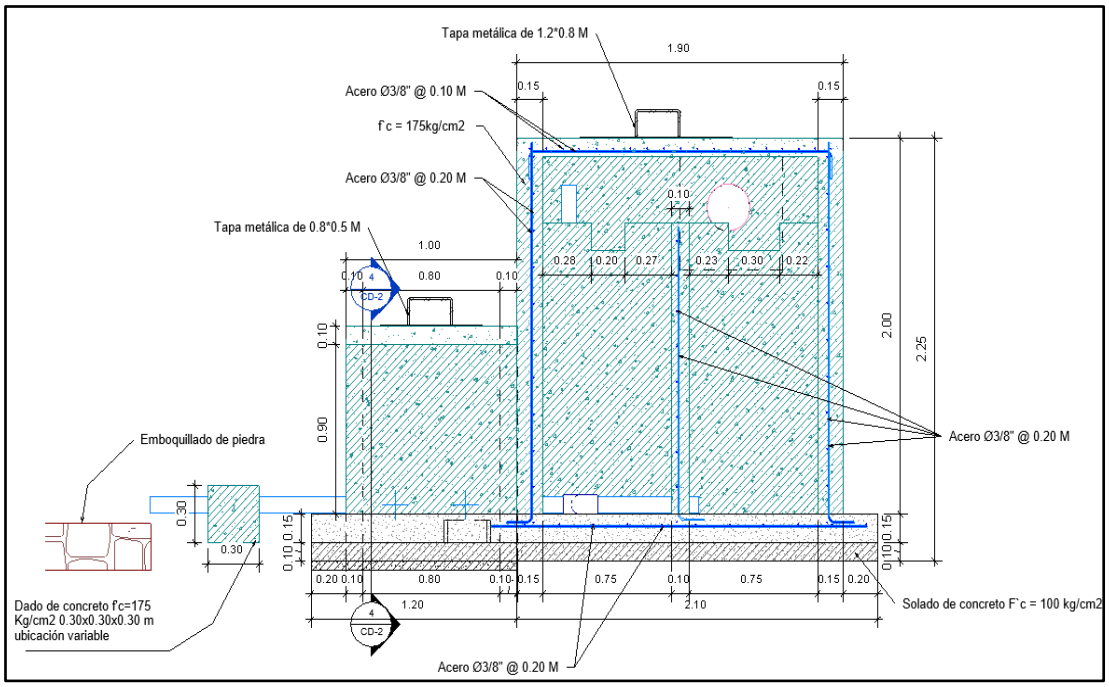



*Figura 52. Vista corte C-C Cámara de distribución en Revit*

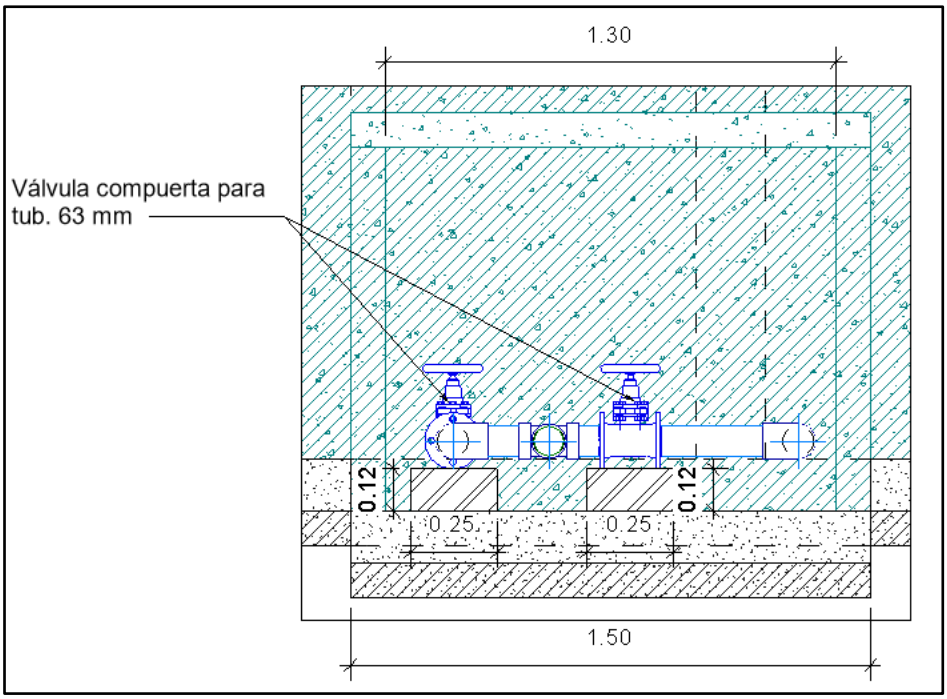



*Figura 53. Vista lateral Detalle cámara de limpia y reboce Revit*

Cuanto mayor detalle, cortes y vistas tenga un plano la planificación de ejecución de este tendrá mayor eficiencia. De la misma manera las cámaras secas de salida presentan un detalle muy pobre y sin considerar los dados de concreto y el deface para el nivel de fondo de la cámara.

Nuevamente, se puede hacer el contraste de la figura 54 de detalle de alzado de la cámara seca de salida de los planos CAD con la figura 55 del mismo ítem en Revit.

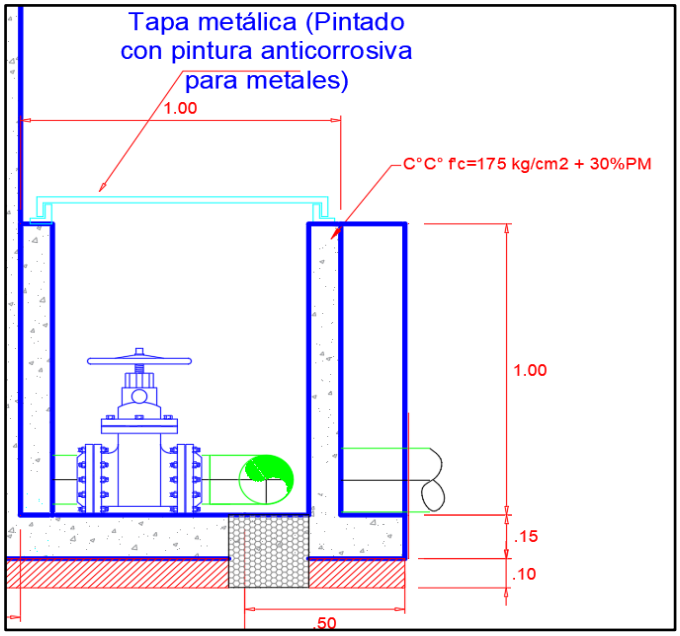



*Figura 54. Planta Detalle 2 - Vista elevación cámara de distribución*
*Fuente: Expediente técnico*

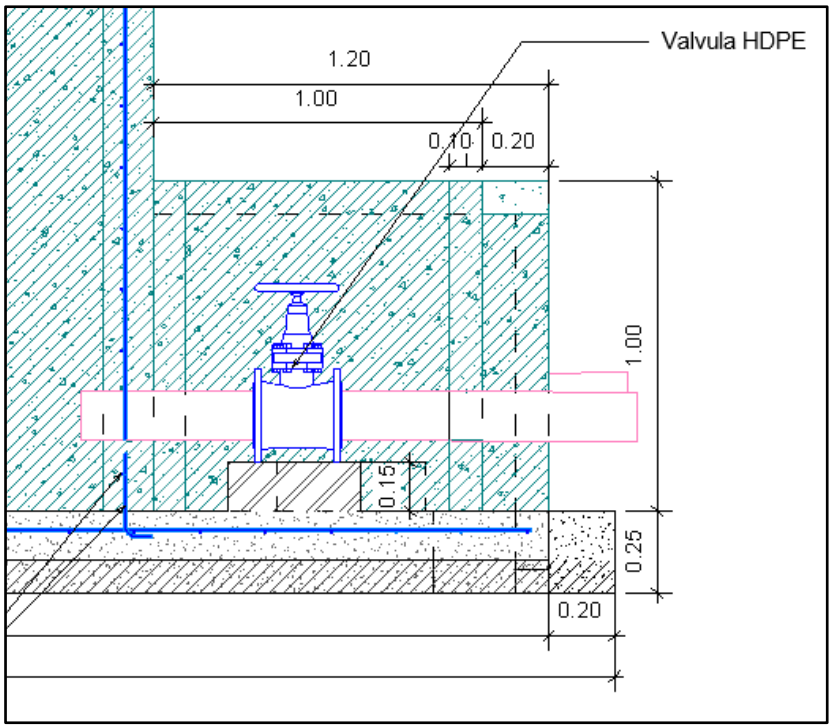



*Figura 55. Planta Detalle 2 Vista elevación cámara de distribución Revit*

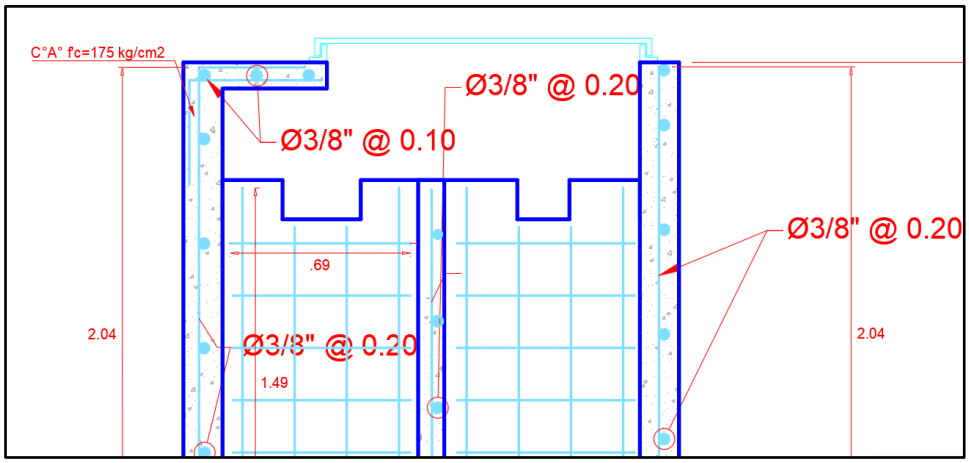



*Figura 56. Detalles de ganchos en planos CAD*
*Fuente: Expediente técnico*

En todos los planos CAD los ganchos de los aceros siempre se representan de la misma manera sin mostrar una adecuada escala, ni el recubrimiento necesario en que partes se darán los empalmes como el ejemplo de la figura 56.

La vista 3D de Revit da un alcance real de cómo se dará la distribución de aceros longitudinales, transversales mostrado en la figura 57, además de su gancho de inicio, gancho final y su rotación. Incluyendo también sus planos 2D de la sección más realista y conforme al proceso constructivo real respetando los recubrimiento y longitudes de gancho como se observa en la figura 58.

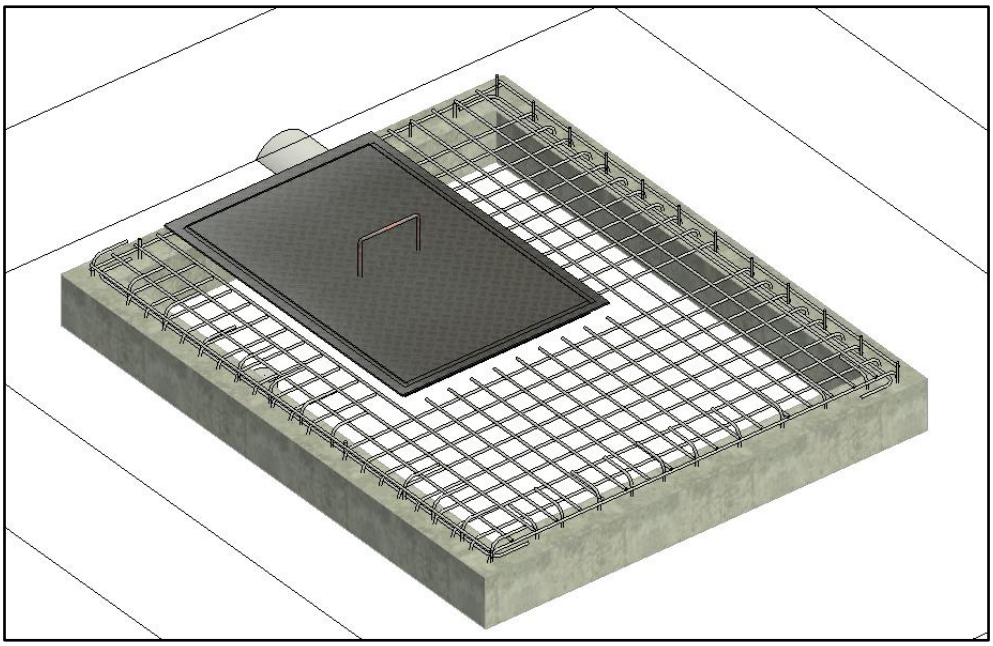


*Figura 57. Vista 3D Revit Detalles de gancho*

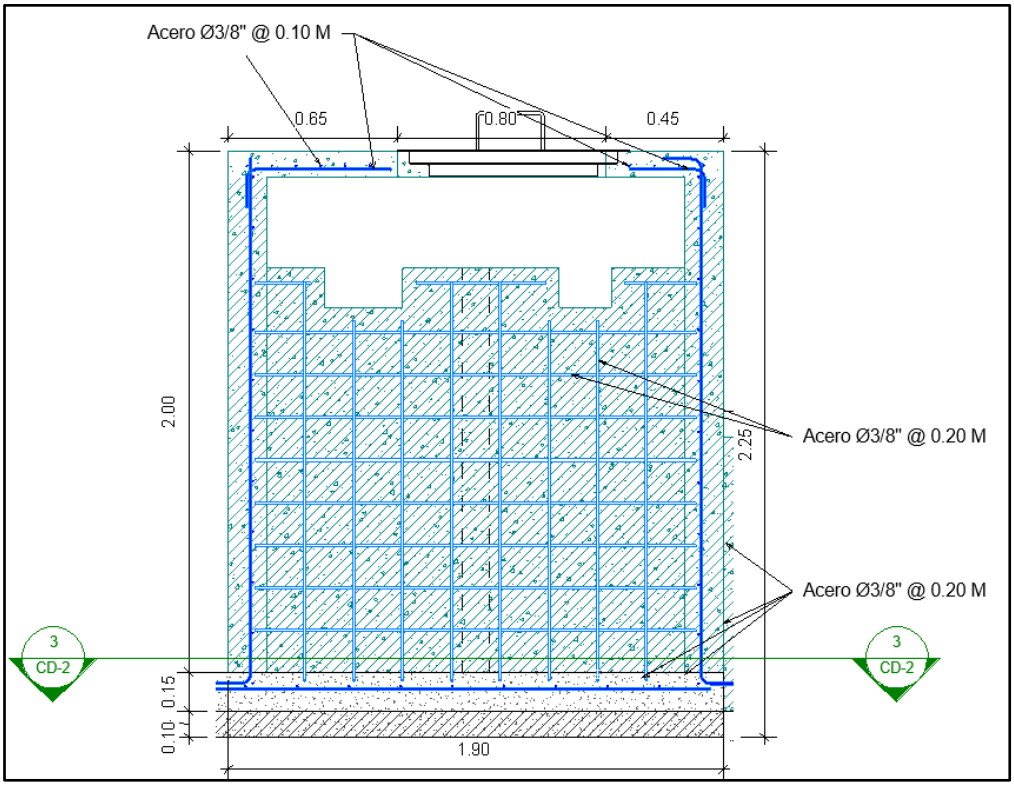



*Figura 58. Vista de elevación cámara húmeda*

Otro de los accesorios importantes a considerar en el modelamiento es el WaterStop muy importante para evitar que el agua entre por las juntas de construcción y en los planos CAD solo se indican en la vista en planta sin embargo en los planos Revit se indican en las vistas de alzado e incluso en una vista 3D.

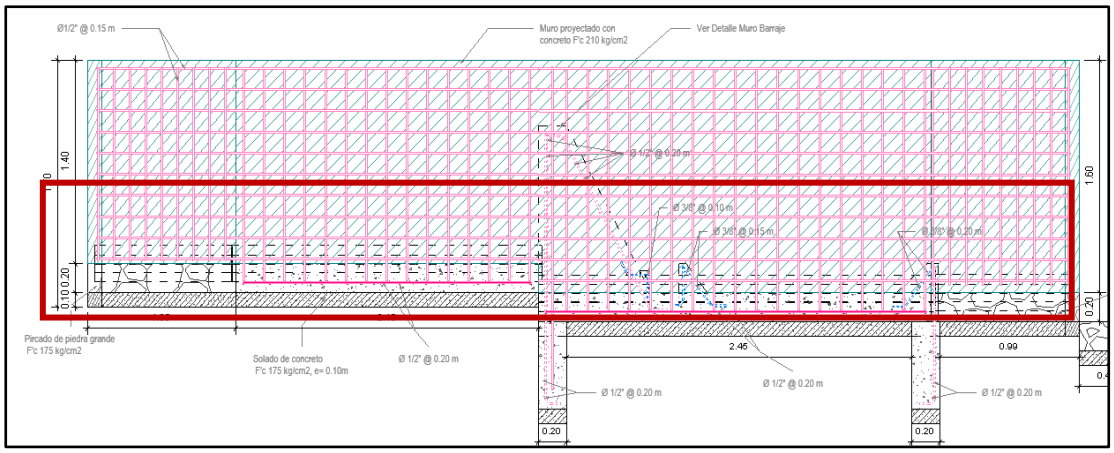



*Figura 59. Vista alzado con detalle de WaterStop Revit*

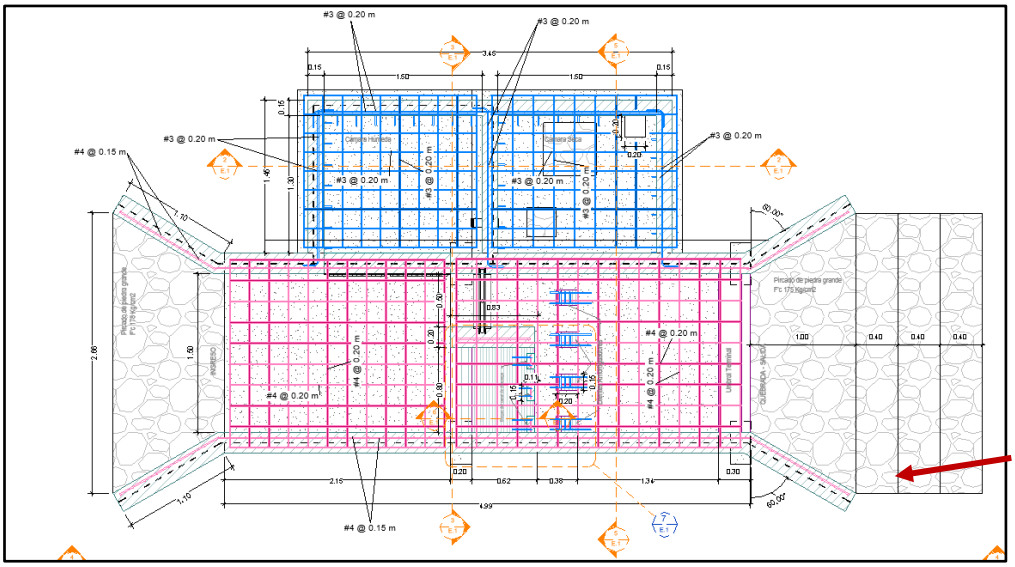



*Figura 60. Vista planta con detalle de WaterStop Revit*

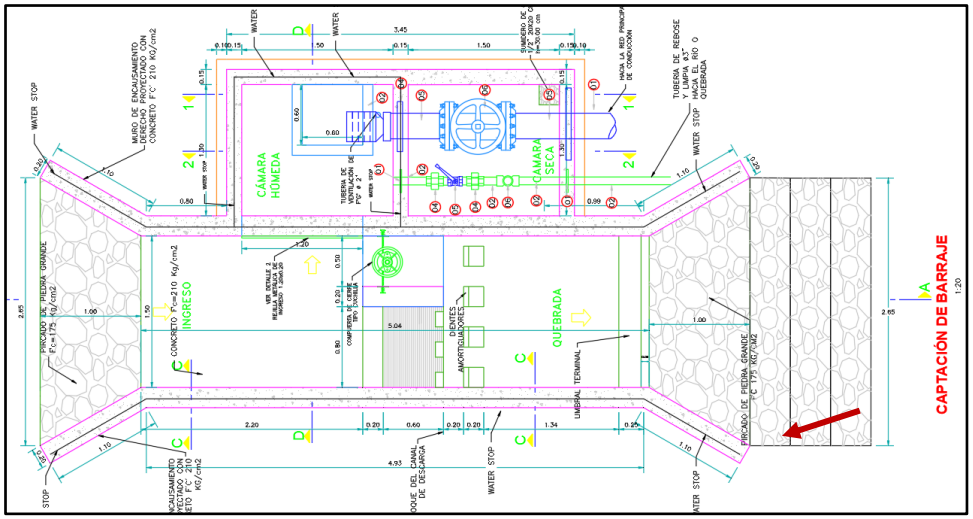



*Figura 61. Vista Planta de captación planos CAD*
*Fuente: Expediente técnico*

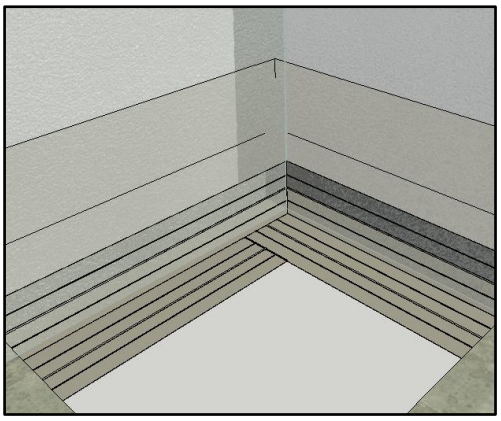


*Figura 62. Vista 3D unión de WaterStop*

Sin embargo, poder encontrar todos estos errores e incongruencias dentro de esta etapa de la planificación BIM es lo que se espera, ya que como se indicó anteriormente, es la etapa en la que hacer cambios son más sencillos y de bajo presupuesto que si se hubiera dado en alguna etapa posterior de construcción evidenciando en primera instancia ya uno de los beneficios.

### 4.2.2. Colaboración multidisciplinaria

Si bien el modelamiento 3D de las obras de arte ya permiten encontrar errores, incompatibilidades y hasta propuestas de mejora para el diseño y su planificación de ejecución, ya que no es todo lo que ofrece la metodología BIM. Otro aspecto relevante por considerar es la colaboración multidisciplinaria que para este caso de proyecto de riego puede tener baja incidencia debido a que las obras de arte no son tan complejas como podría serlo un puente, presa hidráulica, etc. Pero si permite obtener planos de detalle por especialidad con información más completa.

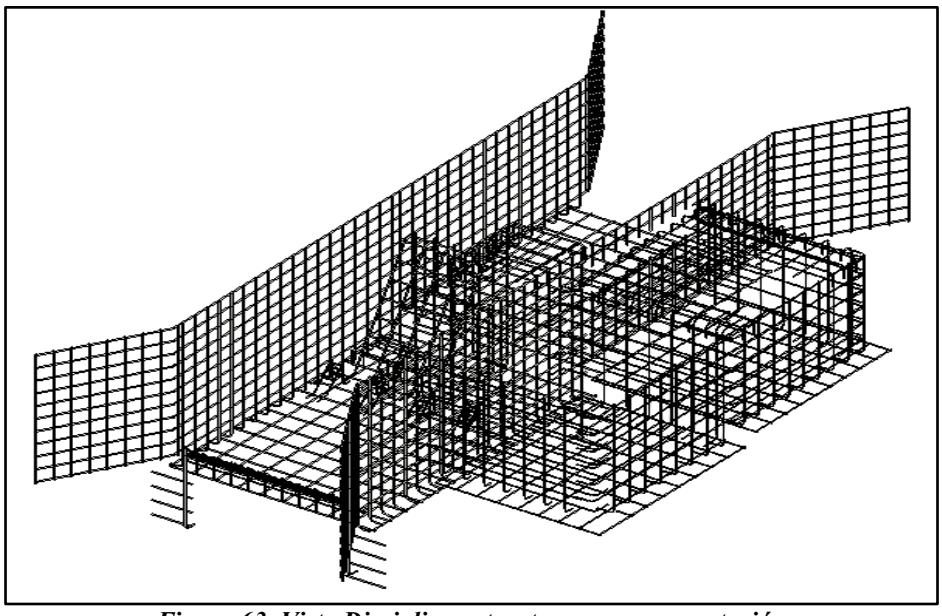


*Figura 63. Vista Disciplina estructura – aceros captación*

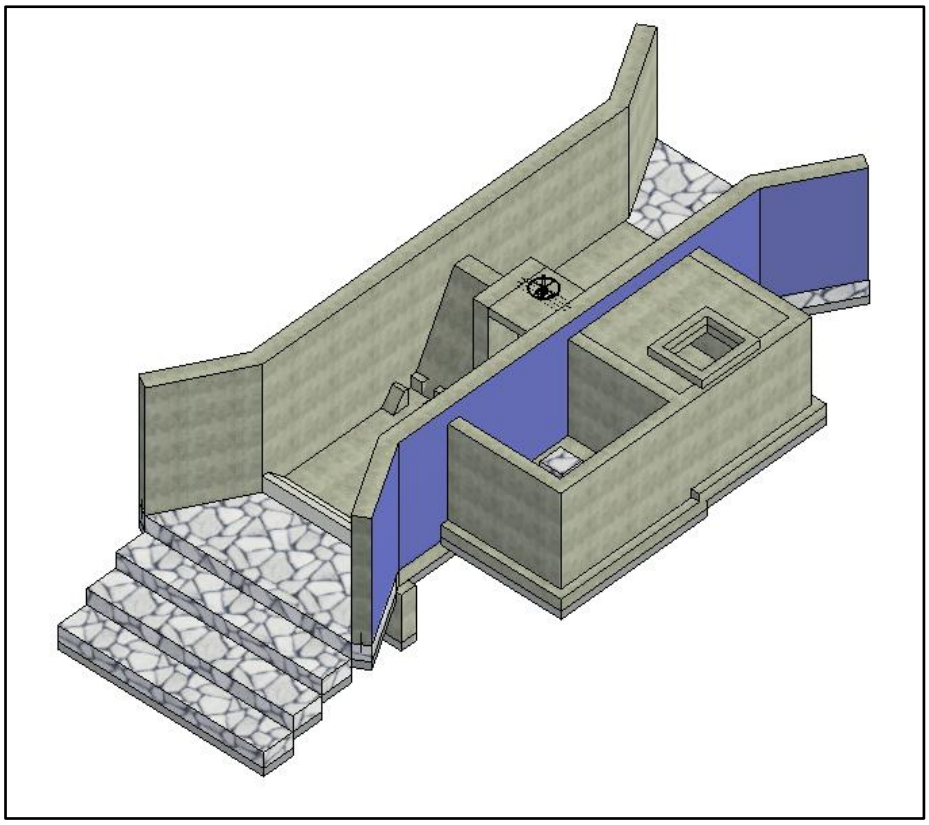


***Figura 64. Vista Disciplina arquitectura captación***

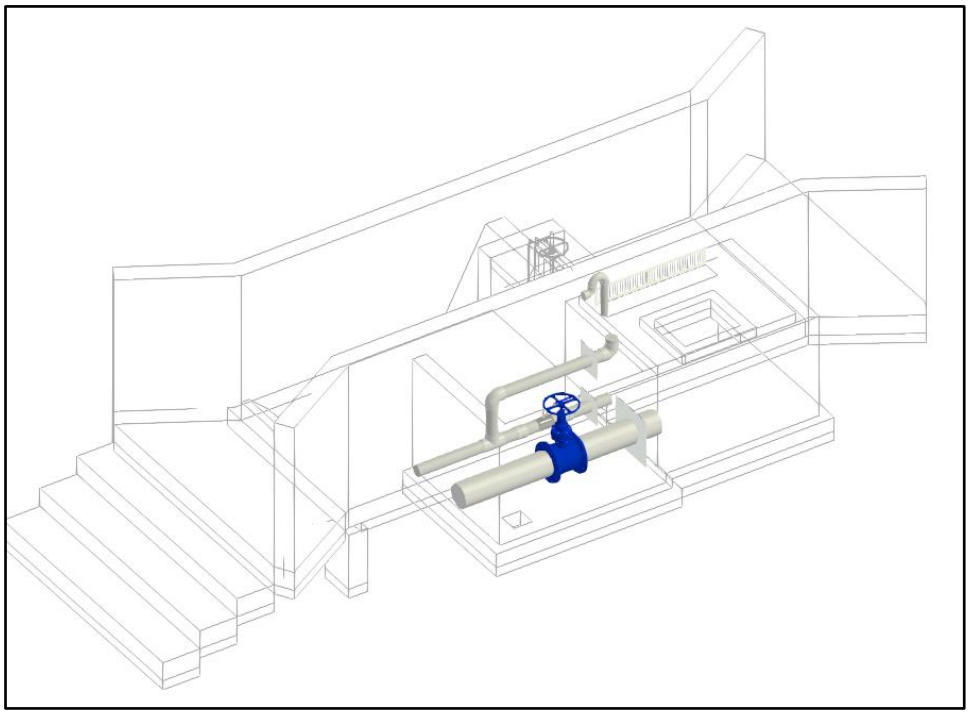


***Figura 65. Vista Disciplina hidráulica captación***

La interfaz del Revit permite observar de manera separada por disciplinas el modelamiento como se puede observar en las figuras 63, 64 y 65.

### 4.2.3. Gestión de la información

Una de las principales razones por las que se utiliza esta nueva metodología BIM en la elaboración de proyectos es la gestión de la información, debido a que se ha demostrado que un inadecuado flujo de la información podría causar muchos problemas para un proyecto.

**Modelos digitales como fuente centralizada de datos**

Cada elemento insertado en el *software* no solo llega a formar parte del modelamiento 3D, sino también de la base de datos implícita del proyecto que se comparte en un entorno común de datos donde se almacena y gestiona como el Autodesk BIM 360.

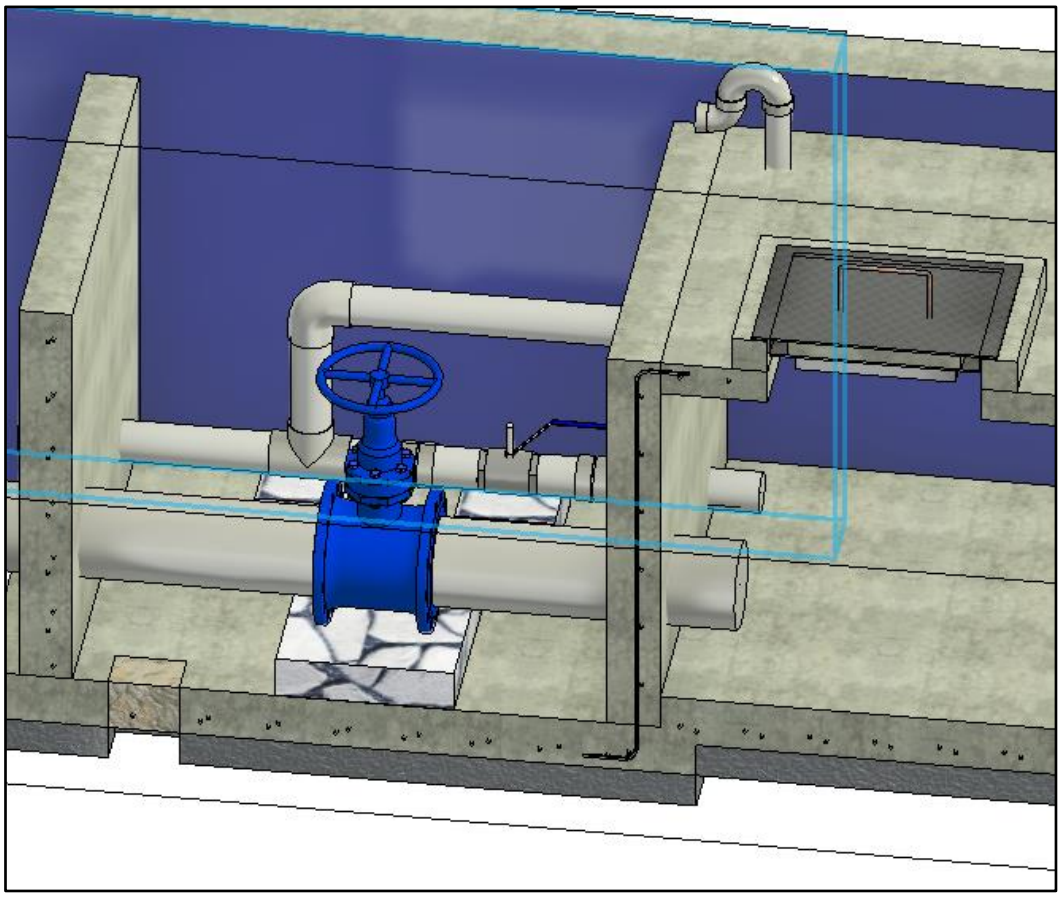


***Figura 66. Componentes de la captación***

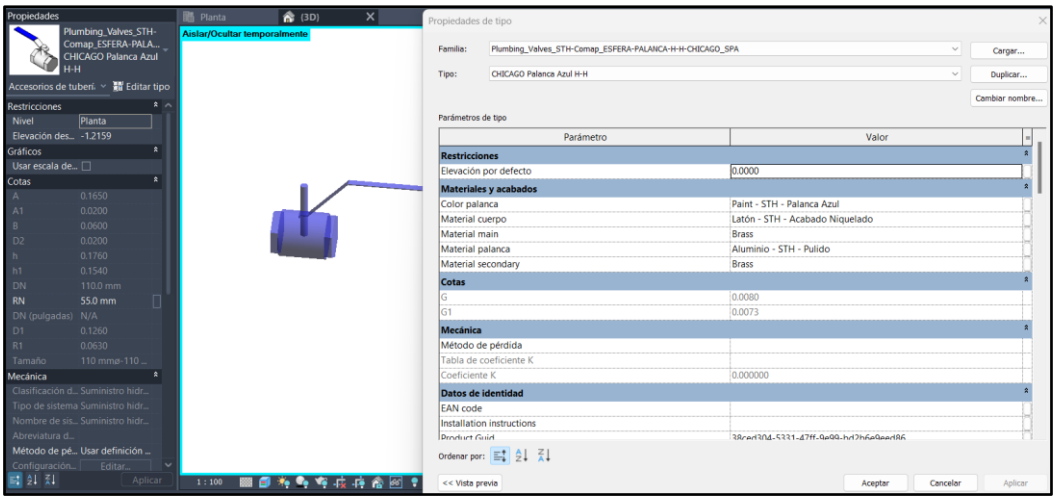



*Figura 67. Base de datos del componente llave control modelado*

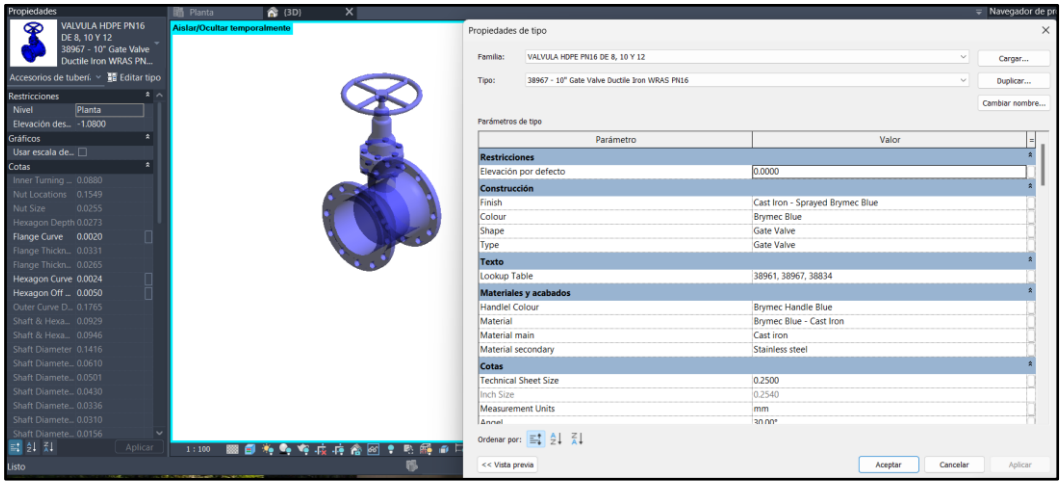



*Figura 68. Base de datos del componente válvula bridada modelada*

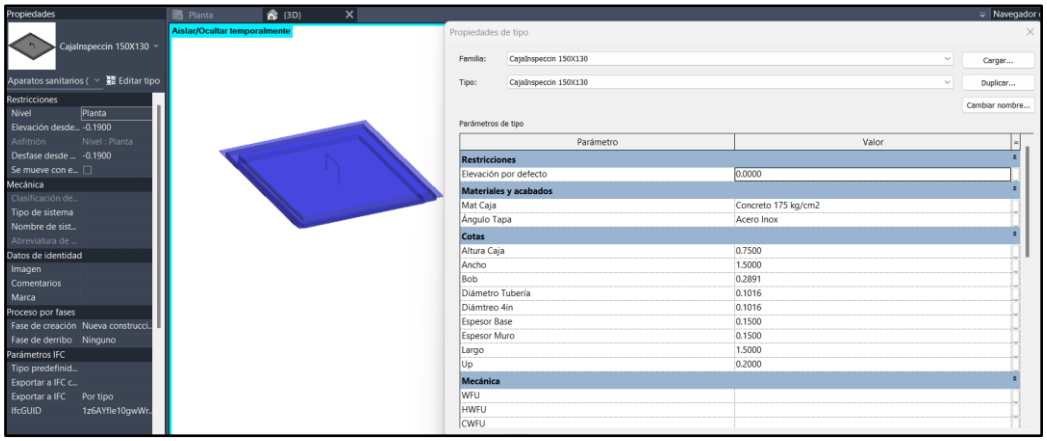



*Figura 69. Base de datos del componente tapa metálica modelada*

Cada elemento que se elabore y modele en el *software* Revit llega a contabilizarse y guardarse en la base de datos con todo y especificaciones como se puede observar en las figuras 67, 68 y 69 para poder administrar dicha información de una manera ordenada reflejándolo en los metrados.

**Resultado de tablas de planificación (metrados)**

Las tablas de planificación en Revit se dan de manera automática además de tener una clasificación que permite ordenarla por campos como se puede ver en la figura 70, filtros de familia, tipo, nivel, área, volumen, etc. Indicados en la figura 71. Además de agruparlos en función a sus campos y con las nuevas actualizaciones del *software* darle un formato a sus resultados, gráficos y textos.

Esta información de las tablas de planificación se podrá exportar en formato CSV para trabajarla de mejor manera en una hoja de cálculo.

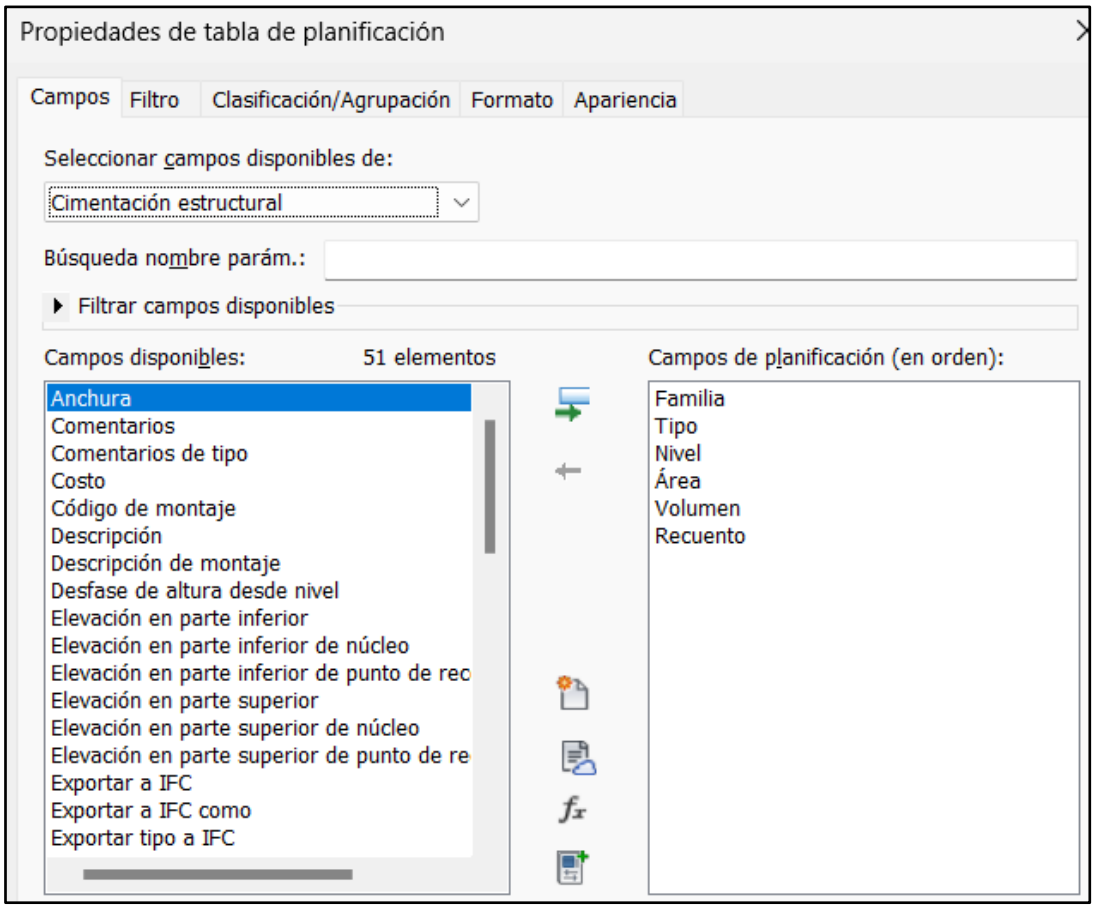



*Figura 70. Interfaz de «Campos» de la tabla de planificación*

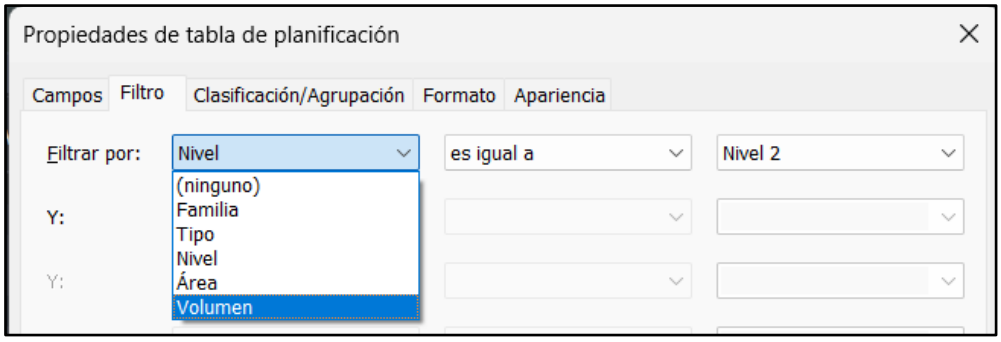



*Figura 71. Interfaz de «Filtro» de la tabla de planificación*

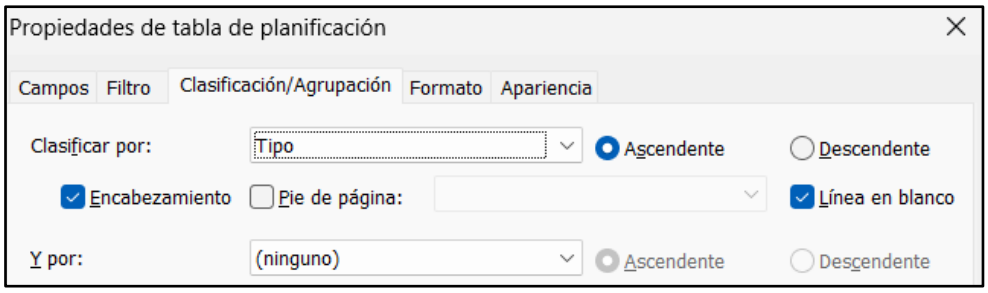



*Figura 72. Interfaz de «Clasificación» de la tabla de planificación*

Esta herramienta es muy practica también para reconocer elementos que sean difíciles de ubicar en el modelo especialmente para proyectos grandes. Y en el caso de los proyectos de riego sirve para analizar la funcionabilidad de estas estructuras.

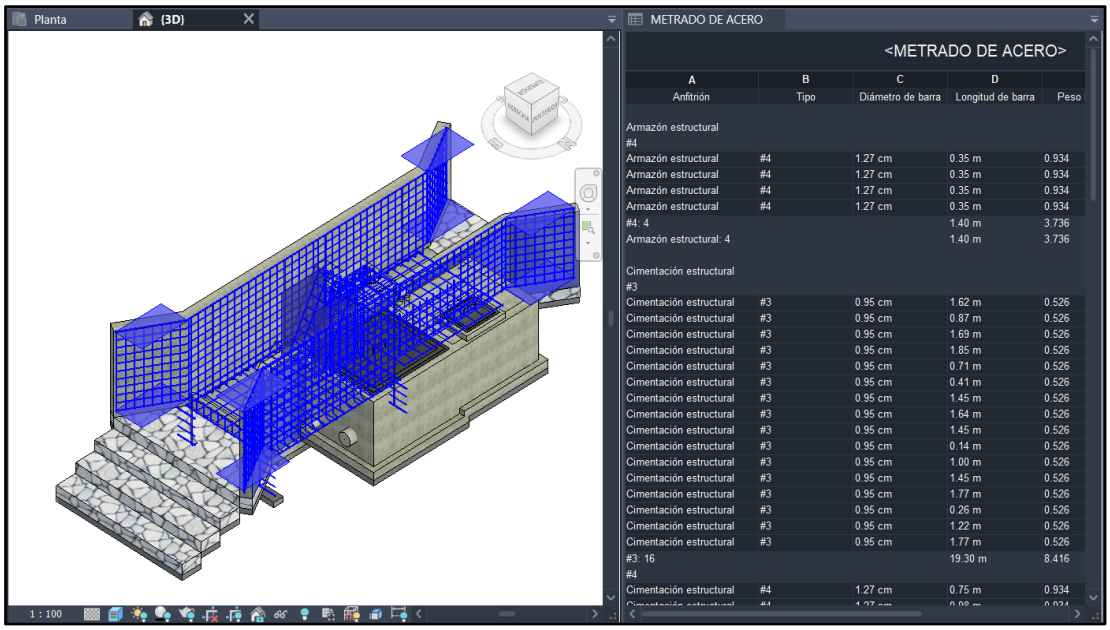



*Figura 73. Tabla de planificación de metrados de Revit*

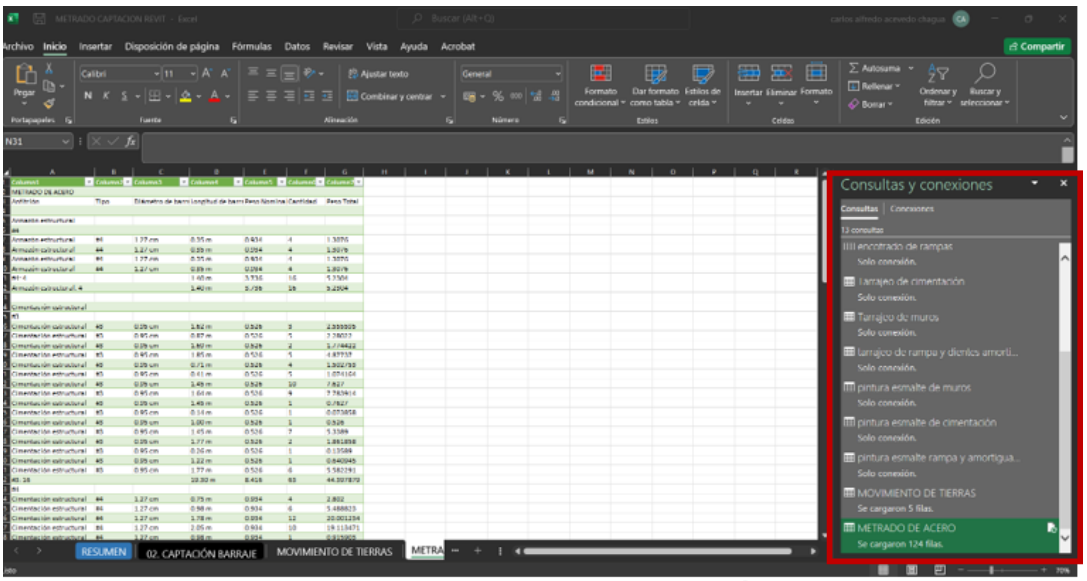



*Figura 74. Tabla de metrados exportada en una hoja de cálculo*

Cada tabla de planificación exportada del Revit se importa en una hoja de cálculo para resumirla y compararla con los metrados del expediente técnico para realizar un análisis de su influencia en este importantísimo rubro de información, ya que el metrado es indispensable para la elaboración del presupuesto.

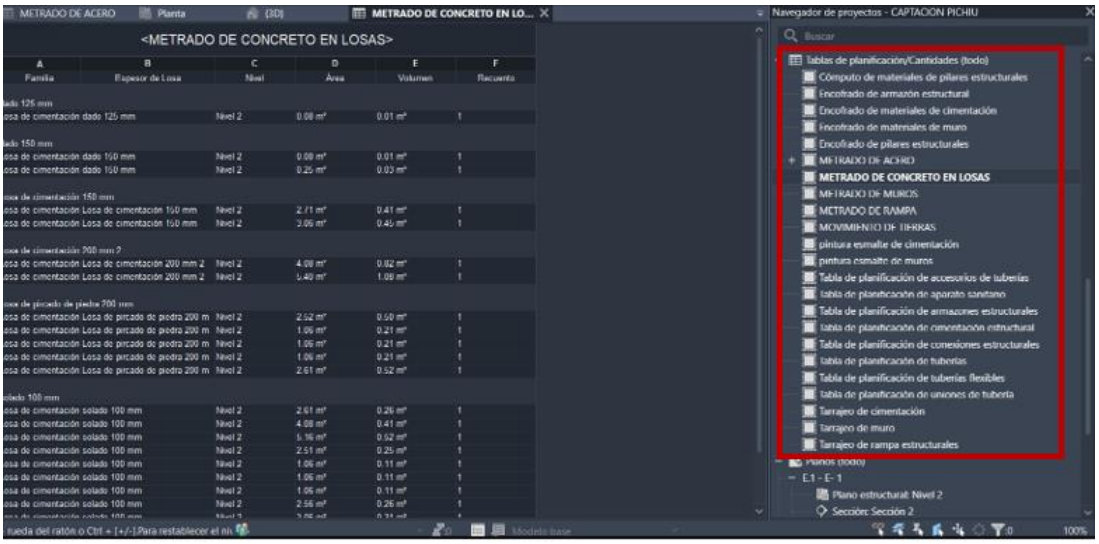



*Figura 75. Lista de metrados en el navegador de proyectos - captación Pichiu*

## 4.3. Resultados de metrados Revit

### 4.3.1. Metrados Revit captación

#### a. Partidas de la captación

Para poder obtener un análisis más adecuado se administrará la información de las tablas de planificación de Revit resumiéndolas de acuerdo con las partidas de metrados presentadas en el expediente técnico. Que se puede apreciar en la tabla 2.

**Tabla 2.** ***Lista de partidas de la captación del expediente técnico***

| | |
|---|---|
| **02** | **Captación tipo barraje** |
| **02.01** | **Obras preliminares** |
| **02.01.01** | **Encausamiento del curso de agua** |
| **02.02** | **Trabajos preliminares** |
| **02.02.01** | **Limpieza de terreno manual** |
| **02.02.02** | **Trazo, nivelación y replanteo** |
| **02.03** | **Movimiento de tierras** |
| **02.03.01** | **Excavación manual en terreno saturado** |
| **02.03.02** | **Relleno con material propio seleccionado** |
| **02.03.03** | **Acarreo y eliminación de mat. Excedente dmáx = 30 m** |
| **02.04** | **Obras de concreto simple** |
| **02.04.01** | **Solado f'c=100 kg/cm$^2$, e=10 cm** |
| **02.04.02** | **Pircado de piedra grande con F'C 175 kg/cm$^2$ e = 0.2 m** |
| **02.04.03** | **Encofrado y desencofrado** |
| **02.04.04** | **Sumidero de piedra chancada de 1/2"** |
| **02.04.05** | **Dados de concreto f`c = 140 kg/cm$^2$** |

| | |
|---|---|
| **02.05** | **Obras de concreto armado** |
| **02.05.01** | **Concreto f'c = 210 kg/cm$^2$** |
| **02.05.02** | **Encofrado y desencofrado** |
| **02.05.03** | **Acero f'y = 4200 kg/cm$^2$** |
| **02.06** | **Revestimiento** |
| **02.06.01** | **Tarrajeo c/impermeabilizante de muros** |
| **02.07** | **Pintura** |
| **02.07.01** | **Pintura esmalte en exteriores** |
| **02.07.02** | **Pintura esmalte p/tapa metálica** |
| **02.08** | **Suministro e instalación de válvulas y accesorios en captación** |
| **02.08.01** | **Suministro e inst. de válvulas y accesorios en captación** |
| **02.09** | **Carpintería metálica** |
| **02.09.01** | **Suministro e instalación de tapa metálica 1.3 x1.5 m c/marco de metal** |
| **02.09.02** | **Suministro e instalación de tapa metálica 0.6 x 0.6 m c/marco de metal** |
| **02.09.03** | **Suministro e instalación de compuerta plancha de acero 1.4 x 0.5 m, e = 1/4** |
| **02.09.04** | **Suministro e instalación de rejillas** |
| **02.10** | **Varios** |
| **02.10.01** | **Suministro e instalación de junta water stop de 9" x 3/4" x 5.5 mm** |
| **02.10.02** | **Prueba hidráulica de estanquedad en estructura** |

Las obras y trabajos preliminares no varían con la aplicación de la metodología BIM al menos en este proyecto en específico, ya que se trata de obras hidráulicas que se plantean en diferentes ubicaciones según las necesidades del riego.

### b. Movimiento de tierras

Primero, se ubicó la estructura en el punto de coordenadas planteadas en el plano clave del proyecto indicada en la tabla 3.

**Tabla 3.** ***Coordenadas de captación***

| Coordenadas de captación | |
|---|---|
| Este | 540 514.2700 |
| Norte | 8 636 977.6100 |
| Altura | 2145.0100 |

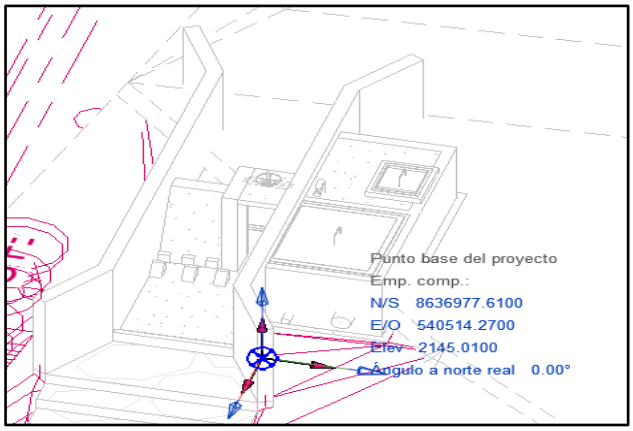



***Figura 76. Georreferenciación de la captación en Revit***

Para el cálculo del movimiento de tierras se importaron las curvas del plano topográfico y se creó un sólido topográfico donde se georreferenció la estructura vista en la figura 76 y luego se crearon las fases del sólido topográfico en «Existente» y «Movimiento de tierras» vistas en las figuras 77 Y 78.

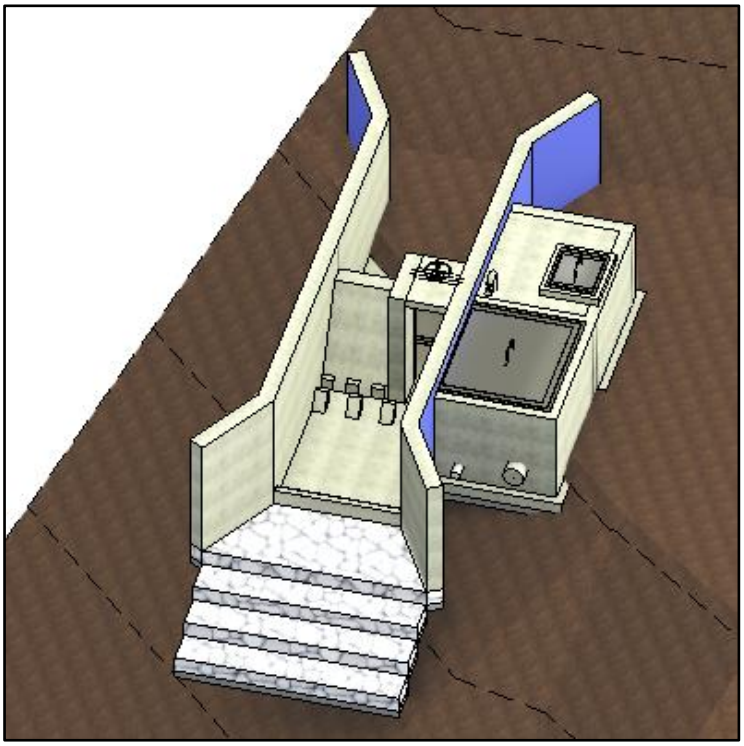


***Figura 77. Sólido topográfico fase «Existente»***

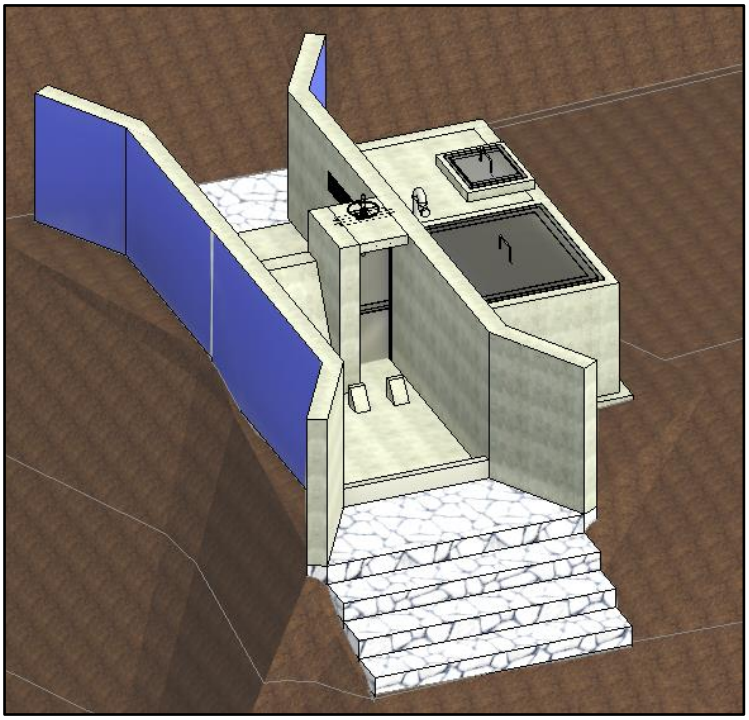


***Figura 78. Sólido topográfico fase «Movimiento de tierras»***

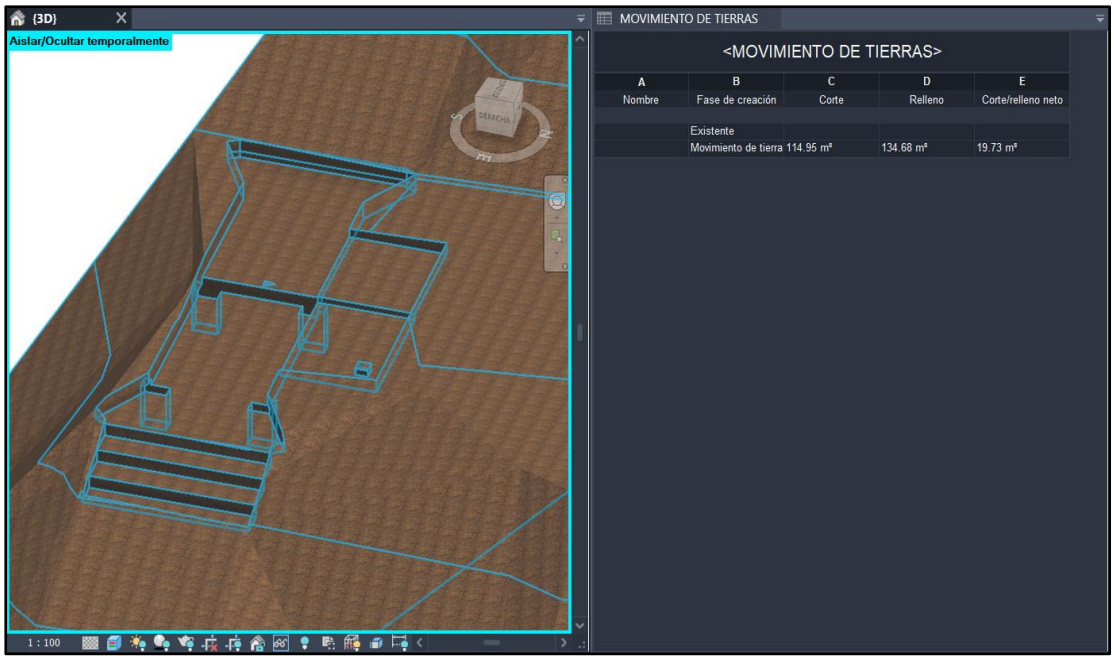



***Figura 79. Corte y relleno de terreno para cimentaciones y vigas de captación***

El cálculo de movimiento de tierras en Revit es automático, dando como resultado el valor final del corte y relleno necesario para la estructura, reduciendo los procesos de metrado de movimiento de tierras tradicional de calcular sumatorias de volúmenes por componentes de la estructura.

**Tabla 4.** ***Metrado de Movimiento de tierras de captación Revit***

| Movimiento de tierras | | | |
|---|---|---|---|
| **Fase de creación** | **Corte** | **Relleno** | **Corte/relleno neto** |
| Existente | | | |
| Movimiento de tierras | 114.95 m³ | 134.68 m³ | 19.73 m³ |

Tras georreferenciar la captación en función a las coordenadas del plano clave en el *software* Revit y realizar el cálculo de movimiento de tierras se obtuvo un valor total de Corte de 114.95 m³ y Relleno de 134.68 m³ haciendo un acumulado de Corte/Relleno neto de 19.73 m³.

### c. Obras de concreto simple

Las obras de concreto simple en la captación compete a los solados, las losas con pircados de piedra, los sumideros de piedra chancada de ½" y los dados de concreto usados para las válvulas.

Por lo que para cuantificar bien estas partidas se ordenaron en las hojas de cálculo con sus respectivas láminas de detalle, como se muestran en la figura 80 de metrado de solado en m² y la tabla de metrados indicada en la tabla 5. A su vez en la figura 81 se indica el pircado de piedra y su tabla de metrados en la tabla 6.

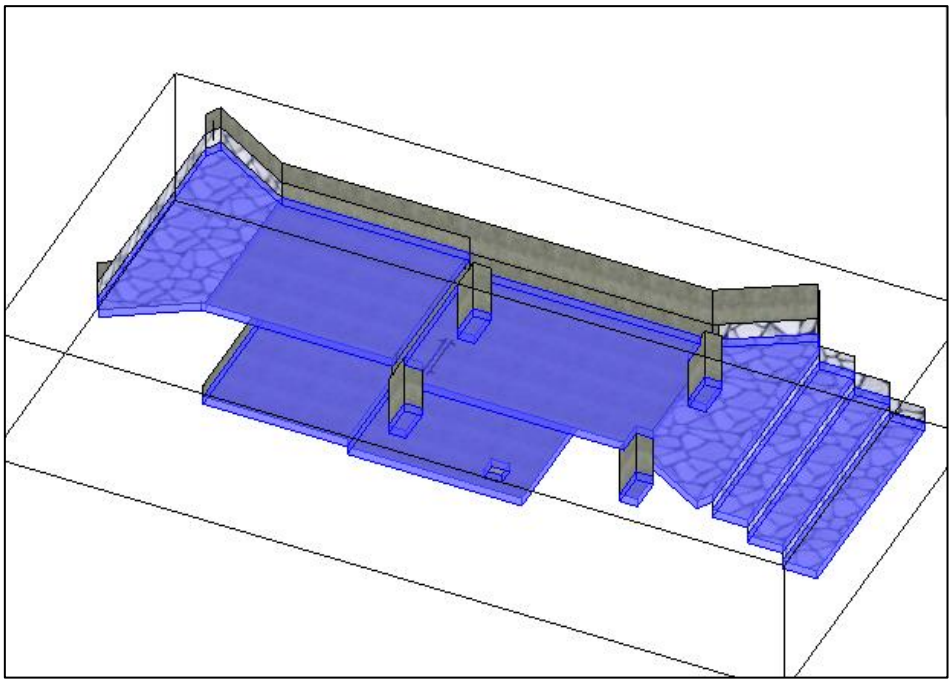


*Figura 80. Solados de la captación*

**Tabla 5.** ***Metrado de solados de la captación***

**Tabla de planificación de solados de la captación**

| Grosor de cimentación | Familia | Longitud | Tipo | Área | Volumen |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.100 | Losa de cimentación | 2.591 | solado 100 mm | 2.61 | 0.26 m³ |
| 0.100 | Losa de cimentación | 1.900 | solado 100 mm | 4.08 | 0.41 m³ |
| 0.100 | Losa de cimentación | 2.840 | solado 100 mm | 5.16 | 0.52 m³ |
| 0.100 | Losa de cimentación | 3.001 | solado 100 mm | 2.51 | 0.25 m³ |
| 0.100 | Losa de cimentación | 2.655 | solado 100 mm | 1.06 | 0.11 m³ |
| 0.100 | Losa de cimentación | 2.655 | solado 100 mm | 1.06 | 0.11 m³ |
| 0.100 | Losa de cimentación | 2.655 | solado 100 mm | 1.06 | 0.11 m³ |
| 0.100 | Losa de cimentación | 1.550 | solado 100 mm | 2.56 | 0.26 m³ |
| 0.100 | Losa de cimentación | 1.550 | solado 100 mm | 3.06 | 0.31 m³ |
| 0.100 | Losa de cimentación | 0.400 | solado 100 mm | 0.08 | 0.01 m³ |
| 0.100 | Losa de cimentación | 0.400 | solado 100 mm | 0.08 | 0.01 m³ |
| 0.100 | Losa de cimentación | 0.400 | solado 100 mm | 0.08 | 0.01 m³ |
| 0.100 | Losa de cimentación | 0.400 | solado 100 mm | 0.08 | 0.01 m³ |
| | | | **Área total** | **23.48** | **m²** |

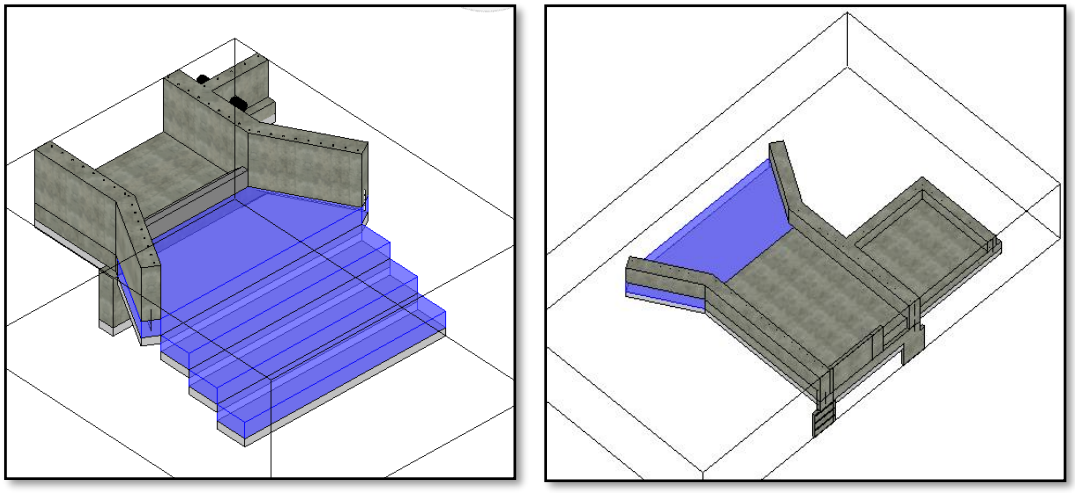


*Figura 81. Pircado de piedra de e = 200 mm*

**Tabla 6.** ***Metrado de pircado de piedra de e = 200 mm***

| Tabla de planificación de cimentación estructural | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Grosor de cimentación** | **Familia** | **Longitud** | **Tipo** | **Área** | **Volumen** |
| 0.200 | | 1.000 | Espesor = 200 mm | 2.52 m² | 0.5 |
| 0.200 | Pircado de piedra grande | 2.655 | Espesor = 200 mm | 1.06 m² | 0.21 |
| 0.200 | con F'C 175 kg/cm² | 2.655 | Espesor = 200 mm | 1.06 m² | 0.21 |
| 0.200 | e = 0.2 m | 0.400 | Espesor = 200 mm | 1.06 m² | 0.21 |
| 0.200 | | 2.051 | Espesor = 200 mm | 2.61 m² | 0.52 |
| | | | | **Vol. total** | **1.65 m³** |

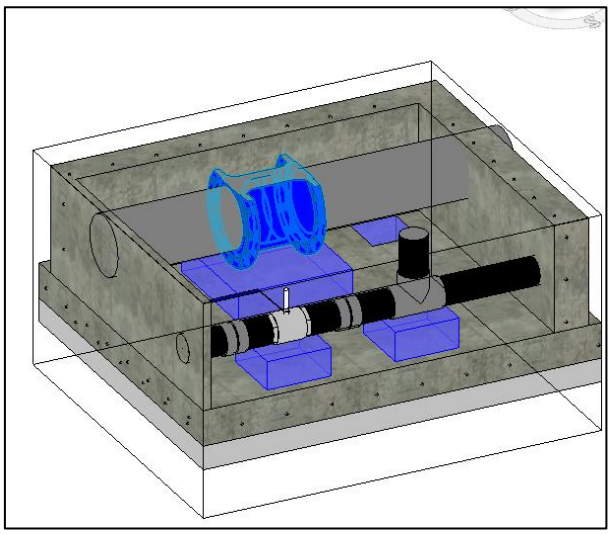


*Figura 82. Dados de concreto para las válvulas*

**Tabla 7.** ***Metrado de dados de concreto para válvulas***

| Tabla de planificación de dados de concreto para válvulas | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Grosor de cimentación** | **Familia** | **Longitud** | **Tipo** | **Área** | **Volumen** |
| 0.150 | Losa de cimentación | 0.200 | Sumidero de piedra chancada de 1/2" | 0.04 m² | 0.01 |
| 0.120 | Losa de cimentación | 0.280 | dado 150 mm | 0.08 m² | 0.01 |
| 0.125 | Losa de cimentación | 0.280 | dado 125 mm | 0.08 m² | 0.01 |
| 0.120 | Losa de cimentación | 0.500 | dado 150 mm | 0.25 m² | 0.03 |
| | | | | | **0.06 m³** |

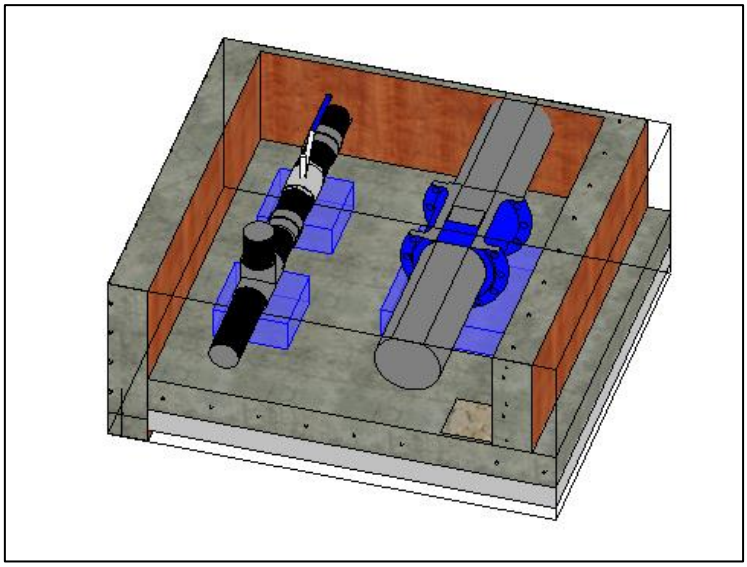


***Figura 83. Encofrado de dados de concreto simple***

**Tabla 8** ***Metrado de encofrado de dados***

| Cómputo de materiales de encofrado de dados | | |
|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** |
| Losa de cimentación: dado 150 mm | Encofrado | 0.13 m² |
| Losa de cimentación: dado 125 mm | Encofrado | 0.14 m² |
| Losa de cimentación: dado 150 mm | Encofrado | 0.24 m² |
| | **Total** | **0.51 m²** |

El programa calculó un total de 23.48 m² de solado según lo indicado en la tabla 5 además de un total de pircado de piedra presentado en la tabla 6 de 1.65 m³, un total de 0.06 m³ de concreto en los dados en la tabla 7 y 0.51 m² de encofrado por los dados de concreto simple de la tabla 8.

### d. Obras de concreto armado

Las obras de concreto armado de la captación competen al concreto, acero, encofrado y desencofrado. Cada uno se va a presentar con sus partidas respectivas indicadas en la tabla 9, luego de más tablas específicas de metrado y láminas de detalle de cada una.

**Tabla 9.** ***Partidas de las obras de concreto armado***

| **Obras de concreto armado** |
|---|
| **Concreto f'c = 210 kg/cm²** |
| Cimentaciones cama húmeda y seca |
| Cimentaciones zona de ingreso y salida |
| Losa cámara húmeda |
| Losa apoyo de compuerta metálica |
| Muros |
| Bloque de canal de descarga |
| Viga de cimentación |
| Dientes amortiguadores |
| Rampa |
| **Encofrado y desencofrado** |
| Cimentaciones cama húmeda y seca |
| Cimentaciones zona de ingreso y salida |
| Losa cámara húmeda |
| Losa apoyo de compuerta metálica |
| Muros |
| Bloque de canal de descarga |
| Viga de cimentación |
| Dientes amortiguadores |
| Rampa |
| **Acero f'y = 4200 kg/cm²** |
| Acero de vigas Ø1/2" |
| Acero de cimiento y losa cam. húmeda y seca Ø3/8" |
| Acero de cimiento y losa cam. húmeda y seca Ø1/2" |
| Acero de muros Ø3/8" |
| Acero de muros Ø1/2" |
| Dientes amortiguadores Ø3/8" |
| Dientes amortiguadores Ø1/2" |
| Rampa Ø1/2" |

**Concreto F'c = 210 kg/cm²**

**Tabla 10.** ***Metrado de losa de cimentación cámara húmeda y seca***

**Tabla de planificación de cimentación cámara húmeda y seca**

| Grosor de cimentación | Familia | Longitud | Tipo | Área | Volumen |
|---|---|---|---|---|---|
| 0.150 | Losa de cimentación | 1.550 | e = 150 mm | 2.71 | 0.41 m³ |
| 0.150 | Losa de cimentación | 1.550 | e = 150 mm | 3.06 | 0.45 m³ |
| | | | | | **0.86 m³** |

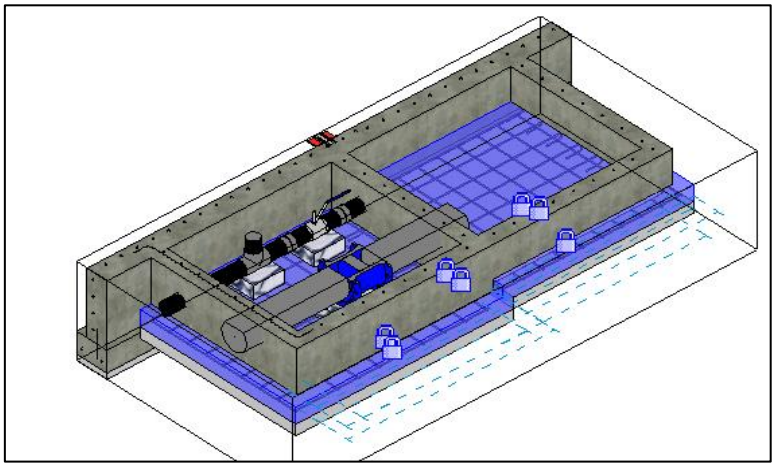


***Figura 84. Cimentación de cámara húmeda y seca***

**Tabla 11.** ***Metrado de losa de cimentación de zona de entrada y salida***

| Tabla de planificación de cimentación de zona de entrada y salida | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Grosor de cimentación** | **Familia** | **Longitud** | **Tipo** | **Área** | **Volumen** |
| 0.200 | Losa de cimentación | 2.146 | Espesor = 200 mm | 4.08 m² | 0.82 m³ |
| 0.200 | Losa de cimentación | 2.840 | Espesor = 200 mm | 5.40 m² | 1.08 m³ |
| | | | | | **1.9 m³** |

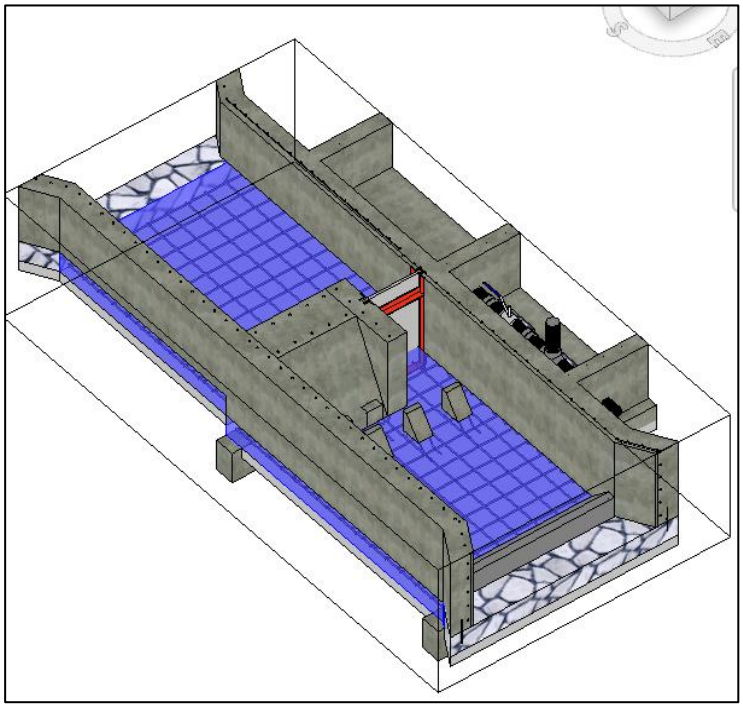


***Figura 85. Cimentación de la zona de entrada y salida***

**Tabla 12.** ***Metrado de losa de cámara húmeda y apoyo de compuerta metálica***

| Tabla de planificación de losa de cámara húmeda y apoyo de compuerta metálica | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Grosor de cimentación** | **Familia** | **Longitud** | **Tipo** | **Área** | **Volumen** |
| 0.100 | Losa | 1.300 | Losa de cámara humead | 1.65 m² | 0.17 m³ |
| 0.100 | Losa | 0.500 | Losa de apoyo de compuerta metálica | 0.40 m² | 0.04 m³ |

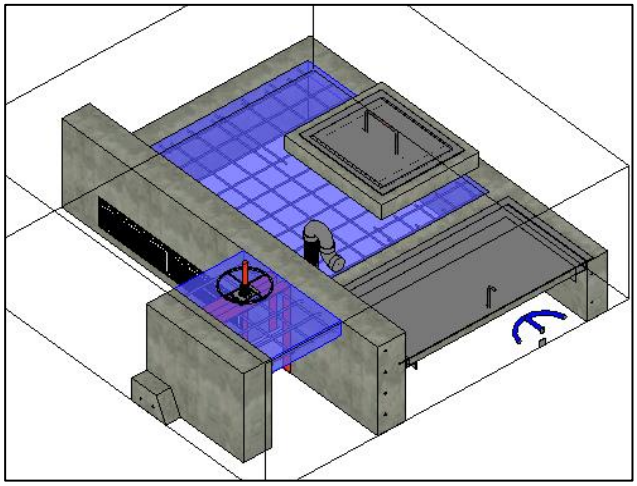


***Figura 86. Losa de cámara húmeda y apoyo de compuerta metálica***

**Tabla 13.** ***Metrado de muros***

| Tabla de metrado de muros | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Familia** | **Tipo** | **Longitud** | **Área** | **Volumen** | |
| Muro básico | Muro 20 cm fc210 | 1.128 | 2.10 m² | 0.37 | m³ |
| Muro básico | Muro 20 cm fc210 | 2.173 | 3.00 m² | 0.55 | m³ |
| Muro básico | Muro 20 cm fc210 | 1.095 | 2.04 m² | 0.36 | m³ |
| Muro básico | Muro 20 cm fc210 | 2.211 | 2.82 m² | 0.52 | m³ |
| Muro básico | Muro 15 cm fc210 2 | 1.475 | 1.60 m² | 0.24 | m³ |
| Muro básico | Muro 15 cm fc210 2 | 1.475 | 1.56 m² | 0.23 | m³ |
| Muro básico | Muro 15 cm fc210 2 | 1.475 | 1.74 m² | 0.26 | m³ |
| Muro básico | Muro 20 cm fc210 | 2.813 | 5.10 m² | 0.96 | m³ |
| Muro básico | Muro 20 cm fc210 | 1.128 | 1.76 m² | 0.3 | m³ |
| Muro básico | Muro 15 cm fc210 2 | 1.650 | 1.65 m² | 0.25 | m³ |
| Muro básico | Muro 15 cm fc210 2 | 1.650 | 1.98 m² | 0.3 | m³ |
| Muro básico | Muro 20 cm fc210 | 2.813 | 5.10 m² | 0.96 | m³ |
| Muro básico | Muro 20 cm fc210 | 1.128 | 1.76 m² | 0.3 | m³ |
| Muro básico | Muro 10 cm fc210 2 | 0.700 | 0.07 m² | 0.01 | m³ |
| Muro básico | Muro 10 cm fc210 2 | 0.600 | 0.06 m² | 0.01 | m³ |
| Muro básico | Muro 10 cm fc210 2 | 0.700 | 0.07 m² | 0.01 | m³ |
| Muro básico | Muro 10 cm fc210 2 | 0.600 | 0.06 m² | 0.01 | m³ |
| Muro básico | Muro 20 cm fc210 | 0.800 | 1.28 m² | 0.26 | m³ |
| Muro básico | Muro 8 cm fc210 3 | 0.250 | 0.02 m² | 0.002 | m³ |
| Muro básico | Muro 8 cm fc210 3 | 0.150 | 0.02 m² | 0.002 | m³ |
| Muro básico | Muro 8 cm fc210 3 | 0.150 | 0.02 m² | 0.002 | m³ |
| | | | | **5.906** | **m³** |

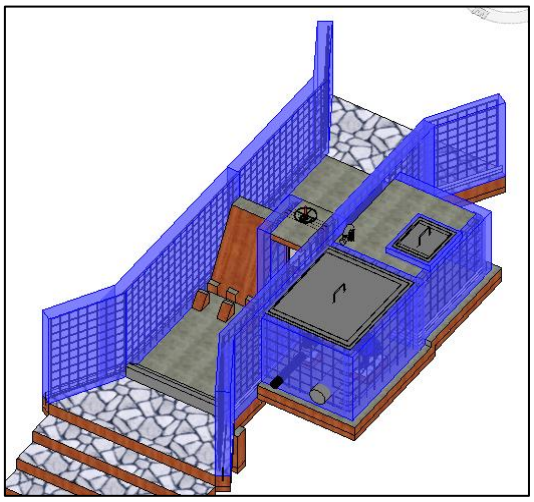


***Figura 87. Concreto de muros***

**Tabla 14.** ***Metrado de bloques del canal de descargas***

| Tabla de metrado de bloques de canal de descargas | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Familia** | **Tipo** | **Longitud** | **Área** | **Volumen** | |
| Muro básico | Muro 8 cm fc210 3 | 0.250 | 0.02 m² | 0.002 | m³ |
| Muro básico | Muro 8 cm fc210 3 | 0.150 | 0.02 m² | 0.002 | m³ |
| Muro básico | Muro 8 cm fc210 3 | 0.150 | 0.02 m² | 0.002 | m³ |
| | | | | **0.006** | **m³** |

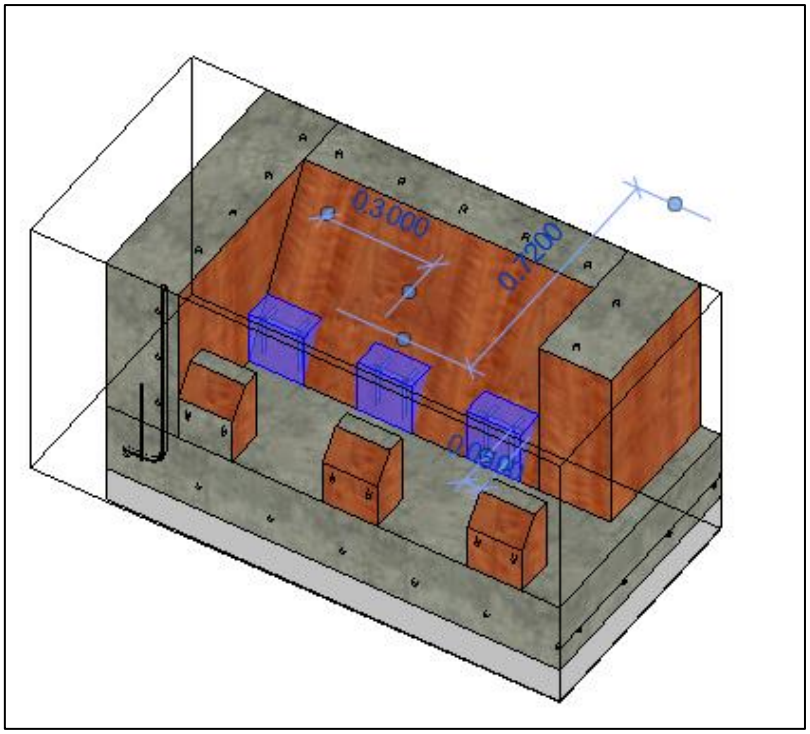



*Figura 88. Bloques del canal de descargas*

**Tabla 15.** ***Metrado de vigas de cimentación***

| Tabla de concreto de vigas de cimentación | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Familia** | **Longitud** | **Recuento** | **Tipo** | **Volumen** | |
| Hormigón-viga rectangular | 0.400 | 1 | 200 x 600 mm | 0.048 | m³ |
| Hormigón-viga rectangular | 0.400 | 1 | 200 x 600 mm | 0.048 | m³ |
| Hormigón-viga rectangular | 0.400 | 1 | 200 x 600 mm | 0.048 | m³ |
| Hormigón-viga rectangular | 0.400 | 1 | 200 x 600 mm | 0.048 | m³ |
| | | | | **0.192** | **m³** |

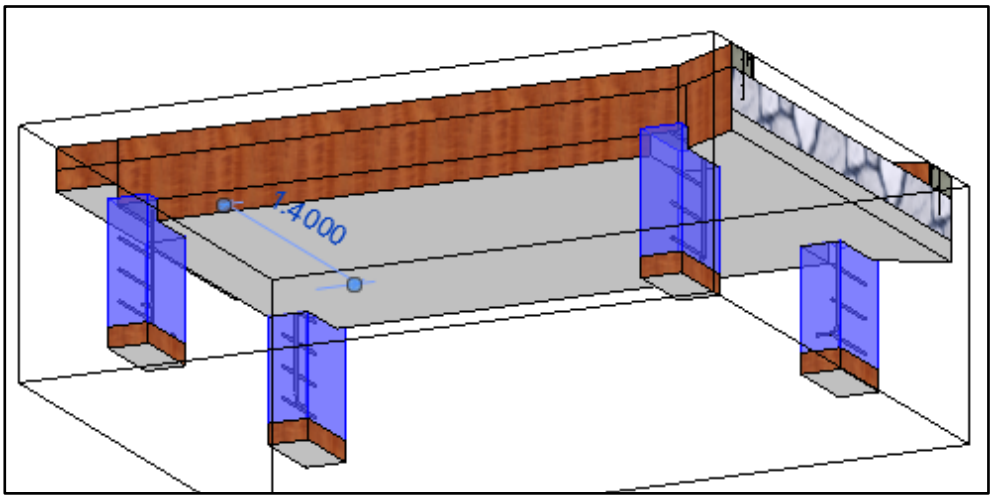



*Figura 89. Vigas de cimentación*

**Tabla 16.** ***Metrado de rampas***

| Tabla de planificación de rampas | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia** | **Tipo** | **Volumen** | |
| Familia muro (rampa) | Rampa | 0.460 | m³ |
| Familia muro (rampa) | Dientes amortiguadores | 0.004 | m³ |
| Familia muro (rampa) | Dientes amortiguadores | 0.004 | m³ |
| Familia muro (rampa) | Dientes amortiguadores | 0.004 | m³ |
| Familia muro (rampa) | Dientes amortiguadores | 0.004 | m³ |
| Familia muro (rampa) | Dientes amortiguadores | 0.057 | m³ |
| | | **0.533** | **m³** |

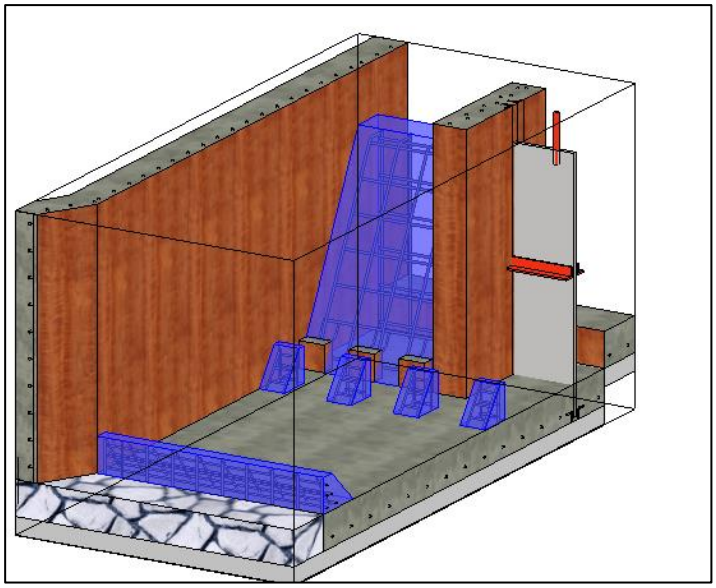


***Figura 90. Rampas y dientes amortiguadores***

Como resultados del metrado con Revit se obtuvo un total de 0.86 m³de concreto en las losas de cimentación de las cámaras de la captación según lo indicado en la tabla 10 mostrada en la siguiente figura 84, a su vez siguiendo la misma mecánica se indica en las siguientes tablas 11, 12, 13, 14, 15 y 16 con su respectiva lamina de detalle.

### Encofrado y desencofrado

**Tabla 17.** ***Metrado de encofrado de cimentación cámara húmeda y seca***

| Encofrado de cimentación cámara húmeda y seca | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Losa de cimentación 150 mm | Encofrado | 0.5 | m² |
| Losa de cimentación 150 mm | Encofrado | 0.53 | m² |
| | **Total** | **1.03** | **m²** |

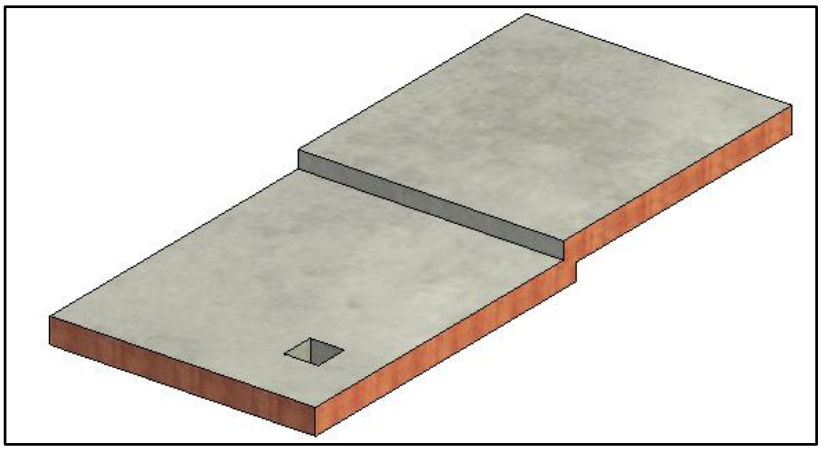


*Figura 91. Encofrado de cimentación cámara húmeda y seca*

**Tabla 18.** ***Metrado de encofrado de cimentación de zona de entrada y salida***

| Encofrado de cimentación de zona de entrada y salida | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Losa de cimentación 200 mm | Encofrado | 1.24 | m² |
| Losa de cimentación 200 mm | Encofrado | 1.52 | m² |
| | **Total** | **2.76** | **m²** |

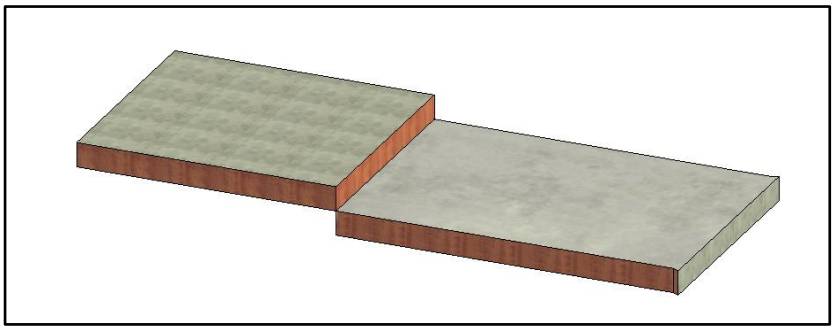


*Figura 92. Encofrado de cimentación de zona de entrada y salida*

**Tabla 19.** ***Metrado de encofrado de losa cámara húmeda y losa apoyo de compuerta metálica***

| Cómputo de materiales de cimentación de losa cámara húmeda y losa apoyo de compuerta | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Losa de cimentación 100 mm | Encofrado | 1.81 | m² |
| Losa de cimentación 100 mm | Encofrado | 0.5 | m² |
| | **Total** | **2.31** | **m²** |

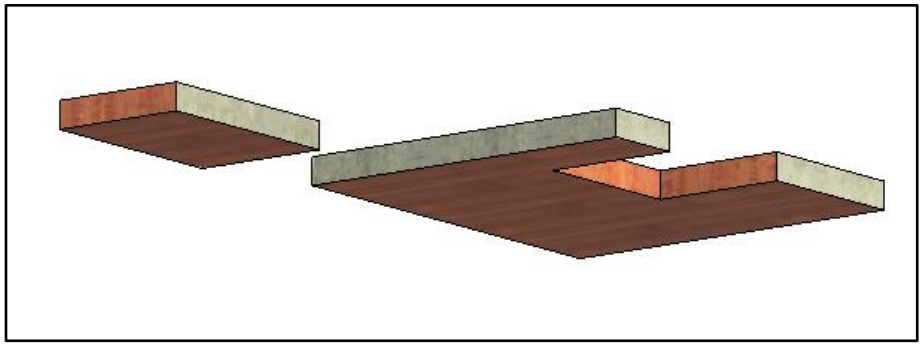


*Figura 93. Encofrado de losa cámara húmeda y losa de apoyo de compuerta metálica*

**Tabla 20.** ***Metrado de encofrado de muros de captación***

| Cómputo de materiales de encofrado de muro de captación | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Muro básico: Muro 20 cm fc210 | Encofrado | 4 | m² |
| Muro básico: Muro 20 cm fc210 | Encofrado | 5.52 | m² |
| Muro básico: Muro 20 cm fc210 | Encofrado | 3.89 | m² |
| Muro básico: Muro 20 cm fc210 | Encofrado | 5.17 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Encofrado | 3.19 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Encofrado | 3.12 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Encofrado | 3.48 | m² |
| Muro básico: Muro 20 cm fc210 | Encofrado | 9.64 | m² |
| Muro básico: Muro 20 cm fc210 | Encofrado | 3.29 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Encofrado | 3.3 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Encofrado | 3.96 | m² |
| Muro básico: Interior - Partición 138 mm (1-h) | Encofrado | 9.64 | m² |
| Muro básico: Muro 20 cm fc210 | Encofrado | 3.49 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Encofrado | 0.07 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Encofrado | 0.06 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Encofrado | 0.07 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Encofrado | 0.06 | m² |
| Muro básico: Muro 20 cm fc210 | Encofrado | 3.2 | m² |
| | | **65.15** | **m²** |

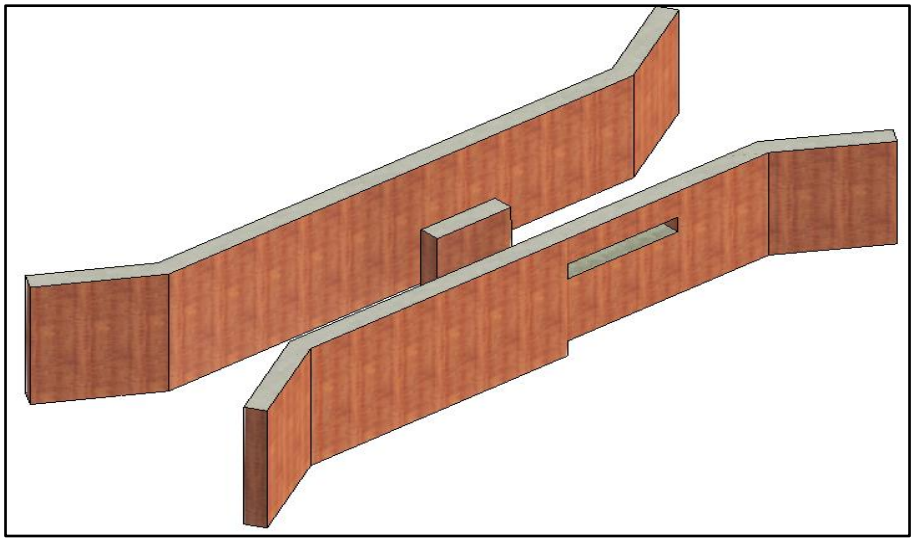


***Figura 94. Encofrado de muros de captación***

**Tabla 21.** ***Metrado de encofrado de bloque de canal de descarga***

| Encofrado de bloque de canal de descarga | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Muro básico: Muro 8 cm fc210 | Encofrado | 0.04 | m² |
| Muro básico: Muro 8 cm fc210 | Encofrado | 0.05 | m² |
| Muro básico: Muro 8 cm fc210 | Encofrado | 0.05 | m² |
| | | **0.14** | **m²** |

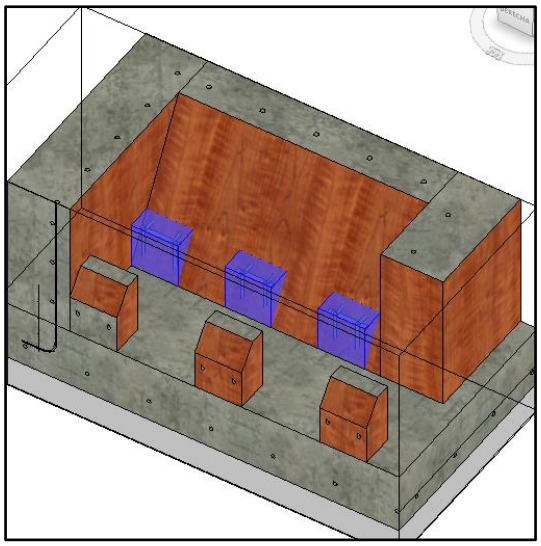


*Figura 95. Encofrado de bloques de canal de descarga*

**Tabla 22.** ***Metrado de encofrado de viga de cimentación***

| Encofrado de viga de cimentación | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Hormigón-viga rectangular: 200 x 600 mm | Encofrado | 0.72 | m² |
| Hormigón-viga rectangular: 200 x 600 mm | Encofrado | 0.72 | m² |
| Hormigón-viga rectangular: 200 x 600 mm | Encofrado | 0.72 | m² |
| Hormigón-viga rectangular: 200 x 600 mm | Encofrado | 0.72 | m² |
| | | **2.88** | **m²** |

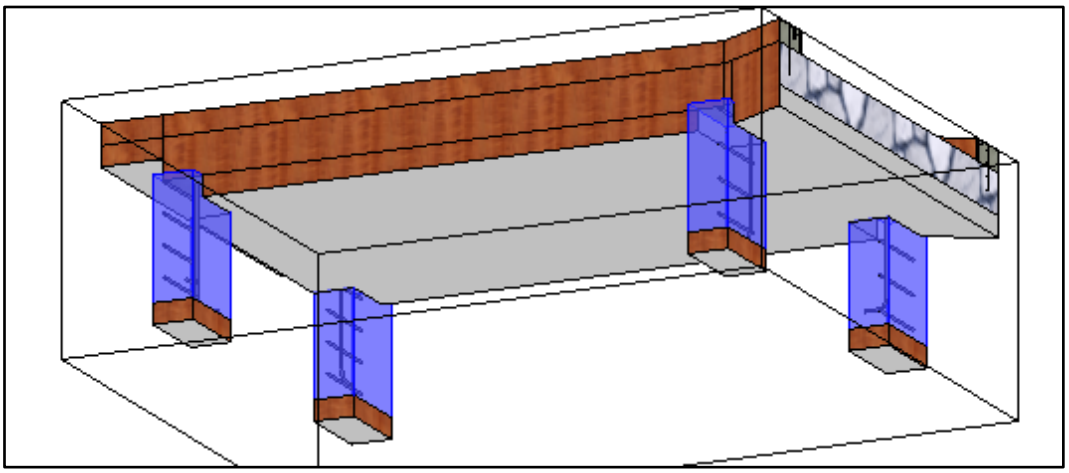


*Figura 96. Encofrado de viga de cimentación*

**Tabla 23.** ***Metrado de encofrado de dientes amortiguadores y rampa***

| Encofrado de dientes amortiguadores y rampa | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Familia muro (rampa): | Encofrado | 1.96 | m² |
| Familia muro (rampa): | Encofrado | 0.09 | m² |
| Familia muro (rampa): | Encofrado | 0.12 | m² |
| Familia muro (rampa): | Encofrado | 0.12 | m² |
| Familia muro (rampa): | Encofrado | 0.12 | m² |
| Familia muro (rampa): | Encofrado | 1.39 | m² |
| | | **3.8** | **m²** |

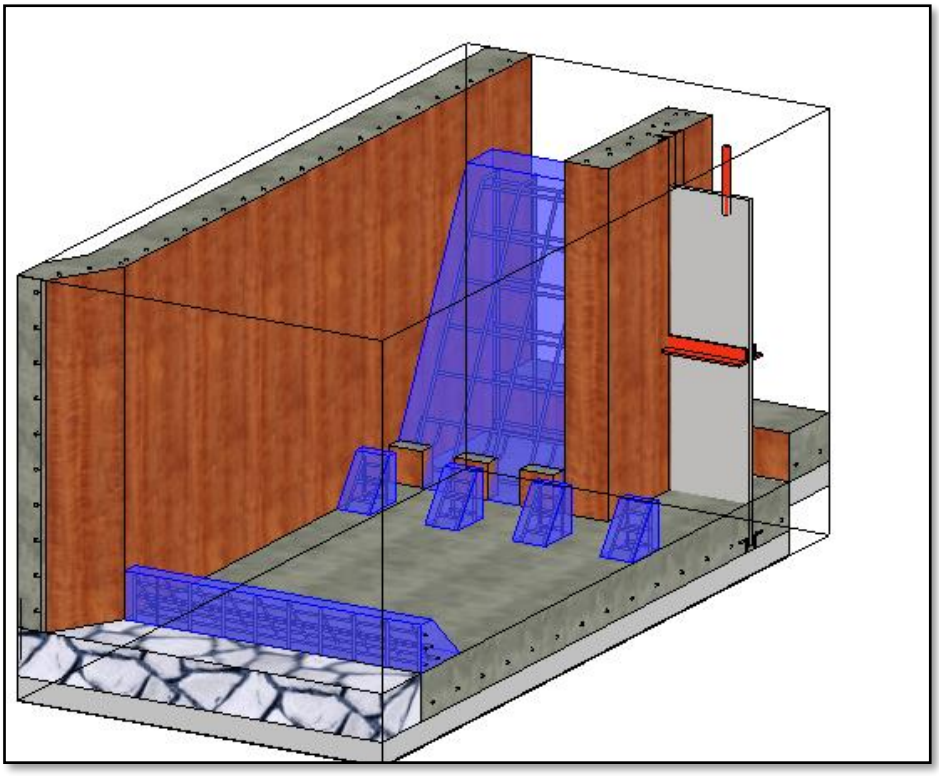


*Figura 97. Encofrado de dientes amortiguadores y rampa*

Revit también indica el metrado del encofrado con solo indicar las caras que serán encofradas y finalmente se obtuvo un total que se indican en las tablas 17, 18, 19, 20, 21, 22 y 23 indicando el anfitrión del encofrado con su respectiva lamina de detalle.

**Acero f'y = 4200 kg/cm2**

**Tabla 24.** ***Metrado de acero de vigas de cimentación***

| Metrado de acero de vigas de cimentación | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Anfitrión** | **Tipo** | **Diámetro de barra** | **Longitud de barra** | **Peso Nominal** | **Cantidad** | **Peso total** |
| Armazón estructural | #4 | 1.27 cm | 0.35 m | 0.934 | 4 | 1.3076 |
| Armazón estructural | #4 | 1.27 cm | 0.35 m | 0.934 | 4 | 1.3076 |
| Armazón estructural | #4 | 1.27 cm | 0.35 m | 0.934 | 4 | 1.3076 |
| Armazón estructural | #4 | 1.27 cm | 0.35 m | 0.934 | 4 | 1.3076 |
| **#4: 4** | | | **1.40 m** | **3.736** | **16** | **5.2304** |

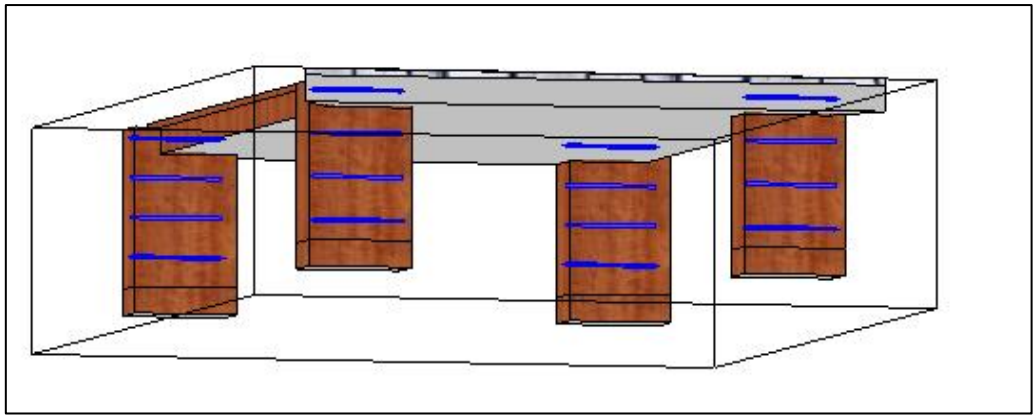


*Figura 98. Acero de vigas de cimentación*

**Tabla 25.** ***Metrado de acero en losa de cámara húmeda y seca***

| Metrado de acero en losa de cámara húmeda y seca | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Anfitrión** | **Tipo** | **Diámetro de barra** | **Longitud de barra** | **Peso nominal** | **Cantidad** | **Peso total** |
| Cimentación estructural | #3 | 0.95 cm | 1.62 m | 0.526 | 3 | 2.555595 |
| Cimentación estructural | #3 | 0.95 cm | 0.87 m | 0.526 | 5 | 2.28022 |
| Cimentación estructural | #3 | 0.95 cm | 1.69 m | 0.526 | 2 | 1.774422 |
| Cimentación estructural | #3 | 0.95 cm | 1.85 m | 0.526 | 5 | 4.87737 |
| Cimentación estructural | #3 | 0.95 cm | 0.71 m | 0.526 | 4 | 1.502753 |
| Cimentación estructural | #3 | 0.95 cm | 0.41 m | 0.526 | 5 | 1.074164 |
| Cimentación estructural | #3 | 0.95 cm | 1.45 m | 0.526 | 10 | 7.627 |
| Cimentación estructural | #3 | 0.95 cm | 1.64 m | 0.526 | 9 | 7.783914 |
| Cimentación estructural | #3 | 0.95 cm | 1.45 m | 0.526 | 1 | 0.7627 |
| Cimentación estructural | #3 | 0.95 cm | 0.14 m | 0.526 | 1 | 0.073858 |
| Cimentación estructural | #3 | 0.95 cm | 1.00 m | 0.526 | 1 | 0.526 |
| Cimentación estructural | #3 | 0.95 cm | 1.45 m | 0.526 | 7 | 5.3389 |
| Cimentación estructural | #3 | 0.95 cm | 1.77 m | 0.526 | 2 | 1.861858 |
| Cimentación estructural | #3 | 0.95 cm | 0.26 m | 0.526 | 1 | 0.13589 |
| Cimentación estructural | #3 | 0.95 cm | 1.22 m | 0.526 | 1 | 0.640945 |
| Cimentación estructural | #3 | 0.95 cm | 1.77 m | 0.526 | 6 | 5.582291 |
| **#3: 16** | | | **19.30 m** | **8.416** | **63** | **44.397879** |

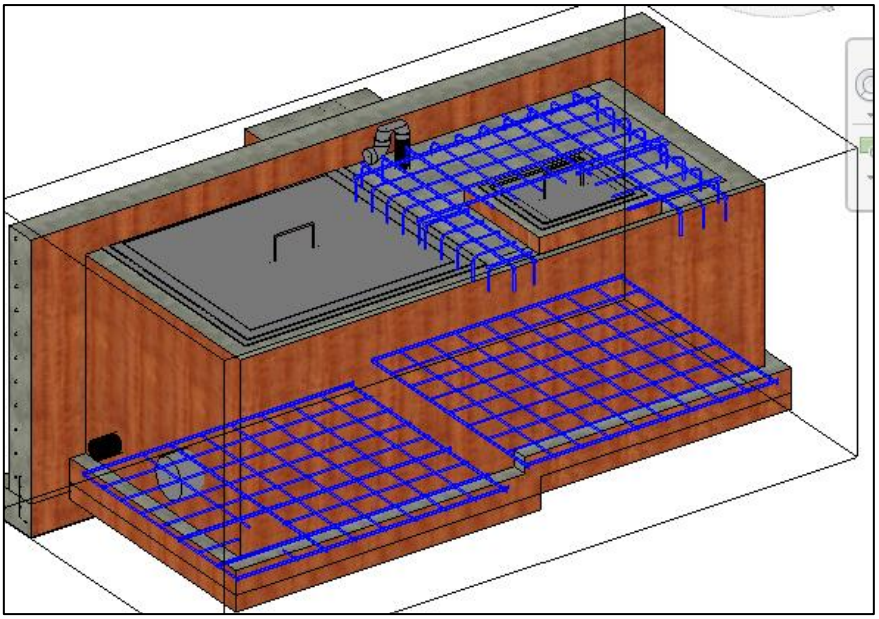


*Figura 99. Acero en losa de cámara húmeda y seca*

**Tabla 26.** ***Metrado de acero de zona de entrada y salida***

| Metrado de acero de zona de entrada y salida | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Anfitrión** | **Tipo** | **Diámetro de barra** | **Longitud de barra** | **Peso nominal** | **Cantidad** | **Peso total** |
| Cimentación estructural | #4 | 1.27 cm | 0.75 m | 0.934 | 4 | 2.802 |
| Cimentación estructural | #4 | 1.27 cm | 0.98 m | 0.934 | 6 | 5.48882 |
| Cimentación estructural | #4 | 1.27 cm | 1.78 m | 0.934 | 12 | 20.0012 |
| Cimentación estructural | #4 | 1.27 cm | 2.05 m | 0.934 | 10 | 19.1134 |
| Cimentación estructural | #4 | 1.27 cm | 0.98 m | 0.934 | 1 | 0.9159 |
| Cimentación estructural | #4 | 1.27 cm | 1.80 m | 0.934 | 15 | 25.1844 |
| Cimentación estructural | #4 | 1.27 cm | 2.71 m | 0.934 | 10 | 25.2742 |
| **#4: 7** | | | **11.04 m** | **6.538** | **58** | **98.7802** |

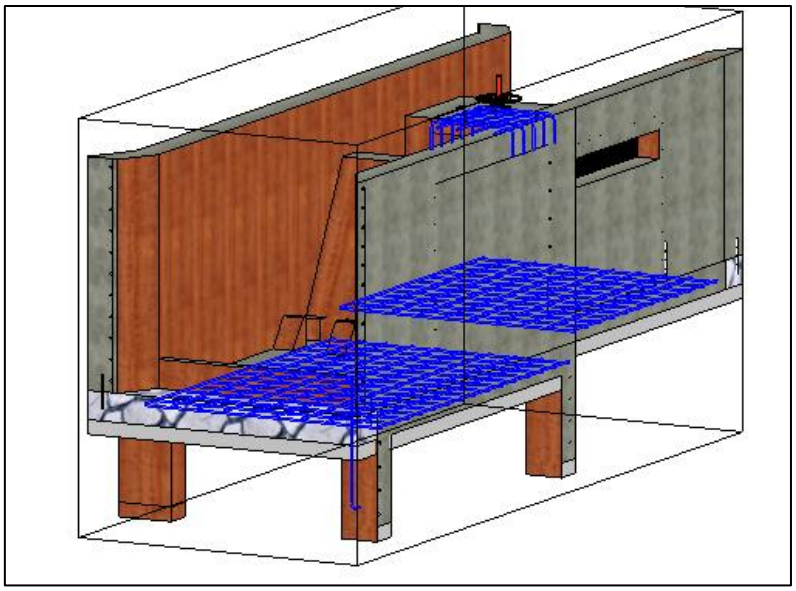


*Figura 100. Acero de zona de entrada y salida*

**Tabla 27.** ***Metrado de aceros de 3/8" muros de captación***

| Metrado de acero de 3/8" muros de captación | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Anfitrión** | **Tipo** | **Diámetro de barra** | **Longitud de barra** | **Peso nominal** | **Cantidad** | **Peso total** |
| Muro | #3 | 0.95 cm | 1.74 m | 0.526 | 7 | 6.421213 |
| Muro | #3 | 0.95 cm | 1.32 m | 0.526 | 7 | 4.857659 |
| Muro | #3 | 0.95 cm | 1.27 m | 0.526 | 9 | 6.035531 |
| Muro | #3 | 0.95 cm | 1.73 m | 0.526 | 6 | 5.467256 |
| Muro | #3 | 0.95 cm | 1.40 m | 0.526 | 8 | 5.872026 |
| Muro | #3 | 0.95 cm | 1.85 m | 0.526 | 6 | 5.845796 |
| Muro | #3 | 0.95 cm | 1.73 m | 0.526 | 6 | 5.475603 |
| Muro | #3 | 0.95 cm | 1.44 m | 0.526 | 7 | 5.306779 |
| Muro | #3 | 0.95 cm | 1.76 m | 0.526 | 6 | 5.564108 |
| Muro | #3 | 0.95 cm | 1.55 m | 0.526 | 7 | 5.700937 |
| Muro | #3 | 0.95 cm | 0.23 m | 0.526 | 2 | 0.242625 |
| Muro | #3 | 0.95 cm | 0.16 m | 0.526 | 2 | 0.17095 |
| Muro | #3 | 0.95 cm | 0.23 m | 0.526 | 2 | 0.239141 |
| Muro | #3 | 0.95 cm | 0.16 m | 0.526 | 2 | 0.17095 |
| Muro | #3 | 0.95 cm | 0.23 m | 0.526 | 2 | 0.239141 |
| Muro | #3 | 0.95 cm | 0.16 m | 0.526 | 2 | 0.17095 |
| **#3: 16** | | | **16.98 m** | **8.416** | **81** | **57.780665** |

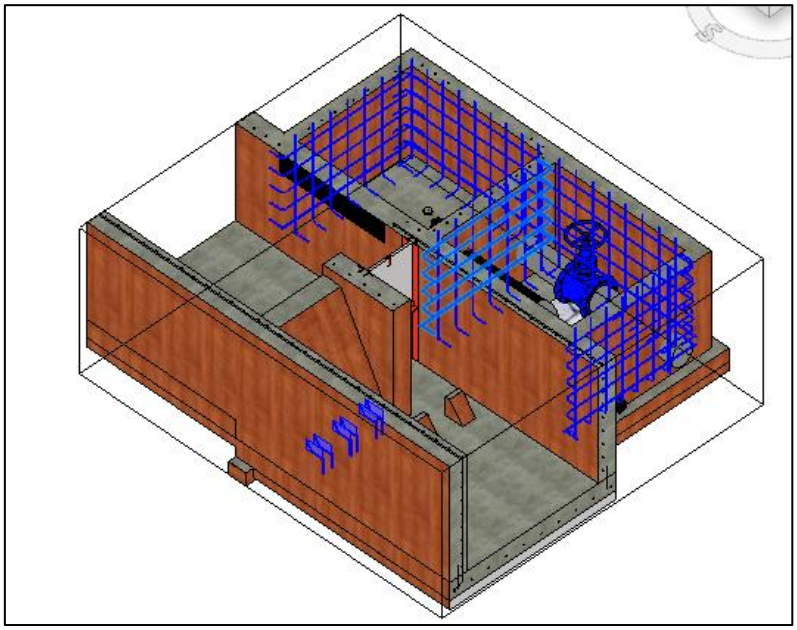


***Figura 101. Aceros de 3/8" muros de captación***

**Tabla 28.** ***Metrado de aceros de 1/2" muros de captación***

| Metrado de acero de ½" muros de captación | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Anfitrión** | **Tipo** | **Diámetro de barra** | **Longitud de barra** | **Peso nominal** | **Cantidad** | **Peso total** |
| Muro | #4 | 1.27 cm | 2.20 m | 0.934 | 10 | 20.525594 |
| Muro | #4 | 1.27 cm | 1.55 m | 0.934 | 15 | 21.778802 |
| Muro | #4 | 1.27 cm | 2.83 m | 0.934 | 11 | 29.119723 |
| Muro | #4 | 1.27 cm | 1.75 m | 0.934 | 18 | 29.483647 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Muro | #4 | 1.27 cm | 1.50 m | 0.934 | 9 | 12.609 |
| Muro | #4 | 1.27 cm | 1.08 m | 0.934 | 11 | 11.106167 |
| Muro | #4 | 1.27 cm | 1.33 m | 0.934 | 9 | 11.165458 |
| Muro | #4 | 1.27 cm | 1.08 m | 0.934 | 10 | 10.096515 |
| Muro | #4 | 1.27 cm | 1.31 m | 0.934 | 8 | 9.798865 |
| Muro | #4 | 1.27 cm | 1.06 m | 0.934 | 10 | 9.929123 |
| Muro | #4 | 1.27 cm | 2.78 m | 0.934 | 11 | 28.595637 |
| Muro | #4 | 1.27 cm | 1.75 m | 0.934 | 19 | 31.132141 |
| Muro | #4 | 1.27 cm | 1.50 m | 0.934 | 9 | 12.609 |
| Muro | #4 | 1.27 cm | 1.10 m | 0.934 | 12 | 12.277252 |
| Muro | #4 | 1.27 cm | 2.30 m | 0.934 | 1 | 2.151695 |
| Muro | #4 | 1.27 cm | 2.31 m | 0.934 | 1 | 2.158065 |
| Muro | #4 | 1.27 cm | 0.70 m | 0.934 | 9 | 5.8842 |
| Muro | #4 | 1.27 cm | 1.91 m | 0.934 | 5 | 8.928119 |
| Muro | #4 | 1.27 cm | 0.12 m | 0.934 | 1 | 0.114143 |
| Muro | #4 | 1.27 cm | 0.12 m | 0.934 | 1 | 0.108428 |
| Muro | #4 | 1.27 cm | 0.12 m | 0.934 | 1 | 0.114143 |
| Muro | #4 | 1.27 cm | 2.22 m | 0.934 | 6 | 12.413735 |
| Muro | #4 | 1.27 cm | 0.97 m | 0.934 | 3 | 2.704685 |
| Muro | #4 | 1.27 cm | 2.19 m | 0.934 | 2 | 4.083753 |
| Muro | #4 | 1.27 cm | 1.30 m | 0.934 | 7 | 8.4994 |
| Muro | #4 | 1.27 cm | 0.75 m | 0.934 | 9 | 6.3045 |
| Muro | #4 | 1.27 cm | 0.25 m | 0.934 | 9 | 2.1015 |
| **#4: 27** | | | **38.09 m** | **25.218** | **217** | **305.793291** |

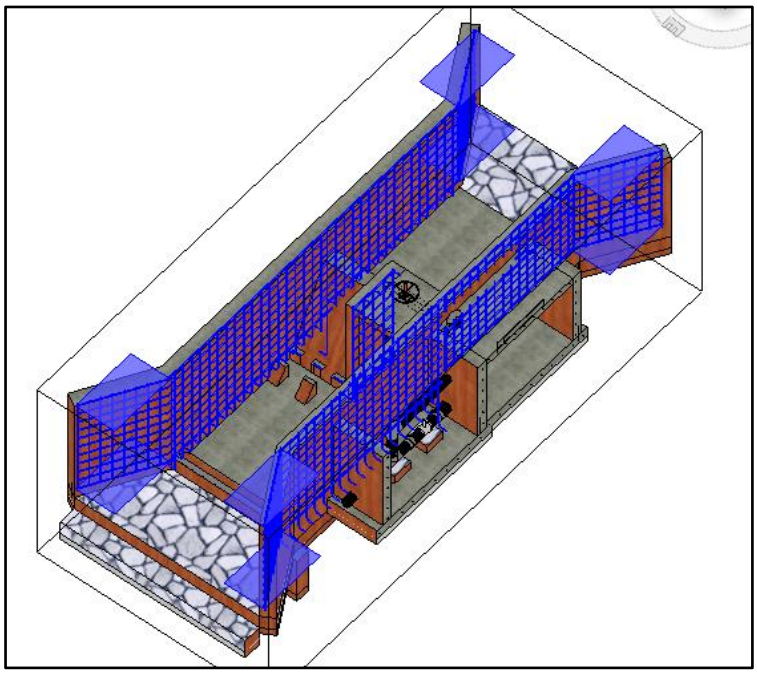


***Figura 102. Aceros de 1/2" muros de captación***

**Tabla 29.** ***Metrado de aceros de dientes amortiguadores Ø3/8"***

| Metrado de aceros de dientes amortiguadores de 3/8” | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Anfitrión** | **Tipo** | **Diámetro de barra** | **Longitud de barra** | **Peso nominal** | **Cantidad** | **Peso total** |
| Pilar estructural | #3 | 0.95 cm | 0.33 m | 0.526 | 2 | 0.34943 |
| Pilar estructural | #3 | 0.95 cm | 0.44 m | 0.526 | 2 | 0.46668 |
| Pilar estructural | #3 | 0.95 cm | 0.11 m | 0.526 | 3 | 0.17358 |
| Pilar estructural | #3 | 0.95 cm | 0.11 m | 0.526 | 2 | 0.11572 |
| Pilar estructural | #3 | 0.95 cm | 0.33 m | 0.526 | 2 | 0.34943 |
| Pilar estructural | #3 | 0.95 cm | 0.40 m | 0.526 | 2 | 0.421214 |
| Pilar estructural | #3 | 0.95 cm | 0.11 m | 0.526 | 3 | 0.17358 |
| Pilar estructural | #3 | 0.95 cm | 0.11 m | 0.526 | 2 | 0.11572 |
| Pilar estructural | #3 | 0.95 cm | 0.33 m | 0.526 | 2 | 0.34943 |
| Pilar estructural | #3 | 0.95 cm | 0.43 m | 0.526 | 2 | 0.455118 |
| Pilar estructural | #3 | 0.95 cm | 0.11 m | 0.526 | 3 | 0.17358 |
| Pilar estructural | #3 | 0.95 cm | 0.11 m | 0.526 | 2 | 0.11572 |
| Pilar estructural | #3 | 0.95 cm | 0.33 m | 0.526 | 2 | 0.34943 |
| Pilar estructural | #3 | 0.95 cm | 0.43 m | 0.526 | 2 | 0.44984 |
| Pilar estructural | #3 | 0.95 cm | 0.11 m | 0.526 | 3 | 0.17358 |
| Pilar estructural | #3 | 0.95 cm | 0.11 m | 0.526 | 2 | 0.11572 |
| Pilar estructural | #3 | 0.95 cm | 0.42 m | 0.526 | 11 | 2.428596 |
| Pilar estructural | #3 | 0.95 cm | 1.46 m | 0.526 | 3 | 2.30388 |
| Pilar estructural | #3 | 0.95 cm | 1.46 m | 0.526 | 2 | 1.53592 |
| **#3: 19** | | | **7.25 m** | **9.994** | **52** | **10.616166** |

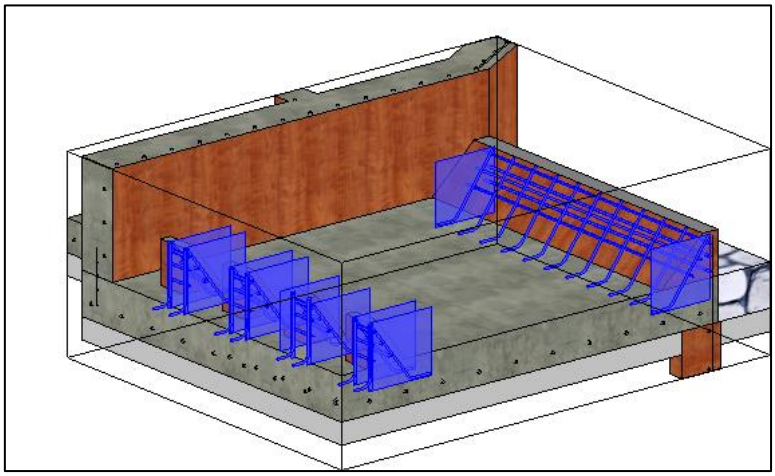


***Figura 103. Aceros de dientes amortiguadores Ø3/8"***

**Tabla 30.** ***Metrados de aceros de dientes amortiguadores Ø1/2" y rampa Ø1/2"***

| Metrado de aceros de dientes amortiguadores de ½" y rampa ½" | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Anfitrión** | **Tipo** | **Diámetro de barra** | **Longitud de barra** | **Peso nominal** | **Cantidad** | **Peso total** |
| #4 | | | | | | |
| Rampa | #4 | 1.27 cm | 1.59 m | 0.934 | 5 | 7.429252 |
| Rampa | #4 | 1.27 cm | 1.19 m | 0.934 | 4 | 4.46272 |
| Rampa | #4 | 1.27 cm | 0.70 m | 0.934 | 6 | 3.9228 |
| Rampa | #4 | 1.27 cm | 0.70 m | 0.934 | 7 | 4.5766 |
| Rampa | #4 | 1.27 cm | 1.94 m | 0.934 | 1 | 1.809814 |
| Umbral terminal dientes amortiguadores | #4 | 1.27 cm | 0.27 m | 0.934 | 9 | 2.256623 |
| Umbral terminal dientes amortiguadores | #4 | 1.27 cm | 1.03 m | 0.934 | 1 | 0.964557 |
| **#4: 7** | | | **7.42 m** | **6.538** | **33** | **25.422367** |

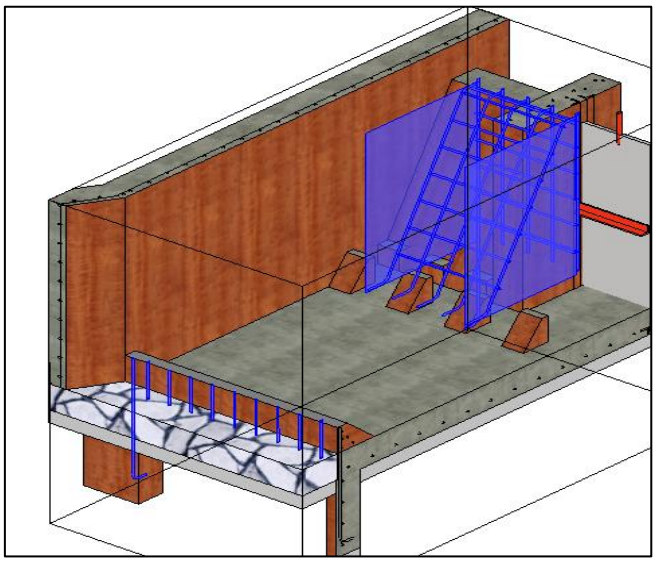


***Figura 104. Aceros de dientes amortiguadores Ø1/2" y rampa Ø1/2"***

Para el metrado de acero en Revit se necesitará relacionar información de peso nominal para cada tipo de acero, de esa manera calcular el peso total de las varillas a utilizar para cada área indicada en las tablas 24, 25, 26, 27, 28, 29 y 30 indicando su anfitrión con su respectiva lamina de detalle.

### e. Revestimiento

### Tarrajeo c/impermeabilizante de muros

**Tabla 31.** ***Metrado de tarrajeo de muro captación***

| Tarrajeo de muro de captación | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Muro básico: Muro 20 cm fc210 | Tarrajeo | 4.82 | m² |
| Muro básico: Muro 20 cm fc210 | Tarrajeo | 5.92 | m² |
| Muro básico: Muro 20 cm fc210 | Tarrajeo | 4.15 | m² |
| Muro básico: Muro 20 cm fc210 | Tarrajeo | 5.57 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Tarrajeo | 3.41 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Tarrajeo | 3.32 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Tarrajeo | 3.88 | m² |
| Muro básico: Muro 20 cm fc210 | Tarrajeo | 10.24 | m² |
| Muro básico: Muro 20 cm fc210 | Tarrajeo | 4.11 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Tarrajeo | 3.52 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Tarrajeo | 4.21 | m² |
| Muro básico: Muro 20 cm fc210 | Tarrajeo | 10.24 | m² |
| Muro básico: Muro 20 cm fc210 | Tarrajeo | 3.47 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Tarrajeo | 0.21 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Tarrajeo | 0.18 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Tarrajeo | 0.21 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Tarrajeo | 0.18 | m² |
| Muro básico: Muro 20 cm fc210 | Tarrajeo | 3.36 | m² |
| Muro básico: Muro 8 cm fc210 | Tarrajeo | 0.05 | m² |
| Muro básico: Muro 8 cm fc210 | Tarrajeo | 0.06 | m² |
| Muro básico: Muro 8 cm fc210 | Tarrajeo | 0.06 | m² |
| | **Total** | **71.17** | **m²** |

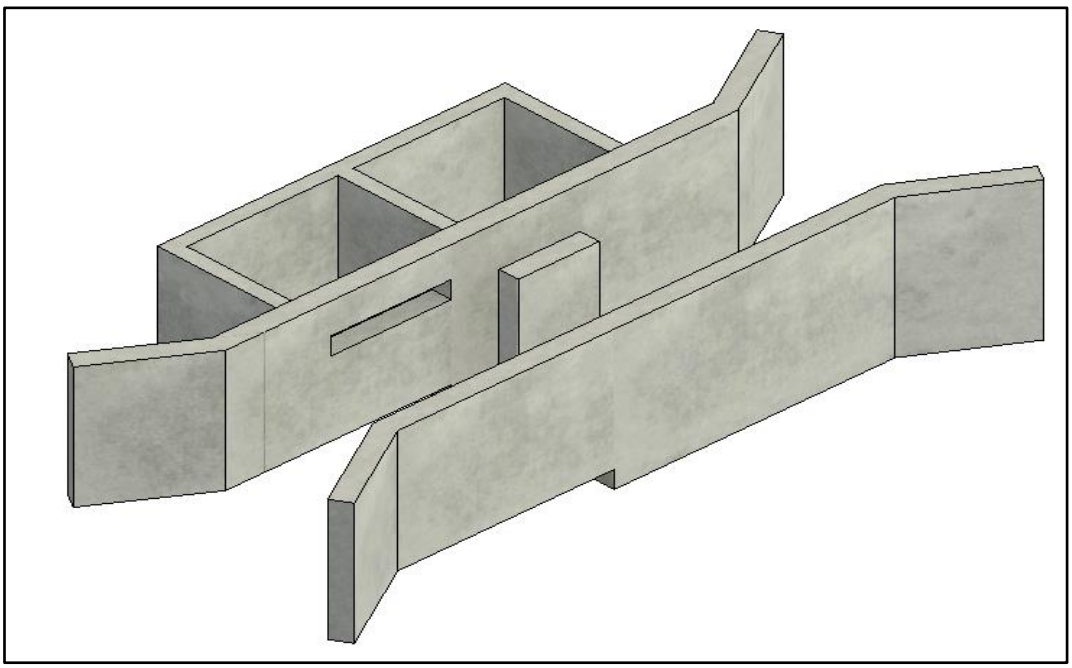


***Figura 105. Tarrajeo de muros de captación***

**Tabla 32.** ***Metrado de tarrajeo de losa de cimentación***

| Tarrajeo de losa de cimentación | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Losa de cimentación 200 mm | Tarrajeo | 4.51 | m² |
| Losa de cimentación 200 mm | Tarrajeo | 5.4 | m² |
| Losa de cimentación 150 mm | Tarrajeo | 2.71 | m² |
| Losa de cimentación 150 mm | Tarrajeo | 2.9 | m² |
| Losa de cimentación 100 mm | Tarrajeo | 3.3 | m² |
| Losa de cimentación 100 mm | Tarrajeo | 0.9 | m² |
| | **Total** | **19.72** | **m²** |

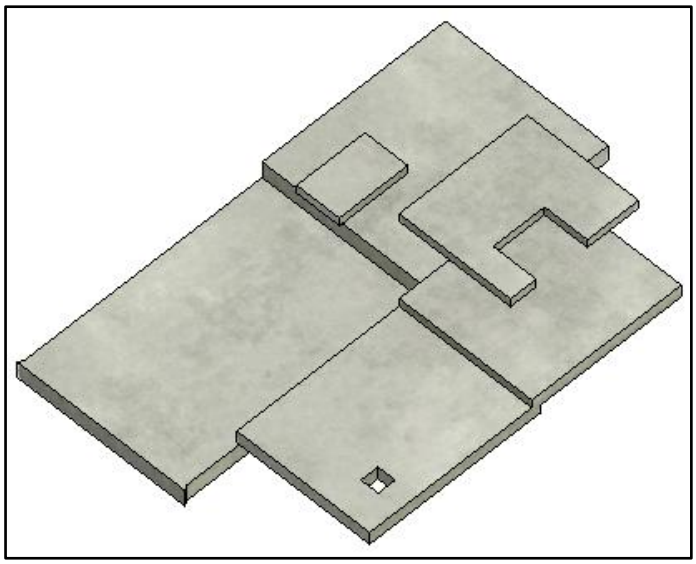


***Figura 106. Tarrajeo de losa de cimentación***

**Tabla 33.** ***Metrado de tarrajeo de bloque de descarga y dientes amortiguadores***

| Tarrajeo de bloques de descarga y dientes amortiguadores | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Rampa (bloque de descarga) | Tarrajeo | 2.12 | m² |
| Dientes amortiguadores | Tarrajeo | 0.1 | m² |
| Dientes amortiguadores | Tarrajeo | 0.13 | m² |
| Dientes amortiguadores | Tarrajeo | 0.13 | m² |
| Dientes amortiguadores | Tarrajeo | 0.1 | m² |
| Umbral terminal | Tarrajeo | 1.39 | m² |
| | **Total** | **3.97** | **m²** |

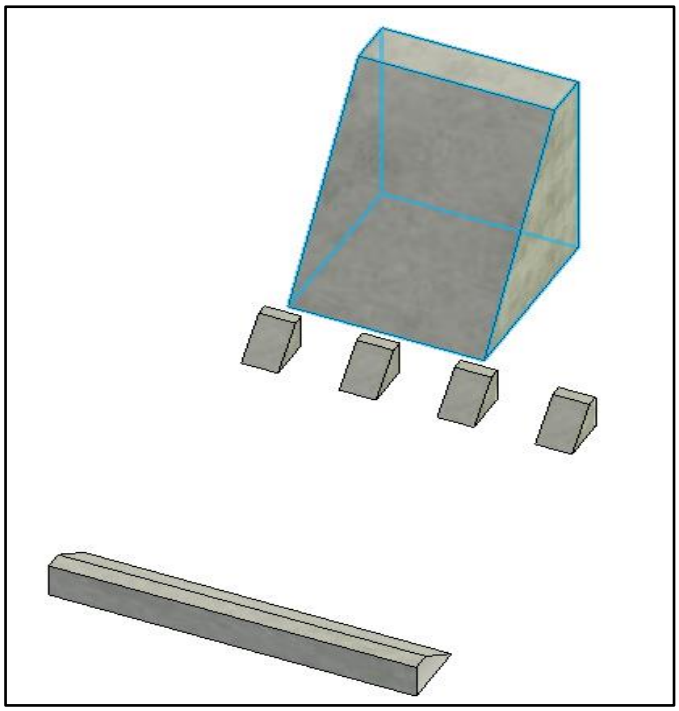


*Figura 107. Tarrajeo de bloques de descarga y dientes amortiguadores*

El criterio para metrar el revestimiento (Tarrajeo). En Revit será indicar las caras que se tarrajearan y simplemente estas se clasificaran y sumaran por anfitrión mostradas en las tablas 31, 32 y 33 indicando su anfitrión con su respectiva lamina de detalle.

### f. Pintura

### Pintura esmalte en exteriores

**Tabla 34.** ***Metrado pintura en muro de captación***

| Pintura esmalte en muros de captación | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Muro 20 cm fc210 | Pintura esmalte p/ exteriores | 2.1 | m² |
| Muro 20 cm fc210 | Pintura esmalte p/ exteriores | 3 | m² |
| Muro 20 cm fc210 | Pintura esmalte p/ exteriores | 2.04 | m² |
| Muro 20 cm fc210 | Pintura esmalte p/ exteriores | 2.82 | m² |
| Muro 15 cm fc210 | Pintura esmalte p/ exteriores | 5.1 | m² |
| Muro 15 cm fc210 | Pintura esmalte p/ exteriores | 1.76 | m² |
| Muro 15 cm fc210 | Pintura esmalte p/ exteriores | 5.1 | m² |
| Muro 20 cm fc210 | Pintura esmalte p/ exteriores | 1.76 | m² |
| | **Total** | **23.68** | **m²** |

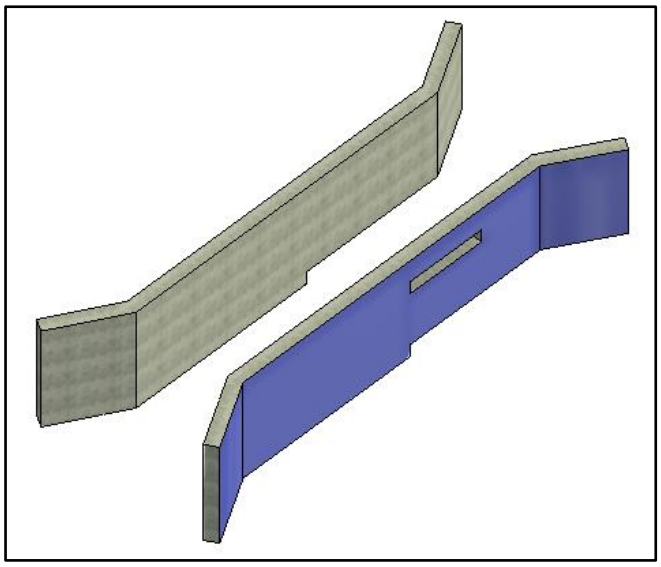


*Figura 108. Pintura en muro de captación*

**Tabla 35.** ***Pintura esmalte p/tapa metálica***

| Pintura esmalte p/tapa metálica | | | |
|---|---|---|---|
| **Anfitrión** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Cam. húmeda | Tapa metálica 0.6*0.6 | 0.36 | m² |
| Cam. seca | Tapa metálica 1.3*1.5 | 1.95 | m² |

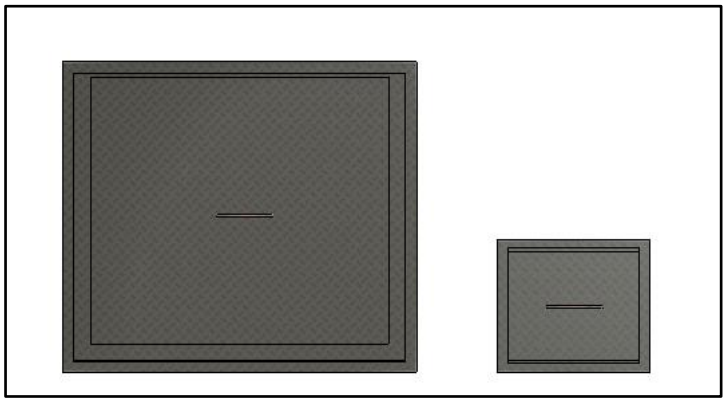


*Figura 109. Pintura esmalte p/tapa metálica*

El metrado de la pintura en Revit se dará de la misma manera que el tarrajeo considerando solo las caras que serán pintadas y no tengan contacto con el agua captada.

### g. Suministro e instalación de accesorios

**Tabla 36.** ***Accesorios de la captación***

| |
|---|
| **Accesorio de tubería de conducción hacia la red principal** |
| Brida rompe agua p 10" |
| Tubería HDPE Ø 10" |
| Válvula compuerta cierre esférico P / 10" |
| **Accesorios de tubería de limpia y rebose hacia el río** |
| Brida rompe agua Ø 3" |
| Tubería de PVC Serie estándar Ø" 3 |
| Codo de PVC Ø3" x90 |
| Unión universal de PCV 3" |
| Válvula compuerta de cierre esférico c/Manija Ø3" |
| Tee de PVC Ø" 3 |
| **Tubería de ventilación** |
| Tubería de ventilación Ø" 2 |
| Codo PVC 90º Ø" 2 |

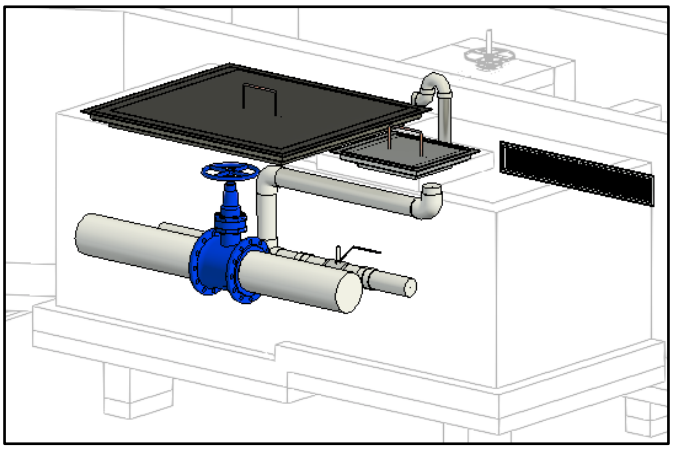


***Figura 110. Accesorios de la captación***

**Tabla 37.** ***Elementos de la captación***

| |
|---|
| **Carpintería metálica** |
| **Suministro e instalación de tapa metálica 1.3 x1.5m c/marco de metal** |
| **Suministro e instalación de tapa metálica 0.6 x 0.6m c/marco de metal** |
| **Suministro e instalación de compuerta plancha de acero 1.4 x 0.5m** |
| **Suministro e instalación de rejillas** |
| **Varios** |
| **Suministro e instalación de junta water stop de 9" x3/4" x 5.5mm** |
| **Prueba hidráulica de estanquedad en estructura** |

Los suministros e instalaciones de los accesorios de la captación no se ven afectados de manera positiva o negativa con el modelamiento 3D sin embargo podría servir para realizar un análisis de los accesorios que puedan optimizarse o que tengan un mejor funcionamiento o facilidades en su mantenimiento.

### 4.3.2. Metrados Revit desarenador

#### a. Partidas del desarenador

**Tabla 38.** ***Lista de partidas del desarenador del expediente técnico***

| **Desarenador** |
|---|
| **Trabajos preliminares** |
| **Limpieza de terreno manual** |
| **Trazo, nivelación y replanteo** |
| **Movimiento de tierra** |
| **Excavación manual en terreno saturado** |
| **Acarreo y eliminación de mat. excedente dmáx = 30 m** |
| **Obras de concreto** |
| **Solado f'c = 100 kg/cm2, e = 10 cm** |
| **Concreto f'c = 210 kg/cm2** |
| **Encofrado y desencofrado** |
| **Acero f'y = 4200 kg/cm2** |
| **Tarrajeo** |
| **Tarrajeo en muros interiores y exteriores** |
| **Carpintería metálica** |
| **Suministro e instalación de compuerta metálica 0.25x0.25m h = 1.20** |
| **Suministro e instalación de rejilla fierro cdo (0.35x0.35 m)** |
| **Varios** |
| **Suministro e instalación junta water stop de 9"X3/4"x5.5mm** |
| **Relleno de junta poliestireno expandido + sellante elástico** |

#### b. Movimiento de tierras

Se ubicó la estructura en el punto de coordenadas planteadas en el plano clave del proyecto indicada en la tabla 39.

**Tabla 39.** ***Coordenadas de desarenador***

| **Coordenadas de desarenador** | |
|---|---|
| Este | 540 488.7970 |
| Norte | 8 636 949.1670 |
| Altura | 2128.2480 |

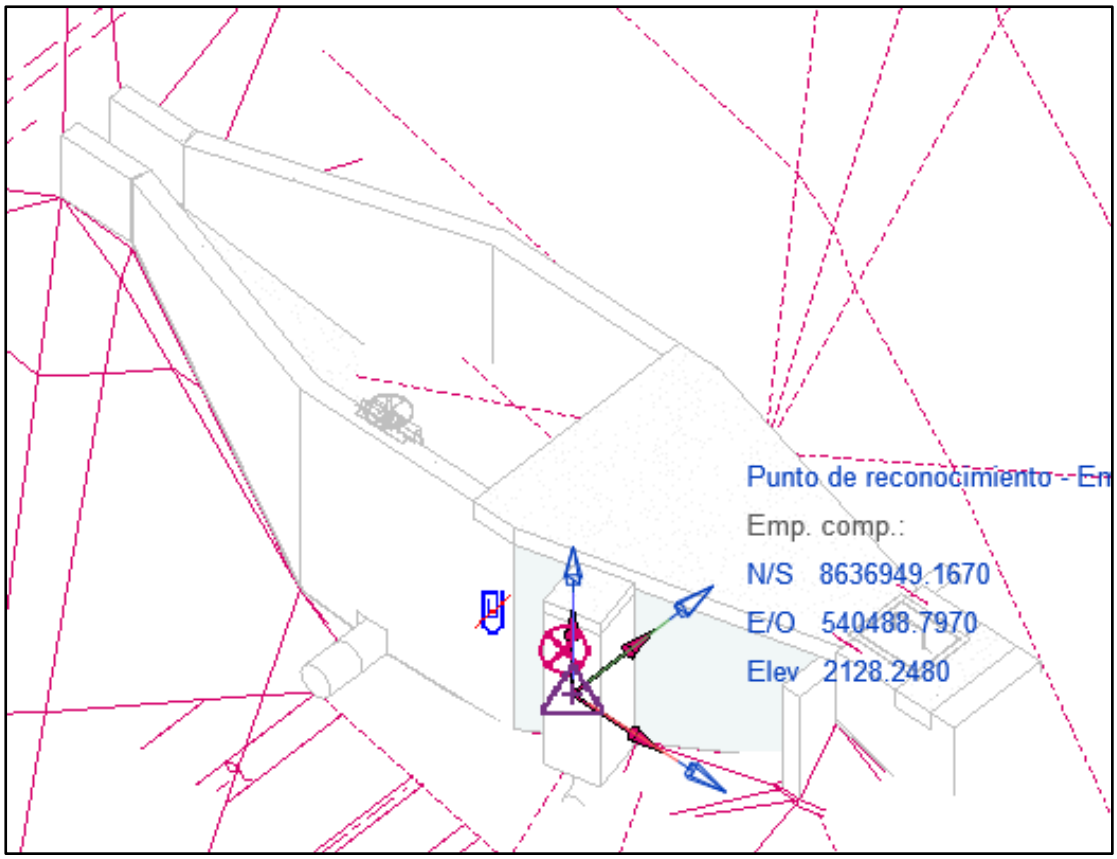



*Figura 111. Georreferenciación del desarenador en Revit*

Para el cálculo del movimiento de tierras se importó las curvas del plano topográfico y se creó un sólido topográfico donde se georreferenció la estructura vista en la figura 111 y luego se creó las fases del sólido topográfico en «Existente» y «Movimiento de tierras» vistas en la figura 112 y 113.

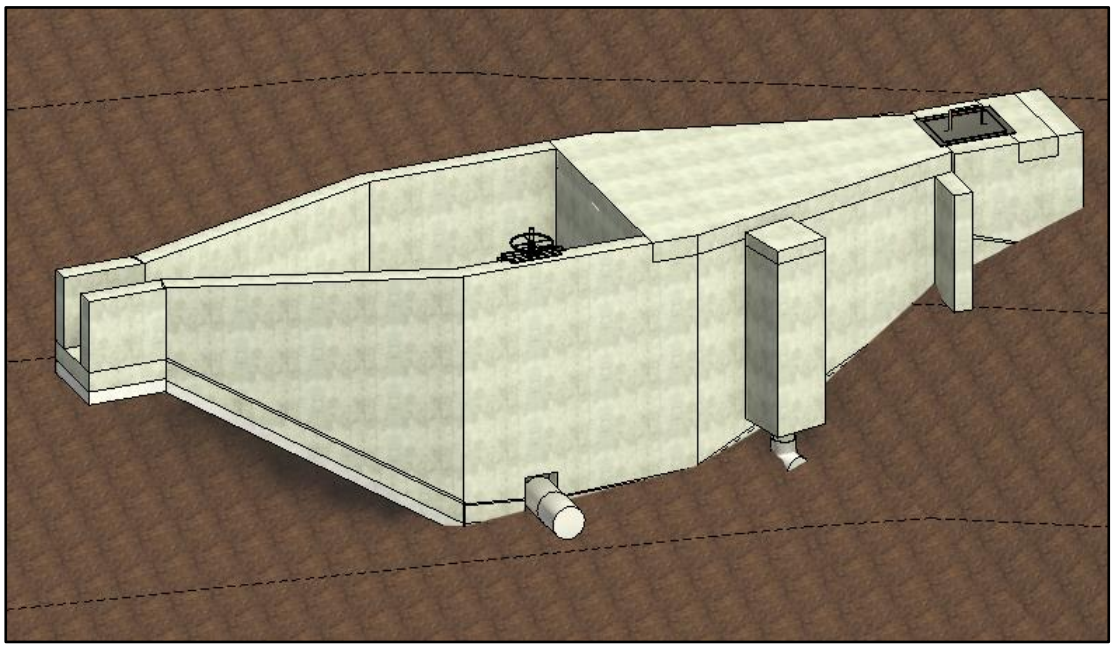


*Figura 112. Sólido topográfico desarenador fase «Existente»*

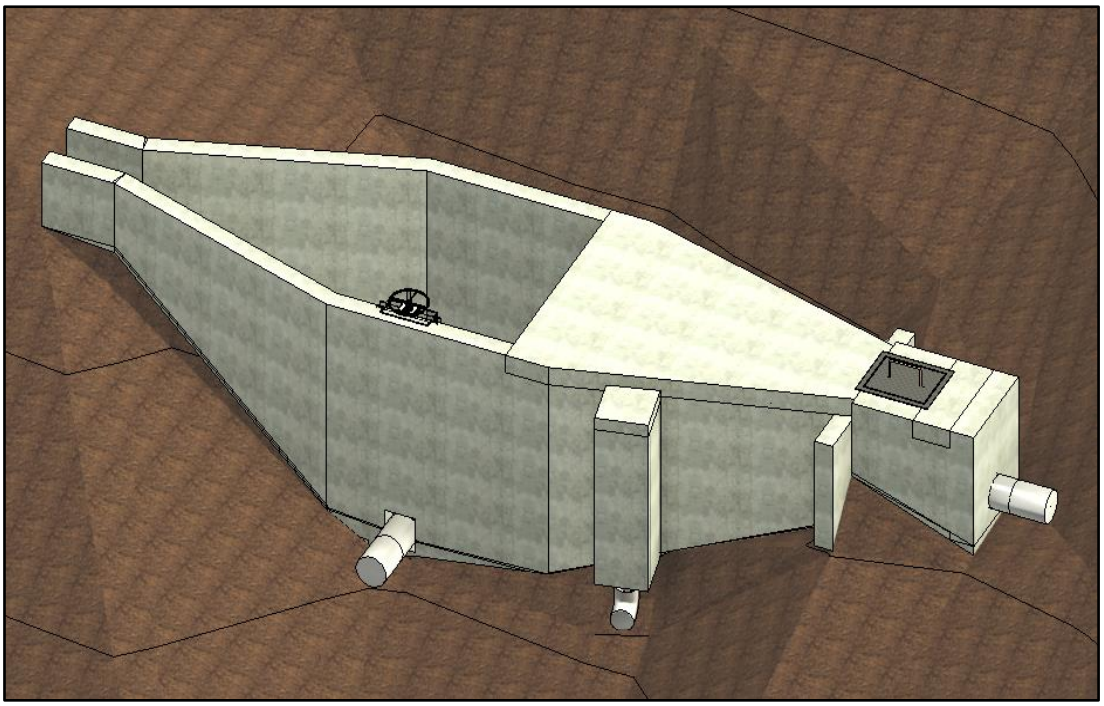


*Figura 113. Sólido topográfico desarenador fase «Movimiento de tierras»*

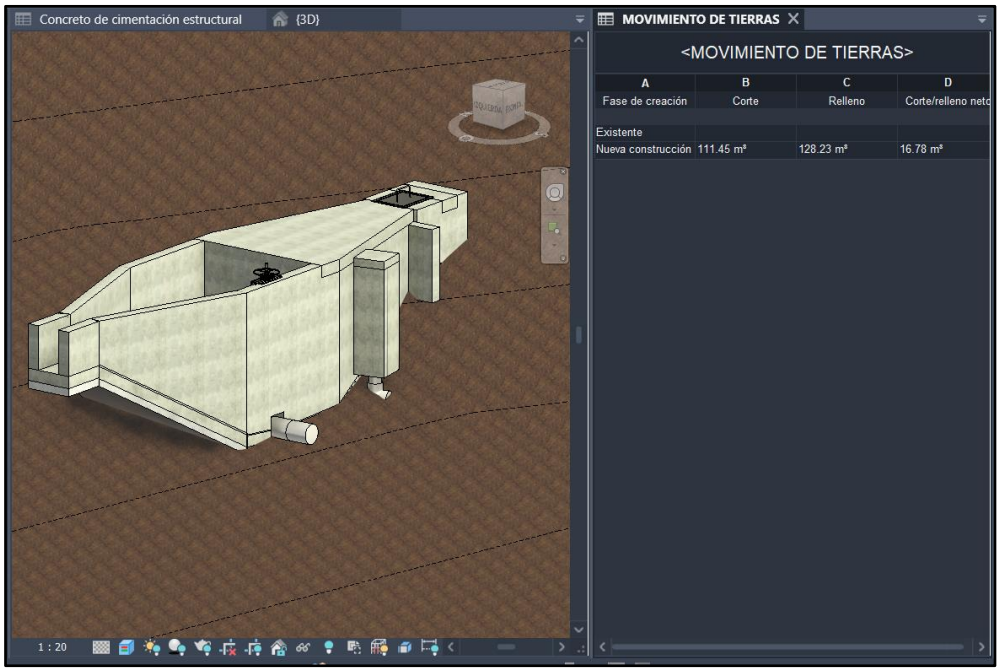



*Figura 114. Corte y relleno de terreno para cimentaciones, vigas de desarenador*

**Tabla 40.** ***Metrado de movimiento de tierras de desarenador Revit***

| **Movimiento de tierras del desarenador** | | | |
|---|---|---|---|
| **Fase de creación** | **Corte** | **Relleno** | **Corte/relleno neto** |
| Existente | | | |
| Movimiento de tierras | 111.45 m³ | 128.23 m³ | 16.78 m³ |

Tras georreferenciar el desarenador en función a las coordenadas del plano clave en el *software* Revit y realizar el cálculo de movimiento de tierras se obtuvo un valor total de Corte

de 111.45 m³ y Relleno de 128.23 m³ haciendo un acumulado de Corte/Relleno neto de 16.78 m³.

### c. Obras de concreto

**Solado f'c = 100 kg/cm2, e = 10 cm**

**Tabla 41.** ***Metrado de solado de desarenador***

| Tabla de metrado de solado de desarenador | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Anchura** | **Familia** | **Longitud** | **Tipo** | **Área** | |
| 1.901 | Losa de cimentación | 2.369 | Solado 100 mm | 2.98 | m² |
| 0.6 | Losa de cimentación | 0.6 | Solado 100 mm | 0.36 | m² |
| 1.901 | Losa de cimentación | 0.331 | Solado 100 mm | 0.63 | m² |
| 0.55 | Losa de cimentación | 1.901 | Solado 100 mm | 1.05 | m² |
| 1.901 | Losa de cimentación | 0.928 | Solado 100 mm | 1.76 | m² |
| 1.902 | Losa de cimentación | 2.356 | Solado 100 mm | 2.98 | m² |
| 0.8 | Losa de cimentación | 1.056 | Solado 100 mm | 0.84 | m² |
| | | | **Total** | **10.6** | **m²** |

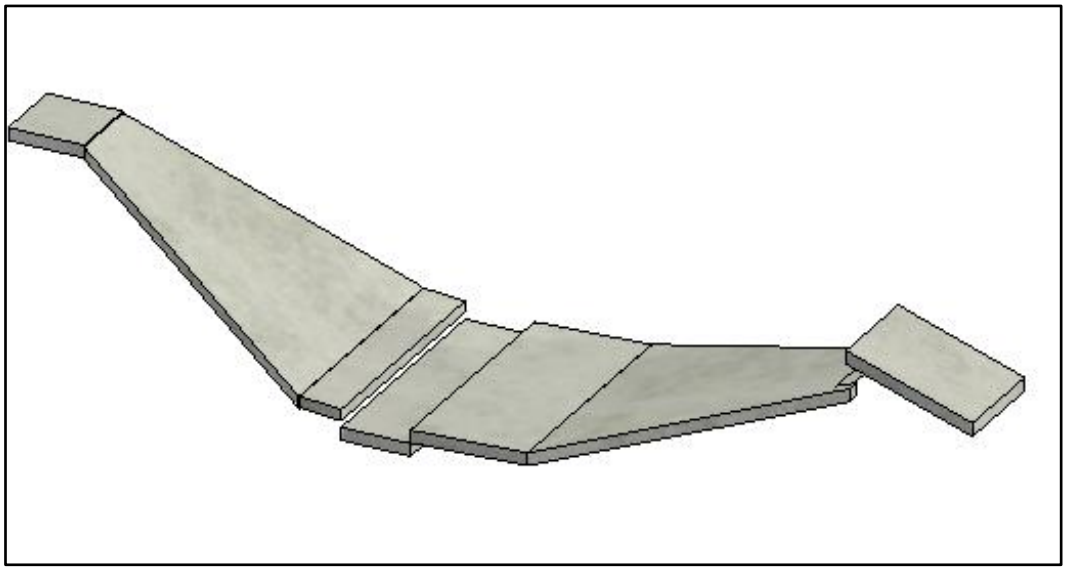


***Figura 115. Solado de desarenador***

Se obtuvo un total de 10.6 m² de solado del desarenador según lo indicado en la tabla 41 mostrada en la figura 115.

**Concreto f'c = 210 kg/cm2**

**Tabla 42.** ***Metrado de cimentación de desarenador***

| Tabla de metrado de cimentación de desarenador | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Anchura** | **Familia** | **Longitud** | **Tipo** | **Volumen** | |
| 0.600 | Losa de cimentación | 0.600 | Espesor = 150 mm | 0.05 | m³ |
| 1.901 | Losa de cimentación | 2.369 | Espesor = 150 mm | 0.45 | m³ |
| 1.901 | Losa de cimentación | 0.469 | Espesor = 150 mm | 0.13 | m³ |
| 0.550 | Losa de cimentación | 1.901 | Espesor = 150 mm | 0.15 | m³ |
| 1.901 | Losa de cimentación | 0.928 | Espesor = 150 mm | 0.3 | m³ |
| 1.902 | Losa de cimentación | 2.356 | Espesor = 150 mm | 0.46 | m³ |
| 1.906 | Losa de cimentación | 2.582 | Espesor = 150 mm | 0.54 | m³ |
| 0.472 | Losa de cimentación | 0.295 | Espesor = 150 mm | 0.01 | m³ |
| 0.150 | Losa de cimentación | 0.500 | Espesor = 150 mm | 0.06 | m³ |
| 0.100 | Losa de cimentación | 1.606 | Espesor = 150 mm | 0.1 | m³ |
| 0.100 | Losa de cimentación | 0.648 | Espesor = 150 mm | 0.04 | m³ |
| 0.800 | Losa de cimentación | 1.056 | Espesor = 250 mm | 0.21 | m³ |
| 0.300 | Losa de cimentación | 0.800 | Espesor = 150 mm | 0.04 | m³ |
| 0.410 | Losa de cimentación | 0.425 | Espesor = 100 mm | 0.02 | m³ |
| | | | **Total** | **2.56** | **m³** |

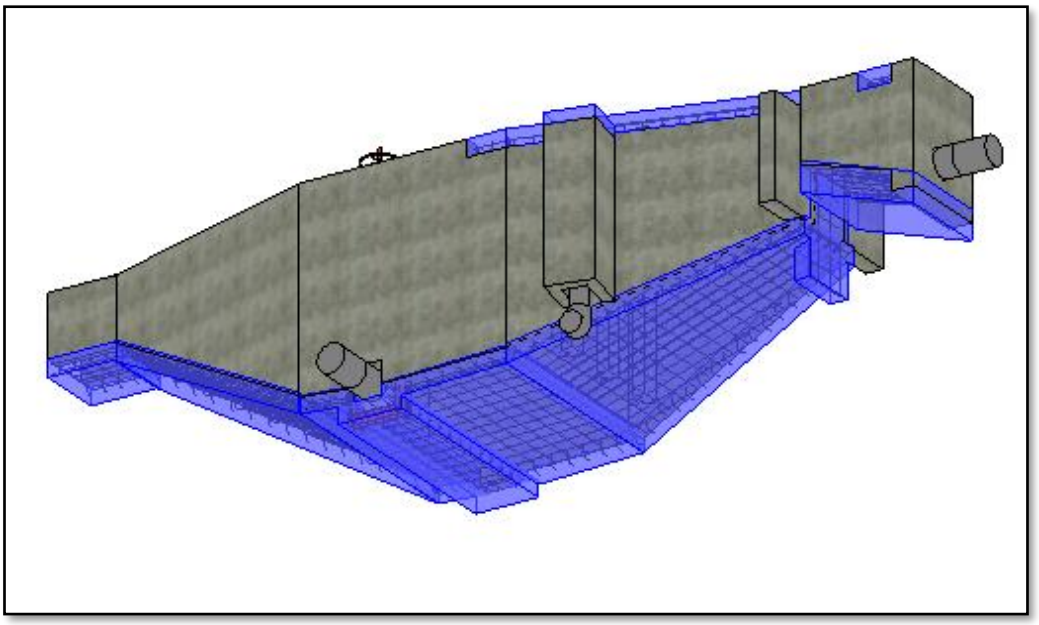


***Figura 116. Cimentación de desarenador***

**Tabla 43.** ***Metrado de muros de desarenador***

| Tabla de metrado de muros del desarenador | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Familia** | **Tipo** | **Anchura** | **Área** | **Volumen** | |
| Muro básico | Muro - 150 mm | 0.150 | 2 m² | 0.37 | m³ |
| Muro básico | Muro - 150 mm | 0.150 | 3 m² | 0.44 | m³ |
| Muro básico | Muro - 150 mm | 0.150 | 3 m² | 0.45 | m³ |
| Muro básico | Muro - 150 mm | 0.150 | 1 m² | 0.1 | m³ |
| Muro básico | Muro - 150 mm | 0.150 | 0 m² | 0.05 | m³ |
| Muro básico | Muro - 150 mm | 0.150 | 0 m² | 0.05 | m³ |
| Muro básico | Muro - 150 mm | 0.150 | 2 m² | 0.37 | m³ |
| Muro básico | Muro - 150 mm | 0.150 | 3 m² | 0.48 | m³ |
| Muro básico | Muro - 150 mm | 0.150 | 3 m² | 0.48 | m³ |
| Muro básico | Muro - 100 mm | 0.100 | 0 m² | 0.02 | m³ |
| Muro básico | Muro - 100 mm | 0.100 | 0 m² | 0.02 | m³ |
| Muro básico | Muro - 100 mm | 0.100 | 0 m² | 0.02 | m³ |
| Muro básico | Muro 200 mm | 0.200 | 1 m² | 0.16 | m³ |
| Muro básico | Muro 200 mm | 0.200 | 1 m² | 0.11 | m³ |
| Muro básico | Muro 200 mm | 0.200 | 1 m² | 0.11 | m³ |
| Muro básico | Muro - 100 mm | 0.100 | 1 m² | 0.05 | m³ |
| Muro básico | Muro - 100 mm | 0.100 | 0 m² | 0.04 | m³ |
| Muro básico | Muro - 100 mm | 0.100 | 0 m² | 0.04 | m³ |
| | | | **Total** | **3.36** | **m³** |

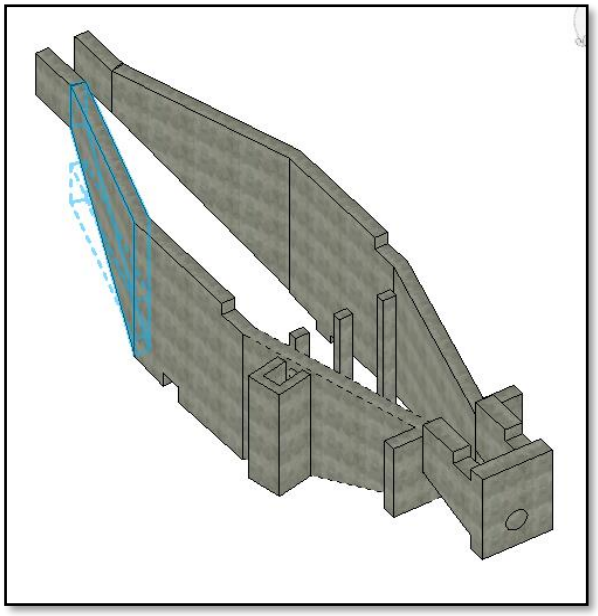


***Figura 117. Muros de desarenador***

Se obtuvo un total de 2.56 m³ de concreto en losas y 3.36 m³ en muros del desarenador según lo indicado en las tablas 42 y 43 mostradas en las figuras 116 y 117 respectivamente.

## Encofrado y desencofrado

**Tabla 44.** ***Metrados de encofrado de losas de desarenador***

**Tabla de metrados de encofrado de desarenador**

| Familia y tipo | Material: nombre | Material: área | |
|---|---|---|---|
| Losa de cimentación 150 mm | Encofrado | 0.27 | m² |
| Losa de cimentación 150 mm | Encofrado | 0.75 | m² |
| Losa de cimentación 150 mm | Encofrado | 0.14 | m² |
| Losa de cimentación 150 mm | Encofrado | 0.16 | m² |
| Losa de cimentación 150 mm | Encofrado | 0.31 | m² |
| Losa de cimentación 150 mm | Encofrado | 0.84 | m² |
| Losa de cimentación 150 mm | Encofrado | 4.65 | m² |
| Losa de cimentación 150 mm | Encofrado | 0.21 | m² |
| Losa de cimentación 150 mm | Encofrado | 0.96 | m² |
| Losa de cimentación 150 mm | Encofrado | 2.22 | m² |
| Losa de cimentación 150 mm | Encofrado | 0.86 | m² |
| Losa de cimentación 250 mm | Encofrado | 0.74 | m² |
| Losa de cimentación 150 mm | Encofrado | 0.33 | m² |
| Losa de cimentación 100 mm | Encofrado | 0.29 | m² |
| | **Total** | **12.73** | **m²** |

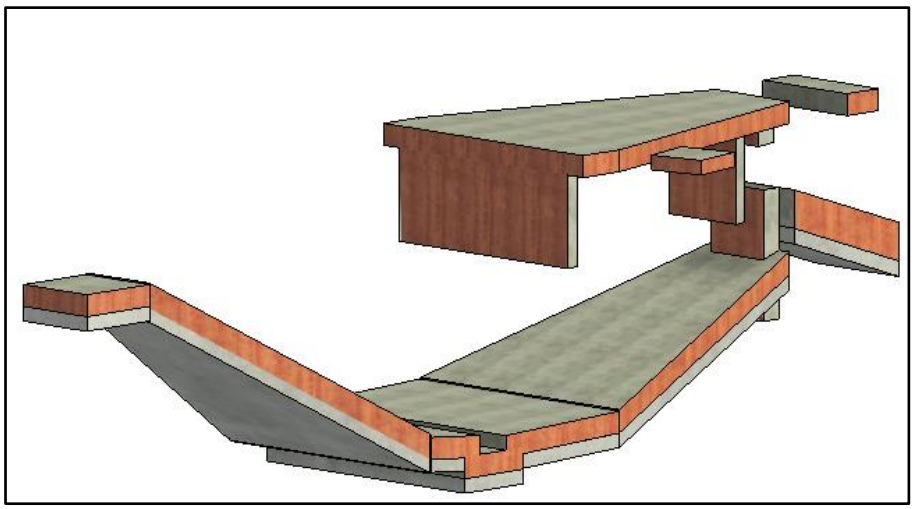


***Figura 118. Encofrado de losas de desarenador***

**Tabla 45.** ***Metrados de encofrado de muros de desarenador***

| Tabla de metrados de encofrado de muros de desarenador | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Muro básico: Muro - 150 mm | Encofrado | 4.92 | m² |
| Muro básico: Muro - 150 mm | Encofrado | 5.9 | m² |
| Muro básico: Muro - 150 mm | Encofrado | 5.98 | m² |
| Muro básico: Muro - 150 mm | Encofrado | 1.62 | m² |
| Muro básico: Muro - 150 mm | Encofrado | 0.76 | m² |
| Muro básico: Muro - 150 mm | Encofrado | 0.76 | m² |
| Muro básico: Muro - 150 mm | Encofrado | 4.92 | m² |
| Muro básico: Muro - 150 mm | Encofrado | 6.34 | m² |
| Muro básico: Muro - 150 mm | Encofrado | 6.44 | m² |
| Muro básico: Muro - 100 mm | Encofrado | 0.8 | m² |
| Muro básico: Muro - 100 mm | Encofrado | 0.8 | m² |
| Muro básico: Muro - 100 mm | Encofrado | 0.8 | m² |
| Muro básico: Muro 200 mm | Encofrado | 1.41 | m² |
| Muro básico: Muro 200 mm | Encofrado | 1.24 | m² |
| Muro básico: Muro 200 mm | Encofrado | 1.24 | m² |
| Muro básico: Muro - 100 mm | Encofrado | 1.09 | m² |
| Muro básico: Muro - 100 mm | Encofrado | 0.83 | m² |
| Muro básico: Muro - 100 mm | Encofrado | 0.86 | m² |
| | **Total** | **46.71** | **m²** |

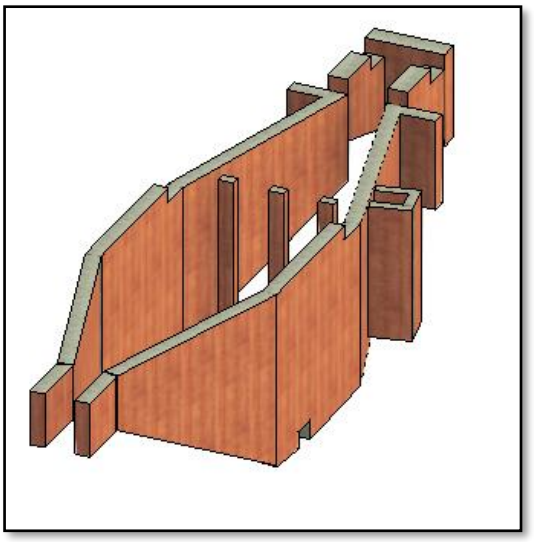


***Figura 119. Encofrado de muros de desarenador***

El metrado del encofrado total es de 12.73 m² para las losas y 46.71 m² para los muros del desarenador que se indican en las tablas 44 y 45 indicando el anfitrión del encofrado con su respectiva lamina de detalle.

**Acero f'y = 4200 kg/cm2**

**Tabla 46.** ***Metrado de aceros de losas de desarenador***

**Tabla de metrado de aceros de losas de desarenador**

| Categoría de anfitrión | Tipo | Diámetro de barra | Longitud de barra | peso nominal | Cantidad | Peso total | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 560 mm | 0.56 | 5 | 1.558687 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 570 mm | 0.56 | 5 | 1.61 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 560 mm | 0.56 | 1 | 0.316289 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 640 mm | 0.56 | 1 | 0.361167 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 730 mm | 0.56 | 1 | 0.406045 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 810 mm | 0.56 | 1 | 0.450924 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 890 mm | 0.56 | 1 | 0.495802 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 970 mm | 0.56 | 1 | 0.54068 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1050 mm | 0.56 | 1 | 0.585558 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1130 mm | 0.56 | 1 | 0.630436 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 1 | 0.675314 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1290 mm | 0.56 | 1 | 0.720192 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1370 mm | 0.56 | 1 | 0.765071 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1450 mm | 0.56 | 1 | 0.809949 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1530 mm | 0.56 | 1 | 0.854827 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1610 mm | 0.56 | 1 | 0.899705 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1690 mm | 0.56 | 1 | 0.944583 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1770 mm | 0.56 | 1 | 0.989461 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1850 mm | 0.56 | 1 | 1.034019 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 530 mm | 0.56 | 1 | 0.294827 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1040 mm | 0.56 | 1 | 0.580048 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1550 mm | 0.56 | 1 | 0.865269 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 2050 mm | 0.56 | 1 | 1.15049 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 2400 mm | 0.56 | 4 | 5.379469 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 2060 mm | 0.56 | 1 | 1.154312 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1550 mm | 0.56 | 1 | 0.869091 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1040 mm | 0.56 | 1 | 0.58387 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 530 mm | 0.56 | 1 | 0.298649 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 560 mm | 0.56 | 12 | 3.748056 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1850 mm | 0.56 | 4 | 4.145828 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1850 mm | 0.56 | 3 | 3.109371 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 470 mm | 0.56 | 12 | 3.14864 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1100 mm | 0.56 | 12 | 7.400022 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1850 mm | 0.56 | 8 | 8.291656 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1860 mm | 0.56 | 3 | 3.117522 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1780 mm | 0.56 | 1 | 0.997912 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1650 mm | 0.56 | 1 | 0.92668 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1620 mm | 0.56 | 1 | 0.908397 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1540 mm | 0.56 | 1 | 0.863639 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1460 mm | 0.56 | 1 | 0.818881 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1380 mm | 0.56 | 1 | 0.774123 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1300 mm | 0.56 | 1 | 0.729365 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1220 mm | 0.56 | 1 | 0.684607 | kg |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1140 mm | 0.56 | 1 | 0.639849 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1060 mm | 0.56 | 1 | 0.595091 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 980 mm | 0.56 | 1 | 0.550333 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 900 mm | 0.56 | 1 | 0.505575 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 820 mm | 0.56 | 1 | 0.460817 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 740 mm | 0.56 | 1 | 0.416059 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 660 mm | 0.56 | 1 | 0.371301 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 990 mm | 0.56 | 1 | 0.555095 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1520 mm | 0.56 | 1 | 0.849337 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 2040 mm | 0.56 | 1 | 1.143578 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 2590 mm | 0.56 | 1 | 1.449581 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 2660 mm | 0.56 | 4 | 5.957279 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 2590 mm | 0.56 | 1 | 1.449617 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 2040 mm | 0.56 | 1 | 1.14137 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1510 mm | 0.56 | 1 | 0.84502 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 980 mm | 0.56 | 1 | 0.54867 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 580 mm | 0.56 | 12 | 3.865416 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1790 mm | 0.56 | 5 | 5.014618 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 710 mm | 0.56 | 5 | 1.997532 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 800 mm | 0.56 | 6 | 2.694023 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 850 mm | 0.56 | 4 | 1.904 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 450 mm | 0.56 | 7 | 1.764 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1000 mm | 0.56 | 6 | 3.352344 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 880 mm | 0.56 | 7 | 3.439437 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 250 mm | 0.56 | 5 | 0.7 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 750 mm | 0.56 | 3 | 1.267879 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 680 mm | 0.56 | 1 | 0.379034 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 750 mm | 0.56 | 1 | 0.419559 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 820 mm | 0.56 | 1 | 0.460084 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 890 mm | 0.56 | 1 | 0.500608 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 970 mm | 0.56 | 1 | 0.541133 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1040 mm | 0.56 | 1 | 0.581657 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1110 mm | 0.56 | 1 | 0.622182 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1180 mm | 0.56 | 1 | 0.662707 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1260 mm | 0.56 | 1 | 0.703231 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1330 mm | 0.56 | 1 | 0.743756 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1400 mm | 0.56 | 1 | 0.78428 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1470 mm | 0.56 | 1 | 0.824805 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1550 mm | 0.56 | 1 | 0.86533 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1620 mm | 0.56 | 1 | 0.905854 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1680 mm | 0.56 | 1 | 0.943384 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1760 mm | 0.56 | 1 | 0.986903 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1830 mm | 0.56 | 1 | 1.027428 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 570 mm | 0.56 | 1 | 0.319975 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1120 mm | 0.56 | 1 | 0.629465 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1680 mm | 0.56 | 1 | 0.938955 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 2230 mm | 0.56 | 1 | 1.248446 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 2300 mm | 0.56 | 5 | 6.447933 | kg |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 2210 mm | 0.56 | 1 | 1.239563 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1660 mm | 0.56 | 1 | 0.932275 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 1120 mm | 0.56 | 1 | 0.624986 | kg |
| Cimentación estructural | #3 | 10 mm | 570 mm | 0.56 | 1 | 0.317698 | kg |
| | | | | | **Total** | **133.618485** | **kg** |

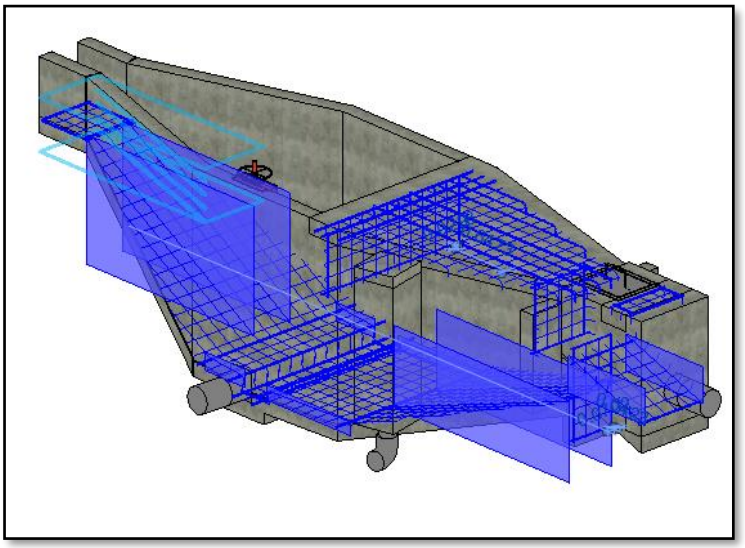


***Figura 120. Aceros de losas de desarenador***

**Tabla 47.** ***Metrado de acero de muros de desarenador***

| Tabla de metrado de acero de muros de desarenador | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Categoría de anfitrión** | **Tipo** | **Diámetro de barra** | **Longitud de barra** | **peso nominal** | **Cantidad** | **Peso total** | |
| Muro | #3 | 10 mm | 570 mm | 0.56 | 5 | 1.61 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 700 mm | 0.56 | 5 | 1.965568 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 580 mm | 0.56 | 4 | 1.2886 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 690 mm | 0.56 | 5 | 1.928667 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 2160 mm | 0.56 | 4 | 4.848041 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 2170 mm | 0.56 | 1 | 1.217557 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1910 mm | 0.56 | 1 | 1.070417 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1650 mm | 0.56 | 1 | 0.923278 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1390 mm | 0.56 | 1 | 0.776139 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1120 mm | 0.56 | 1 | 0.629 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 860 mm | 0.56 | 1 | 0.48186 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 600 mm | 0.56 | 1 | 0.334721 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 330 mm | 0.56 | 1 | 0.187582 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 700 mm | 0.56 | 1 | 0.392746 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 780 mm | 0.56 | 1 | 0.437013 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 860 mm | 0.56 | 1 | 0.48128 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 940 mm | 0.56 | 1 | 0.525547 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1020 mm | 0.56 | 1 | 0.569813 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1100 mm | 0.56 | 1 | 0.61408 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1180 mm | 0.56 | 1 | 0.658347 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1250 mm | 0.56 | 1 | 0.702613 | kg |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Muro | #3 | 10 mm | 1340 mm | 0.56 | 1 | 0.750238 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1420 mm | 0.56 | 1 | 0.794505 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1500 mm | 0.56 | 1 | 0.838772 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1570 mm | 0.56 | 1 | 0.87968 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1650 mm | 0.56 | 1 | 0.923947 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1730 mm | 0.56 | 1 | 0.968214 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1810 mm | 0.56 | 1 | 1.012481 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1890 mm | 0.56 | 1 | 1.056747 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 2160 mm | 0.56 | 3 | 3.63603 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 2160 mm | 0.56 | 1 | 1.21201 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 2250 mm | 0.56 | 1 | 1.262715 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 2040 mm | 0.56 | 1 | 1.14253 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1820 mm | 0.56 | 1 | 1.019736 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1570 mm | 0.56 | 1 | 0.879074 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1300 mm | 0.56 | 1 | 0.728506 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1040 mm | 0.56 | 1 | 0.5805 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 760 mm | 0.56 | 1 | 0.427093 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1890 mm | 0.56 | 1 | 1.05823 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1820 mm | 0.56 | 1 | 1.016801 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1730 mm | 0.56 | 1 | 0.967794 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1650 mm | 0.56 | 1 | 0.925625 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1570 mm | 0.56 | 1 | 0.881813 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1490 mm | 0.56 | 1 | 0.835623 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1420 mm | 0.56 | 1 | 0.795293 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1340 mm | 0.56 | 1 | 0.749196 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1260 mm | 0.56 | 1 | 0.70587 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1190 mm | 0.56 | 1 | 0.663614 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1110 mm | 0.56 | 1 | 0.619933 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1030 mm | 0.56 | 1 | 0.577698 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 940 mm | 0.56 | 1 | 0.525574 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 860 mm | 0.56 | 1 | 0.481837 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 780 mm | 0.56 | 1 | 0.43408 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 700 mm | 0.56 | 1 | 0.390763 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 2140 mm | 0.56 | 1 | 1.199084 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 560 mm | 0.56 | 1 | 0.316328 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 570 mm | 0.56 | 1 | 0.319013 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1010 mm | 0.56 | 1 | 0.567878 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1440 mm | 0.56 | 1 | 0.806133 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1980 mm | 0.56 | 1 | 1.10899 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 2170 mm | 0.56 | 5 | 6.085718 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1910 mm | 0.56 | 1 | 1.07157 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1870 mm | 0.56 | 1 | 1.044582 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1770 mm | 0.56 | 1 | 0.992093 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1780 mm | 0.56 | 1 | 0.995759 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1350 mm | 0.56 | 1 | 0.754625 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1310 mm | 0.56 | 1 | 0.732499 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1640 mm | 0.56 | 1 | 0.919401 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1590 mm | 0.56 | 1 | 0.891413 | kg |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Muro | #3 | 10 mm | 1540 mm | 0.56 | 1 | 0.861428 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1490 mm | 0.56 | 1 | 0.832248 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1440 mm | 0.56 | 1 | 0.803633 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1390 mm | 0.56 | 1 | 0.78103 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1350 mm | 0.56 | 1 | 0.757339 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1300 mm | 0.56 | 1 | 0.730716 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1250 mm | 0.56 | 1 | 0.700888 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 1 | 0.677197 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 410 mm | 0.56 | 2 | 0.457761 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1050 mm | 0.56 | 2 | 1.175128 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1760 mm | 0.56 | 12 | 11.828794 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1910 mm | 0.56 | 1 | 1.071475 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1930 mm | 0.56 | 1 | 1.078492 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1940 mm | 0.56 | 1 | 1.085509 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1590 mm | 0.56 | 2 | 1.779903 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1970 mm | 0.56 | 1 | 1.105141 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1970 mm | 0.56 | 1 | 1.103073 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1970 mm | 0.56 | 1 | 1.101005 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1960 mm | 0.56 | 1 | 1.098936 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1960 mm | 0.56 | 1 | 1.096868 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1950 mm | 0.56 | 1 | 1.0948 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1950 mm | 0.56 | 1 | 1.092732 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1950 mm | 0.56 | 1 | 1.090663 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1750 mm | 0.56 | 11 | 10.800117 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 710 mm | 0.56 | 2 | 0.793042 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1040 mm | 0.56 | 2 | 1.169896 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1910 mm | 0.56 | 1 | 1.06837 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1920 mm | 0.56 | 1 | 1.07549 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1930 mm | 0.56 | 1 | 1.082609 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1890 mm | 0.56 | 2 | 2.114978 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1960 mm | 0.56 | 1 | 1.098155 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1960 mm | 0.56 | 1 | 1.096057 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1950 mm | 0.56 | 1 | 1.093959 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1950 mm | 0.56 | 1 | 1.091861 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1950 mm | 0.56 | 1 | 1.089762 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1940 mm | 0.56 | 1 | 1.087664 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1940 mm | 0.56 | 1 | 1.085566 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 2300 mm | 0.56 | 9 | 11.572032 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1330 mm | 0.56 | 1 | 0.747268 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 910 mm | 0.56 | 1 | 0.512366 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1230 mm | 0.56 | 1 | 0.687255 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1270 mm | 0.56 | 1 | 0.713603 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1320 mm | 0.56 | 1 | 0.739952 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1370 mm | 0.56 | 1 | 0.7663 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1420 mm | 0.56 | 1 | 0.792649 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1460 mm | 0.56 | 1 | 0.818997 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1510 mm | 0.56 | 1 | 0.845346 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1560 mm | 0.56 | 1 | 0.871694 | kg |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Muro | #3 | 10 mm | 1600 mm | 0.56 | 1 | 0.898043 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1650 mm | 0.56 | 1 | 0.924391 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1700 mm | 0.56 | 1 | 0.95074 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1740 mm | 0.56 | 1 | 0.977088 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1790 mm | 0.56 | 1 | 1.003437 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1780 mm | 0.56 | 1 | 0.996803 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1890 mm | 0.56 | 1 | 1.056134 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1930 mm | 0.56 | 1 | 1.082482 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 100 mm | 0.56 | 11 | 0.616 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1680 mm | 0.56 | 2 | 1.877889 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 100 mm | 0.56 | 11 | 0.616 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1630 mm | 0.56 | 2 | 1.829493 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 100 mm | 0.56 | 11 | 0.616 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1630 mm | 0.56 | 2 | 1.829493 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1360 mm | 0.56 | 3 | 2.28767 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 510 mm | 0.56 | 3 | 0.859966 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1430 mm | 0.56 | 1 | 0.802951 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 460 mm | 0.56 | 6 | 1.537547 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 300 mm | 0.56 | 5 | 0.846216 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1430 mm | 0.56 | 1 | 0.802951 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 860 mm | 0.56 | 3 | 1.436554 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 860 mm | 0.56 | 3 | 1.436554 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 990 mm | 0.56 | 5 | 2.768221 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 880 mm | 0.56 | 1 | 0.491628 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 790 mm | 0.56 | 1 | 0.440508 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 830 mm | 0.56 | 1 | 0.467164 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 890 mm | 0.56 | 1 | 0.4959 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 940 mm | 0.56 | 1 | 0.524679 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 920 mm | 0.56 | 5 | 2.566861 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 700 mm | 0.56 | 1 | 0.393301 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 790 mm | 0.56 | 1 | 0.443397 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 840 mm | 0.56 | 1 | 0.469724 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 890 mm | 0.56 | 1 | 0.49681 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 940 mm | 0.56 | 1 | 0.525819 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 750 mm | 0.56 | 5 | 2.1 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 280 mm | 0.56 | 1 | 0.159118 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 300 mm | 0.56 | 1 | 0.168692 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 220 mm | 0.56 | 1 | 0.121728 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 230 mm | 0.56 | 1 | 0.131302 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 750 mm | 0.56 | 1 | 0.42 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1190 mm | 0.56 | 2 | 1.333299 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 560 mm | 0.56 | 1 | 0.315366 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 170 mm | 0.56 | 1 | 0.095409 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 550 mm | 0.56 | 1 | 0.306516 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 180 mm | 0.56 | 1 | 0.10086 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1190 mm | 0.56 | 2 | 1.332979 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 1720 mm | 0.56 | 1 | 0.961412 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 750 mm | 0.56 | 1 | 0.420181 | kg |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Muro | #3 | 10 mm | 930 mm | 0.56 | 1 | 0.523296 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 700 mm | 0.56 | 1 | 0.39104 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 260 mm | 0.56 | 1 | 0.145644 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 700 mm | 0.56 | 1 | 0.39104 | kg |
| Muro | #3 | 10 mm | 260 mm | 0.56 | 1 | 0.145644 | kg |
| | | | | | **Total** | **192.342164** | **kg** |

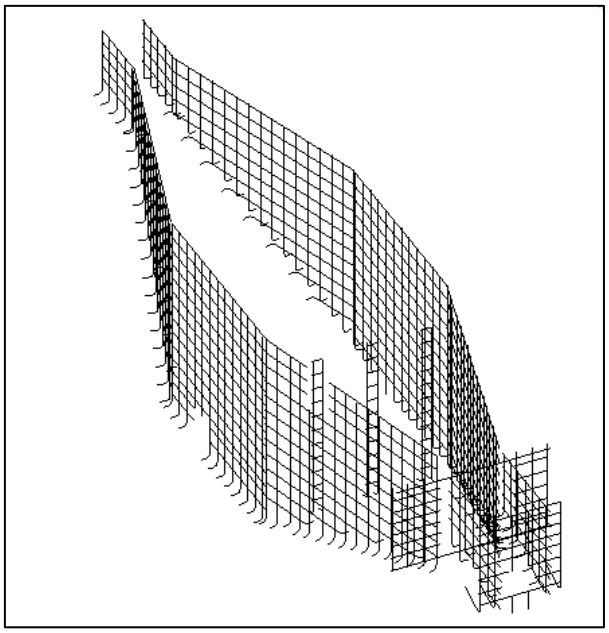


***Figura 121. Acero de muros de desarenador***

Para el metrado de acero en el desarenador es de 133.62 kg en losas y 192.34 kg en muros indicada en las tablas 46 y 47 indicando su anfitrión con su respectiva lamina de detalle.

### d. Tarrajeo

### Tarrajeo en muros interiores y exteriores

**Tabla 48.** ***Metrado de tarrajeo de muros interiores y exteriores***

| Tabla de tarrajeo de muros interiores y exteriores | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Muro básico: Muro - 150 mm | Tarrajeo | 5.24 | m² |
| Muro básico: Muro - 150 mm | Tarrajeo | 2.95 | m² |
| Muro básico: Muro - 150 mm | Tarrajeo | 2.99 | m² |
| Muro básico: Muro - 150 mm | Tarrajeo | 1.73 | m² |
| Muro básico: Muro - 150 mm | Tarrajeo | 0.85 | m² |
| Muro básico: Muro - 150 mm | Tarrajeo | 0.85 | m² |
| Muro básico: Muro - 150 mm | Tarrajeo | 5.24 | m² |
| Muro básico: Muro - 150 mm | Tarrajeo | 6.56 | m² |
| Muro básico: Muro - 150 mm | Tarrajeo | 6.66 | m² |
| Muro básico: MURO 200 mm | Tarrajeo | 0.86 | m² |
| Muro básico: MURO 200 mm | Tarrajeo | 0.78 | m² |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Muro básico: MURO 200 mm | Tarrajeo | 0.78 | m² |
| Muro básico: Muro - 100 mm | Tarrajeo | 0.54 | m² |
| Muro básico: Muro - 100 mm | Tarrajeo | 0.42 | m² |
| Muro básico: Muro - 100 mm | Tarrajeo | 0.43 | m² |
| | **Total** | **36.88** | **m²** |

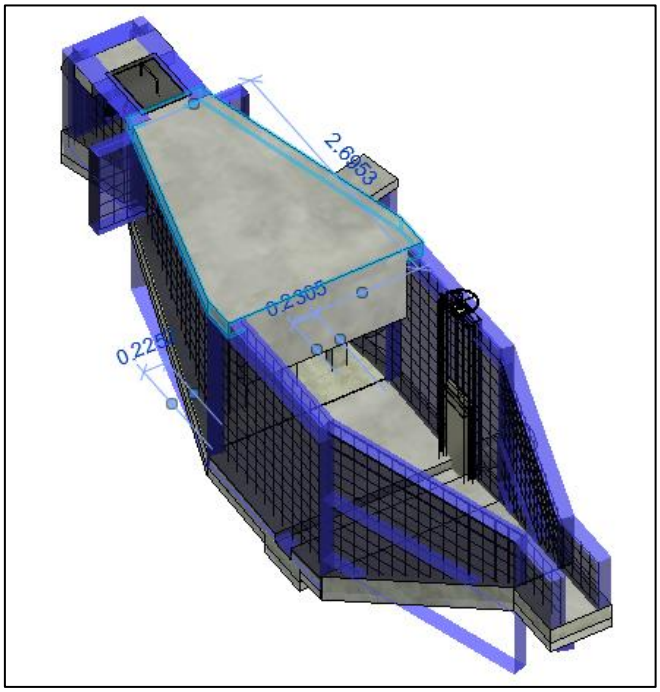



***Figura 122. Tarrajeo de muros interiores y exteriores***

**Tabla 49.** ***Metrado de tarrajeo de losas de desarenador***

| **Tabla de tarrajeo de losas de desarenador** | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Losa de cimentación 150 mm | Tarrajeo | 0.36 | m² |
| Losa de cimentación 150 mm | Tarrajeo | 2.98 | m² |
| Losa de cimentación 150 mm | Tarrajeo | 1.18 | m² |
| Losa de cimentación 150 mm | Tarrajeo | 0.78 | m² |
| Losa de cimentación 150 mm | Tarrajeo | 2.26 | m² |
| Losa de cimentación 150 mm | Tarrajeo | 4.65 | m² |
| Losa de cimentación 640 mm | Tarrajeo | 1.03 | m² |
| Losa de cimentación 250 mm | Tarrajeo | 0.74 | m² |
| Losa de cimentación 150 mm | Tarrajeo | 0.28 | m² |
| Losa de cimentación 100 mm | Tarrajeo | 0.29 | m² |
| | **Total** | **14.55** | **m²** |

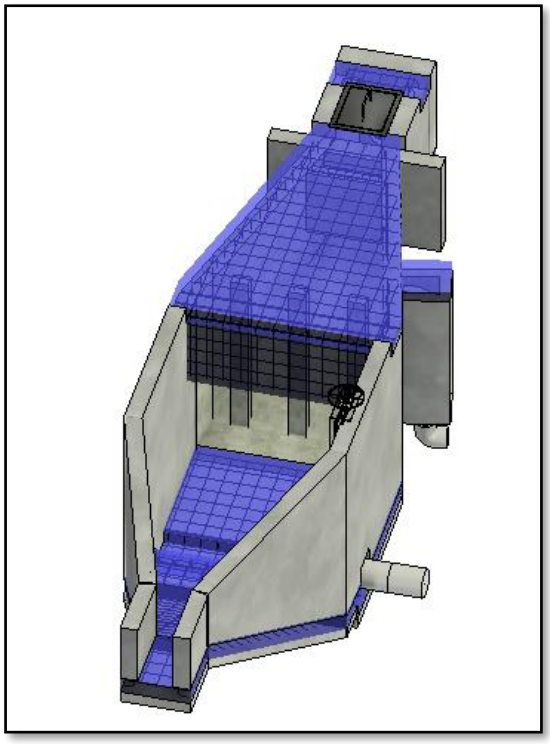


***Figura 123. Tarrajeo de losas de desarenador***

Para el metrado de Tarrajeo en el desarenador es de 36.88 m² en Muros y 14.55 m² en muros indicada en las tablas 48 y 49 indicando su anfitrión con su respectiva lamina de detalle.

### e. Suministro e instalación de accesorios

**Tabla 50.** ***Accesorios del desarenador***

| |
|---|
| Compuerta metálica 0.25x0.25m h = 1.20 |
| Rejilla fierro cdo. (0.35x0.35 m) |
| Water stop de 9"x3/4"x5.5mm |

**Tabla 51.** ***Elementos de la captación***

| |
|---|
| Carpintería metálica |
| Suministro e instalación de compuerta metálica 0.25x0.25m h = 1.20 |
| Suministro e instalación de rejilla fierro cdo. (0.35x0.35 m) |
| Varios |
| Suministro e instalación junta water stop de 9"X3/4"x5.5mm |
| Relleno de junta poliestireno expandido + sellante elástico |

## 4.3.3. Metrados Revit cámara de inspección

### a. Partidas de la cámara de inspección

**Tabla 52.** ***Lista de partidas de la cámara de inspección del expediente técnico***

| **Cámara de inspección (8 und.)** |
|---|
| Trabajos preliminares |
| Limpieza de terreno manual |
| Trazo, nivelación y replanteo |
| Movimiento de tierras |
| Excavación manual en terreno natural |
| Relleno compactado con material propio seleccionado |

| |
|---|
| Acarreo y eliminación de mat. excedente dmáx = 30 m |
| Obras de concreto simple |
| Solado F'c = 100 kg/cm2, e = 10 cm |
| Dado de concreto F'c = 140 kg/cm2 |
| Obras de concreto armado |
| Concreto F'c = 210 kg/cm2 |
| Encofrado y desencofrado |
| Acero F'y = 4200 kg/cm2 |
| Revestimiento |
| Tarrajeo con impermeabilizante en interiores |
| Mortero para pendiente de fondo |
| Pintura |
| Pintura esmalte en exteriores |
| Carpintería metálica |
| Suministro e inst. de tapa metálica de 0.90 x 1.10 m e = 1/8" marco de metal + pintura |
| Suministro e inst. de compuerta metálica de 1.25 x 0.30 m e = 1/8" inc. accesorios |
| Suministro e instalación de tuberías |
| Suministro e instalación de tuberías HDPE |

### b. Movimiento de tierras

Se ubicó la estructura en el punto de coordenadas planteadas en el plano clave del proyecto indicada en la tabla 53.

**Tabla 53.** ***Coordenadas de cámara de inspección***

| Coordenadas de cámara de inspección | |
|---|---|
| Este | 540 433.9096 |
| Norte | 8 636 799.2671 |
| Altura | 2110.6010 |

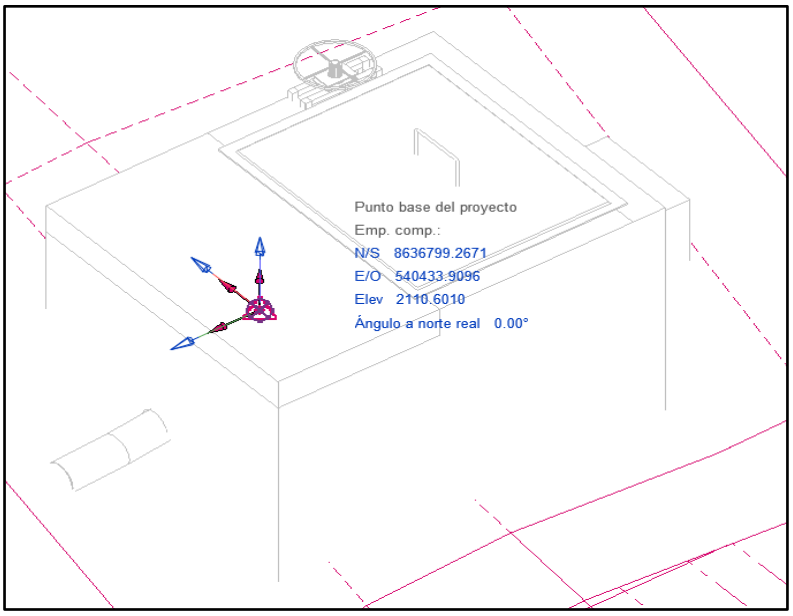



***Figura 124. Georreferenciación de la cámara de inspección en Revit***

Para el cálculo del movimiento de tierras se importó las curvas del plano topográfico y se creó un sólido topográfico donde se georreferenció la estructura vista en la figura 124 y luego se creó las fases del sólido topográfico en «Existente» y «Movimiento de tierras» vistas en la figura 125 y 126.

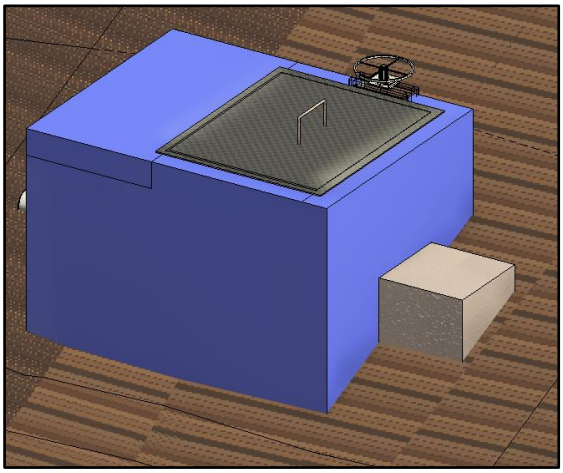


***Figura 125. Sólido topográfico cámara de inspección fase «Existente»***

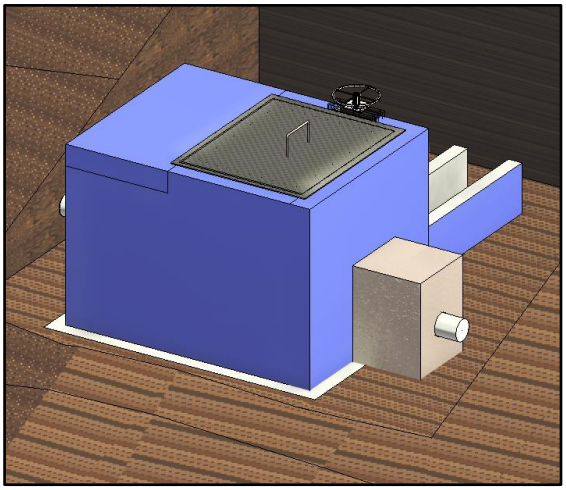


***Figura 126. Sólido topográfico cámara de inspección fase «Movimiento de tierras»***

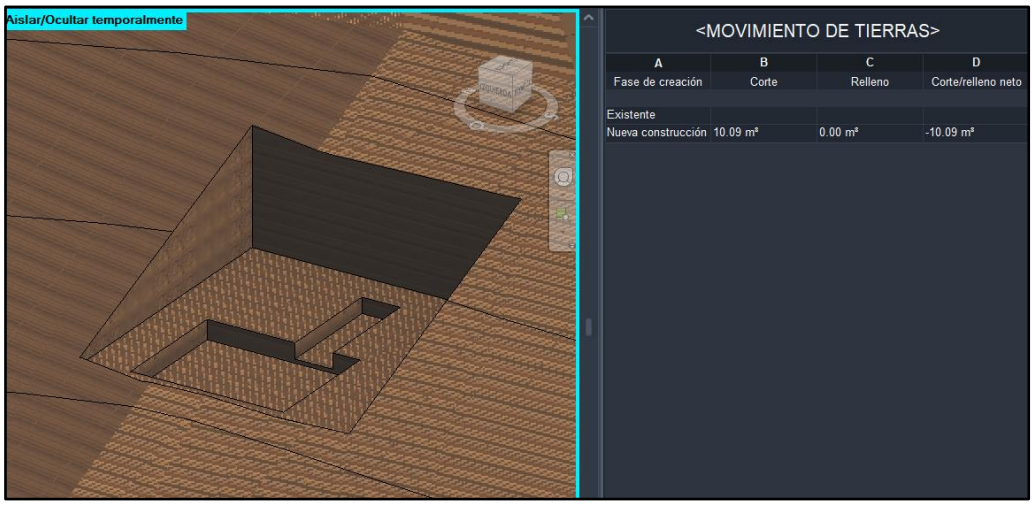



***Figura 127. Corte y relleno de terreno para cimentaciones de cámara de inspección***

**Tabla 54.** ***Metrado de movimiento de tierras de cámara de inspección Revit***

| Movimiento de tierras de cámara de inspección | | | |
|---|---|---|---|
| **Fase de creación** | **Corte** | **Relleno** | **Corte/relleno neto** |
| Existente | | | |
| Movimiento de tierras | 10.09 m³ | 0.0 m³ | -10.09 m³ |

Tras georreferenciar la cámara de inspección en función a las coordenadas del plano clave en el *software* Revit y realizar el cálculo de movimiento de tierras se obtuvo un valor total de Corte de 10.09 m³ y Relleno de 0 m³ haciendo un acumulado de Corte/Relleno neto de 10.09 m³.

### c. Obras de concreto simple

### Solado F'c = 100 kg/cm2, e = 10 cm

**Tabla 55.** ***Metrado de solado de cámara de inspección***

| Tabla de solado de cámara de inspección | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Grosor de cimentación** | **Longitud** | **Área** | |
| Losa de cimentación: solado 100 mm | 0.100 | 2.000 | 3.2 | m² |
| Losa de cimentación: solado 100 mm | 0.100 | 0.500 | 0.7 | m² |
| | | **Total** | **3.9** | **m²** |

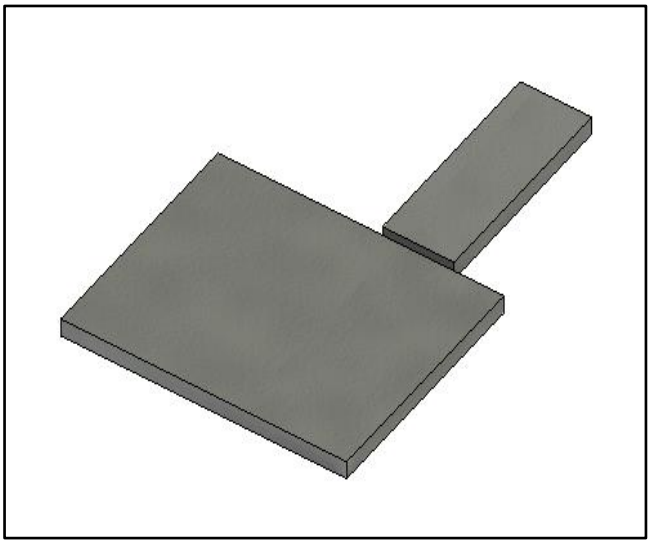


*Figura 128.* ***Solado de cámara de inspección***

### Dado de concreto f'c = 140 kg/cm2

**Tabla 56.** ***Metrado de dado de concreto de cámara de inspección***

| Tabla de dado de concreto de cámara de inspección | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Longitud** | **Anchura** | **Volumen** | |
| Dado de concreto | 0.500 | 0.500 | 0.16 | m³ |

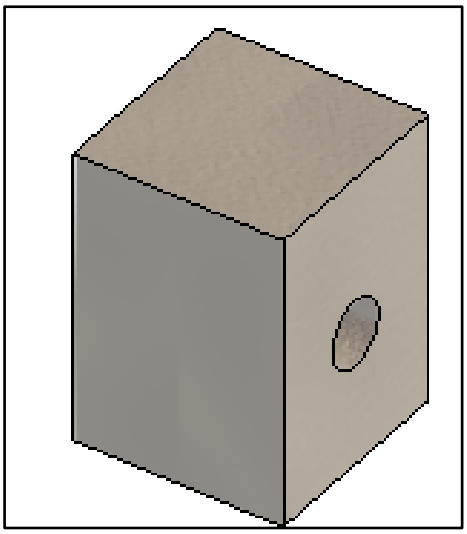


*Figura 129. Dado de concreto de cámara de inspección*

El concreto simple para la cámara de inspección compete los solados que da un total de 3.9 m² y dados de concreto de 0.16 m³.

**b. Obras de concreto armado**

**Concreto f'c = 210 kg/cm2**

**Tabla 57.** ***Metrado de concreto de losas de la cámara de inspección***

| Tabla de concreto de losas de la cámara de inspección | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Grosor de cimentación** | **Longitud** | **Volumen** | |
| Losa de cimentación 150 mm | 0.150 | 2.000 | 0.48 | m³ |
| Losa de cimentación 100 mm | 0.100 | 0.500 | 0.07 | m³ |
| Losa de cimentación 150 mm | 0.150 | 0.750 | 0.16 | m³ |
| | | **Total** | **0.71** | **m³** |

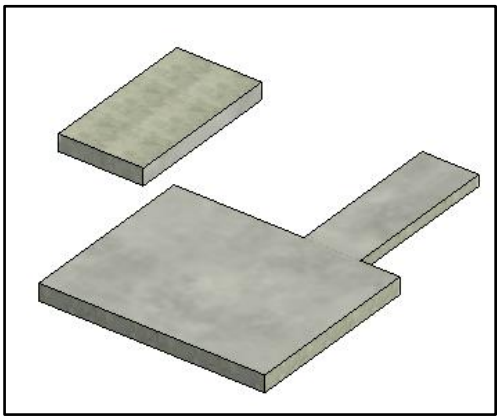


*Figura 130. Concreto de losas de la cámara de inspección*

**Tabla 58.** ***Metrado de concreto de muros de la cámara de inspección***

| Tabla de concreto de muros de la cámara de inspección | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Longitud** | **Anchura** | **Volumen** | |
| Muro básico: Genérico - 150 mm | 0.225 | 0.150 | 0.07 | m³ |
| Muro básico: Genérico - 150 mm | 1.250 | 0.150 | 0.26 | m³ |
| Muro básico: Genérico - 150 mm | 1.250 | 0.150 | 0.26 | m³ |
| Muro básico: Genérico - 150 mm | 1.025 | 0.150 | 0.17 | m³ |
| Muro básico: Genérico - 100 mm | 1.575 | 0.100 | 0.05 | m³ |
| Muro básico: Genérico - 100 mm | 1.575 | 0.100 | 0.05 | m³ |
| Muro básico: Genérico - 200 mm | 1.250 | 0.200 | 0.13 | m³ |
| Muro básico: Genérico - 200 mm | 1.250 | 0.200 | 0.04 | m³ |
| Muro básico: Genérico - 150 mm | 1.650 | 0.150 | 0.27 | m³ |
| | | | **1.3** | **m³** |

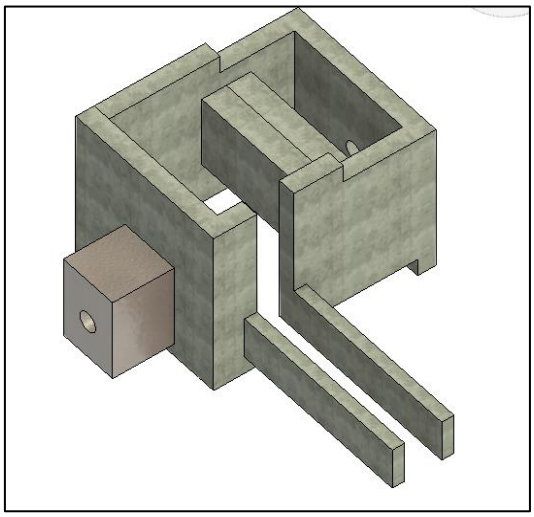


***Figura 131. Muros de la cámara de inspección***

El concreto para las losas de la cámara de inspección de 0.71 m³ y 1.3 m³ para los muros.

### Encofrado y desencofrado

**Tabla 59.** ***Metrado de encofrado de losas de la cámara de inspección***

| Encofrado de losas de la cámara de inspección | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Losa de cimentación 150 mm | Encofrado | 1.69 | m² |

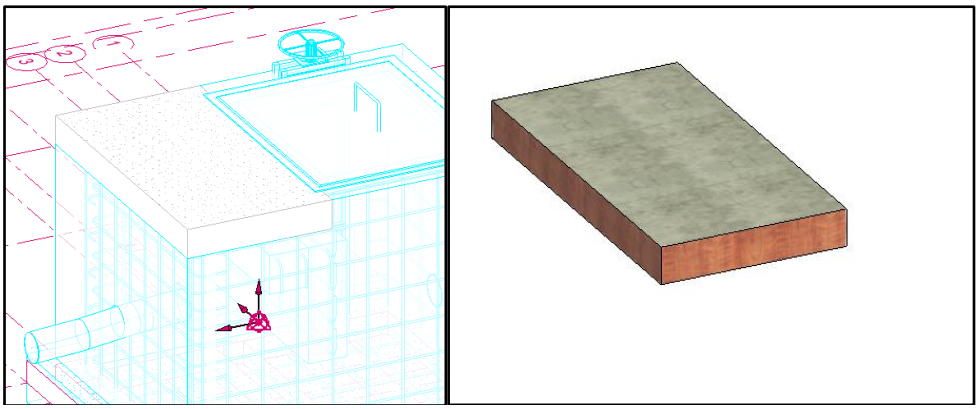


*Figura 132. Encofrado de losa de la cámara de inspección*

**Tabla 60.** ***Metrado de encofrado de muros de la cámara de inspección***

| Encofrado de muros de la cámara de inspección | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Muro básico: Genérico - 150 mm | Encofrado | 0.98 | m² |
| Muro básico: Genérico - 150 mm | Encofrado | 3.46 | m² |
| Muro básico: Genérico - 150 mm | Encofrado | 3.46 | m² |
| Muro básico: Genérico - 150 mm | Encofrado | 2.32 | m² |
| Muro básico: Genérico - 100 mm | Encofrado | 1.09 | m² |
| Muro básico: Genérico - 100 mm | Encofrado | 1.09 | m² |
| Muro básico: Genérico - 500 mm | Encofrado | 1.28 | m² |
| Muro básico: Genérico - 200 mm | Encofrado | 1.54 | m² |
| Muro básico: Genérico - 200 mm | Encofrado | 0.44 | m² |
| Muro básico: Genérico - 150 mm | Encofrado | 3.57 | m² |
| | **Total** | **19.23** | **m²** |

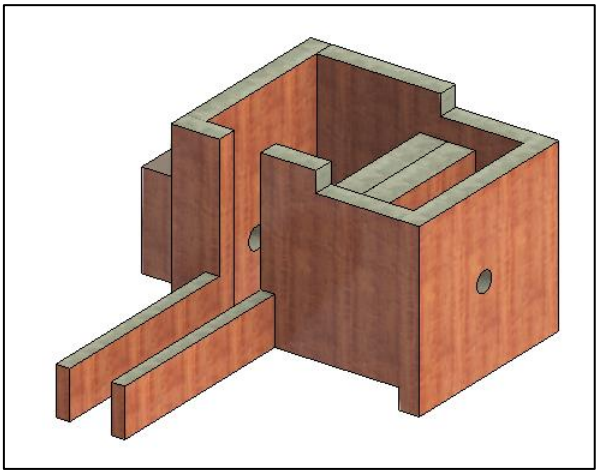


*Figura 133. Encofrado de muros de la cámara de inspección*

El encofrado de la cámara de inspección es de un total de 19.23 m² para los muros y de 1.69 m² para las losas.

**Acero f'y = 4200 kg/cm2**

**Tabla 61.** ***Metrado de acero de losas de la cámara de inspección***

| Acero de losas de la cámara de inspección | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Categoría de anfitrión** | **Tipo** | **Longitud de barra** | **Peso nominal** | **Cantidad** | **Peso total** | |
| Barra de armadura: #3 | Cimentación estructural | #3 | 1860 mm | 0.56 | 9 | 9.37 | kg |
| Barra de armadura: #3 | Cimentación estructural | #3 | 1460 mm | 0.56 | 11 | 8.99 | kg |
| Barra de armadura: #3 | Cimentación estructural | #3 | 650 mm | 0.56 | 8 | 2.91 | kg |
| Barra de armadura: #3 | Cimentación estructural | #3 | 1250 mm | 0.56 | 5 | 3.49 | kg |
| | | | | | **Total** | **24.77** | **kg** |

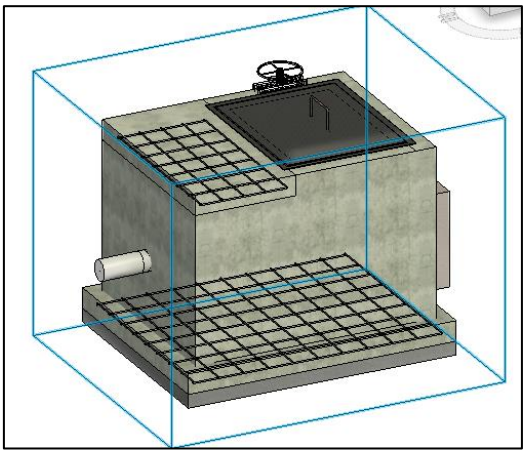


***Figura 134. Acero de losas de la cámara de inspección***

**Tabla 62.** ***Metrado de acero de muros de la cámara de inspección***

| Acero de muros de la cámara de inspección | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Categoría de anfitrión** | **Tipo** | **Longitud de barra** | **Peso nominal** | **Cantidad** | **Peso total** | |
| Barra de armadura: #3 | Muro | #3 | 950 mm | 0.56 | 1 | 0.532 | kg |
| Barra de armadura: #3 | Muro | #3 | 1900 mm | 0.56 | 6 | 6.398 | kg |
| Barra de armadura: #3 | Muro | #3 | 1470 mm | 0.56 | 4 | 3.297 | kg |
| Barra de armadura: #3 | Muro | #3 | 1450 mm | 0.56 | 6 | 4.855 | kg |
| Barra de armadura: #3 | Muro | #3 | 1410 mm | 0.56 | 7 | 5.525 | kg |
| Barra de armadura: #3 | Muro | #3 | 1500 mm | 0.56 | 8 | 6.735 | kg |
| Barra de armadura: #3 | Muro | #3 | 1390 mm | 0.56 | 5 | 3.899 | kg |
| Barra de armadura: #3 | Muro | #3 | 620 mm | 0.56 | 1 | 0.345 | kg |
| Barra de armadura: #3 | Muro | #3 | 540 mm | 0.56 | 1 | 0.300 | kg |
| Barra de armadura: #3 | Muro | #3 | 1360 mm | 0.56 | 2 | 1.520 | kg |
| Barra de armadura: #3 | Muro | #3 | 1400 mm | 0.56 | 4 | 3.134 | kg |
| Barra de armadura: #3 | Muro | #3 | 840 mm | 0.56 | 1 | 0.470 | kg |
| Barra de armadura: #3 | Muro | #3 | 410 mm | 0.56 | 1 | 0.227 | kg |
| Barra de armadura: #3 | Muro | #3 | 1430 mm | 0.56 | 2 | 1.603 | kg |
| Barra de armadura: #3 | Muro | #3 | 320 mm | 0.56 | 1 | 0.181 | kg |
| Barra de armadura: #3 | Muro | #3 | 1070 mm | 0.56 | 6 | 3.585 | kg |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Barra de armadura: #3 | Muro | #3 | 1420 mm | 0.56 | 2 | 1.592 | kg |
| Barra de armadura: #3 | Muro | #3 | 1490 mm | 0.56 | 4 | 3.341 | kg |
| Barra de armadura: #3 | Muro | #3 | 820 mm | 0.56 | 7 | 3.197 | kg |
| Barra de armadura: #3 | Muro | #3 | 1460 mm | 0.56 | 1 | 0.817 | kg |
| Barra de armadura: #3 | Muro | #3 | 1450 mm | 0.56 | 1 | 0.812 | kg |
| Barra de armadura: #3 | Muro | #3 | 1450 mm | 0.56 | 1 | 0.812 | kg |
| Barra de armadura: #3 | Muro | #3 | 1450 mm | 0.56 | 4 | 3.256 | kg |
| | | | | | **Total** | **56.443** | **kg** |

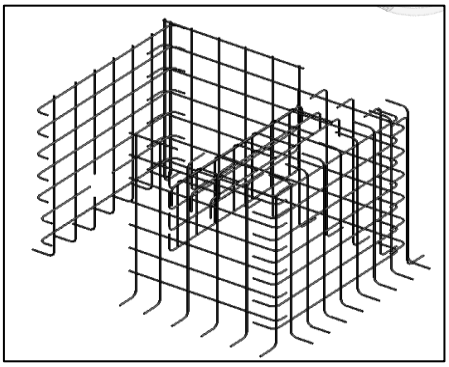


***Figura 135. Acero de muros de la cámara de inspección***

Para el metrado de acero en la cámara de inspección es de 24.77 kg en losas y 56.44 kg en muros indicada en las tablas 62 y 63 indicando su anfitrión con su respectiva lamina de detalle.

**c. Revestimiento**

**Tarrajeo con impermeabilizante en interiores**

**Tabla 63.** ***Metrado de tarrajeo de muros de la cámara de inspección***

| **Tarrajeo de muros de la cámara de inspección** | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Muro básico: Genérico - 150 mm | Tarrajeo | 1.24 | m² |
| Muro básico: Genérico - 150 mm | Tarrajeo | 3.65 | m² |
| Muro básico: Genérico - 150 mm | Tarrajeo | 3.04 | m² |
| Muro básico: Genérico - 150 mm | Tarrajeo | 2.38 | m² |
| Muro básico: Genérico - 100 mm | Tarrajeo | 1.24 | m² |
| Muro básico: Genérico - 100 mm | Tarrajeo | 1.24 | m² |
| Muro básico: Genérico - 200 mm | Tarrajeo | 1.76 | m² |
| Muro básico: Genérico - 200 mm | Tarrajeo | 0.66 | m² |
| Muro básico: Genérico - 150 mm | Tarrajeo | 3.71 | m² |
| | **Total** | **18.92** | **m²** |

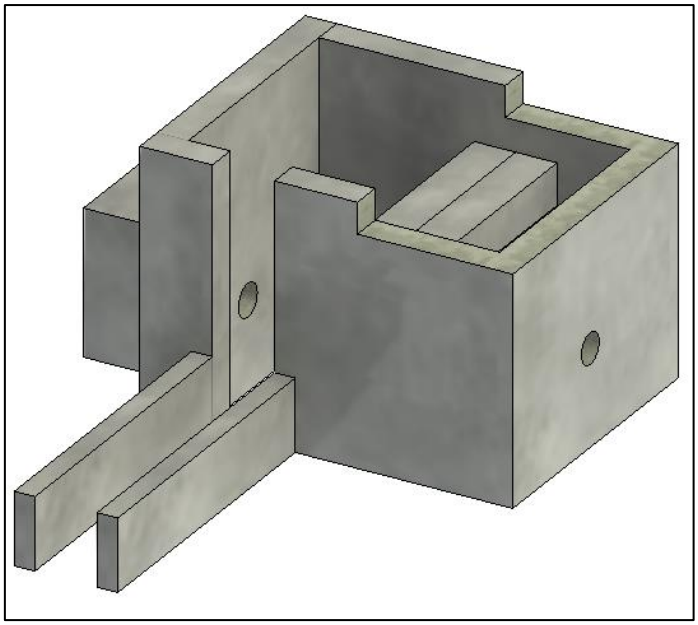


*Figura 136. Tarrajeo de muros de la cámara de inspección*

**Tabla 64.** ***Metrado de tarrajeo de losas de la cámara de inspección***

**Cómputo de materiales de tarrajeo de losas de la cámara de inspección**

| Familia y tipo | Material: nombre | Material: área | |
|---|---|---|---|
| Losa de cimentación 150 mm | Tarrajeo | 3.2 | m² |
| Losa de cimentación 100 mm | Tarrajeo | 0.7 | m² |
| Losa de cimentación 150 mm | Tarrajeo | 2.74 | m² |
| | **Total** | **6.64** | **m²** |

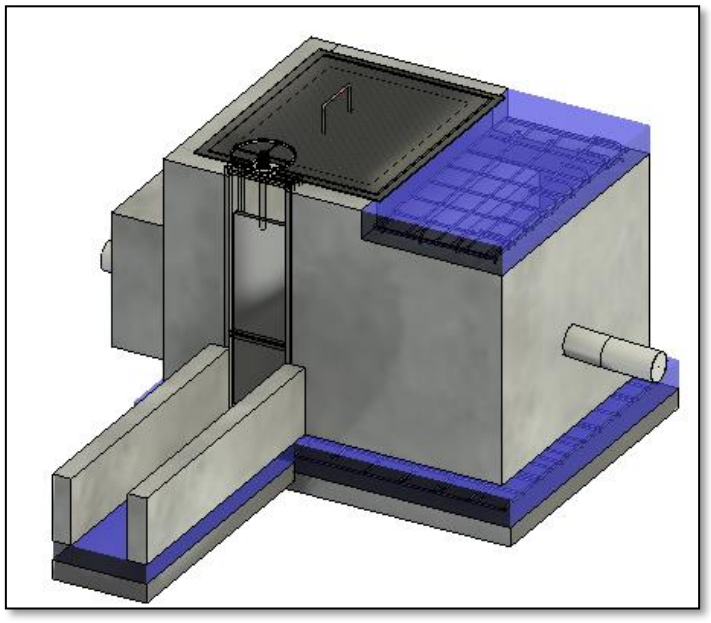


*Figura 137. Tarrajeo de losas de la cámara de inspección*

El metrado del revestimiento en la cámara de inspección es de 18.92 m² en muros y 6.64 m² en losas indicada en las tablas 64 y 65 indicando su anfitrión con su respectiva lamina de detalle.

### d. Pintura

**Tabla 65.** ***Metrado de pintura de esmalte de losas de cámara de inspección***

| Pintura esmalte de losas de cámara de inspección | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Losa de cimentación 150 mm | Pintura esmalte | 1.48 | m² |

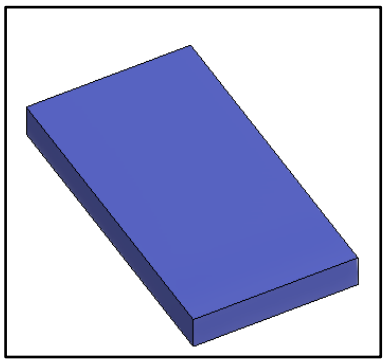


***Figura 138. Pintura de esmalte de losas de cámara de inspección***

**Tabla 66.** ***Metrado de pintura de esmalte de muros de cámara de inspección***

| Pintura esmalte de muro | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Muro básico: Genérico - 150 mm | Pintura esmalte | 0.75 | m² |
| Muro básico: Genérico - 150 mm | Pintura esmalte | 1.92 | m² |
| Muro básico: Genérico - 150 mm | Pintura esmalte | 1.52 | m² |
| Muro básico: Genérico - 150 mm | Pintura esmalte | 1.22 | m² |
| Muro básico: Genérico - 100 mm | Pintura esmalte | 0.53 | m² |
| Muro básico: Genérico - 100 mm | Pintura esmalte | 0.53 | m² |
| Muro básico: Genérico - 150 mm | Pintura esmalte | 1.92 | m² |
| | **Total** | **8.39** | **m²** |

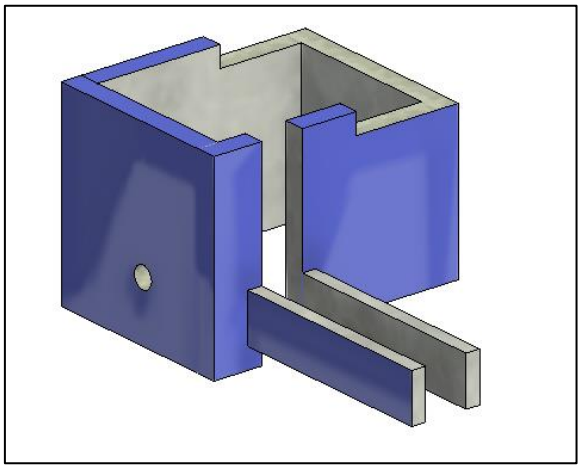


***Figura 139. Pintura de esmalte de muros de cámara de inspección***

El metrado de pintura en la cámara de inspección es de 1.48 m² en muros y 8.39 m² en losas indicada en las tablas 65 y 66 indicando su anfitrión con su respectiva lamina de detalle.

### e. Suministro e instalación de accesorios

**Tabla 67.** ***Accesorios de la cámara de inspección***

| |
|---|
| Tapa metálica de 0.90 x 1.10 m e = 1/8" marco de metal + pintura |
| Compuerta metálica de 1.25 x 0.30 m e = 1/8" inc. accesorios |
| Tuberías HDPE 6” |

**Tabla 68.** ***Partidas de suministro de la cámara de inspección***

| |
|---|
| Carpintería metálica |
| Suministro e inst. de tapa metálica de 0.90 x 1.10 m e = 1/8" marco de metal + pintura |
| Suministro e inst. de compuerta metálica de 1.25 x 0.30 m e = 1/8" inc. accesorios |
| Suministro e instalación de tuberías |
| Suministro e instalación de tuberías HDPE |

## 4.3.4. Metrados Revit cámara de distribución

### a. Partidas de la cámara de distribución

**Tabla 69.** ***Lista de partidas de la cámara de distribución del expediente técnico***

| **Cámara distribuidor de caudales (2 und.)** |
|---|
| Trabajos preliminares |
| Limpieza de terreno manual |
| Trazo, nivelación y replanteo |
| Movimiento de tierras |
| Excavación manual en terreno natural |
| Nivelación interior y apisonado (manual) |
| Acarreo y eliminación de mat. excedente dmáx = 30 m |
| Obras de concreto simple |
| Solado f'c = 100 kg/cm2, e = 10 cm |
| Concreto f'c = 175 kg/cm2 |
| Emboquillado de piedra con concreto f'c = 140 kg/cm2 e = 15cm |
| Obras de concreto armado |
| Concreto f'c = 210 kg/cm2 |
| Encofrado y desencofrado |
| Acero f'y = 4200 kg/cm2 |
| Revestimiento |
| Tarrajeo interior con impermeabilizante |
| Pintura |
| Pintura esmalte en exteriores |
| Carpintería metálica |
| Suministro e inst. de tapa metálica de 1.20 x0.80m |
| Suministro e inst. de tapa metálica de 0.80 x0.80m |
| Suministro e inst. de tapa metálica de 0.80 x0.50m |
| Suministro e instalación de tuberías |
| Suministro e instalación de tubería HDPE ø250mm PN -10 |
| Suministro e instalación de tubería HDPE ø200mm PN -10 |
| Suministro e instalación de tubería HDPE ø160mm PN -10 |
| Suministro e instalación de tubería HDPE ø63mm PN -10 |
| Suministro e instalación de accesorios |
| Suministro e instalación de codo HDPE DN 63mm x 45° |
| Suministro e instalación de tee HDPE DN 63mm |

| |
|---|
| Suministro e instalación de válvula de compuerta bridada pesada DN 200 mm c/adaptador de brida rápida |
| Suministro e instalación de válvula de compuerta bridada pesada DN 150 mm c/adaptador de brida rápida |
| Suministro e instalación de válvula de compuerta bridada pesada DN 50mm c/adaptador de brida rápida |

### b. Movimiento de tierras

Para el cálculo del movimiento de tierras se importó las curvas del plano topográfico y se creó un sólido topográfico donde se georreferenció la estructura vista en la figura 148 y luego se creó las fases del sólido topográfico en «Existente» y «Movimiento de tierras» vistas en la figura 149 y 150.

**Tabla 70.** ***Coordenadas de cámara de distribución***

| Coordenadas de cámara de inspección | |
|---|---|
| Este | 540 420.6850 |
| Norte | 8 636 071.9980 |
| Altura | 2079.9940 |

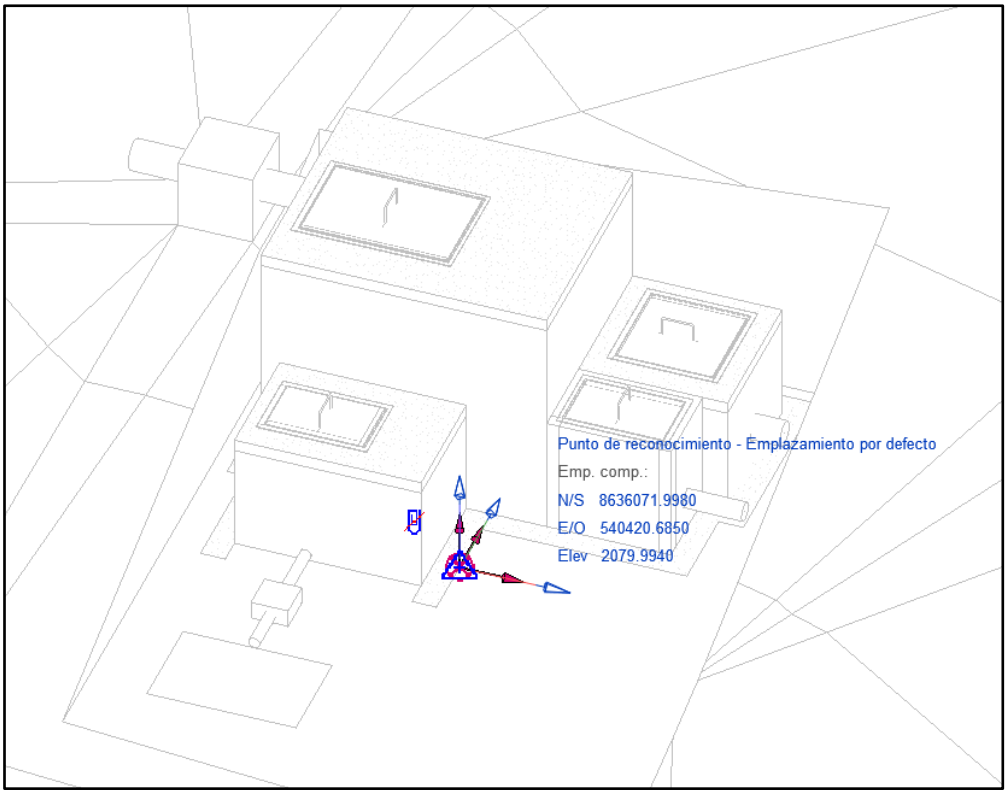



***Figura 140. Georreferenciación de la cámara de distribución en Revit***

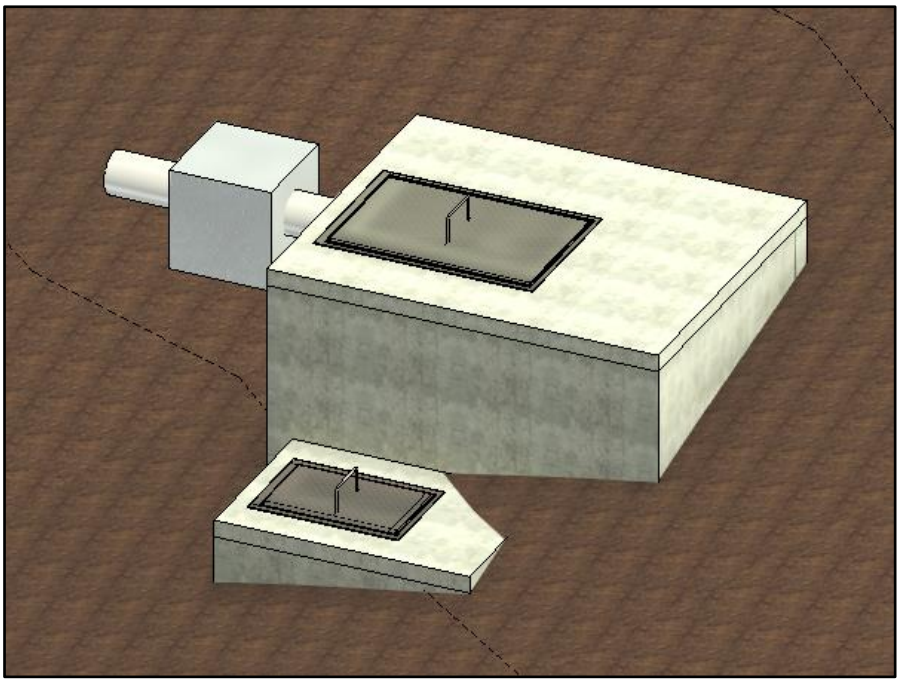


*Figura 141. Sólido topográfico cámara de distribución fase «Existente»*

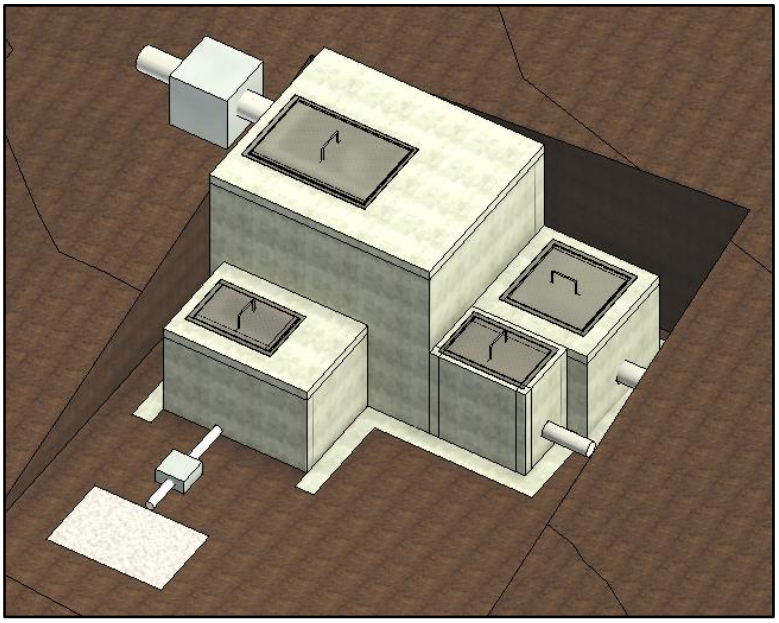


*Figura 142. Sólido topográfico cámara de distribución fase «Movimiento de tierras»*

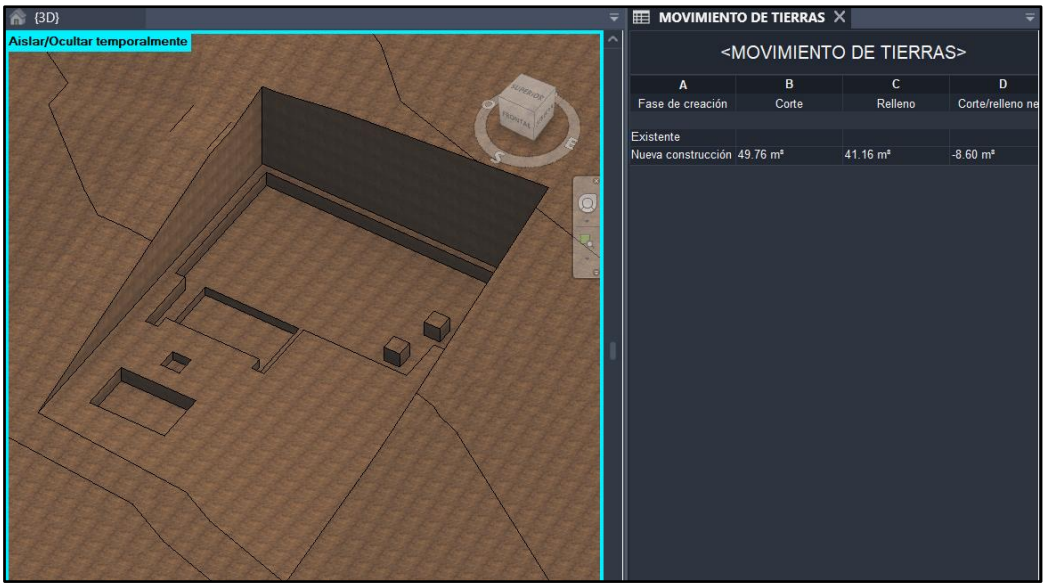



***Figura 143. Corte y relleno de terreno para cimentaciones de cámara de distribución***

**Tabla 71.** ***Metrado de movimiento de tierras de cámara de distribución Revit***

| Movimiento de tierras de cámara de distribución | | | |
|---|---|---|---|
| **Fase de creación** | **Corte** | **Relleno** | **Corte/relleno neto** |
| Existente | | | |
| Movimiento de tierras | 49.76 m³ | 41.16 m³ | -8.6 m³ |

Tras georreferenciar la cámara de distribución en función a las coordenadas del plano clave en el *software* Revit y realizar el cálculo de movimiento de tierras se obtuvo un valor total de Corte de 49.76 m³ y Relleno de 41.16 m³ haciendo un acumulado de Corte/Relleno neto de -8.6 m³.

### c. Obras de concreto simple

### Solado f'c = 100 kg/cm2, e = 10 cm

**Tabla 72.** ***Metrado de solado de cámara de distribución***

| Solado de cámara de distribución | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Grosor de cimentación** | **Longitud** | **Área** | |
| Losa de cimentación: solado 100 mm | 0.100 | 3.3 | 9.0 | m² |
| Losa de cimentación: solado 100 mm | 0.100 | 1.2 | 2.0 | m² |
| | | **Total** | **11.0** | **m²** |

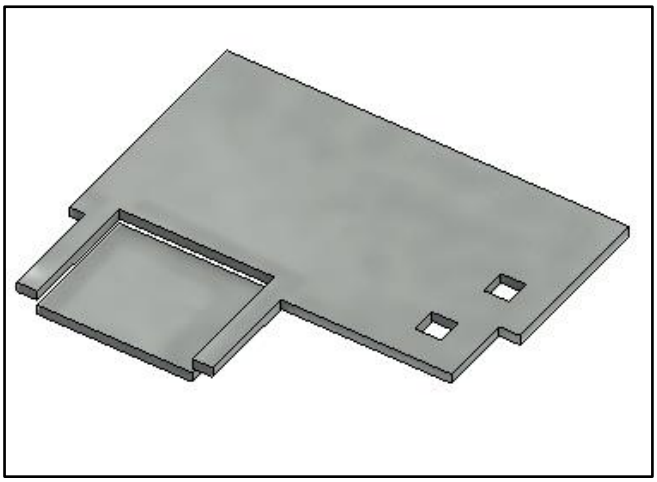


*Figura 144. Solado de cámara de distribución*

**Concreto f'c = 175 kg/cm2**

**Tabla 73.** ***Metrado de muros de concreto simple de cámara de distribución***

| Muros de concreto simple de cámara de distribución | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Anchura** | **Familia** | **Tipo** | **Área** | **Volumen** | |
| 0.100 | Muro básico | Muro 10 cm fc210 | 1 m² | 0.11 | m³ |
| 0.100 | Muro básico | Muro 10 cm fc210 | 1 m² | 0.12 | m³ |
| 0.100 | Muro básico | Muro 10 cm fc210 | 1 m² | 0.1 | m³ |
| 0.100 | Muro básico | Muro 10 cm fc210 | 1 m² | 0.09 | m³ |
| 0.100 | Muro básico | Muro 10 cm fc210 | 1 m² | 0.1 | m³ |
| 0.100 | Muro básico | Muro 10 cm fc210 | 1 m² | 0.06 | m³ |
| 0.100 | Muro básico | Muro 10 cm fc210 | 1 m² | 0.09 | m³ |
| 0.100 | Muro básico | Muro 10 cm fc210 | 0 m² | 0.05 | m³ |
| 0.100 | Muro básico | Muro 10 cm fc210 | 1 m² | 0.1 | m³ |
| 0.100 | Muro básico | Muro 10 cm fc210 | 1 m² | 0.15 | m³ |
| 0.100 | Muro básico | Muro 10 cm fc210 | 1 m² | 0.09 | m³ |
| 0.100 | Muro básico | Muro 10 cm fc210 | 1 m² | 0.14 | m³ |
| 0.300 | Muro básico | Muro 30 cm fc210 | 0 m² | 0.03 | m³ |
| | | | **Total** | **1.23** | **m³** |

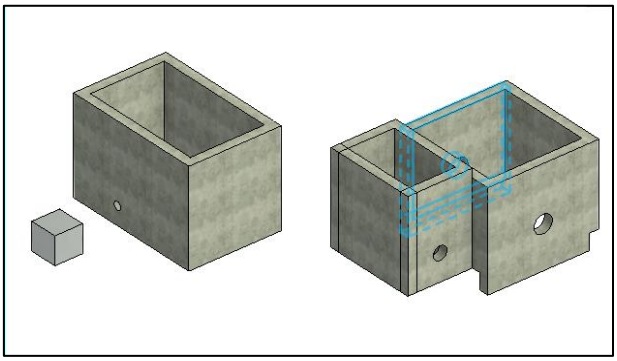


*Figura 145. Muros de concreto simple de cámara de distribución*

**Tabla 74.** ***Metrado de losas de concreto simple de cámara de distribución***

| Metrado de losas de concreto simple de cámara de distribución | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Anchura** | **Familia** | **Tipo** | **Volumen** | |
| 0.100 | Losa de cimentación | 150 mm | 0.27 | m³ |

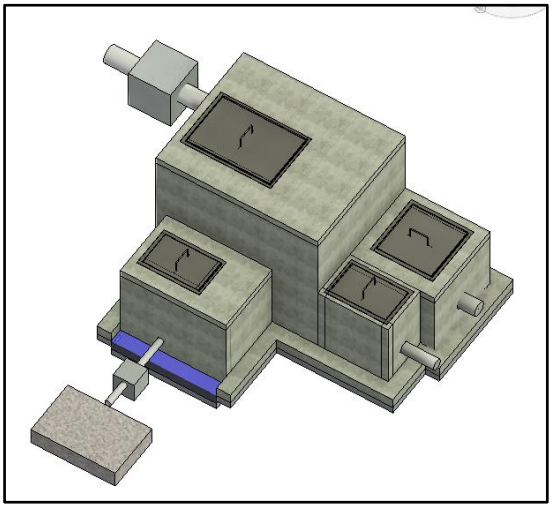


***Figura 146. Losa de concreto simple de cámara de distribución***

## Emboquillado de piedra con concreto F'C = 140 kg/cm2 e = 15cm

**Tabla 75.** ***Metrado de emboquillado de cámara de distribución***

| Metrado de emboquillado de cámara de distribución | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Anchura** | **Familia** | **Tipo** | **Área** | |
| 0.150 | Losa de cimentación | 150 mm | 1 m² | m³ |

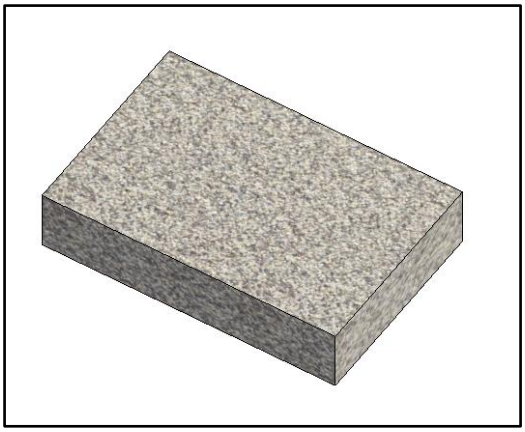


***Figura 147. Emboquillado de cámara de distribución***

### d. Obras de concreto armado

### Concreto f'c = 210 kg/cm2

**Tabla 76.** ***Metrado de concreto de cámara húmeda de la cámara de distribución***

| Metrado de concreto de cámara húmeda de la cámara de distribución | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Anchura** | **Familia** | **Tipo** | **Área** | **Volumen** | |
| 0.150 | Muro básico | Muro 15 cm fc210 | 4 m² | 0.66 | m³ |
| 0.150 | Muro básico | Muro 15 cm fc210 | 3 m² | 0.49 | m³ |
| 0.150 | Muro básico | Muro 15 cm fc210 | 4 m² | 0.61 | m³ |
| 0.150 | Muro básico | Muro 15 cm fc210 | 3 m² | 0.45 | m³ |
| 0.100 | Muro básico | Muro 10 cm fc210 | 1 m² | 0.12 | m³ |
| 0.200 | Muro básico | Muro 20 cm fc210 | 2 m² | 0.48 | m³ |
| | | | **Total** | **2.81** | **m³** |

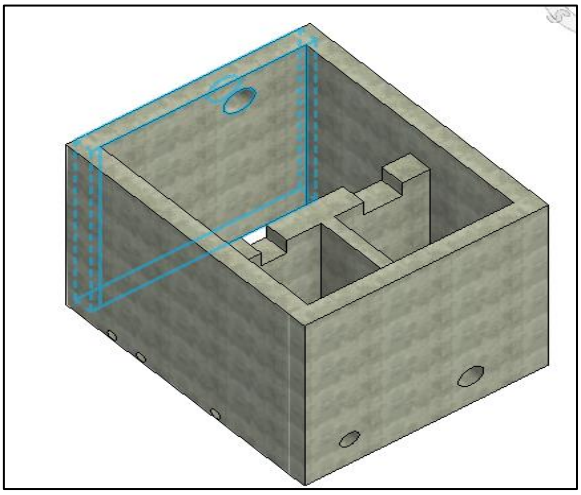


***Figura 148. Concreto de cámara húmeda de la cámara de distribución***

### Encofrado y desencofrado

**Tabla 77.** ***Metrado de encofrado de muros de cámara de distribución***

| Metrado de encofrado de muros de cámara de distribución | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Encofrado | 8.74 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Encofrado | 6.55 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Encofrado | 8.13 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Encofrado | 5.98 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Encofrado | 2.47 | m² |
| Muro básico: Muro 20 cm fc210 | Encofrado | 4.81 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Encofrado | 2.16 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Encofrado | 2.30 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Encofrado | 1.98 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Encofrado | 0.87 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Encofrado | 1.00 | m² |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Encofrado | 1.16 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Encofrado | 2.00 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Encofrado | 2.10 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Encofrado | 2.93 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Encofrado | 1.89 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Encofrado | 1.37 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Encofrado | 0.68 | m² |
| | **Total** | **57.12** | **m²** |

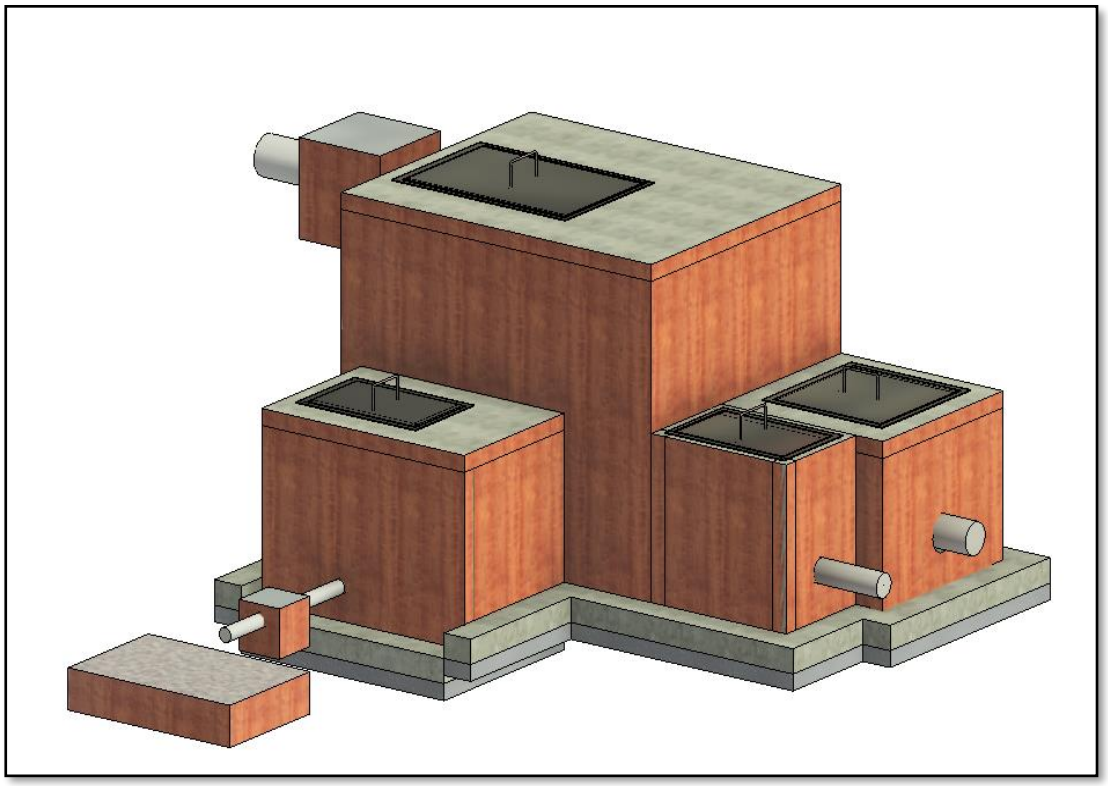


***Figura 149. Encofrado de muros de cámara de distribución***

**Acero f'y = 4200 kg/cm2**

**Tabla 78.** ***Metrado de aceros de la cámara de distribución***

| Metrado de aceros de la cámara de distribución | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Familia** | **Tipo** | **Diámetro de barra** | **Longitud de barra** | **Peso nominal** | **Cantidad** | **Peso total** | |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 1750 mm | 0.56 | 1 | 0.98 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 420 mm | 0.56 | 1 | 0.2356 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 980 mm | 0.56 | 1 | 0.5492 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 1750 mm | 0.56 | 8 | 7.84 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 2130 mm | 0.56 | 2 | 2.3803 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 50 mm | 0.56 | 1 | 0.0253 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 1630 mm | 0.56 | 1 | 0.9138 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 2150 mm | 0.56 | 5 | 6.0224 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 3780 mm | 0.56 | 5 | 10.5776 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 3260 mm | 0.56 | 2 | 3.6564 | kg |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 210 mm | 0.56 | 2 | 0.2384 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 3780 mm | 0.56 | 1 | 2.1155 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 3590 mm | 0.56 | 1 | 2.0105 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 3050 mm | 0.56 | 1 | 1.7078 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 190 mm | 0.56 | 1 | 0.1071 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 240 mm | 0.56 | 1 | 0.1345 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 1750 mm | 0.56 | 1 | 0.9786 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 2190 mm | 0.56 | 1 | 1.2247 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 2130 mm | 0.56 | 1 | 1.1936 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 1990 mm | 0.56 | 8 | 8.9022 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 2190 mm | 0.56 | 6 | 7.3487 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 1650 mm | 0.56 | 1 | 0.9232 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 210 mm | 0.56 | 1 | 0.1149 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 960 mm | 0.56 | 1 | 0.5396 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 2190 mm | 0.56 | 1 | 1.2247 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 1490 mm | 0.56 | 1 | 0.8327 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 2440 mm | 0.56 | 11 | 15.0414 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 2150 mm | 0.56 | 12 | 14.4526 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 2010 mm | 0.56 | 8 | 8.9904 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 280 mm | 0.56 | 1 | 0.1559 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 670 mm | 0.56 | 1 | 0.3768 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 510 mm | 0.56 | 1 | 0.2857 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 2010 mm | 0.56 | 1 | 1.1246 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 1560 mm | 0.56 | 1 | 0.8708 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 320 mm | 0.56 | 1 | 0.1818 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 1760 mm | 0.56 | 1 | 0.9842 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 260 mm | 0.56 | 1 | 0.1448 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 2120 mm | 0.56 | 4 | 4.7516 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 1600 mm | 0.56 | 1 | 0.8939 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 410 mm | 0.56 | 1 | 0.2282 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 1510 mm | 0.56 | 1 | 0.8468 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 320 mm | 0.56 | 1 | 0.1812 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 2220 mm | 0.56 | 2 | 2.4885 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 2410 mm | 0.56 | 9 | 12.1681 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 370 mm | 0.56 | 1 | 0.2086 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 270 mm | 0.56 | 1 | 0.1503 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 710 mm | 0.56 | 1 | 0.3984 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 780 mm | 0.56 | 1 | 0.4379 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 2160 mm | 0.56 | 1 | 1.2095 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 2150 mm | 0.56 | 2 | 2.4101 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 1830 mm | 0.56 | 1 | 1.0258 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 1820 mm | 0.56 | 1 | 1.0199 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 30 mm | 0.56 | 1 | 0.0164 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 2150 mm | 0.56 | 4 | 4.8201 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 2150 mm | 0.56 | 4 | 4.8201 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 2020 mm | 0.56 | 9 | 10.184 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 690 mm | 0.56 | 11 | 4.2274 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 420 mm | 0.56 | 11 | 2.5908 | kg |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 1770 mm | 0.56 | 1 | 0.9891 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 2160 mm | 0.56 | 6 | 7.2714 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 840 mm | 0.56 | 9 | 4.2226 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 30 mm | 0.56 | 9 | 0.1298 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 2160 mm | 0.56 | 4 | 4.8476 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 1810 mm | 0.56 | 1 | 1.0131 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 1180 mm | 0.56 | 9 | 5.9242 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 1420 mm | 0.56 | 1 | 0.7949 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 1690 mm | 0.56 | 3 | 2.8330 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 1690 mm | 0.56 | 8 | 7.5857 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 220 mm | 0.56 | 1 | 0.1213 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 500 mm | 0.56 | 1 | 0.28 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 280 mm | 0.56 | 1 | 0.1548 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 1600 mm | 0.56 | 1 | 0.8956 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 1450 mm | 0.56 | 2 | 1.6233 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 1600 mm | 0.56 | 2 | 1.7914 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 1450 mm | 0.56 | 2 | 1.6233 | kg |
| Barra de armadura | #3 | 10 mm | 1600 mm | 0.56 | 1 | 0.8956 | kg |
| | | | | | **Total** | **203.4648** | **kg** |

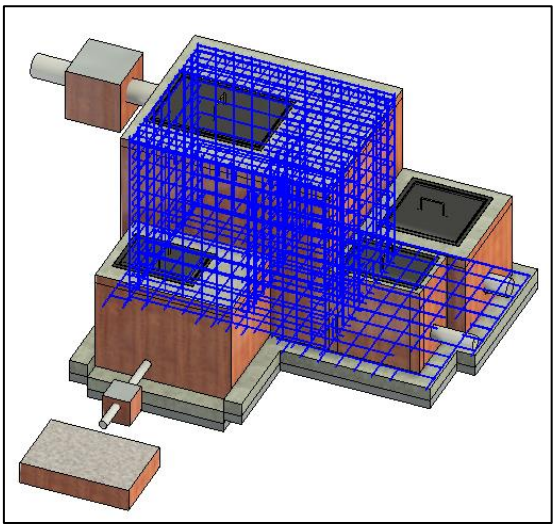


***Figura 150. Aceros de la cámara de distribución***

### e. Revestimiento

### Tarrajeo

**Tabla 79.** ***Metrado de tarrajeo de muros de la cámara de distribución***

| **Metrado de tarrajeo de muros de la cámara de distribución** | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Tarrajeo | 8.74 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Tarrajeo | 6.55 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Tarrajeo | 8.13 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Tarrajeo | 5.98 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Tarrajeo | 2.47 | m² |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Muro básico: Muro 20 cm fc210 | Tarrajeo | 4.81 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Tarrajeo | 2.16 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Tarrajeo | 2.41 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Tarrajeo | 1.98 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Tarrajeo | 0.87 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Tarrajeo | 1 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Tarrajeo | 1.16 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Tarrajeo | 2 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Tarrajeo | 2.1 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Tarrajeo | 2.93 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Tarrajeo | 1.89 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Tarrajeo | 1.37 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Tarrajeo | 0.68 | m² |
| | **Total** | **57.23** | **m²** |

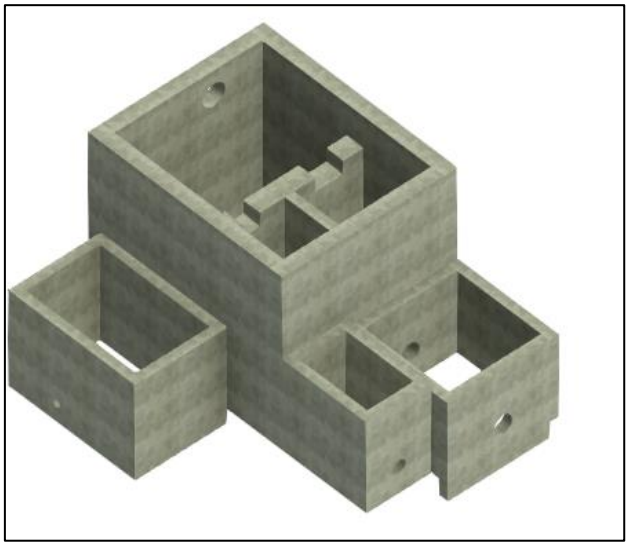


***Figura 151. Tarrajeo de muros de la cámara de distribución***

**Tabla 80.** ***Metrado de tarrajeo de losas de la cámara de distribución***

| **Metrado de tarrajeo de losas de la cámara de distribución** | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Losa de cimentación 150 mm | Tarrajeo | 8.80 | m² |
| Losa de cimentación 100 mm | Tarrajeo | 4.25 | m² |
| Losa de cimentación 100 mm | Tarrajeo | 1.16 | m² |
| Losa de cimentación 100 mm | Tarrajeo | 1.45 | m² |
| Losa de cimentación 150 mm | Tarrajeo | 1.80 | m² |
| | **Total** | **17.46** | **m²** |

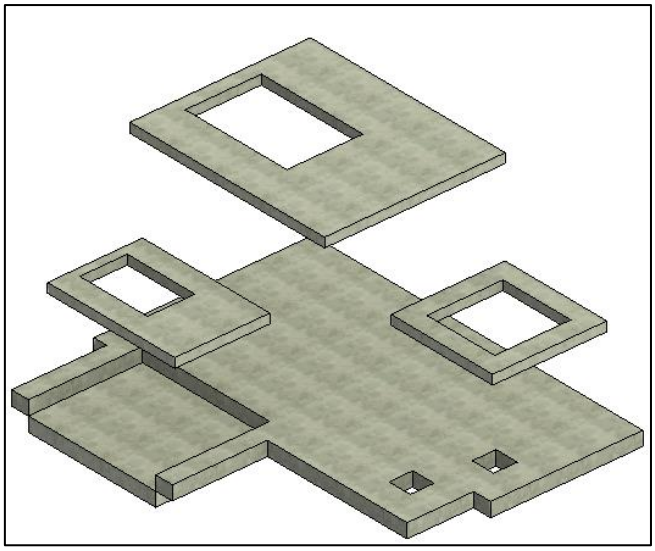


*Figura 152. Tarrajeo de losas de la cámara de distribución*

### e. Pintura

**Tabla 81.** ***Metrado de pintura de esmalte de muros de cámara de distribución***

| Metrado de pintura de esmalte de muros de la cámara de distribución | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Pintura esmalte | 4.37 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Pintura esmalte | 3.28 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Pintura esmalte | 4.07 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Pintura esmalte | 2.99 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Pintura esmalte | 1.08 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Pintura esmalte | 1.26 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Pintura esmalte | 0.99 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Pintura esmalte | 0.1 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Pintura esmalte | 0.74 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Pintura esmalte | 1.1 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Pintura esmalte | 1.05 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Pintura esmalte | 1.47 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Pintura esmalte | 0.94 | m² |
| Muro básico: Muro 10 cm fc210 | Pintura esmalte | 0.16 | m² |
| | **Total** | **23.6** | **m²** |

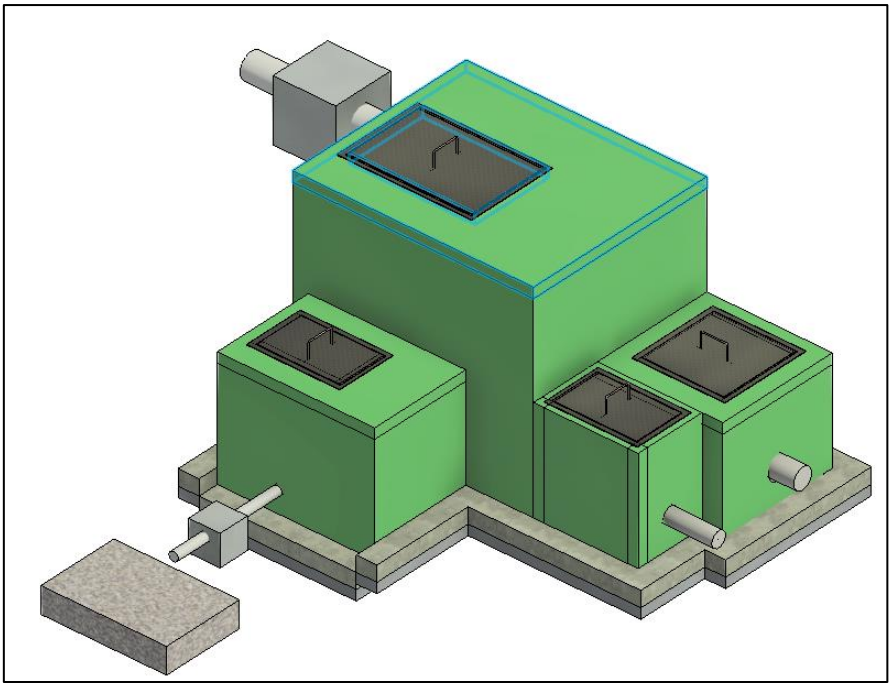


*Figura 153. Pintura de esmalte de losas de cámara de inspección*

**Tabla 82.** ***Metrado de pintura de esmalte de losas de cámara de distribución***

| Metrado de pintura de esmalte de losas de cámara de distribución | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Losa de cimentación 100 mm | Pintura esmalte | 4.25 | m² |
| Losa de cimentación 100 mm | Pintura esmalte | 1.16 | m² |
| Losa de cimentación 100 mm | Pintura esmalte | 1.45 | m² |
| | **Total** | **6.86** | **m²** |

### f. Suministro e instalación de accesorios

**Tabla 83.** ***Accesorios de la cámara de distribución***

| |
|---|
| Tapa metálica de 1.20 x0.80m con marco de metal |
| Tapa metálica de 0.80 x0.80m con marco de metal |
| Tapa metálica de 0.80 x0.50m con marco de metal |
| Tubería HDPE ø250mm PN -10 |
| Tubería HDPE ø200mm PN -10 |
| Tubería HDPE ø160mm PN -10 |
| Tubería HDPE ø63mm PN -10 |
| Codo HDPE DN 63mm x 45° |
| Tee HDPE DN 63mm |
| Válvula de compuerta bridada pesada DN 200 mm c/adaptador de brida |
| Válvula de compuerta bridada pesada DN 150 mm c/adaptador de brida |
| Válvula de compuerta bridada pesada DN 50mm c/adaptador de brida |

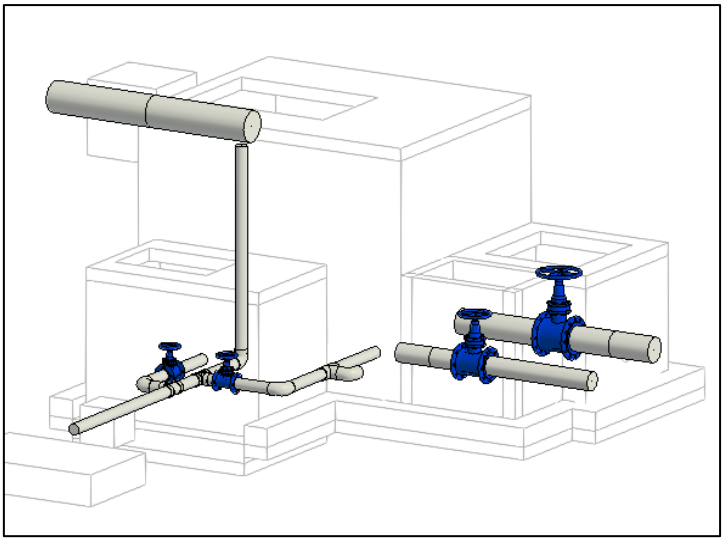


*Figura 154. Accesorios de la cámara de distribución*

**Tabla 84.** ***Partidas de suministro de la cámara de inspección***

| |
|---|
| Carpintería metálica |
| Suministro e inst. de tapa metálica de 1.20 x0.80m con marco de metal |
| Suministro e inst. de tapa metálica de 0.80 x0.80m con marco de metal |
| Suministro e inst. de tapa metálica de 0.80 x0.50m con marco de metal |
| Suministro e instalación de tuberías |
| Suministro e instalación de tubería HDPE ø250mm PN -10 |
| Suministro e instalación de tubería HDPE ø200mm PN -10 |
| Suministro e instalación de tubería HDPE ø160mm PN -10 |
| Suministro e instalación de tubería HDPE ø63mm PN -10 |
| Suministro e instalación de accesorios |
| Suministro e instalación de codo hdpe dn 63mm x 45° |
| Suministro e instalación de tee hdpe dn 63mm |
| Suministro e instalación de válvula de compuerta bridada pesada dn 200 mm c/adaptador de brida rápida |
| Suministro e instalación de válvula de compuerta bridada pesada dn 150 mm c/adaptador de brida rápida |
| Suministro e instalación de válvula de compuerta bridada pesada dn 50mm c/adaptador de brida rápida |

Las tablas de metrado de la cámara de distribución son ordenadas por partida e indican luego las láminas de detalle para mejor ilustración.

### 4.3.5. Metrados Revit reservorio

#### a. Partidas del reservorio

**Tabla 85.** ***Lista de partidas del reservorio del expediente técnico***

| Reservorio sector de siete héroes |
|---|
| Reservorio de concreto armado v = 450 m3 |
| Trabajos preliminares |
| Limpieza de terreno manual |
| Trazo, nivelación y replanteo |
| Movimiento de tierras |
| Excavación en explanaciones con maquinaria en terreno semirrocoso |
| Relleno y compactado con material propio seleccionado |
| Excavación manual para cimientos |
| Obras de concreto simple |
| Solado f'c = 100 kg/cm2, e = 10 cm |
| Obras de concreto armado |
| Cimentación |
| Acero f'y = 4200 kg/cm2 |
| Concreto f'c = 210 kg/cm2 |
| Muros |
| Acero f'y = 4200 kg/cm2 |
| Encofrado y desencofrado |
| Concreto f'c = 210 kg/cm2 |
| Viga de cimentación |
| Acero f'y = 4200 kg/cm2 |
| Encofrado y desencofrado |
| Concreto f'c = 210 kg/cm2 |
| Revestimientos |
| Tarrajeo con impermeabilizante en interiores |
| Tarrajeo en exteriores |
| Pintura |
| Pintura esmalte en exteriores |
| Varios |
| Caja de válvula de salida |
| Movimiento de tierras |
| Excavación manual material suelto |
| Perfilado y compactado de la subrasante c/mat. Propio |
| Acarreo y eliminación de mat. Excedente dmáx = 30 m |
| Obras de concreto simple |
| Solado f'c = 100 kg/cm2 e = 10 cm |
| Sumidero de piedra chancada de 1/2" |
| Dados de concreto f`c = 140 kg/cm2 |
| Obras de concreto armado |
| Encofrado y desencofrado |
| Acero f'y = 4200 kg/cm2 |
| Concreto f'c = 210 kg/cm2 |
| Tarrajeo |
| Tarrajeo en interiores y exteriores |
| Pintura |
| Pintura esmalte en exteriores |

Caja de válvula de limpia
Movimiento de tierras
Excavación manual en terreno natural
Perfilado y compactado de la subrasante c/mat. propio
Acarreo y eliminación de mat. excedente dmáx = 30 m
Obras de concreto simple
Solado f'c = 100 kg/cm2 e = 10 cm
Sumidero de piedra chancada de 1/2"
Obras de concreto armado
Encofrado y desencofrado
Acero f'y = 4200 kg/cm2
Concreto f'c = 210 kg/cm2
Tarrajeo
Tarrajeo en muros interiores y exteriores
Pintura
Pintura esmalte en exteriores
Poza de descarga
Movimiento de tierras
Excavación manual en terreno natural
Perfilado y compactado de la subrasante c/mat. propio
Acarreo y eliminación de mat. Excedente dmáx = 30 m
Obras de concreto simple
Solado f'c = 100 kg/cm2, e = 10 cm
Concreto f'c = 175 kg/cm2
Encofrado y desencofrado
Tarrajeo
Tarrajeo de pozo de descarga
Cerco perimétrico
Cerco perimétrico de tubo acero inoxidable
Suministro e inst. De baranda metálica en reservorio h = 1.20 m + pintura
Cerco perimétrico de malla portacocada p/ caja de válvula
Movimiento de tierras
Excavación manual de zanjas
Acarreo y eliminación de mat. Excedente dmáx = 30 m
Obras de concreto simple
Solado f'c = 100 kg/cm2, e = 10 cm
Concreto f'c = 175 kg/cm2 p/dados de postes

**b. Movimiento de tierras**

Para el cálculo del movimiento de tierras se importó las curvas del plano topográfico y se creó un sólido topográfico donde se georreferenció la estructura vista en la figura 155 y luego se creó las fases del sólido topográfico en «Existente» y «Movimiento de tierras» vistas en la figura 156 y 157.

**Tabla 86.** ***Coordenadas del reservorio***

| Coordenadas de cámara de inspección | |
|---|---|
| Este | 540 378.7110 |
| Norte | 8 636 019.4010 |
| Altura | 2077.0010 |

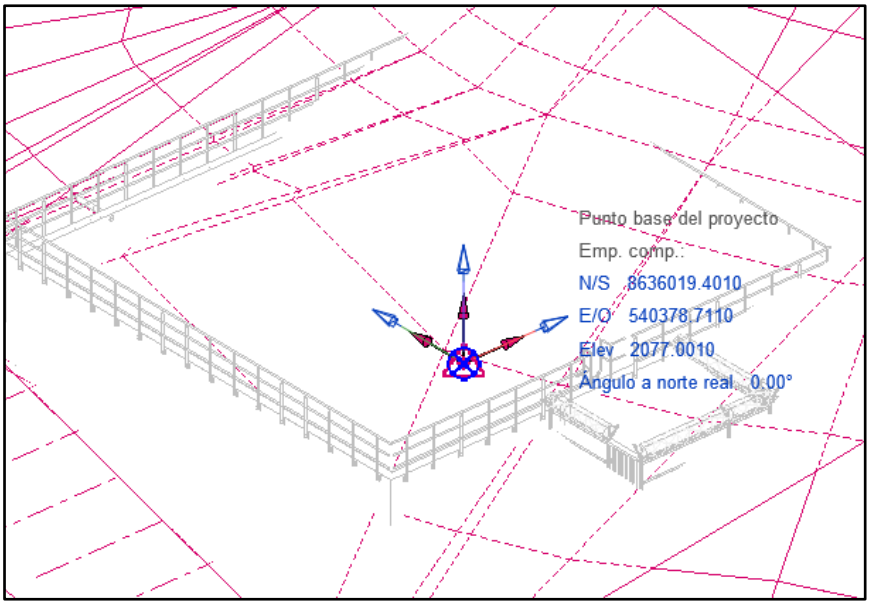



***Figura 155. Georreferenciación del reservorio en Revit***

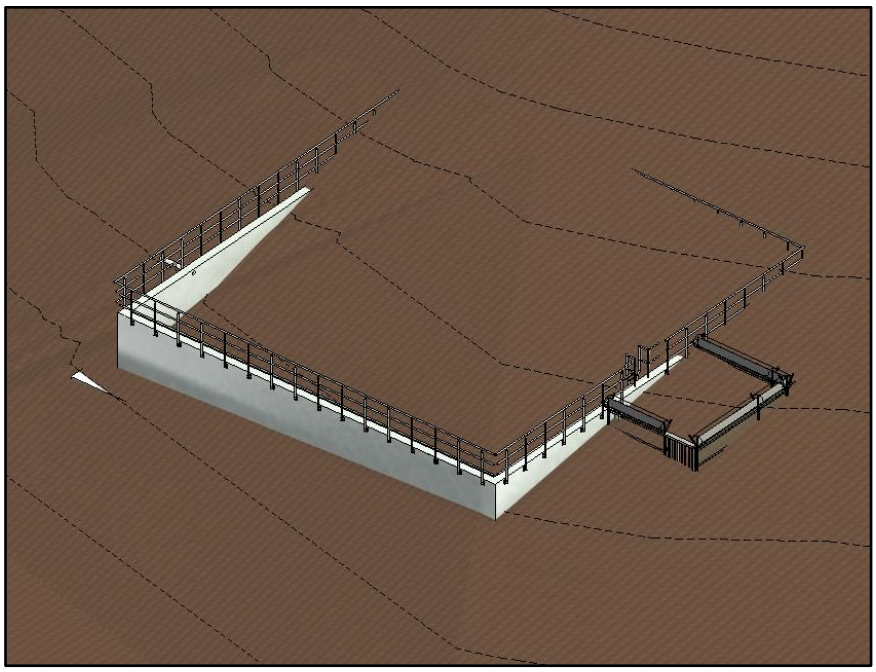


***Figura 156. Sólido topográfico del reservorio fase «Existente»***

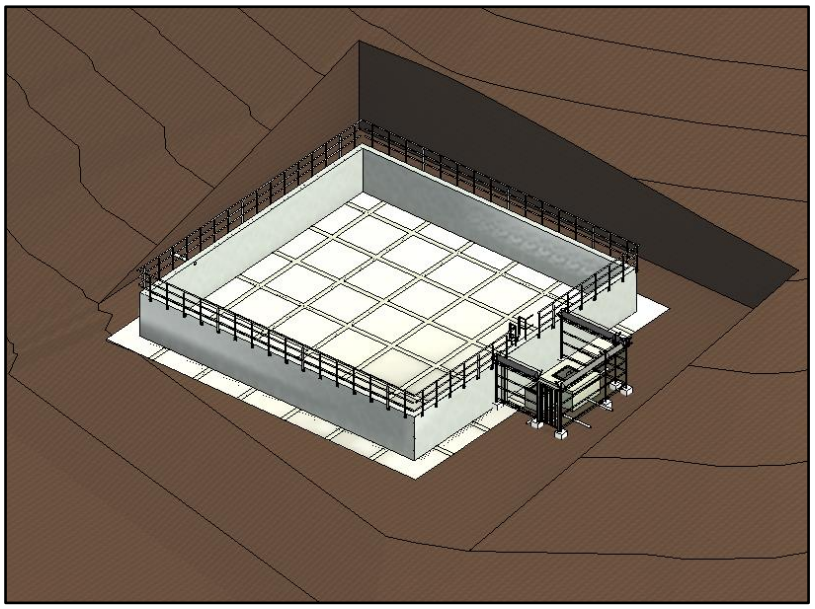


*Figura 157. Sólido topográfico del reservorio fase «Movimiento de tierras»*

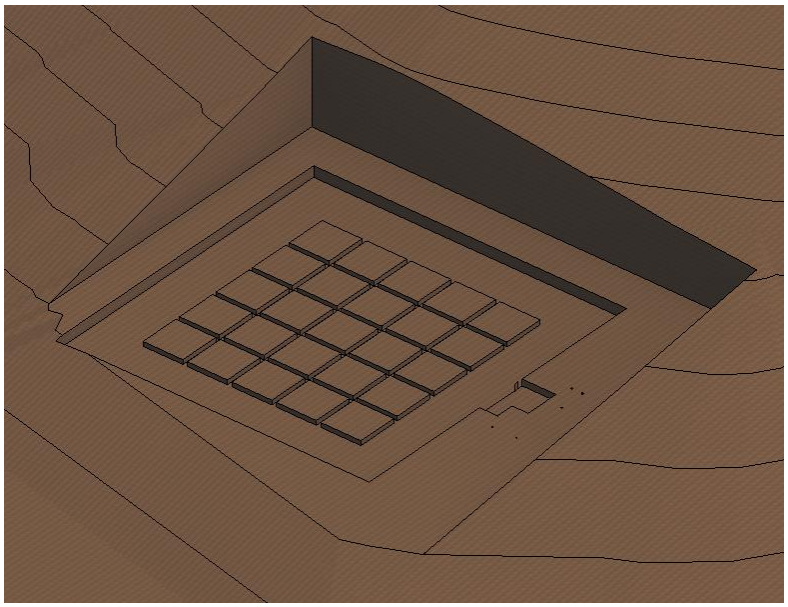


*Figura 158. Corte y relleno de terreno para cimentaciones de cámara de distribución*

**Tabla 87.** ***Metrado de movimiento de tierras de reservorio Revit***

| Movimiento de tierras de cámara de distribución | | | |
|---|---|---|---|
| **Fase de creación** | **Corte** | **Relleno** | **Corte/relleno neto** |
| Existente | | | |
| Movimiento de tierras | 650.76 m³ | 110.16 m³ | -540.6 m³ |

### c. Obras de concreto simple

### Solado f'c = 100 kg/cm2, e = 10 cm

**Tabla 88.** ***Metrado de solado de reservorio***

| Tabla de planificación de solados de reservorio | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Familia** | **Tipo** | **Grosor de cimentación** | **Longitud** | **Área** | **Área** | |
| Losa de cimentación | Solado 100 mm | 0.100 | 17.600 | 183 m² | 183 | m² |
| Losa de cimentación | Solado 100 mm | 0.100 | 12.250 | 127 m² | 127 | m² |

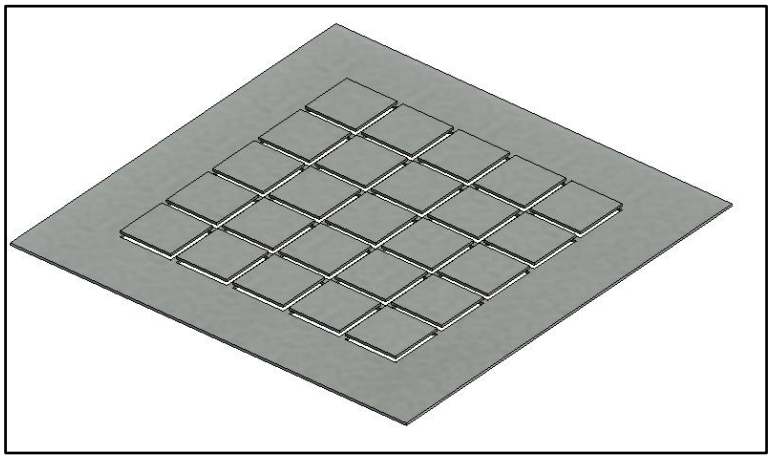


***Figura 159. Solado de reservorio***

**Tabla 89.** ***Metrado de solado de cámara seca y limpia del reservorio***

| Tabla de planificación de solados | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Familia** | **Tipo** | **Grosor de cimentación** | **Longitud** | **Área** | **Área** | |
| Losa de cimentación | Solado 100 mm | 0.100 | 2.900 | 4 m² | 4.3 | m² |

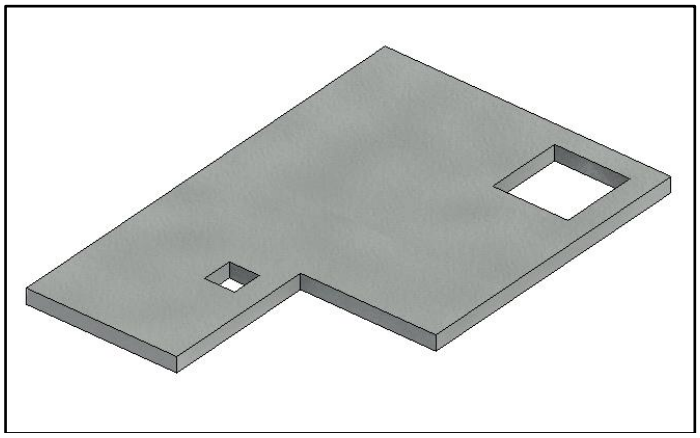


***Figura 160. Metrado de solado de cámara seca y limpia del reservorio***

## d. Obras de concreto armado

### Cimentación del reservorio

### Acero f'y = 4200 kg/cm2

**Tabla 90.** *Metrado de aceros de la cimentación estructural del reservorio*

| Acero en losas de vigas | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Familia** | **Tipo** | **Categoría de anfitrión** | **Diámetro de barra** | **Longitud de barra** | **Peso nominal** | **Cant.** | **Peso total** | |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2610 mm | 0.994 | 13 | 33.663842 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2470 mm | 0.994 | 13 | 31.97515 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2600 mm | 0.994 | 12 | 31.057735 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2470 mm | 0.994 | 13 | 31.97515 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2600 mm | 0.994 | 12 | 31.068482 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2380 mm | 0.994 | 13 | 30.76116 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2810 mm | 0.994 | 12 | 33.498543 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2380 mm | 0.994 | 12 | 28.394917 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2250 mm | 0.994 | 13 | 29.0745 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2600 mm | 0.994 | 13 | 33.655481 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2250 mm | 0.994 | 12 | 26.838 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2810 mm | 0.994 | 13 | 36.35322 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2750 mm | 0.994 | 13 | 35.531656 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2600 mm | 0.994 | 13 | 33.656096 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2750 mm | 0.994 | 12 | 32.77689 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2810 mm | 0.994 | 13 | 36.247989 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.302276 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2600 mm | 0.994 | 13 | 33.661659 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 12 | 29.812568 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2810 mm | 0.994 | 13 | 36.247989 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.30036 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2600 mm | 0.994 | 13 | 33.659897 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 12 | 29.813186 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2810 mm | 0.994 | 13 | 36.346375 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.301507 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2600 mm | 0.994 | 13 | 33.644561 | kg |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2250 mm | 0.994 | 12 | 26.816747 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2810 mm | 0.994 | 13 | 36.247989 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2360 mm | 0.994 | 13 | 30.43131 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2600 mm | 0.994 | 13 | 33.656178 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2610 mm | 0.994 | 12 | 31.089449 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2600 mm | 0.994 | 12 | 31.066547 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2360 mm | 0.994 | 13 | 30.43131 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.296575 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2820 mm | 0.994 | 13 | 36.486689 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 12 | 29.816246 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2750 mm | 0.994 | 13 | 35.523519 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2250 mm | 0.994 | 13 | 29.0745 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.297707 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2250 mm | 0.994 | 13 | 29.0745 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2360 mm | 0.994 | 13 | 30.43131 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.293403 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2810 mm | 0.994 | 13 | 36.345263 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 12 | 29.813273 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.301883 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.243261 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2250 mm | 0.994 | 13 | 29.01633 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.301273 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2600 mm | 0.994 | 13 | 33.653334 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 12 | 29.816125 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2810 mm | 0.994 | 13 | 36.357263 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 12 | 29.817005 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2250 mm | 0.994 | 13 | 29.0745 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.293986 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2250 mm | 0.994 | 13 | 29.0745 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.295996 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2360 mm | 0.994 | 13 | 30.43131 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.30029 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2810 mm | 0.994 | 13 | 36.357489 | kg |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 12 | 29.813905 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.302741 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.357483 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2250 mm | 0.994 | 13 | 29.0745 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.292973 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2630 mm | 0.994 | 13 | 33.937712 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.30305 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2840 mm | 0.994 | 13 | 36.739242 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 12 | 29.813808 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2600 mm | 0.994 | 13 | 33.657342 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2350 mm | 0.994 | 13 | 30.43131 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2600 mm | 0.994 | 13 | 33.657713 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2350 mm | 0.994 | 13 | 30.43131 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.296454 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2600 mm | 0.994 | 13 | 33.657673 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 12 | 29.814797 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2810 mm | 0.994 | 13 | 36.311147 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.300529 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.297092 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.298153 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.299707 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.298025 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2600 mm | 0.994 | 13 | 33.655539 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 12 | 29.81394 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2810 mm | 0.994 | 13 | 36.247989 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2250 mm | 0.994 | 13 | 29.0745 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2300 mm | 0.994 | 13 | 29.7206 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2250 mm | 0.994 | 13 | 29.0745 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2250 mm | 0.994 | 13 | 29.0745 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.298604 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2250 mm | 0.994 | 13 | 29.0745 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.300062 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2250 mm | 0.994 | 13 | 29.0745 | kg |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.295624 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2560 mm | 0.994 | 13 | 33.01571 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 12 | 29.815014 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2810 mm | 0.994 | 13 | 36.281765 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2750 mm | 0.994 | 13 | 35.524528 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2300 mm | 0.994 | 13 | 29.7206 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2750 mm | 0.994 | 13 | 35.523648 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2250 mm | 0.994 | 13 | 29.0745 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.300709 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2560 mm | 0.994 | 13 | 33.01571 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 12 | 29.816627 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2810 mm | 0.994 | 13 | 36.247989 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.298384 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2600 mm | 0.994 | 13 | 33.655405 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 12 | 29.811302 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2810 mm | 0.994 | 13 | 36.269591 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2600 mm | 0.994 | 13 | 33.655372 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.301488 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2810 mm | 0.994 | 13 | 36.337688 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 12 | 29.815656 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2360 mm | 0.994 | 13 | 30.43131 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.299071 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2810 mm | 0.994 | 13 | 36.334998 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 12 | 29.814959 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2250 mm | 0.994 | 13 | 29.0745 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.300036 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2250 mm | 0.994 | 13 | 29.0745 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.295911 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.298562 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2250 mm | 0.994 | 13 | 29.0745 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2250 mm | 0.994 | 13 | 29.0745 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2250 mm | 0.994 | 13 | 29.0745 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2360 mm | 0.994 | 13 | 30.43131 | kg |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.295618 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2810 mm | 0.994 | 13 | 36.363994 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 12 | 29.79453 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2750 mm | 0.994 | 13 | 35.519977 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.298496 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2750 mm | 0.994 | 13 | 35.516469 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2600 mm | 0.994 | 13 | 33.655318 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2750 mm | 0.994 | 13 | 35.51828 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2810 mm | 0.994 | 13 | 36.271238 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2750 mm | 0.994 | 12 | 32.784357 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.295822 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.288656 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.301432 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.289119 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 7 | 17.38974 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2750 mm | 0.994 | 7 | 19.123012 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.291954 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2750 mm | 0.994 | 13 | 35.521889 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2750 mm | 0.994 | 7 | 19.122131 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2750 mm | 0.994 | 13 | 35.516051 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2750 mm | 0.994 | 13 | 35.523381 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 7 | 17.3917 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2750 mm | 0.994 | 7 | 19.124844 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.293138 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2750 mm | 0.994 | 13 | 35.522842 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 7 | 17.394593 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.299069 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.295829 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.30132 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2250 mm | 0.994 | 13 | 29.0745 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 7 | 17.38986 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.301425 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.298987 | kg |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2750 mm | 0.994 | 7 | 19.128554 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 7 | 17.392579 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2750 mm | 0.994 | 13 | 35.577584 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.292719 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2750 mm | 0.994 | 13 | 35.523126 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2750 mm | 0.994 | 13 | 35.522211 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.299252 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 7 | 17.391022 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.300504 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.295039 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2250 mm | 0.994 | 7 | 15.6555 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 7 | 17.393935 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2250 mm | 0.994 | 13 | 29.0745 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.297993 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.296527 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2250 mm | 0.994 | 13 | 29.0745 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.297827 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2250 mm | 0.994 | 13 | 29.0745 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2500 mm | 0.994 | 13 | 32.298562 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2360 mm | 0.994 | 13 | 30.43131 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2360 mm | 0.994 | 13 | 30.43131 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2360 mm | 0.994 | 13 | 30.43131 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2360 mm | 0.994 | 12 | 28.09044 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 1400 mm | 0.994 | 13 | 18.0908 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 1400 mm | 0.994 | 13 | 18.0908 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 1400 mm | 0.994 | 13 | 18.0908 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 1200 mm | 0.994 | 13 | 15.5064 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2250 mm | 0.994 | 13 | 29.0745 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2250 mm | 0.994 | 13 | 29.0745 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2250 mm | 0.994 | 13 | 29.0745 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2250 mm | 0.994 | 13 | 29.0745 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2250 mm | 0.994 | 13 | 29.0745 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2250 mm | 0.994 | 13 | 29.0745 | kg |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2250 mm | 0.994 | 13 | 29.0745 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2250 mm | 0.994 | 13 | 29.0745 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Cimentación estructural | 13 mm | 2250 mm | 0.994 | 7 | 15.65639 | kg |
| | | | | | | Total | 5975.269681 | kg |

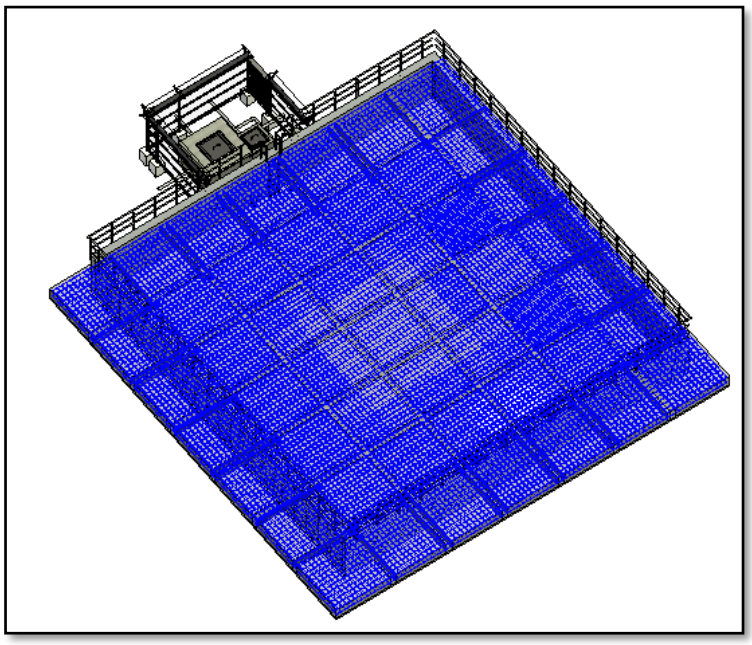


*Figura 161. Aceros de la cimentación estructural del reservorio*

## Concreto f'c = 210 kg/cm2

**Tabla 91.** ***Metrado de concreto de losas externas del reservorio***

| Tabla de planificación de cimentación estructural | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Familia** | **Tipo** | **Grosor de cimentación** | **Longitud** | **Área** | **Volumen** | |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 500 mm | 0.500 | 2.425 | 6 m² | 2.94 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 500 mm | 0.500 | 2.250 | 5 m² | 2.73 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 500 mm | 0.500 | 2.250 | 5 m² | 2.73 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 500 mm | 0.500 | 2.250 | 5 m² | 2.73 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 500 mm | 0.500 | 2.250 | 5 m² | 2.73 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 500 mm | 0.500 | 2.250 | 5 m² | 2.73 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 500 mm | 0.500 | 2.425 | 6 m² | 2.94 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 500 mm | 0.500 | 2.425 | 5 m² | 2.73 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 500 mm | 0.500 | 2.425 | 5 m² | 2.73 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 500 mm | 0.500 | 2.425 | 5 m² | 2.73 | m³ |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 500 mm | 0.500 | 2.425 | 5 m² | 2.73 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 500 mm | 0.500 | 2.425 | 5 m² | 2.73 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 500 mm | 0.500 | 2.425 | 5 m² | 2.73 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 500 mm | 0.500 | 2.425 | 6 m² | 2.94 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 500 mm | 0.500 | 2.250 | 5 m² | 2.73 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 500 mm | 0.500 | 2.250 | 5 m² | 2.73 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 500 mm | 0.500 | 2.250 | 5 m² | 2.73 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 500 mm | 0.500 | 2.250 | 5 m² | 2.73 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 500 mm | 0.500 | 2.250 | 5 m² | 2.73 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 500 mm | 0.500 | 2.425 | 5 m² | 2.73 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 500 mm | 0.500 | 2.425 | 5 m² | 2.73 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 500 mm | 0.500 | 2.425 | 5 m² | 2.73 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 500 mm | 0.500 | 2.425 | 5 m² | 2.73 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 500 mm | 0.500 | 2.425 | 6 m² | 2.94 | m³ |
| | | | | **Total** | **66.36** | **m³** |

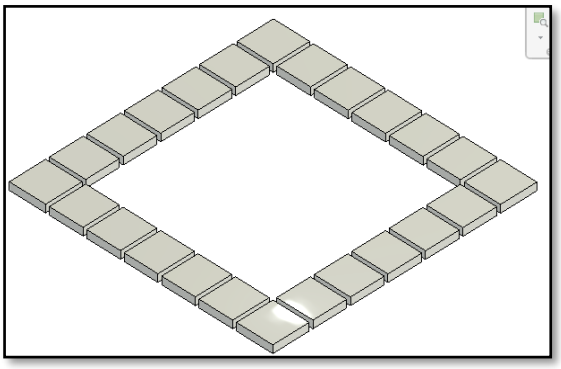


***Figura 162. Concreto de losas del reservorio***

**Tabla 92.** ***Concreto de losas internas del reservorio***

| Tabla de planificación de cimentación estructural | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Familia** | **Tipo** | **Grosor de cimentación** | **Longitud** | **Área** | **Volumen** | |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 250 mm | 0.250 | 2.250 | 5 m² | 1.27 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 250 mm | 0.250 | 2.250 | 5 m² | 1.27 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 250 mm | 0.250 | 2.250 | 5 m² | 1.27 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 250 mm | 0.250 | 2.250 | 5 m² | 1.27 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 250 mm | 0.250 | 2.250 | 5 m² | 1.27 | m³ |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 250 mm | 0.250 | 2.250 | 5 m² | 1.27 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 250 mm | 0.250 | 2.250 | 5 m² | 1.27 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 250 mm | 0.250 | 2.250 | 5 m² | 1.27 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 250 mm | 0.250 | 2.250 | 5 m² | 1.27 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 250 mm | 0.250 | 2.250 | 5 m² | 1.27 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 250 mm | 0.250 | 2.250 | 5 m² | 1.27 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 250 mm | 0.250 | 2.250 | 5 m² | 1.27 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 250 mm | 0.250 | 2.250 | 5 m² | 1.27 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 250 mm | 0.250 | 2.250 | 5 m² | 1.27 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 250 mm | 0.250 | 2.250 | 5 m² | 1.27 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 250 mm | 0.250 | 2.250 | 5 m² | 1.27 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 250 mm | 0.250 | 2.250 | 5 m² | 1.27 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 250 mm | 0.250 | 2.250 | 5 m² | 1.27 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 250 mm | 0.250 | 2.250 | 5 m² | 1.27 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 250 mm | 0.250 | 2.250 | 5 m² | 1.27 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 250 mm | 0.250 | 2.250 | 5 m² | 1.27 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 250 mm | 0.250 | 2.250 | 5 m² | 1.27 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 250 mm | 0.250 | 2.250 | 5 m² | 1.27 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 250 mm | 0.250 | 2.250 | 5 m² | 1.27 | m³ |
| | | | | **Total** | **31.75** | **m³** |

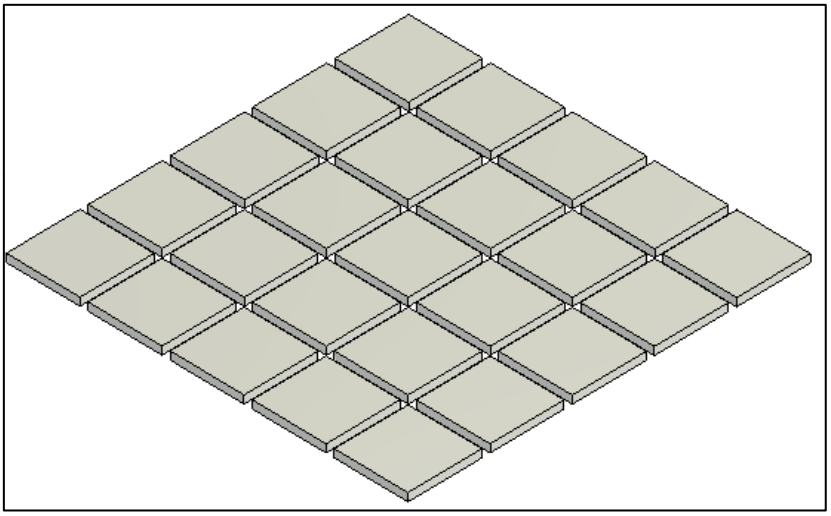


***Figura 163. Losas internas del reservorio***

## Muros del reservorio

### Acero f'y = 4200 kg/cm2

**Tabla 93.** ***Metrado de aceros horizontal de muros del reservorio***

| Estribos de vigas | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Familia** | **Tipo** | **Categoría de anfitrión** | **Diámetro de barra** | **Longitud de barra** | **Peso nominal** | **Cant.** | **Peso total** | |
| Barra de armadura | #3 | Muro | 10 mm | 15660 mm | 0.56 | 16 | 140.2737 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Muro | 10 mm | 6040 mm | 0.56 | 1 | 3.3833 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Muro | 10 mm | 15160 mm | 0.56 | 13 | 110.3443 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Muro | 10 mm | 9110 mm | 0.56 | 1 | 5.1011 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Muro | 10 mm | 15160 mm | 0.56 | 1 | 8.4911 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Muro | 10 mm | 15600 mm | 0.56 | 17 | 148.5425 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Muro | 10 mm | 15310 mm | 0.56 | 15 | 128.6408 | kg |
| | | | | | | **Total** | **544.777178** | **kg** |

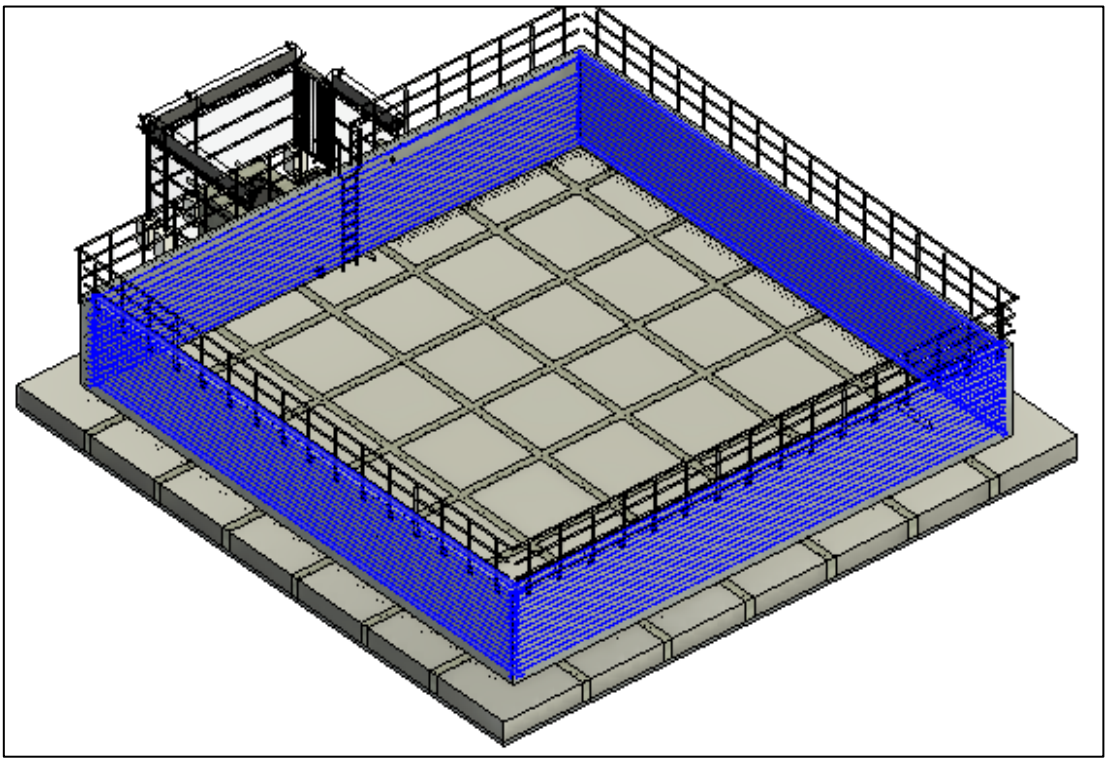


***Figura 164. Aceros horizontal de muros del reservorio***

**Tabla 94.** ***Metrado de acero vertical de muros del reservorio***

| Estribos de vigas | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Familia** | **Tipo** | **Categoría de anfitrión** | **Diámetro de barra** | **Longitud de barra** | **Peso nominal** | **Cant.** | **Peso total** | |
| Barra de armadura | #4 | Muro | 13 mm | 15600 mm | 0.994 | 16 | 248.091814 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Muro | 13 mm | 1670 mm | 0.994 | 104 | 173.110544 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Muro | 13 mm | 1690 mm | 0.994 | 104 | 175.178064 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Muro | 13 mm | 15300 mm | 0.994 | 13 | 197.72897 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Muro | 13 mm | 9120 mm | 0.994 | 1 | 9.069718 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Muro | 13 mm | 15300 mm | 0.994 | 1 | 15.210104 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Muro | 13 mm | 1680 mm | 0.994 | 60 | 100.239838 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Muro | 13 mm | 1680 mm | 0.994 | 1 | 1.665206 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Muro | 13 mm | 1690 mm | 0.994 | 39 | 65.320741 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Muro | 13 mm | 5880 mm | 0.994 | 1 | 5.845336 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Muro | 13 mm | 1700 mm | 0.994 | 61 | 103.235144 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Muro | 13 mm | 1670 mm | 0.994 | 1 | 1.664412 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Muro | 13 mm | 1670 mm | 0.994 | 39 | 64.916454 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Muro | 13 mm | 15460 mm | 0.994 | 16 | 245.950093 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Muro | 13 mm | 1690 mm | 0.994 | 104 | 175.178064 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Muro | 13 mm | 1690 mm | 0.994 | 104 | 174.283862 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Muro | 13 mm | 15380 mm | 0.994 | 15 | 229.31284 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Muro | 13 mm | 1690 mm | 0.994 | 101 | 169.815137 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Muro | 13 mm | 1700 mm | 0.994 | 101 | 170.635931 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Muro | 13 mm | 2400 mm | 0.994 | 1 | 2.3817 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Muro | 13 mm | 2430 mm | 0.994 | 1 | 2.415795 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Muro | 13 mm | 900 mm | 0.994 | 52 | 46.5192 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Muro | 13 mm | 900 mm | 0.994 | 51 | 45.6246 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Muro | 13 mm | 970 mm | 0.994 | 50 | 48.362037 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Muro | 13 mm | 980 mm | 0.994 | 50 | 48.860678 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Muro | 13 mm | 1060 mm | 0.994 | 52 | 54.557816 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Muro | 13 mm | 1000 mm | 0.994 | 52 | 51.924312 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Muro | 13 mm | 940 mm | 0.994 | 19 | 17.808829 | kg |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Barra de armadura | #4 | Muro | 13 mm | 980 mm | 0.994 | 31 | 30.242335 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Muro | 13 mm | 950 mm | 0.994 | 20 | 18.870034 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Muro | 13 mm | 980 mm | 0.994 | 30 | 29.296797 | kg |
| | | | | | | **Total** | **2723.316405** | **kg** |

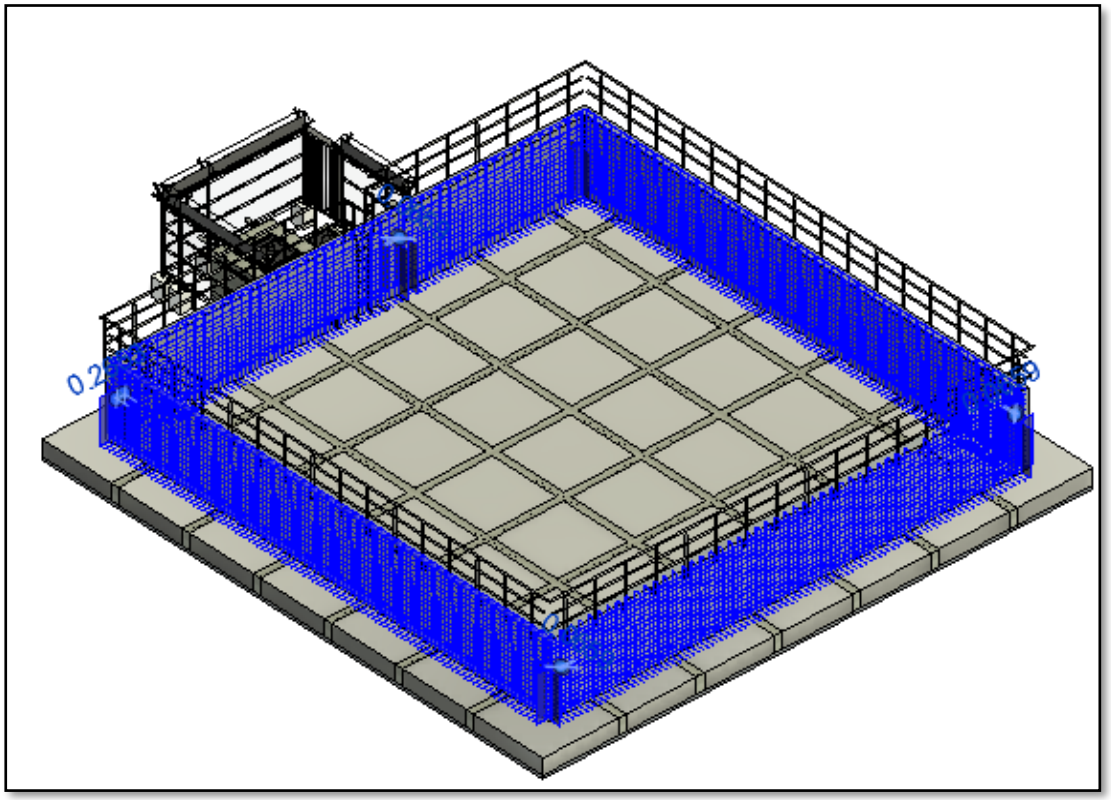


*Figura 165. Acero vertical de muros del reservorio*

### Encofrado y desencofrado

**Tabla 95.** *Metrado de encofrado de muros del reservorio*

| Encofrado de muros | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Muro básico: Muro 30 cm fc210 | Encofrado | 70.57 | m² |
| Muro básico: Muro 30 cm fc210 | Encofrado | 70.38 | m² |
| Muro básico: Muro 30 cm fc210 | Encofrado | 69.21 | m² |
| Muro básico: Muro 30 cm fc210 | Encofrado | 69 | m² |
| | **Total** | **279.16** | **m²** |

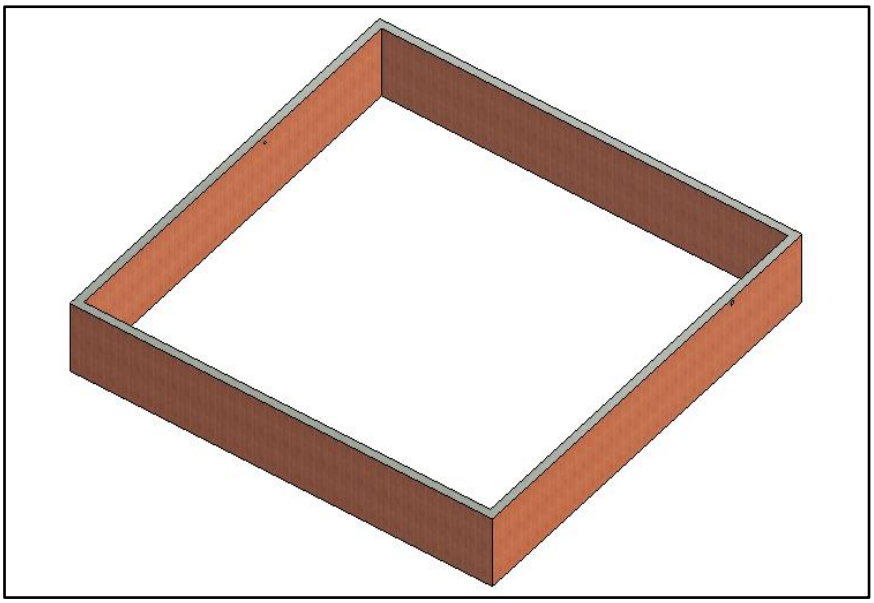


*Figura 166. Encofrado de muros del reservorio*

**Tabla 96.** ***Metrado concreto de muros de reservorio***

| Tabla de planificación de muros | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Familia** | **Tipo** | **Longitud** | **Anchura** | **Área** | **Volumen** | |
| Muro básico | Muro 30 cm fc210 | 15.050 | 0.300 | 35 m² | 10.59 | m3 |
| Muro básico | Muro 30 cm fc210 | 15.300 | 0.300 | 35 m² | 10.56 | m3 |
| Muro básico | Muro 30 cm fc210 | 15.050 | 0.300 | 35 m² | 10.38 | m3 |
| Muro básico | Muro 30 cm fc210 | 15.300 | 0.300 | 35 m² | 10.35 | m3 |
| | | | | **Total** | **41.88** | **m3** |

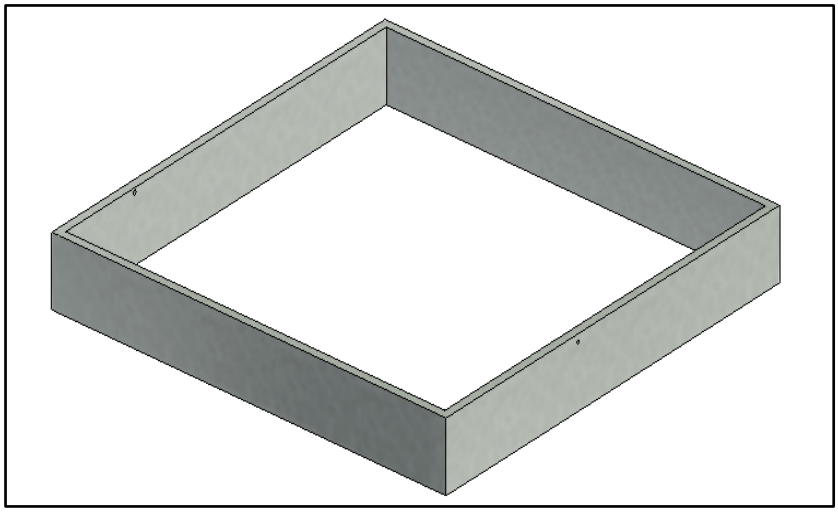


*Figura 167. Concreto de muros de reservorio*

## Vigas de cimentación del reservorio

### Acero f'y = 4200 kg/cm2

**Tabla 97.** ***Metrado de aceros longitudinales de las vigas de cimentación del reservorio***

| Acero longitudinal de vigas | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Familia** | **Tipo** | **Categoría de anfitrión** | **Diámetro de barra** | **Longitud de barra** | **Peso Nominal** | **Cant.** | **Peso total** | |
| Barra de armadura | #4 | Armazón estructural | 13 mm | 17460 mm | 0.994 | 2 | 34.7104 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Armazón estructural | 13 mm | 17480 mm | 0.994 | 3 | 52.1253 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Armazón estructural | 13 mm | 17470 mm | 0.994 | 2 | 34.7331 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Armazón estructural | 13 mm | 17480 mm | 0.994 | 3 | 52.1253 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Armazón estructural | 13 mm | 17470 mm | 0.994 | 2 | 34.7331 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Armazón estructural | 13 mm | 17480 mm | 0.994 | 3 | 52.1253 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Armazón estructural | 13 mm | 17470 mm | 0.994 | 2 | 34.7331 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Armazón estructural | 13 mm | 17480 mm | 0.994 | 3 | 52.1253 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Armazón estructural | 13 mm | 17470 mm | 0.994 | 2 | 34.7331 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Armazón estructural | 13 mm | 17480 mm | 0.994 | 3 | 52.1253 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Armazón estructural | 13 mm | 17470 mm | 0.994 | 2 | 34.7331 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Armazón estructural | 13 mm | 17480 mm | 0.994 | 3 | 52.1253 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Armazón estructural | 13 mm | 17470 mm | 0.994 | 2 | 34.7331 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Armazón estructural | 13 mm | 17480 mm | 0.994 | 3 | 52.1253 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Armazón estructural | 13 mm | 17470 mm | 0.994 | 2 | 34.7331 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Armazón estructural | 13 mm | 17480 mm | 0.994 | 3 | 52.1253 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Armazón estructural | 13 mm | 17470 mm | 0.994 | 2 | 34.7331 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Armazón estructural | 13 mm | 17480 mm | 0.994 | 3 | 52.1253 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Armazón estructural | 13 mm | 17470 mm | 0.994 | 2 | 34.7331 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Armazón estructural | 13 mm | 17480 mm | 0.994 | 3 | 52.1253 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Armazón estructural | 13 mm | 17470 mm | 0.994 | 2 | 34.7331 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Armazón estructural | 13 mm | 17480 mm | 0.994 | 3 | 52.1253 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Armazón estructural | 13 mm | 17470 mm | 0.994 | 2 | 34.7331 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Armazón estructural | 13 mm | 17480 mm | 0.994 | 3 | 52.1253 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Armazón estructural | 13 mm | 17470 mm | 0.994 | 2 | 34.7331 | kg |
| Barra de armadura | #4 | Armazón estructural | 13 mm | 17480 mm | 0.994 | 3 | 52.1253 | kg |
| | | | | | | **Total** | **1042.279** | **kg** |

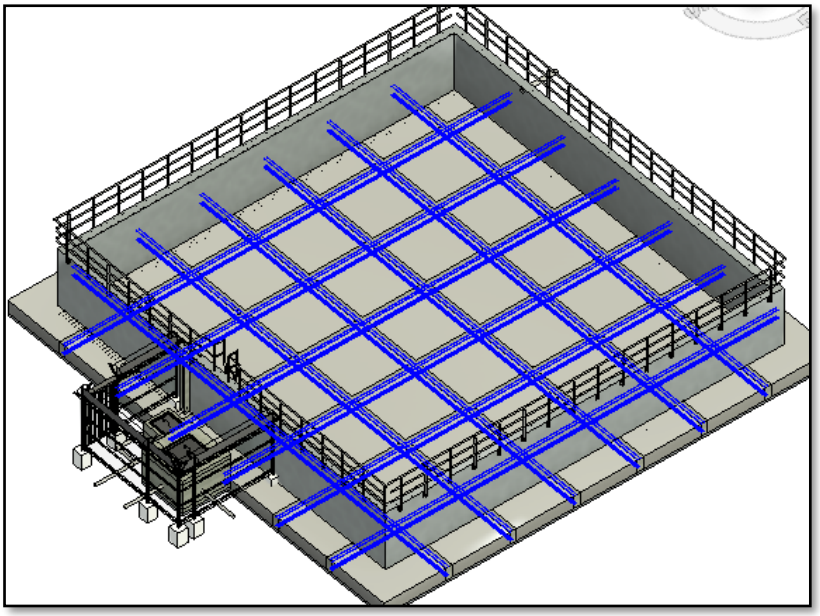


*Figura 168. Aceros longitudinales de las vigas de cimentación del reservorio*

**Tabla 98.** *Metrado de aceros estribos de las vigas de cimentación del reservorio*

| Estribos de vigas | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Familia** | **Tipo** | **Categoría de anfitrión** | **Diámetro de barra** | **Longitud de barra** | **Peso nominal** | **Cant.** | **Peso total** | |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 1 | 0.6764 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 1 | 0.6764 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 115 | 77.7921 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 80 mm | 0.56 | 1 | 0.0448 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 1 | 0.6764 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 1 | 0.6764 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 115 | 77.7886 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 1 | 0.6764 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 1 | 0.6764 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 115 | 77.7858 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 1 | 0.6764 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 1 | 0.6764 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 115 | 77.7572 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 1 | 0.6764 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 1 | 0.6764 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 115 | 77.7929 | kg |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 1 | 0.6764 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 1 | 0.6764 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 115 | 77.8182 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 1 | 0.6764 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1220 mm | 0.56 | 1 | 0.6807 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1220 mm | 0.56 | 115 | 78.2915 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 1 | 0.6764 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 1 | 0.6764 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1220 mm | 0.56 | 115 | 78.2915 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 1 | 0.6764 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 1 | 0.6764 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 115 | 77.7985 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 1 | 0.6764 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 1 | 0.6764 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 116 | 78.4270 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 1 | 0.6764 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 1 | 0.6764 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 115 | 77.868 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 1 | 0.6764 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 1 | 0.6764 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Armazón estructural | 10 mm | 1210 mm | 0.56 | 115 | 77.7858 | kg |
| | | | | | | **Total** | **951.4817** | **kg** |

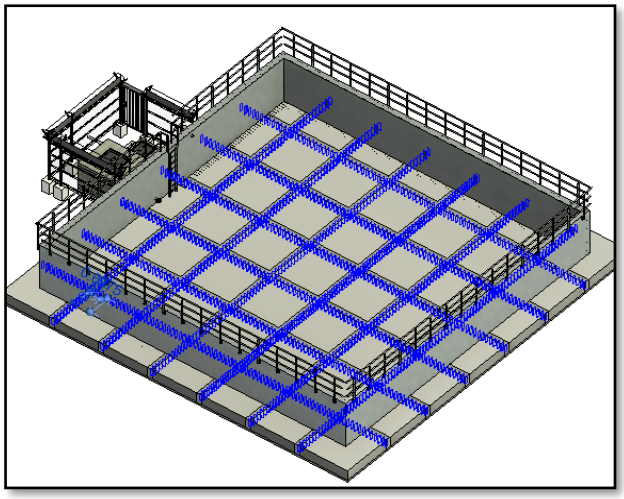


*Figura 169. Aceros estribos de las vigas de cimentación del reservorio*

**Tabla 99.** ***Metrado de encofrados de las vigas de cimentación del reservorio***

| Encofrado de armazón estructural | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Hormigón-viga rectangular: 250 x 400 mm | Encofrado | 8.8 | m² |
| Hormigón-viga rectangular: 250 x 400 mm | Encofrado | 8.8 | m² |
| Hormigón-viga rectangular: 250 x 400 mm | Encofrado | 8.8 | m² |
| Hormigón-viga rectangular: 250 x 400 mm | Encofrado | 4.4 | m² |
| Hormigón-viga rectangular: 250 x 400 mm | Encofrado | 3.545 | m² |
| Hormigón-viga rectangular: 250 x 400 mm | Encofrado | 7.09 | m² |
| Hormigón-viga rectangular: 250 x 400 mm | Encofrado | 7.09 | m² |
| Hormigón-viga rectangular: 250 x 400 mm | Encofrado | 7.09 | m² |
| Hormigón-viga rectangular: 250 x 400 mm | Encofrado | 7.37 | m² |
| Hormigón-viga rectangular: 250 x 400 mm | Encofrado | 3.545 | m² |
| Hormigón-viga rectangular: 250 x 400 mm | Encofrado | 2.815 | m² |
| Hormigón-viga rectangular: 250 x 400 mm | Encofrado | 5.625 | m² |
| | **Total** | **74.97** | **m²** |

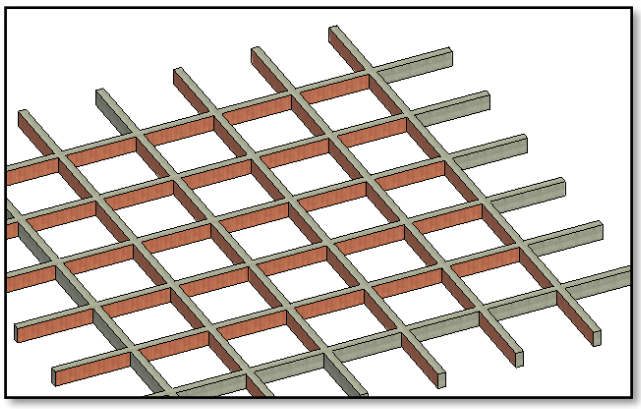


*Figura 170. Encofrados de las vigas de cimentación del reservorio*

**Concreto f'c = 210 kg/cm2**

**Tabla 100.** ***Metrado de concreto de vigas de cimentación***

| Tabla de planificación de armazones estructurales | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Familia** | **Tipo** | **Longitud** | **Volumen** | |
| Hormigón-viga rectangular | 250 x 400 mm | 17.600 | 2.2 | m³ |
| Hormigón-viga rectangular | 250 x 400 mm | 17.600 | 2.2 | m³ |
| Hormigón-viga rectangular | 250 x 400 mm | 17.600 | 2.2 | m³ |
| Hormigón-viga rectangular | 250 x 400 mm | 17.600 | 2.2 | m³ |
| Hormigón-viga rectangular | 250 x 400 mm | 17.600 | 2.08 | m³ |
| Hormigón-viga rectangular | 250 x 400 mm | 17.600 | 2.08 | m³ |
| Hormigón-viga rectangular | 250 x 400 mm | 17.600 | 2.08 | m³ |
| Hormigón-viga rectangular | 250 x 400 mm | 17.600 | 2.08 | m³ |
| Hormigón-viga rectangular | 250 x 400 mm | 17.600 | 2.08 | m³ |
| Hormigón-viga rectangular | 250 x 400 mm | 17.600 | 2.08 | m³ |
| Hormigón-viga rectangular | 250 x 400 mm | 17.600 | 2.01 | m³ |
| Hormigón-viga rectangular | 250 x 400 mm | 17.600 | 2.01 | m³ |
| | | **Total** | **25.3** | **m³** |

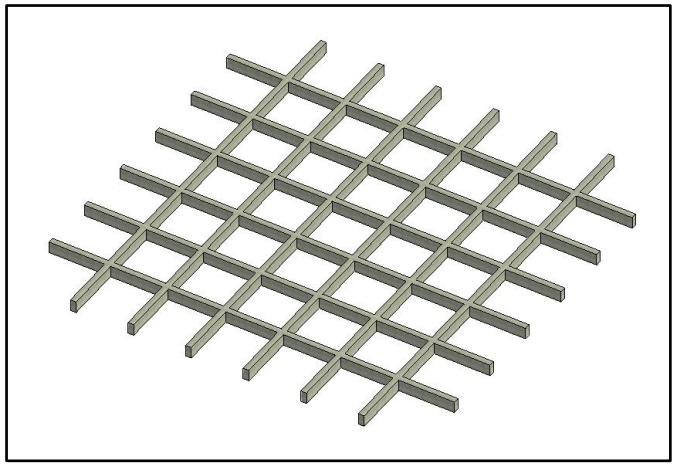


***Figura 171. Concreto de vigas de cimentación***

## e. Revestimientos

**Tabla 101.** ***Metrado de revestimiento de fondo de losa del reservorio***

| Cómputo de materiales de cimentación | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 500 mm | Tarrajeo | 5.88 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 500 mm | Tarrajeo | 5.46 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 500 mm | Tarrajeo | 5.46 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 500 mm | Tarrajeo | 5.46 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 500 mm | Tarrajeo | 5.46 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 500 mm | Tarrajeo | 5.46 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 500 mm | Tarrajeo | 5.88 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 500 mm | Tarrajeo | 5.46 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 250 mm | Tarrajeo | 5.06 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 250 mm | Tarrajeo | 5.06 | m² |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 250 mm | Tarrajeo | 5.06 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 250 mm | Tarrajeo | 5.06 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 250 mm | Tarrajeo | 5.06 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 250 mm | Tarrajeo | 5.06 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 250 mm | Tarrajeo | 5.06 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 250 mm | Tarrajeo | 5.06 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 250 mm | Tarrajeo | 5.06 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 250 mm | Tarrajeo | 5.06 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 250 mm | Tarrajeo | 5.06 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 250 mm | Tarrajeo | 5.06 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 250 mm | Tarrajeo | 5.06 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 250 mm | Tarrajeo | 5.06 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 250 mm | Tarrajeo | 5.06 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 250 mm | Tarrajeo | 5.06 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 250 mm | Tarrajeo | 5.06 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 250 mm | Tarrajeo | 5.06 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 250 mm | Tarrajeo | 5.06 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 250 mm | Tarrajeo | 5.06 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 250 mm | Tarrajeo | 5.06 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 250 mm | Tarrajeo | 5.06 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 250 mm | Tarrajeo | 5.06 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 250 mm | Tarrajeo | 5.06 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 250 mm | Tarrajeo | 5.06 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 250 mm | Tarrajeo | 5.06 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 250 mm | Tarrajeo | 5.06 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 500 mm | Tarrajeo | 5.46 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 500 mm | Tarrajeo | 5.46 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 500 mm | Tarrajeo | 5.46 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 500 mm | Tarrajeo | 5.46 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 500 mm | Tarrajeo | 5.46 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 500 mm | Tarrajeo | 5.88 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 500 mm | Tarrajeo | 5.46 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 500 mm | Tarrajeo | 5.46 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 500 mm | Tarrajeo | 5.46 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 500 mm | Tarrajeo | 5.46 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 500 mm | Tarrajeo | 5.46 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 500 mm | Tarrajeo | 5.46 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 500 mm | Tarrajeo | 5.46 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 500 mm | Tarrajeo | 5.46 | m² |
| Losa de cimentación: Losa de cimentación 500 mm | Tarrajeo | 5.88 | m² |
| | **Total** | **259.22** | **m²** |

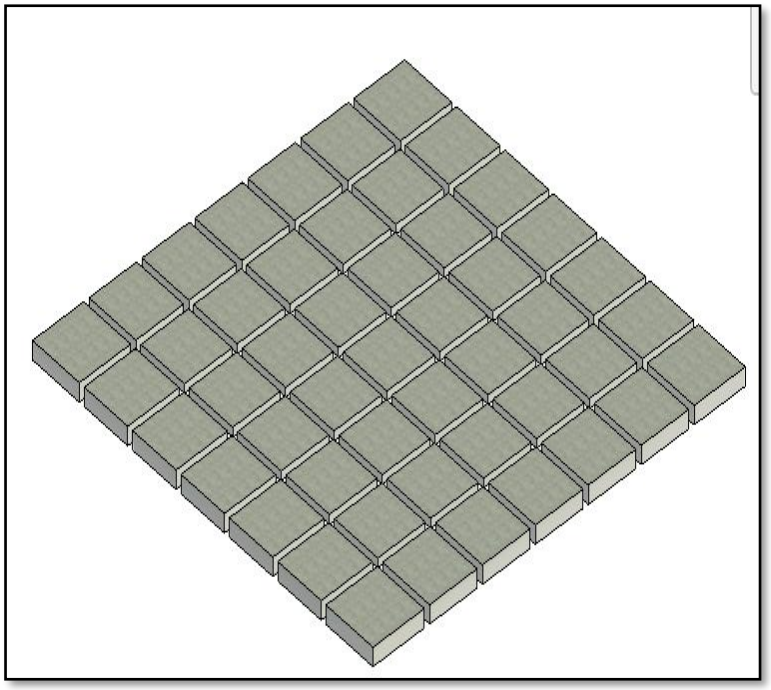


*Figura 172. Revestimiento de fondo de losa del reservorio*

**Tabla 102.** ***Metrado de revestimiento de muros interiores del reservorio***

| Cómputo de materiales de muro | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Muro básico: Muro 30 cm fc210 | Tarrajeo | 37.59 | m² |
| Muro básico: Muro 30 cm fc210 | Tarrajeo | 37.485 | m² |
| Muro básico: Muro 30 cm fc210 | Tarrajeo | 36.865 | m² |
| Muro básico: Muro 30 cm fc210 | Tarrajeo | 36.75 | m² |
| | **Total** | **148.69** | **m²** |

**Tabla 103.** ***Metrado de revestimiento de muros exteriores del reservorio***

| Cómputo de materiales de muro | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Muro básico: Muro 30 cm fc210 | Tarrajeo | 37.59 | m² |
| Muro básico: Muro 30 cm fc210 | Tarrajeo | 37.485 | m² |
| Muro básico: Muro 30 cm fc210 | Tarrajeo | 36.865 | m² |
| Muro básico: Muro 30 cm fc210 | Tarrajeo | 36.75 | m² |
| | **Total** | **148.69** | **m²** |

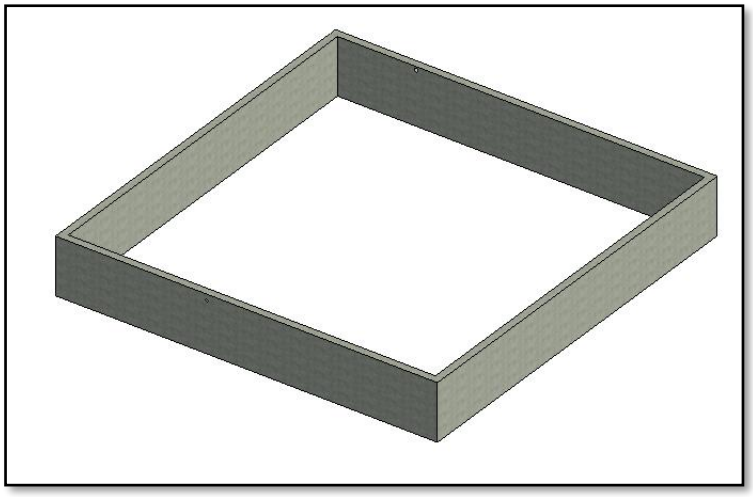


*Figura 173. Revestimiento de muros interiores y exteriores del reservorio*

### f. Pintura

**Tabla 104.** ***Metrado de pintura esmalte del reservorio***

| Pintura de muros | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Muro básico: Muro 30 cm fc210 | Pintura esmalte | 39.89 | m² |
| Muro básico: Muro 30 cm fc210 | Pintura esmalte | 39.78 | m² |
| Muro básico: Muro 30 cm fc210 | Pintura esmalte | 39.12 | m² |
| Muro básico: Muro 30 cm fc210 | Pintura esmalte | 39.00 | m² |
| | **Total** | **157.79** | **m²** |

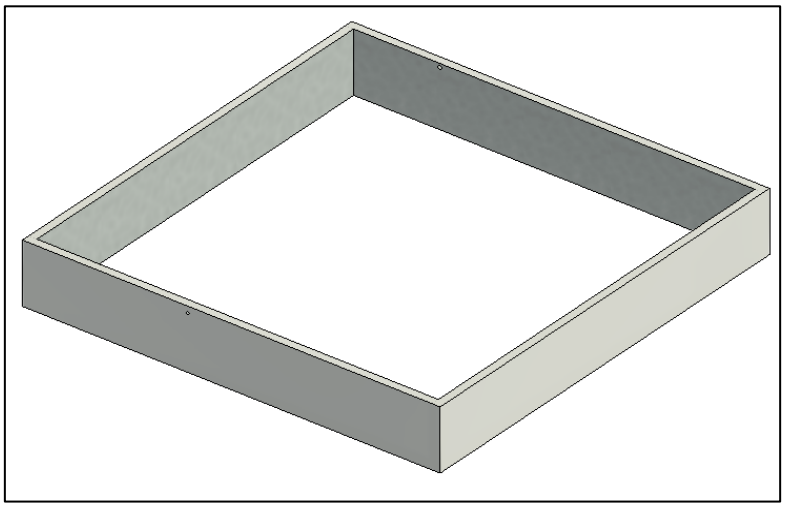


*Figura 174. Pintura esmalte del reservorio*

### g. Varios

**Tabla 105.** ***Accesorios del reservorio***

| Varios |
|---|
| Escalera tub. F° g° con parantes para reservorio |
| Junta water stop de 9"x3/4"x5.5mm e insumos de instalación |
| Junta longitudinal en fondo de reservorio |
| Relleno de junta poliestireno expandido + sellante elástico |
| Junta longitudinal en fondo de reservorio |
| Junta transversal en fondo de reservorio |
| Vértice de losa y muro |
| Suministro e inst. plancha brida rompe agua ø 110 mm |
| Junta longitudinal en fondo de reservorio |

### h. Caja de válvula de salida

**Movimiento de tierras de la caja de válvula de salida del reservorio**

El movimiento de tierras de la caja de válvula de salida ya está incluido en el cálculo de movimiento de tierras general debido a que el Revit simplifica los metrados.

**Obras de concreto simple**

**Solado f'c = 100 kg/cm2 e = 10 cm**

**Tabla 106.** ***Metrado de solado de la caja de válvula de salida del reservorio***

| Tabla de planificación de solados | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Familia** | **Tipo** | **Grosor de cimentación** | **Longitud** | **Área** | |
| Losa de cimentación | Solado 100 mm | 0.100 | 1.900 | 2.87 | m² |

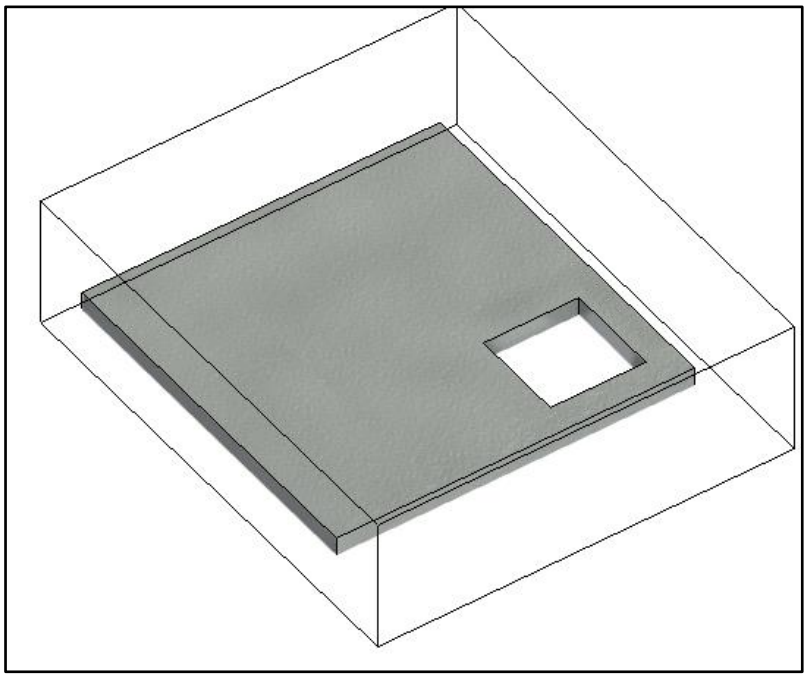


***Figura 175. Solado de la caja de válvula de salida del reservorio***

## Sumidero de piedra chancada de ½”

**Tabla 107.** ***Metrado de piedra chancada de ½” de la caja de válvula de salida del reservorio***

| Tabla de planificación de sumidero | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Familia** | **Tipo** | **Grosor de cimentación** | **Longitud** | **Área** | **Volumen** | |
| Losa de cimentación | agregado sumidero 250 mm | 0.250 | 0.500 | 0 m² | 0.06 | m³ |

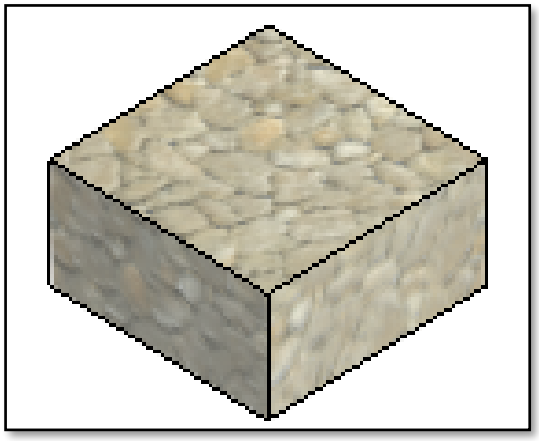


***Figura 176. Piedra chancada de 1/2"***

## Dados de concreto f`c = 140 kg/cm2

**Tabla 108.** ***Metrado de los dados de concreto de la cámara seca del reservorio***

| Tabla de planificación de dados de concreto | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Familia** | **Tipo** | **Grosor de cimentación** | **Longitud** | **Área** | **Volumen** | |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 200 mm | 0.200 | 0.250 | 0 m² | 0.01 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 200 mm | 0.200 | 0.250 | 0 m² | 0.01 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 200 mm | 0.200 | 0.250 | 0 m² | 0.01 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 200 mm | 0.200 | 0.250 | 0 m² | 0.01 | m³ |
| | | | | **Total** | **0.04** | **m³** |

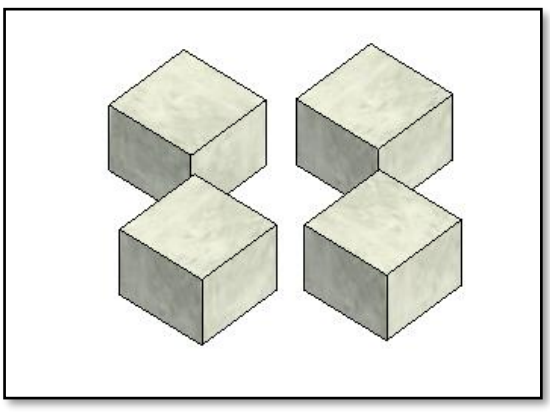


***Figura 177. Dados de concreto de la cámara seca del reservorio***

## Obras de concreto armado

### Encofrado y desencofrado

**Tabla 109.** ***Metrado de encofrado de la caja de válvulas del reservorio***

| Encofrado de muros | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Encofrado | 3.8 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Encofrado | 3.5 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Encofrado | 3.65 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Encofrado | 3.2 | m² |
| | **Total** | **14.15** | **m²** |

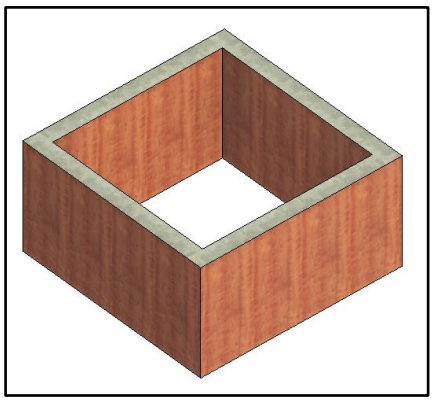


***Figura 178. Encofrado de la caja de válvulas del reservorio***

### Acero f'y = 4200 kg/cm2

**Tabla 110.** ***Metrado de acero de muros de la caja de válvulas del reservorio***

| Caja de salida | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Familia** | **Tipo** | **Categoría de anfitrión** | **Diámetro de barra** | **Longitud de barra** | **Peso nominal** | **Cant.** | **Peso total** | |
| Barra de armadura | #3 | Muro | 10 mm | 1770 mm | 0.56 | 6 | 5.944604 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Muro | 10 mm | 1230 mm | 0.56 | 8 | 5.498593 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Muro | 10 mm | 1780 mm | 0.56 | 6 | 5.964 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Muro | 10 mm | 1230 mm | 0.56 | 8 | 5.495864 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Muro | 10 mm | 1760 mm | 0.56 | 6 | 5.926044 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Muro | 10 mm | 1230 mm | 0.56 | 8 | 5.495857 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Muro | 10 mm | 1830 mm | 0.56 | 6 | 6.140089 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Muro | 10 mm | 1230 mm | 0.56 | 8 | 5.496126 | kg |
| | | | | | | **Total** | **45.961177** | **kg** |

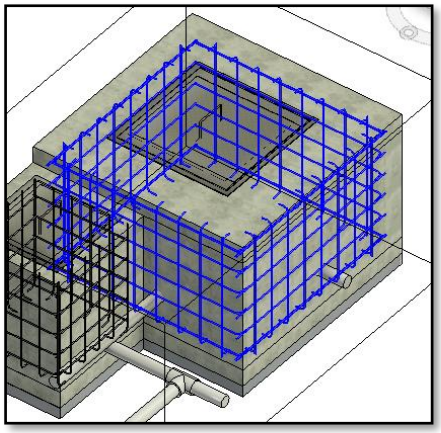


*Figura 179. Acero de muros de la caja de válvulas del reservorio*

**Tabla 111.** *Metrado de acero de losas de la caja de válvulas del reservorio*

| Acero de losas de caja de válvulas | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Familia** | **Tipo** | **Categoría de anfitrión** | **Diámetro de barra** | **Longitud de barra** | **Peso nominal** | **Cant.** | **Peso total** | |
| Barra de armadura | #3 | Cimentación estructural | 10 mm | 1780 mm | 0.56 | 7 | 6.958 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Cimentación estructural | 10 mm | 100 mm | 0.56 | 2 | 0.112 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Cimentación estructural | 10 mm | 1180 mm | 0.56 | 2 | 1.316 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Cimentación estructural | 10 mm | 1780 mm | 0.56 | 1 | 0.994 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Cimentación estructural | 10 mm | 1800 mm | 0.56 | 1 | 1.008 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Cimentación estructural | 10 mm | 1200 mm | 0.56 | 3 | 2.016 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Cimentación estructural | 10 mm | 100 mm | 0.56 | 3 | 0.168 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Cimentación estructural | 10 mm | 1800 mm | 0.56 | 6 | 6.048 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Cimentación estructural | 10 mm | 1800 mm | 0.56 | 2 | 2.016 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Cimentación estructural | 10 mm | 380 mm | 0.56 | 6 | 1.293 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Cimentación estructural | 10 mm | 320 mm | 0.56 | 6 | 1.058 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Cimentación estructural | 10 mm | 1800 mm | 0.56 | 2 | 2.016 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Cimentación estructural | 10 mm | 1800 mm | 0.56 | 2 | 2.016 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Cimentación estructural | 10 mm | 340 mm | 0.56 | 6 | 1.139 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Cimentación estructural | 10 mm | 360 mm | 0.56 | 6 | 1.212 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Cimentación estructural | 10 mm | 1800 mm | 0.56 | 2 | 2.016 | kg |
| | | | | | | **Total** | **31.388** | **kg** |

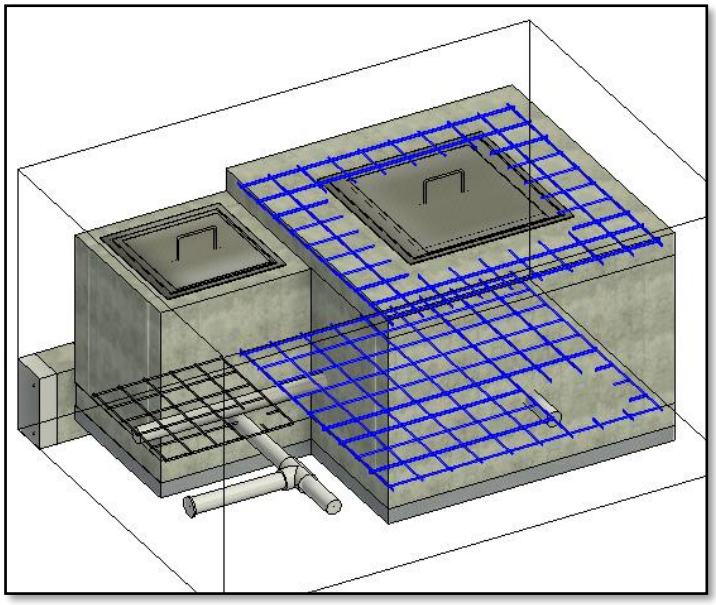


*Figura 180. Acero de losas de la caja de válvulas del reservorio*

**Concreto f'c = 210 kg/cm2**

**Tabla 112.** ***Metrado de concreto en muros de la caja de válvulas del reservorio***

| Tabla de planificación de muros de caja de válvulas | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Familia** | **Tipo** | **Longitud** | **Anchura** | **Área** | **Volumen** | |
| Muro básico | Muro 15 cm fc210 | 1.750 | 0.150 | 2 m² | 0.29 | m3 |
| Muro básico | Muro 15 cm fc210 | 1.750 | 0.150 | 2 m² | 0.26 | m3 |
| Muro básico | Muro 15 cm fc210 | 1.750 | 0.150 | 2 m² | 0.26 | m3 |
| Muro básico | Muro 15 cm fc210 | 1.750 | 0.150 | 2 m² | 0.24 | m3 |
| | | | | **Total** | **1.05** | **m3** |

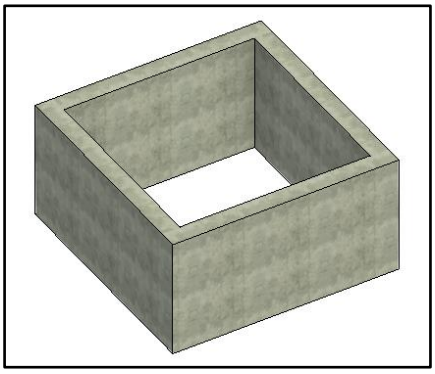


*Figura 181. Concreto en muros de la caja de válvulas del reservorio*

**Tabla 113.** ***Metrado de concreto en losas de la caja de válvulas del reservorio***

| Tabla de planificación de concreto en losa de la caja de válvulas | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Familia** | **Tipo** | **Grosor de cimentación** | **Longitud** | **Área** | **Volumen** | |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 150 mm | 0.150 | 1.900 | 3 m² | 0.5 | m³ |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 150 mm | 0.150 | 1.900 | 3 m² | 0.39 | m³ |
| | | | | **Total** | **0.89** | **m³** |

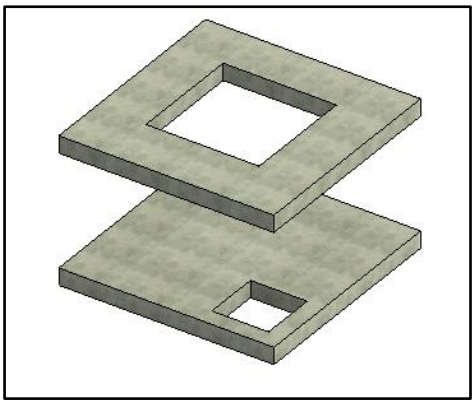


*Figura 182. Concreto en losas de la caja de válvulas del reservorio*

## Tarrajeo

### Tarrajeo en interiores y exteriores

**Tabla 114.** ***Metrado de tarrajeo en losas de la caja de válvulas del reservorio***

| Cómputo de materiales de cimentación | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Losa de cimentación 150 mm | Tarrajeo | 3.36 | m² |
| Losa de cimentación 150 mm | Tarrajeo | 3.75 | m² |
| | **Total** | **7.11** | **m²** |

**Tabla 115.** ***Metrado de tarrajeo en muros de la caja de válvulas del reservorio***

| Cómputo de materiales de muro | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Tarrajeo | 3.8 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Tarrajeo | 3.5 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Tarrajeo | 3.5 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Tarrajeo | 3.2 | m² |
| | **Total** | **14** | **m²** |

## Pintura

### Pintura esmalte en exteriores

**Tabla 116.** ***Metrado de pintura en losa de la caja de válvulas del reservorio***

| Cómputo de materiales de cimentación | | |
|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** |
| Losa de cimentación 150 mm | Pintura esmalte | 3.75 |

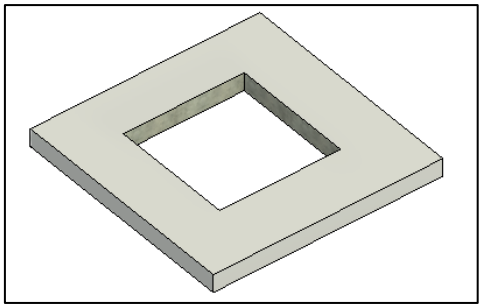


*Figura 183. Pintura en losa de la caja de válvulas del reservorio*

**Tabla 117.** ***Metrado de pintura en muros de la caja de válvulas del reservorio***

| Pintura de muros | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Pintura esmalte | 2.05 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Pintura esmalte | 1.90 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Pintura esmalte | 1.75 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Pintura esmalte | 1.60 | m² |
| | **Total** | **7.30** | **m²** |

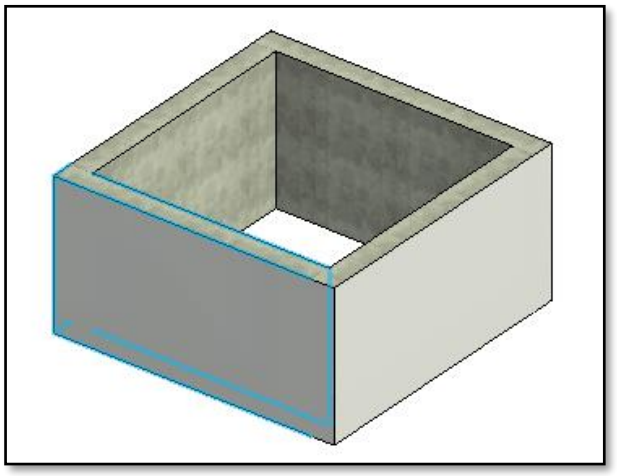


*Figura 184. Pintura en muros de la caja de válvulas del reservorio*

## Varios

### Suministro e instalación de accesorios

**Tabla 118.** ***Accesorios de la caja de válvulas del reservorio***

| |
|---|
| Válvula de compuerta bridada pesada dn 100 mm c/adaptador de brida rápida |
| Cruz bridada hd pn16 dn 100 mm |
| Canastilla pvc de descarga ø = 110 mm |
| Tapa metálica 1.00mx1.00m e = 1/8" inc. Accesorios + pintura |

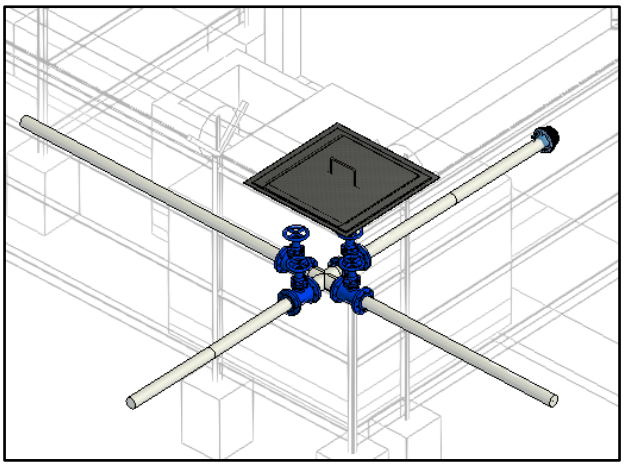


*Figura 185. Accesorios de la caja de válvulas del reservorio*

**Tabla 119.** ***Partidas de suministro del reservorio***

| **Varios** |
|---|
| Suministro e inst. de válvula de compuerta bridada pesada dn 100 mm c/adaptador de brida rápida |
| Suministro e inst. de cruz bridada hd pn16 dn 100 mm |
| Suministro e inst. de canastilla pvc de descarga ø = 110 mm |
| Suministro e inst. de tapa metálica 1.00mx1.00m e = 1/8" inc. Accesorios + pintura |

### i. Caja de válvula de limpia

#### Movimiento de tierras de la caja de limpia del reservorio

El movimiento de tierras de la caja de válvula de salida ya está incluido en el cálculo de movimiento de tierras general debido a que el Revit simplifica los metrados.

#### Obras de concreto simple

#### Solado f'c = 100 kg/cm2 e = 10 cm

**Tabla 120.** ***Metrado de solado de caja de limpia del reservorio***

| **Tabla de planificación de solados** | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Familia** | **Tipo** | **Grosor de cimentación** | **Longitud** | **Área** | **Área** | |
| Losa de cimentación | Solado 100 mm | 0.100 | 2.900 | 4 m² | 1.43 | m² |

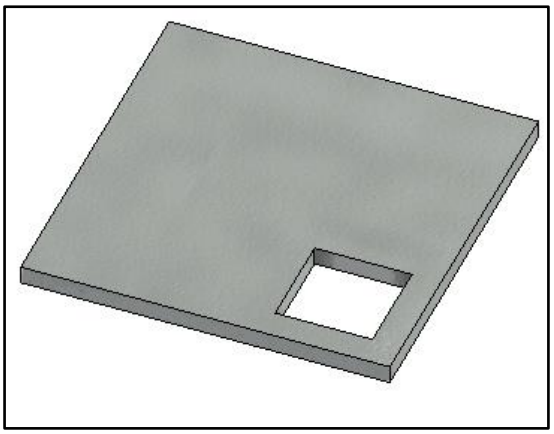


*Figura 186. Solado de caja de limpia del reservorio*

### Sumidero de piedra chancada de ½”

**Tabla 121.** ***Metrado de sumidero de piedra chancada de la caja de limpia del reservorio***

| Sumidero de piedra chancada de la caja limpia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Familia** | **Tipo** | **Grosor de cimentación** | **Longitud** | **Área** | **Volumen** | |
| Losa de cimentación | Agregado sumidero 250 mm | 0.250 | 0.500 | 0 m² | 0.01 | m³ |

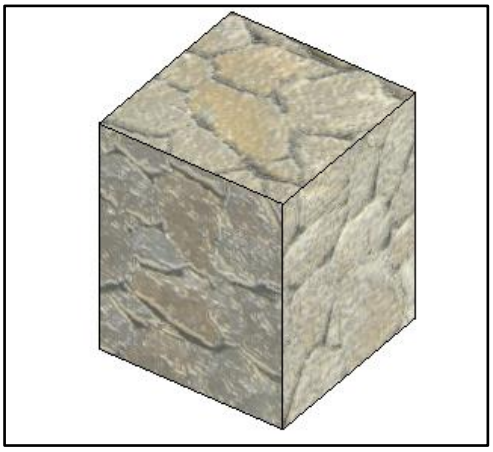


*Figura 187. Sumidero de piedra chancada de la caja de limpia del reservorio*

## Obras de concreto armado

### Encofrado y desencofrado

**Tabla 122.** ***Metrado de encofrado de muros de la cámara de limpia del reservorio***

| Encofrado de muros | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Encofrado | 2 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Encofrado | 0.85 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Encofrado | 1.7 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Encofrado | 1.4 | m² |
| | **Total** | **5.95** | **m²** |

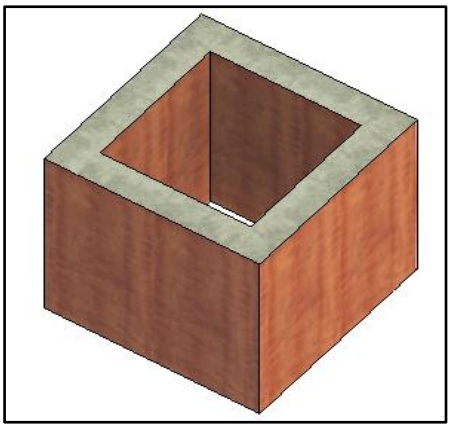


*Figura 188. Muros de la cámara de limpia del reservorio*

**Acero f'y = 4200 kg/cm2**

**Tabla 123.** ***Metrado de aceros de losa de la cámara de limpia del reservorio***

| Aceros de losas de la cámara de limpia | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Familia** | **Tipo** | **Categoría de anfitrión** | **Diámetro de barra** | **Longitud de barra** | **Peso nominal** | **Cant.** | **Peso total** | |
| Barra de armadura | #3 | Cimentación estructural | 10 mm | 850 mm | 0.56 | 4 | 1.904 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Cimentación estructural | 10 mm | 80 mm | 0.56 | 1 | 0.042 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Cimentación estructural | 10 mm | 580 mm | 0.56 | 1 | 0.322 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Cimentación estructural | 10 mm | 850 mm | 0.56 | 1 | 0.476 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Cimentación estructural | 10 mm | 850 mm | 0.56 | 1 | 0.476 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Cimentación estructural | 10 mm | 580 mm | 0.56 | 1 | 0.322 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Cimentación estructural | 10 mm | 80 mm | 0.56 | 1 | 0.042 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Cimentación estructural | 10 mm | 850 mm | 0.56 | 4 | 1.904 | kg |
| | | | | | | **Total** | **5.488** | **kg** |

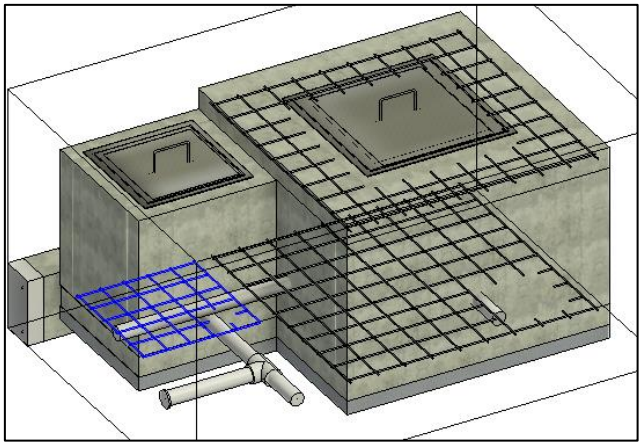


*Figura 189. Aceros de muros de la cámara de limpia del reservorio*

**Tabla 124.** ***Metrado de aceros de muros de la cámara de limpia del reservorio***

| Acero de muros de cámara de limpia | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Familia** | **Tipo** | **Categoría de anfitrión** | **Diámetro de barra** | **Longitud de barra** | **Peso nominal** | **Cant.** | **Peso total** | |
| Barra de armadura | #3 | Muro | 10 mm | 850 mm | 0.56 | 5 | 2.38 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Muro | 10 mm | 1060 mm | 0.56 | 6 | 3.57 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Muro | 10 mm | 810 mm | 0.56 | 5 | 2.27 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Muro | 10 mm | 1050 mm | 0.56 | 4 | 2.36 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Muro | 10 mm | 930 mm | 0.56 | 5 | 2.59 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Muro | 10 mm | 1050 mm | 0.56 | 6 | 3.53 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Muro | 10 mm | 850 mm | 0.56 | 5 | 2.38 | kg |
| Barra de armadura | #3 | Muro | 10 mm | 1070 mm | 0.56 | 4 | 2.38 | kg |
| | | | | | | **Total** | **21.48** | **kg** |

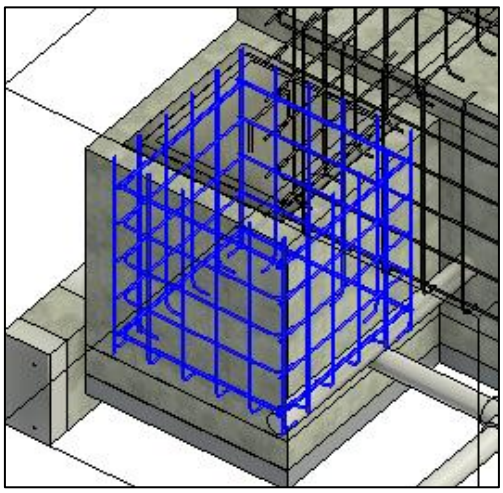


***Figura 190. Aceros de muros de la cámara de limpia del reservorio***

**Concreto f'c = 210 kg/cm2**

**Tabla 125.** ***Metrado de concreto de muros de la cámara de limpia del reservorio***

| Tabla de planificación de muros de caja de limpia | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Familia** | **Tipo** | **Longitud** | **Anchura** | **Área** | **Volumen** | |
| Muro básico | Muro 15 cm fc210 | 0.850 | 0.150 | 1 m² | 0.15 | m3 |
| Muro básico | Muro 15 cm fc210 | 0.850 | 0.150 | 1 m² | 0.13 | m3 |
| Muro básico | Muro 15 cm fc210 | 0.850 | 0.150 | 1 m² | 0.13 | m3 |
| Muro básico | Muro 15 cm fc210 | 0.850 | 0.150 | 1 m² | 0.11 | m3 |
| | | | | **Total** | **0.52** | **m3** |

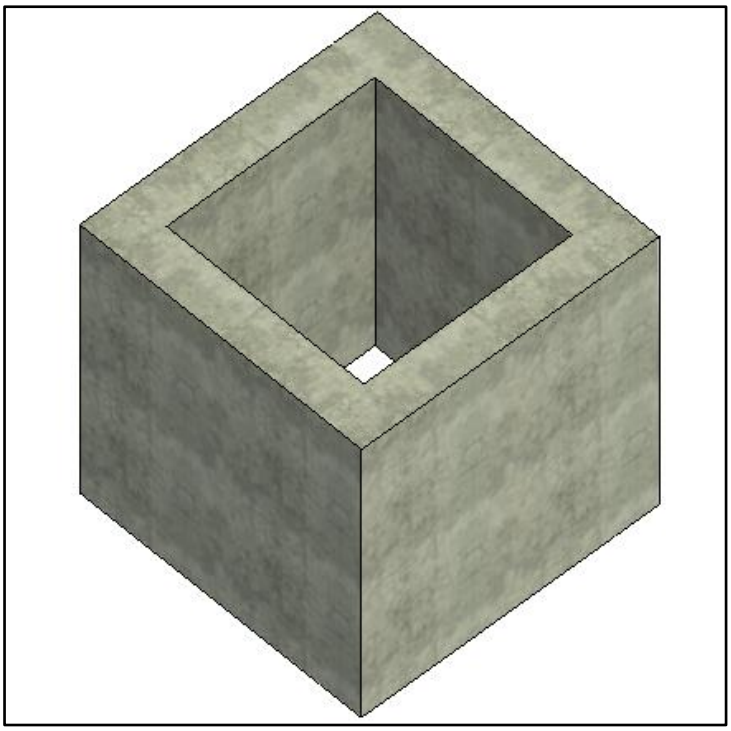


*Figura 191. Concreto de muros de la cámara de limpia del reservorio*

**Tabla 126.** ***Metrado de concreto de losa de la cámara de limpia del reservorio***

| Tabla de planificación de cimentación estructural | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Familia** | **Tipo** | **Grosor de cimentación** | **Longitud** | **Área** | **Volumen** | |
| Losa de cimentación | Losa de cimentación 150 mm | 0.150 | 1.000 | 1 m² | 0.14 | m³ |

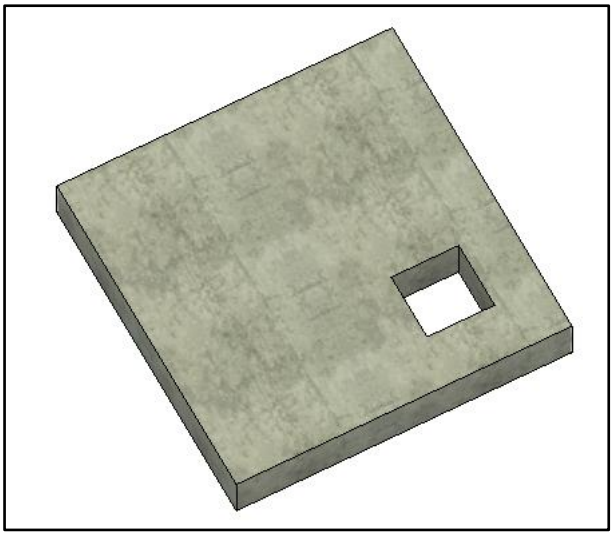


*Figura 192. Concreto de losa de la cámara de limpia del reservorio*

## Tarrajeo

### Tarrajeo en muros interiores y exteriores

**Tabla 127.** ***Metrado de tarrajeo de losa de la cámara de limpia del reservorio***

| Cómputo de materiales de cimentación | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Losa de cimentación 150 mm | Tarrajeo | 0.96 | |
| | **Total** | **0.96** | **m²** |

**Tabla 128.** ***Metrado de tarrajeo de muros de la cámara de limpia del reservorio***

| Cómputo de materiales de muro | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Tarrajeo | 2.15 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Tarrajeo | 0.98 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Tarrajeo | 1.83 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Tarrajeo | 1.51 | m² |
| | **Total** | **6.47** | **m²** |

## Pintura

### Pintura esmalte en exteriores

**Tabla 129.** ***Metrado de pintura esmalte de cámara de limpia del reservorio***

| Pintura de muros | | | |
|---|---|---|---|
| **Familia y tipo** | **Material: nombre** | **Material: área** | |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Pintura Esmalte | 1.15 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Pintura Esmalte | 0.13 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Pintura Esmalte | 0.98 | m² |
| Muro básico: Muro 15 cm fc210 | Pintura Esmalte | 0.81 | m² |
| | **Total** | **3.07** | **m²** |

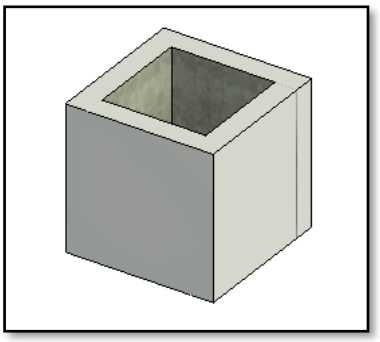


***Figura 193. Pintura esmalte de cámara de limpia del reservorio***

## Varios

### Suministro e instalación de accesorios

**Tabla 130.** ***Accesorios de la caja de válvulas del reservorio***

| **Varios** |
|---|
| Válvula de compuerta bridada pesada dn 100 mm c/adaptador de brida rápida |
| Codo hdpe dn 110mm x 90° |
| Tee hdpe dn 110 mm |
| Tubería hdpe ø 110mm pn-10 |
| Tapa metálica 0.70 x 0.70m marco de metal |
| Baranda metálica en reservorio h = 1.20 m + pintura |

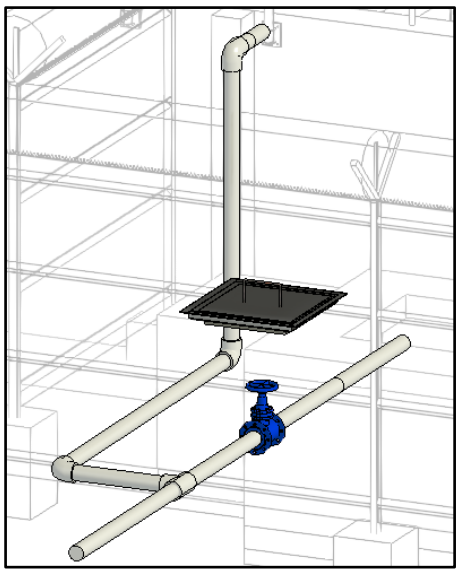


***Figura 194. Accesorios de la caja de válvulas del reservorio***

**Tabla 131.** ***Partidas de suministro de la caja de válvulas del reservorio***

| **Varios** |
|---|
| Suministro e inst. de válvula de compuerta bridada pesada dn 100 mm c/adaptador de brida rápida |
| Suministro e instalación de codo hdpe dn 110mm x 90° |
| Suministro e instalación de tee hdpe dn 110 mm |
| Suministro e instalación de tubería hdpe ø 110mm pn-10 |
| Suministro e instalación de tapa metálica 0.70 x 0.70m marco de metal |
| Cerco perimétrico |
| Cerco perimétrico de tubo acero inoxidable |
| Suministro e inst. de baranda metálica en reservorio h = 1.20 m + pintura |

Los metrados se organizaron por las obras hidráulicas en función a cada una de las partidas consideradas por el expediente técnico para realizar un análisis de sus variaciones y la influencia de la metodología BIM en el método tradicional.

## 4.4. Análisis de metrados BIM y tradicional

Para el análisis de los resultados compararemos los resúmenes de metrados obtenidos del expediente técnico y los obtenidos con el Revit para indicar las variaciones sus posibles causas y consecuencias de su uso en campo.

### 4.4.1. Variaciones de metrado captación

A continuación, se indica el resumen de metrados del expediente técnico de la captación.

**Tabla 132.** ***Resumen de metrado de la captación del expediente técnico (método tradicional)***

| Captación tipo barraje | | M. tradicional | M. BIM |
|---|---|---|---|
| Obras preliminares | | | |
| Encausamiento del curso de agua | ml | 8.12 | 8.12 |
| Trabajos preliminares | | | |
| Limpieza de terreno manual | m2 | 26.33 | 26.33 |
| Trazo, nivelación y replanteo | m2 | 26.33 | 26.33 |
| Movimiento de tierras | | | |
| Acarreo y eliminación de mat. excedente dmáx = 30 m | m3 | 13.25 | 19.73 |
| Obras de concreto simple | | | |
| Solado f'c = 100 kg/cm2, e = 10 cm | m2 | 26.22 | 23.48 |
| Pircado de piedra grande con f'c 175kg/cm2 e = 0.2 m | m3 | 1.46 | 1.65 |
| Encofrado y desencofrado | m2 | 1.66 | 1.54 |
| Sumidero de piedra chancada de 1/2" | m3 | 0.01 | 0.01 |
| Dados de concreto f`c = 140 kg/cm2 | m3 | 0.04 | 0.05 |
| Obras de concreto armado | | | |
| Concreto f'c = 210 kg/cm2 | m3 | 13.06 | 9.61 |
| Encofrado y desencofrado | m2 | 64.15 | 78.07 |
| Acero f'y = 4200 kg/cm2 | kg | 712.01 | 580.46 |
| Revestimiento | | | |
| Tarrajeo c/impermeabilizante de muros | m2 | 65.85 | 71.17 |
| Pintura | | | |
| Pintura esmalte en exteriores | m2 | 16.09 | 23.68 |
| Pintura esmalte p/tapa metálica | m2 | 2.31 | 2.31 |
| Suministro e instalación de válvulas y accesorios en captación | | | |
| Suministro e inst. de válvulas y accesorios en captación | glb | 1.00 | 1.00 |
| Carpintería metálica | | | |
| Suministro e instalación de tapa metálica 1.3 x1.5m c/marco de metal | und. | 1.00 | 1.00 |
| Suministro e instalación de tapa metálica 0.6 x 0.6m c/marco de metal | und. | 1.00 | 1.00 |
| Suministro e instalación de compuerta plancha de acero 1.4 x 0.5m, e = 1/4 | und. | 1.00 | 1.00 |
| Suministro e instalación de rejillas | und. | 1.00 | 1.00 |
| Varios | | | |
| Suministro e instalación de junta water stop de 9" x3/4" x 5.5mm | ml | 14.46 | 20.92 |
| Prueba hidráulica de estanquedad en estructura | glb | 1.00 | 1.00 |

Fuente: Expediente técnico

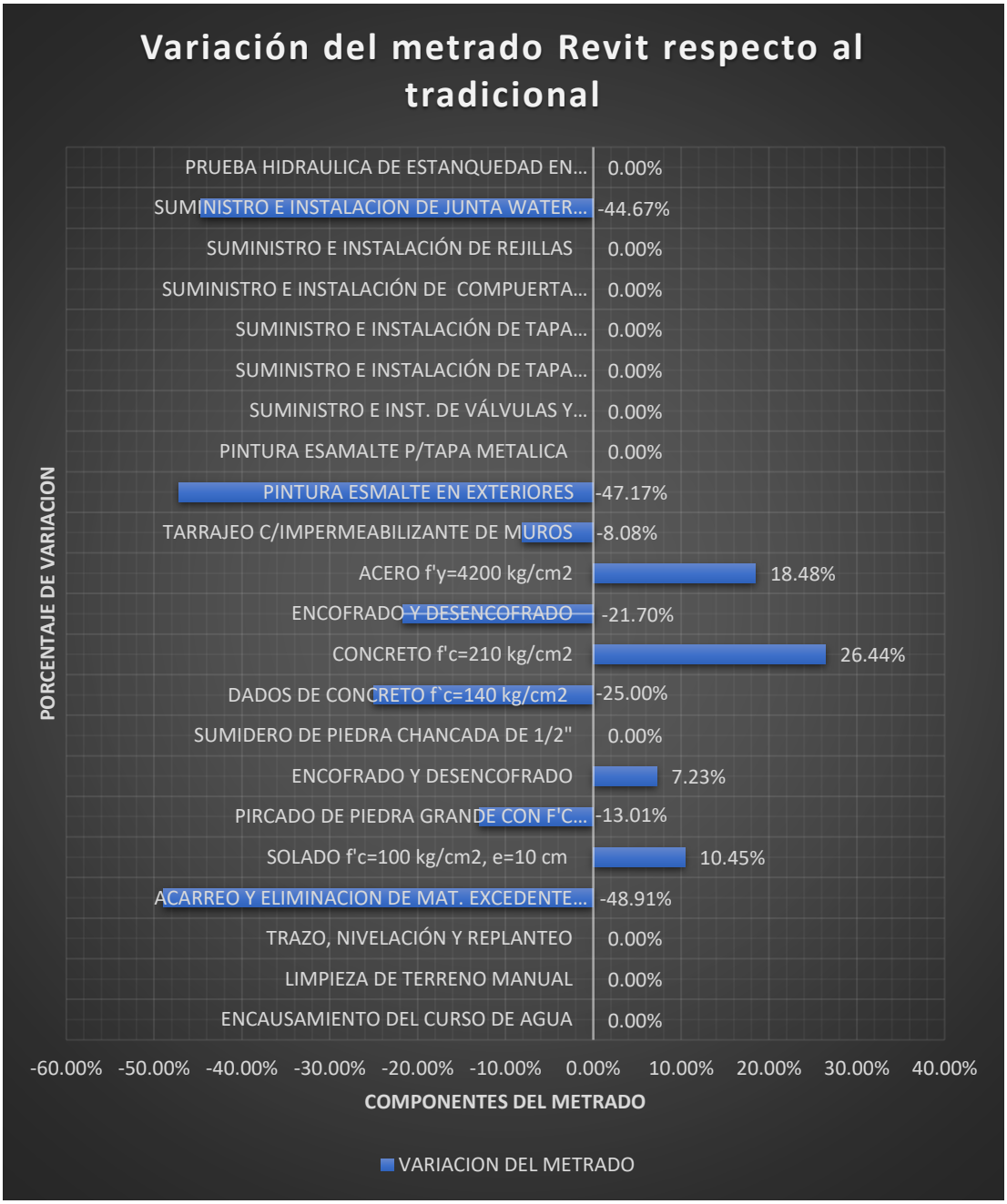



***Figura 195. Variación del metrado Revit respecto al tradicional de la captación***

Según la figura 195 de variación del metrado tradicional V/s metrado Revit de la captación que indica los porcentajes que aumentan y reducen por partida de los cuales analizaremos dicha variación.

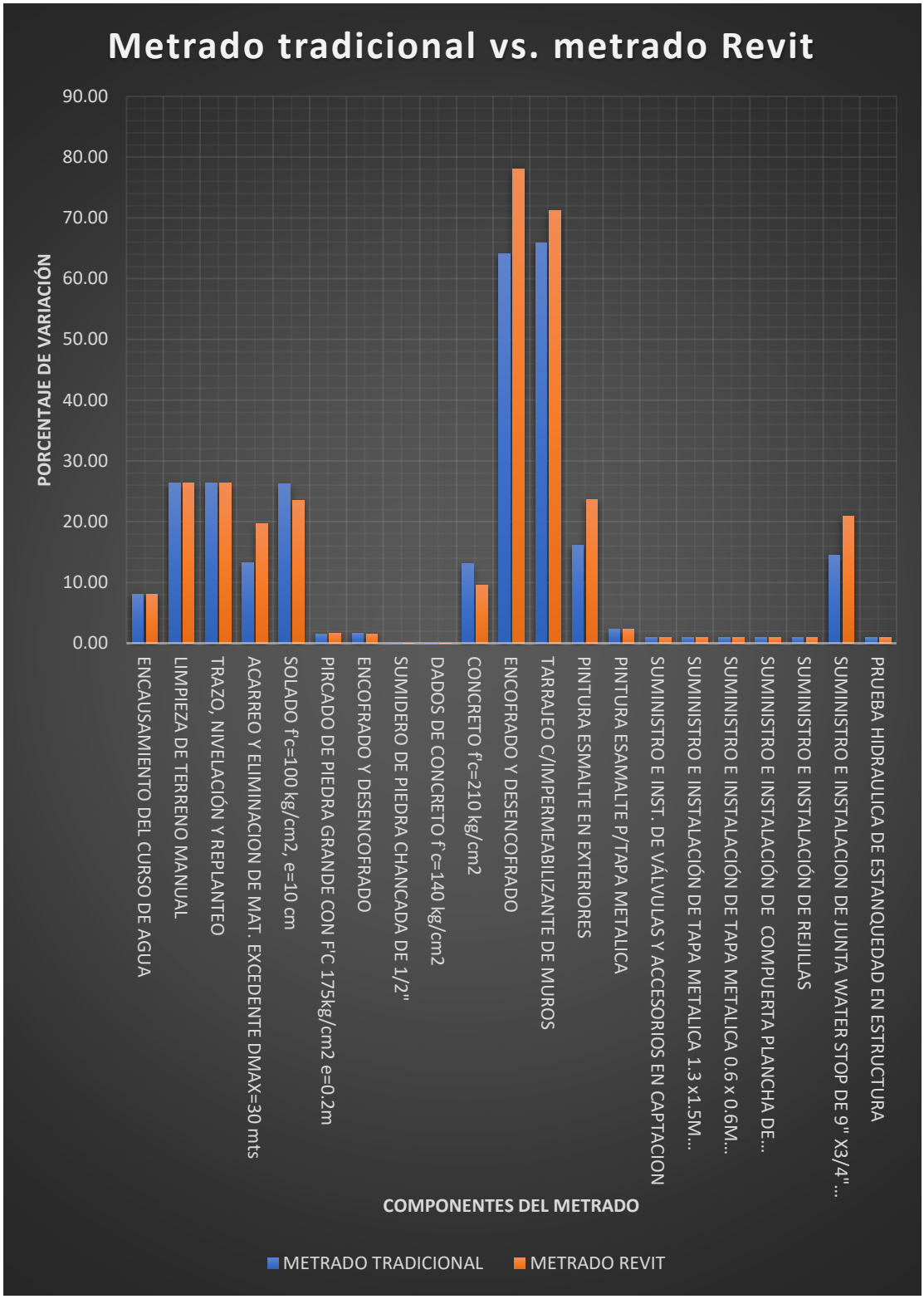



***Figura 196. Barras de metrado tradicional vs. Revit de la captación***

La figura 196 muestra el total de metrado por partida de ambas metodologías donde es fácil reconocer las partidas que tienen variaciones considerables para analizar y ayuden a indicar si la metodología aplicada presenta los beneficios indicas en las hipótesis.

**Movimiento de tierras**

**Acarreo y eliminación de mat. excedente dmáx = 30 m**

Esta partida indica el resultado del corte y relleno del movimiento de tierras que se dará, importante porque si el volumen de corte es superior con este caso se tendrá que mover el material excedente y esto implica un costo que afectará el presupuesto final.

GRAFICA 1

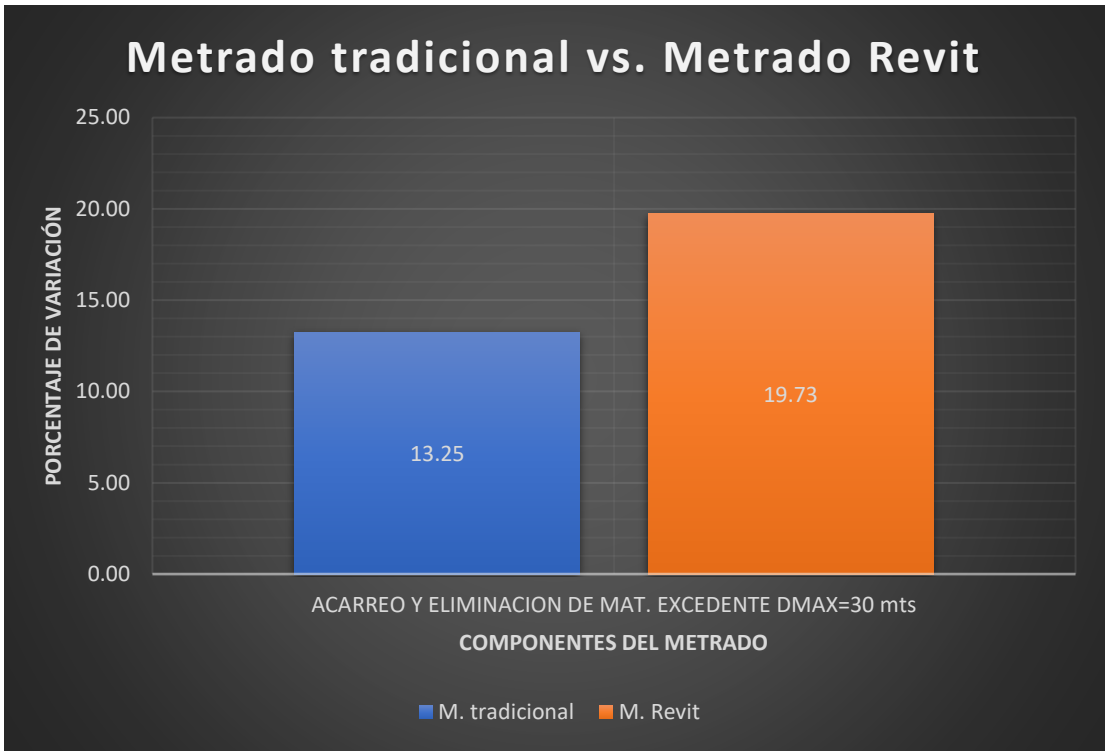



***Figura 197. Variación metrado tradicional vs. Revit (movimiento de tierras – captación)***

En la figura 197 se puede evidenciar que el valor del metrado Revit es superior al que se obtuvo en el expediente técnico con el método tradicional

**Tabla 133.** ***Partida de movimiento de tierras del exp. técnico (captación)***

| Partida | Descripción | Unid. | Veces | Long. | Ancho | Altura | Subtotal | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 02.03 | Movimiento de tierras | | | | | | | |
| 02.03.01 | Excavación manual en terreno saturado | m3 | | | | | | 11.41 |
| | Zona de pircado ingreso | | 1 | área | 2.07 | 0.30 | 0.62 | |
| | Zona de ingreso | | 1 | 2.20 | 1.50 | 0.30 | 0.99 | |
| | Zona de salida | | 1 | 2.84 | 1.50 | 0.30 | 0.45 | |
| | Zona de pircado salida | | 1 | área | 2.07 | 0.30 | 0.62 | |
| | Zona de pircado salida 3 peldaños | | 3 | 2.65 | 0.40 | 0.30 | 0.95 | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Cimientos en muros de encausamiento | | 2 | 7.59 | 0.40 | 1.00 | 6.07 | |
| | Cámara Húmeda | | 1 | 1.55 | 1.75 | 0.25 | 0.68 | |
| | Cámara Seca | | 1 | 1.55 | 1.90 | 0.35 | 1.03 | |
| 02.03.02 | Relleno con material propio seleccionado | m3 | | | | | | 0.44 |
| | Muro de encausamiento ingreso | | 2 | 3.25 | 0.10 | 0.20 | 0.13 | |
| | Muro de encausamiento salida | | 2 | 3.89 | 0.10 | 0.40 | 0.31 | |
| 02.03.03 | Acarreo y eliminación de mat. excedente dmáx = 30 m | m3 | | | | | | 13.25 |
| | Excavación - esponjamiento 20 % | | | 1.20 | Volumen | 13.69 | | |
| | Relleno | | | | Volumen | 0.44 | | |
| | | | | | Volumen | 13.25 | 13.25 | |

Fuente: Expediente técnico

La tabla 133 muestra los cálculos realizados para la partida de movimiento de tierras de la captación del expediente técnico donde para el corte calcula el volumen de los elementos que serán enterrados como solados y cimentaciones de las diferentes áreas de la captación incrementándolo en un 20 % por su factor de esponjamiento obteniendo un valor de 13.69 m³, a su vez para el relleno solo considera una capa de 0.1m de ancho x 0.2 m de alto a lo largo de los muros obteniendo un valor de 0.44 m³ por lo tanto resultando en 13.25 m³ de movimiento de tierras

De los resultados del metrado tradicional se puede concluir en que solo se consideró el corte para los cimientos de la obra de arte es decir en un escenario donde el terreno sea plano y no accidentado sin embargo este dato es poco acertado debido a que el terreno es donde se ejecutara es accidentado y de geometría irregular.

Por otro lado, Revit ofrece la herramienta de importar el terreno como un sólido topográfico en función a las curvas de nivel obtenidas con el levantamiento topográfico dándonos un terreno más acorde a la realidad donde los cálculos de movimientos de tierra serán más exactos, además de la herramienta de georreferenciación que ubicara la estructura en el punto exacto planteado en los planos de referencia.

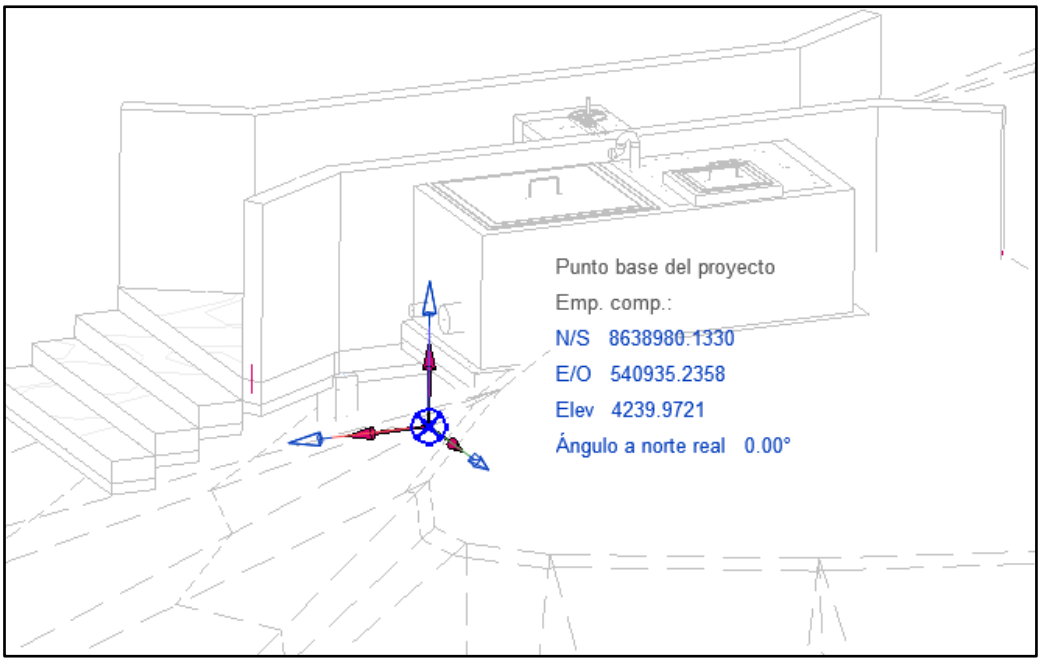



*Figura 198. Captación georreferenciada*

Como dato adicional se puede indicar que en Revit se puede permitir cambiar el punto de referencia para buscar alguno que sea más conveniente en función al criterio del especialista sea para evitar obtener movimientos de tierras grandes o proporcionar mayor estabilidad a la estructura por lo que además de mostrar más información propone mayores alcances para su planificación.

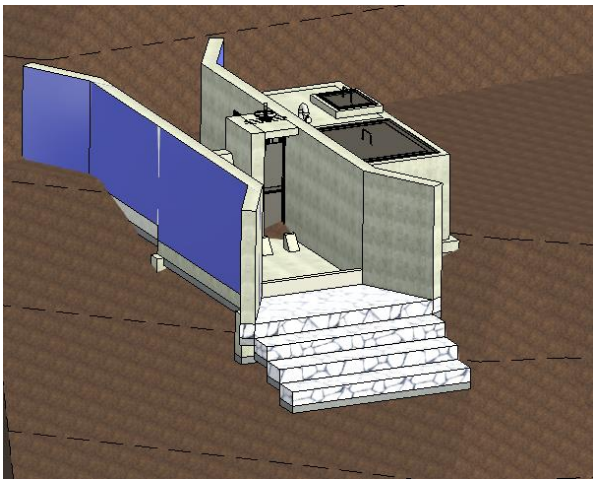


*Figura 199. Sólido topográfico existente*

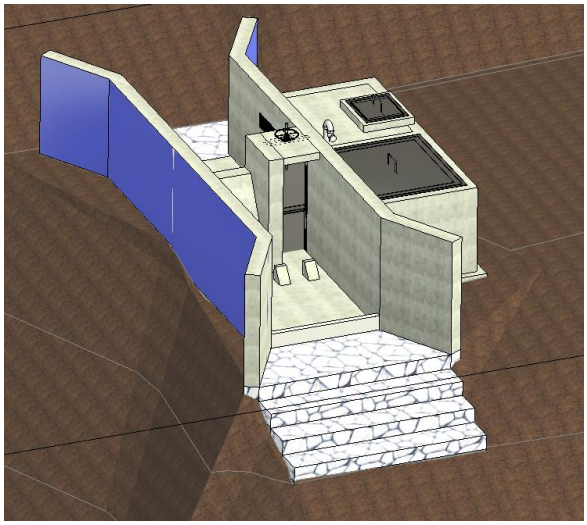


***Figura 200. Sólido topográfico con movimiento de tierras***

En Revit tras importar el sólido topográfico este calculara el relleno y corte necesario en función a las características del terreno accidentado por lo que su resultado es uno más acorde a la realidad. Por lo que se puede concluir que la diferencia indicada en la figura 3 se debió a la falta de consideración de un terreno accidentado más realista en campo de parte del consultor por la poca información que ofrece la metodología tradicional.

**Obras de concreto simple**

**Solado f'c = 100 kg/cm2, e = 10 cm**

Esta partida indica el resultado del área total de solado considerado para la captación del proyecto.

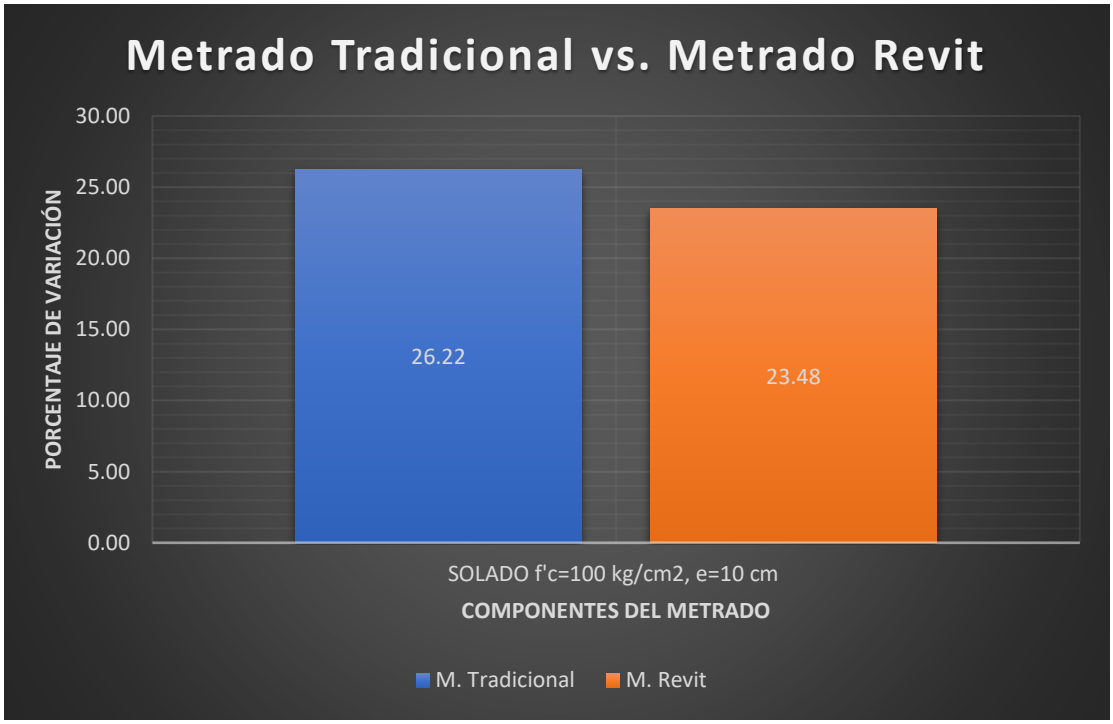



***Figura 201. Variación metrado tradicional vs. Revit (solado – captación)***

En la figura 201 se puede evidenciar que el valor del metrado Revit es inferior al que se obtuvo en el expediente técnico con el método tradicional

**Tabla 134.** ***Metrado de solado del exp. técnico (captación)***

| Partida | Descripción | Unid. | Veces | Long. | Ancho | Altura | Subtotal | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 02.04 | Obras de concreto simple | | | | | | | |
| 02.04.01 | Solado f'c = 100 kg/cm2, e = 10 cm | m2 | | | | | | 26.22 |
| | Base en zona de pircado de piedra ingreso | | 1 | área | 2.07 | | 2.07 | |
| | Base en zona de encauzamiento | | 1 | área | 3.30 | | 3.30 | |
| | | | 1 | área | 4.26 | | 4.26 | |
| | Base en zona de pircado de piedra salida | | 1 | área | 2.07 | | 2.07 | |
| | Base en zona de pircado de piedra salida 3 peldaños | | 3 | 2.65 | 0.40 | | 3.18 | |
| | Base de cimiento en muro de encausamiento | | 2 | área | 0.40 | 7.10 | 5.68 | |
| | Cámara húmeda | | 1 | área | 2.95 | | 2.95 | |
| | Cámara seca | | 1 | área | 2.71 | | 2.71 | |

Fuente: Expediente técnico

La tabla 134 muestra los cálculos realizados para la partida de solado de la captación del expediente técnico donde se indica por zonas donde se colocarán los solados con sus respectivas áreas sin embargo tras analizar la tabla se encontró una zona que no se modelo porque no se detalló en los planos de referencia.

**Tabla 135.** ***Zonas del solado - captación***

| Descripción | Subtotal | Símbolo |
|---|---|---|
| Base en zona de pircado de piedra ingreso | 2.07 | 1 |
| Base en zona de encauzamiento | 3.30 | 2 |
| | 4.26 | 3 |
| Base en zona de pircado de piedra salida | 2.07 | 4 |
| Base en zona de pircado de piedra salida 3 peldaños | 3.18 | 5 |
| Base de cimiento en muro de encausamiento | 5.68 | 6 |
| Cámara húmeda | 2.95 | 7 |
| Cámara seca | 2.71 | 8 |

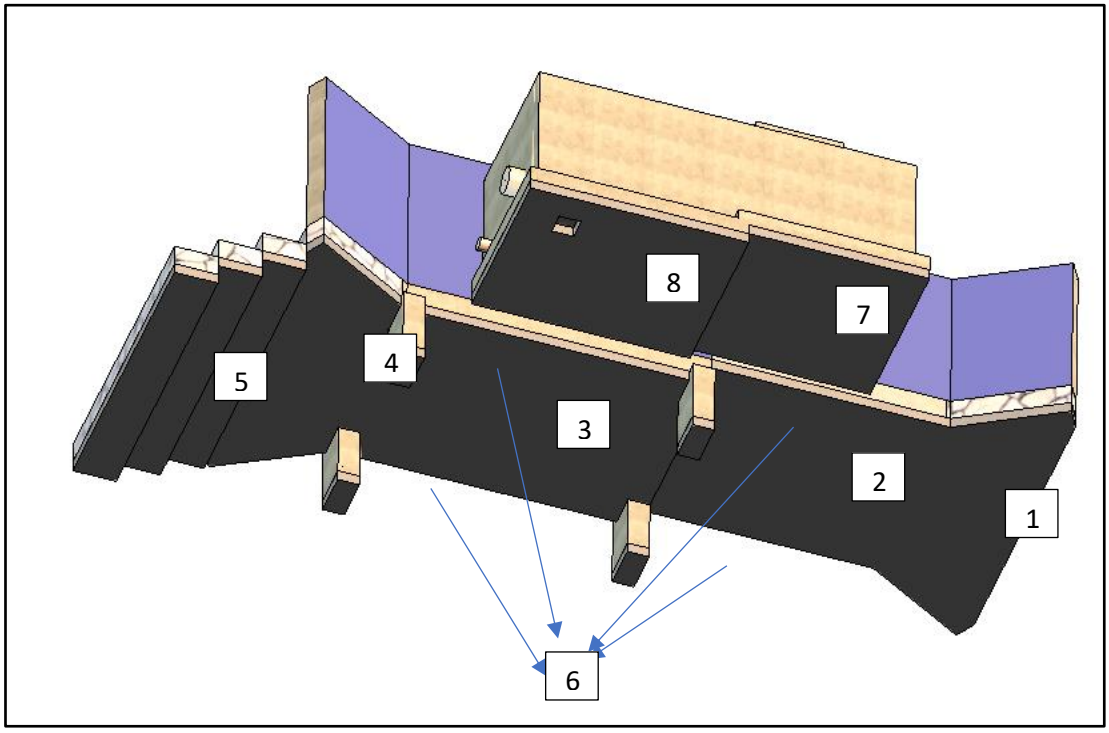



***Figura 202. Zonas de solado - captación***

La tabla 135 y la figura 202 ayudan a reconocer las partes metradas en función al expediente técnico sin embargo existe una incompatibilidad en el metrado del ítem «6» ya que indica un ancho reconocible de 0.4m, pero un largo no reconocible de 7.1m por lo que se interpreta que debería de existir un cimiento corrido a lo largo de todos los muros de encauzamiento, pero este no existe en el modelo porque no hubo detalle alguno de este en los planos de planificación CAD.

De esta observación se puede concluir que el consultor considero un cimiento corrido a lo largo de los muros de encauzamiento, pero no lo detallo en sus planos correctamente que provocaría una falta de información en la comunicación del proyecto y el proceso constructivo se realizaría de manera diferente a la planificada. Detectar estos detalles mínimos en el proceso

de planificación ayudaría al consultor a elaborar un mejor metrado optando por la solución que convenga en función a su experiencia.

**Pircado de piedra grande con F'C 175kg/cm2 e = 0.2 m**

Esta partida indica el resultado del volumen total de pircado de piedra grande considerado para la captación del proyecto.

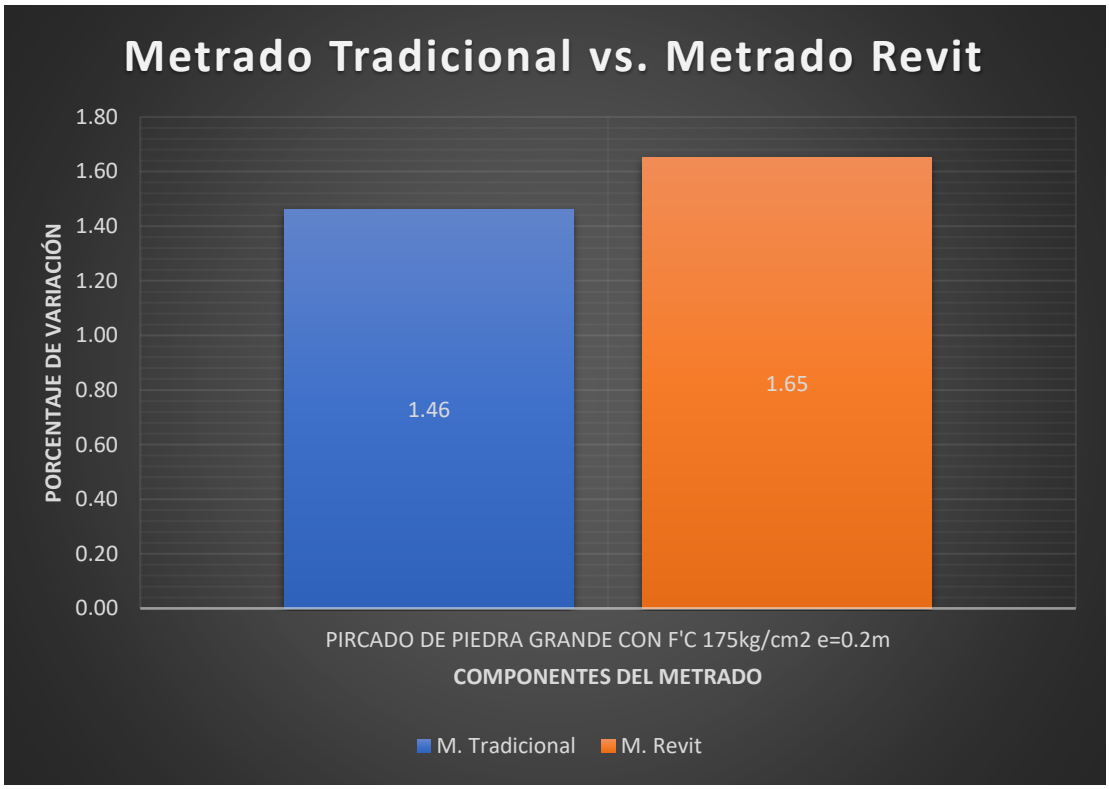



***Figura 203. Variación metrado tradicional vs. Revit (pircado de piedra – captación)***

En la figura 203 se puede evidenciar que el valor del metrado Revit es inferior al que se obtuvo en el expediente técnico con el método tradicional

**Tabla 136.** ***Metrado de pircado de piedra del exp. técnico (captación)***

| Partida | Descripción | Unid. | Veces | Long. | Ancho | Altura | Subtotal | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 02.04.02 | Pircado de piedra grande con F'C 175kg/cm2 e = 0.2 m | m3 | | | | | | 1.46 |
| | Ingreso de encausamiento | | 1 | 2.07 | área | 0.20 | 0.41 | |
| | Salida de encausamiento | | 1 | 2.07 | área | 0.20 | 0.41 | |
| | Salida de encausamiento 3 peldaños | | 3 | 2.65 | 0.40 | 0.20 | 0.64 | |

Fuente: Expediente técnico

La tabla 136 muestra los cálculos realizados para la partida de Pircado de piedra de la captación del expediente técnico donde se indica por zonas donde se colocarán los pircados de piedra con sus respectivas áreas sin embargo tras analizar la tabla se encontró que el área de la zona de ingreso de 2.07 m² considerada por el consultor es diferente al modelado.

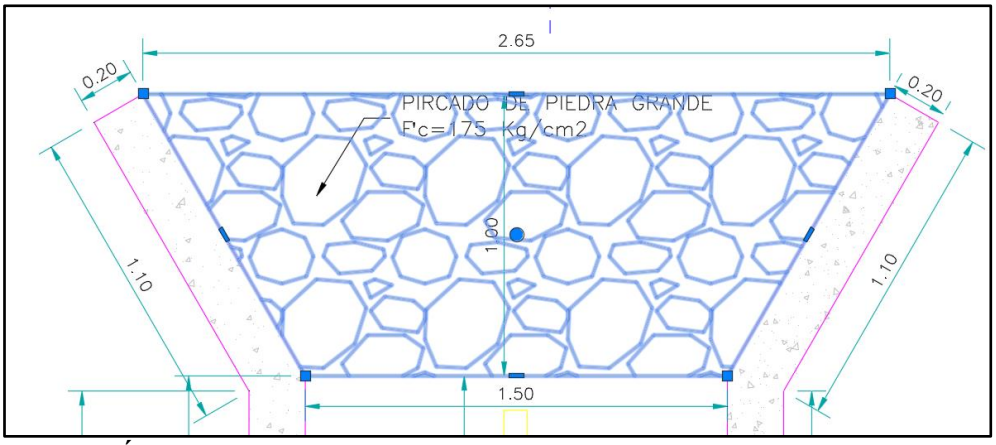



***Figura 204. Área considerada por el consultor para le metrado de la piedra pircada (captación)***

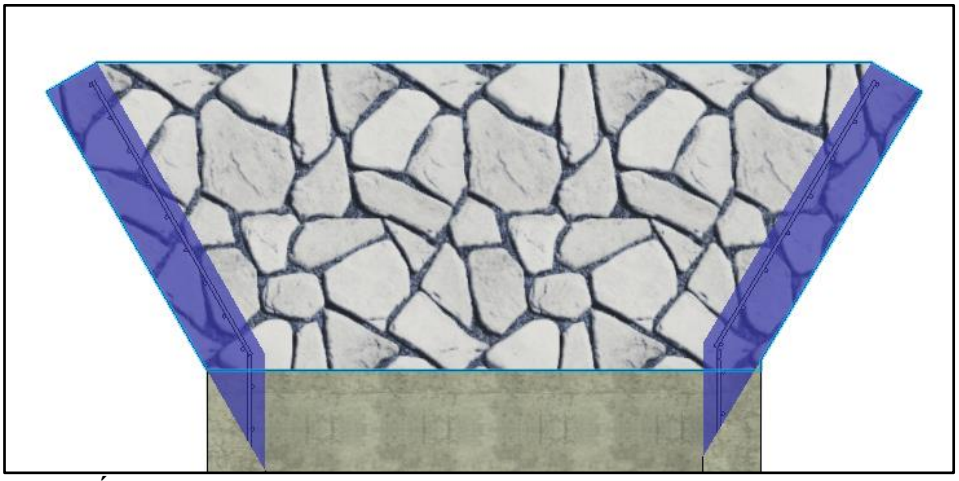


***Figura 205. Área considerada por el modelador para el metrado de la piedra pircada (captación)***

La diferencia de metrado indicada en la figura 205 se debe a la diferencia de áreas consideradas por lo que el consultor indicaría cual es la información correcta de la observación provocada nuevamente por las limitaciones de detalle del CAD.

**Encofrado y desencofrado**

Esta partida indica el resultado del área total de encofrado considerado para la captación del proyecto.

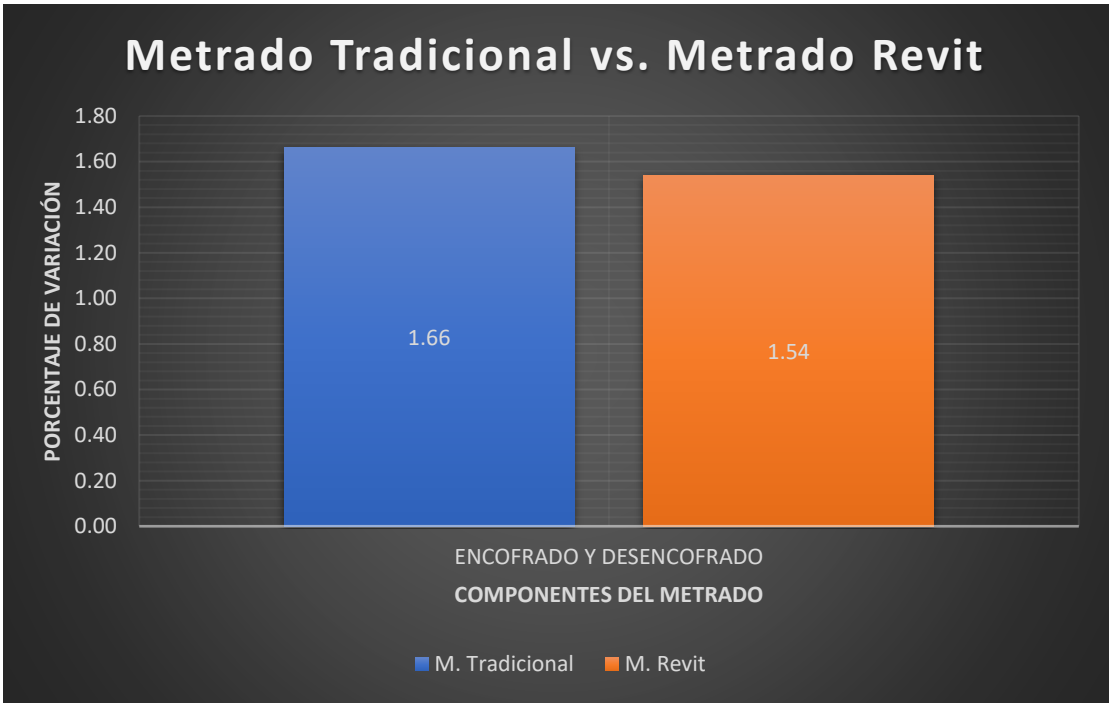



***Figura 206. Variación metrado tradicional vs. Revit (encofrado – captación)***

En la figura 206 se puede evidenciar que el valor del metrado Revit es inferior al que se obtuvo en el expediente técnico con el método tradicional.

**Tabla 137.** ***Metrado de encofrado del exp. técnico (captación)***

| Partida | Descripción | Unid. | Veces | Long. | Ancho | Altura | Subtotal | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 02.04.03 | Encofrado y desencofrado | m2 | | | | | | 1.66 |
| | Entrada de Encauzamiento | | 1 | 2.65 | | 0.20 | 0.53 | |
| | | | 1 | 1.50 | | 0.20 | 0.30 | |
| | Salida de Encauzamiento | | 1 | 2.65 | | 0.20 | 0.53 | |
| | | | 1 | 1.50 | | 0.20 | 0.30 | |

Fuente: Expediente técnico

La tabla 137 muestra los cálculos realizados para el metrado del encofrado de la captación del expediente técnico donde se indica que solo se metro ciertos tramos de la zona de entrada y salida de encauzamiento sin embargo en el proceso constructivo la zona de pircado de piedra se entierra y no será necesario el encofrado, por otro lado los dados de concreto que soportaran las válvulas si necesitaran un encofrado además del cimiento de las cámaras seca y húmeda que no serán enterradas por completo.

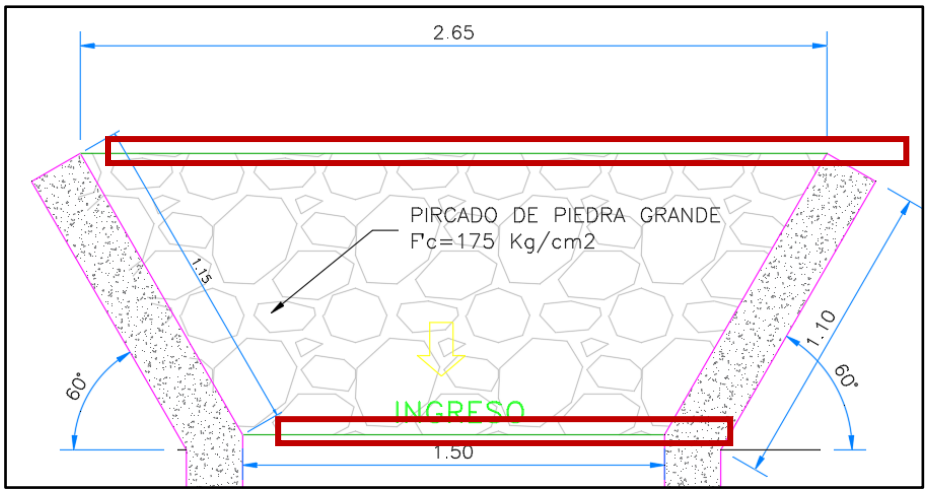



*Figura 207. Metrado de encofrado según plano CAD*

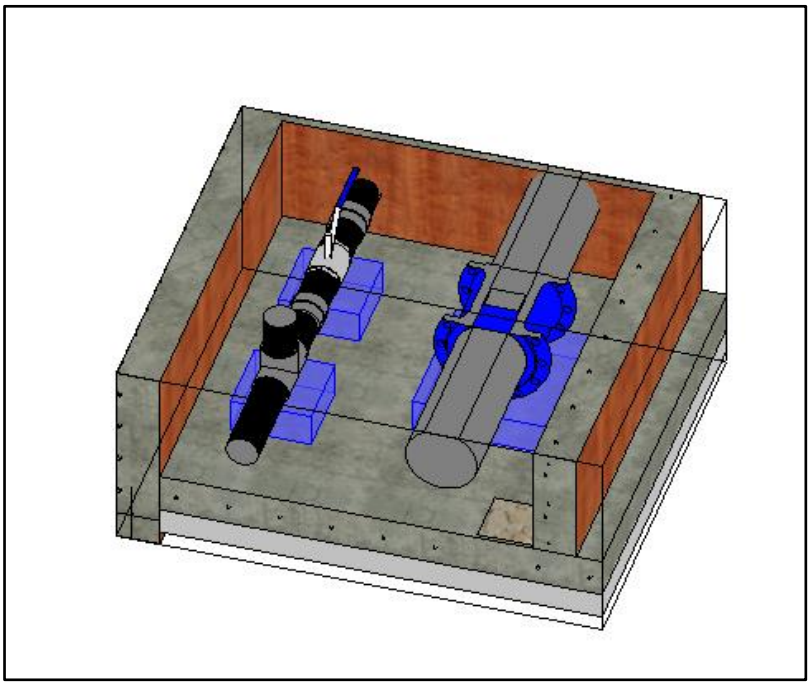


*Figura 208. Metrado de encofrado según isométrico Revit*

Las partes que van a enterradas no necesitan de un encofrado sin embargo reconocer estos elementos en un plano 2D puede ser complicado a diferencia de usar un isométrico 3D.

## Obras de concreto armado

### Concreto f'c = 210 kg/cm2

Esta partida indica el resultado del volumen total de concreto considerado para la captación del proyecto.

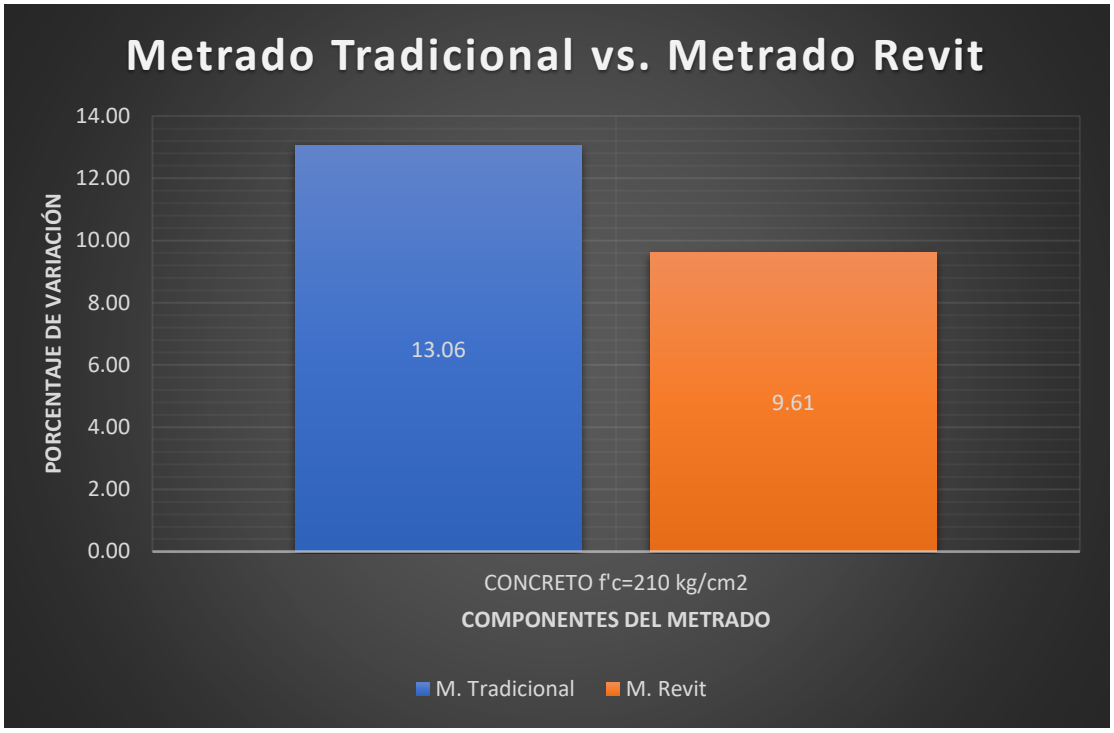



***Figura 209. Variación metrado tradicional vs. Revit (concreto – captación)***

En la figura 209 se puede evidenciar que el valor del metrado Revit es inferior al que se obtuvo en el expediente técnico con el método tradicional.

***Tabla 138.*** **Metrado de concreto del exp. técnico (captación)**

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **02.05** | **Obras de concreto armado** | | | | | | |
| **02.05.01** | **Concreto f'c = 210 kg/cm$^2$** | **m3** | | | | | **13.06** |
| | **Muro de encausamiento** | | | | | | |
| | Muro de canal de desvío zona de ingreso (derecha e izquierda) | 2 | 3.35 | 0.20 | 1.55 | 2.08 | |
| | Cimiento de muro de canal de desvío zona de ingreso | 2 | 3.35 | 0.40 | 0.70 | 1.88 | |
| | Base en zona de ingreso | 1 | 2.20 | 1.50 | 0.20 | 0.66 | |
| | Muro de canal de desvío zona de salida (derecha e izquierda) | 2 | 3.99 | 0.20 | 1.75 | 2.79 | |
| | Cimiento de canal de desvío zona de salida | 2 | 3.99 | 0.40 | 0.50 | 1.60 | |
| | Base en zona de salida | 1 | 2.04 | 1.50 | 0.20 | 0.61 | |
| | | 1 | 0.80 | 0.50 | 0.20 | 0.08 | |
| | Muro de separación (al lado del muro barraje) | 1 | 0.80 | 0.20 | 1.15 | 0.18 | |
| | Techo en ubicación de compuerta de cierre tipo cuchilla | 1 | 0.80 | 0.50 | 0.10 | 0.04 | |
| | **Muro barraje** | | Área CAD | | | | |
| | Muro barraje incluido su base | 1 | 0.82 | 0.80 | | 0.66 | |
| | Bloque de canal de descarga | 3 | 0.01 | 0.15 | | - | |
| | Dientes amortiguadores | 4 | 0.03 | 0.20 | | 0.02 | |
| | Umbral terminal | 1 | 0.04 | 1.50 | | 0.06 | |
| | Umbral terminal cimiento | 1 | 0.40 | 0.20 | 1.50 | 0.12 | |

| Cámara húmeda y seca | | Área CAD | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Muro de cámara seca | 1 | 1.45 | 0.15 | 1.20 | 0.26 |
| | 1 | 1.50 | 0.15 | 1.20 | 0.27 |
| Base cámara seca | 1 | 2.39 | | 0.15 | 0.36 |
| Muro de cámara húmeda | 1 | 1.45 | 0.15 | 1.10 | 0.24 |
| | 1 | 1.50 | 0.15 | 1.10 | 0.25 |
| Muro intermedio entre cámara húmeda y seca | 1 | 1.45 | 0.15 | 1.35 | 0.29 |
| Base cámara húmeda | 1 | 2.39 | | 0.15 | 0.36 |
| Techo de cámara húmeda | 1 | 1.59 | | 0.10 | 0.16 |
| En bordes de la cámara húmeda y seca | 1 | 1.55 | 0.10 | 0.15 | 0.02 |
| | 1 | 3.45 | 0.10 | 0.15 | 0.05 |
| | 1 | 1.55 | 0.10 | 0.15 | 0.02 |

Fuente: Expediente técnico

La tabla 138 muestra los cálculos realizados para el metrado de concreto de la captación del expediente técnico donde se indica por zonas donde se colocarán el concreto con sus respectivos volúmenes.

La variación del metrado del concreto indicada en la figura 7 se puede justificar con la observación ya hecha en la figura 209 donde debido a la falta de detalle de los planos CAD el modelamiento se consideró el cimiento del muro de desvío de la zona de ingreso y salida.

**Acero f'y = 4200 kg/cm2**

Esta partida indica el resultado del peso total en kg de acero considerado para la captación del proyecto.

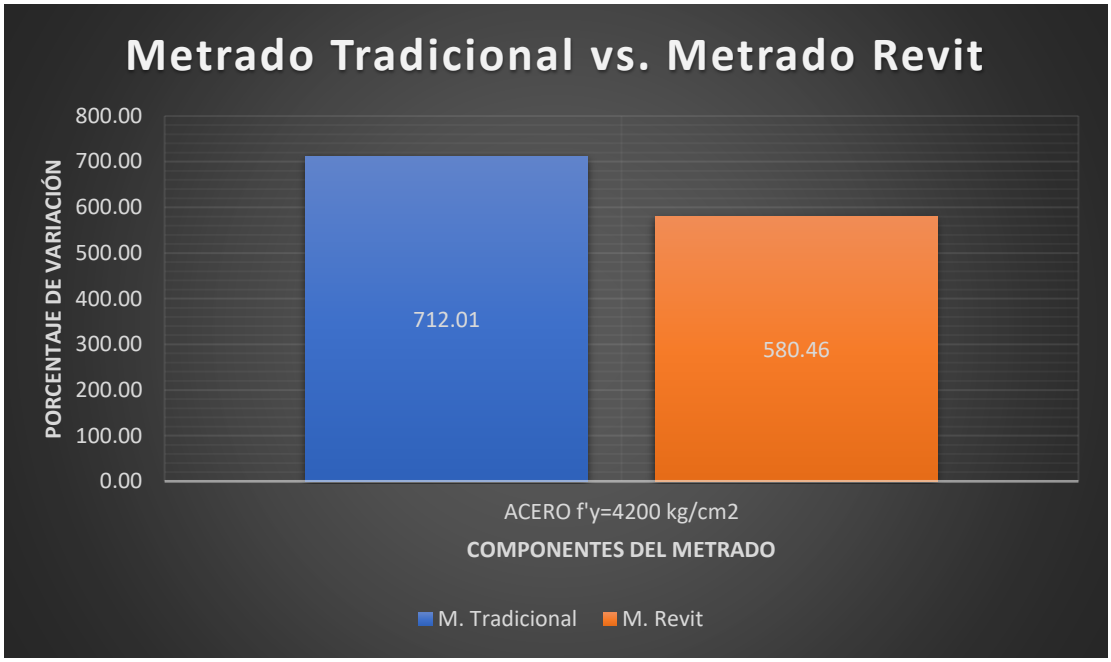



***Figura 210. Variación metrado tradicional vs. Revit (acero – captación)***

En la figura 210 se puede evidenciar que el valor del metrado Revit es inferior al que se obtuvo en el expediente técnico con el método tradicional.

**Tabla 139.** ***Metrado de acero del exp. técnico (captación)***

| Partida | Descripción | Veces | Long. | Ancho | Altura | Subtotal | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **02.05.03** | **Acero f'y = 4200 kg/cm²** | **Ø** | **N.º varillas** | **Long.** | **kg/m** | | **712.01** |
| | **Muros de encausamiento** | | | | | | |
| | Muros de entrada parte izquierda incluido cimiento | | | | | | |
| | Verticales (Ø 1/2 @ 0.2 m) | 1/2 " | 48.00 | 2.55 | 0.99 | 121.67 | |
| | Horizontales (Ø 1/2" @ 0,2 m) | 1/2 " | 14.00 | 7.20 | 0.99 | 100.20 | |
| | Muros de entrada parte derecha incluido cimiento | | | | | | |
| | Verticales (Ø 1/2" @ 0,2 m) | 1/2 " | 48.00 | 2.55 | 0.99 | 121.67 | |
| | Horizontales (Ø 1/2" @ 0,2 m) | 1/2 " | 14.00 | 7.20 | 0.99 | 100.20 | |
| | **Losa base de captación** | | | | | | |
| | Zona de ingreso | | | | | | |
| | Longitudinales (Ø 1/2 @ 0.2 m) | 1/2 " | 8.00 | 2.40 | 0.99 | 19.08 | |
| | Transversales (Ø 1/2 @ 0.2 m) | 1/2 " | 11.00 | 2.09 | 0.99 | 22.85 | |
| | Zona de salida | | | | | | |
| | Longitudinales (Ø 1/2 @ 0.2 m) | 1/2 " | 8.00 | 3.03 | 0.99 | 24.09 | |
| | Transversales (Ø 1/2 @ 0.2 m) | 1/2 " | 14.00 | 2.09 | 0.99 | 29.08 | |
| | **Muro barraje** | | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Horizontales (Ø 1/2" @ 0,2 m) | 1/2 " | 15.00 | 0.70 | 0.99 | 10.44 |
| Verticales (Ø 1/2" @ 0,20m) | 1/2 " | 5.00 | 3.40 | 0.99 | 16.90 |
| Bloque canal de descarga | | | | | |
| Horizontales (Ø 3/8" @) | 3/8 " | 3.00 | 0.12 | 0.56 | 0.20 |
| Verticales (Ø 3/8" @ 0,14m) | 3/8 " | 6.00 | 0.53 | 0.56 | 1.78 |
| Dientes amortiguadores | | | | | |
| Horizontales (Ø 3/8" @ 0,15m) | 3/8 " | 16.00 | 0.14 | 0.56 | 1.25 |
| Verticales (Ø 3/8" @ 0,17m) | 3/8 " | 8.00 | 0.88 | 0.56 | 3.94 |
| Umbral terminal | | | | | |
| Horizontales (Ø 3/8" @ 0,20m) | 3/8 " | 3.00 | 1.40 | 0.56 | 2.35 |
| | 1/2 " | 3.00 | 1.40 | 0.99 | 4.17 |
| Verticales (Ø 3/8" @ 0,20m) | 3/8 " | 8.00 | 0.60 | 0.56 | 2.69 |
| | 1/2 " | 8.00 | 0.80 | 0.99 | 6.36 |
| Zona de compuerta de cierre tipo cuchilla | | | | | |
| Pared | | | | | |
| Horizontales (Ø 1/2" @ 0,20m) | 1/2 " | 7.00 | 0.70 | 0.99 | 4.87 |
| Verticales (Ø 1/2" @ 0,20m) | 1/2 " | 4.00 | 1.60 | 0.99 | 6.36 |
| techo | | | | | - |
| Longitudinal (Ø 3/8" @ 0,175m) | 3/8 " | 4.00 | 1.07 | 0.56 | 2.40 |
| Transversal (Ø 3/8" @ 0.175m) | 3/8 " | 3.00 | 0.70 | 0.56 | 1.18 |
| **Muro cámara húmeda** | | | | | |
| Muros laterales | | | | | |
| Verticales (Ø 3/8" @ 0,20m)de ambos muros | 3/8 " | 15.00 | 1.50 | 0.56 | 12.60 |
| Horizontales (Ø 3/8" @ 0,20m). solo del muro de 1.3m | 3/8 " | 6.00 | 1.90 | 0.56 | 6.38 |
| Losa fonda de cama seca | | | | | |
| Longitudinales (Ø 3/8" @ 0,20m) | 3/8 " | 9.00 | 1.65 | 0.56 | 8.32 |
| Transversales (Ø 3/8" @ 0,20m) | 3/8 " | 8.00 | 1.50 | 0.56 | 6.72 |
| **Muro que separa la cámara seca y húmeda** | | | | | |
| Verticales (Ø 3/8" @ 0,20m) | 3/8 " | 8.00 | 1.60 | 0.56 | 7.17 |
| Horizontales (Ø 3/8" @ 0,20m) | 3/8 " | 6.00 | 1.80 | 0.56 | 6.05 |
| **Muro cámara seca** | | | | | |
| Muros laterales | | | | | |
| Verticales (Ø 3/8" @ 0,20m). de ambos muros | 3/8 " | 15.00 | 1.50 | 0.56 | 12.60 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Horizontales (Ø 3/8" @ 0,20m). solo del muro de 1.3 | 3/8 " | 6.00 | 1.90 | 0.56 | 6.38 |
| Losa fonda de cama seca | | | | | |
| Longitudinales (Ø 3/8" @ 0,20m) | 3/8 " | 9.00 | 1.65 | 0.56 | 8.32 |
| Transversales (Ø 3/8" @ 0,20m) | 3/8 " | 8.00 | 1.50 | 0.56 | 6.72 |
| Techo cámara húmeda | | | | | |
| Longitudinal | 0 | 8.00 | 1.65 | 0.56 | 7.39 |
| Transversal | 3/8 " | 7.00 | 1.80 | 0.56 | 7.06 |
| **Muro frontal de cámara húmeda y seca** | | | | | |
| Horizontales (Ø 3/8" @ 0,20m) | 3/8 " | 6.00 | 3.74 | 0.56 | 12.57 |

Fuente: Expediente técnico

La tabla 139 muestra los cálculos realizados para el metrado de acero de la captación del expediente técnico donde se indica por zonas donde se colocarán con sus respectivos pesos en kg por anfitrión.

Tras analizar la tabla 139 se puede indicar que la variación que se indica en la figura 8 se debe a que el metrado tradicional considera longitudes de acero uniformes y como se puede evidenciar en la figura 203 las aberturas producen un corte de acero por lo tanto varillas de diferentes longitudes, además la tabla 139 indica una cantidad de 48 varillas verticales para los muros de encauzamiento, una cantidad errónea ya que la longitud de estos muros llegan a 7.3 m de longitud y según el espaciamiento indicado en los planos de 0.2 m se deberían colocar 36 varillas verticales, estas observaciones provocan la gran inflación del metrado tradicional.

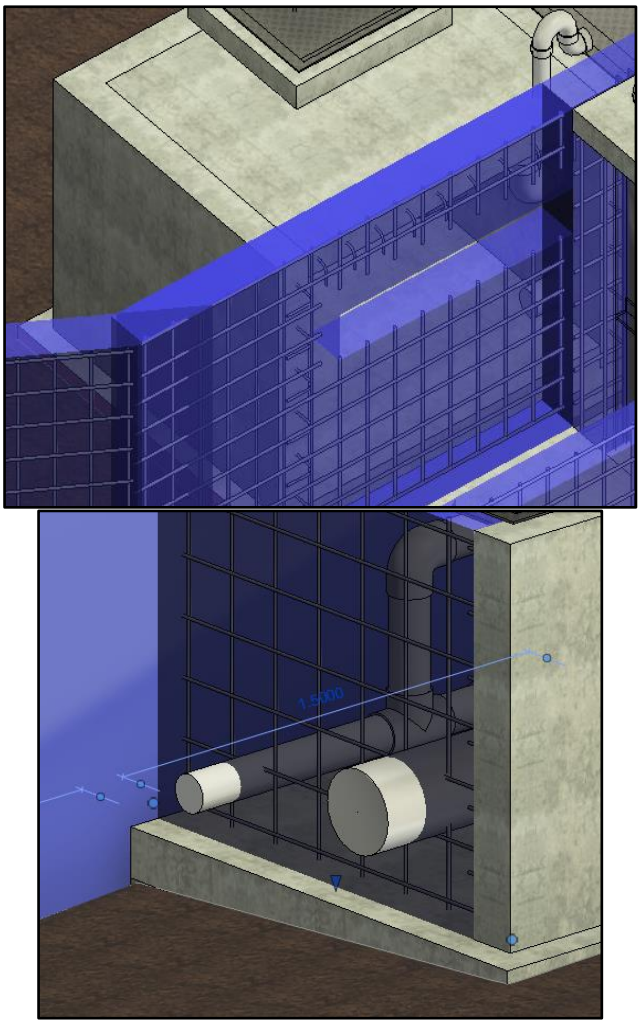


*Figura 211. Cortes de acero no considerados con los metrados tradicionales*

## Revestimiento

### Tarrajeo c/impermeabilizante de muros

Esta partida indica el resultado del peso total en kg de acero considerado para la captación del proyecto.

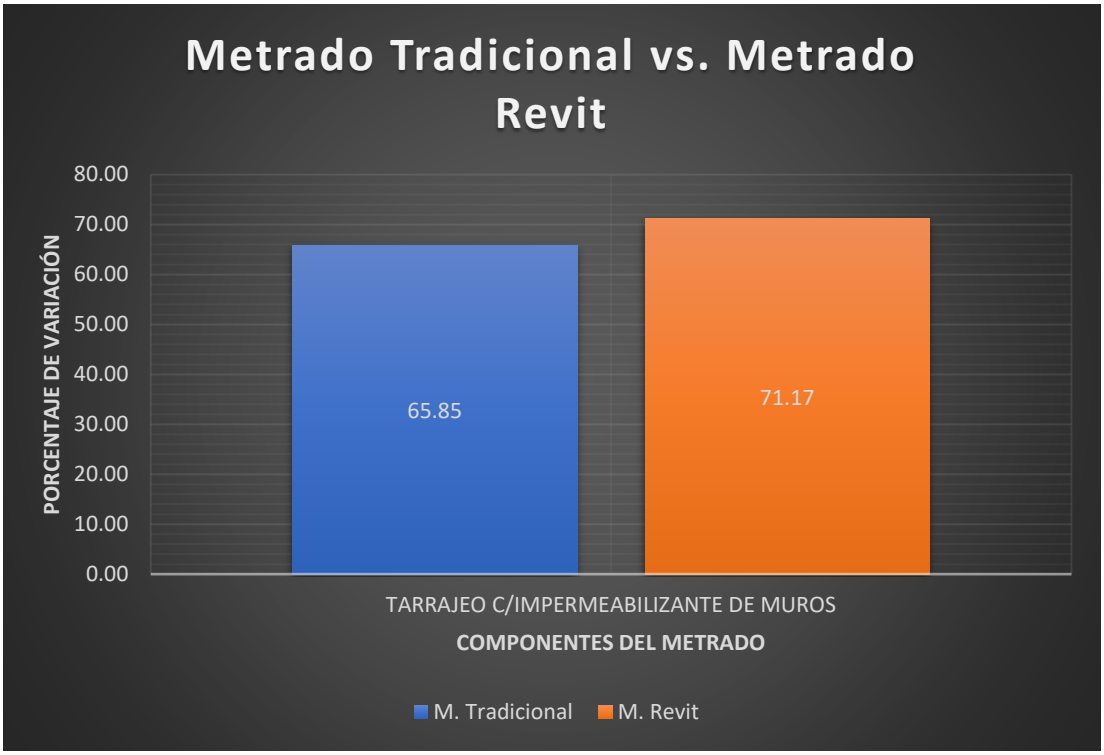



***Figura 212. Variación metrado tradicional vs. Revit (tarrajeo – captación)***

En la figura 212 se puede evidenciar que el valor del metrado Revit es superior al que se obtuvo en el expediente técnico con el método tradicional.

**Tabla 140.** ***Metrado de tarrajeo del exp. técnico (captación)***

| Partida | Descripción | Unid. | Veces | Long. | Ancho | Altura | Subtotal | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 02.06 | Revestimiento | | | | | | | |
| 02.06.01 | Tarrajeo c/impermeabilizante de muros | m2 | | | | | | 65.85 |
| | Muro de encausamiento | | | | | | | |
| | Muro izquierdo | | | | | | | |
| | Muro de canal de desvío parte interior en la zona de ingreso (izquierda) | | 1 | 3.35 | | 1.35 | 4.52 | |
| | Muro de canal de desvío parte interior en la zona de salida (izquierda) | | 1 | 4.19 | | 1.55 | 6.49 | |
| | | | 1 | Área CAD | - 0.58 | | - 0.58 | |
| | Muro de canal de desvío parte exterior en la zona de ingreso (izquierda) | | 1 | 3.35 | | 1.35 | 4.52 | |
| | Muro de canal de desvío parte exterior en la zona de salida (izquierda) | | 1 | 4.19 | | 1.55 | 6.49 | |
| | Muro derecho | | | | | | | |
| | Muro de canal de desvío parte interior en la zona de ingreso (derecha) | | 1 | 3.35 | | 1.35 | 4.52 | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Muro de canal de desvío parte interior en la zona de salida (derecha) | 1 | 3.99 | | 1.55 | 6.18 |
| Muro de canal de desvío parte exterior en la zona de entrada y salida (derecho) | 1 | 2.10 | | 1.35 | 2.84 |
| | 1 | 1.79 | | 1.35 | 2.42 |
| | 1 | 3.00 | | 1.35 | 4.05 |
| **Muro barraje** | | | | | |
| Parte frontal o pantalla del muro | 1 | 1.00 | | 0.95 | 0.95 |
| Parte exterior de muro | 1 | Ares CAD | | 1.20 | 1.20 |
| **Zona de compuerta** | | | | | |
| Lado lateral exterior de pared | 1 | 0.80 | | 1.15 | 0.92 |
| Lado lateral interior de pared | 1 | área CAD | | 0.35 | 0.35 |
| Lado lateral de pared | 1 | | 0.20 | 1.15 | 0.23 |
| Techo en ubicación de compuerta de cierre tipo cuchilla | 1 | 0.80 | 0.50 | | 0.40 |
| | 1 | 0.70 | 0.80 | | 0.56 |
| | 2 | 0.70 | | 0.10 | 0.14 |
| **Bloques de descarga** | | | | | |
| Bloque de descarga parte superior | 3 | 0.15 | 0.08 | | 0.04 |
| Bloque de descarga parte lateral | 5 | área CAD | | 0.01 | 0.03 |
| Bloque de descarga parte frontal | 3 | 0.15 | | 0.15 | 0.07 |
| **Dientes amortiguadores** | | | | | |
| Parte lateral | 7 | área CAD | | 0.03 | 0.18 |
| Parte frontal | 4 | 0.20 | | 0.20 | 0.16 |
| Parte exterior | 4 | 0.25 | 0.20 | | 0.20 |
| Parte superior | 4 | 0.05 | 0.20 | | 0.04 |
| **Umbral terminal** | | | | | |
| Parte superior total | 1 | 1.50 | 0.58 | | 0.87 |
| **Cámara húmeda y seca** | | | | | |
| **Cámara seca** | | | | | |
| Parte interior muro cámara seca | 1 | 4.10 | | 1.20 | 4.92 |
| Parte superior muro Cámara seca | 1 | 1.45 | 0.15 | | 0.22 |
| | 1 | 1.50 | 0.15 | | 0.23 |
| **Cámara húmeda** | | | | | |
| Parte interior muro cámara húmeda | 1 | 4.10 | | 1.00 | 4.10 |
| Parte superior muro Cámara húmeda | 1 | 1.45 | 0.15 | | 0.22 |
| | 1 | 1.50 | 0.15 | | 0.23 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Parte superior techo cámara húmeda | 1 | Área CAD | | 1.59 | 1.59 |
| **Muro medio cámara húmeda y seca** | | | | | |
| Parte exterior de muro cámara seca y húmeda | 1 | 5.75 | | 1.10 | 6.33 |
| Parte superior muro cámara seca y húmeda | 1 | 1.45 | 0.15 | | 0.22 |

Fuente: Expediente técnico

La tabla 140 muestra los cálculos realizados para el metrado de tarrajeo de la captación del expediente técnico donde claramente se aprecia que se basa en áreas CAD de los planos, por otra parte, Revit selecciona las caras que llevaran el tarrajeo, calcula y las representa directamente mediante tablas de planificación.

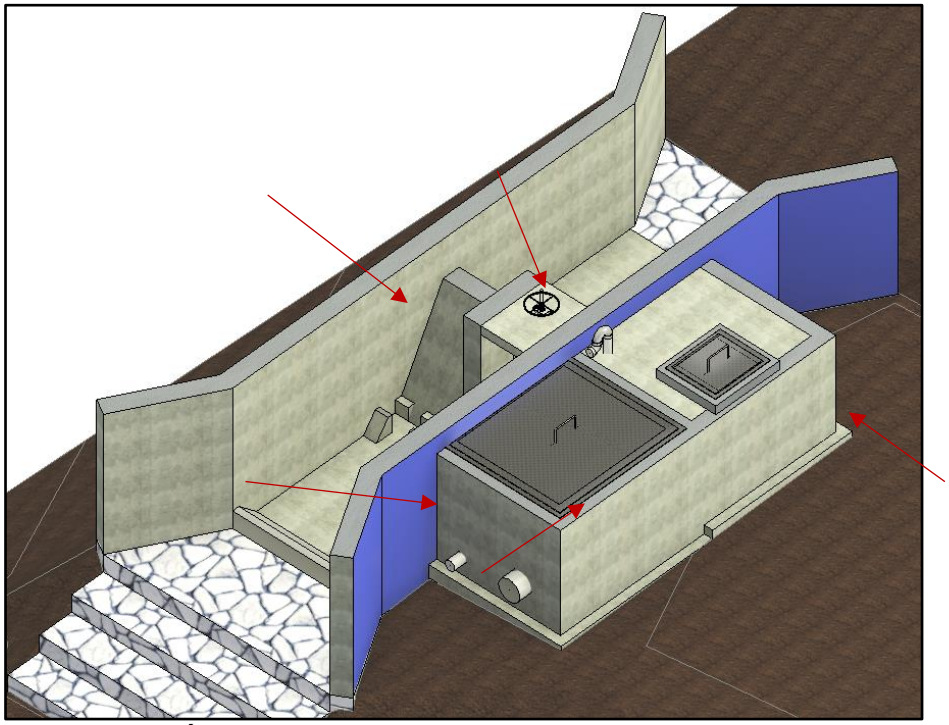


***Figura 213. Áreas de tarrajeo no considerados con los metrados tradicionales***

La variación de metrado indicada en la figura 212 si bien es mínima se debe a que existen áreas que no se consideraron en el metrado tradicional de la tabla 140, dichas áreas se muestran en la figura 213 para mejor ilustración de los detalles que se pueden obviar solo guiándose de planos CAD.

## Pintura

### Pintura esmalte en exteriores

Esta partida indica el resultado del área total de pintura considerado para la captación del proyecto y en la figura 214 se puede evidenciar que el valor del metrado Revit es superior al que se obtuvo en el expediente técnico con el método tradicional.

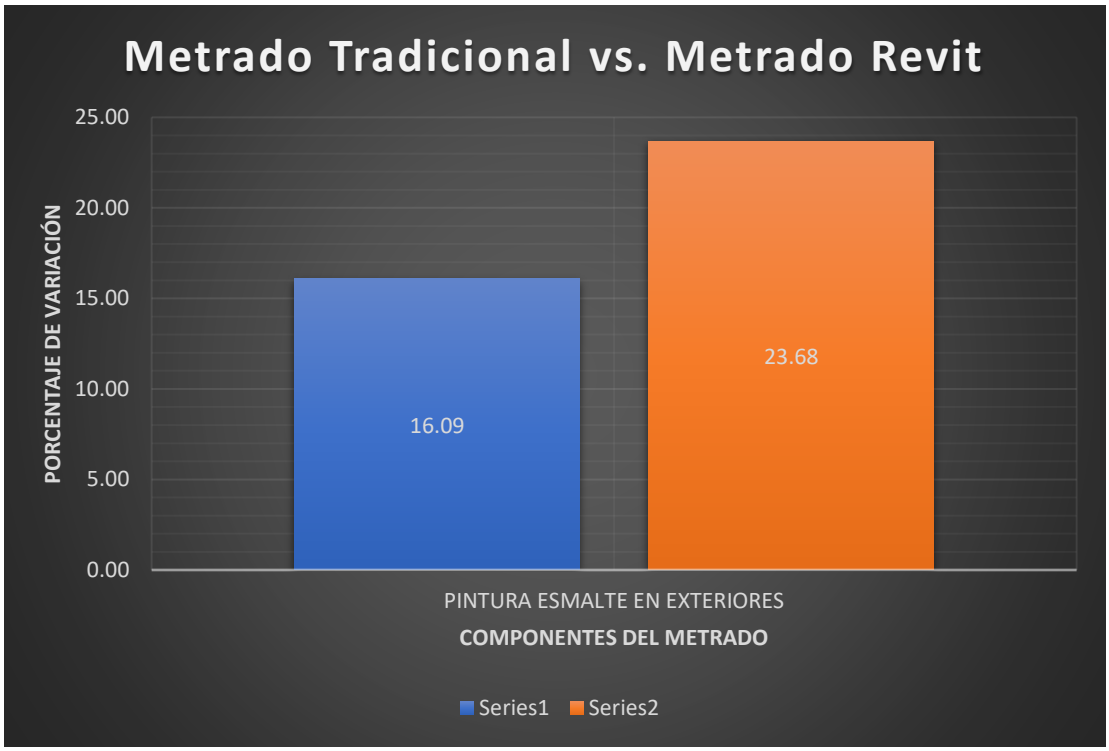



*Figura 214. Variación metrado tradicional vs. Revit (pintura esmalte – captación)*

**Tabla 141.** *Metrado de tarrajeo del exp. técnico (captación)*

| Partida | Descripción | Unid. | Veces | Long. | Ancho | Altura | Subtotal | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 02.07 | Pintura | | | | | | | |
| 02.07.01 | Pintura esmalte en exteriores | m2 | | | | | | 16.09 |
| | Cámara húmeda y seca | | | | | | | |
| | Cámara seca | | | | | | | |
| | Parte interior muro cámara seca | | 1 | 5.60 | | 1.20 | 6.72 | |
| | Parte superior muro cámara seca | | 1 | 1.45 | 0.15 | | 0.22 | |
| | | | 1 | 1.50 | 0.15 | | 0.23 | |
| | Cámara húmeda | | | | | | | |
| | Parte superior muro cámara húmeda | | 1 | 1.45 | 0.15 | | 0.22 | |
| | | | 1 | 1.50 | 0.15 | | 0.23 | |
| | Parte superior techo cámara húmeda | | 1 | Área CAD | | 1.59 | 1.59 | |
| | Muro medio cámara húmeda y seca | | | | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Parte exterior de muro cámara seca y húmeda | 1 | 6.05 | | 1.10 | 6.66 |
| Parte superior muro cámara seca y húmeda | 1 | 1.45 | 0.15 | | 0.22 |

Fuente: Expediente técnico

La tabla 141 muestra los cálculos realizados para el metrado de Pintura Esmalte de la captación del expediente técnico donde también se aprecia que se basa en áreas CAD de los planos, por otra parte, Revit selecciona las caras que llevaran la pintura, calcula y las representa directamente mediante tablas de planificación.

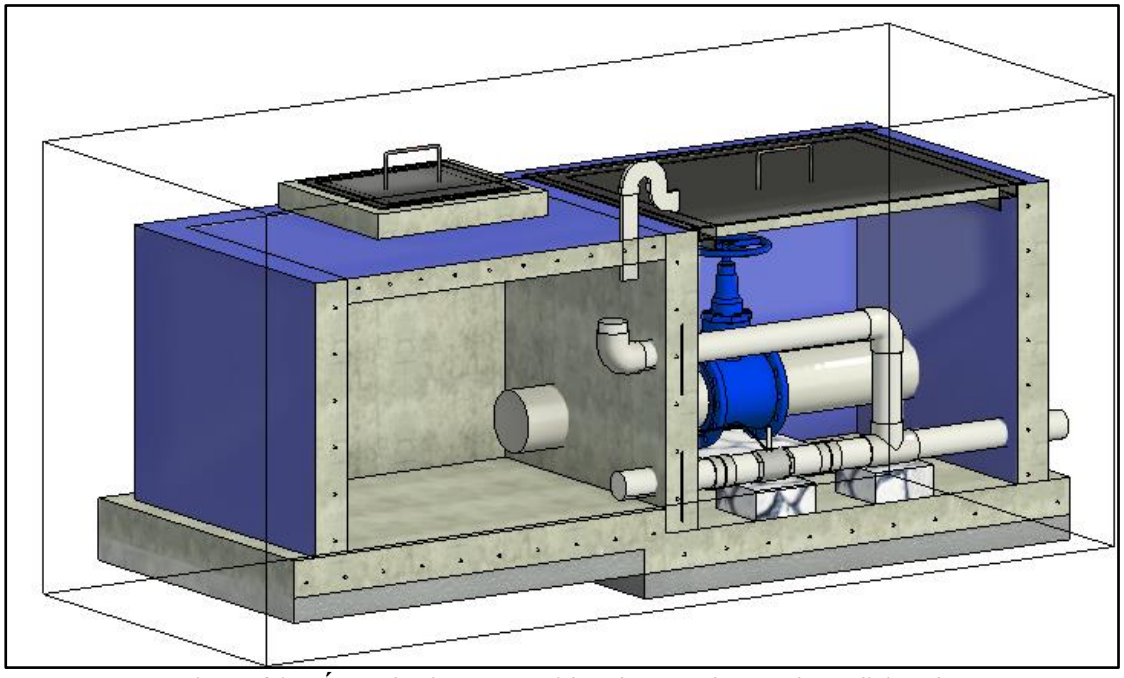


***Figura 215. Áreas de pintura consideradas por el metrado tradicional***

La pintura esmalte no se detalla en los planos CAD y se presentó en el modelamiento de acuerdo con su función, por lo que se consideró que se deba usar en las caras exteriores de los muros de encauzamiento, sin embargo, el consultor considero en el metrado tradicional la pintura de esmalte únicamente en las cámaras húmeda y seca como se indica en la tabla 141 e ilustra en la figura 215 debiéndose a esta observación la variación del metrado indicada en la figura 214.

### 4.4.2. Variaciones de metrado desarenador

A continuación, se indica el resumen de metrados del expediente técnico del

**Desarenador**

**Tabla 142.** ***Resumen de metrado del desarenador del expediente técnico (método tradicional)***

| 02 | Captación tipo barraje | | M. tradicional | M. BIM |
|---|---|---|---|---|
| 02.01 | Obras preliminares | | | |
| 02.01.01 | Encausamiento del curso de agua | ml | 8.12 | 8.12 |
| 02.02 | Trabajos preliminares | | | |
| 02.02.01 | Limpieza de terreno manual | m2 | 26.33 | 26.33 |
| 02.02.02 | Trazo, nivelación y replanteo | m2 | 26.33 | 26.33 |
| 02.03 | Movimiento de tierras | | | |
| 02.03.03 | Acarreo y eliminación de mat. excedente dmáx = 30 m | m3 | 13.25 | 19.73 |
| 02.04 | Obras de concreto simple | | | |
| 02.04.01 | Solado f'c = 100 kg/cm2, e = 10 cm | m2 | 26.22 | 23.48 |
| 02.04.02 | Pircado de piedra grande con f'c 175kg/cm2 e = 0.2 m | m3 | 1.46 | 1.65 |
| 02.04.03 | Encofrado y desencofrado | m2 | 1.66 | 1.54 |
| 02.04.04 | Sumidero de piedra chancada de 1/2" | m3 | 0.01 | 0.01 |
| 02.04.05 | Dados de concreto f`c = 140 kg/cm2 | m3 | 0.04 | 0.05 |
| 02.05 | Obras de concreto armado | | | |
| 02.05.01 | Concreto f'c = 210 kg/cm2 | m3 | 13.06 | 9.61 |
| 02.05.02 | Encofrado y desencofrado | m2 | 64.15 | 78.07 |
| 02.05.03 | Acero f'y = 4200 kg/cm2 | kg | 712.01 | 580.46 |
| 02.06 | Revestimiento | | | |
| 02.06.01 | Tarrajeo c/impermeabilizante de muros | m2 | 65.85 | 71.17 |
| 02.07 | Pintura | | | |
| 02.07.01 | Pintura esmalte en exteriores | m2 | 16.09 | 23.68 |
| 02.07.02 | Pintura esmalte p/tapa metálica | m2 | 2.31 | 2.31 |
| 02.08 | Suministro e instalación de válvulas y accesorios en captación | | | |
| 02.08.01 | Suministro e inst. de válvulas y accesorios en captación | glb | 1.00 | 1.00 |
| 02.09 | Carpintería metálica | | | |
| 02.09.01 | Suministro e instalación de tapa metálica 1.3 x1.5m c/marco de metal | Unid. | 1.00 | 1.00 |
| 02.09.02 | Suministro e instalación de tapa metálica 0.6 x 0.6m c/marco de metal | Unid. | 1.00 | 1.00 |
| 02.09.03 | Suministro e instalación de compuerta plancha de acero 1.4 x 0.5m, e = 1/4 | Unid. | 1.00 | 1.00 |
| 02.09.04 | Suministro e instalación de rejillas | Unid. | 1.00 | 1.00 |
| 02.10 | Varios | | | |
| 02.10.01 | Suministro e instalación de junta water stop de 9" x3/4" x 5.5mm | ml | 14.46 | 20.92 |
| 02.10.02 | Prueba hidráulica de estanquedad en estructura | glb | 1.00 | 1.00 |

Fuente: Expediente técnico

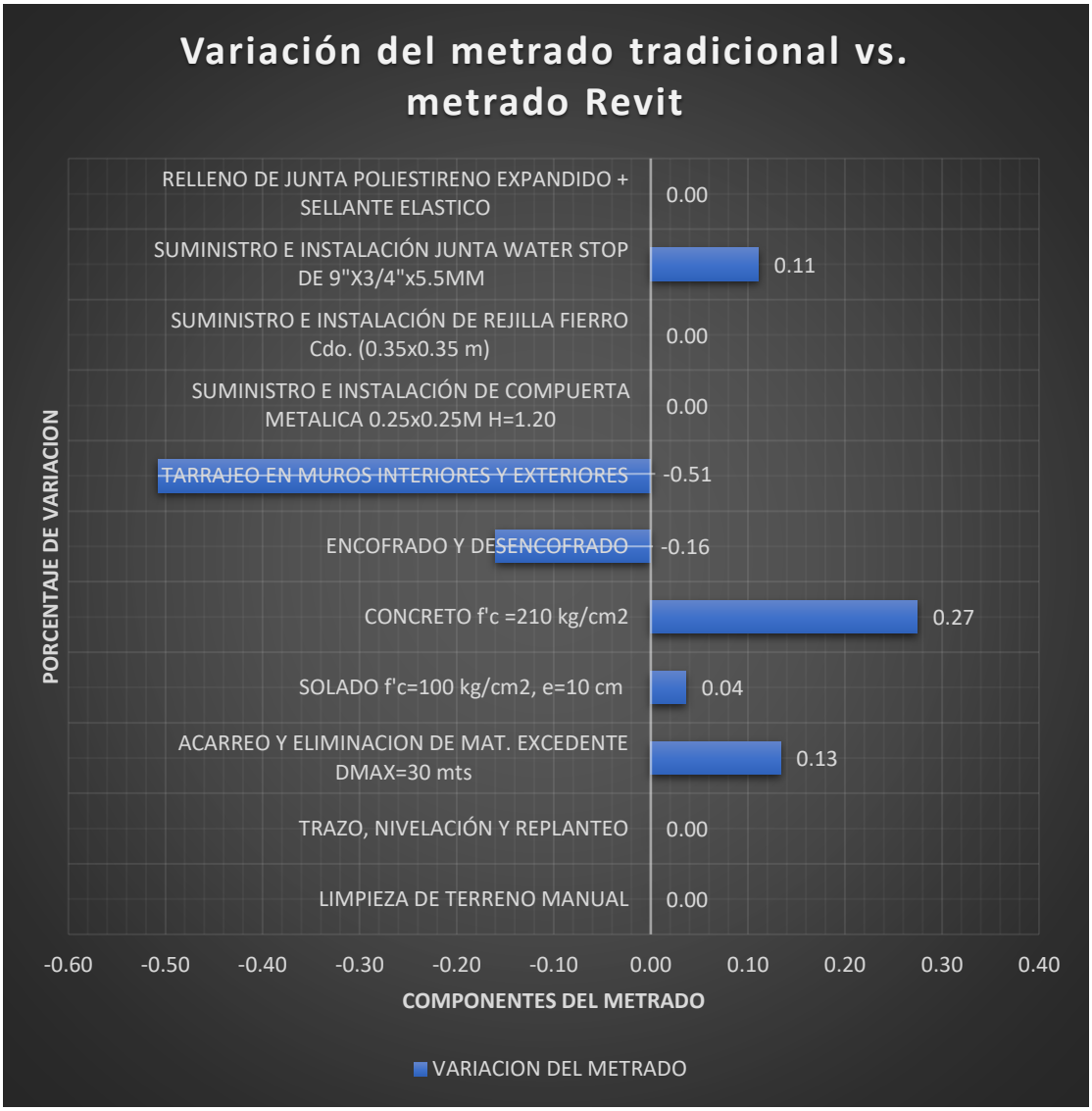



*Figura 216. Variación del metrado Revit respecto al tradicional del desarenador*

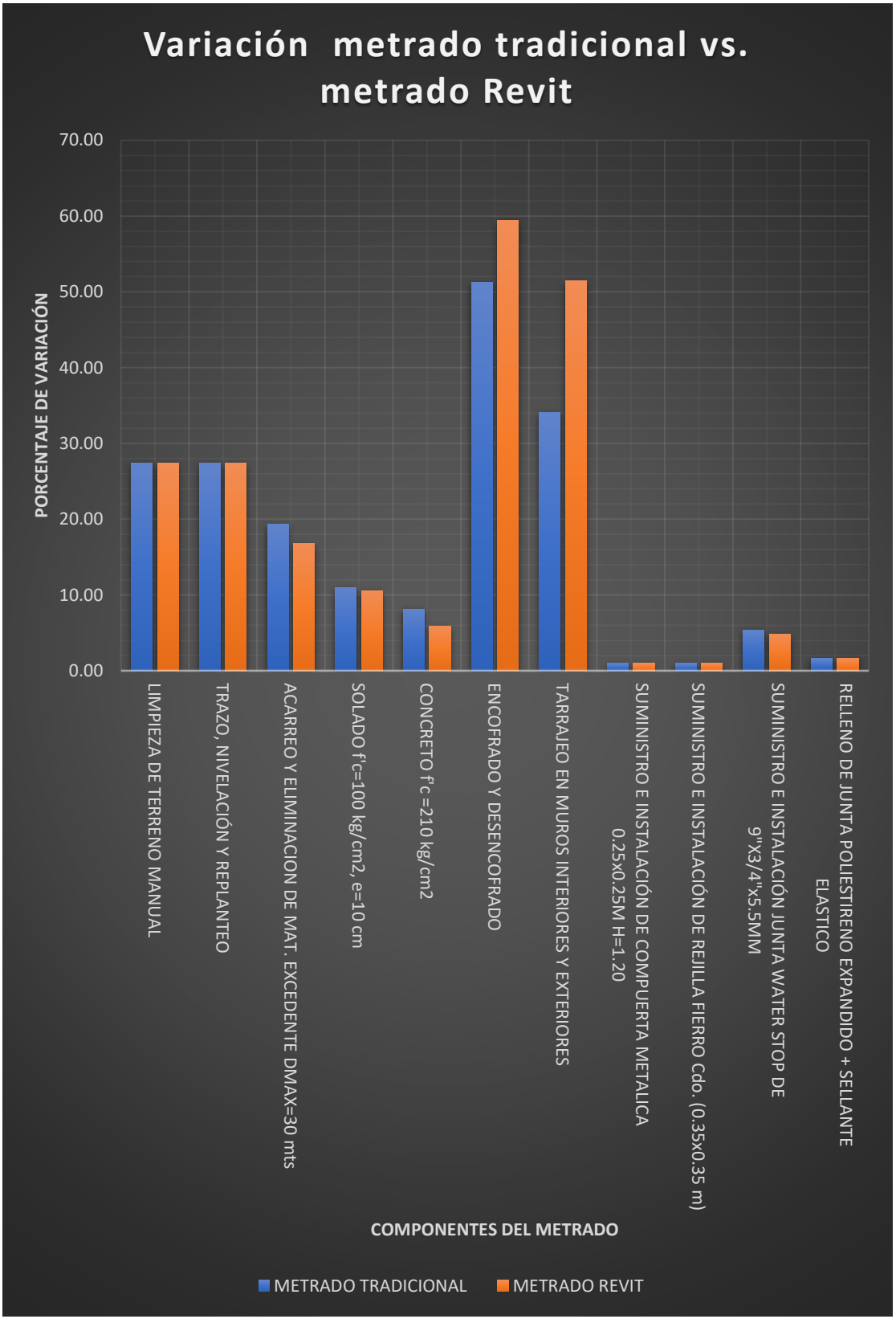



***Figura 217. Barras de metrado tradicional vs. Revit del desarenador***

La figura 217 muestra el total de metrado por partida de ambas metodologías donde es fácil reconocer las partidas que tienen variaciones considerables para analizar y ayuden a indicar si la metodología aplicada presenta los beneficios indicas en las hipótesis.

## Movimiento de tierras

### Acarreo y eliminación de mat. excedente dmáx = 30 m

Esta partida indica el resultado del corte y relleno del movimiento de tierras que se dará, importante porque si el volumen de corte es superior con este caso se tendrá que mover el material excedente y esto implica un costo que afectará el presupuesto final.

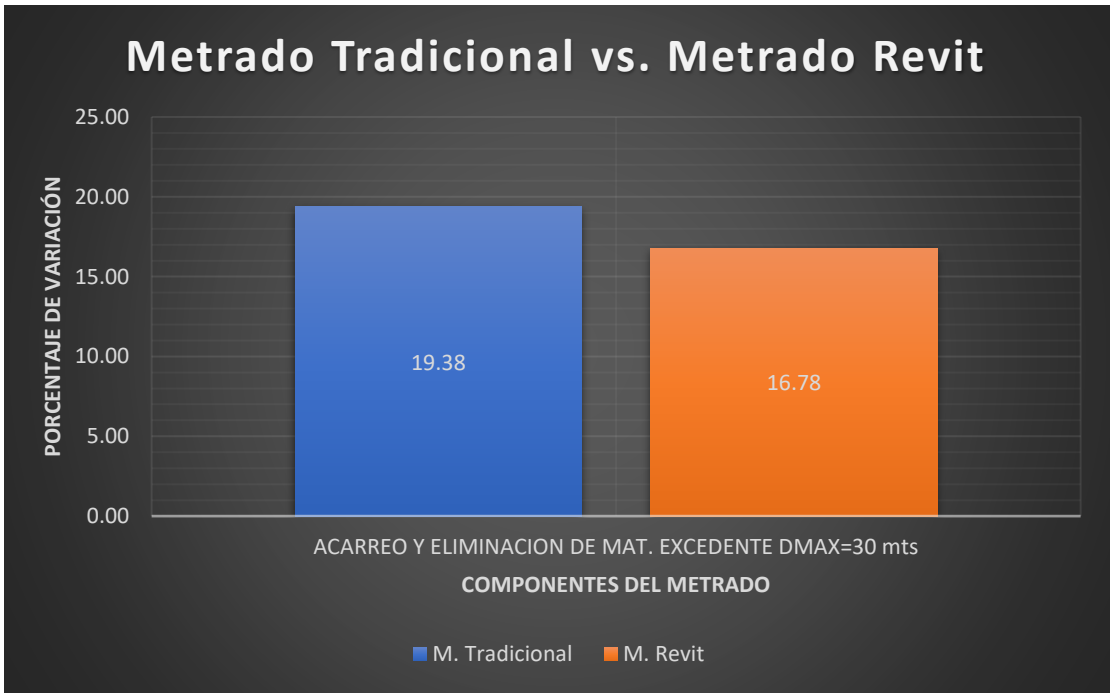



***Figura 218. Variación metrado tradicional vs. Revit (movimiento de tierras – desarenador)***

En la figura 218 se puede evidenciar que el valor del metrado Revit es inferior al que se obtuvo en el expediente técnico con el método tradicional.

**Tabla 143.** ***Metrado de movimiento de tierras del exp. técnico (desarenador)***

| Partida | Descripción | Unid. | Veces | Ancho | Altura | Subtotal | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **03.02** | **Movimiento de tierra** | | | | | | |
| **03.02.01** | **Acarreo y eliminación de mat. excedente dmáx = 30 m** | **m3** | | | | | **19.38** |
| | Excavación más esponjamiento | | 1.00 | 1.25 | 15.50 | 19.38 | |

Fuente: Expediente técnico

La tabla 143 muestra los cálculos realizados para la partida de movimiento de tierras del desarenador del expediente técnico donde para el corte calcula el volumen de los elementos que serán enterrados como solados y cimentaciones de las diferentes áreas del desarenador incrementándolo en un 20 % por su factor de esponjamiento obteniendo un valor de 19.38 m³, sin considerar relleno y como se observó previamente el terreno calculado no puede ser solo

del valor requerido para enterrar la cimentación y solado sino que también dependerá del sólido topográfico correspondiente.

### Obras de concreto simple

**Solado f'c = 100 kg/cm2, e = 10 cm**

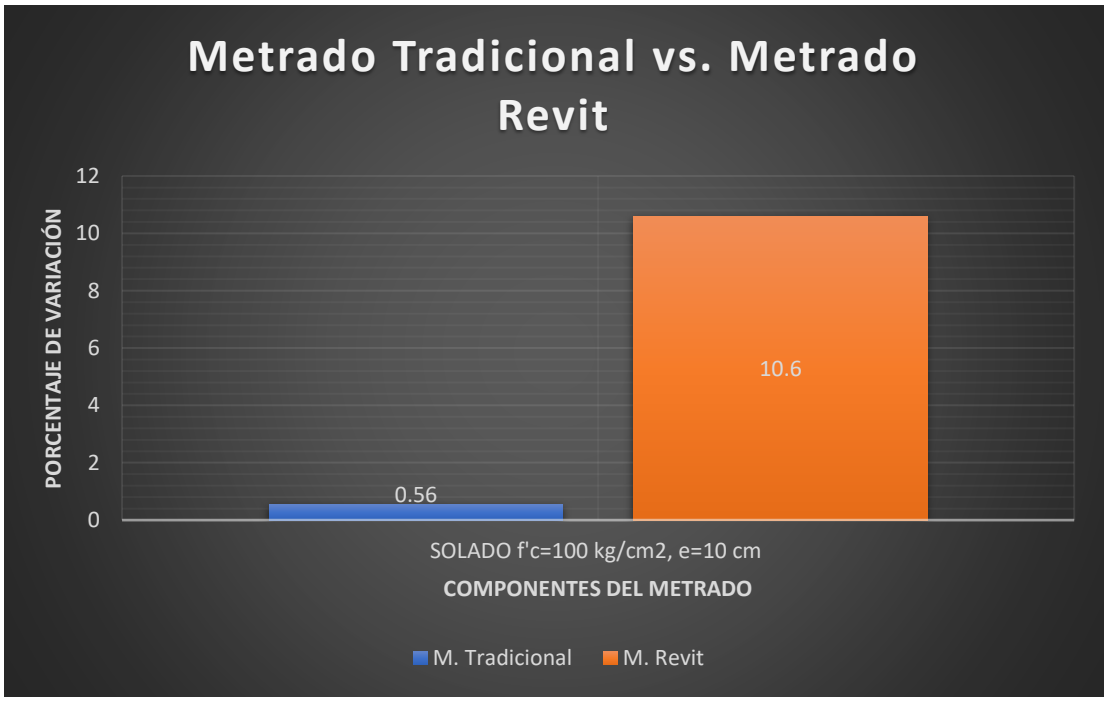



*Figura 219. Variación metrado tradicional vs. Revit (solado – desarenador)*

En la figura 219 se puede evidenciar que el valor del metrado Revit es muy superior al que se obtuvo en el expediente técnico con el método tradicional.

**Tabla 144.** ***Metrado de solado del exp. técnico (desarenador)***

| Partida | Descripción | Unid. | Veces | Long. | Ancho | Altura | Subtotal | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 03.03 | Obras de concreto | | | | | | | |
| 03.03.01 | Solado f'c = 100 kg/cm2, e = 10 cm | m3 | | | | | | 0.56 |
| | Transición de ingreso | | 1.00 | 2.55 | 1.60 | 0.05 | 0.20 | |
| | Nave | | 1.00 | 1.95 | 1.60 | 0.05 | 0.16 | |
| | Transición salida | | 1.00 | 2.05 | 1.60 | 0.05 | 0.16 | |
| | Canal de limpia | | 1.00 | 0.25 | 0.25 | 0.05 | 0.00 | |
| | Mochetas | | 1.00 | 1.60 | 0.25 | 0.05 | 0.02 | |
| | | | 1.00 | 1.60 | 0.10 | 0.05 | 0.01 | |

Fuente: Expediente técnico

La figura 219 indica una variación muy grande del metrado del solado sin embargo al analizar el metrado del expediente técnico se puede apreciar que hubo un gran error al metrar

esta partida en su unidad ya que como se puede apreciar en la tabla 144 se calculó el volumen $m^3$ de solado y esta partida se mide en área $m^2$ por lo que el resultado se redujo ampliamente. Haciendo un ajuste más exacto al metrado del solado del expediente técnico se puede tener un valor más acorde a la realidad.

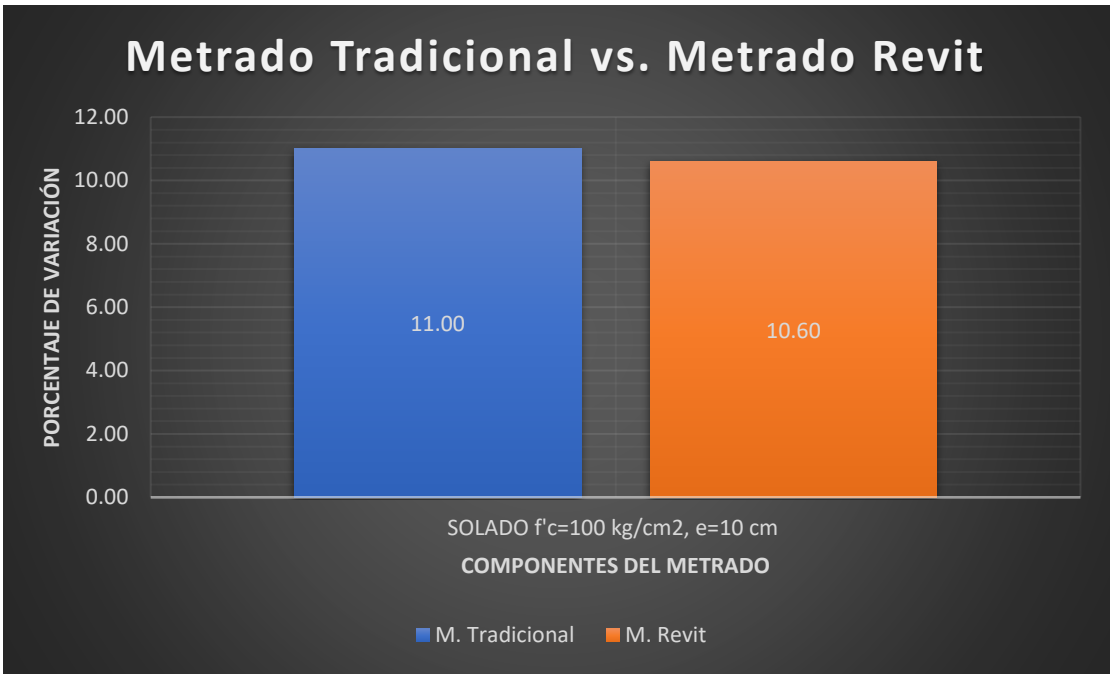



***Figura 220. Variación metrado tradicional vs. Revit (solado – desarenador)***

La figura 220 muestra el mejor ajuste del metrado de solado, pero es conveniente indicar que el uso de fórmulas para metrar como se usa en la metodología tradicional puede causar inconvenientes como se observó en esta partida dando resultados muy variados, por otro lado, Revit computa lo valores existentes exactos evitando estos errores.

## Obras de concreto armado

**Concreto f'c = 210 kg/cm2**

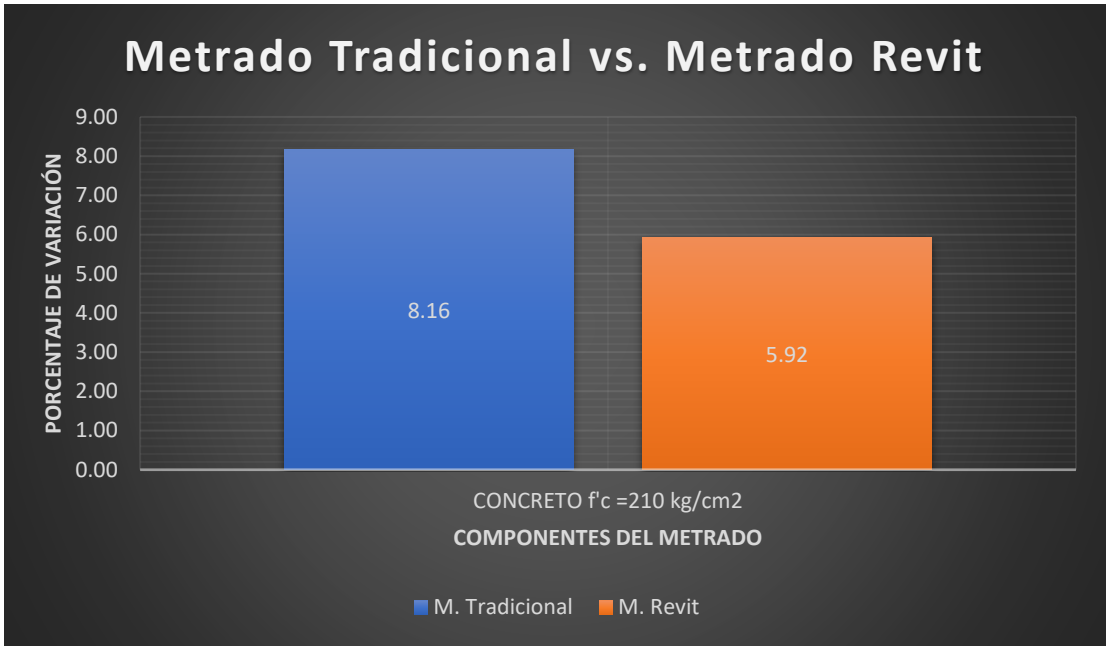



***Figura 221. Variación metrado tradicional vs. Revit (concreto – desarenador)***

En la figura 221 se puede evidenciar que el valor del metrado Revit es inferior al que se obtuvo en el expediente técnico con el método tradicional.

**Tabla 145.** ***Metrado de concreto de ingreso y salida del exp. técnico (desarenador)***

| Partida | Descripción | Unid. | Veces | Long. | Ancho | Altura | Subtotal | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **03.03.02** | **Concreto f'c = 210 kg/cm²** | **m3** | | | | | | **3.89** |
| | Base transición | | 1.00 | 2.55 | 1.60 | 0.15 | 0.61 | 0.61 |
| | Base nave | | 1.00 | 1.95 | 1.60 | 0.15 | 0.47 | 0.47 |
| | Base transición | | 1.00 | 2.05 | 1.60 | 0.15 | 0.49 | 0.49 |
| | Mochetas | | 1.00 | 1.60 | 0.25 | 0.15 | 0.06 | 0.06 |
| | | | 1.00 | 0.25 | 0.25 | 0.05 | | |
| | Muro transición de ingreso | | 2.00 | 2.64 | 0.15 | 0.50 | 0.20 | 0.40 |
| | Muro nave | | 2.00 | 1.95 | 0.15 | 2.06 | 0.60 | 1.21 |
| | Muro transición de salida | | 2.00 | 2.10 | 0.15 | 0.50 | 0.16 | 0.32 |
| | Mochetas | | 1.00 | 1.60 | 0.10 | 0.60 | 0.10 | 0.10 |
| | | | 1.00 | 1.60 | 0.10 | 1.20 | 0.19 | 0.19 |
| | | | 1.00 | 0.25 | 0.10 | 0.55 | 0.01 | 0.01 |
| | Canal de limpia piso | | 1.00 | 0.15 | 0.25 | 0.20 | 0.01 | 0.01 |
| | Paredes de canal limpia | | 2.00 | 0.15 | 0.25 | 0.30 | 0.01 | 0.02 |

Fuente: Expediente técnico

**Tabla 146.** ***Metrado de concreto del canal del exp. técnico (desarenador)***

| Partida | Descripción | Unid. | Veces | Long. | Ancho | Altura | Subtotal | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **03.05** | **Canal** | | | | | | | |
| **03.05.01** | **Concreto f'c = 210 kg/cm2** | **m3** | | | | | | **4.19** |
| | Muro lateral | | 2.00 | 9.52 | 0.20 | 0.90 | 3.43 | |
| | Losa de canal | | 1.00 | 9.52 | 0.40 | 0.20 | 0.76 | |

Fuente: Expediente técnico

El consultor en el metrado de concreto del desarenador del expediente técnico lo organiza dividiéndolo en dos partes metrando el concreto de ingreso y salida aparte del canal, para Revit el metrado de concreto se calcula en una sola tabla donde indica el anfitrión y su volumen respectivo como se mostraron en las tablas de metrado en los ítems anteriores, sin embargo, para compararlos se hizo la sumatoria de los valores de las tablas 145 y 146 para obtener la variación de la figura 221.

Otro de los problemas que se tiene con los metrado de la metodología tradicional es que para alguien que no realizo el metrado se puede complicar el encontrar a que anfitrión corresponde cada volumen calculado de las tablas anteriores, sin embargo, en Revit este proceso se facilita ya que al seleccionar cada elemento el programa lo ubica y señala para su mejor control como se aprecia en la figura 222.

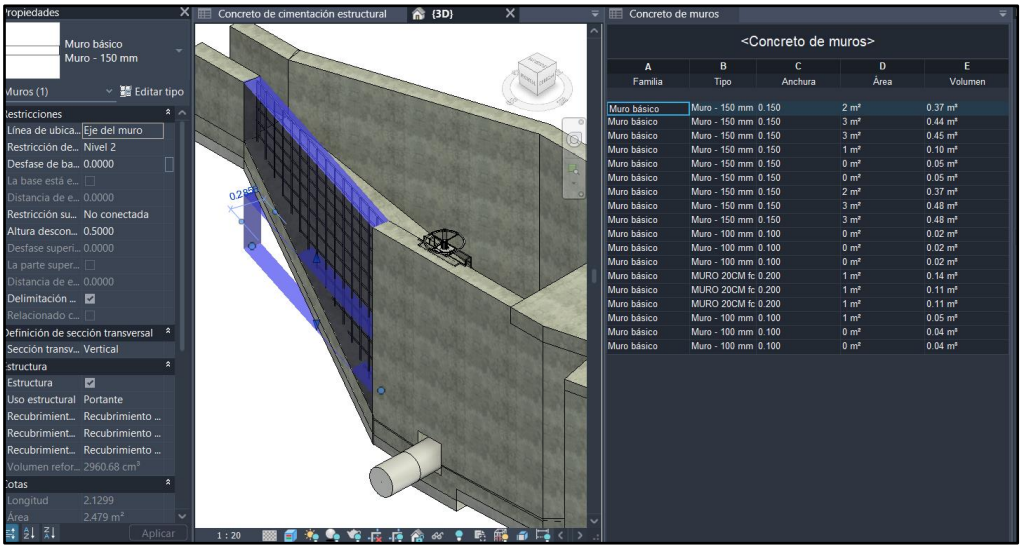



***Figura 222. Metrado e interfaz de desarenador en Revit***

La variación observada en la figura 221 se debe nuevamente a los cálculos más exactos que da el Revit ya que el método tradicional solo calcula áreas completas sin tener en cuenta las aberturas superposiciones y las posibles incompatibilidades que se encuentras al modelar la estructura. Además, que en este caso se hizo modificaciones de los planos básicos CAD por funcionabilidad y facilidades de mantenimiento explicadas en las figuras 24 y 26.

**Encofrado y desencofrado**

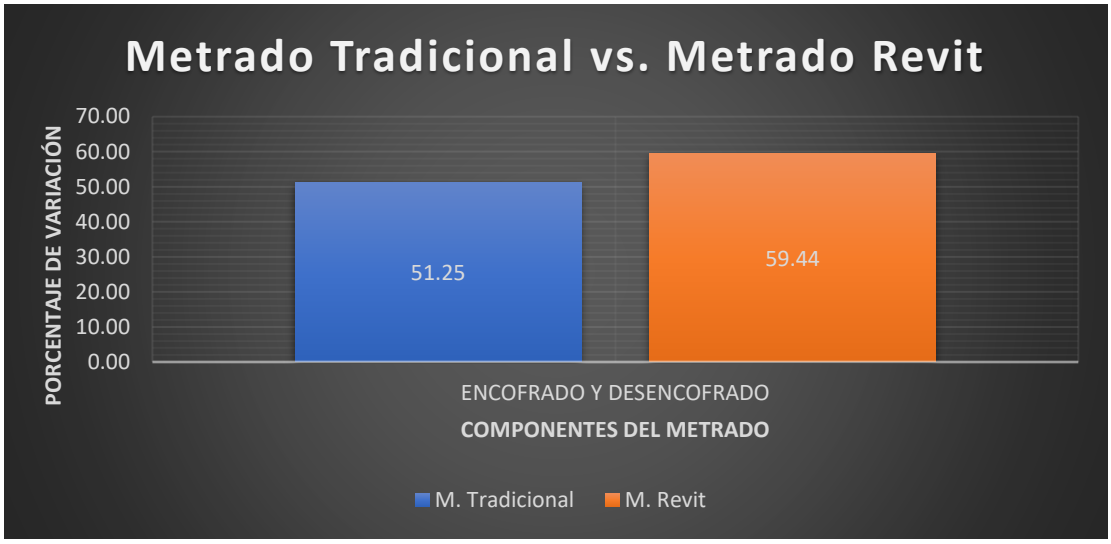



***Figura 223. Variación metrado tradicional vs. Revit (encofrado y desencofrado – desarenador)***

En la figura 223 se puede evidenciar que el valor del metrado Revit es superior al que se obtuvo en el expediente técnico con el método tradicional.

**Tabla 147.** ***Metrado de encofrado del exp. técnico (desarenador)***

| Partida | Descripción | Unid. | Veces | Long. | Ancho | Altura | Subtotal | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **03.03.04** | **Encofrado y desencofrado** | **m2** | | | | | | **34.11** |
| | Muro transición de ingreso | | 4.00 | 2.64 | | 0.50 | 1.32 | 5.28 |
| | Muro nave | | 4.00 | 1.95 | | 2.06 | 4.02 | 16.07 |
| | Muro transición de salida | | 4.00 | 2.10 | | 0.50 | 1.05 | 4.20 |
| | Mochetas | | 4.00 | 1.60 | | 0.60 | 0.96 | 3.84 |
| | | | 2.00 | 1.60 | | 1.20 | 1.92 | 3.84 |
| | | | 2.00 | 0.25 | | 0.55 | 0.14 | 0.28 |
| | Canal de limpia | | 2.00 | 0.30 | | 0.50 | 0.15 | 0.30 |
| | Canal de limpia concreto ciclópeo | | 2.00 | 0.30 | | 0.50 | 0.15 | 0.30 |
| **03.05.02** | **Encofrado y desencofrado** | **m2** | | | | | | **17.14** |
| | Muro lateral | | 2.00 | 9.52 | | 0.90 | 17.14 | |

Fuente: Expediente técnico

Los metrados del expediente técnico nuevamente se dan de manera separada de la zona de entrada y salida como la parte del canal de transición y sin considerar bien la funcionabilidad y mantenimiento para el reboce.

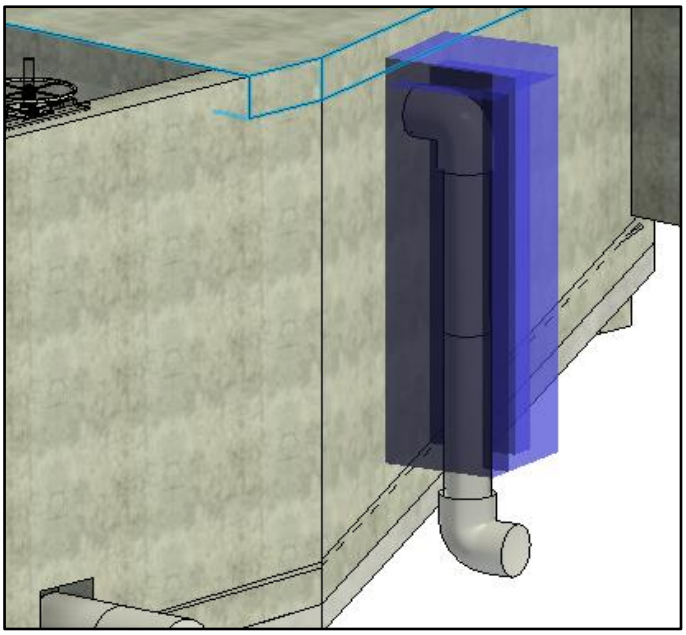


***Figura 224. Mejoras de planteamiento del desarenador***

La diferencia de valores indicados en la figura 223 son razonables considerando lo ya explicado en el ítem anterior de implementaciones en el planteamiento del desarenador original como la mostrada en la figura 224.

## Revestimiento

### Tarrajeo c/impermeabilizante de muros

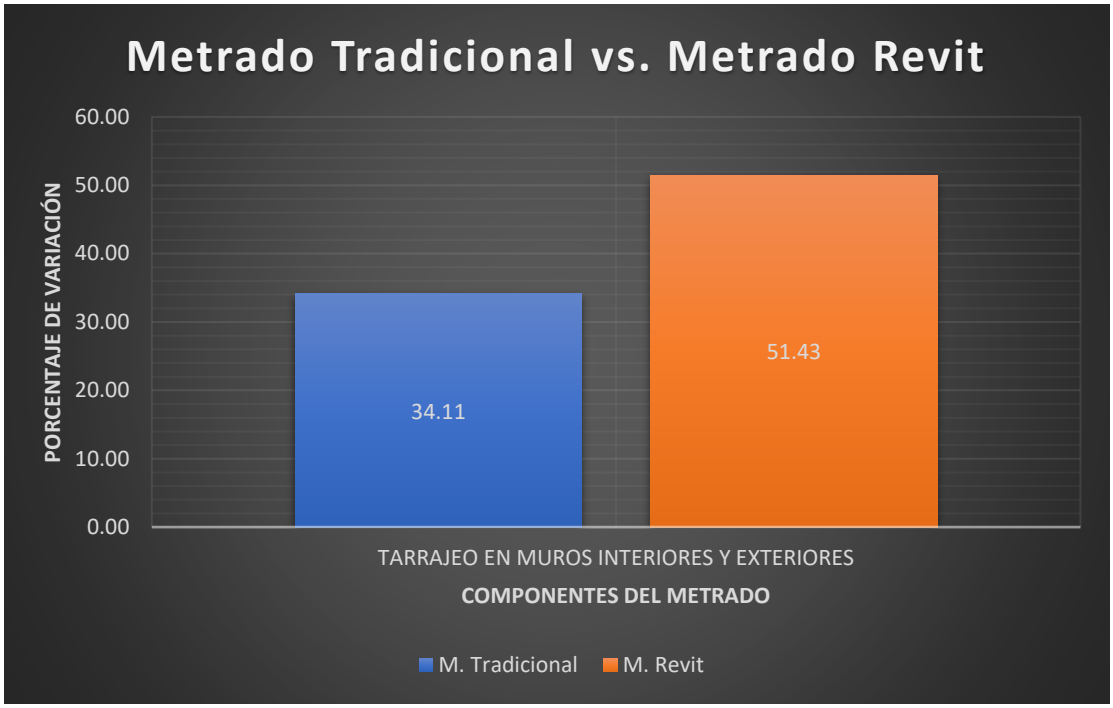



***Figura 225. Variación metrado tradicional vs. Revit (tarrajeo – desarenador)***

En la figura 225 se puede evidenciar que el valor del metrado Revit es superior al que se obtuvo en el expediente técnico con el método tradicional.

**Tabla 148.** ***Metrado de tarrajeo del exp. técnico (desarenador)***

| Partida | Descripción | Unid. | Veces | Long. | Altura | Subtotal | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **03.04** | **Tarrajeo** | | | | | | |
| **03.04.01** | **Tarrajeo en muros interiores y exteriores** | **m2** | | | | | **34.11** |
| | Muro transición de ingreso | | 4.00 | 2.64 | 0.50 | 1.32 | 5.28 |
| | Muro nave | | 4.00 | 1.95 | 2.06 | 4.02 | 16.07 |
| | Muro transición de salida | | 4.00 | 2.10 | 0.50 | 1.05 | 4.20 |
| | Mochetas | | 4.00 | 1.60 | 0.60 | 0.96 | 3.84 |
| | | | 2.00 | 1.60 | 1.20 | 1.92 | 3.84 |
| | | | 2.00 | 0.25 | 0.55 | 0.14 | 0.28 |
| | Canal de limpia | | 2.00 | 0.30 | 0.50 | 0.15 | 0.30 |
| | Canal de limpia concreto ciclópeo | | 2.00 | 0.30 | 0.50 | 0.15 | 0.30 |

Fuente: Expediente técnico

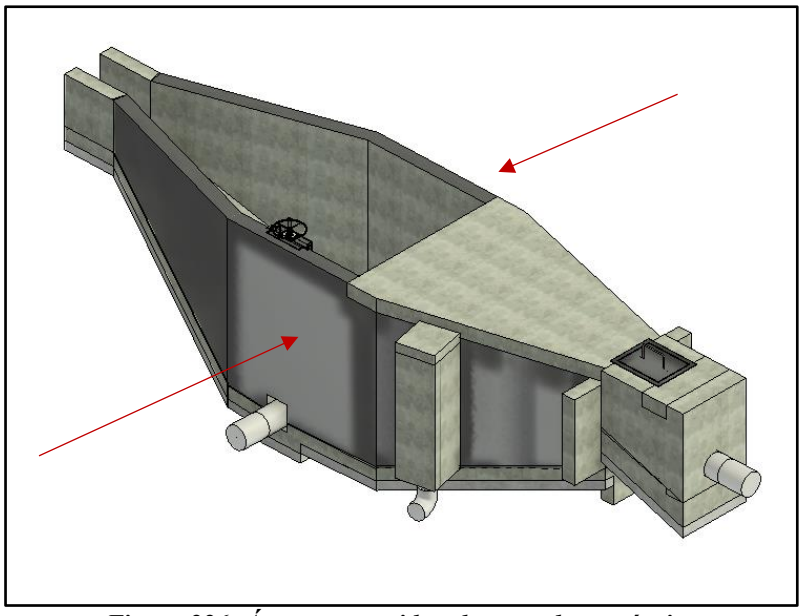


*Figura 226. Áreas no consideradas por el exp. técnico*

Según el metrado del tarrajeo indicado por el expediente técnico no se están considerando las áreas resaltadas en la figura 226 por ello la variación indicada en la figura 225.

### 4.4.3. Variaciones de metrado cámara de inspección

A continuación, se indica el resumen de metrados del expediente técnico de la captación

**Tabla 149.** ***Resumen de metrado de la cámara de inspección del expediente técnico (método tradicional vs. M. BIM)***

| 05 | Cámara de inspección (8 und.) | | M. tradicional | M. BIM |
|---|---|---|---|---|
| 05.01 | Trabajos preliminares | | | |
| 05.01.01 | Limpieza de terreno manual | m2 | 43.92 | 43.92 |
| 05.01.02 | Trazo, nivelación y replanteo | m2 | 43.92 | 43.92 |
| 05.02 | Movimiento de tierras | | | |
| 05.02.01 | Excavación manual en terreno natural | m3 | 33.20 | 10.09 |
| 05.02.02 | Relleno compactado con material propio seleccionado | m3 | 26.24 | 0.00 |
| 05.02.03 | Acarreo y eliminación de mat. excedente dmáx = 30 m | m3 | 10.72 | 80.72 |
| 05.03 | Obras de concreto simple | | | |
| 05.03.01 | Solado f'c = 100 kg/cm2, e = 10 cm | m2 | 31.60 | 31.20 |
| 05.03.02 | Dado de concreto f'c = 140 kg/cm2 | m3 | 2.96 | 1.28 |
| 05.04 | Obras de concreto armado | | | |
| 05.04.01 | Concreto f'c = 210 kg/cm2 | m3 | 12.82 | 16.08 |
| 05.04.02 | Encofrado y desencofrado | m2 | 142.00 | 167.36 |
| 05.04.03 | Acero f'y = 4200 kg/cm2 | kg | 417.04 | 649.79 |
| 05.05 | Revestimiento | | | |
| 05.05.01 | Tarrajeo con impermeabilizante en interiores y exteriores | m2 | 162.56 | 204.48 |
| 05.05.03 | Mortero para pendiente de fondo | m2 | 13.20 | 13.20 |
| 05.06 | Pintura | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 05.06.01 | Pintura esmalte en exteriores | m2 | 90.32 | 78.96 |
| 05.07 | Carpintería metálica | | | |
| 05.07.01 | Suministro e inst. de tapa metálica de 0.90 x 1.10 m e = 1/8" marco de metal + pintura | und. | 8.00 | 8.00 |
| 05.07.02 | Suministro e inst. de compuerta metálica de 1.25 x 0.30 m e = 1/8" inc. Accesorios | und. | 8.00 | 8.00 |
| 05.08 | Suministro e instalación de tuberías | | | |
| 05.08.01 | Suministro e instalación de tuberías hdpe | ml | 0.00 | 12.86 |

Fuente: Expediente técnico

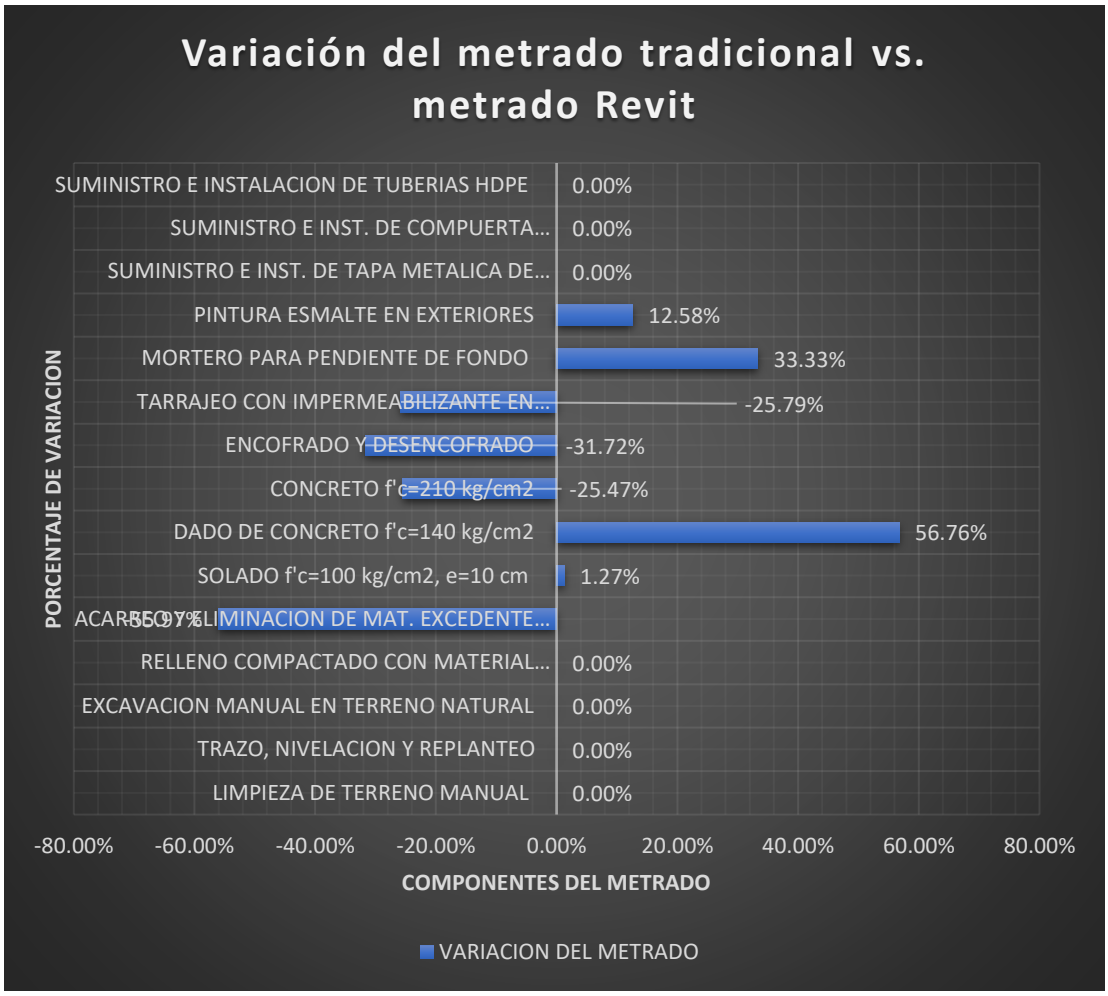



***Figura 227. Variación del metrado Revit respecto al tradicional de la cámara de inspección***

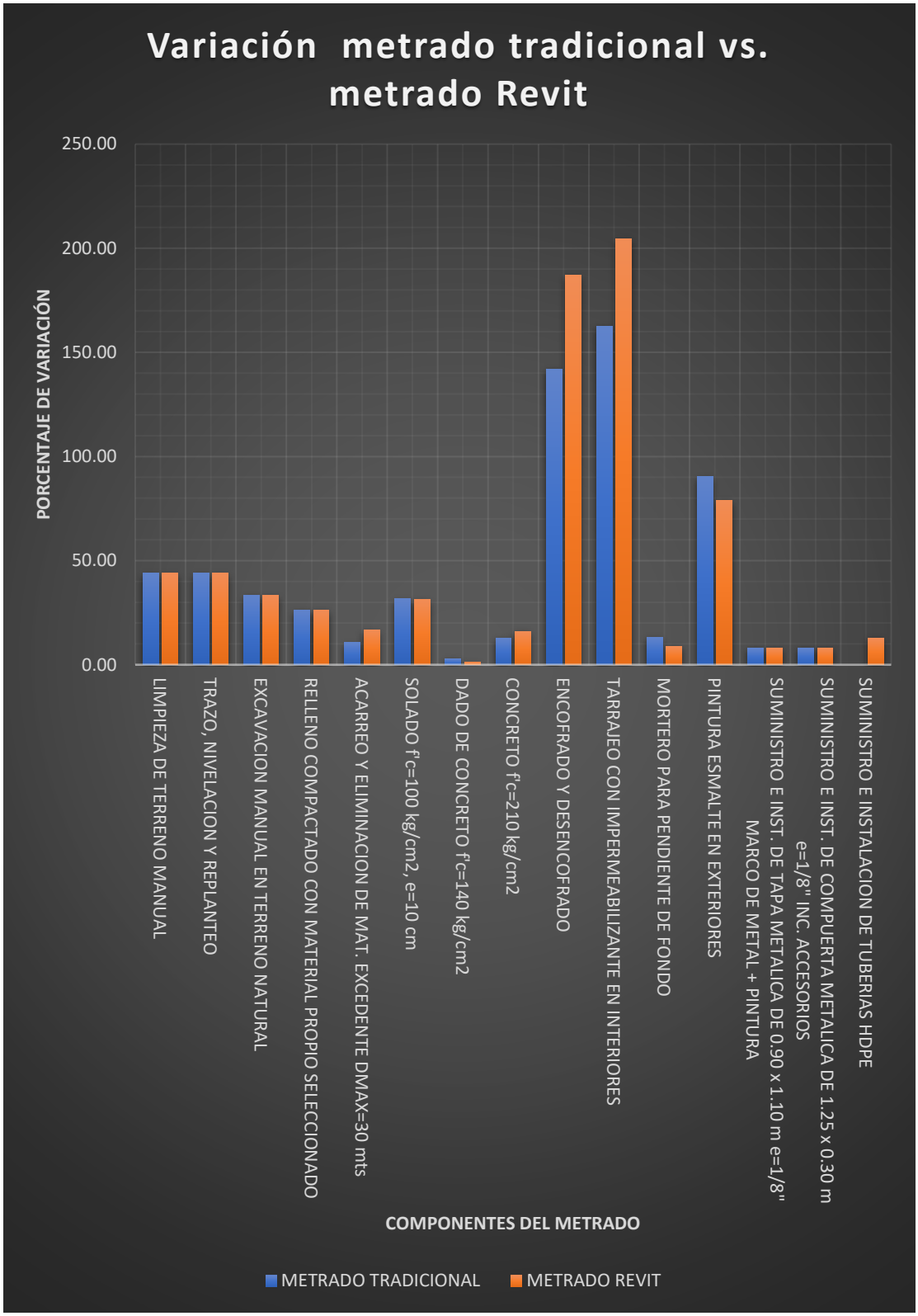



***Figura 228. Barras de metrado tradicional vs. Revit de la cámara de inspección***

La figura 228 muestra el total de metrado por partida de ambas metodologías donde es fácil reconocer las partidas que tienen variaciones considerables para analizar y ayuden a indicar si la metodología aplicada presenta los beneficios indicas en las hipótesis.

## Movimiento de tierras

### Acarreo y eliminación de mat. excedente dmáx = 30 m

Esta partida indica el resultado del corte y relleno del movimiento de tierras que se dará, importante porque si el volumen de corte es superior con este caso se tendrá que mover el material excedente y esto implica un costo que afectará el presupuesto final.

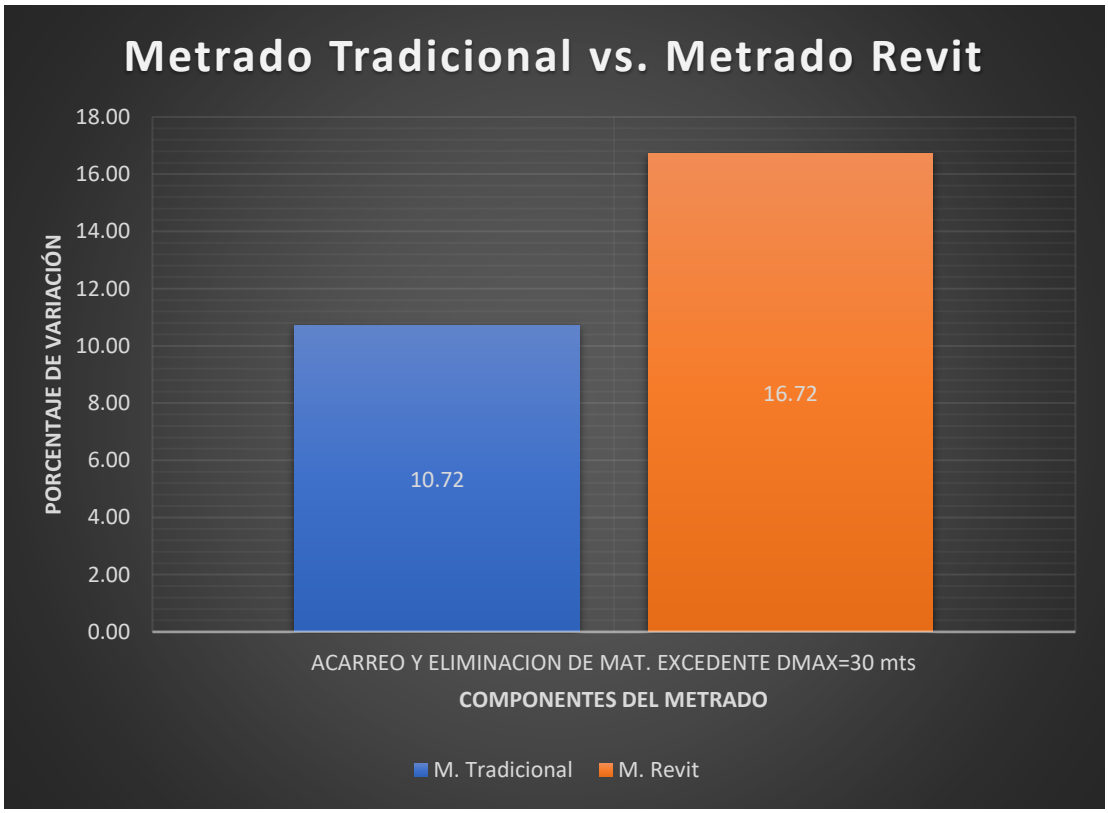



***Figura 229. Variación metrado tradicional vs. Revit (movimiento de tierras – cámara de inspección)***

En la figura 229 se puede evidenciar que el valor del metrado Revit es superior al que se obtuvo en el expediente técnico con el método tradicional.

**Tabla 150.** ***Metrado de movimiento de tierras del exp. técnico (cámara de inspección)***

| Partida | Descripción | Unid. | Veces | Largo | Ancho | Altura | Subtotal | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **05.02** | **Movimiento de tierras** | | | | | | | |
| **05.02.01** | **Excavación manual en terreno natural** | **m3** | | | | | **4.15** | **33.20** |
| | *Cámara* | | | | | | | |
| | | | 1.00 | 2.00 | 1.60 | 1.15 | 3.68 | |
| | | | 1.00 | 1.50 | 0.50 | 0.40 | 0.30 | |
| | Solado cámara | | 1.00 | 1.10 | 1.00 | 0.10 | 0.11 | |
| | Solado | | 1.00 | 1.10 | 1.00 | 0.05 | 0.06 | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **05.02.02** | **Relleno compactado con material propio seleccionado** | **m3** | | | | | **3.28** | **26.24** |
| | Volumen de excavación de estructura | | 1.00 | | | 4.26 | 4.26 | |
| | Cámara lateral 1 | | -1.00 | 1.10 | 1.00 | 0.80 | -0.88 | |
| | Cámara lateral 2 | | -1.00 | 0.70 | 0.70 | 0.20 | -0.10 | |
| **05.02.03** | **Acarreo y eliminación de mat. excedente dmáx = 30 m** | **m3** | | | | | **1.34** | **10.72** |
| | Excavación - esponjamiento 20 % | | 1.00 | 1.20 | Volumen | 4.15 | 4.98 | |
| | Relleno - compactación 90 % | | -1.00 | 1.11 | Volumen | 3.28 | -3.64 | |

Fuente: Expediente técnico

Las observaciones realizadas de esta partida en las estructuras anteriores indican que esta información no es muy confiable, ya que la tabla de metrados solo calcula los volúmenes de excavación de solado y cimientos nuevamente sin considerar las características topofiguras de su ubicación que pueden variar considerablemente el corte y relleno.

### Obras de concreto simple

**Solado f'c = 100 kg/cm2, e = 10 cm**

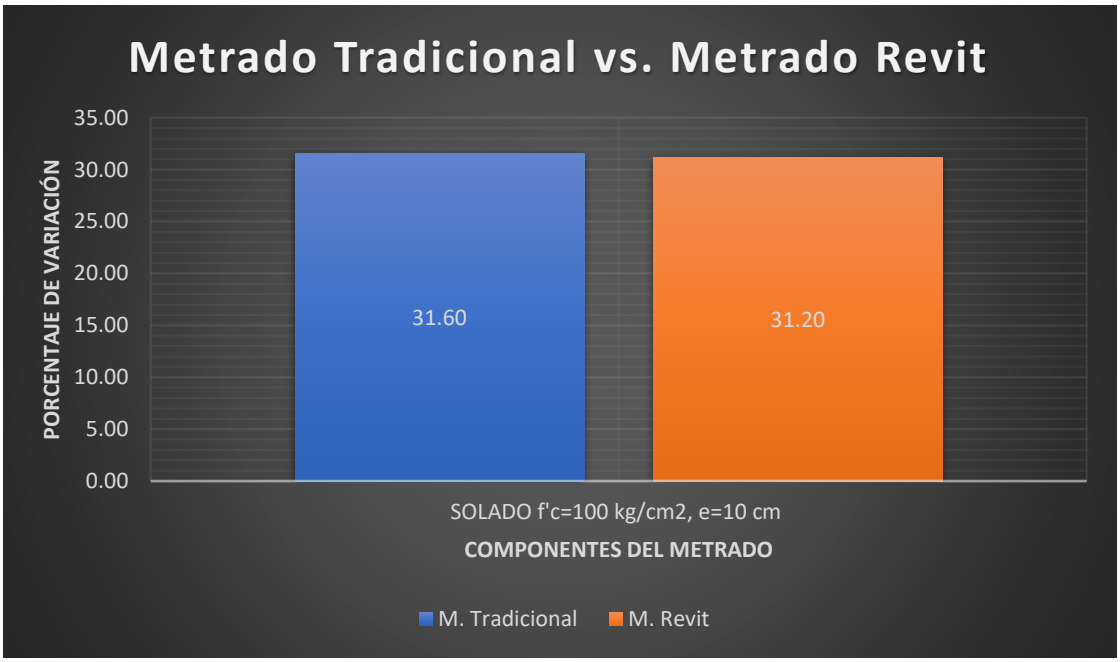



***Figura 230. Variación metrado tradicional vs. Revit (solado – cámara de inspección)***

En la figura 230 se puede evidenciar que el valor del metrado Revit muy similar al que se obtuvo en el expediente técnico con el método tradicional.

**Tabla 151.** ***Metrado de solado del exp. técnico (cámara de inspección)***

| Partida | Descripción | Unid. | Veces | Largo | Ancho | Subtotal | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **05.03** | **Obras de concreto simple** | | | | | | |
| **05.03.01** | **Solado f'c = 100 kg/cm2, e = 10 cm** | **m2** | | | | **3.95** | **31.60** |
| | Base de cámaras | | 1.00 | 2.00 | 1.60 | 3.20 | |
| | | | 1.00 | 1.50 | 0.50 | 0.75 | |

Fuente: Expediente técnico

En este caso el solado presenta un valor más exacto y la pequeña variación se debe únicamente a que el metrado tradicional redondea valores para su cálculo y el Revit no.

**Obras de concreto armado**

**Concreto f'c = 210 kg/cm2**

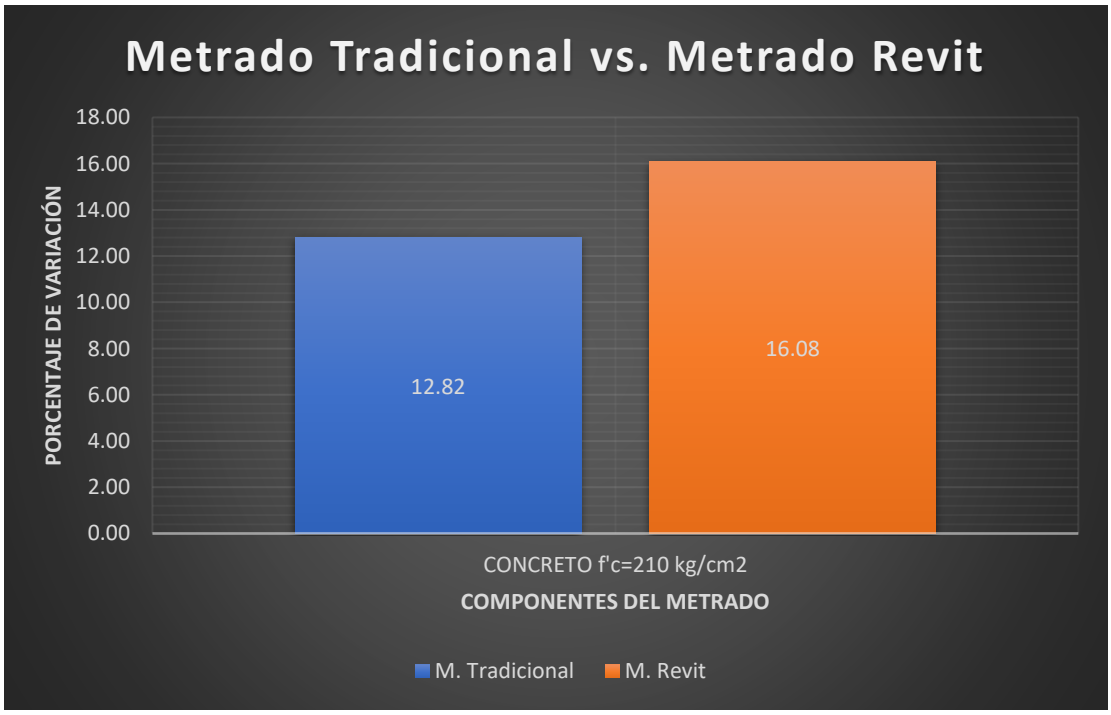



***Figura 231. Variación metrado tradicional vs. Revit (concreto – cámara de inspección)***

En la figura 231 se puede evidenciar que el valor del metrado Revit es superior al que se obtuvo en el expediente técnico con el método tradicional.

**Tabla 152.** ***Metrado de concreto del exp. técnico (cámara de inspección)***

| Partida | Descripción | Unid. | Veces | Largo | Ancho | Altura | Subtotal | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **05.04** | **Obras de concreto armado** | | | | | | | |
| **05.04.01** | **Concreto f'c = 210 kg/cm2** | **m3** | | | | | **1.60** | **12.82** |
| | Cámara | | | | | | | |
| | Piso base | | 1.00 | 2.00 | 1.60 | 0.10 | 0.32 | |
| | Muros longitudinales | | 2.00 | 1.80 | 0.15 | 1.25 | 0.68 | |
| | Muros transversales | | 2.00 | 1.10 | 0.15 | 1.25 | 0.41 | |
| | Muros internos | | 1.00 | 1.10 | 0.20 | 0.60 | 0.13 | |
| | | | 1.00 | 1.10 | 0.20 | 0.20 | 0.04 | |
| | Techo | | 1.00 | 1.10 | 0.60 | 0.15 | 0.10 | |
| | Tapa metálica | | -1.00 | 0.90 | 0.90 | 0.10 | -0.08 | |

Fuente: Expediente técnico

La figura 231 indica una variación considerable de 3.26 m³ total de concreto es decir de 0.41 m³ por cada cámara de inspección y tras analizar la tabla 152 se puede observar que esto se debe a que el metrado tradicional no considero el canal de limpia ilustrada en la figura 232.

Esta observación refleja las grandes pérdidas que se pueden dar para un consultor si no llega a considerar partes de un metrado y este problema se puede eliminar desde la etapa de la planificación con la metodología BIM.

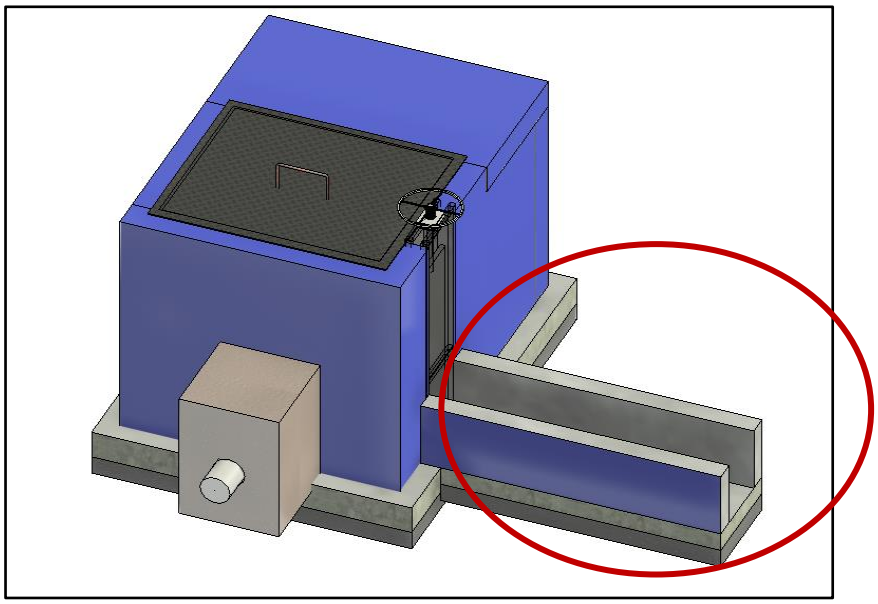


***Figura 232. Concreto de canal de limpia no consideradas por el exp. técnico***

**Encofrado y desencofrado**

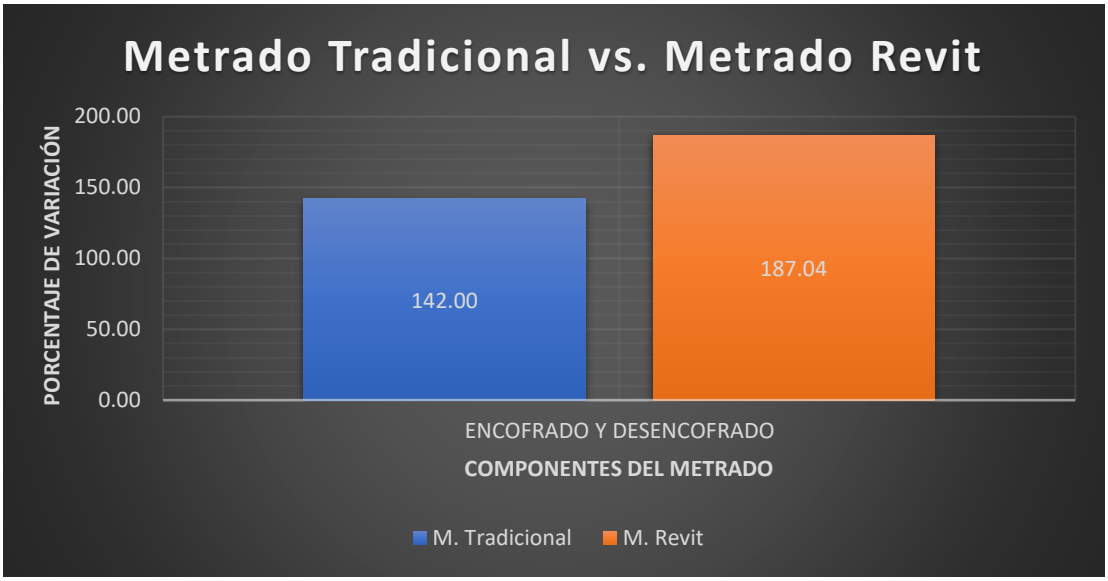



***Figura 233. Variación metrado tradicional vs. Revit (encofrado – cámara de inspección)***

En la figura 233 se puede evidenciar que el valor del metrado Revit es superior al que se obtuvo en el expediente técnico con el método tradicional.

**Tabla 153.** ***Metrado de concreto del exp. técnico (cámara de inspección)***

| Partida | Descripción | Unid. | Veces | Largo | Ancho | Altura | Subtotal | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **05.04.02** | **Encofrado y desencofrado** | **m2** | | | | | **17.75** | **142.00** |
| | Cámara | | | | | | | |
| | Piso base | | 2.00 | 2.00 | | 0.10 | 0.40 | |
| | | | 2.00 | | 1.60 | 0.10 | 0.32 | |
| | Muro longitudinales exterior | | 2.00 | 1.80 | | 1.25 | 4.50 | |
| | Muro longitudinales interior | | 2.00 | 1.50 | | 1.25 | 3.75 | |
| | Muros transversales exterior | | 2.00 | 1.40 | | 1.25 | 3.50 | |
| | Muros transversales interior | | 2.00 | 1.10 | | 1.25 | 2.75 | |
| | Muros internos | | 1.00 | 1.10 | | 1.20 | 1.32 | |
| | | | 1.00 | 1.10 | | 0.40 | 0.44 | |
| | Techo | | 1.00 | 1.10 | | 0.60 | 0.66 | |
| | | | 1.00 | 1.10 | | 0.10 | 0.11 | |

Fuente: Expediente técnico

La figura 233 indica una variación considerable de 45.04 m² total de encofrado es decir de 5.63 m² por cada cámara de inspección y tras analizar la tabla 153 se puede observar que esto se debe a que el metrado tradicional no considero el canal de limpia ilustrada en la figura 234.

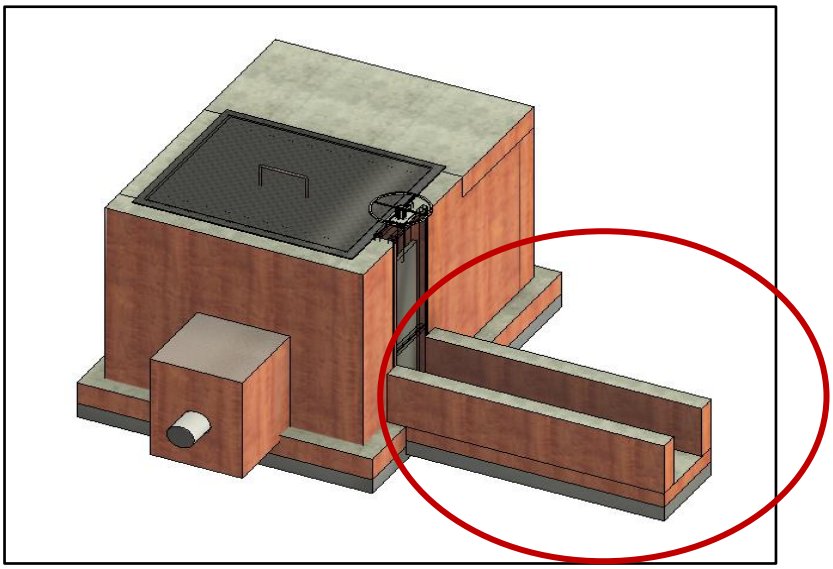


*Figura 234. Concreto de canal de limpia no consideradas por el exp. técnico*

**Acero f'y = 4200 kg/cm2**

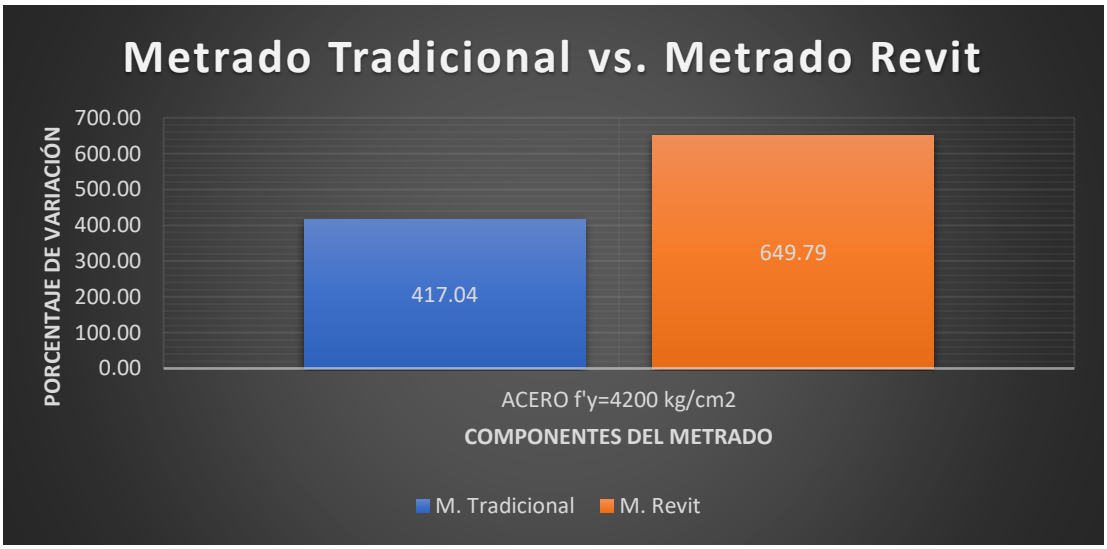



*Figura 235. Variación metrado tradicional vs. Revit (acero – cámara de inspección)*

En la figura 235 se puede evidenciar que el valor del metrado Revit es ampliamente superior al que se obtuvo en el expediente técnico con el método tradicional.

**Tabla 154.** ***Metrado de concreto del exp. técnico (cámara de inspección)***

| Partida | Descripción | Unid. | Veces | Largo | Ancho | Peso | Subtotal | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **05.04.03** | **Acero f'y = 4200 kg/cm2** | **kg** | **Ø** | **N.° varillas** | **Long.** | **kg/ m** | **52.13** | **417.04** |
| | *Muro (Ø 3/8" @ 0,20m)* | | | | | | | |
| | Longitudinales (verticales) | | 3/8 | 10.00 | 1.67 | 0.53 | 8.78 | |
| | Transversales (verticales) | | 3/8 | 9.00 | 1.50 | 0.53 | 7.10 | |
| | Longitudinales (horizontales) | | 3/8 | 7.00 | 1.95 | 0.53 | 7.18 | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Transversales (horizontales) | 3/8 | 7.00 | 1.48 | 0.53 | 5.45 |
| *Acero de refuerzo (muro interno)* | | | | | |
| Transversales (verticales) | 3/8 | 5.00 | 0.74 | 0.53 | 1.95 |
| Transversales (horizontales) | 3/8 | 6.00 | 1.10 | 0.53 | 3.47 |
| *Losa de fondo (Ø 3/8" @ 0,20m)* | | | | | |
| Longitudinales | 3/8 | 10.00 | 1.90 | 0.56 | 10.64 |
| Transversales | 3/8 | 9.00 | 1.50 | 0.56 | 7.56 |

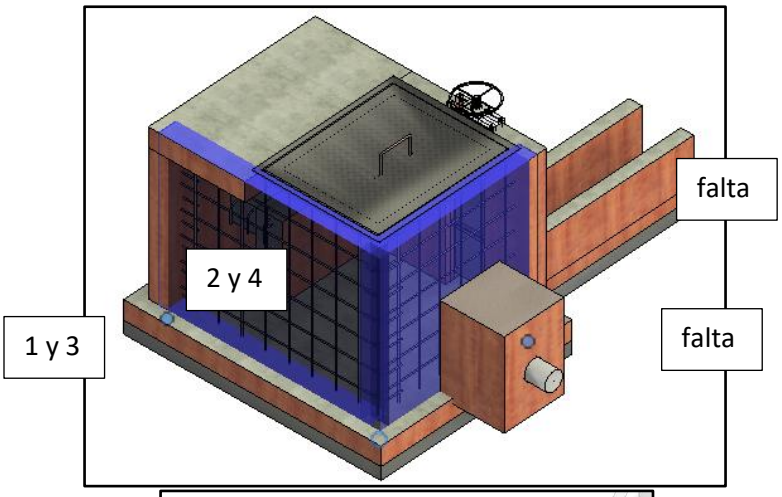
Fuente: Expediente técnico

Los metrados en hoja de cálculo además de ser difíciles de entender para alguien que no realizo el metrado pueden tener errores en las fórmulas como en la tabla 155 a simple vista se encuentra la falla del valor del peso de 0.53 en lugar de 0.56 kg/m y la gran variación en el resultado total de acero indicado en la figura 235 es prueba de ello. A continuación, en la figura 236 se ilustrará las partes que no se consideraron.

**Tabla 155.** ***Anfitriones de acero (cámara de inspección)***

| Descripción | Subtotal | Símbolo |
|---|---|---|
| ***Muro (Ø 3/8" @ 0,20m)*** | | |
| Longitudinales (verticales) | 8.78 | 1 |
| Transversales (verticales) | 7.10 | 2 |
| Longitudinales (horizontales) | 7.18 | 3 |
| Transversales (horizontales) | 5.45 | 4 |
| ***Acero de refuerzo (muro interno)*** | | |
| Transversales (verticales) | 1.95 | 5 |
| Transversales (horizontales) | 3.47 | 6 |
| ***Losa de fondo (Ø 3/8" @ 0,20m)*** | | |
| Longitudinales | 10.64 | 7 |
| Transversales | 7.56 | 8 |

Fuente: Expediente técnico


falta
2 y 4
1 y 3
falta

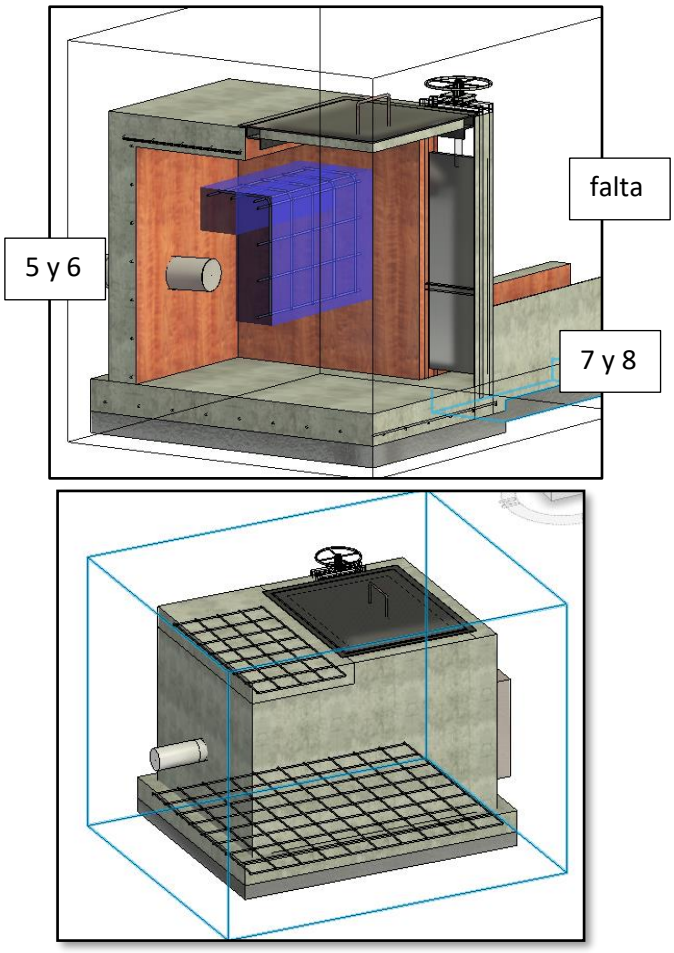



***Figura 236. Anfitriones de acero (cámara de inspección)***

A diferencia del metrado tradicional donde se describe el anfitrión y se calcula con fórmulas que pueden producir errores Revit contabiliza cada elemento modelado ordenándolo con su respectivo anfitrión. La variación de la figura 236 es amplio porque se metra para 8 estructuras similares.

## Pintura

**Pintura esmalte en exteriores**

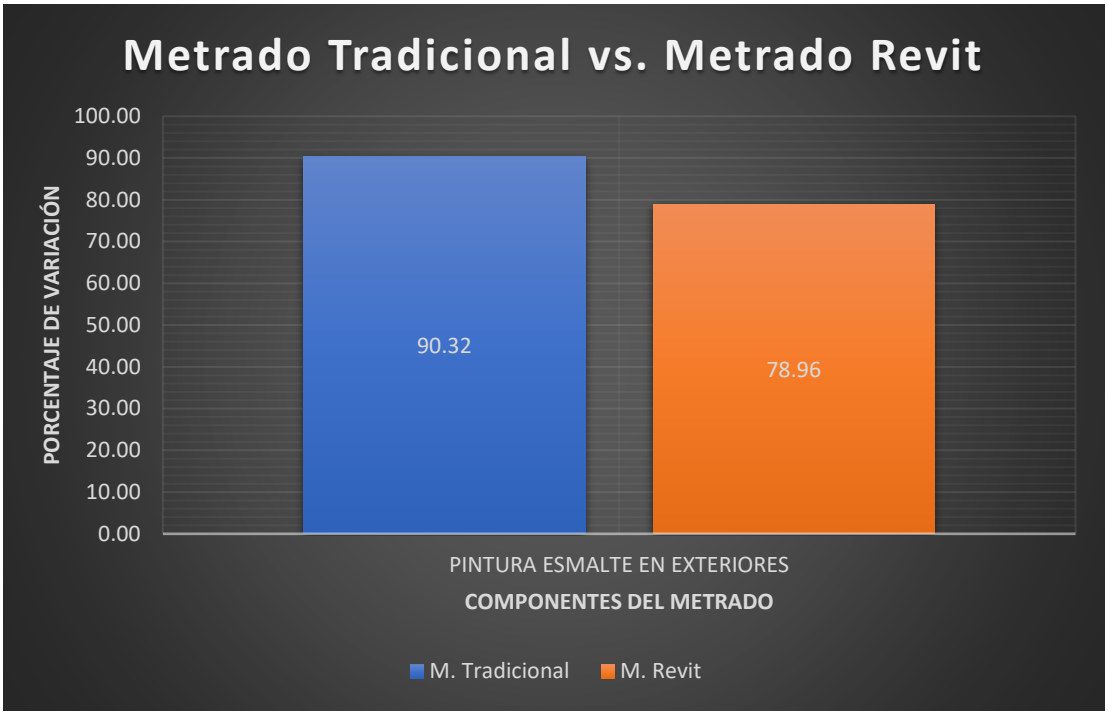



***Figura 237. Variación metrado tradicional vs. Revit (pintura esmalte – cámara de inspección)***

En la figura 237 se puede evidenciar que el valor del metrado Revit es ampliamente inferior al que se obtuvo en el expediente técnico con el método tradicional.

**Tabla 156.** ***Metrado de concreto del exp. técnico (cámara de inspección)***

| Partida | Descripción | Unid. | Veces | Largo | Ancho | Altura | Subtotal | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **05.06** | **Pintura** | | | | | | | |
| **05.06.01** | **Pintura esmalte en exteriores** | **m2** | | | | | **11.29** | **90.32** |
| | Cámara | | | | | | | |
| | Muro longitudinales exterior | | 2.00 | 1.80 | | 1.25 | 4.50 | |
| | Muros transversales exterior | | 2.00 | 1.40 | | 1.25 | 3.50 | |
| | Techo exterior | | 1.00 | 1.10 | | 0.60 | 0.66 | |
| | Muro planta | | 2.00 | 3.20 | | 0.15 | 0.96 | |
| | Piso base longitudinales exterior | | 4.00 | 1.80 | | 0.15 | 1.08 | |
| | Piso base transversal exterior | | 3.00 | 1.10 | | 0.15 | 0.50 | |
| | | | 1.00 | 0.60 | | 0.15 | 0.09 | |

Fuente: Expediente técnico

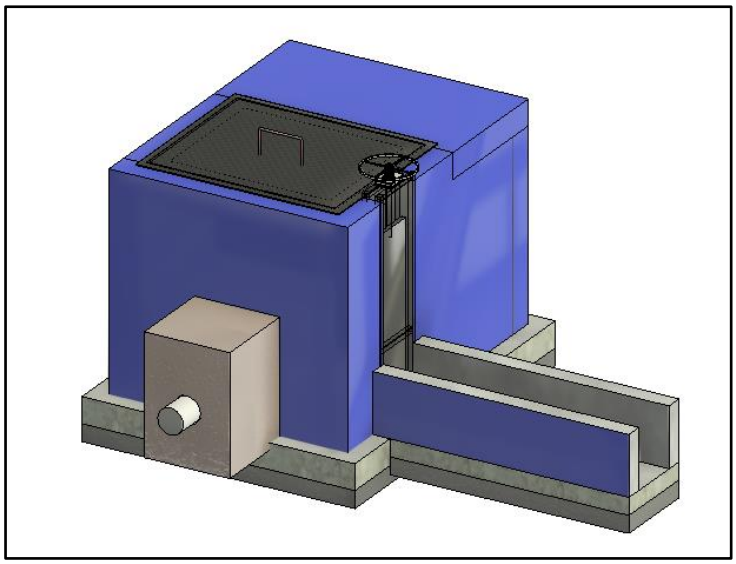


*Figura 238. Pintura esmalte (cámara de inspección)*

De la misma forma que la observación anterior el metrado tradicional tampoco considero la pintura esmalte para las caras externos del canal de limpia de la cámara de inspección.

### 4.4.4. Variaciones de metrado cámara de distribución

**Tabla 157.** ***Resumen de metrado de la cámara de distribución del expediente técnico (método tradicional vs. M. BIM)***

| 07 | Cámara distribuidor de caudales (2 und.) | | M. tradicional | M. BIM |
|---|---|---|---|---|
| 07.01 | Trabajos preliminares | | | |
| 07.01.01 | Limpieza de terreno manual | m2 | 15.51 | 15.51 |
| 07.01.02 | Trazo, nivelación y replanteo | m2 | 15.51 | 15.51 |
| 07.02 | Movimiento de tierras | | | |
| 07.02.01 | Excavación manual en terreno natural | m3 | 14.17 | 49.76 |
| 07.02.02 | Nivelación interior y apisonado (manual) | m2 | 9.83 | 41.16 |
| 07.02.03 | Acarreo y eliminación de mat. excedente dmáx = 30 m | m3 | 4.99 | -8.60 |
| 07.03 | Obras de concreto simple | | | |
| 07.03.01 | Solado f'c = 100 kg/cm2, e = 10 cm | m2 | 10.73 | 11.00 |
| 07.03.02 | Concreto f'c = 175 kg/cm2 | m3 | 1.15 | 1.50 |
| 07.03.03 | Emboquillado de piedra con concreto F'C = 140 kg/Cm2 e = 15cm | m2 | 1.00 | 1.00 |
| 07.04 | Obras de concreto armado | | | |
| 07.04.01 | Concreto f'c = 210 kg/cm2 | m3 | 4.07 | 2.81 |
| 07.04.02 | Encofrado Y desencofrado | m2 | 57.95 | 57.12 |
| 07.04.03 | Acero f'y = 4200 kg/cm2 | kg | 117.81 | 203.46 |
| 07.05 | Revestimiento | | | |
| 07.05.01 | Tarrajeo interior con impermeabilizante | m2 | 35.41 | 74.69 |
| 07.05.02 | Tarrajeo exterior | m2 | 34.70 | - |
| 07.05.03 | Mortero para pendiente de fondo | m2 | 03.02 | - |
| 07.06 | Pintura | | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 07.06.01 | Pintura esmalte en exteriores | m2 | 34.70 | 30.46 |
| 07.07 | Carpintería metálica | | | |
| 07.07.01 | Suministro e inst. de tapa metálica de 1.20 x0.80m con marco de metal | und. | 01.00 | 01.00 |
| 07.07.02 | Suministro e inst. de tapa metálica de 0.80 x0.80m con marco de metal | und. | 01.00 | 01.00 |
| 07.07.03 | Suministro e inst. de tapa metálica de 0.80 x0.50m con marco de metal | und. | 01.00 | 02.00 |
| 07.08 | Suministro e instalación de tuberías | | | |
| 07.08.01 | Suministro e instalación de tubería hdpe ø250mm PN -10 | ml | 2.00 | 1.74 |
| 07.08.02 | Suministro e instalación de tubería hdpe ø200mm PN -10 | ml | 6.00 | 1.40 |
| 07.08.03 | Suministro e instalación de tubería hdpe ø160mm PN -10 | ml | 4.00 | 1.49 |
| 07.08.04 | Suministro e instalación de tubería hdpe ø63mm PN -10 | ml | 8.68 | 5.74 |
| 07.09 | Suministro e instalación de accesorios | | | |
| 07.09.01 | Suministro e instalación de codo HDPE DN 160mm x 45° | und. | 1.00 | 3.00 |
| 07.09.02 | Suministro e instalación de codo HDPE DN 63mm x 45° | und. | 3.00 | 3.00 |
| 07.09.03 | Suministro e instalación de tee hdpe dn 63mm | und. | 3.00 | 1.00 |
| 07.09.04 | Suministro e instalación de válvula de compuerta bridada pesada dn 200 mm c/adaptador de brida rápida | und. | 1.00 | 1.00 |
| 07.09.05 | Suministro e instalación de válvula de compuerta bridada pesada dn 150 mm c/adaptador de brida rápida | und. | 1.00 | 2.00 |
| 07.09.06 | Suministro e instalación de válvula de compuerta bridada pesada dn 50mm c/adaptador de brida rápida | und. | 2.00 | 30.46 |

Fuente: Expediente técnico

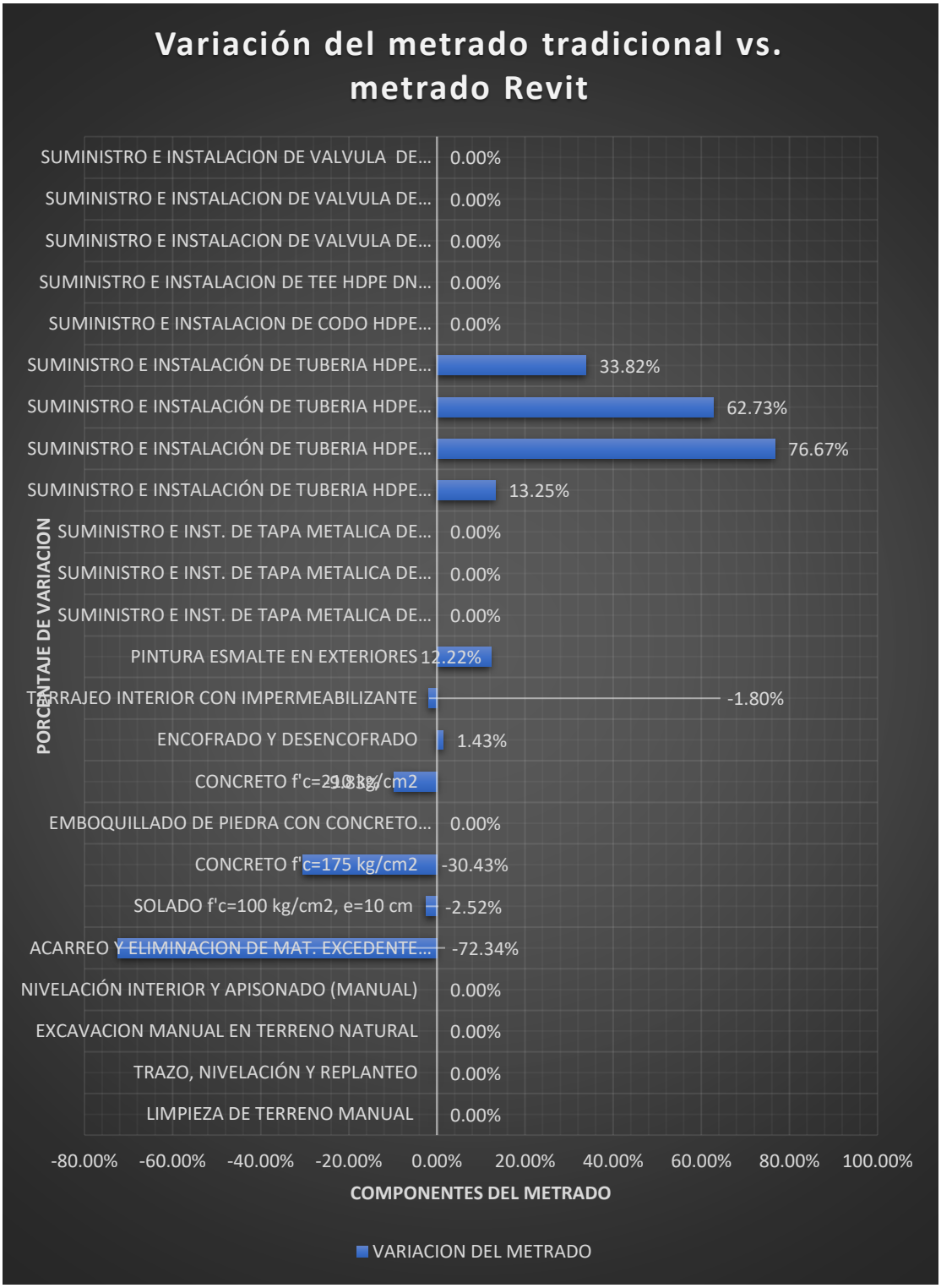



*Figura 239. Variación del metrado Revit respecto al tradicional de la cámara de distribución*

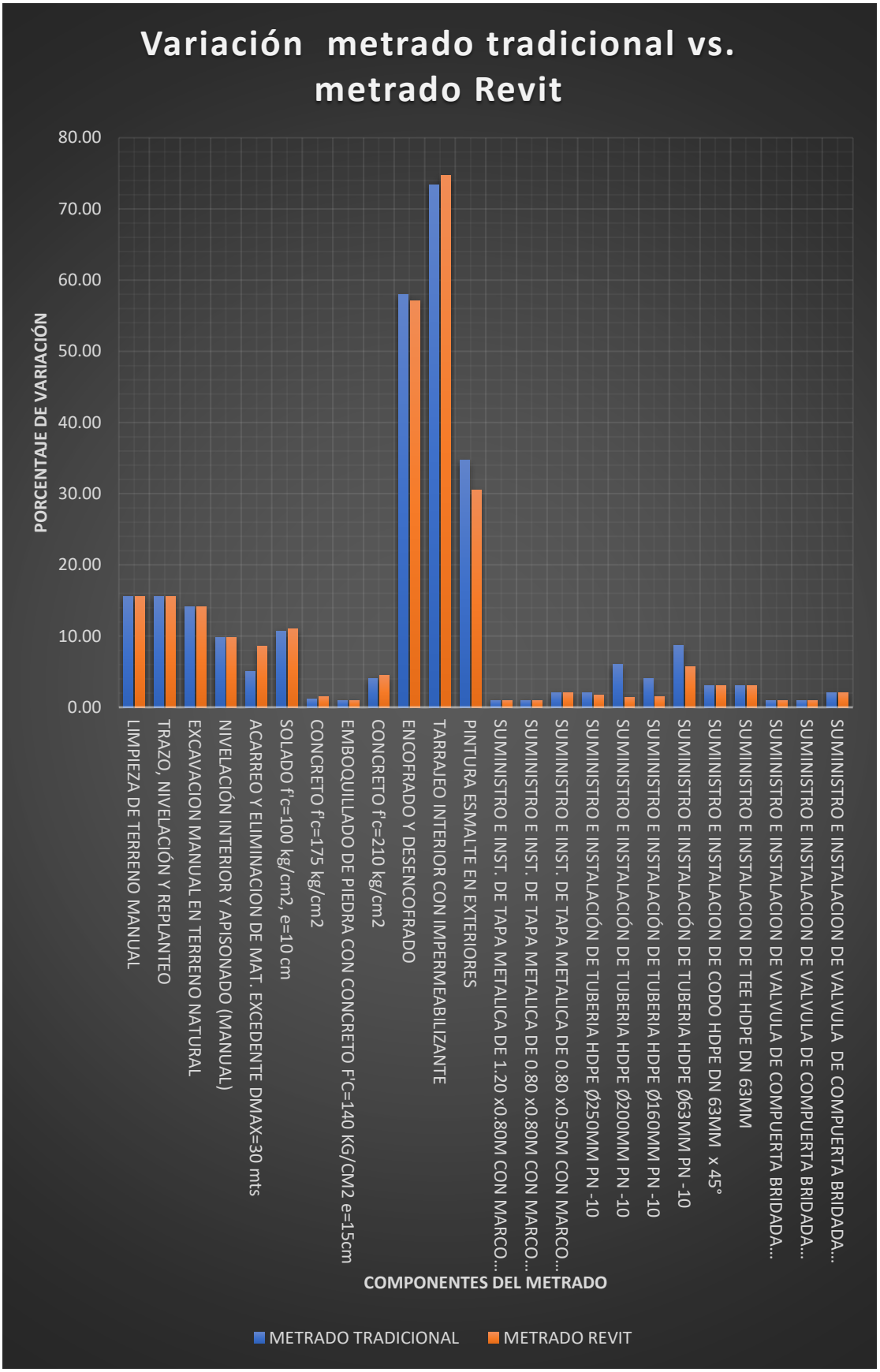



*Figura 240. Barras de metrado tradicional vs. Revit de la cámara de distribución*

## Movimiento de tierras

**Acarreo y eliminación de mat. excedente dmáx = 30 m**

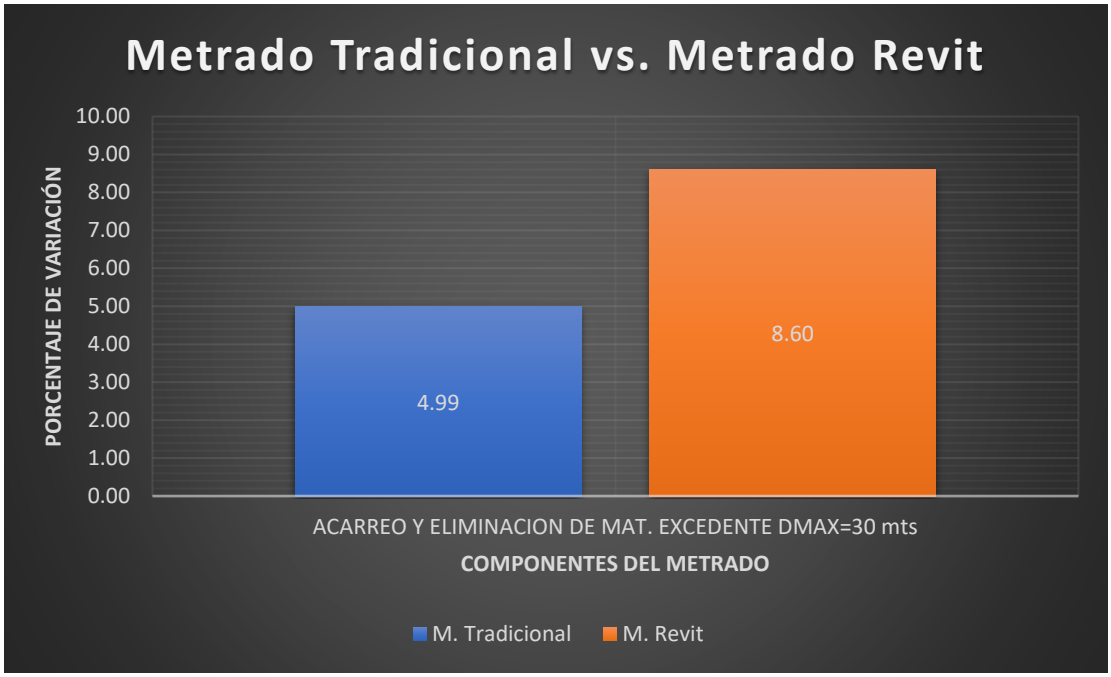



***Figura 241. Variación metrado tradicional vs. Revit (movimiento de tierras – cámara de distribución)***

En la figura 241 se puede evidenciar que el valor del metrado Revit es superior al que se obtuvo en el expediente técnico con el método tradicional.

**Tabla 158.** ***Metrado de movimiento de tierras del exp. técnico (cámara de distribución)***

| Partida | Descripción | Unid. | Veces | Largo | Ancho | Altura | Subtotal | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 07.02 | Movimiento de tierras | | | | | | | |
| 07.02.01 | Excavación manual en terreno natural | m3 | | | | | | 14.17 |
| | Cámara de distribución | | 1.00 | 2.30 | 1.90 | 2.25 | 9.83 | |
| | Caja de válvula de salida a conducción | | 1.00 | 1.20 | 1.20 | 1.25 | 1.80 | |
| | Caja de válvula de salida a reservorio | | 1.00 | 1.00 | 0.70 | 1.25 | 0.88 | |
| | Caja de válvula compuerta para limpieza y rebose | | 1.00 | 1.50 | 1.00 | 0.65 | 0.98 | |
| | Emboquillado de piedra | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 0.40 | 0.40 | |
| | Dado de concreta tubería de ingreso | | 1.00 | 0.60 | 0.60 | 0.60 | 0.22 | |
| | Dado de concreta tubería de emboquillado | | 1.00 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.06 | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **07.02.02** | **Nivelación interior y apisonado (manual)** | **m2** | | | | | | **9.83** |
| | Cámara de distribución | | 1.00 | 2.30 | 1.90 | | 4.37 | |
| | Caja de válvula de salida a conducción | | 1.00 | 1.20 | 1.20 | | 1.44 | |
| | Caja de válvula de salida a reservorio | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | 1.00 | |
| | Caja de válvula compuerta para limpieza y rebose | | 1.00 | 1.50 | 1.00 | | 1.50 | |
| | Emboquillado de piedra | | 1.00 | 1.00 | 1.00 | | 1.00 | |
| | Dado de concreto para tubería de ingreso | | 1.00 | 0.60 | 0.60 | | 0.36 | |
| | Dado de concreto para tubería de emboquillado | | 1.00 | 0.40 | 0.40 | | 0.16 | |
| **07.02.03** | **Acarreo y eliminación de mat. excedente dmáx = 30 m** | **m3** | | | | | | **4.99** |
| | Excavación - Esponjamiento 20 % | | 1.00 | 1.20 | Volumen | 14.17 | 17.00 | |
| | Relleno - Compactación 90 % | | - 1.00 | 1.11 | Volumen | 10.81 | - 12.01 | |

Fuente: Expediente técnico

Las observaciones realizadas de esta partida en las estructuras nuevamente solo calculan los volúmenes de excavación de solado y cimientos sin considerar las características topofiguras de su ubicación que pueden variar considerablemente el corte y relleno, teniendo en cuenta que esta estructura al tener un gran empuje en su caja húmeda principal debería considerarse una explanación con corte en su mayoría ya que un terreno propio le daría mayor estabilidad a comparación del relleno.

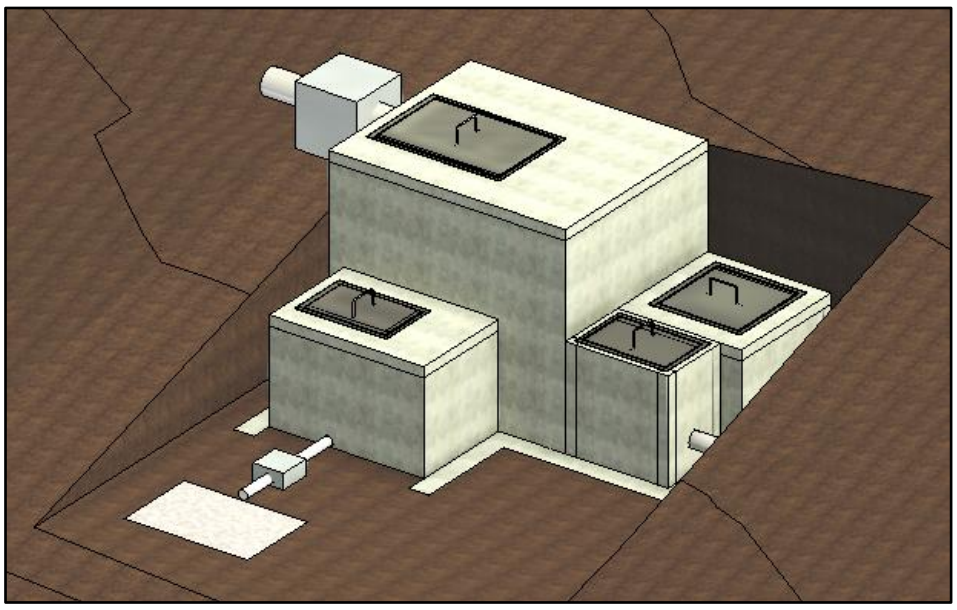


***Figura 242. Movimiento de tierras de la cámara de distribución***

## Obras de concreto simple

### Solado f'c = 100 kg/cm2, e = 10 cm

En la figura 243 se puede evidenciar que el valor del metrado Revit es ligeramente superior al que se obtuvo en el expediente técnico con el método tradicional.

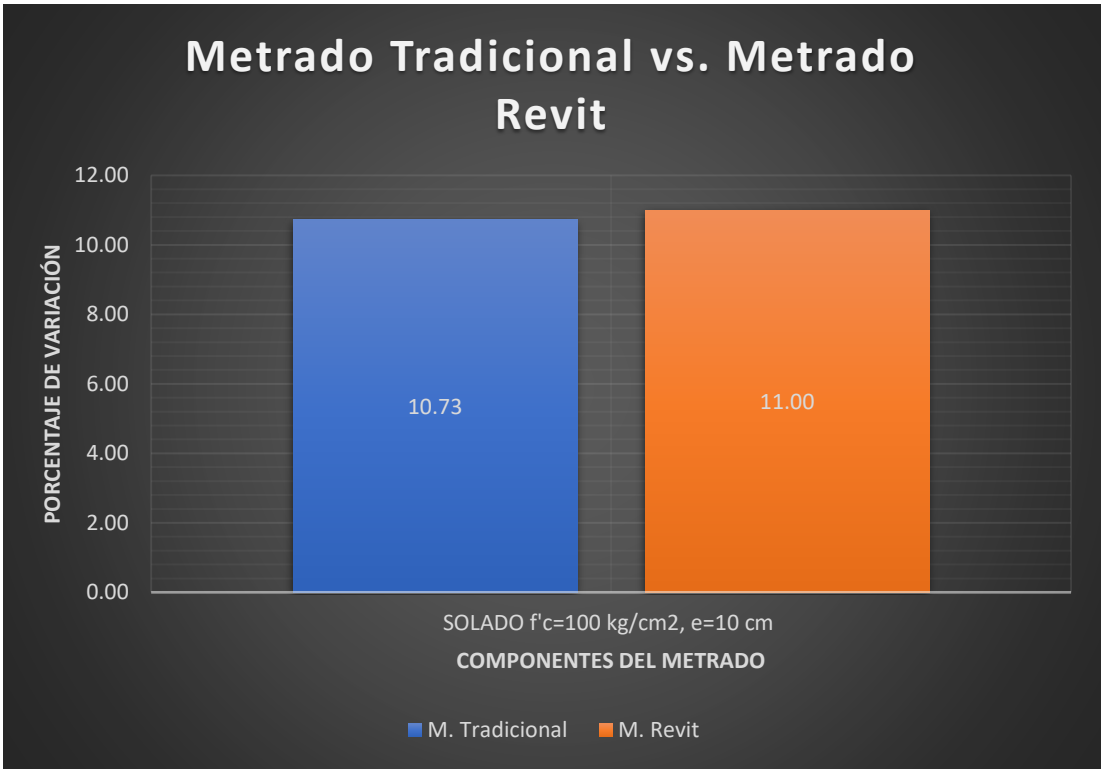



*Figura 243. Variación metrado tradicional vs. Revit (solado – cámara de distribución)*

**Tabla 159.** ***Metrado de solado del exp. técnico (cámara de distribución)***

| Partida | Descripción | Unid. | Veces | Long. | Ancho | Altura | Subtotal | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 07.03 | Obras de concreto simple | | | | | | | |
| 07.03.01 | Solado f'c = 100 kg/cm2, e = 10 cm | m2 | | | | | | 10.73 |
| | Base de cámara | | 1.00 | 3.90 | 1.60 | | 6.24 | |
| | | | 1.00 | 3.70 | 0.70 | | 2.59 | |
| | | | 1.00 | 1.90 | 1.00 | | 1.90 | |

Fuente: Expediente técnico

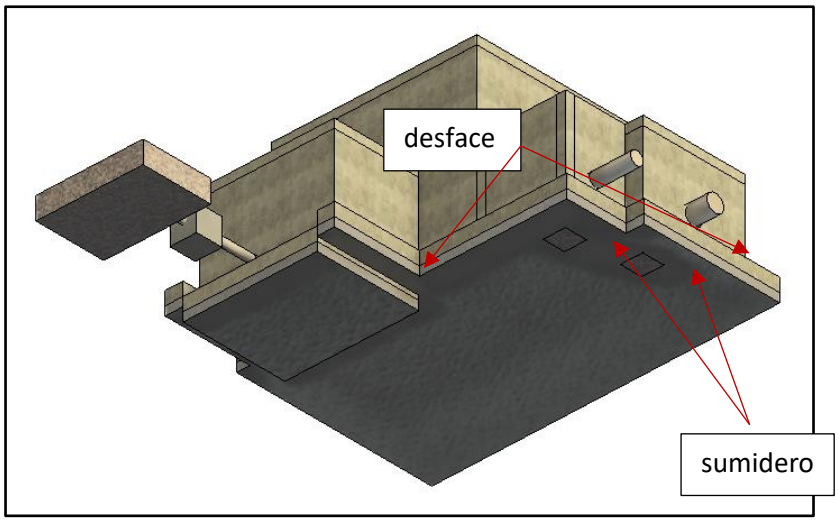



*Figura 244. Solado de la cámara de distribución*

Si bien la variación indicada en la figura 243 es mínima es clave indicar que esta se deba a que comúnmente en los metrado tradicionales se suelen metrar las áreas completas para el solado sin considerar que por ejemplo para este caso de la cámara de distribución existen sumideros de material de relleno que producen entradas en el solado además que no siempre es un rectángulo perfecto sino pueden tener formas más complejas por lo que se da la variación.

## Obras de concreto armado

**Concreto f'c = 210 kg/cm2**

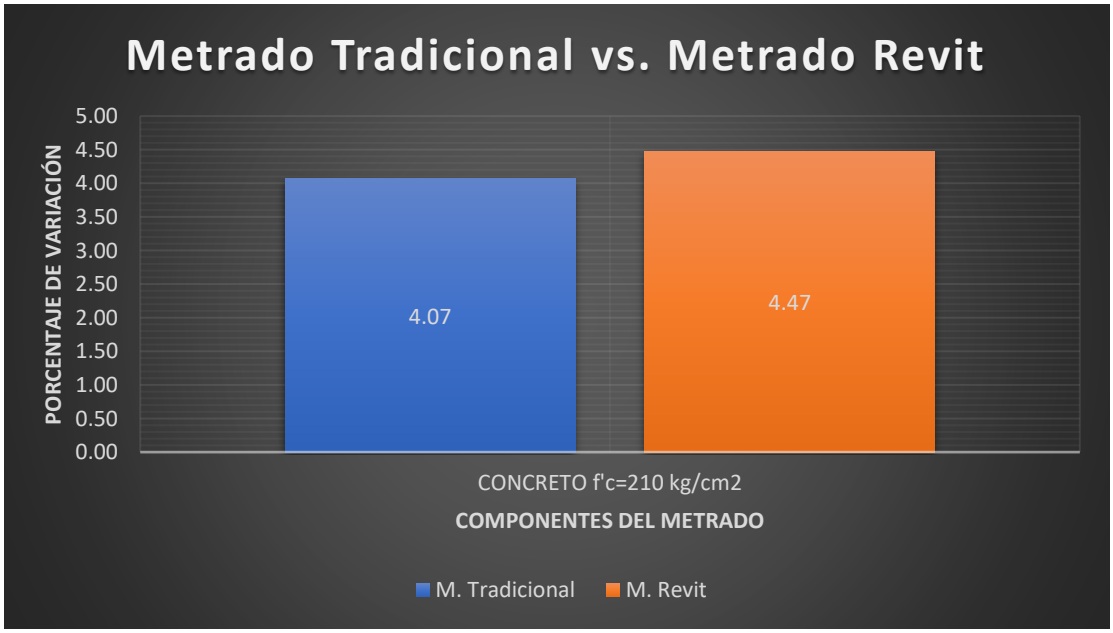



*Figura 245. Variación metrado tradicional vs. Revit (concreto – cámara de distribución)*

**Tabla 160.** ***Metrado de solado del exp. técnico (cámara de distribución)***

| Partida | Descripción | Unid. | Veces | Long. | Ancho | Altura | Subtotal | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **07.04** | **Obras de concreto armado** | | | | | | | |
| **07.04.01** | **Concreto f'c = 210 kg/cm2** | **m3** | | | | | | **4.07** |
| | Lado longitudinal | | 2.00 | 2.30 | 0.15 | 2.00 | 1.38 | |
| | Lado transversal | | 2.00 | 1.90 | 0.15 | 2.00 | 1.14 | |
| | Muro interno divisor de cámara | | 1.00 | 0.80 | 0.10 | 1.55 | 0.12 | |
| | Muro del vertedero | | 1.00 | 1.60 | 0.20 | 1.55 | 0.50 | |
| | Base | | 1.00 | 2.70 | 2.30 | 0.15 | 0.93 | |

Fuente: Expediente técnico

**Tabla 161.** ***Anfitriones de acero (cámara de inspección)***

| Descripción | Subtotal | Unid. |
|---|---|---|
| Lado longitudinal | 1.38 | **1** |
| Lado transversal | 1.14 | **2** |
| Muro interno divisor de cámara | 0.12 | **3** |
| Muro del vertedero | 0.50 | **4** |
| Base | 0.93 | **5** |

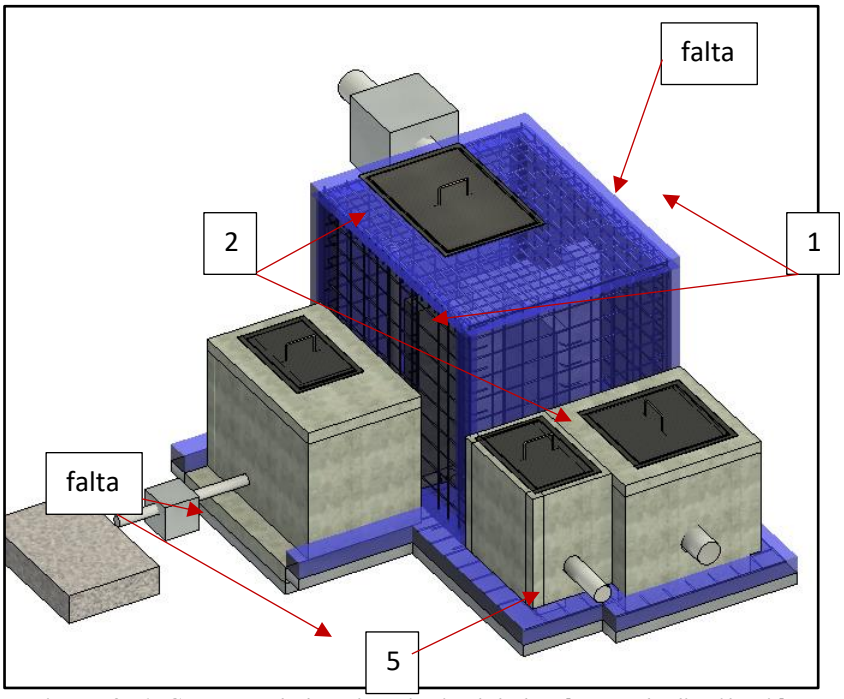



***Figura 246. Concreto de la caja principal de la cámara de distribución***

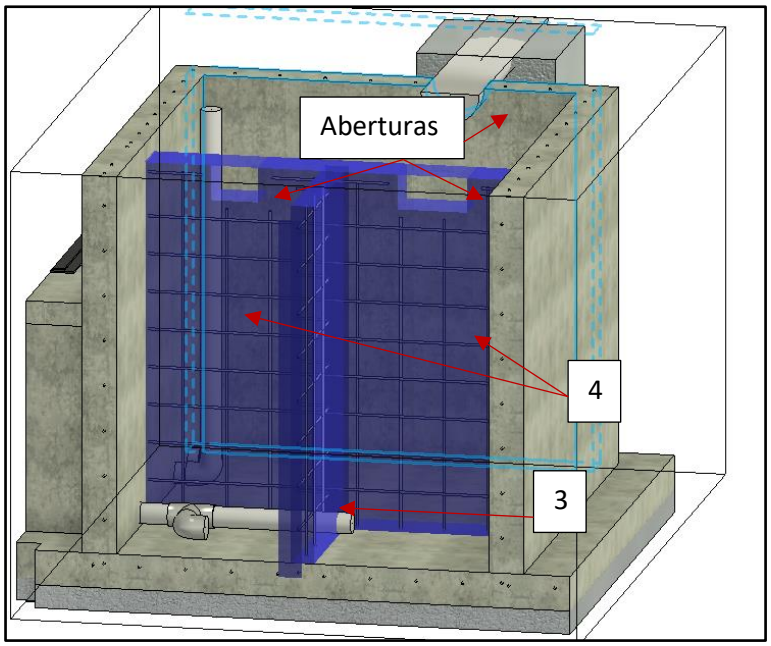



*Figura 247. Concreto de muro interno divisor de la cámara de distribución*

Las figuras 246 y 247 indican los anfitriones considerados para el metrado tradicional además de las partes que no se logran considerar lo que provoca la variación indicada en la figura 245 por el contrario Revit considera también las aberturas.

**Encofrado y desencofrado**

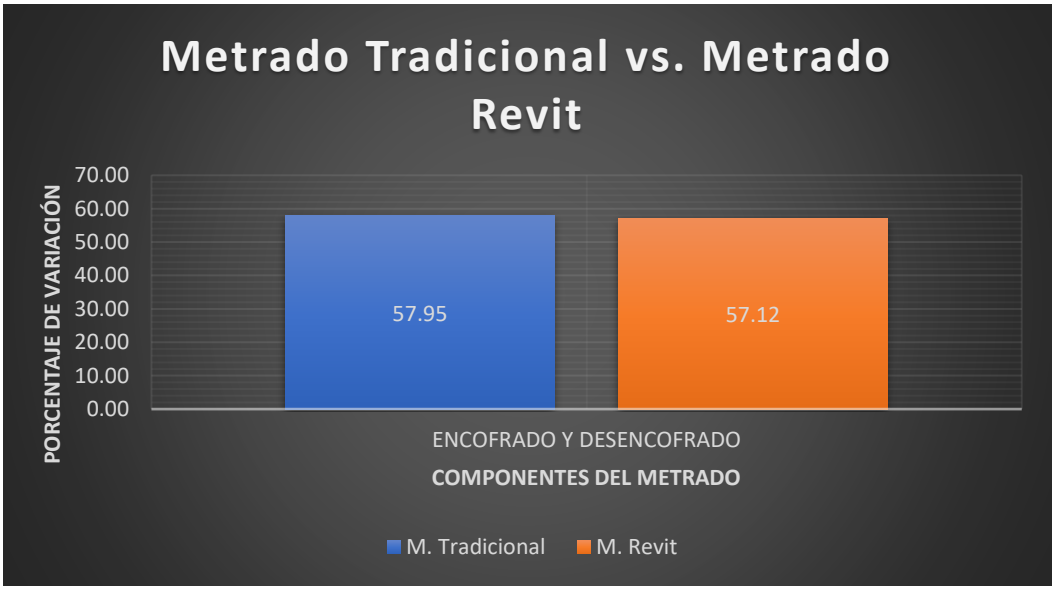



*Figura 248. Variación metrado tradicional vs. Revit (encofrado – cámara de distribución)*

En la figura 248 se puede evidenciar que el valor del metrado Revit es ligeramente inferior al que se obtuvo en el expediente técnico con el método tradicional.

**Tabla 162.** ***Metrado de encofrado del exp. técnico (cámara de distribución)***

| Partida | Descripción | Unid. | Veces | Long. | Ancho | Altura | Subtotal | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **07.04.02** | **Encofrado y desencofrado** | **m2** | | | | | | **57.95** |
| | **Cámara de distribución** | | | | | | | |
| | Lado longitudinal (exterior) | | 2.00 | 2.30 | | 2.00 | 9.20 | |
| | Lado transversal (exterior) | | 2.00 | 1.90 | | 2.00 | 7.60 | |
| | Lado longitudinal (interior) | | 2.00 | 2.00 | | 2.00 | 8.00 | |
| | Lado transversal (interior) | | 2.00 | 1.60 | | 2.00 | 6.40 | |
| | Techo | | 1.00 | 2.30 | 1.60 | | 3.68 | |
| | Techo - tapa metálica | | - 1.00 | 1.20 | 1.60 | | - 1.92 | |
| | Muro interno divisor de cámara | | 2.00 | 0.80 | | 1.55 | 2.48 | |
| | Base lado longitudinal | | 2.00 | 2.70 | | 0.15 | 0.81 | |
| | Base lado transversal | | 2.00 | | 2.30 | 0.15 | 0.69 | |
| | **Caja de válvula de salida a conducción** | | | | | | | |
| | Lado longitudinal (exterior) | | 2.00 | 1.20 | | 1.00 | 2.40 | |
| | Lado transversal (exterior) | | 2.00 | 1.20 | | 1.00 | 2.40 | |
| | Lado longitudinal (interior) | | 2.00 | 1.00 | | 1.00 | 2.00 | |
| | Lado transversal (interior) | | 2.00 | 1.00 | | 1.00 | 2.00 | |
| | Base lado longitudinal | | 1.00 | 1.40 | | 0.15 | 0.21 | |
| | Base lado transversal | | 1.00 | | 1.40 | 0.15 | 0.21 | |
| | **Caja de válvula de salida a reservorio** | | | | | | | |
| | Lado longitudinal (exterior) | | 2.00 | 1.00 | | 1.00 | 2.00 | |
| | Lado transversal (exterior) | | 2.00 | | 0.70 | 1.00 | 1.40 | |
| | Lado longitudinal (interior) | | 2.00 | 0.80 | | 1.00 | 1.60 | |
| | Lado transversal (interior) | | 2.00 | | 0.50 | 1.00 | 1.00 | |
| | Base lado longitudinal | | 1.00 | 1.20 | | 0.15 | 0.18 | |
| | Base lado transversal | | 1.00 | | 0.90 | 0.15 | 0.14 | |
| | **Caja de válvula compuerta para limpieza y rebose** | | | | | | | |
| | Lado longitudinal (exterior) | | 2.00 | 1.50 | | 0.50 | 1.50 | |
| | Lado transversal (exterior) | | 2.00 | | 1.00 | 0.50 | 1.00 | |
| | Lado longitudinal (interior) | | 2.00 | 1.30 | | 0.50 | 1.30 | |
| | Lado transversal (interior) | | 2.00 | | 0.80 | 0.50 | 0.80 | |
| | Base lado longitudinal | | 2.00 | 1.70 | | 0.15 | 0.51 | |
| | Base lado transversal | | 2.00 | | 1.20 | 0.15 | 0.36 | |

Fuente: Expediente técnico

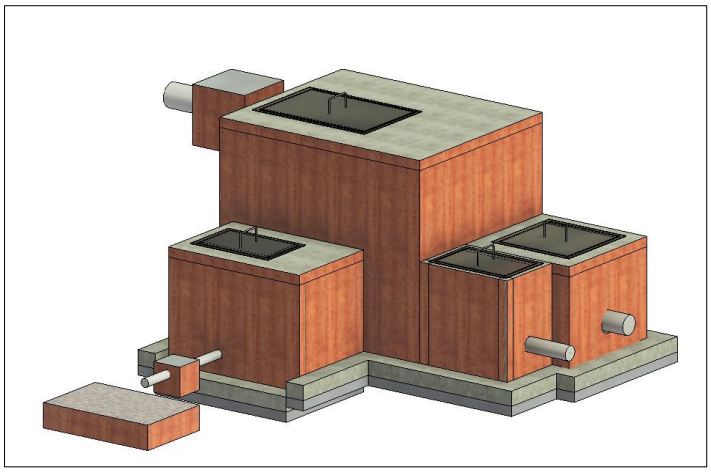


*Figura 249. Encofrado de la cámara de distribución*

La partida de los encofrados de la cámara de distribución está bien calculada considerando correctamente cada parte de la estructura sin embargo la figura 248 muestra una pequeña variación, esto se debe a que como se indica en la figura 249.

Revit ofrece resultados más exactos y no cuenta las áreas de las aperturas para el pase de tuberías.

## Revestimiento

### Tarrajeo interior con impermeabilizante

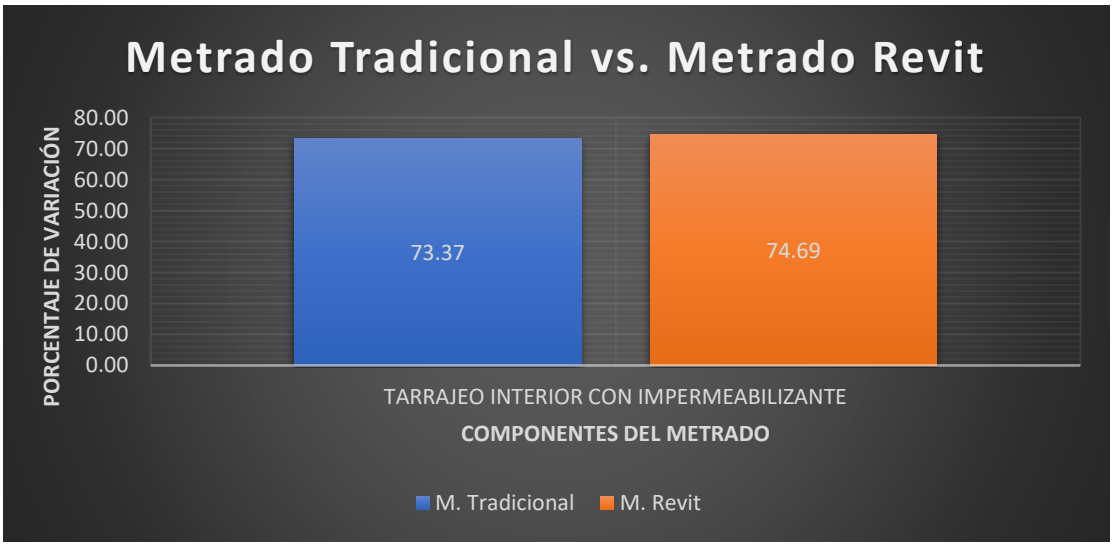



*Figura 250. Variación metrado tradicional vs. Revit (encofrado – cámara de distribución)*

En la figura 250 se puede evidenciar que el valor del metrado Revit es ligeramente superior al que se obtuvo en el expediente técnico con el método tradicional.

**Tabla 163.** ***Metrado de tarrajeo del exp. técnico (cámara de distribución)***

| Partida | Descripción | Unid. | Veces | Long. | Ancho | Altura | Subtotal | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **07.05** | **Revestimiento** | | | | | | | |
| **07.05.01** | **Tarrajeo interior con impermeabilizante** | **m2** | | | | | | **35.47** |
| | **Cámara de distribución** | | | | | | | |
| | Lado longitudinal (interior) | | 2.00 | 2.00 | | 1.90 | 7.60 | |
| | Lado transversal (interior) | | 2.00 | 1.60 | | 1.90 | 6.08 | |
| | Techo | | 1.00 | 2.00 | 1.60 | | 3.20 | |
| | Base interno | | 1.00 | 2.00 | 1.60 | | 3.20 | |
| | **Muro interno divisor de cámara** | | 2.00 | 1.10 | | 1.00 | 2.20 | |
| | Base lado longitudinal | | 2.00 | 0.80 | 1.55 | | 2.48 | |
| | Base lado transversal | | 2.00 | 0.10 | 1.55 | | 0.31 | |
| | **Caja de válvula de salida a conducción** | | | | | | | |
| | Lado longitudinal (interior) | | 2.00 | 1.00 | | 1.00 | 2.00 | |
| | Lado transversal (interior) | | 2.00 | 1.00 | | 1.00 | 2.00 | |
| | **Caja de válvula de salida a reservorio** | | | | | | | |
| | Lado longitudinal (interior) | | 2.00 | 0.80 | | 1.00 | 1.60 | |
| | Lado transversal (interior) | | 2.00 | | 0.80 | 1.00 | 1.60 | |
| | **Caja de válvula compuerta para limpieza y rebose** | | | | | | | |
| | Lado longitudinal (interior) | | 2.00 | 0.80 | | 1.00 | 1.60 | |
| | Lado transversal (interior) | | 2.00 | | 0.80 | 1.00 | 1.60 | |
| **07.05.02** | **Tarrajeo exterior** | **m2** | | | | | | **34.70** |
| | **Cámara de distribución** | | | | | | | |
| | Lado longitudinal (exterior) | | 2.00 | 2.30 | | 2.00 | 9.20 | |
| | Lado transversal (exterior) | | 2.00 | 1.90 | | 2.00 | 7.60 | |
| | Techo (exterior) | | 1.00 | 2.15 | 1.60 | | 3.44 | |
| | Base lado longitudinal | | 2.00 | 2.70 | | 0.15 | 0.81 | |
| | Base lado transversal | | 2.00 | | 2.30 | 0.15 | 0.69 | |
| | **Caja de válvula de salida a conducción** | | | | | | | |
| | Lado longitudinal (exterior) | | 2.00 | 1.20 | | 1.00 | 2.40 | |
| | Lado transversal (exterior) | | 2.00 | 1.20 | | 1.00 | 2.40 | |
| | Base lado longitudinal | | 2.00 | 2.80 | | 0.15 | 0.84 | |
| | Base lado transversal | | 2.00 | | 2.40 | 0.15 | 0.72 | |
| | **Caja de válvula de salida a reservorio** | | | | | | | |
| | Lado longitudinal (exterior) | | 2.00 | 1.00 | | 1.00 | 2.00 | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Lado transversal (exterior) | | 2.00 | | 1.00 | 1.00 | 2.00 | |
| | **Caja de válvula compuerta para limpieza y rebose** | | | | | | | |
| | Lado longitudinal (exterior) | | 2.00 | 1.00 | | 0.65 | 1.30 | |
| | Lado transversal (exterior) | | 2.00 | | 1.00 | 0.65 | 1.30 | |
| **07.05.03** | **Mortero para pendiente de fondo** | **m2** | | | | | **3.20** | **3.20** |
| | Losa de fondo | | 1.00 | 2.00 | 1.60 | | 3.20 | |

Fuente: Expediente técnico

El metrado de tarrajeo de la cámara de distribución es eficiente ya que se obtuvo un valor muy acorde al calculado con Revit no obstante ahora se puede resaltar la diferencia de la complejidad de realizar el metrado tradicional calculando cada parte midiéndolo y cuantificándolo con la facilidad con que Revit ofrece el mismo metrado de manera ordenada y exacta.

### 4.4.5. Variaciones de metrado del reservorio

Para el análisis de resultados del reservorio se compararon las partidas más importantes y que suelen presentar más variaciones en función a las 4 estructuras anteriores ya analizadas. Además, se dividió el reservorio en 3 partes indicadas a continuación:

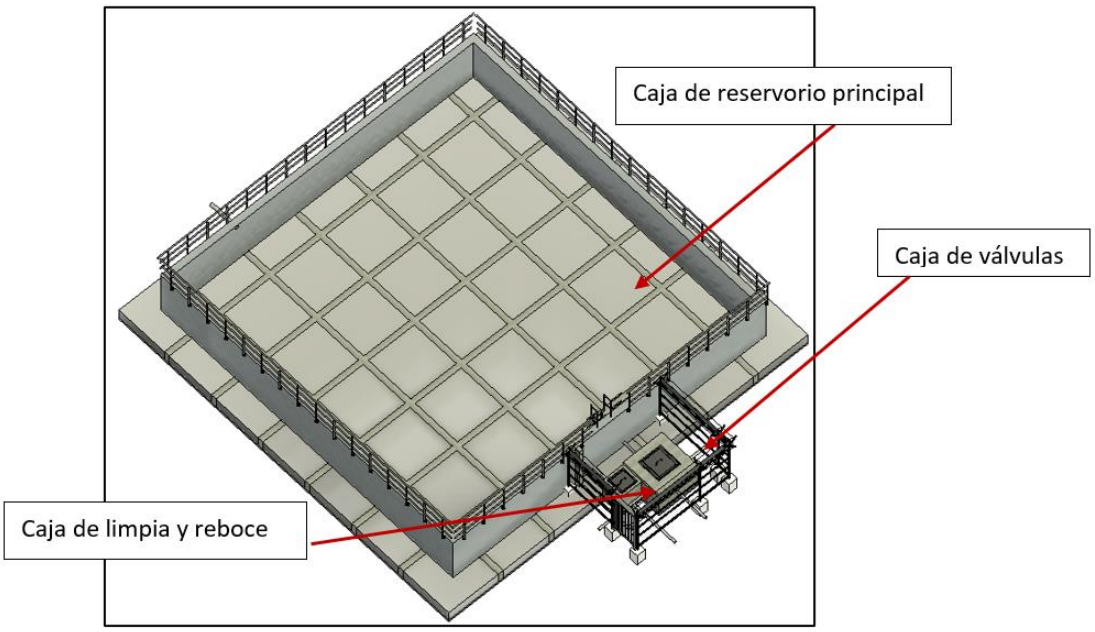



***Figura 251. Clasificación del reservorio***

### a. Caja de reservorio principal

**Tabla 164.** ***Resumen de metrado de la caja de reservorio principal del expediente técnico (método tradicional vs. M. BIM)***

| 09 | Reservorio sector de Siete Héroes | | M. tradicional | M. BIM |
|---|---|---|---|---|
| 09.01 | Reservorio de concreto armado v = 450 m3 | | | |
| 09.01.03 | Obras de concreto simple | | | |
| 09.01.03.01 | Solado f'c = 100 kg/cm2, e = 10 cm | m2 | 310.76 | 310.00 |
| 09.01.04 | Obras de concreto armado | | | |
| 09.01.04.01 | Cimentación | | | |
| 09.01.04.01.01 | Acero f'y = 4200 kg/cm2 | kg | 5167.12 | 5975.27 |
| 09.01.04.01.02 | Concreto f'c = 210 kg/cm2 | m3 | 92.10 | 98.11 |
| 09.01.04.02 | Muros | | | |
| 09.01.04.02.01 | Acero f'y = 4200 kg/cm2 | kg | 4096.48 | 3268.09 |
| 09.01.04.02.02 | Encofrado y desencofrado | m2 | 281.52 | 279.16 |
| 09.01.04.02.03 | Concreto f'c = 210 kg/cm2 | m3 | 42.23 | 41.88 |
| 09.01.04.03 | Losa de fondo | | | |
| 09.01.04.03.01 | Acero f'y = 4200 kg/cm2 | kg | 2383.13 | 1993.76 |
| 09.01.04.03.02 | Encofrado y desencofrado | m2 | 37.50 | 74.97 |
| 09.01.04.03.03 | Concreto f'c = 210 kg/cm2 | m3 | 31.64 | 25.30 |
| 09.01.05 | Revestimientos | | | |
| 09.01.05.01 | Tarrajeo con impermeabilizante en interiores | m2 | 363.00 | 407.91 |
| 09.01.05.02 | Tarrajeo en exteriores | m2 | 124.80 | 148.69 |
| 09.01.06 | Pintura | | | |
| 09.01.06.01 | Pintura esmalte en exteriores | m2 | 143.52 | 157.79 |

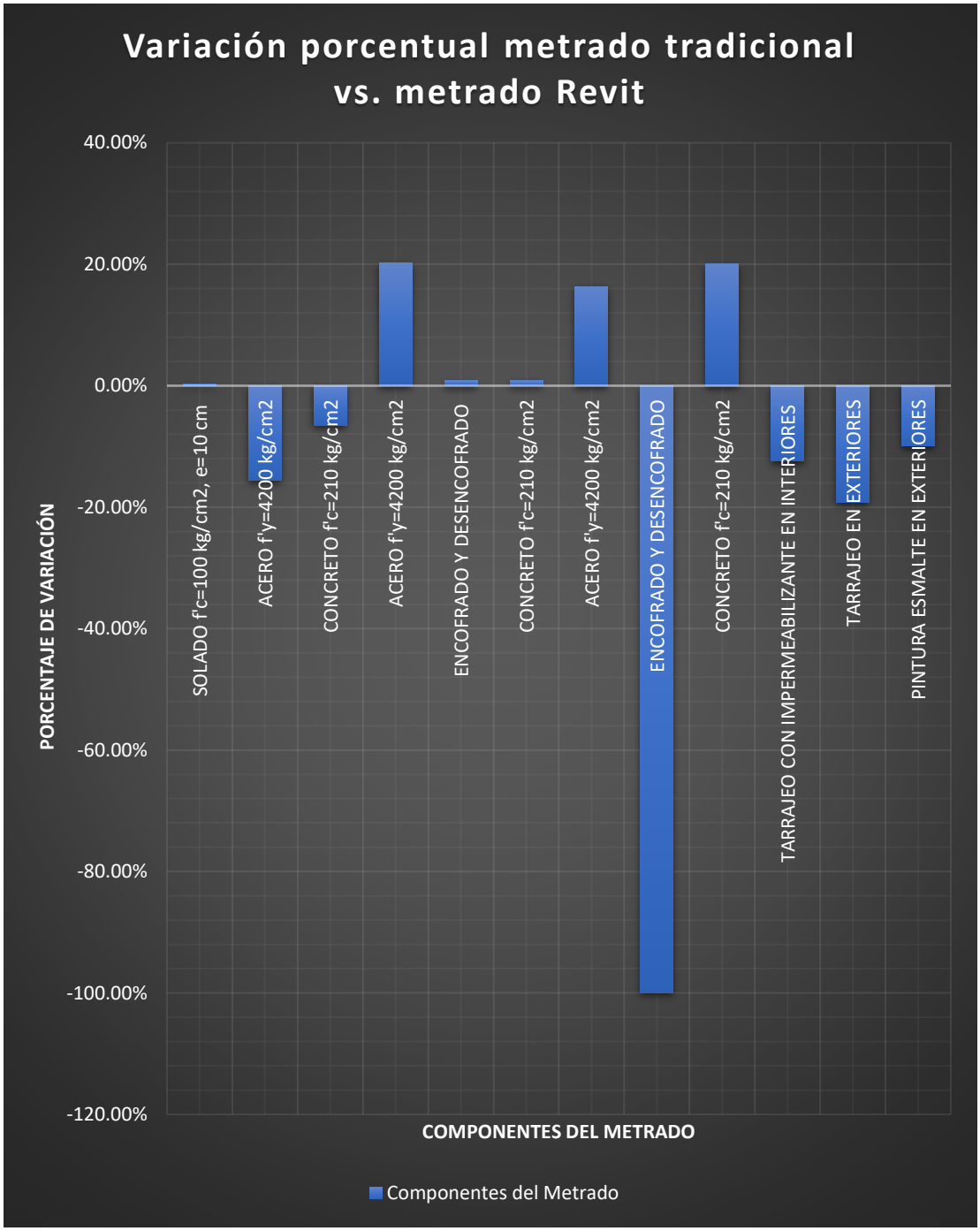



*Figura 252. Variación del metrado Revit respecto al tradicional de la caja de reservorio principal*

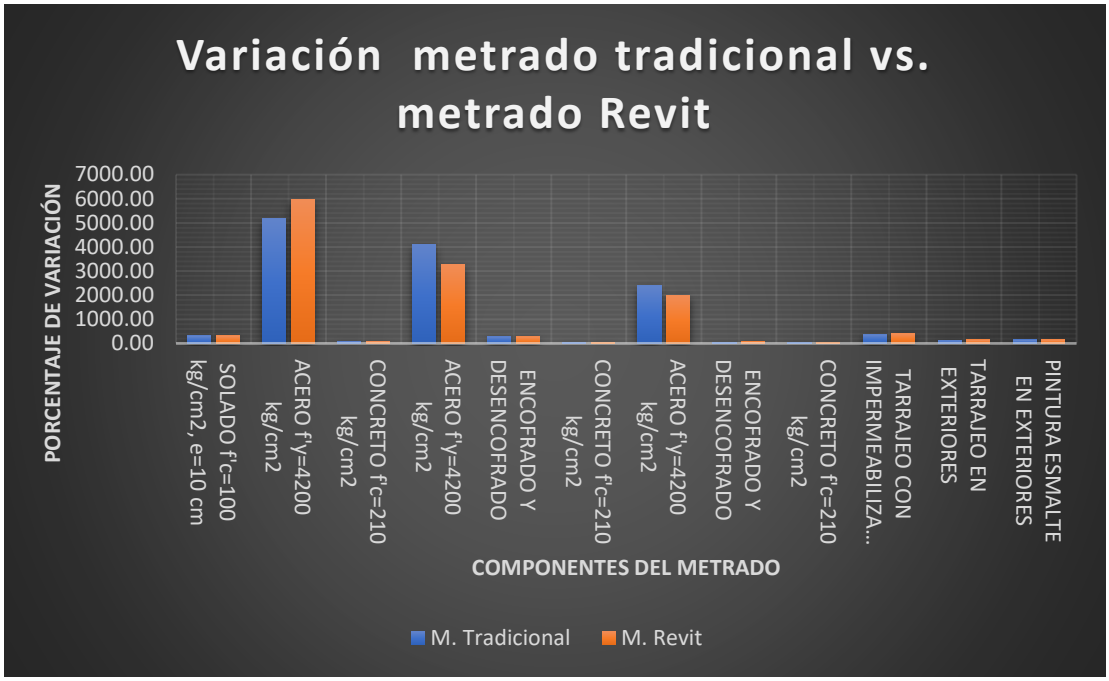



*Figura 253. Barras de metrado tradicional vs. Revit de la caja de reservorio principal*

**Obras de concreto armado**

**Cimentación**

**Acero f'y = 4200 kg/cm2**

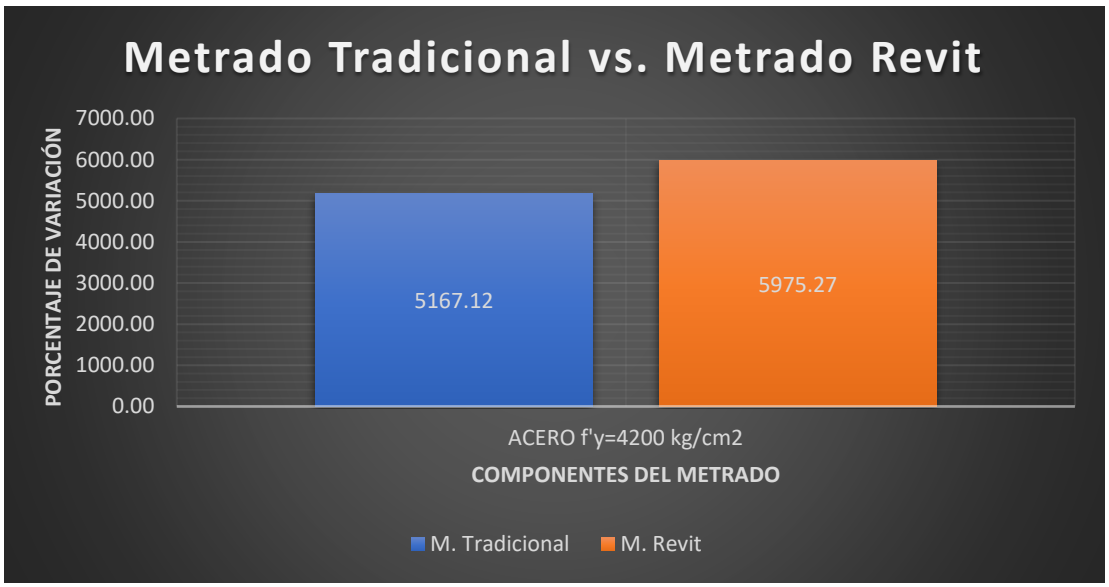



*Figura 254. Variación metrado tradicional vs. Revit (acero cimentación – caja de reservorio principal)*

**Tabla 165.** ***Metrado de acero en cimentación del exp. técnico (caja principal del reservorio)***

| Partida N.° | Descripción | Diseño del fierro | Ø | N.° elementos iguales | N.° de piezas iguales | Long. x pieza | Longitud x diámetro | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 8 mm | 1/4" | 3/8" | 12 mm | 1/2" | 5/8" | 3/4" |
| | Recubrimiento laterales | 0.400 | | | | | | | | | | | |
| | Zapata longitudinal (parte superior) | | **1/2"** | 2 | 68 | 6.55 | | | | | 890.8 | | |
| | Zapata longitudinal (parte superior) | | **1/2"** | 2 | 6 | 18.70 | | | | | 224.40 | | |
| | Zapata longitudinal (parte inferior) | | **1/2"** | 2 | 12 | 18.70 | | | | | 448.80 | | |
| | Zapata transversal (parte superior) | | **1/2"** | 2 | 68 | 6.55 | | | | | 890.8 | | |
| | Zapata transversal (parte superior) | | **1/2"** | 2 | 6 | 18.70 | | | | | 224.40 | | |
| | Zapata transversal (parte inferior) | | **1/2"** | 2 | 12 | 18.70 | | | | | 448.80 | | |
| | Vigas de cimentación longitudinales | | **1/2"** | 6 | 5 | 18.70 | | | | | 561.00 | | |
| | Estribo de V. cimentación longitudinal | | **3/8"** | 6 | 102 | 1.40 | | | 856.8 | | | | |
| | Vigas de cimentación transversal | | **1/2"** | 6 | 5 | 18.70 | | | | | 561.00 | | |
| | Estribo de V. cimentación transversal | | **3/8"** | 6 | 102 | 1.40 | | | 856.8 | | | | |
| | | | | **Long. total Ø** | | | 0.00 | 0.00 | 1713.60 | 0.00 | 4250.00 | 0.00 | 0.00 |
| **Resumen de longitud y de peso de acero** | | | | **Peso kg - m** | | | 0.00 | 0.00 | 959.62 | 0.00 | 4207.50 | 0.00 | 0.00 |
| | | | | **Peso total kg** | | | | | **5167.12** | | | | |

Fuente: Expediente técnico

En la figura 37 se puede evidenciar que el valor del metrado Revit es muy superior al que se obtuvo en el expediente técnico con el método tradicional.

**Tabla 166.** ***Metrado de acero en losa del exp. técnico (caja principal del reservorio)***

| Metrados de aceros en losa | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Partida N.°** | **Descripción** | **Diseño del fierro** | **Ø** | **N.° elementos iguales** | **N.° de piezas iguales** | **Long. x pieza** | **Long. x diámetro** | | | | | | | |
| | | | | | | | **8mm** | **1/4"** | **3/8"** | **12 mm** | **1/2"** | **5/8"** | **3/4"** |
| | | | | | | | **0.4** | **0.25** | **0.56** | **0.89** | **0.99** | **1.55** | **2.25** |
| | Recubrimiento laterales | 0.040 | | | | | | | | | | | |
| | ***Acero longitudinal*** | | | | | | | | | | | | |
| | | | **1/2"** | **1** | 68 | 17.70 | | | | | 1203.60 | | |
| | ***Acero transversal*** | | | | | | | | | | | | |
| | | | **1/2"** | **1** | 68 | 17.70 | | | | | 1203.60 | | |
| | | | | | **Long. total Ø** | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2407.20 | 0.00 | 0.00 |
| **Resumen de longitud y de peso de acero** | | | | | **Peso kg - m** | | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 2383.13 | 0.00 | 0.00 |
| | | | | | **Peso total kg** | | | | **2383.13** | | | | |

Fuente: Expediente técnico

El metrado del expediente técnico presentado anteriormente en las tablas 165 y 166 representa al acero de la cimentación del reservorio ilustrado en la figura 255.

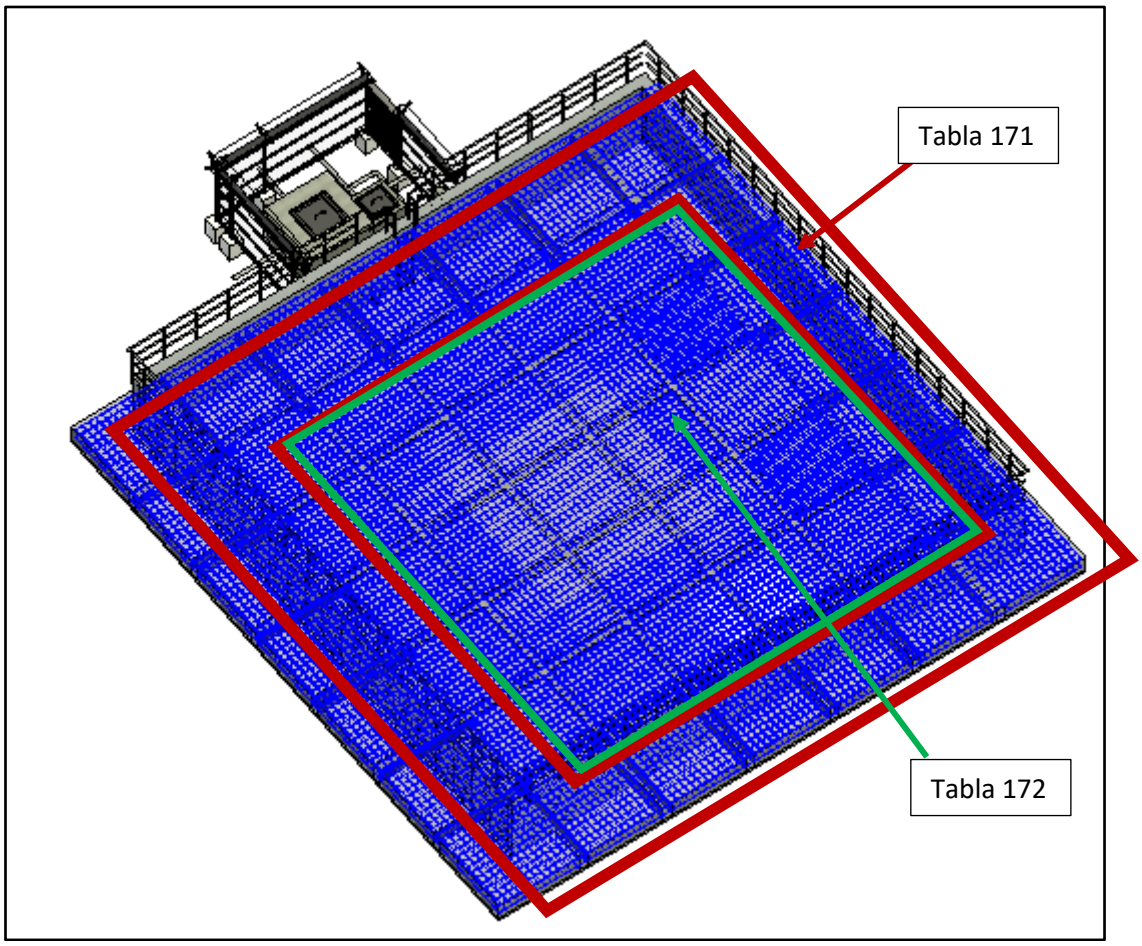



***Figura 255. Acero de la cimentación de la caja principal del reservorio***

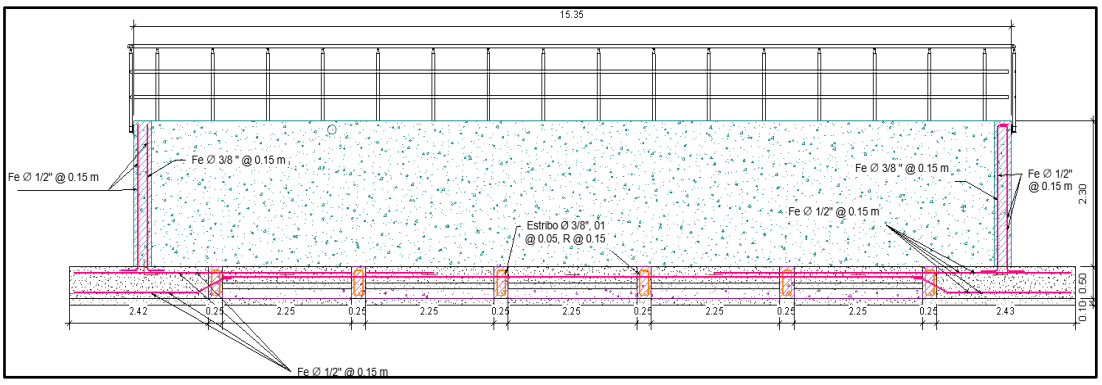



***Figura 256. Detalle estructural de la sección transversal de reservorio***

La figura 254 indica una considerable variación en el metrado final del acero mencionado y tras analizar el metrado tradicional se puede concluir que simplemente la variación se debe a que el consultor considera los acero de las losas de cimentación en las dos tablas 167 y 168 además de agregar los aceros de las vigas de cimentación en la tabla 167 desordenándolo en cierta manera, también se pudo encontrar nuevamente errores en el conteo de la cantidad de varillas de la tabla 168 tanto en los aceros longitudinales como en los transversales donde se indica que corresponden 68 varillas, dato que no corresponde esto debido

a que apoyándonos con la figura 256 de detalle de sección transversal la longitud para la colocación de dichas varillas seria de (2.25*5)+(0.25*4). = 12.25 m por lo que para un espaciamiento indicado de 0.2 m se tendría 12.25m/0.2 m = 61.25 varillas, redondeándolo a un valor exacto se debería de considerar solo 61 varillas para cada lado y no 68.

**Concreto f'c = 210 kg/cm2**

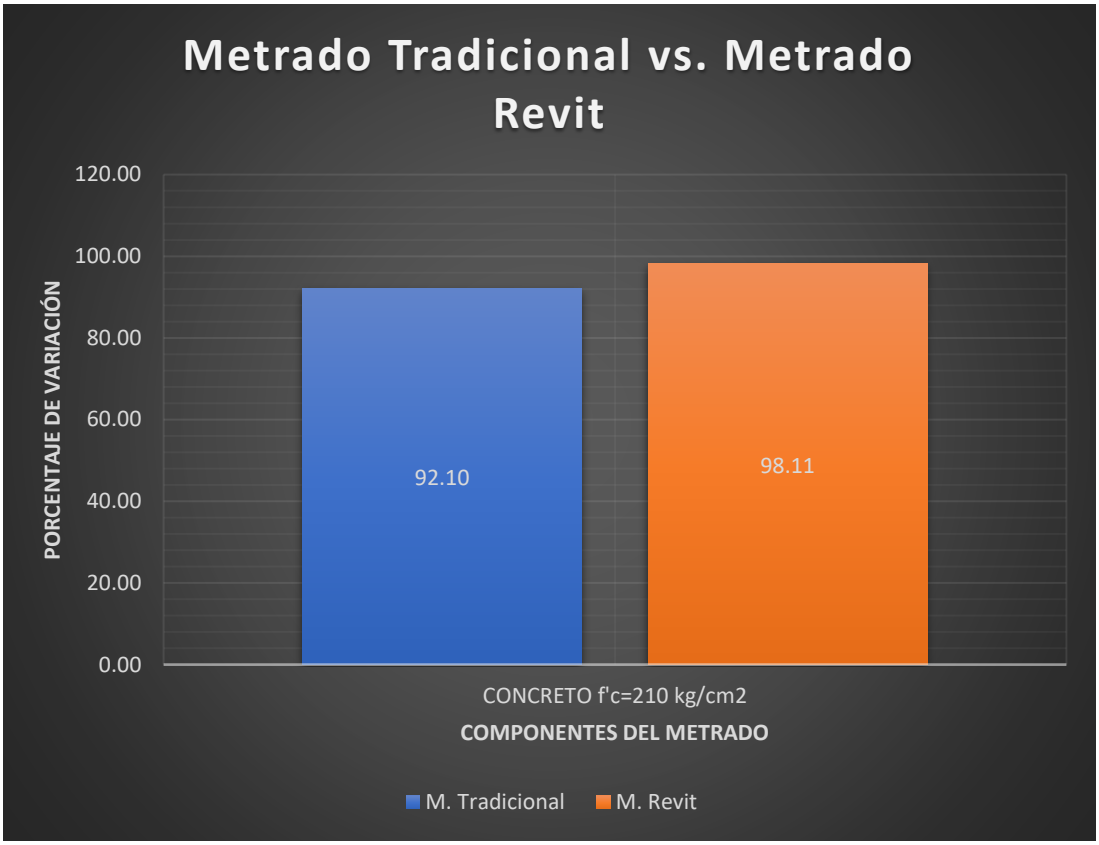



***Figura 257. Variación metrado tradicional vs. Revit (concreto cimentación – caja de reservorio principal)***

En la figura 257 se puede evidenciar que el valor del metrado Revit es superior al que se obtuvo en el expediente técnico con el método tradicional.

**Tabla 167.** ***Metrado de concreto en losa del exp. técnico (caja principal del reservorio)***

| Partida | Descripción | Unid. | Veces | Long. | Ancho | Altura | Subtotal | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **09.01.04.01.02** | **Concreto f'c = 210 kg/cm2** | **m3** | | | | | | **92.10** |
| | Zapata lado longitudinal | | 2.00 | 17.60 | 2.68 | 0.50 | 47.08 | |
| | Zapata lado transversal | | 2.00 | 12.25 | 2.68 | 0.50 | 32.77 | |
| | Vigas de cimentación longitudinal | | 4.00 | 12.25 | 0.25 | 0.50 | 6.13 | |
| | Vigas de cimentación transversal | | 4.00 | 12.25 | 0.25 | 0.50 | 6.13 | |

Fuente: Expediente técnico

La variación de metrado indicada en la figura 257 se debe a que el consultor considero separar las losas de concreto de espesor de 0.5m y metrar las de espesor 0.25m en otra tabla, pero sí considera las vigas de cimentación una decisión un poco desordenada en comparación a las tablas de planificación de Revit indicadas para esta partida a partir de la tabla 92.

### Muros

**Acero f'y = 4200 kg/cm2**

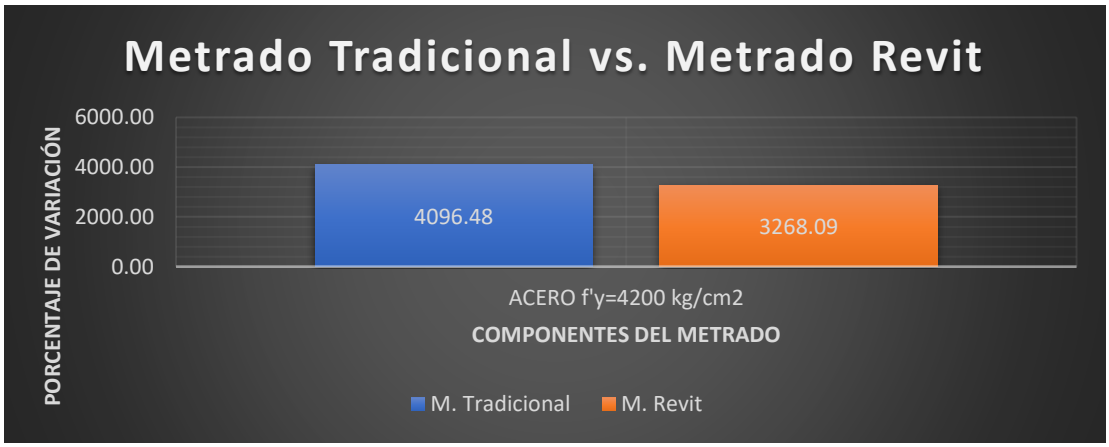



***Figura 258. Variación metrado tradicional vs. Revit (acero cimentación – caja de reservorio principal)***

En la figura 258 se puede evidenciar que el valor del metrado Revit es muy inferior al que se obtuvo en el expediente técnico con el método tradicional.

Esta alta variación se debe a que en la siguiente tabla 168 de metrado de acero en cimentación se pueden apreciar varios valores que no corresponden al proyecto, primeramente, para los aceros longitudinales y transversales verticales de la parte interior del muro indica varillas de 4.05m y 3.2 m de longitud y exterior 3.4m y 2.5m sin embargo guiándonos del detalle de la figura 256 estas dimensiones deberían ser otro considerando que: 2.32 m +0.30m (Long. desarrollo). = 2.62 m, 1.42 m + 0.3m = 1.72 m por lo que las longitudes finales deberían de ser tanto para la parte interna y externa de 2.62 y 172 m.

**Tabla 168.** ***Metrado de acero en cimentación del exp. técnico (caja principal del reservorio)***

| Partida N.° | Descripción | Diseño del fierro | Ø | N.° elementos iguales | N.° de piezas iguales | Long. x pieza | Metrados de aceros en muros | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Longitud x diámetro | | | | | | |
| | | | | | | | 8 mm | 1/4" | 3/8" | 12 mm | 1/2" | 5/8" | 3/4" |
| | | | | | | | **0.4** | **0.25** | **0.56** | **0.89** | **0.99** | **1.55** | **2.25** |
| | Recubrimiento laterales | 0.040 | | | | | | | | | | | |
| ***Acero longitudinal vertical*** | | | | | | | | | | | | | |
| | Parte interior de muro | | **1/2"** | 2 | 52 | 4.05 | | | | | 421.20 | | |
| | Parte interior de muro | | **1/2"** | 2 | 51 | 3.20 | | | | | 326.40 | | |
| | Parte exterior de muro | | **1/2"** | 2 | 52 | 3.40 | | | | | 353.60 | | |
| | Parte exterior de muro | | **1/2"** | 2 | 51 | 2.50 | | | | | 255.00 | | |
| ***Acero transversal vertical*** | | | | | | | | | | | | | |
| | Parte interior de muro | | **1/2"** | 2 | 52 | 4.05 | | | | | 421.20 | | |
| | Parte interior de muro | | **1/2"** | 2 | 51 | 3.20 | | | | | 326.40 | | |
| | Parte exterior de muro | | **1/2"** | 2 | 52 | 3.40 | | | | | 353.60 | | |
| | Parte exterior de muro | | **1/2"** | 2 | 51 | 2.50 | | | | | 255.00 | | |
| ***Acero longitudinal horizontal*** | | | | | | | | | | | | | |
| | | | **3/8"** | 4 | 18 | 17.20 | | | 1238.40 | | | | |
| ***Acero transversal horizontal*** | | | | | | | | | | | | | |
| | | | **3/8"** | 4 | 18 | 17.80 | | | 1281.60 | | | | |
| **Resumen de longitud y de peso de acero** | | | | | **Long. total Ø** | | 0.00 | 0.00 | 2520.00 | 0.00 | 2712.40 | 0.00 | 0.00 |
| | | | | | **Peso kg - m** | | 0.00 | 0.00 | 1411.20 | 0.00 | 2685.28 | 0.00 | 0.00 |
| | | | | | **Peso total kg** | | | | **4096.48** | | | | |

Fuente: Expediente técnico

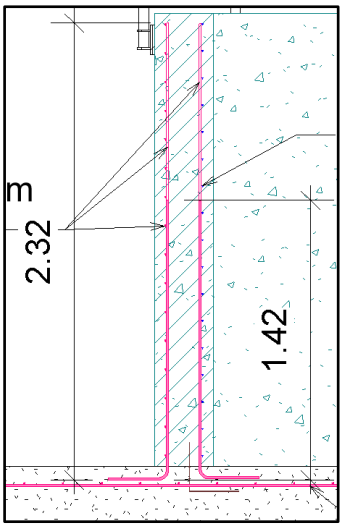



*Figura 259. Longitudinales de aceros verticales muro interior y exterior*

**Encofrado y desencofrado**

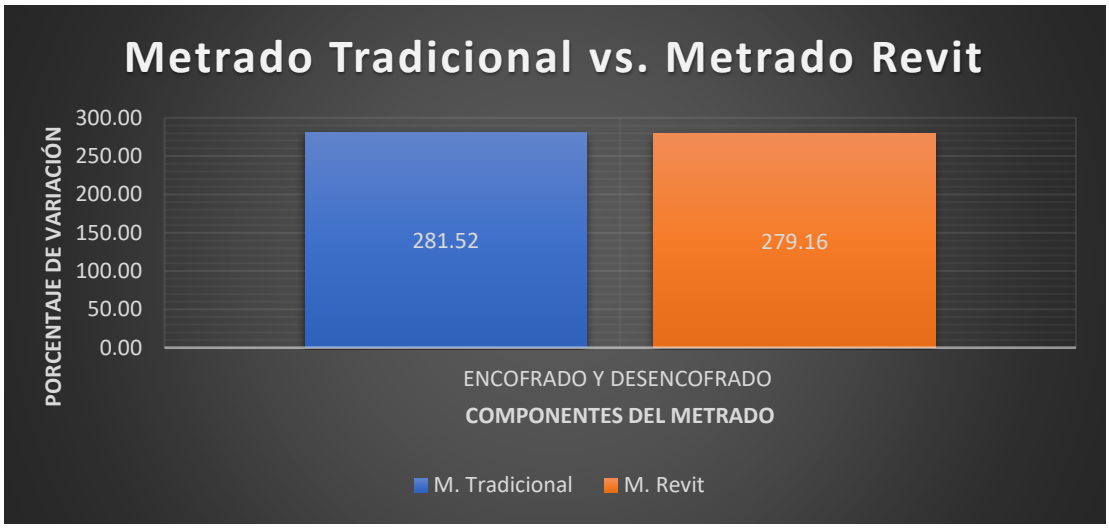



*Figura 260. Variación metrado tradicional vs. Revit (acero cimentación – caja de reservorio principal)*

**Tabla 169.** *Metrado de encofrado en losa del exp. técnico (caja principal del reservorio)*

| Partida | Descripción | Unid. | Veces | Long. | Ancho | Altura | Subtotal | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **09.01.04.02.02** | **Encofrado y desencofrado** | **m2** | | | | | | **281.52** |
| | Interior | | 1.00 | 60.00 | | 2.30 | 138.00 | |
| | Exterior | | 1.00 | 62.40 | | 2.30 | 143.52 | |

Fuente: Expediente técnico

El metrado para áreas simple de calcular no presenta muchas variaciones como este caso porque los valores de sus dimensiones son regulares, pero a medida que se presentas geometrías más complejas los resultados se alejan esto debido a que en el metrado tradicional se hace más complicado de metrar y tiene mayor margen de error.

### b. Caja de válvulas de salida del reservorio

**Tabla 170.** ***Resumen de metrado de la caja de válvulas de salida del reservorio del expediente técnico (método tradicional)***

| 09.01.08 | Caja de válvula de salida | | M. tradicional | M. BIM |
|---|---|---|---|---|
| 09.01.08.02 | Obras de concreto simple | | | |
| 09.01.08.02.01 | Solado f'c = 100 kg/cm2 e = 10 cm | m2 | 3.61 | 2.87 |
| 09.01.08.02.02 | Sumidero de piedra chancada de 1/2" | m3 | 0.09 | 0.09 |
| 09.01.08.02.03 | Dados de concreto f`c = 140 kg/cm2 | m3 | 0.02 | 0.02 |
| 09.01.08.03 | Obras de concreto armado | | | |
| 09.01.08.03.01 | Encofrado y desencofrado | m2 | 18.75 | 14.15 |
| 09.01.08.03.02 | Acero f'y = 4200 kg/cm2 | kg | 86.13 | 77.35 |
| 09.01.08.03.03 | Concreto f'c = 210 kg/cm2 | m3 | 1.98 | 1.94 |

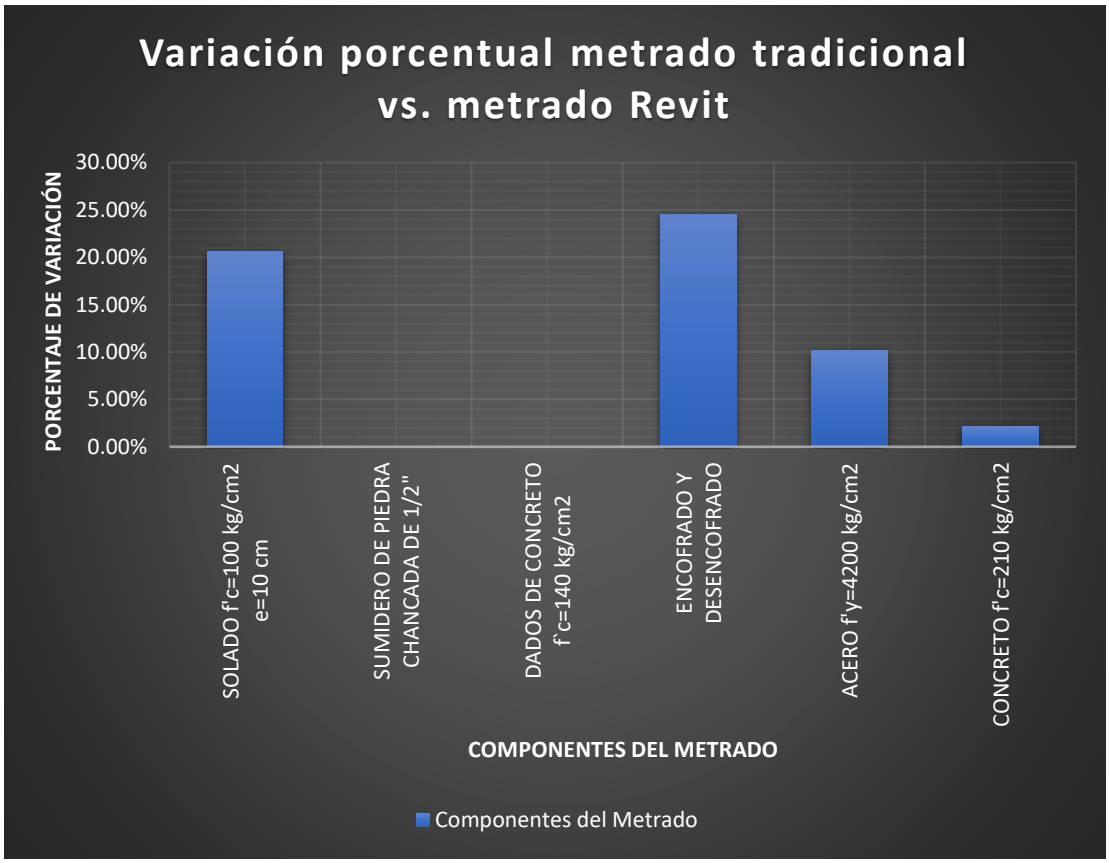



***Figura 261. Variación del metrado Revit respecto al tradicional de la caja de válvulas de salida del reservorio***

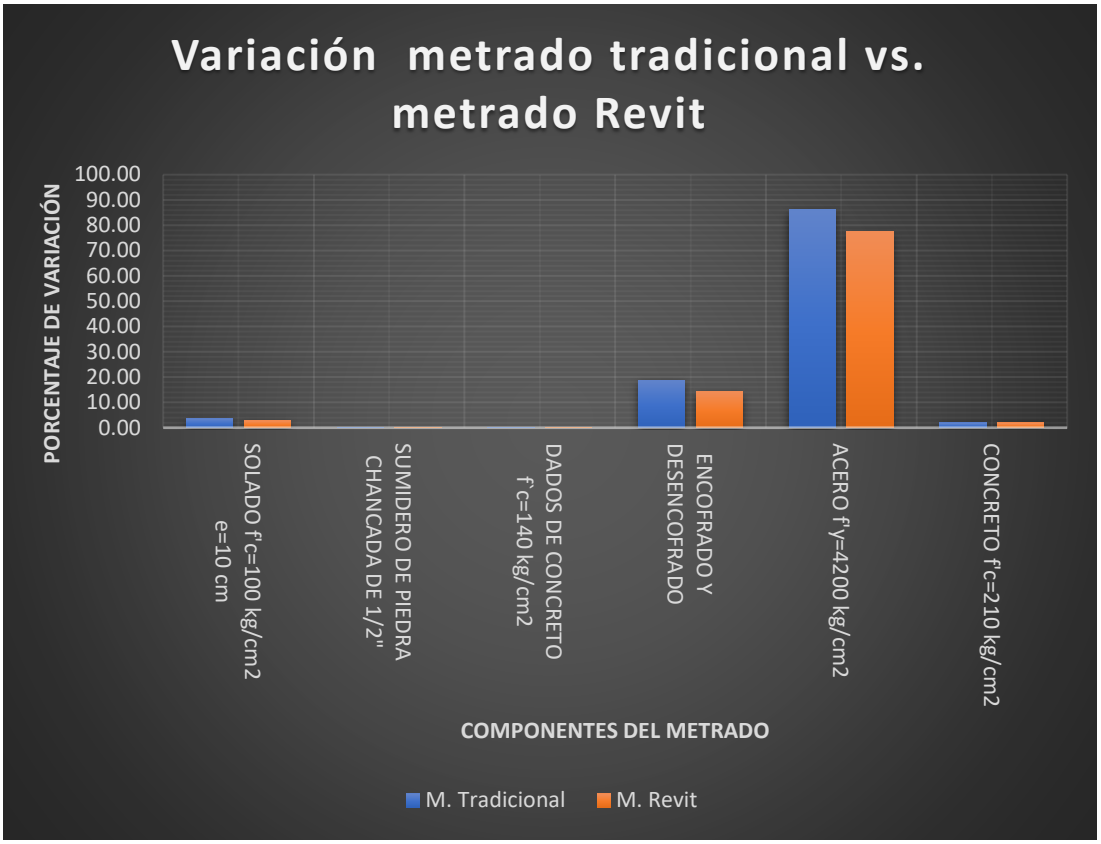



***Figura 262. Barras de metrado tradicional vs. Revit de la caja de válvulas de salida del reservorio***

Para la caja de válvulas de salida los metrados de las partidas de solado y encofrado presentan variaciones mínimas y estas debido al criterio de metrado explicado anteriormente donde el método tradicional casi nunca descuenta las áreas de las aberturas que se puedan dar por entradas o como en el caso del solado por el sumidero.

En caso de las partidas de acero se considera el mismo criterio de consideración por demás de varillas y medidas de longitud de varillas diferentes a las planteadas a los planos CAD.

### c. Caja de válvulas de limpia

**Tabla 171.** ***Resumen de metrado de la caja de limpia del reservorio del expediente técnico (método tradicional)***

| 09.01.09 | Caja de válvula de limpia | | M. tradicional | M. BIM |
|---|---|---|---|---|
| 09.01.09.02 | Obras de concreto simple | | | |
| 09.01.09.02.01 | Solado f'c = 100 kg/cm2 e = 10 cm | m2 | 1.00 | 1.43 |
| 09.01.09.02.02 | Sumidero de piedra chancada de 1/2" | m3 | 0.01 | 0.01 |
| 09.01.09.03 | Obras de concreto armado | | | |
| 09.01.09.03.01 | Encofrado y desencofrado | m2 | 6.80 | 5.95 |
| 09.01.09.03.02 | Acero f'y = 4200 kg/cm2 | kg | 30.52 | 26.98 |
| 09.01.09.03.03 | Concreto f'c = 210 kg/cm2 | m3 | 0.66 | 0.66 |

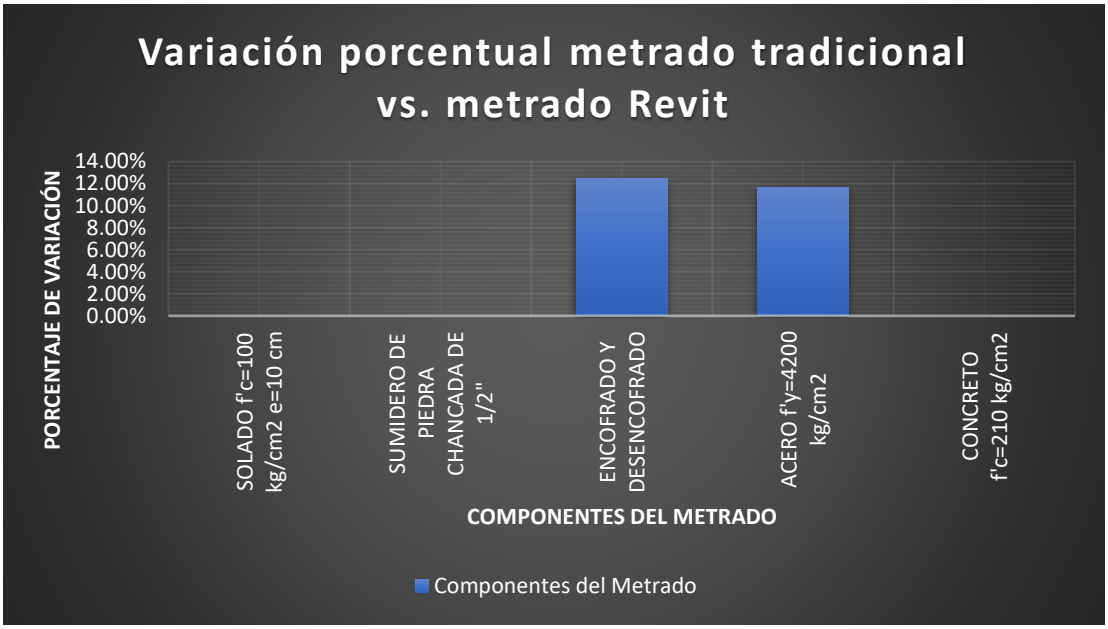



***Figura 263. Variación del metrado Revit respecto al tradicional de la caja de válvula de limpia del reservorio***

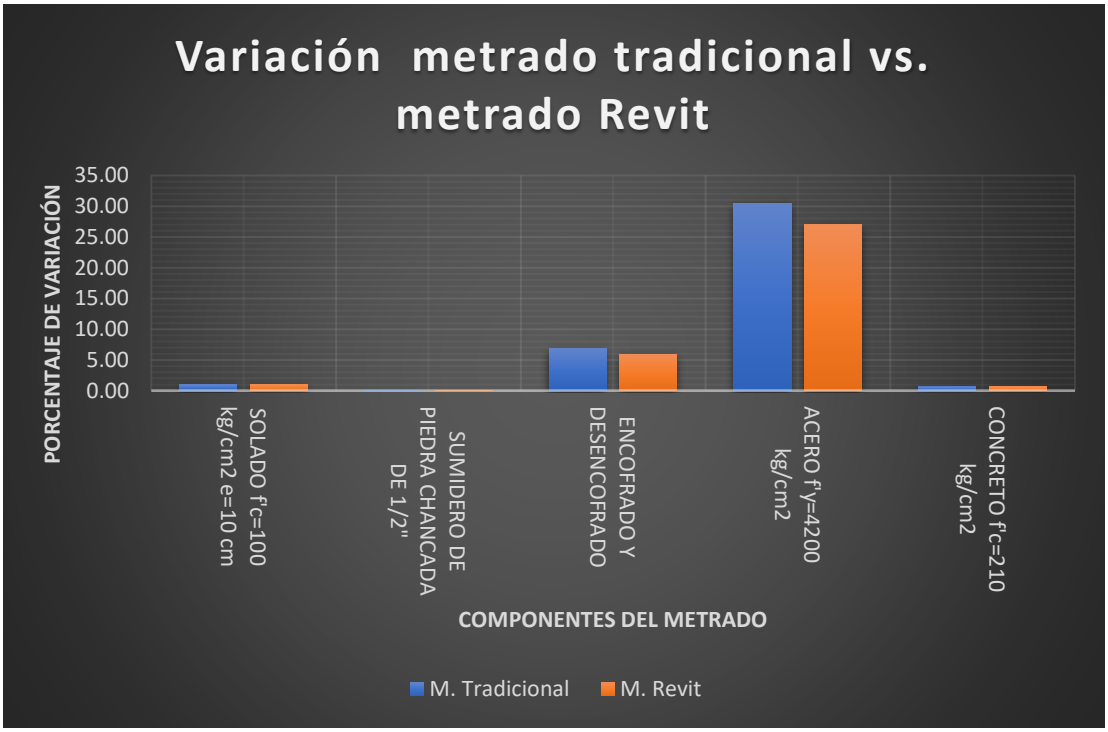



***Figura 264. Barras de metrado tradicional vs. Revit de la caja de válvula de limpia del reservorio***

Los grafico 263 y 264 refuerzan las observaciones mencionadas anteriormente donde se indica que para geometrías sencillas los valores de metrado no presentan variaciones, pero para ítems con mayor detalle como al acero que se requiere una longitud de desarrollo que muchas veces no se detallan en los planos CAD o los cortes que se dan en las aberturas.

## 4.5. Resumen de resultados

### 4.5.1. Resumen de incidencias

Al ser estructuras muy comunes y que se componen únicamente de una estructura y un fácil sistema de tuberías y accesorios las incidencias deberían de ser nulas como se observa en la figura 265 sin embargo se ve que a medida que la estructura se hace más compleja si pueden presentar estos errores como en el reservorio que se indica en la siguiente tabla 172.

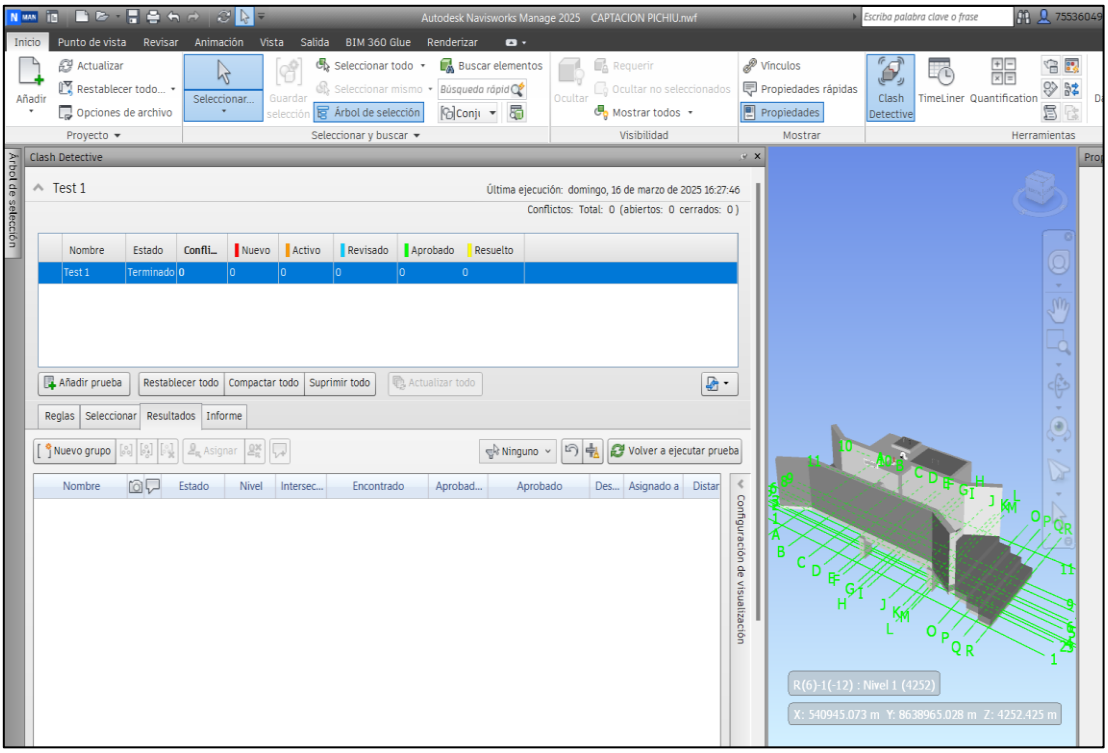
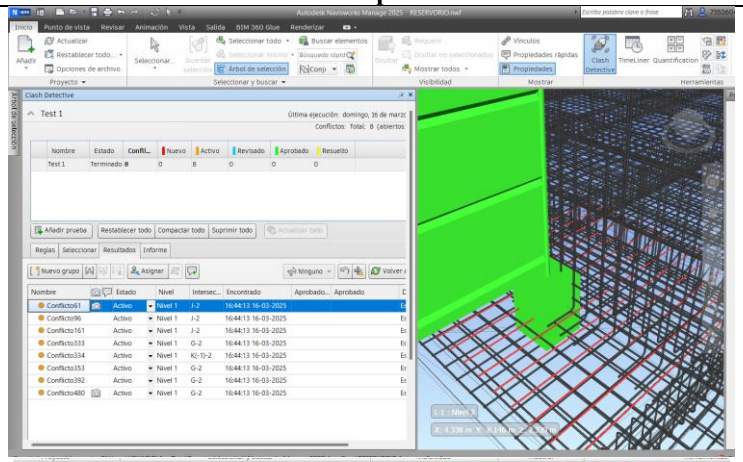
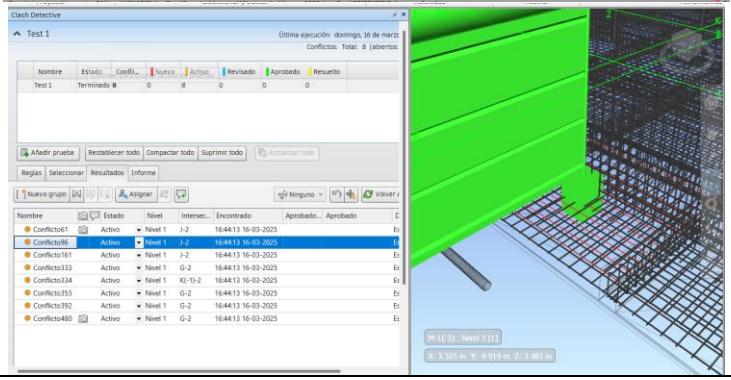
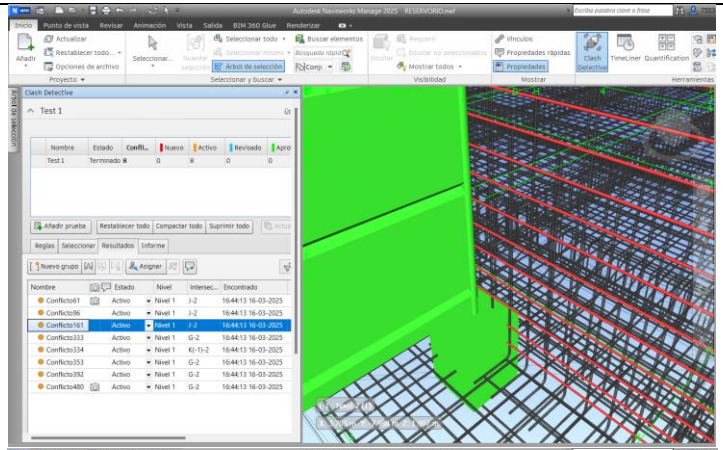
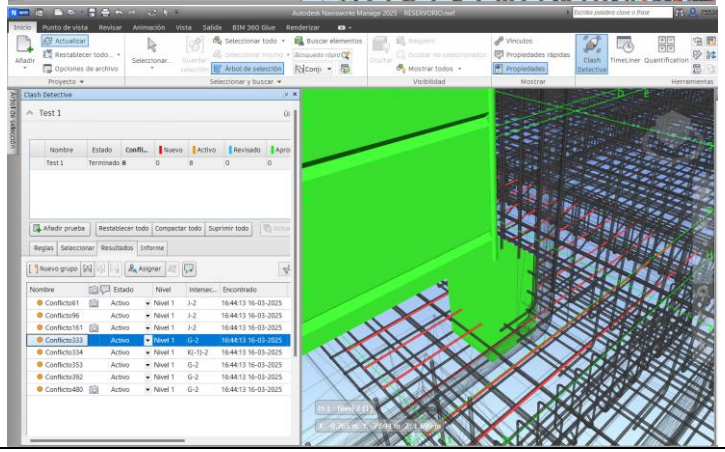
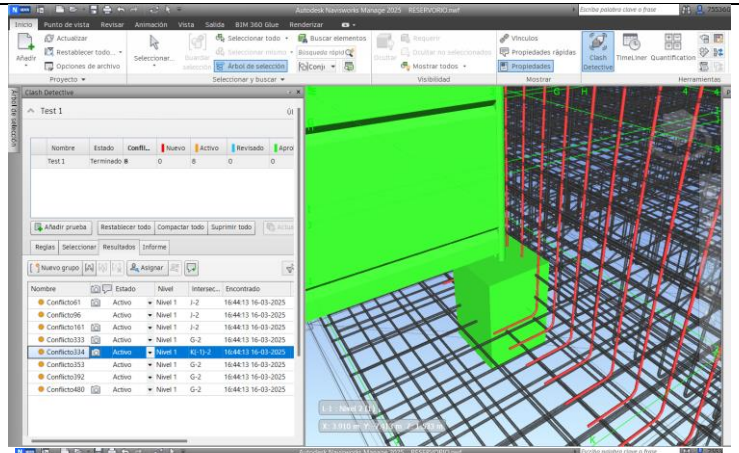
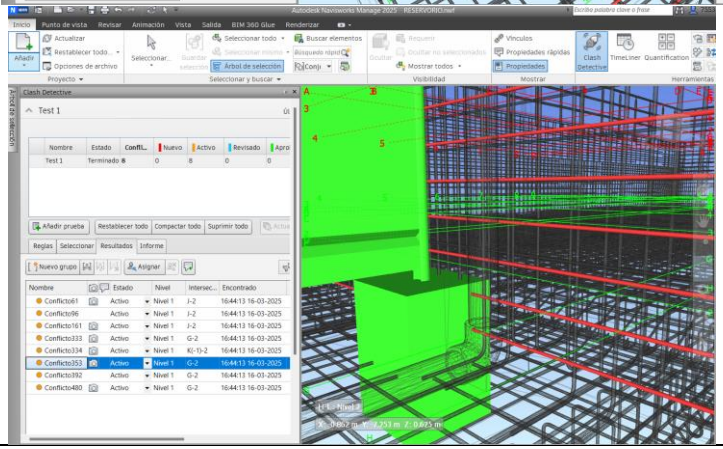


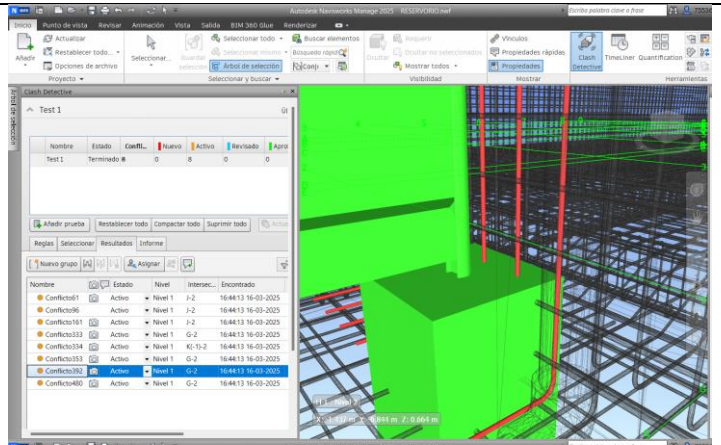
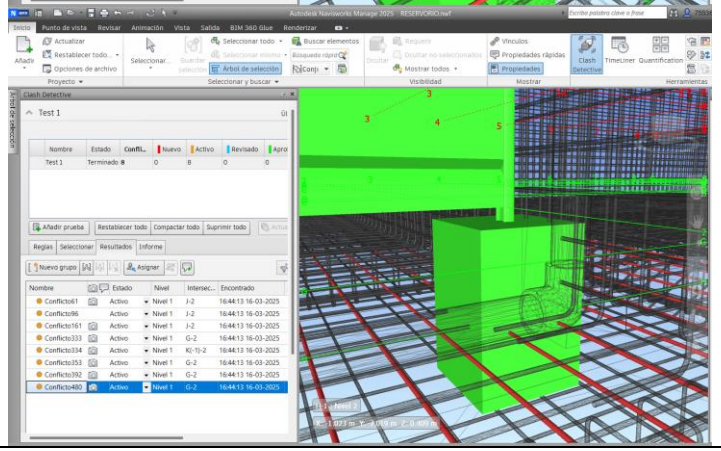

*Figura 265. Detección de interferencias Navisworks en la captación*

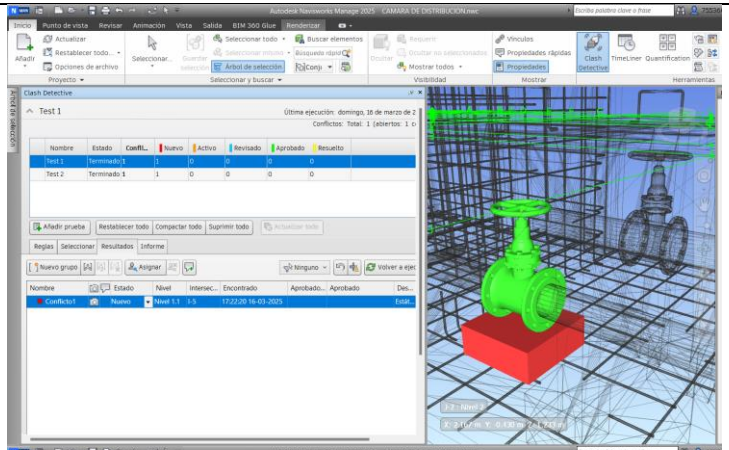
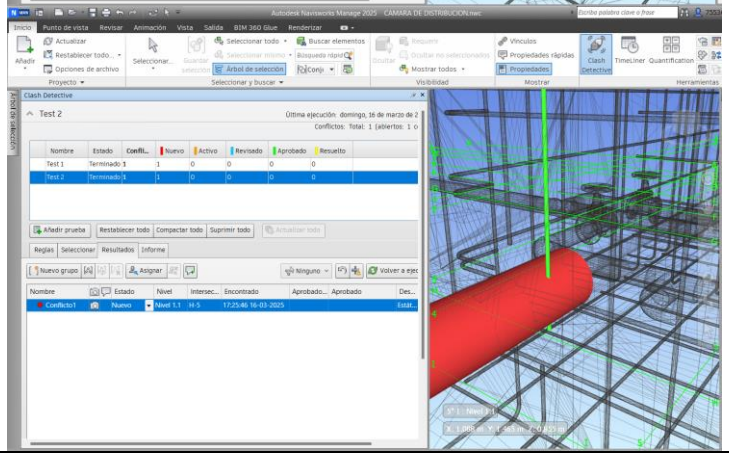
**Tabla 172.** ***Detección de interferencias Navisworks***

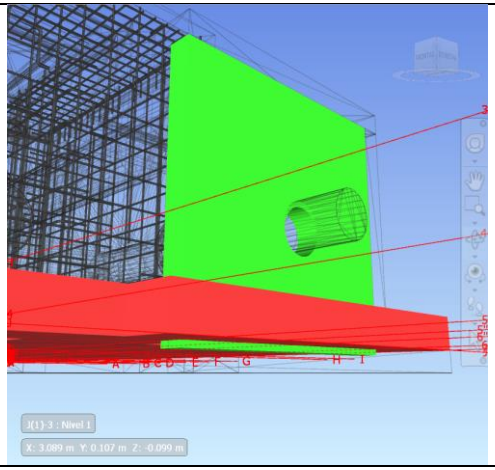
| Número | Ubicación | Descripción | Detalle |
|---|---|---|---|
| 1 | Reservorio – cimentación |  | Navisworks detectó interferencia entre la cimentación del reservorio con la cimentación de la rejilla perimétrica |
| 2 | Reservorio – cimentación |  | Navisworks detectó interferencia entre la cimentación del reservorio con la cimentación de la rejilla perimétrica |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 | Reservorio – cimentación |  | Navisworks detectó interferencia entre la cimentación del reservorio con la cimentación de la rejilla perimétrica |
| 4 | Reservorio – cimentación |  | Navisworks detectó interferencia entre la cimentación del reservorio con la cimentación de la rejilla perimétrica |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 5 | Reservorio – cimentación |  | Navisworks detectó interferencia entre la cimentación del reservorio con la cimentación de la rejilla perimétrica |
| 6 | Reservorio – cimentación |  | Navisworks detectó interferencia entre la cimentación del reservorio con la cimentación de la rejilla perimétrica |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 7 | Reservorio – cimentación de reservorio con cimentación de la rejilla perimétrica |  | Navisworks detectó interferencia entre la cimentación del reservorio con la cimentación de la rejilla perimétrica |
| 8 | Reservorio – cimentación |  | Navisworks detectó interferencia entre la cimentación del reservorio con la cimentación de la rejilla perimétrica |

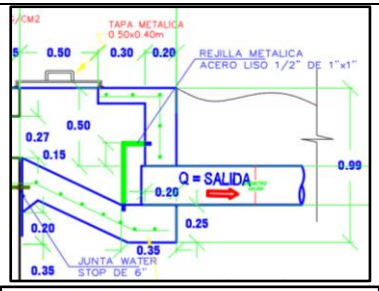
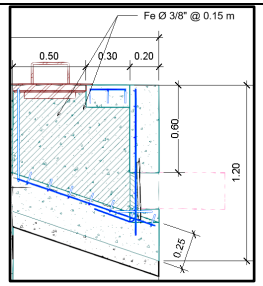
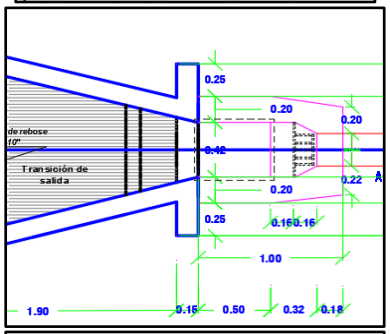
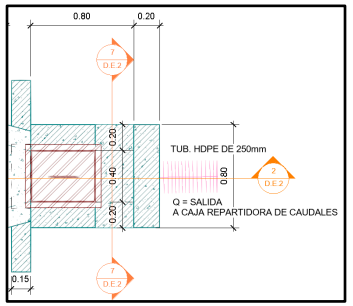
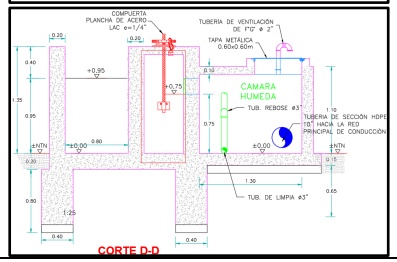
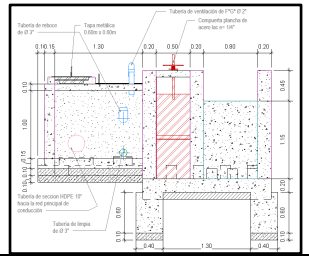
| | | | |
|---|---|---|---|
| 9 | Cámara de Distribución - Cámara de Válvulas |  | El dado de concreto considerado no tiene la altura exacta para que la válvula encajar correctamente con la tubería |
| 10 | Cámara de Distribución - Cámara de Salida |  | La longitud del acero interfiere con la tubería de salida |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 11 | Cámara de Distribución - Cámara de Salida |  | Uno de los muros se modelo con un nivel incorrecto provocando interferencia con la cimentación |

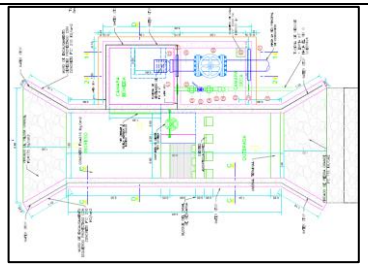
### 4.5.2. Resumen de detalles de planos

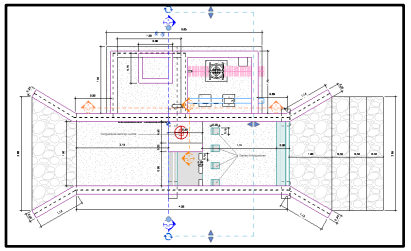
Si bien la detección de incidencias es uno de los puntos más beneficiosos que ofrece la metodología BIM para este caso específico de estructuras para proyectos de riego se aprovecha más en la elaboración de planos con mayor nivel de detalle, como se observa en la siguiente tabla.

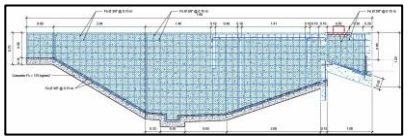
**Tabla 173.** ***Resumen de detalles de planos***

| Número | Planos CAD | Planos BIM | Descripción |
|---|---|---|---|
| 1 |  |  | Los detalles de la longitud de desarrollo de los aceros se aprecian mejor. |
| 2 |  |  | Para BIM los cortes asignados son detalles mas fieles y coordinadas. |
| 3 |  |  | Los planos BIM ofrecen un Hatch para los detalles que se homogeniza en función a su anfitrión para todas vistas. |

4

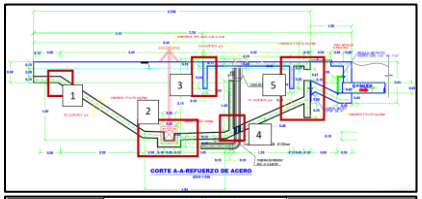


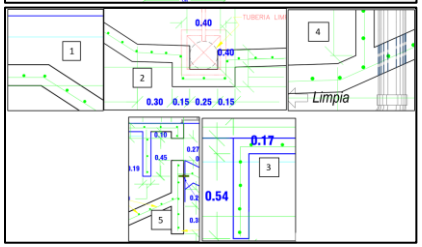


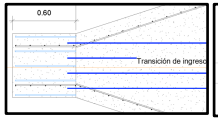


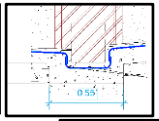
Los cortes de los planos BIM indican y permiten definir los rangos de vista perfectos para mejorar la perspectiva.

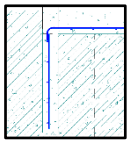
5

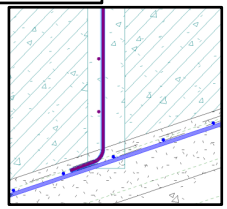


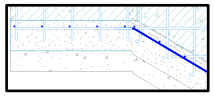


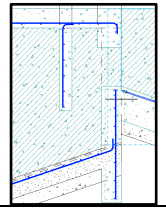



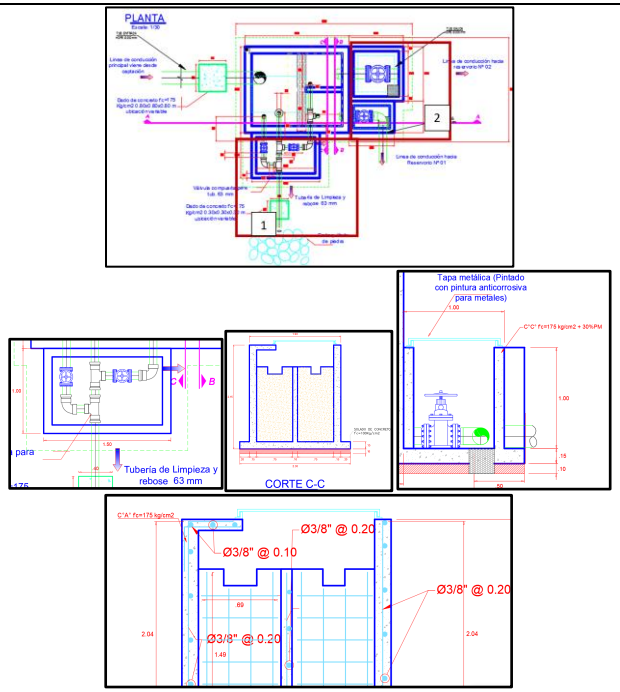
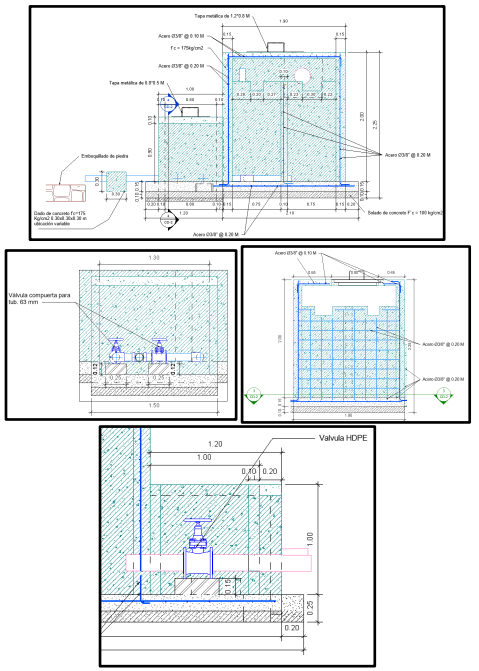









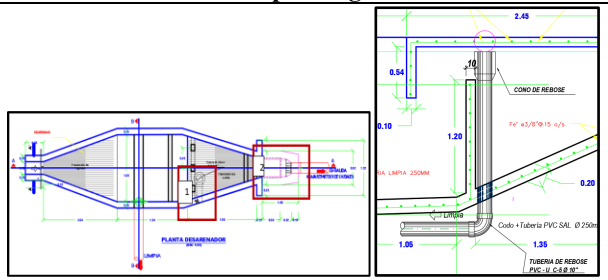
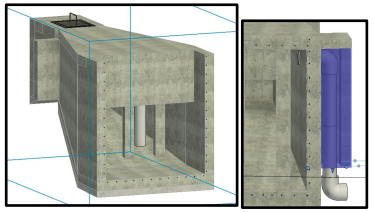
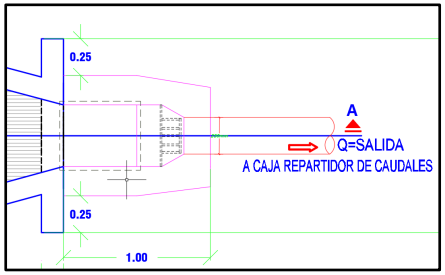
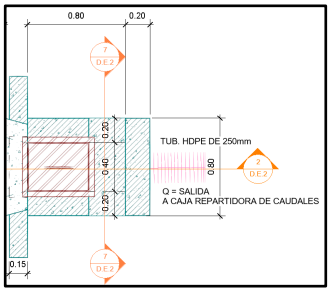
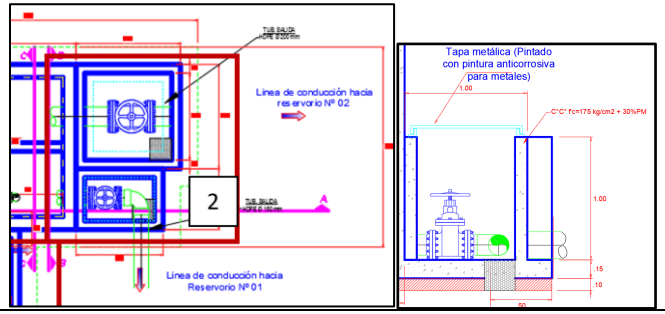
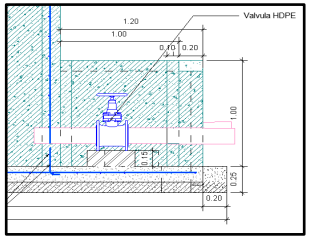
Los detalles en cada tramo de la estructura con BIM son mejores y fáciles de editar ya que no solo son trazos que forman parte de una base de datos ordenada que puede darles detalles en función a sus características de perspectiva.

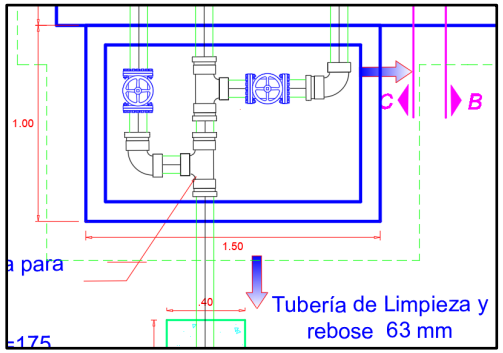
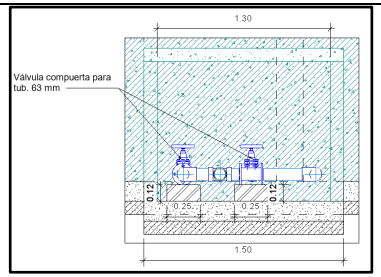
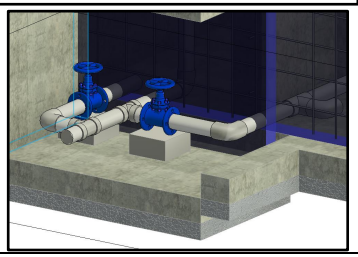
| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 |  |  | Los planos BIM clasifican los aceros que están de manera transversal y longitudinal, de igual manera las tuberías de diferentes tamaños, los cimientos se diferencian del solado con facilidad y estas características se designan de forma fácil rápida y coordinada. |

### 4.5.3. Resumen de mejoras de conceptualización

El poder visualizar digitalmente la idea predimensionada de cualquier estructura permite no solo conceptualizarla de mejor manera sino también darnos idea de su funcionamiento, accesibilidad y mantenimiento. Las ideas siempre pueden tener una mejora y en el caso de algunas estructuras cambiar algunos detalles pueden representar muchos beneficios para las próximas etapas del proyecto como se observa en la siguiente tabla 174.

**Tabla 174.** ***Resumen de mejoras de conceptualización***

| N.° | Concepto original | Concepto BIM mejorado | Descripción |
|---|---|---|---|
| 1 |  |  | La tubería para el reboce del concepto original del desarenador está mal expuesta al empuje del agua muy propensa a romperse además de tener un difícil acceso para su mantenimiento, por ello con ayuda del modelo se dio una mejor solución. |
| 2 |  |  | La caja de salida del concepto original del desarenador presenta un acortamiento de sección innecesario que podría dificultar su construcción. |
| 3 |  |  | El concepto original de la caja de salida de la cámara de distribución no considera el nivel adecuado para la salida del agua por lo que la válvula debería de tener un dado de concreto |

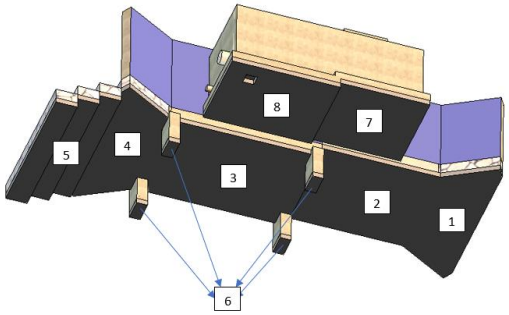
| | | | |
|---|---|---|---|
| 4 |  |  <br>  | El concepto original de la caja de limpia de la cámara de distribución de la misma manera no considera el nivel adecuado para la salida del agua por lo que toda la caja de limpia y reboce debería tener un desface respecto a la caja principal. |

### 4.5.1. Resumen de variación de metrados

Las partidas más representativas en las estructuras son las de Concreto, solado, encofrado, acero y tarrajeo las cuales se resumen en la siguiente tabla.

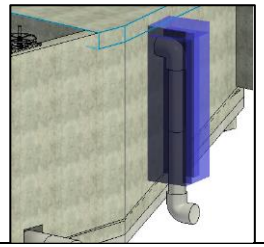
- Captación

**Tabla 175.** ***Resumen de metrados de captación***

| Partida | Metrado tradicional | Metrado BIM | Descripción |
|---|---|---|---|
| Concreto | 13.06 m3 | 9.61 m3 | La variación del metrado del concreto se justifica con la observación ya hecha, donde debido a la falta de detalle de los planos CAD el modelamiento se consideró el cimiento del muro de desvío de la zona de ingreso y salida. El ítem «6» no se ha metrado correctamente por ello la variación de los metrados. Variación |
| Solado | 26.22 m2 | 23.48 m2 |  |
| Encofrado | 1.66 m2 | 1.54 m2 | Los cálculos realizados para el metrado del encofrado de la captación del expediente técnico solo metra ciertos tramos de la zona de entrada y salida de encauzamiento sin embargo en el proceso constructivo la zona de pircado de piedra se entierra y no será necesario el encofrado, por otro lado, los dados de concreto que soportaran las válvulas si necesitaran un encofrado además del cimiento de las cámaras seca y húmeda que no serán enterradas por completo. |
| Acero | 712.01 kg | 580.46 kg | Los cálculos realizados para el metrado de acero de la captación del expediente técnico se indica por y tras analizar las partidas se puede indicar que la variación que se indica se debe a que el metrado tradicional considera longitudes de acero uniformes y las aberturas producen un corte de acero por lo tanto varillas de diferentes longitudes, además la tabla 139 indica una cantidad de 48 varillas verticales para los muros de encauzamiento, una cantidad errónea ya que la longitud de estos muros llegan a 7.3 m de longitud y según el espaciamiento indicado en los planos de 0.2 m se deberían colocar 36 varillas verticales, estas observaciones provocan la gran inflación del metrado tradicional. |
| Tarrajeo | 65.85 m2 | 71.17 m2 | La variación de metrado indicada en la figura 9 si bien es mínima se debe a que existen áreas que no se consideraron en el metrado tradicional de la tabla 140, dichas áreas se muestran para mejor ilustración de los detalles que se pueden obviar solo guiándose de planos CAD. |

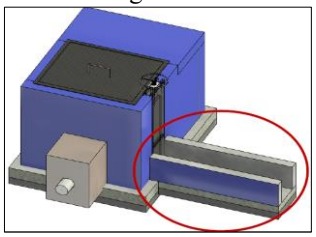
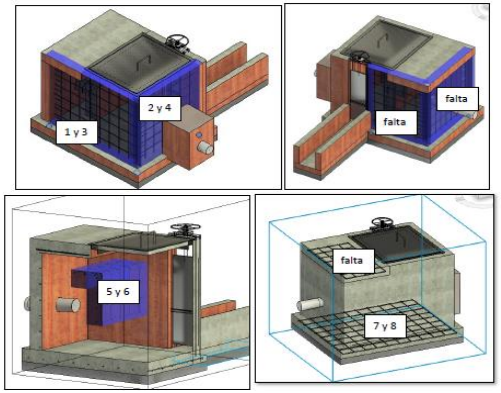
- Desarenador

**Tabla 176.** ***Resumen de metrados del desarenador***

| Partida | Metrado tradicional | Metrado BIM | Descripción |
|---|---|---|---|
| Concreto | 8.16 m3 | 5.92 m3 | El consultor en el metrado de concreto del desarenador del expediente técnico lo organiza dividiéndolo en dos partes metrando el concreto de ingreso y salida aparte del canal, para Revit el metrado de concreto se calcula en una sola tabla donde indica el anfitrión y su volumen respectivo como se mostraron en las tablas de metrado en los ítems anteriores, sin embargo, para compararlos se hizo la sumatoria de los valores de la tabla 146 y 147 para obtener la variación. |
| Solado | 11.00 m2 | 10.60 m2 | El expediente presento un grave error cuantificando el solado en m3 por lo que tenía un resultado de 0.56 m3 que al corregir se obtuvo 11m2 teniendo un dato más acorde sin embargo aun así el expediente no considera los vacíos de sumideros es por ello la pequeña variación con el metrado BIM indicado. |
| Encofrado | 51.25 m2 | 59.44 m2 |  Debido a la mejora de conceptualización para la tubería de reboce la variación del metrado BIM es adecuado. |
| Acero | 257.84 kg | 325.96 kg | La alta variación del acero se debe a omisión de detalles en los planos CAD por lo que el metrado es incompleto. |
| Tarrajeo | 34.11 m2 | 51.43 m2 | La variación se debe a la modificación de la falsa columna hecha para cubrir la tubería de reboce del desarenador. |

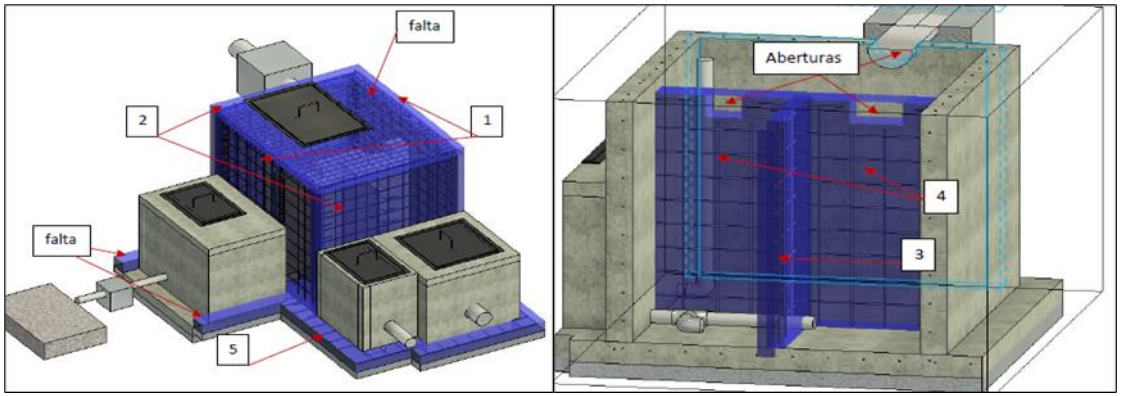
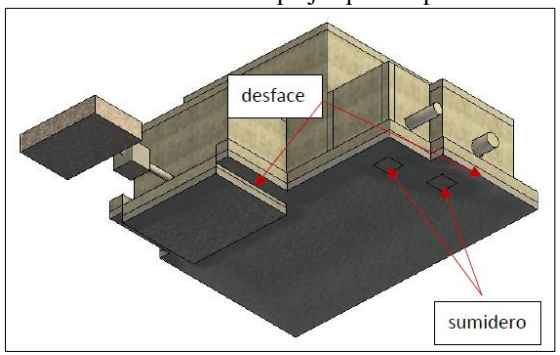
- Cámara de Inspección

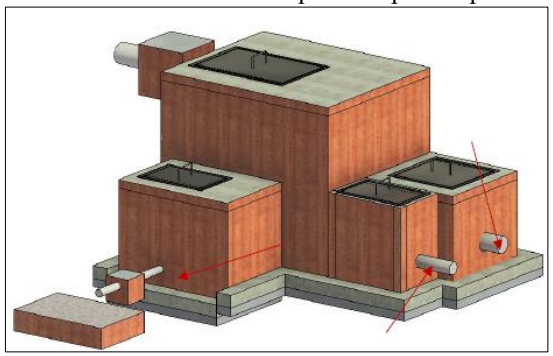
**Tabla 177.** ***Resumen de metrados de la cámara de inspección***

| Partida | Metrado tradicional | Metrado BIM | Descripción |
|---|---|---|---|
| Concreto | 12.82 m3 | 16.08 m3 | Se indica una variación considerable de 3.26 m³ total de concreto es decir de 0.41 m³ por cada cámara de inspección y tras analizar la tabla 153 se puede observar que esto se debe a que el metrado tradicional no considero el canal de limpia ilustrada en la figura 217.  |
| Solado | 31.60 m2 | 31.20 m2 | Se indica una variación en el metrado del solado esta debido a que no se consideró el canal de limpia. |
| Encofrado | 142.00 m2 | 187.04 m2 | La figura 24 indica una variación en el metrado del encofrado esta debido a que no se consideró el canal de limpia. |
| Acero | 417.04 kg | 649.79 kg | Esta cuantificación comprende el metrado para 8 cámaras de inspección por lo que la omisión de pequeños tramos en una cámara para el proyecto significa una considerable cantidad.   |
| Tarrajeo | 34.11 m2 | 25.56 m2 | De la misma forma que la observación anterior, el metrado tradicional tampoco considero el tarrajeo para las caras externos del canal de limpia de la cámara de inspección |

- Cámara de distribución

**Tabla 178.** ***Resumen de metrado de cámara de distribución***

| Partida | Metrado tradicional | Metrado BIM | Descripción |
|---|---|---|---|
| Concreto | 4.07 m3 | 4.47 m3 | Revisando los metrado del expediente se puede las partes que no se lograron considerar que provoca la variación indicada por el contrario Revit considera también las aberturas. Variación 10 %<br>  <br>Si bien la variación indicada es mínima es clave indicar que esta se deba a que comúnmente en los metrado tradicionales se suelen metrar las áreas completas para el solado sin considerar que por ejemplo para este caso de la cámara de distribución existen sumideros de material de relleno que producen entradas en el solado además que no siempre es un rectángulo perfecto sino pueden tener formas más complejas por lo que se da la variación. |
| Solado | 10.73 m2 | 11.00 m2 |  |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Encofrado | 57.95 m2 | 57.12 m2 | La partida de los encofrados de la cámara de distribución está bien calculada considerando correctamente cada parte de la estructura; sin embargo, se muestra una pequeña variación, esto se debe a que como se indica, Revit ofrece resultados más exactos y no cuenta las áreas de las aperturas para el pase de tuberías.  |
| Acero | 125.66 kg | 203.4648 kg | La alta variación del acero se debe a omisión de detalles en los planos CAD por lo que el metrado es incompleto. |
| Tarrajeo | 73.37 m2 | 74.69 m2 | El metrado de tarrajeo de la cámara de distribución es eficiente ya que se obtuvo un valor muy acorde al calculado con Revit no obstante ahora se puede resaltar la diferencia de la complejidad de realizar el metrado tradicional calculando cada parte midiéndolo y cuantificándolo con la facilidad con que Revit ofrece el mismo metrado de manera ordenada y exacta. |

- Reservorio

**Tabla 179.** ***Resumen de metrado de reservorio***

| Partida | Metrado tradicional | Metrado BIM | Descripción |
|---|---|---|---|
| Concreto | 92.10 m3 | 98.11 m3 | La variación de metrado indicada se debe a que el consultor considero separar las losas de concreto de espesor de 0.5m y metrar las de espesor 0.25m en otra tabla, pero si considera las vigas de cimentación una decisión un poco desordenada en comparación a las tablas de planificación de Revit indicadas para esta partida a partir de la tabla 92. Variación 7 % |
| Solado | 310.76 m2 | 310.00 m2 | La variación es muy minina solo debiéndose a la consideración de las aberturas del sumidero |
| Encofrado | 281.52 m2 | 279.16 m2 | El metrado para áreas simple de calcular no presenta muchas variaciones como este caso porque los valores de sus dimensiones son regulares, pero a medida que se presentas geometrías más complejas los resultados se alejan esto debido a que en el metrado tradicional se hace más complicado de metrar y tiene mayor margen de error. |
| Acero | 5167.12 kg | 5975.27 kg | Se indica una considerable variación en el metrado final del acero mencionado y tras analizar el metrado tradicional se puede concluir que simplemente la variación se debe a que el consultor considera los acero de las losas de cimentación en las dos tablas 167 y 168 además de agregar los aceros de las vigas de cimentación en la tabla 167 desordenándolo en cierta manera, también se pudo encontrar nuevamente errores en el conteo de la cantidad de varillas de la tabla 168 tanto en los aceros longitudinales como en los transversales donde se indica que corresponden 68 varillas, dato que no corresponde esto debido a que el detalle de sección transversal la longitud para la colocación de dichas varillas seria de (2.25*5)+(0.25*4). = 12.25 m por lo que para un espaciamiento indicado de 0.2 m se tendría 12.25m/0.2 m = 61.25 varillas, redondeándolo a un valor exacto se debería de considerar solo 61 varillas para cada lado y no 68. |
| Tarrajeo | 487.8 m2 | 556.6 m2 | La variación se debe a las mismas consideraciones indicadas para el encofrado. |

## 4.6. Discusión de resultados

### 4.6.1. Contrastación de hipótesis

A partir de los resultados obtenidos, se confirma la validez de la hipótesis general, ya que el uso de la metodología BIM optimiza la elaboración de los planos y sus detalles mostrados en las figuras 23, 24, 25, 26 y 27 para una vista en planta y en las figuras 35, 36, 37, 38, 39, 40 y 41 para una vista en corte por dar un ejemplo, además que dan un mayor alcance de la conceptualización de la estructura desde etapas tempranas como se muestra en la figura 28 y 29 y las incompatibilidades que son comunes en el método tradicional se anulan completamente con la metodología BIM evidenciadas en esta tesis en las figuras 30, 31, 32, 33, 34.

El *software* Revit como principal instrumento para la aplicación de la metodología BIM 3D en esta redacción han permitido obtener datos más exactos en el cálculo del metrado evidenciado primeramente en las figuras 67, 68 y 69 donde el *software* reconoce las especificaciones de cada objeto modelado, además de ofrecernos la posibilidad de agruparlos y ordenarlos vistos en las figuras 70, 71, 72 y con las tablas de planificación que permiten reconocer dentro del modelo cualquier accesorio, material u objeto metrado como se muestra en la figura 73 se puede asegurar que no se omiten o duplican metrados como se observa en los aceros de las vigas de cimentación del reservorio por dar un ejemplo que producen variaciones considerables mostradas en la figura 254 o en las figuras 236, 246 y 247, errores comunes con una metodología tradicional.

Tras analizar el resumen de variación de metrados utilizando las partidas que tienen en su mayoría de veces mayor incidencia en el presupuesto final de un proyecto se pudo obtener una variación promedio de dichas partidas, donde para el concreto se redujo en promedio un 19 % el metrado con BIM respecto al tradicional, para el solado también una reducción promedio de 3.6 %.

Para el encofrado se detectó una reducción en las estructuras de la captación, cámara de distribución y reservorio promedio del 3 % y un incremento del 24 % en las estructuras del desarenador y la cámara de inspección. En cuanto al metrado del acero, se incrementó en promedio un 15.6 % el metrado con BIM respecto al tradicional y el tarrajeo resulto un incremento en promedio del 3.2 %. Dichas variaciones se han explicado en las tablas de resúmenes de resultados lo cual en aspectos generales indica que la metodología BIM he influido en el cálculo de los metrados ofreciendo resultados más exactos y justificados con el modelo.

Como parte de una buena planificación de un proyecto la metodología BIM también ha mostrado que proporciona mayores alcances para una mejor planificación de ejecución dando mejores herramientas de análisis a los consultores como se puede ver en las figuras 51 y 52 donde se optó por cambiar la conceptualización de la estructura por una mejor debido a criterios como accesibilidad para el mantenimiento, optimización de su funcionamiento, etc. Además, que se puede realizar un mejor análisis de la ubicación exacta de cada estructura ya que Revit permite crear un sólido topográfico del lugar de trabajo.

#### 4.6.1.1. Estadístico de prueba $X^2$

La X2 es una prueba de libre distribución (no paramétrica). que mide la discrepancia entre una distribución de frecuencias observadas y esperadas. Dentro de sus características generales, la prueba X2 toma valores entre cero e infinito y no tiene valores negativos porque es la suma de valores elevados al cuadrado (44).

La aplicación de la metodología BIM ha detectado en general 11 incidencias (Navisworks), 14 mejoras considerables en planos, 5 ideas de optimización en la conceptualización y 18 variaciones grabes de metrado corregidas (Revit), haciendo un total de 48 mejoras claves tras su aplicación. También se muestran 7 partidas que cuyos resultados en metrados son iguales en ambas metodologías sin ofrecer mejora alguna.

El no aplicar la metodología BIM solo puede presentar el beneficio de ser ligeramente menos costosa en la etapa de planificación por algunos consultores y presenta falencias en 12 puntos importantes del metrado tradicional por omisión de elemento, accesorios, etc.

**Tabla 180.** ***Valores de frecuencias observadas (Fo)***

| | | Estructuras hidráulicas | | |
|---|---|---|---|---|
| | | **Sí mejora** | **No mejora** | **Total** |
| Metodología BIM a nivel 3D | Aplicado | 48 | 7 | 55 |
| | No aplicado | 0 | 12 | 12 |
| | **Total** | **48** | **19** | **67** |

$$Fe = \frac{Total\ Columna\ x\ Total\ Fila}{Suma\ Total}$$

**Tabla 181.** ***Valores de frecuencias esperadas (Fe)***

| | | Estructuras hidráulicas | |
|---|---|---|---|
| | | **Sí mejora** | **No mejora** |
| Metodología BIM a nivel 3D | Aplicado | $\frac{48x55}{100} = 26.4$ | $\frac{19x55}{100} = 10.45$ |
| | No aplicado | $\frac{48x12}{100} = 5.76$ | $\frac{19x12}{100} = 2.28$ |

$$X^2{}_{calculado} = \sum \frac{(Fo - Fe)^2}{Fe}$$

$$X^2{}_{calculado} = \frac{(48 - 26.4)^2}{26.4} + \frac{(7 - 10.45)^2}{10.45} + \frac{(0 - 5.76)^2}{5.76} + \frac{(12 - 2.28)^2}{2.28} = 66$$

$$\propto = Nivel\ de\ significancia$$

$$\propto = 0.01$$

$$n = grados\ de\ libertad = (\#filas - 1)\ x\ (\#columnas - 1) = (2 - 1)x(2 - 1) = 1$$

**Tabla 182.** $X^2$ ***chi cuadrado***

| *df* | $\chi^2_{.995}$ | $\chi^2_{.990}$ | $\chi^2_{.975}$ | $\chi^2_{.950}$ | $\chi^2_{.900}$ | $\chi^2_{.100}$ | $\chi^2_{.050}$ | $\chi^2_{.025}$ | $\chi^2_{.010}$ | $\chi^2_{.005}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.000 | 0.000 | 0.001 | 0.004 | 0.016 | 2.706 | 3.841 | 5.024 | 6.635 | 7.879 |
| 2 | 0.010 | 0.020 | 0.051 | 0.103 | 0.211 | 4.605 | 5.991 | 7.378 | 9.210 | 10.597 |
| 3 | 0.072 | 0.115 | 0.216 | 0.352 | 0.584 | 6.251 | 7.815 | 9.348 | 11.345 | 12.838 |
| 4 | 0.207 | 0.297 | 0.484 | 0.711 | 1.064 | 7.779 | 9.488 | 11.143 | 13.277 | 14.860 |
| 5 | 0.412 | 0.554 | 0.831 | 1.145 | 1.610 | 9.236 | 11.070 | 12.833 | 15.086 | 16.750 |
| 6 | 0.676 | 0.872 | 1.237 | 1.635 | 2.204 | 10.645 | 12.592 | 14.449 | 16.812 | 18.548 |
| 7 | 0.989 | 1.239 | 1.690 | 2.167 | 2.833 | 12.017 | 14.067 | 16.013 | 18.475 | 20.278 |
| 8 | 1.344 | 1.646 | 2.180 | 2.733 | 3.490 | 13.362 | 15.507 | 17.535 | 20.090 | 21.955 |
| 9 | 1.735 | 2.088 | 2.700 | 3.325 | 4.168 | 14.684 | 16.919 | 19.023 | 21.666 | 23.589 |
| 10 | 2.156 | 2.558 | 3.247 | 3.940 | 4.865 | 15.987 | 18.307 | 20.483 | 23.209 | 25.188 |
| 11 | 2.603 | 3.053 | 3.816 | 4.575 | 5.578 | 17.275 | 19.675 | 21.920 | 24.725 | 26.757 |
| 12 | 3.074 | 3.571 | 4.404 | 5.226 | 6.304 | 18.549 | 21.026 | 23.337 | 26.217 | 28.300 |
| 13 | 3.565 | 4.107 | 5.009 | 5.892 | 7.042 | 19.812 | 22.362 | 24.736 | 27.688 | 29.819 |
| 14 | 4.075 | 4.660 | 5.629 | 6.571 | 7.790 | 21.064 | 23.685 | 26.119 | 29.141 | 31.319 |
| 15 | 4.601 | 5.229 | 6.262 | 7.261 | 8.547 | 22.307 | 24.996 | 27.488 | 30.578 | 32.801 |
| 16 | 5.142 | 5.812 | 6.908 | 7.962 | 9.312 | 23.542 | 26.296 | 28.845 | 32.000 | 34.267 |
| 17 | 5.697 | 6.408 | 7.564 | 8.672 | 10.085 | 24.769 | 27.587 | 30.191 | 33.409 | 35.718 |
| 18 | 6.265 | 7.015 | 8.231 | 9.390 | 10.865 | 25.989 | 28.869 | 31.526 | 34.805 | 37.156 |
| 19 | 6.844 | 7.633 | 8.907 | 10.117 | 11.651 | 27.204 | 30.144 | 32.852 | 36.191 | 38.582 |
| 20 | 7.434 | 8.260 | 9.591 | 10.851 | 12.443 | 28.412 | 31.410 | 34.170 | 37.566 | 39.997 |
| 21 | 8.034 | 8.897 | 10.283 | 11.591 | 13.240 | 29.615 | 32.671 | 35.479 | 38.932 | 41.401 |
| 22 | 8.643 | 9.542 | 10.982 | 12.338 | 14.041 | 30.813 | 33.924 | 36.781 | 40.289 | 42.796 |
| 23 | 9.260 | 10.196 | 11.689 | 13.091 | 14.848 | 32.007 | 35.172 | 38.076 | 41.638 | 44.181 |
| 24 | 9.886 | 10.856 | 12.401 | 13.848 | 15.659 | 33.196 | 36.415 | 39.364 | 42.980 | 45.559 |
| 25 | 10.520 | 11.524 | 13.120 | 14.611 | 16.473 | 34.382 | 37.652 | 40.646 | 44.314 | 46.928 |
| 26 | 11.160 | 12.198 | 13.844 | 15.379 | 17.292 | 35.563 | 38.885 | 41.923 | 45.642 | 48.290 |
| 27 | 11.808 | 12.879 | 14.573 | 16.151 | 18.114 | 36.741 | 40.113 | 43.195 | 46.963 | 49.645 |
| 28 | 12.461 | 13.565 | 15.308 | 16.928 | 18.939 | 37.916 | 41.337 | 44.461 | 48.278 | 50.993 |
| 29 | 13.121 | 14.256 | 16.047 | 17.708 | 19.768 | 39.087 | 42.557 | 45.722 | 49.588 | 52.336 |
| 30 | 13.787 | 14.953 | 16.791 | 18.493 | 20.599 | 40.256 | 43.773 | 46.979 | 50.892 | 53.672 |
| 40 | 20.707 | 22.164 | 24.433 | 26.509 | 29.051 | 51.805 | 55.758 | 59.342 | 63.691 | 66.766 |
| 50 | 27.991 | 29.707 | 32.357 | 34.764 | 37.689 | 63.167 | 67.505 | 71.420 | 76.154 | 79.490 |
| 60 | 35.534 | 37.485 | 40.482 | 43.188 | 46.459 | 74.397 | 79.082 | 83.298 | 88.379 | 91.952 |
| 70 | 43.275 | 45.442 | 48.758 | 51.739 | 55.329 | 85.527 | 90.531 | 95.023 | 100.425 | 104.215 |
| 80 | 51.172 | 53.540 | 57.153 | 60.391 | 64.278 | 96.578 | 101.879 | 106.629 | 112.329 | 116.321 |
| 90 | 59.196 | 61.754 | 65.647 | 69.126 | 73.291 | 107.565 | 113.145 | 118.136 | 124.116 | 128.299 |
| 100 | 67.328 | 70.065 | 74.222 | 77.929 | 82.358 | 118.498 | 124.342 | 129.561 | 135.807 | 140.169 |

Fuente: Chi cuadrado de Pearson

$$X^2{}_{crìtico} = 6.635$$

$H_o$ (Nula): Los parámetros de metodología BIM a nivel 3D y estructuras hidráulicas son independientes y no tienen relación directa entre ellos.

$H_1$ (Alternativa): Los parámetros de metodología BIM a nivel 3D y estructuras hidráulicas no son independientes y tienen relación directa entre ellos.

$$X^2{}_{calculado} = 66 > X^2{}_{crìtico} = 6.635$$

Por lo que se acepta con un 99 % de confianza la $H_1$ (Alternativa). y se puede afirmar que los parámetros de metodología BIM a nivel 3D y estructuras hidráulicas no son independientes y tienen relación directa entre ellos.

### 4.6.2. Discusión de antecedentes

En contraste con el estudio de Espejo (7) que presentó como resultados el modelo paramétrico tridimensional de la bocatoma y desarenador con información de los materiales de construcción, distribución de acero estructural modelo de encofrados y elementos mecánicos e hidráulicos que mediante la coordinación espacial en el *software* Navisworks, se detectó y dio solución a 26 incidencias presentados mediante tablas resumen figuras y estadísticas asociadas a ellas. De la misma manera en el que la presente tesis pudo identificar 11 incidencias indicada en la tabla de resúmenes. Además de que concluye en que la metodología BIM permite tener información confiable para generar documentación de mejor calidad (planos, metrados, presupuesto y cronograma). Un punto que esta tesis también puede asegurar debido a los resultados de la tabla resumen de detalles.

Respecto al estudio de Tesen (8) en el que indica como resultados que la incorporación de BIM ayudó a la capacidad de la empresa para estandarizar, estructurar y organizar sus métodos de trabajo; esto, a su vez, permitirá a sus profesionales brindar más valor a sus clientes en virtud de tener un conjunto claro de criterios para evaluar proyectos potenciales, con este método, mantenerse en contacto en la vida del proyecto permite una mejor planificación, una construcción más eficiente y el mejor producto final posible. Indicación que este trabajo puede asegurar tras la interpretación de la tabla de resumen de mejoras de conceptualización donde efectivamente se demostró que el producto final puede llegar a ser más eficiente cubriendo de mejor manera su construcción y mantenimiento.

También el estudio de Sierra (9) donde como resultados indico los beneficios de utilizar las herramientas de modelado, simulación constructiva y documentación BIM para el caso de estudio, segundo, los beneficios derivados de realizar un análisis de interferencias e

incompatibilidades, para lo cual se identificaron las posibles pérdidas que podrían ocasionarse en la etapa de construcción del caso de estudio y finalmente determinar cuáles de estas pérdidas podrían haberse evitado si en estos proyectos se hubiera utilizado herramientas BIM desde una etapa de diseño. De la misma manera durante la elaboración de esta tesis se han presentado figuras e indicaciones sobre la mejor planificación (figuras 43, 44, 45). que pueda ofrecer la metodología BIM desde las primeras etapas del proyecto.

El estudio de Castillo y Cruzado (10) presenta el resultado de 6 jirones proyectados en 2,576.80 metro lineales del drenaje pluvial entre cunetas y alcantarillas, así mismo se utilizaron técnicas e instrumentos de recolección de datos, formatos, NTP y el RNE con la norma OS060, se realizaron los estudios de mecánica de suelos, levantamiento topográfico, estudios hidrológicos e hidráulicos, costos y presupuesto y por último un cuadro comparativo del diseño drenaje pluvial tradicional y con la metodología BIM utilizando *software* en 3D Revit. Concluyendo en que empleando las herramientas BIM se obtiene un 12 % menor error en cuanto al modelamiento y metrado porque se identifica las interferencias entre elementos cuneta y alcantarilla. Resultados similares a los obtenidos en estas tesis, indicadas en las tablas de resumen de metrados donde la metodología BIM ofrece datos más exactos con porcentajes de variación que van desde el 3 % hasta un 24 %.

La metodología BIM es una forma de trabajo que complementa muchos aspectos que comúnmente se descuidan en el ciclo de vida de un proyecto tradicional ya que no solo implica realizar modelamientos 3D de un proyecto sino que colabora con la correcta transmisión de la información un aspecto que se ha demostrado es complicado de lograr entre los participantes del proyecto, como se ha observado en los resultados de este informe cada elemento, accesorio y material modelado entra a formar parte de una base de datos que se organiza y ordena para su gestión por lo que en esta nueva forma de llevar a cabo un proyecto es imposible ignorar cualquier incompatibilidad.

En los proyectos de ingeniera se sabe que cuando más grande sea un proyecto la información requerida es mayor y por ende es necesario mayor detalle, es por ello que se observó que los planos CAD utilizados como base de esta investigación provocaban incompatibilidades en la conceptualización de las estructuras debido a su falencia en los detalles, a su vez se demostró como estos planos generaban errores en los metrados debido a factores mencionados en los resultados como la desconsideración de desfaces, aberturas, elementos poco visibles, etc. Estas debilidades de la metodología tradicional son las fortalezas de la metodología BIM que se demuestran desde el manejo de su interfaz hasta la gestión de la información.

Se presentaron casos en los que no solo era suficiente obtener valores más exactos de metrados, sino que también se tuviera que usar el criterio que distingue a la ingeniería ya que Revit al ofrecer modelos realistas permitió analizar la funcionabilidad de las estructuras y poder hacer cambios en el planteamiento de estas con vistas a tu tiempo de vida y futuro mantenimiento.

Si bien la metodología tradicional se ha usado durante muchos años se ha podido apreciar que siempre ofrecerá resultados no muy precisos esto sobre la base de los resultados del presente informe en el que las partidas donde los elementos o materiales a metrar presentan geometría regular o sencillas se muestran resultados muy cercanos a los ofrecidos a la nueva metodología sin embargo a medida que la partida requiera de mayor información o presente geometrías más irregulares los resultados suelen varias más. La ratio de estas variaciones es de un 15 % cifra que de todas maneras influenciara directamente en el presupuesto final del proyecto.

# CONCLUSIONES

La metodología BIM ha ofrecido al primer sector del proyecto de riego estudiado herramientas para realizar planos con mayor nivel de detalle, transmitir de una manera más limpia y organizada la información de cada componente para metrarlo y obtener una mejor conceptualización de sus estructuras con el fin de mejorar en la toma de decisiones desde la fase de planeación del proyecto que pueda influir en la planificación de su ejecución.

Los planos son la herramienta principal de transmisión de información del consultor para la ejecución del proyecto y aplicar la metodología BIM ha permitido darle una considerable mejora respecto a su nivel de detalle y principalmente compatibilidad respecto de sus diferentes vistas, un problema que era común en los planos de la metodología tradicional.

Los metrados representan la cuantificación numérica de cada insumo, componente o material que se vaya a utilizar para el proyecto y está directamente ligado al presupuesto por lo que su cálculo es un punto importantísimo que la metodología BIM ha tomado muy en cuenta no solo almacenando cada insumo, componente o material en una base de datos sino que también organizándolos y proporcionando diferentes características para su manejo haciendo imposible el mal calculo o simplemente omitir metrado de cualquier elemento, un problema que en esta tesis como en otras ha demostrado es muy común con la metodología tradicional.

El proceso constructivo de una estructura si bien pertenece a la etapa de ejecución de un proyecto la metodología BIM ofrece analizarla y optimizarla desde etapas más primarias como la planificación evaluando aspectos importantes para su viabilidad, seguridad, facilidades de mantenimiento y costos posteriores.

Los rangos de visibilidad que ofrece el modelado Revit permiten no dejar ningún detalle a la imaginación o suposición, este aspecto es de gran ayuda al momento de no solo realizar los detalles de planos sino también para realizar un análisis de la conceptualización del proyecto en su ejecución y que en función a la experiencia del consultor desde la está de planificación ofrecer mejoras, replanteamientos con miras al tiempo de vida del proyecto, calidad y mantenimiento posterior.

La cantidad de información que se pueda ofrecer por parte del equipo del consultor al realizar el expediente técnico nunca esta demás porque facilita las etapas del ciclo de vida de este incluyendo sus beneficios económicos.

Se ha podido concluir que específicamente para los proyectos de riego la aplicación del BIM a nivel 3D ofrece una mejora en el cálculo de partidas más complejas de cuantificar y que curiosamente son las que forman parte del mayor porcentaje del presupuesto final. Tales como el acero, concreto y encofrado, dichas partidas suelen ser mal calculadas por poco detalle de los planos CAD, formas irregulares de muros, cimientos o losas e inclusive por la omisión de las aberturas para el ingreso de tuberías, sumideros y rejas.

Para el caso de las estructuras analizadas, las partidas que presentan mayor variación son las de concreto armado y se calculado que su valor en el presupuesto final de cada estructura es de por ejemplo para el caso del reservorio que se tiene un presupuesto total de s/ 901,511.14 se destinaron un total de S/ 225 280.24 para únicamente las obras de concreto simple y armado representando aproximadamente de un 24 %, 54 % para la captación e incluso llegando al 72 % para el caso de la cámara de inspección es por ello que tener metrados más exactos es fundamental para no crear costos subestimados o muy exagerados.

Se concluyo que es exactamente estas partidas que tienen más incidencia en el presupuesto final son las que presentan mayores variaciones en sus metrados como se evidenciaron en los resultados con variaciones que pasan el 50 % por errores que se vuelven simples cuando se trabaja con la metodología BIM y se complican con el método tradicional.

Para el caso del reservorio siendo por mucho la estructura de mayor costo del sistema de riego se observó una gran variación en el metrado de acero de su losa de cimentación y en los muros, esto debido a los detalles que Revit ofrece y la metodología tradicional no, que en campo representan un sobrestimado de más de 700 kg de acero adicional que significa un sobre costo de más de s/ 5000, únicamente para la cimentación del reservorio sin aun analizar los demás componentes de esta estructura, por lo que se puede hacer un estimado de las grandes pérdidas que ofrece esta metodología tradicional comparada con la metodología BIM.

Se han podido reconocer gracias al modelamiento detalles que podrían afectar a la funcionalidad y mantenimiento de las estructuras analizadas como tuberías expuestas al brusco empuje del agua, tuberías con baja accesibilidad que entorpecería su mantenimiento, desfaces de cámaras no consideradas para un mejor funcionamiento de la limpia y reboce de cámaras, etc. Teniendo en cuenta estas observaciones desde la fase de planeamiento significan reducciones de imprevistos en su ejecución ahorrando tiempo y dinero.

# RECOMENDACIONES

La interfaz de Revit para la elaboración de metrados permite ordenar la información en función a las necesidades, establecer fórmulas para la contabilidad y añadir datos como los pesos de los aceros, por ejemplo, clasificar por categorías, etc., lo cual se recomienda realizar antes de exportar la información.

Maximizar las herramientas que ofrece Revit en la elaboración de planos es además de darle un alto nivel de detalle a los elementos y materiales, es utilizar los colores y anchos de línea para dar una mejor perspectiva de diferencias entre familias y líneas de proyección.

El modelamiento se debe de realizar de una forma ordenada desde la importación de los planos CAD base debido a que si bien el interfaz de Revit no es muy complicado de usar y ofrece herramientas que organizan bien toda la información, pero en función al tamaño del proyecto se puede llegar a complicar si se obvian pasos importantes como el correcto agrupamiento de familias, tipos, etc.

Bloquear elementos en Revit ofrece un mejor control del trabajo para evitar desfaces no deseados que compliquen el modelado especialmente para proyectos grandes. La herramienta de cámara podría usarse para enfocar detalles 3D de la colocación de accesorios o elementos que no quedan claros solo son los planos 2D.

Aplicar la metodología BIM en un proyecto no es solo modelarlo también implicar otros criterios mencionados anteriormente sin embargo ninguna herramienta es suficiente y no se aplicará el criterio del especialista sin duda alguna es la mejor herramienta que se tiene al momento de elaborar un proyecto y es un aspecto que se debería potenciar con el uso de esta herramienta.

## REFERENCIAS


1. **TORROGLOSA, J. M.** *Impacto del BIM en la gestión del proyecto y la obra de arquitectura un proyecto con Revit* [en línea]. España: Universidad Politécnica de Valencia, 2018. Disponible en: http://hdl.handle.net/10251/9461
2. **McGraw-Hill Construction.** *The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets: How Contractors around. the world is driving innovation with Building Information Modeling.* Smart Market Report. 2014, p.46-47.
3. **SALAZAR, M.; GALINDO, J.** Impacto económico del uso del BIM en el desarrollo de proyectos constructivos: estudio de caso Manizales (Colombia). [en línea]. Colombia: *Revista Espacios,* 2018. ISSN 0798 1015. Disponible en: https://www.revistaespacios.com/a18v39n07/a18v39n07p24.pdf
4. **HERNÁNDEZ, R.; FERNÁNDEZ, C.; BAPTISTA, M.** *Metodología de la investigación científica* [en línea]. 6ta ed. México: McGraw Hill, 2014. ISBN: 978-1-4562-2396-0. Disponible en: https://www.esup.edu.pe/wp/content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf
5. **BERNAL, C.** *Metodología de la investigación. Administración, economía, humanidades y ciencias sociales* [en línea]. 3ra ed. Colombia: Pearson Educación, 2010. ISBN 978-958-699-128-5. Disponible en: https://abacoenred.org/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf
6. **SUPO, J.** *Cómo empezar una tesis – Tu proyecto de investigación en un solo día* [en línea]. Perú: Bioestadístico EIRL, 2015. ISBN-13: 978-1505894196. Disponible en: https://asesoresenturismoperu.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/03/107-josc3a9-supo-cc3b3mo-empezar-una-tesis.pdf
7. **ESPEJO, Y.** *Aplicación de metodología BIM en etapa de diseño y planificación de infraestructura hidráulica: Bocatoma Las Manzanas, Angasmarca, 2021.* Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2022. Disponible en: https://dspace.unitru.edu.pe/collections/6dae62b3-ba8b-4930-af93-3ebb9132853e?cp.page=2
8. **TESEN, U.** *Aplicación de la metodología BIM en el proyecto de canal de riego 24 de junio Moyobamba, 2022.* Trabajo de suficiencia laboral (Título de Ingeniero Civil). Rioja: Universidad Católica Sedes Sapientiae, 2022. Disponible en: https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/73491/browse?type=title&sort_by=1&order=ASC&rpp=20&etal=-1&null=&offset=109
9. **SIERRA, H.** *Metodología BIM en la elaboración de proyectos de obras hidráulicas. Caso práctico: diseño del sistema de riego Tarwiyocc.* Tesis (Título de Ingeniero Agrícola).

Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2021. Disponible en: https://repositorio.lamolina.edu.pe/items/fda81d98-d8d0-4cc3-bb55-63b1ca8fcfc5

10. **DEL CASTILLO, S.; CRUZADO, V.** *Diseño de drenaje pluvial en la localidad de las Palmas utilizando la metodología BIM, para mejorar el escurrimiento superficial, Tarapoto 2021*. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Tarapoto: Universidad Cesar Vallejo, 2021. Disponible en: https://hdl.handle.net/20.500.12692/98371
11. **BENITES, J.; CRUZ, S.** *Propuesta de Implementación de la Metodología BIM como Herramienta en el Diseño del Desembarcadero Pesquero Artesanal La Cruz – Tumbes*. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2023. Disponible en: https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/11114
12. **VILCA, E.** *Gestión optima del tiempo mediante la metodología VDC/BIM y Lean Construction en la fase de ejecución de una presa de material suelto, en la región de Ayacucho – 2021*. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Ayacucho: Universidad Nacional De San Cristóbal De Huamanga, 2023. Disponible en: http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/5543
13. **CHAVÉZ, D.; et al.** *Impacto económico en la implementación de BIM en la ejecución de proyectos de establecimientos de Salud del Primer Nivel de Atención*. Tesis (Maestro en Dirección de la Construcción). Lima: Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas, 2019. Disponible en: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625893/BardalesJ_S.pdf?sequence=3&isAllowed=y
14. **CABANA, M.** *Metodología de gestión para optimizar la gestión del costo y tiempo en obras de infraestructura de riego menor en la provincia Mariscal Nieto, 2019.* Tesis (Título de Ingeniero Civil). Moquegua: Universidad José Carlos Mariátegui, 2020. Disponible en: https://hdl.handle.net/20.500.12819/1023
15. **VEGA, J.** *Aplicación de la metodología BIM para la identificación de inconsistencias técnicas en la etapa de diseño de un reservorio circular de 200 m3.* Trabajo de suficiencia profesional (Título de Ingeniero Civil). Tarma: Universidad Católica Sedes Sapientiae, 2023. Disponible en: https://hdl.handle.net/20.500.14095/2343
16. **PRADO, C.** *BIM-Building Information Modeling, como herramienta de mejora para el desarrollo, planificación y ejecución de proyectos de inversión pública.* Tesis (Maestro en Dirección de la Construcción). La Paz: Universidad Mayor De San Andrés, 2021. Disponible en: https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/26769
17. **CHICA, C.; CORONEL, D.** Aplicación de la metodología de la gestión BIM en el canal de conducción de agua del sistema de riego Chiticay – Paute. *Conciencia digital.* Julio - septiembre, 2021,4(3), 6-21. ISSN: 2600-5859. Disponible en: https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1761

18. **CASTAÑEDA, J.** *Implementación de sistemas sostenibles para el desarrollo de vivienda mediante la metodología BIM. Publicación.* Pereira: Universidad Católica De Pereira, 2023. Disponible en: https://repositorio.ucp.edu.co/entities/publication/eed7243e-edaa-43e0-96ee-da27f4b27d15
19. **LIMAS, D.** *Metodología BIM aplicada a la fase de prefactibilidad de un proyecto vial de tercer orden en Colombia.* Tesis (Magíster en infraestructura vial). Bogotá: Universidad Santo Tomás, 2019. Disponible en: http://hdl.handle.net/11634/21185
20. **NOVAK, R.; MOFFAT, D.; NALLURI, C.** *Estructuras hidráulicas*, [en línea]. Bogotá – Colombia, McGraw-Hill Interamericana S. A, [fecha de consulta: 09 de agosto 2023]. ISSN: 958-41-0189-7 Disponible en: https://www.academia.edu/download/114115244/Estructuras_Hidraulicas_novak_moffat.pdf
21. **CHOCLÁN, F.; SOLER, M.; GONZALES, R.** Introducción a la metodología BIM. *Spanish journal of BIM.* 2014, 14(1), 4-10. ISSN: 2386-5784. Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5413529
22. **ROBERTO, J.; y ULLOA, K.** Implementación de BIM en proyectos Inmobiliarios. *Sinergia e Innovación*. 2014, 2(1), 229-255. ISSN 2306-6431 Disponible en: https://revistas.upc.edu.pe/index.php/sinergia/article/view/212/266
23. **ALEXANDRE, A.** *BIM en el Perú.* [en línea]. RPP, Lima, Perú, 11 de abril del 2019, [fecha de consulta: 09 de agosto 2023]. Disponible en: https://rpp.pe/columnistas/alexandrealmeida/bim-en-el-peru-noticia-1190692
24. **JONES, S.; y BERNSTEIN, H.** *The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets: How Contractors Around. The World Are Driving Innovation With Building Information Modeling.* [en línea]. Bedford, MA 01730, McGraw Hill Construction, 2014, [fecha de consulta: 09 de agosto 2023]. Disponible en: https://icn.nl/pdf/bim_construction.pdf
25. **ESPINOZA, J.; GARCÍA, K.; PUMAYALI, A.; MONTEJO, R.** Factores para la implementación de la metodología BIM en el diseño de condominios en Piura-2019. *Rev. Tzhoecoen.* Enero – marzo, 2020, 12 / N.° 1, 38-52. ISSN: 1997-8731 Disponible en: https://revistas.uss.edu.pe/index.php/tzh/article/view/1244/1075
26. **VITORINO, P.** *Konstruedu.com. Las 7 dimensiones BIM, 2020.* [fecha de consulta: 19 de agosto 2023]. Disponible en: https://konstruedu.com/es/blog/las-7-dimensiones-de-bim
27. **Biblus Editorial Team.** *Niveles de madurez BIM.* [en línea]. 30 de mayo de 2022 [fecha de consulta: 09 de agosto 2023]. Disponible en: https://biblus.acca*software*.com/es/de-0-a-3-que-son-los-niveles-de-madurez-bim/

28. **PAS 1192 Y ISO 19650.** *¿Cómo funciona?,* [Mensaje en un blog]. Beaumont, (21 de octubre de 2020). [fecha de consulta: 20 de agosto de 2024]. Disponible en: https://es.linkedin.com/pulse/pas-1192-iso-19650-c%C3%B3mo-funciona-roger-beaumont
29. **HENDRIKS, J.** *Promoción rural y proyectos de riego* [en línea]. Perú: Centro Andino de Educación y Promoción (CADEP). «José Marte Arguedas» [fecha de consulta: 22 de agosto de 2024]. Disponible en: https://www.ircwash.org/sites/default/files/827PE88-5143.pdf
30. **VILLÓN, M.** *Diseño de estructuras hidráulicas*. [en línea]. Perú: Instituto tecnológico de Costa Rica Escuela de Ingeniería Agraria. Editorial Villón. [fecha de consulta: 28 de agosto de 2024]. Disponible en: http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/archivoz/curzoz/dise%F1o_y_aspectos_constructivos_en_obras_de_arte.pdf
31. **Guía del PMBOK.** *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos.* [en línea]. 2013, EE. UU. Project Management Institute, 2013. [fecha de consulta: 09 de setiembre 2024]. Disponible en: https://sistemastic.files.wordpress.com/2017/07/guia_de_los_fund.amentos_para_la_direccion_de_proyectos-pmbok_5ta_edicion_espanol.pdf
32. **ITM Platform.** *Ciclo de vida de un proyecto.* [en línea]. 2010. [fecha de consulta: 09 de setiembre 2024]. Disponible en: https://www.itmplatform.com/es/blog/ciclo-de-vida-del-proyecto/#:~:text=vida%20de%20un%20proyecto%20es,un%20producto%20parcial%20o%20completo.
33. **MORENO, D.** *Guía para implementar y gestionar proyectos BIM.* [en línea]. 2010. Diario de un BIM manager. Independently Published. [fecha de consulta: 15 de setiembre 2024]. Disponible en: https://guia-bim.costosperu.com/
34. **ROMERO, J.** *La gestión y calidad del proyecto BIM y su ciclo de vida.* [en línea]. 2016. Tesis (Trabajo fin de Máster). Universidade da Coruña. Escola Universitaria de Arquitectura Técnica. Disponible en: https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/17345
35. **Team Asana.** *Las 5 fases de la gestión de proyectos para que mejores el flujo de trabajo de tu equipo, 2024,* [fecha de consulta: 17 de setiembre 2024]. Disponible en: https://asana.com/es/resources/project-management-phases
36. **GUEVARA, M.** *Estructuras Hidráulicas Generalidades. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.* [fecha de consulta: 18 de setiembre 2024]. Disponible en: https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-pedro-ruiz-gallo/diseno-de-obras-hidraulicas/estructuras-hidraulicas/11942568
37. **CALDUCH, R.** *Métodos y Técnicas de investigación en relaciones internacionales.* [en línea]. Madrid, Universidad Complutense De Madrid, [fecha de consulta: 19 de setiembre

2024]. Disponible en: https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-55163/2Metodos.pdf

38. **ÑAUPAS, H.; MEJÍA, E.; NOVOA, E.; y VILLAGÓMEZ, A.** *Metodología de la investigación (Cuantitativa – Cualitativa y Redacción de la Tesis).* [en línea]. 3ª edición, Perú: Ediciones de la U, 2013. ISBN 978-958-762-188-4

39. **OTERO, A.** *Enfoques De Investigación: Métodos Para El Diseño Urbano - Arquitectónico,* [fecha de consulta: 22 de setiembre 2024]. Disponible en: https://clasev.com/pluginfile.php/21199/mod_resource/content/1/Enfoques%20de%20Investigaci%C3%B3n.pdf

40. **SCHWARZ, M.** *Guía de referencia para la elaboración de una investigación aplicada,* [fecha de consulta: 25 de setiembre 2024]. Disponible en: https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/6029/Schwarz_guia_investigacion_aplicada.pdf?sequence=1&isAllowed=y

41. **LÓPEZ, P.** Población, muestra y muestreo. 2004. *Punto Cero*, *09*(08), 69-74. Recuperado en 20 de octubre de 2024, Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012&lng=es&tlng=es.

42. **HERNÁNDEZ, O.** Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. 2021. *Revista Cubana de Medicina General Integral*. 2021;37(3):e1442. ISSN 1561-3038 Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21252021000300002.

43. **HERNANDÉZ, S.; DUANA, D.** *Técnicas e instrumentos de recolección de datos.* [en línea]. 2020, (9),17, pp. 51-53. [fecha de consulta: 23 de setiembre 2024]. Disponible en: https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/download/6019/7678

44. **McHugh ml.** The chi-square test of independence. *Biochemia médica*. 2013;23(2):143-9. **DOI:** 10.11613/BM.2013.018 [fecha de consulta: 20 de marzo 2025]. Disponible en: https://www.biochemia-medica.com/en/journal/23/2/10.11613/BM.2013.018.

45. **RAMOS, C.** *Diseños de investigación experimental (experimental investigation designs).* [en línea]. CienciAmérica (2021). Vol. 10(1). ISSN 1390-9592 [fecha de consulta: 19 de febrero 2025]. Disponible en: https://cienciamerica.edu.ec/index.php/uti/article/view/356/699

46. **BORRMANN.** *Building information modeling software*. **2018.**

47. **MOONEY.** *Ciclo de vida de un proyecto*. 2019.

48. **TORRES et al**. *Técnicas de recolección de datos*. 2019.

# ANEXOS

## Matriz de consistencia

| Problema general | Objetivo general | Hipótesis general | Variables | Dimensiones | Indicadores | Metodología |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ¿Cuál es el impacto de aplicar la metodología BIM a nivel 3D a las estructuras hidráulicas del primer sector del proyecto de riego de Pichiu – Andamarca? | Determinar el impacto de aplicar la metodología BIM a nivel 3D a las estructuras hidráulicas del primer sector del proyecto de riego de Pichiu – Andamarca | La aplicación de la metodología BIM a nivel 3D a las estructuras hidráulicas del primer sector del proyecto de riego de Pichiu – Andamarca mejora de manera significativa todas las etapas del proyecto. | Variable independiente – Metodología BIM nivel 3D | Isométrico integrado de Modelado 3D | Áreas del proyecto modelados en formato IFC:<br>• Arquitectura<br>• Estructura<br>• Sanitaria | Softwares Modelador Nativo (Revit) |
| **Problemas específicos**<br>¿De qué manera la aplicación de la metodología BIM a nivel 3D a las estructuras hidráulicas del primer sector del proyecto influye en la elaboración de los planos? | **Objetivos específicos**<br>Evaluar de qué manera la aplicación de la metodología BIM nivel 3D a las estructuras hidráulicas del primer sector del proyecto influye en la elaboración de los planos. | **Hipótesis específicas**<br>La aplicación de la metodología BIM a nivel 3D a las estructuras hidráulicas del primer sector del proyecto optimiza la elaboración de los planos y sus detalles. | | Incompatibilidades del Modelado | Herramienta Clash detective para las incidencias encontradas en el modelamiento junto a texto y capturas.<br>Planos obtenidos por la metodología BIM con alto nivel de detalle | Software Visualizador de BIM (Navisworks) |
| ¿De qué manera la aplicación de la metodología BIM a nivel 3D a las estructuras hidráulicas del primer sector del proyecto influye en el cálculo del metrado? | Analizar de qué manera la aplicación de la metodología BIM a nivel 3D a las estructuras hidráulicas del primer sector del proyecto influye en el cálculo del metrado. | La aplicación de la metodología BIM a nivel 3D a las estructuras hidráulica del primer sector del proyecto proporciona datos más exactos en el cálculo del metrado. | Variable dependiente – estructuras hidráulicas | Planos | Planos obtenidos por p CAD 2D | Resumen de metrado (Excel) |
| ¿De qué manera la aplicación de la metodología BIM a nivel 3D a las estructuras hidráulicas del primer sector del proyecto influyen en su | Analizar de qué manera la aplicación de la metodología BIM a nivel 3D a las estructuras hidráulicas del primer sector del proyecto influyen en su | La aplicación de la metodología BIM a nivel 3D a las estructuras hidráulica del primer | | Metrado | Metrado obtenido por la metodología BIM nivel 3D<br>Metrado obtenido por planos CAD 2D | Resumen de metrado (Excel) |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| planificación de ejecución? | planificación de ejecución. | sector del proyecto perfecciona su planificación de ejecución. | Planificación de ejecución | Propuestas de planificación de ejecución producido por la metodología BIM<br>Propuestas de planificación de ejecución producido por el método tradicional | Detalle de las tomas de decisiones en la ejecución según cada metodología |

**Matriz de operacionalización de variables**

| Variable | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Instrumento |
|---|---|---|---|---|---|
| **Variable Independiente**<br><br>Metodología BIM A nivel 3D | La metodología BIM A nivel 3D es un entorno común de datos que permite un trabajo colaborativo e integrado mediante la visualización de un modelo que permite la representación, selección, control y mejora de procesos (21) | Es la representación digital de una base de datos realizada con procesos y un equipo de trabajo colaborativo que engloba el ciclo de vida de un proyecto | Isométrico integrado de Modelado 3D | Áreas del proyecto modelados:<br>• Arquitectura<br>• Estructura<br>• Sanitaria | Softwares Modelador Nativo (Revit) |
| | | | Incompatibilidades del Modelado | Herramienta Clash detective para las incidencias encontradas en el modelamiento junto a texto y capturas. | Software Visualizador de BIM (Navisworks) |
| **Variable Dependiente**<br><br>estructuras hidráulicas | Son estructuras que en conjunto permiten almacenar agua para suplir necesidades en circunstancias adversas como clima y topografía (30) | Son un conjunto de estructuras que se proyectan a lo largo de una línea de conducción para contrarrestar las adversidades del proyecto de riego. | Planos | Planos obtenidos por la metodología BIM con alto nivel de detalle<br><br>Planos obtenidos por CAD 2D | Tabla Resumen de planos CAD vs. planos BIM (Excel) |
| | | | Metrado | Metrado obtenido por la metodología BIM nivel 3D<br>Metrado obtenido por planos CAD 2D | Resumen de metrado (Excel) |
| | | | Planificación de ejecución | Propuestas de planificación de ejecución producido por la metodología BIM<br><br>Propuestas de planificación de ejecución producido por el método tradicional | Detalle de las tomas de decisiones en la ejecución según cada metodología |

**Panel fotográfico**

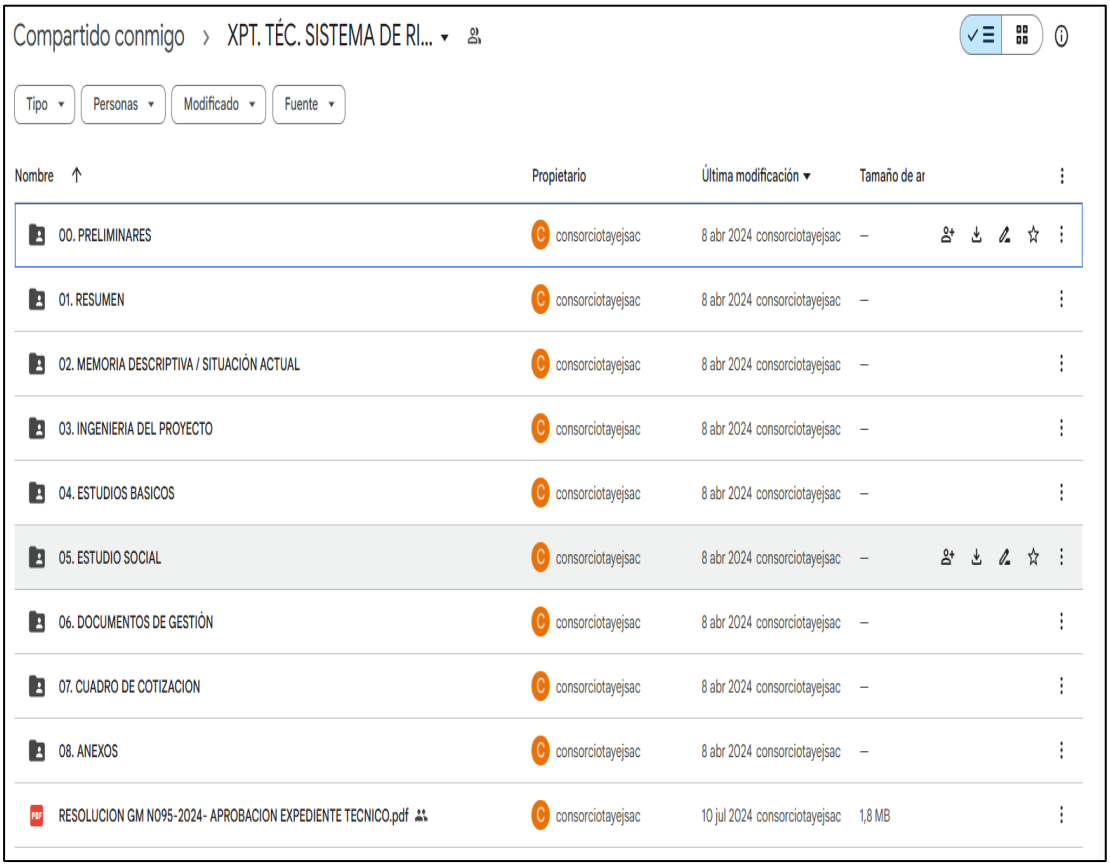
Ubicación del punto de captación del proyecto

Aforamiento de captación del proyecto

Tramo de planteamiento de tendido de riego del proyecto

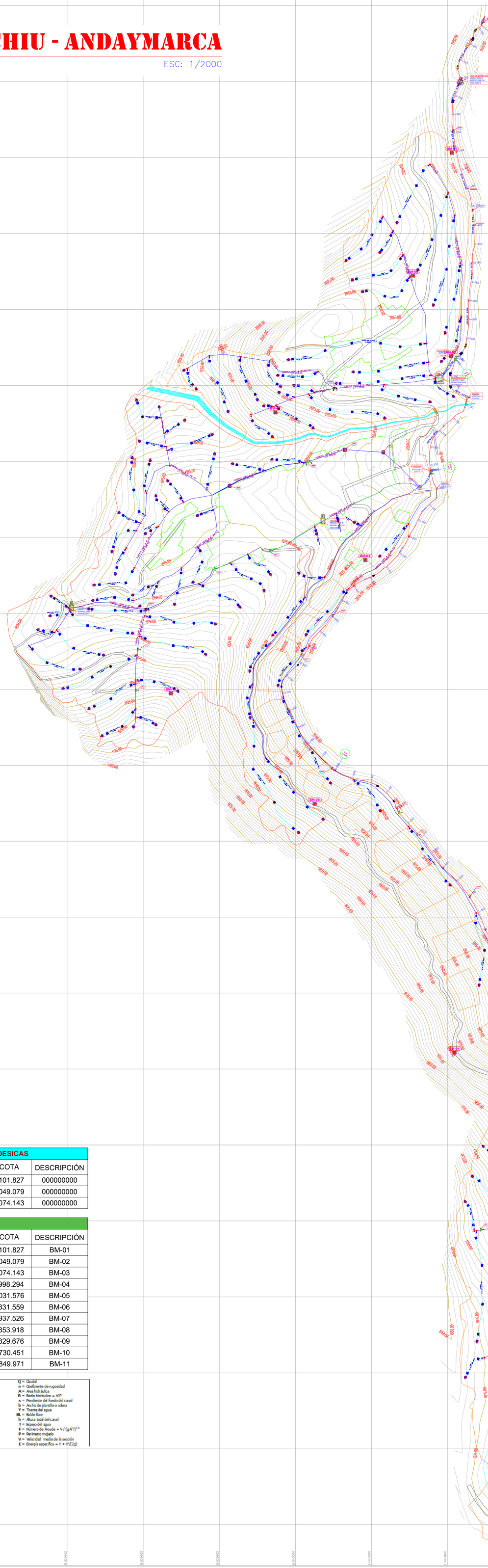
Área de riego del proyecto

**Información Digital del expediente técnico compartido por el consultor**



# PLANO CLAVE - PICHIU - ANDAYMARCA

ESC: 1/2000




NM

| LEYENDA | | N° |
|---|---|---|
| SIMBOLOGÍA | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD |
| | Curvas de nivel | – – |
| | Coordenadas | – – – |
| | Carretera Distrital | – – |
| | Carretera Local | – – |
| | Linea de Conduccion | – |
| | Rios | 01 |
| | Parcelas | 135 |
| | Valvula de toma lateral | 292 |
| | Puntos BMs | 11 |
| | Captación tipo barraje | 01 |
| | Reservorios | 03 |
| | Valvula de purga | 103 |
| | Comunidad | 03 |
| | Puntos geodesicos | 03 |
| | CRP TP 07 | 14 |
| | Desarenador | 01 |
| | Val. control | 101 |
| | Caja de inspección | 08 |
| | Camara distribución LC. | 02 |
| | CRP TP 06 | 02 |
| | Pase aereo | 02 |
| | Camara existente | 04 |
| | Camara de distribuc. LA. | 03 |

**METRADO ACCESORIOS LINEA DE CONDUCCION 10"**

| SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN | DIAMETRO | CANTIDAD |
|---|---|---|---|
| 1 | CODO 90° HDPE | 10" | 00 |
| 2 | CODO 45° HDPE | 10" | 03 |
| 3 | CODO 22.5° HDPE | 10" | 03 |
| 4 | CODO 11.25° HDPE | 10" | 00 |

**METRADO ACCESORIOS LINEA DE CONDUCCION 8"**

| SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN | DIAMETRO | CANTIDAD |
|---|---|---|---|
| 1 | CODO 90° HDPE | 8" | 00 |
| 2 | CODO 45° HDPE | 8" | 00 |
| 3 | CODO 22.5° HDPE | 8" | 02 |
| 4 | CODO 11.25° HDPE | 8" | 00 |

**METRADO ACCESORIOS LINEA DE CONDUCCIÓN 6"**

| SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN | DIAMETRO | CANTIDAD |
|---|---|---|---|
| 1 | CODO 90° HDPE | 6" | 00 |
| 2 | CODO 45° HDPE | 6" | 03 |
| 3 | CODO 22.5° HDPE | 6" | 05 |
| 4 | CODO 11.25° HDPE | 6" | 00 |

**CUADRO DE ACCESORIOS**

| N° | DESCRIPCION | UNID. |
|---|---|---|
| 1 | ANCLAJE ROCA PROG: 0+500 – 0+600 | Unid. |
| 2 | ANCLAJE ROCA PROG: 2+000 – 2+210 | Unid. |

**CUADRO DE PLACAS GEODESICAS**

| PUNTO | ESTE | NORTE | COTA | DESCRIPCIÓN |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 540411.693 | 8636612.768 | 2101.827 | 000000000 |
| 2 | 540309.570 | 8636288.892 | 2049.079 | 000000000 |
| 3 | 540409.284 | 8636077.192 | 2074.143 | 000000000 |

**CUADRO DE BMs**

| PUNTO | ESTE | NORTE | COTA | DESCRIPCIÓN |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 540411.693 | 8636612.768 | 2101.827 | BM-01 |
| 2 | 540309.570 | 8636288.892 | 2049.079 | BM-02 |
| 3 | 540409.284 | 8636077.192 | 2074.143 | BM-03 |
| 4 | 539946.666 | 8635929.057 | 1998.294 | BM-04 |
| 5 | 540183.664 | 8635540.350 | 2031.576 | BM-05 |
| 6 | 539671.348 | 8635189.879 | 1831.559 | BM-06 |
| 7 | 540050.317 | 8634898.161 | 1937.526 | BM-07 |
| 8 | 540418.760 | 8634243.318 | 1853.918 | BM-08 |
| 9 | 540670.556 | 8633913.844 | 1829.676 | BM-09 |
| 10 | 540629.193 | 8633618.774 | 1730.451 | BM-10 |
| 11 | 540889.882 | 8633295.879 | 1849.971 | BM-11 |

FORMULA DE MANNING

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

Q = Qcudal
n = Coeficiente de rugosidad
A = Area hidráulica
R = Radio hidráulico = A/P
s = Pendiente del fondo del canal
b = Ancho de plantilla o solera
Y = Tirante del agua
BL = Bolde libre
h = Altura total del canal
T = Espejo del agua
F = Número de Froude = V / (gA/T)^1/2
P = Perimetro mojado
V = Velocidad media de la sección
E = Energía especifica = Y + V²/(2g)

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ANDAYMARCA

GESTION 2023 - 2026

PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE PROVISIÓN DE AGUA PARA RIEGO EN LAS COMUNIDADES DE PICHIU, 07 HEROES, CHACAPAMPA DISTRITO DE ANDAYMARCA DE LA PROVINCIA DE TAYACAJA DEL DEPARTAMENTO DE HUANCAVELICA" CUI: 2647465

PLANO: PLANO CLAVE PICHIU - ANDAYMARCA

PLANO PLANTA

LAMINA: PC – 01

PROYECTISTA: ING. JHON W. TUNQUE GONZALES

DIBUJO Y DISEÑO: BACH.J.P.C

REVISA:

APRUEBA:

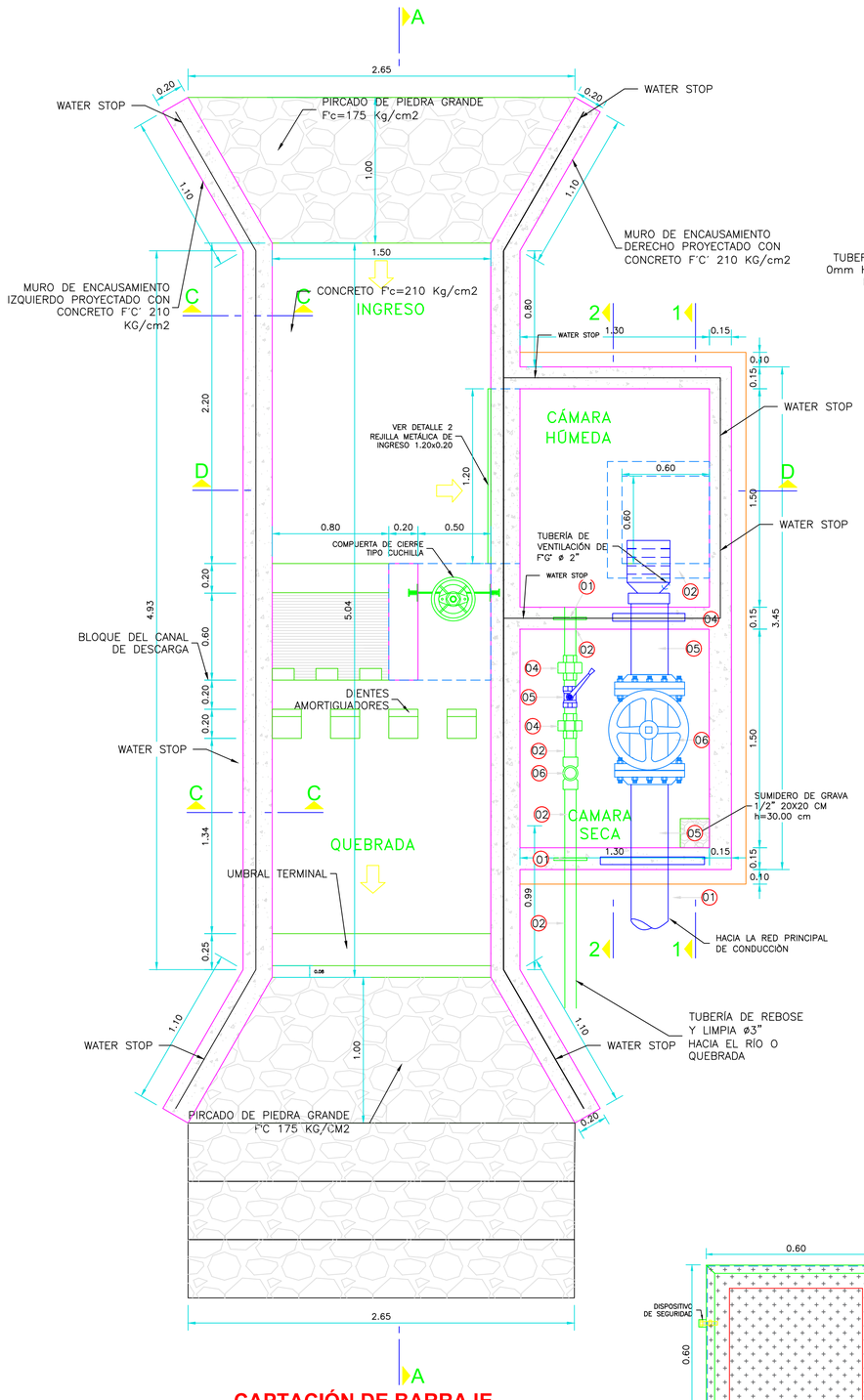
REGION: HUANCAVELICA

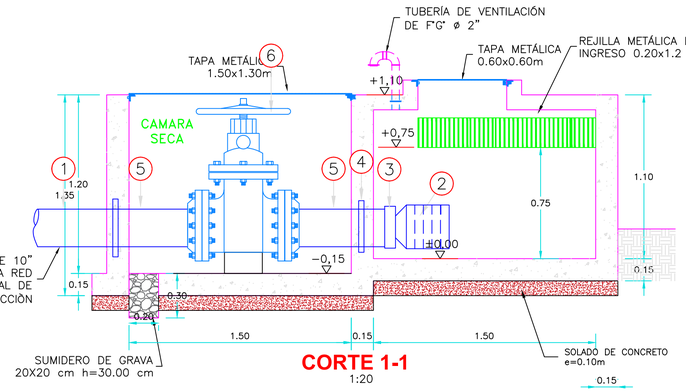
PROVINCIA: TAYACAJA

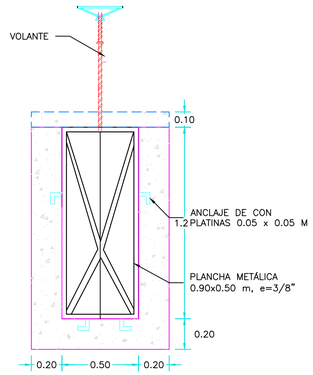
DISTRITO: ANDAYMARCA

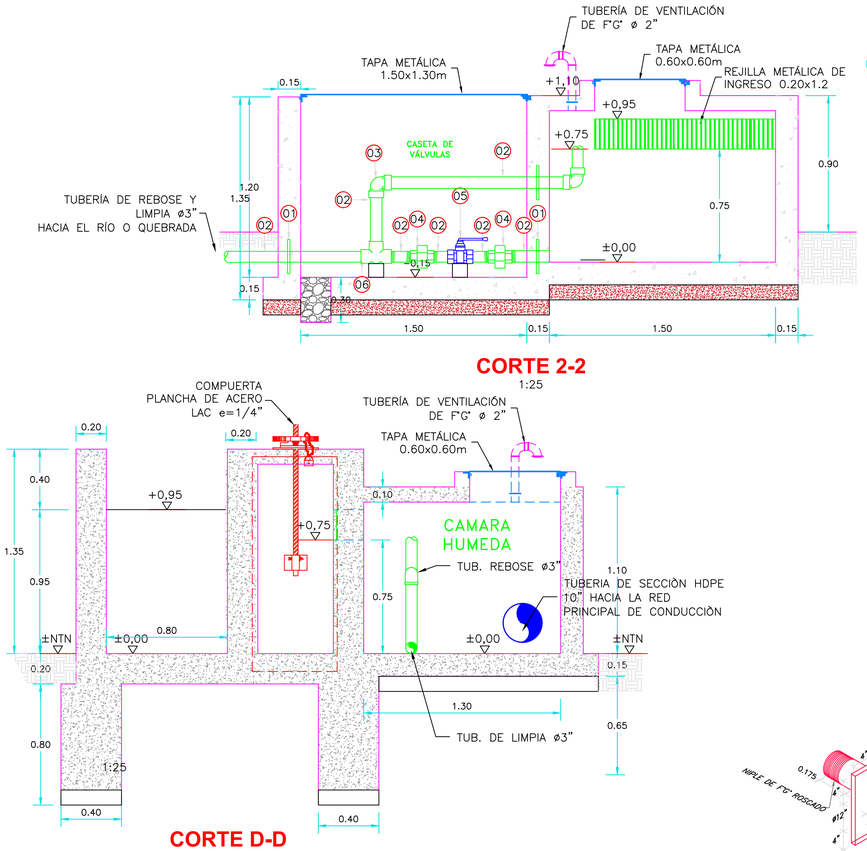
ESCALA: INDICADA

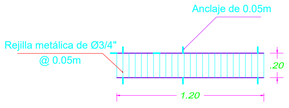
FECHA: MAYO, 2024

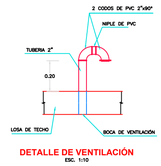


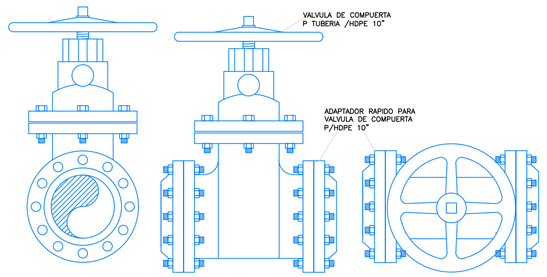



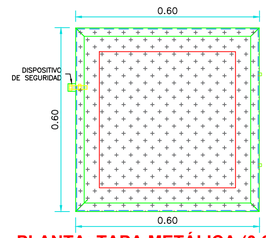



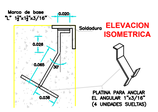



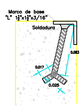


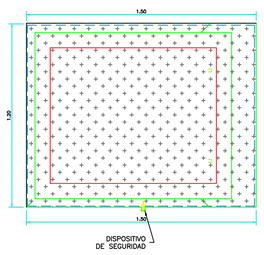


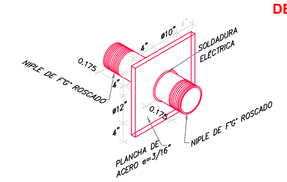


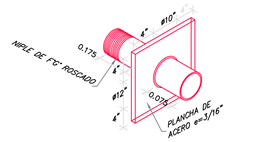



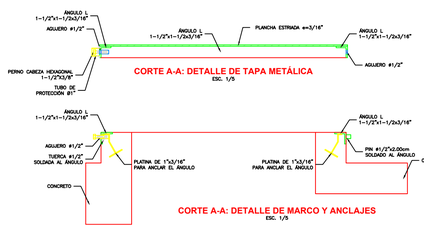




## NORMAS TÉCNICAS VIGENTES

| PRODUCTO | NORMA/ESPECIFICACIÓN TÉCNICA |
|---|---|
| TUBERÍA Y ACCESORIOS PVC PARA AGUA FRÍA PRESION | CLASE 10, NTP 399.002 : 2015 / NTP 399.019 : 2004 / NTE 002 |
| ACCESORIOS PVC PARA AGUA FRÍA CON ROSCA | CLASE 10, NTP 399.019 : 2004 / NTE 002 |
| TUBERÍA Y CONEXIONES DE PVC UF | CLASE 10, NTP ISO 1452 : 2011 |
| CEMENTO DISOLVENTE PARA TUBOS Y CONEXIONES DE POLI (CLORURO DE VINILO) NO PLASTIFICADO (PVC-U) | NTP 399.090 : 2015 |
| VÁLVULA COMPUERTA DE BRONCE | NTP 350.084 1998, VÁLVULAS DE COMPUERTA Y RETENCIÓN DE ALEACIÓN COBRE-ZINC Y COBRE-ESTAÑO PARA AGUA. |

## NORMAS TÉCNICAS VIGENTES

| PRODUCTO | NORMA/ESPECIFICACIÓN TÉCNICA |
|---|---|
| TUBERÍA Y ACCESORIOS PARA HDPE | CLASE HDPE PE100, NTP-ISO 4427-2:2008 (SISTEMAS DE TUBOS DE POLIETILENO) |
| VALVULAS DE COMPUERTA (BRIDAS) | EN 1092 /NTP ISO 7005--2 |
| TUBERÍo LISA HDPE | NTP ISO 4427:2008 PE-80 Y PE-100 |
| VÁLVULA COMPUERTA DE HIERRO FUNDIDO CON ACOPLE | NTP ISO 7259: 1998. |

## ACCESORIOS DE TUB. CONDUCCIÓN

| ITEM | DESCRIPCIÓN | CANT. |
|---|---|---|
| | | |
| 1 | TUBERIA HDPE ø10" 250mm DE ENTRADA | M |
| 2 | CANASTILLA DE ø10" | 1 UND |
| 3 | UNIÓN ROSCADA DE HDPE" ø 10 " | 2 UND |
| 4 | BRIDA ROMPE AGUA ø 10" | 2 UND |
| 5 | TUBERÍA DE HDPE ø" 10" | 1.85 m |
| 6 | VÁLVULA COMPUERTA DE CIERRE ESFERICO CON ADAPTADOR PARA HDPE C/MANIJA ø 10 " | 1 UND |

## ACCESORIOS DE TUB. LIMPIA Y REBOSE

| ITEM | DESCRIPCIÓN | CANT. |
|---|---|---|
| 1 | BRIDA ROMPE AGUA ø 3" | 3 |
| 2 | TUBERÍA DE PVC" ø 3" | 3.80 m |
| 3 | CODO DE PVC" ø3x90° | 2 und |
| 4 | UNIÓN UNIVERSAL DE PVC ø 3" | 2 und |
| 5 | VALVULA COMPUERTA DE CIERRE ESFERICO C/MANIJA ø 3" | 1 und |
| 6 | TEE DE PVC ø3"x ø3" | 1 |

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ANDAYMARCA

GESTION 2023 - 2026

PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE PROVISIÓN DE AGUA PARA RIEGO EN LAS COMUNIDADES DE PICHIU, 07 HEROES, CHACAPAMPA DISTRITO DE ANDAYMARCA DE LA PROVINCIA DE TAYACAJA DEL DEPARTAMENTO DE HUANCAVELICA" CUI: 2647465

PLANO: CAPTACIÒN TIPO BARRAJE FIJO

PLANO HIDRAULICO

LAMINA: PH-01

PROYECTISTA: ING. JHON W. TUNQUE GONZALES

DIBUJO Y DISEÑO: BACH.J.P.C

REVISA:

APRUEBA:

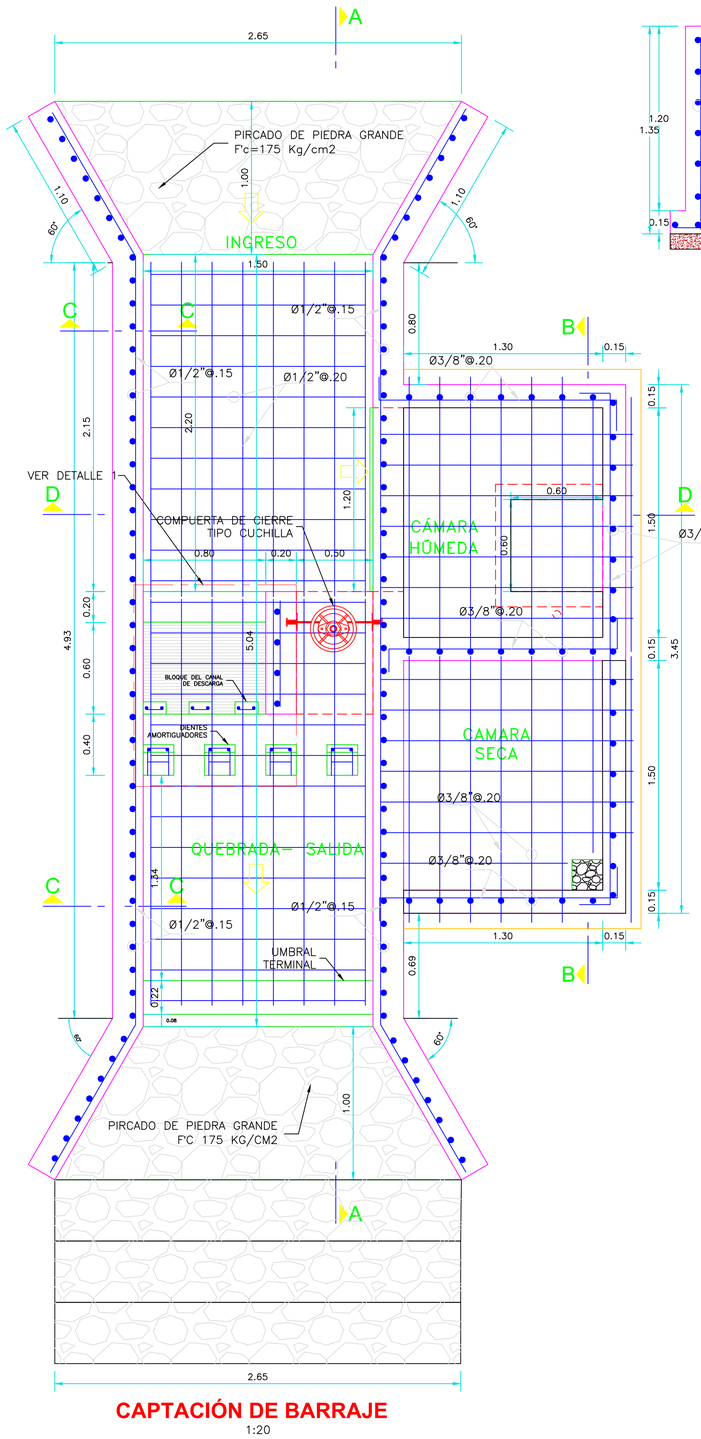
REGION: HUANCAVELICA

PROVINCIA: TAYACAJA

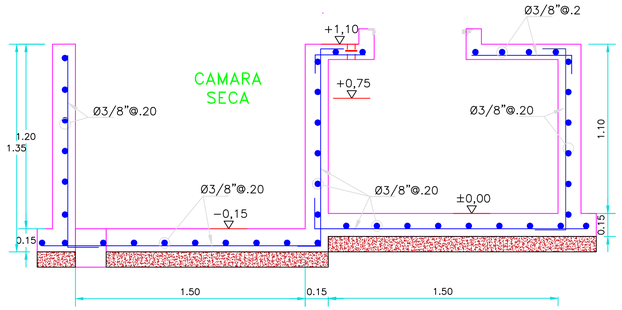
DISTRITO: ANDAYMARCA

ESCALA: INDICADA

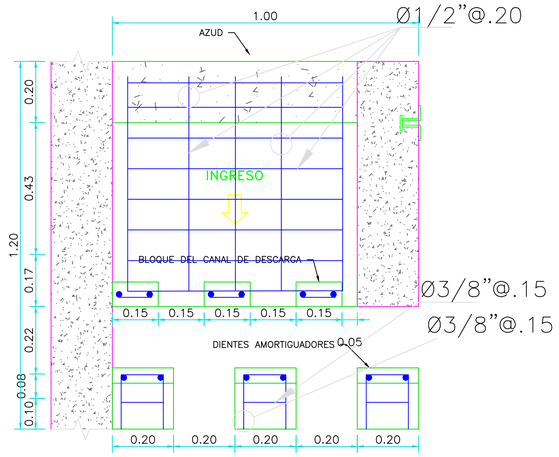
FECHA: MAYO, 2024



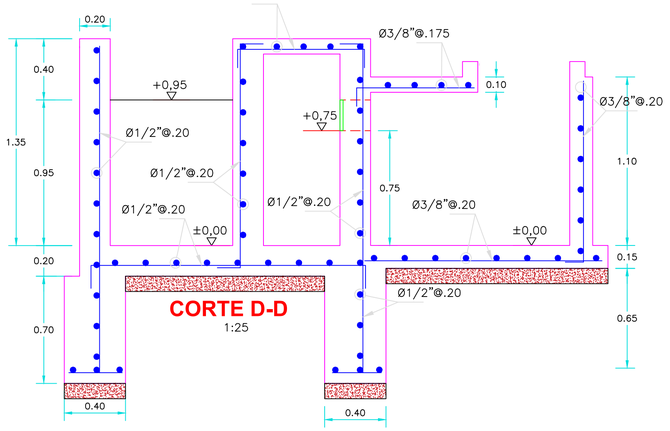

**CAPTACIÓN DE BARRAJE**
1:20



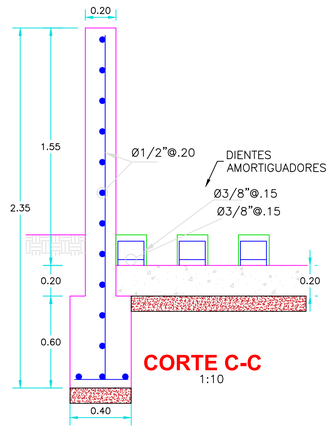

**CORTE B-B**
1:20



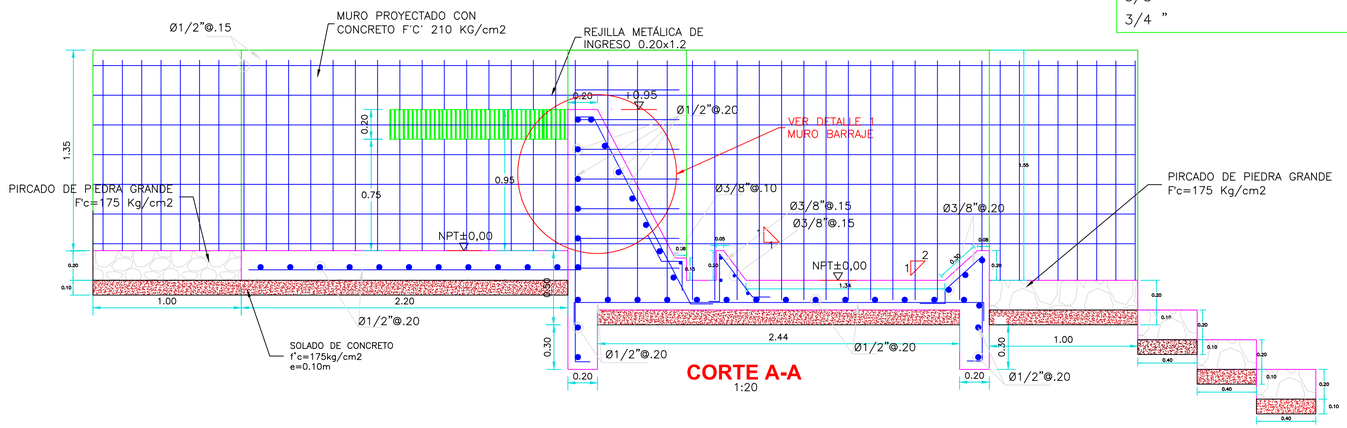

**PLANTA: DETALLE 1 MURO BARRAJE**
1:20




**CORTE D-D**
1:25




**CORTE C-C**
1:10




**CORTE A-A**
1:20

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS "Norma E 060 CONCRETO ARMADO"

### CONCRETO SIMPLE:

| | |
|---|---|
| SOLADO (NIVELACION NO ESTRUCTURAL) | f'c= 10 MPa (100Kg/cm2) |
| PIRCADO DE PIEDRA CON CONCRETO | f'c= 17.5 MPa (175Kg/cm2) |

### CONCRETO ARMADO:

| | |
|---|---|
| EN GENERAL | f'c= 20 MPa (210Kg/cm2) |

### CEMENTO:

| | |
|---|---|
| EN GENERAL | CEMENTO PORTLAND TIPO I |

### ACERO DE REFUERZO:

| | |
|---|---|
| EN GENERAL | f'y=4200 Kg/cm2 |

### RECUBRIMIENTOS:

| | |
|---|---|
| CIMENTACION | 50 mm |
| MURO | 40 mm |
| LOSA | 20 mm |

### REVESTIMIENTO, PINTURA:

| | |
|---|---|
| EXTERIOR – TARRAJEO | C:A, 1:4 e=15 mm |

INTERIOR – ACABADO DEL ENCONFRADO CARAVISTA Y SOLAQUEADO O TARRAJEO (C:A, 1:2 e=15 mm, PREVIA AUTORIZACIÓN DEL SUPERVISOR)

EXTERIOR – ACABADO CON PINTURA LATEX EN ESTRUCTURA EXPUESTA, 2 MANOS

EXTERIOR – REVESTIR CON PINTURA BITUMINOSA CARAS DEL CONCRETO QUE ESTÉN EN CONTACTO CON EL TERRENO

### LONGITUDES MÍNIMAS DE EMPALMES POR TRASLAPE:

| BARRA | |
|---|---|
| 3/8 " | 300 mm |
| 1/2 " | 400 mm |
| 5/8 " | 500 mm |
| 3/4 " | 600 mm |

### GANCHO ESTANDAR:

| DIAMETRO DE LA BARRA (d) | DIÁMETRO MÍNIMO DE DOBLADO (D) |
|---|---|
| 3/8 " | 60 mm |
| 1/2 " | 80 mm |
| 5/8 " | 100 mm |
| 3/4 " | 115 mm |

### GANCHO ESTANDAR:

| DIAMETRO DE LA BARRA (d) | LONGITUD MÍNIMO DE DOBLEZ (L) | |
|---|---|---|
| | 90° | 180° |
| 3/8 " | 60 mm | 65 mm |
| 1/2 " | 80 mm | 65 mm |
| 5/8 " | 100 mm | 65 mm |
| 3/4 " | 115 mm | 80 mm |

0 0,10 0,20 0,30 0,40 0,50m
ESCALA GRÁFICA

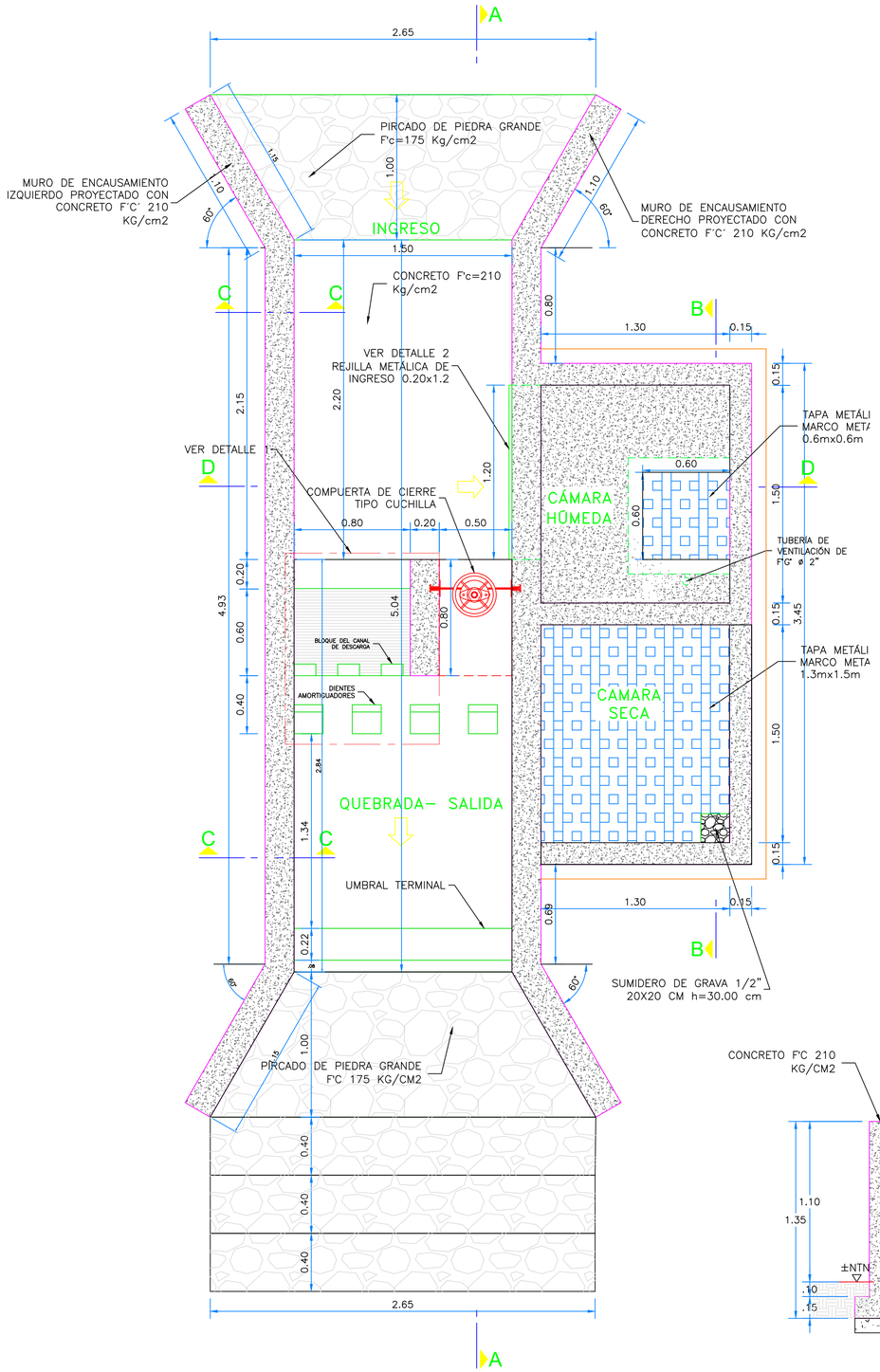
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ANDAYMARCA
GESTION 2023 - 2026

PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE PROVISIÓN DE AGUA PARA RIEGO EN LAS COMUNIDADES DE PICHIU, 07 HEROES, CHACAPAMPA DISTRITO DE ANDAYMARCA DE LA PROVINCIA DE TAYACAJA DEL DEPARTAMENTO DE HUANCAVELICA" CUI: 2647465

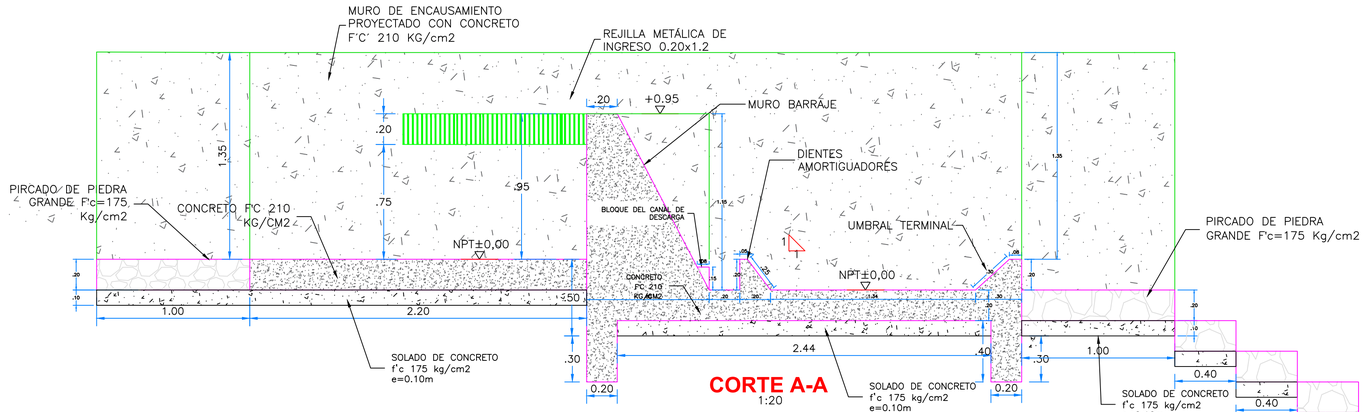
PLANO: CAPTACIÒN TIPO BARRAJE FIJO
PLANO ESTRUCTURAL

LAMINA: PE–01

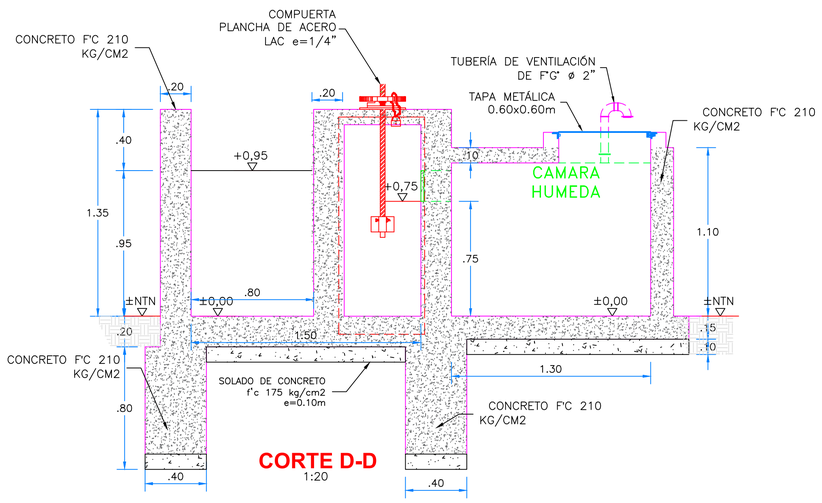
PROYECTISTA: ING. JHON W. TUNQUE GONZALES
DIBUJO Y DISEÑO: BACH.J.P.C
REVISA:
APRUEBA:
REGION: HUANCAVELICA
PROVINCIA: TAYACAJA
DISTRITO: ANDAYMARCA
ESCALA: INDICADA
FECHA: MAYO, 2024



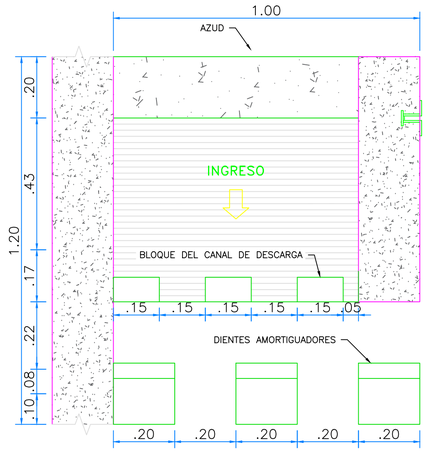

**CAPTACIÓN DE BARRAJE**
1:20



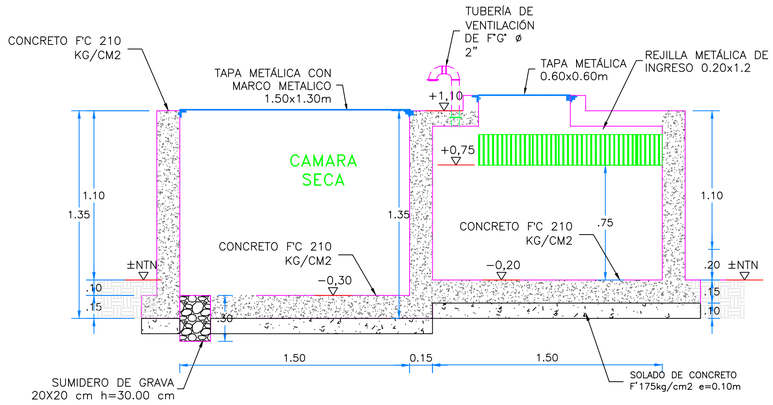

**CORTE A-A**
1:20



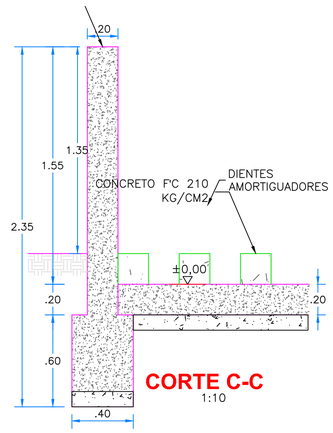

**CORTE D-D**
1:20




**PLANTA: DETALLE 1 MURO BARRAJE**
1:10




**CORTE B-B**
1:20




**CORTE C-C**
1:10

0 0,10 0,20 0,30 0,40 0,50m
ESCALA GRÁFICA

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

### MUROS

- Muro de Concreto Armado f'c = 210 kg/cm2
- El recubrimiento es de 4 cm.
- Tamaño maximo del agregado 1"
- Tarrajeo interior con cemento–arena, e=1" con impermeabilizante
- Tarrajeo exterior con cemento–arena, e=1"

### PISO

- Concreto F'c=210 Kg/cm2
- El recubrimiento es de 7.5 cm.
- Tamaño maximo del agregado 1"
- Tarrajeo con cemento–arena, e=1" con impermeabilizante

### SOLADO

- Concreto F'c=175 Kg/Cm2
- El revestimiento será con cemento en paredes y piso

### REVESTIMIENTO Y PINTURA

Exterior – Tarrajeo C:A, 1:4 e=15 mm

Interior – Acabado del encofrado del muro o tarrajeo (C:A, 1:2 e=15 mm, Previa Autorizaciòn Del Supervisor)

Exterior – Acabado Con Pintura Latex en Estructura Expuesta, 2 manos

Exterior – Revestir Con pintura bituminosa caras del concreto que estèn en contacto con el terreno

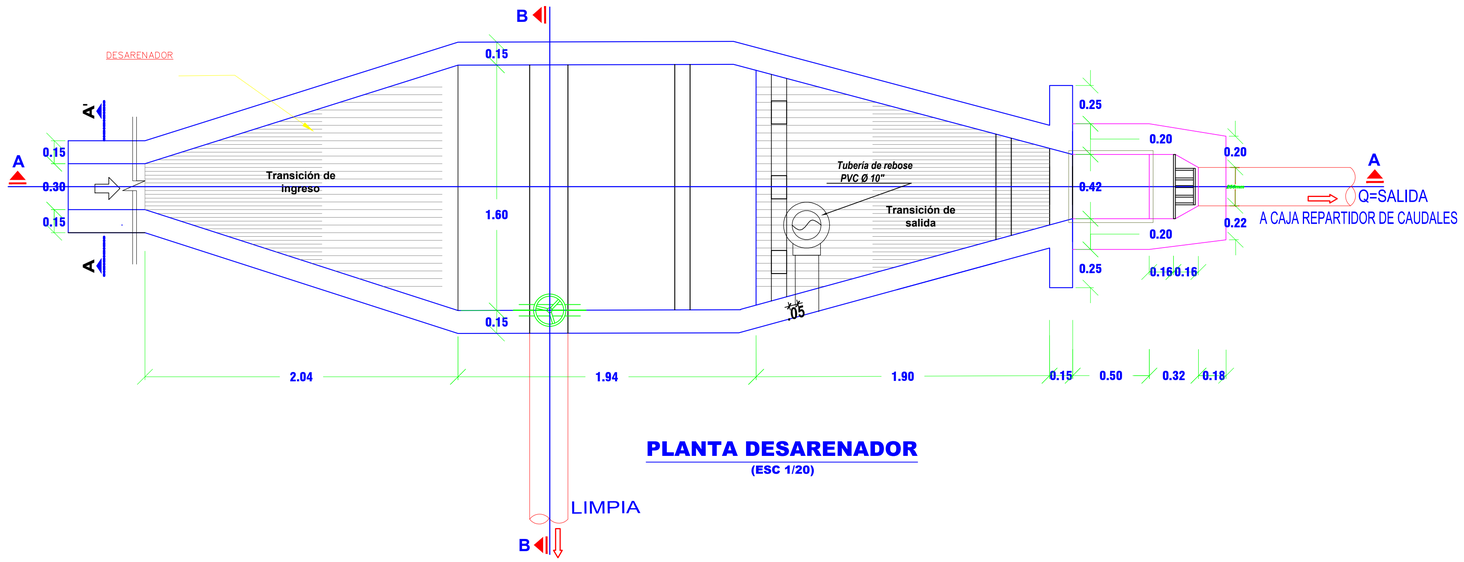
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ANDAYMARCA
GESTION 2023 - 2026

PROYECTO: **"MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE PROVISIÓN DE AGUA PARA RIEGO EN LAS COMUNIDADES DE PICHIU, 07 HEROES, CHACAPAMPA DISTRITO DE ANDAYMARCA DE LA PROVINCIA DE TAYACAJA DEL DEPARTAMENTO DE HUANCAVELICA" CUI: 2647465**

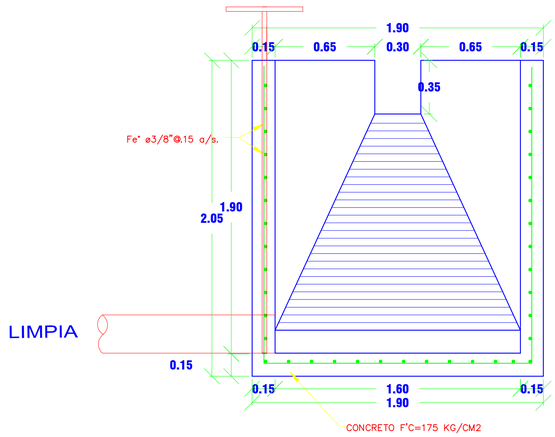
PLANO: CAPTACIÒN TIPO BARRAJE FIJO
PLANO PARQUITECTÒNICO

LAMINA: PA–01

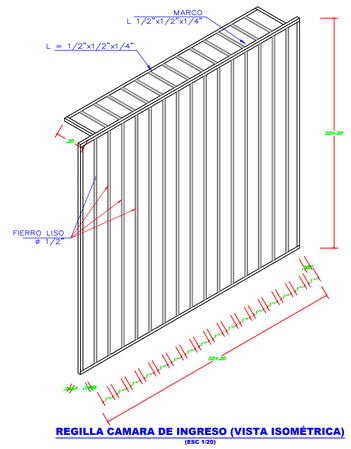
PROYECTISTA: ING. JHON W. TUNQUE GONZALES
DIBUJO Y DISEÑO: BACH.J.P.C
REVISA:
APRUEBA:
REGION: HUANCAVELICA
PROVINCIA: TAYACAJA
DISTRITO: ANDAYMARCA
ESCALA: INDICADA
FECHA: MAYO, 2024



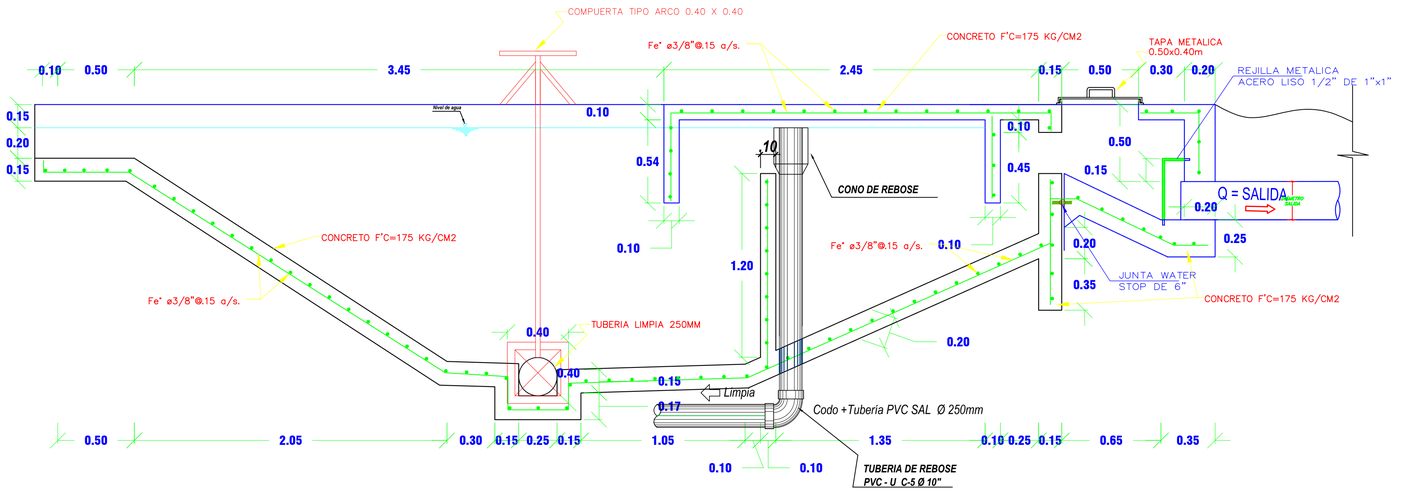

## PLANTA DESARENADOR
(ESC 1/20)




## CORTE B-B-REFUERZO DE ACERO
(ESC 1/20)




REGILLA CAMARA DE INGRESO (VISTA ISOMÉTRICA)
(ESC 1/20)




## CORTE A-A-REFUERZO DE ACERO
(ESC 1/20)

### ESPECIFICACIONES TECNICAS

1.0 CONCRETO

CONCRETO ARMADO F'c= 210 Kg/cm2
CONCRETO SIMPLE F'c= 175 Kg/cm2
CONCRETO CICLOPEO F'c= 175 Kg/cm2+30%PM
CONCRETO CICLOPEO F'c= 140 Kg/cm2+30%PG
CONCRETO SOLADO F'c= 100 Kg/cm2

2.0 ACERO DE REFUERZO

ACERO DE GRADO 60 F'y= 4200 Kg/cm2

3.0 CEMENTO

CEMENTO PORTLAND TIPO I

4.0 AGREGADO GRUESO

TAMAÑO MAXIMO 3/4"

5.0 RECUBRIMIENTO MINIMO

EN LOSAS 2.5 cm
EN MUROS 2.5 cm
EN SUPERFICIE EN CONTACTO CON AGUA 5cm
EN CIMENTACIONES 7.0 cm

6.0 TRASLAPES Y ANCLAJES MINIMOS

| Ø | 3/8" | 1/2" |
|---|---|---|
| TRASLAPE | 40 cm | 55 cm |
| ANCLAJE | 30 cm | 40 cm |

7.0 CARGA ADMISIBLE DEL TERRENO

&t = 1.5 Kg/cm2

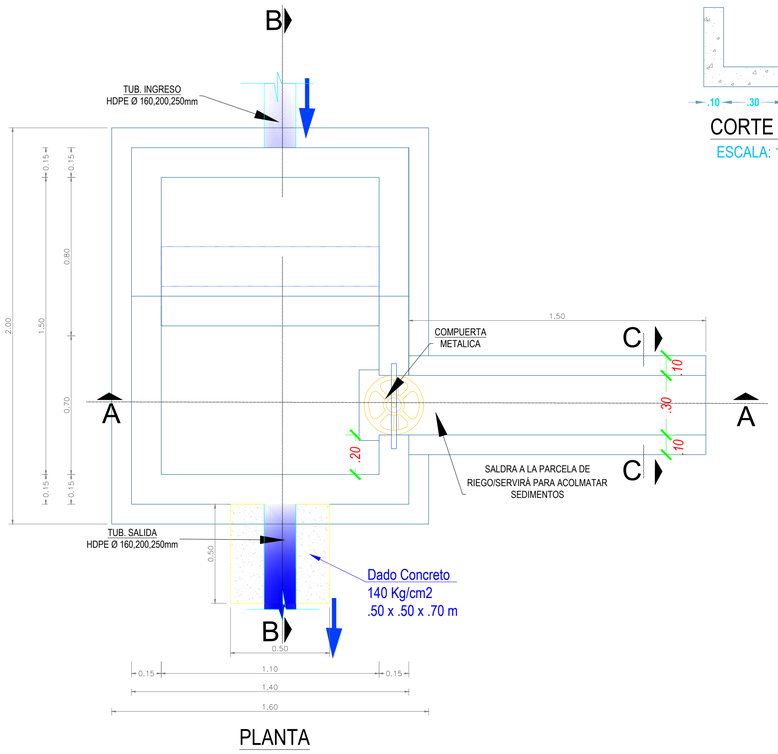
MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ANDAYMARCA
GESTION 2023 - 2026

PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE PROVISIÓN DE AGUA PARA RIEGO EN LAS COMUNIDADES DE PICHIU, 07 HEROES, CHACAPAMPA DISTRITO DE ANDAYMARCA DE LA PROVINCIA DE TAYACAJA DEL DEPARTAMENTO DE HUANCAVELICA" CUI: 2647465

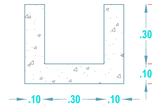
PLANO: DESARENADOR
PLANO ARQUITECTURA Y ESTRUCTURA

LAMINA: DE—01

PROYECTISTA: ING. JHON W. TUNQUE GONZALES
DIBUJO Y DISEÑO: BACH.J.P.C
REVISA:
APRUEBA:
REGION: HUANCAVELICA
PROVINCIA: TAYACAJA
DISTRITO: ANDAYMARCA
ESCALA: INDICADA
FECHA: MAYO, 2024

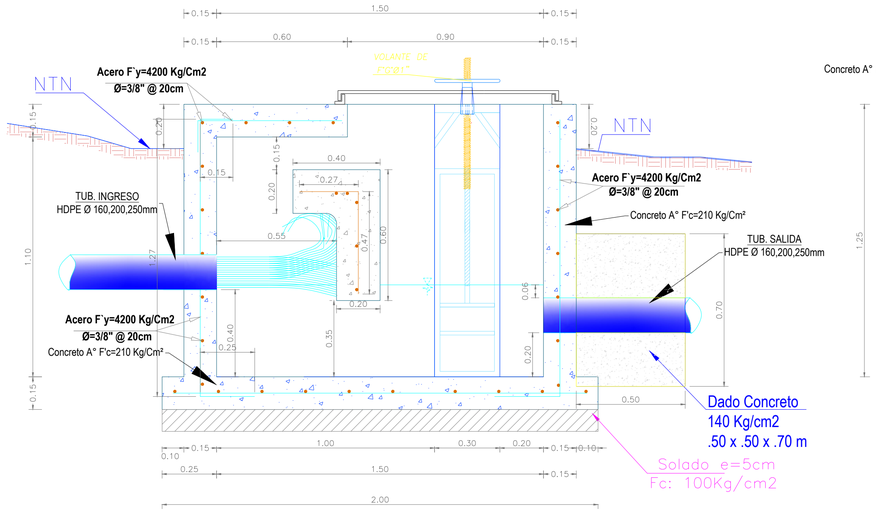



PLANTA




CORTE C-C

ESCALA: 1/20

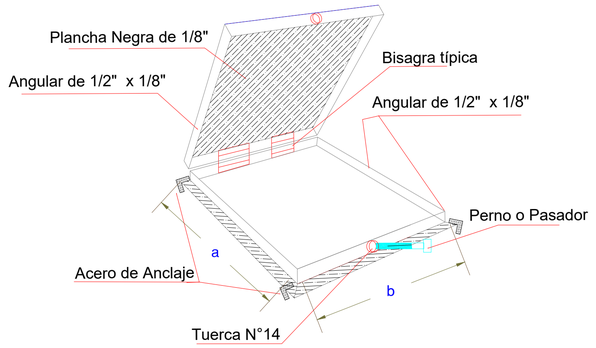



CORTE B-B

ESCALA: 1/20

## DETALLE TAPA METALICA
## CAJA INSP. 1.10 X 0.90 X 1/8"

*ESC. : 1/20*




DIMENSIONES DE LA TAPA METALICA

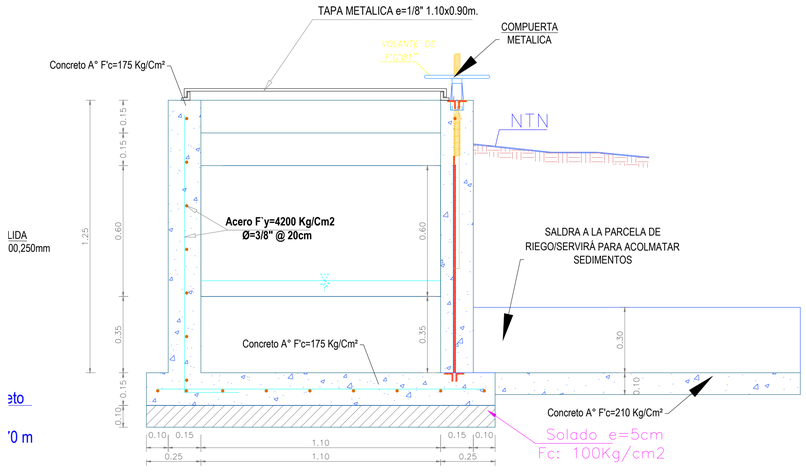
| | a | b |
|---|---|---|
| CAJA DE INSPECCION | 1.10m | 0.90m |

*CUADRO DE UBICACION DE C. INSPECCION ( TIPO I) LINEA DE CONDUCCIÓN 01*

| PROGRESIVA | DESCRIPCION | UBICACION | UND | CANT. | Ø:INGR. | Ø:SALIDA | COTA-NTN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0+220 | C. INSPECCION T-I Nº01 | CONDUCCION | Und. | 1 | 250mm | 250mm | 2110.601 |
| 0+345 | C. INSPECCION T-I Nº02 | CONDUCCION | Und. | 1 | 250mm | 250mm | 2123.104 |
| 0+560 | C. INSPECCION T-I Nº03 | CONDUCCION | Und. | 1 | 250mm | 250mm | 2099.097 |

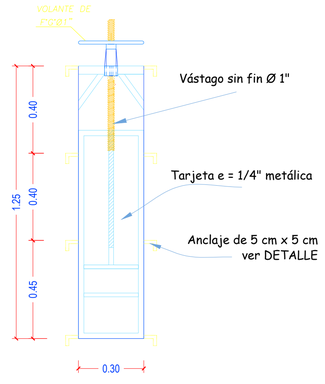
*CUADRO DE UBICACION DE C. INSPECCION ( TIPO I) LINEA DE CONDUCCIÓN 03*

| PROGRESIVA | DESCRIPCION | UBICACION | UND | CANT. | Ø:INGR. | Ø:SALIDA | COTA-NTN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0+490 | C. INSPECCION T-I Nº01 | CONDUCCION | Und. | 1 | 160mm | 160mm | 2038.859 |
| 0+990 | C. INSPECCION T-I Nº02 | CONDUCCION | Und. | 1 | 160mm | 160mm | 2031.403 |
| 1+510 | C. INSPECCION T-I Nº03 | CONDUCCION | Und. | 1 | 160mm | 160mm | 2012.666 |
| 2+020 | C. INSPECCION T-I Nº04 | CONDUCCION | Und. | 1 | 160mm | 160mm | 1970.480 |
| 2+120 | C. INSPECCION T-I Nº05 | CONDUCCION | Und. | 1 | 160mm | 160mm | 1945.426 |




CORTE A-A

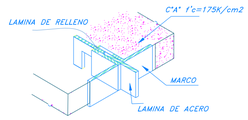
ESCALA: 1/20



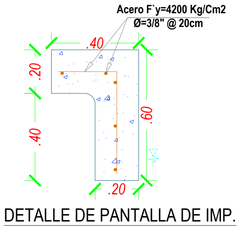

**COMPUERTA**

ESCALA: 1/20

### DETALLE ANCLAJES




Todos los elementos de la compuerta serán fabricados de fierro fundido empleando nuevos y apropiados materiales que reúnan los requisitos de la Norma ASTM
Las hojas de la compuerta tendrán un espesor mínimo de un cuarto de pulgada (1/4")
De acuerdo con el tamaño de las respectivas compuertas, se preverán los marcos necesarios y las guías que se empotrarán en el concreto.

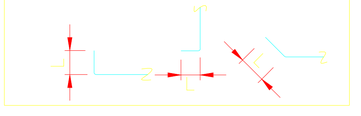



DETALLE DE PANTALLA DE IMP.

ESCALA: 1/20

GES: GANCHO ESTANDAR DE 90° /135°
EN EXTREMOS DE VARILLAS

| BARRA | Ø1/4" | Ø8mm | Ø3/8" | Ø1/2" | Ø5/8" | Ø3/4" | Ø1" | Ø1.1/4" |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| L (mm) | 100 | 130 | 150 | 200 | 250 | 300 | 400 | 500 |



### ESPECIFICACIONES TECNICAS

1.0 CONCRETO

CONCRETO Sº F'c= 175 Kg/cm2 ( C. INSPECCION)
CONCRETO F'c= 100 Kg/cm2 EN SOLADOS

2.0 CEMENTO

CEMENTO PORTLAND TIPO I

3.0 AGREGADO GRUESO

TAMAÑO MAXIMO 3/4"

4.0 JUNTAS

JUNTA ASFALTICA DE 1"

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ANDAYMARCA

GESTION 2023 - 2026

PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE PROVISIÓN DE AGUA PARA RIEGO EN LAS COMUNIDADES DE PICHIU, 07 HEROES, CHACAPAMPA DISTRITO DE ANDAYMARCA DE LA PROVINCIA DE TAYACAJA DEL DEPARTAMENTO DE HUANCAVELICA" CUI: 2647465

PLANO: PLANO DE INSPECCIÓN TP -01
PLANO GENERAL

LAMINA: PI – 01

PROYECTISTA: ING. JHON W. TUNQUE GONZALES

DIBUJO Y DISEÑO: BACH.J.P.C

REVISA:

APRUEBA:

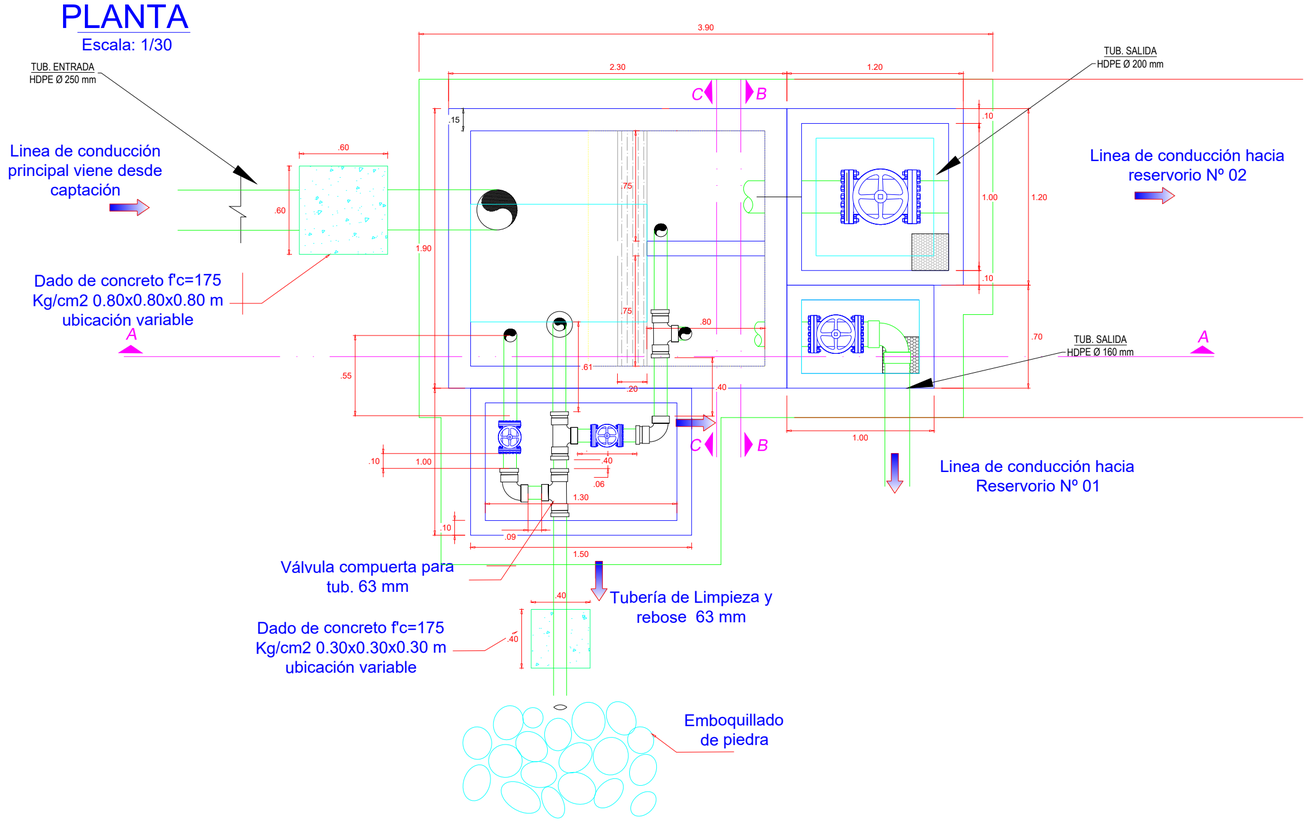
REGION: HUANCAVELICA
PROVINCIA: TAYACAJA
DISTRITO: ANDAYMARCA

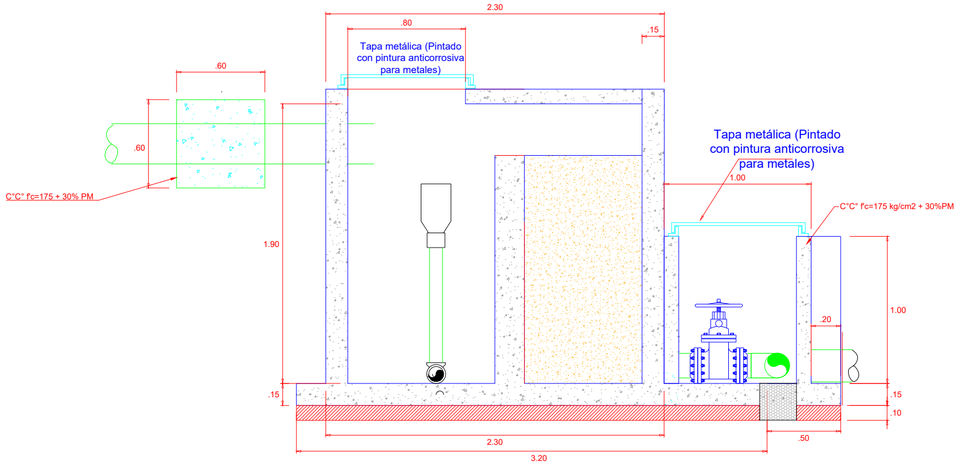
ESCALA: INDICADA

FECHA: MAYO, 2024

# PLANTA

Escala: 1/30




# CORTE A-A

Escala: 1/30

## CUADRO DE ACCESORIOS CAMARA "D1"

| N° | ACCESORIO | CANT. |
|---|---|---|
| INGRESO | | |
| 1 | TAPA DE F°F° DE 1.20x1.00m | 01 |
| 2 | Pernos 1" X 8" | 16 |
| 3 | Adaptador Bridado de PVC 10" | 02 |
| 4 | Valvula Mazza de 10" | 01 |
| SALIDA HACIA RESERVORIO 01 | | |
| 1 | TAPA DE F°F° DE 0.80x0.80m | 01 |
| 2 | Pernos 1" X 8" | 16 |
| 3 | Adaptador Bridado de PVC 6" | 02 |
| 4 | Valvula Mazza de 6" | 01 |
| CONDUCCION SALIDA HACIA RESERVORIO 02 | | |
| 1 | TAPA DE F°F° DE 1.0x1.0m | 01 |
| 2 | Pernos 1" X 8" | 16 |
| 3 | Adaptador Bridado de PVC 10" | 02 |
| 4 | Valvula Mazza de 10" | 01 |
| LIMPIEZA , REBOSE Y BYE PASS | | |
| 1 | Cono de Rebose Ø 6" - 4" PVC | 01 |
| 2 | Codo PVC SAP 90° X 110 mm | 02 |
| 3 | Tee de PVC x 110 mm | 01 |
| 4 | Tubería de PVC UF de 110 mm C-5 | 02 |
| 5 | Válvula compuerta para tub. PVC 110mm | 02 |
| 6 | Collarin de derivación HDPE 250 mm x 4" | 01 |
| 7 | Adaptador UPR de PVC de 110 mm x 4" | 01 |
| 8 | TAPA DE F°F° DE 1.0x1.0m | 01 |

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

**CONCRETO**

C° SIMPLE f'c = 100 Kg/cm2 en solado

C° SIMPLE f'c = 175 Kg/cm2

**TARRAJEOS Y DERRAMES**

Interior 1:3 e=1.5cms.+ Impermeabilizante

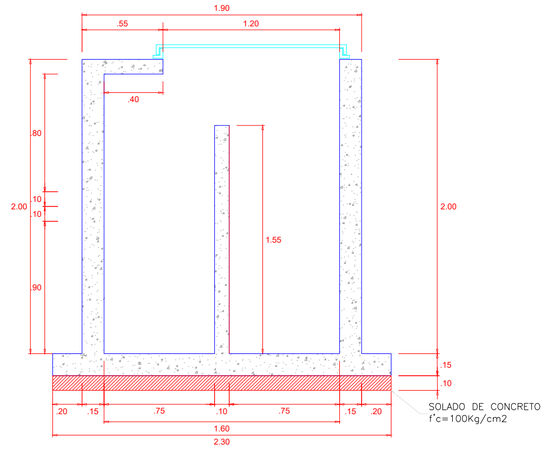
Exterior 1:5 e=1.5 cms.

**TUBERIA Y ACCESORIOS**

Tubería y accesorios PVC deben cumplir Norma Técnica Peruana ISO 4422 para fluidos a presión.

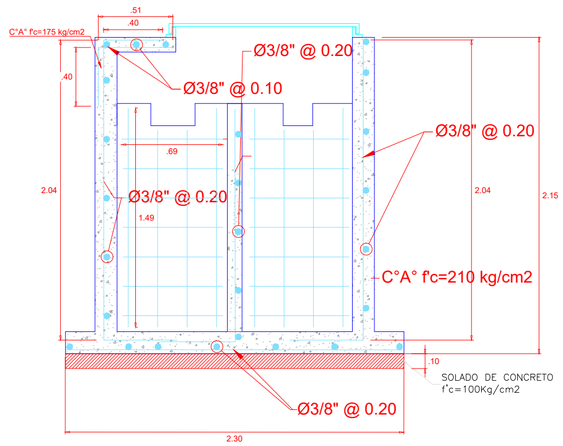
**RECUBRIMIENTOS**

El recubrimiento del acero deberá ser como mínimo de 2.5 cm.
En elementos en contacto directo con el terreno como mínimo de 4 cm



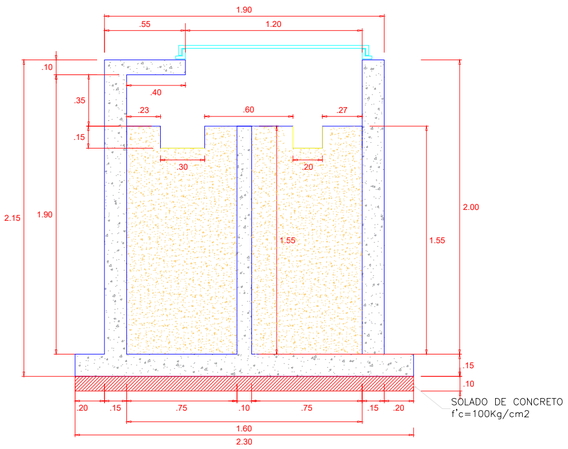

# CORTE B-B

Escala: 1/30



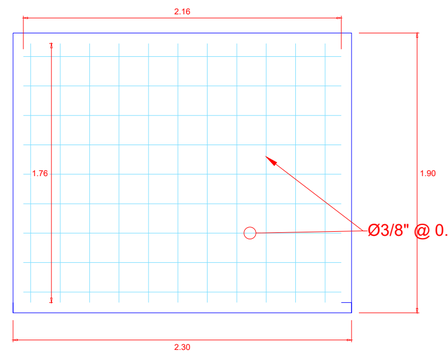

# ARMADURA DE LA LOSA Y PARED

Escala: 1/30




# CORTE C-C

Escala: 1/30




# ARMADURA DE LA BASE

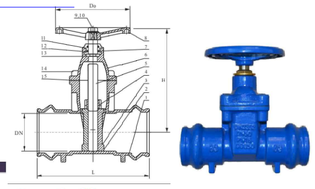
Escala: 1/30

## Dimensiones

| DN | L | H | Do |
|---|---|---|---|
| 50 | 250 | 395 | 160 |
| 65 | 270 | 299 | 200 |
| 80 | 280 | 330 | 200 |
| 100 | 300 | 375 | 200 |
| 125 | 325 | 456 | 250 |
| 150 | 350 | 545 | 250 |
| 200 | 400 | 570 | 320 |
| 250 | 450 | 640 | 370 |
| 300 | 500 | 790 | 370 |

## Material De La Estructura

| No. | Parte | Material | Revestimiento |
|---|---|---|---|
| 1. | Cuerpo | Hierro dúctil | Polvo Epóxico min. 250 µm (micras) |
| 2. | Compuerta / Obturador | Hierro dúctil + EPDM / NBR | |
| 3. | Tuerca del vástago | Bronce CuZn39Pb | |
| 4. | Vástago | Acero inoxidable X 5 CrNi 18 10 | |
| 5. | Pernos | Acero inoxidable X 5 CrNi 18 10 | |
| 6. | Empaquetadura | EPDM | |
| 7. | Tapa | Hierro dúctil | Polvo Epóxico min. 250 µm (micras) |
| 8. | Junta de estanqueidad | EPDM | |
| 9. | Junta | Nylon | |
| 10. | O'ring - Empaquetadura Anillo | EPDM / NBR | |
| 11. | Asillo sostenedor | Bronce CuZn39Pb | |
| 12. | Junta de la tapa | EPDM | |
| 13. | Perno de la caperaza/bonete | Acero inoxidable X 5 CrNi 18 10 | |
| 14. | Caperasa / Bonete | Hierro dúctil | Polvo Epóxico min. 250 µm (micras) |
| 15. | Volante | Hierro dúctil | Polvo Epóxico min. 250 µm (micras) |




## Descripción

1. Diseño norma: ISO 7259, EN 1074-2, DIN 3352, BS 5163, SABS 664/665
2. Revestimiento exterior e interior: Polvo epóxico min. 250 µm (micras)
3. Distancia entre caras: EN558, SABS 664
4. Extremos: Epaquetaduras de caucho de EPDM / NBR para tubos de PVC
5. Presión normal : 1.0MPa, 1.6MPa, 25.MPa
6. Prueba e inspección: ISO 7259, EN 1074-2, DIN 3230, BS 6755
7. Medio adecuado: Agua potable o líquidos neutrales
8. Temperatura operativa: NBR ≤80°C, EPDM ≤20°C
9. Operacion: Volante, perno, vástago, mecanismo de apertura

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ANDAYMARCA

GESTION 2023 - 2026

PROYECTO: **"MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE PROVISIÓN DE AGUA PARA RIEGO EN LAS COMUNIDADES DE PICHIU, 07 HEROES, CHACAPAMPA DISTRITO DE ANDAYMARCA DE LA PROVINCIA DE TAYACAJA DEL DEPARTAMENTO DE HUANCAVELICA" CUI: 2647465**

PLANO: PLANO CAMARA DE DISTRIBUCIÓN

LAMINA: CD- 01

PROYECTISTA: ING. JHON W. TUNQUE GONZALES

DIBUJO Y DISEÑO: BACH.J.P.C

REVISA:

APRUEBA:

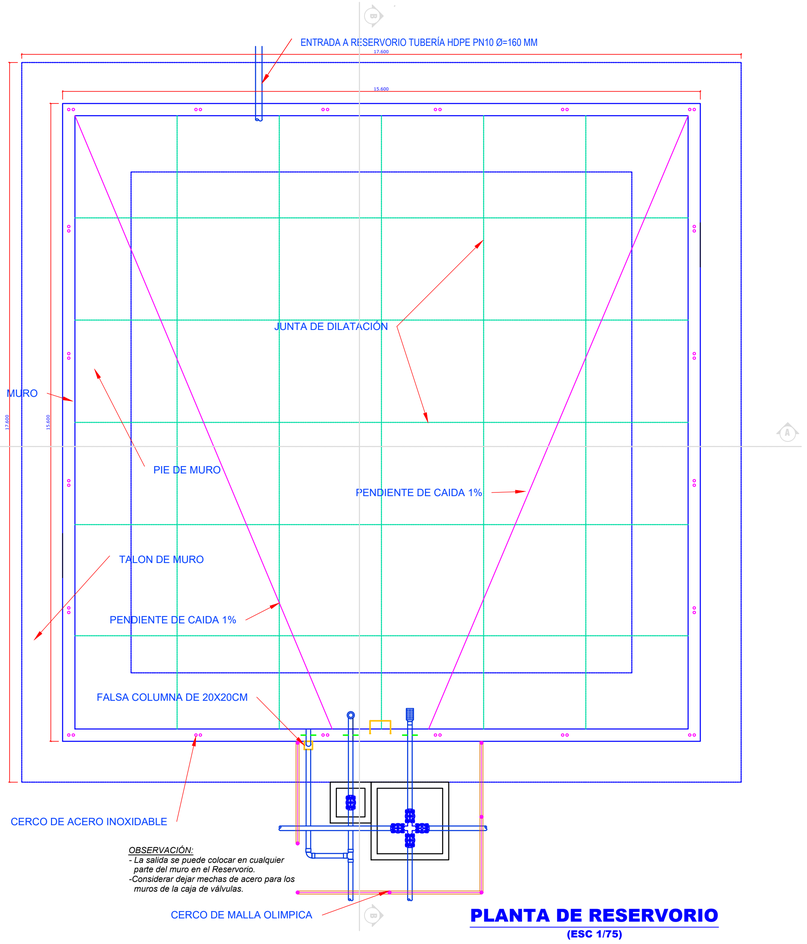
REGION: HUANCAVELICA

PROVINCIA: TAYACAJA

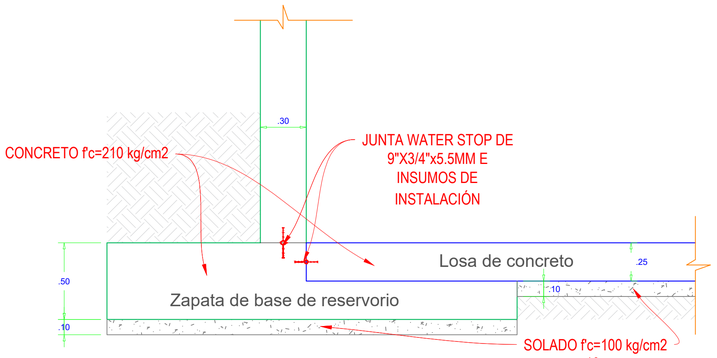
DISTRITO: ANDAYMARCA

ESCALA: INDICADA

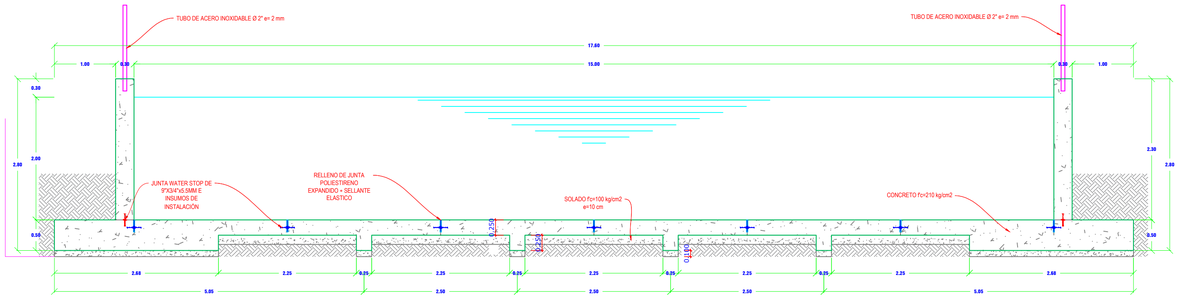
FECHA: MAYO, 2024



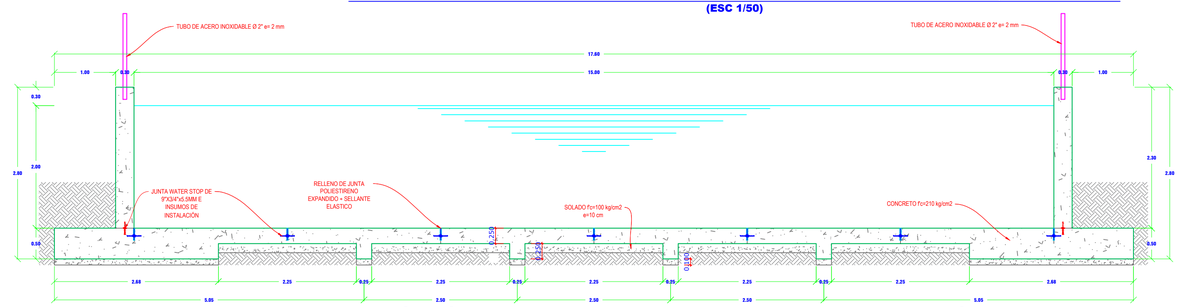

## PLANTA DE RESERVORIO
(ESC 1/75)



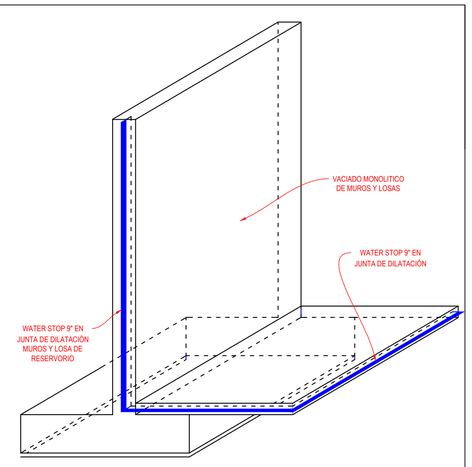

## DETALLE DE ZAPATA Y LOSA
(ESC 1/25)



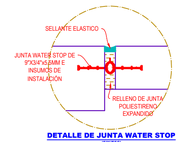

## SECCIÓN TÍPICA DE RESERVORIO CON VIGAS DE CIMENTACIÓN, CORTE A-A
(ESC 1/50)



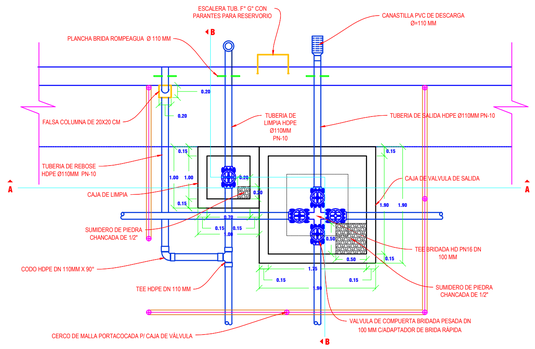

## SECCIÓN TÍPICA DE RESERVORIO CON VIGAS DE CIMENTACIÓN, CORTE B-B
(ESC 1/50)



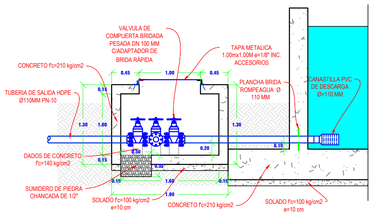

## JUNTAS DE WATER STOP 9" EN ISOMETRICO
(ESC S/E)



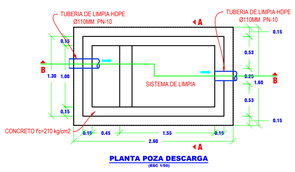

## DETALLE DE JUNTA WATER STOP
(ESC 1:10)



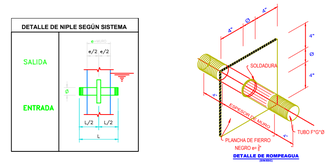

## PLANTA CAJA DE VALVULA DE SALIDA, LIMPIA Y REBOSE
(ESC 1:50)

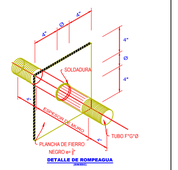



## CAJA DE VALVULA DE SALIDA CORTE B-B
(ESC 1:50)

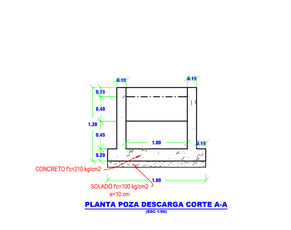



## PLANTA POZA DESCARGA
(ESC 1:50)



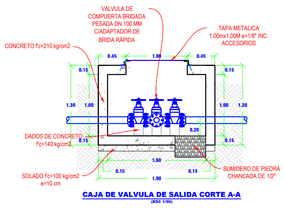

## DETALLE DE BRIDA ROMPEAGUA
(ESC 1:50)



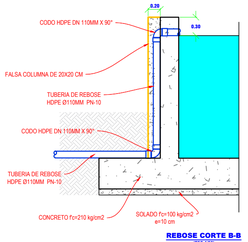

## CAJA DE VALVULA DE LIMPIA CORTE B-B
(ESC 1:50)



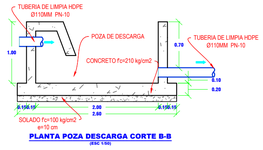

## PLANTA POZA DESCARGA CORTE A-A
(ESC 1:50)



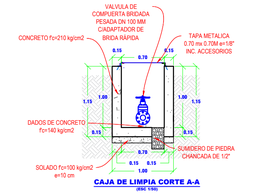

## CAJA DE VALVULA DE SALIDA CORTE A-A
(ESC 1:50)



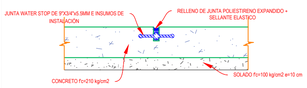

## REBOSE CORTE B-B
(ESC 1:50)



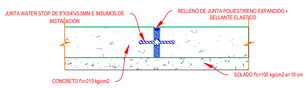

## PLANTA POZA DESCARGA CORTE B-B
(ESC 1:50)



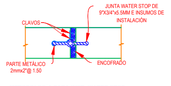

## CAJA DE LIMPIA CORTE A-A
(ESC 1:50)




## DETALLE DE JUNTAS ENTRE LOSAS DE PISO




## DETALLE DE JUNTAS ENTRE MUROS




## METODOLOGÍA PARA INST. WATER STOP

### ESPECIFICACIONES TECNICAS

*MUROS*

- Muro de Concreto Armado f'c = 210 kg/cm2
- El recubrimiento es de 5 cm.
- Tamaño maximo del agregado 1"
- Tarrajeo interior con cemento-arena, e=1" con impermeabilizante
- Tarrajeo exterior con cemento-arena, e=1"

*PISO*

- Concreto F'c=210 Kg/cm2
- El recubrimiento es de 7.5 cm.
- Tamaño maximo del agregado 1"
- Tarrajeo con cemento-arena, e=1" con impermeabilizante

*SOLADO*

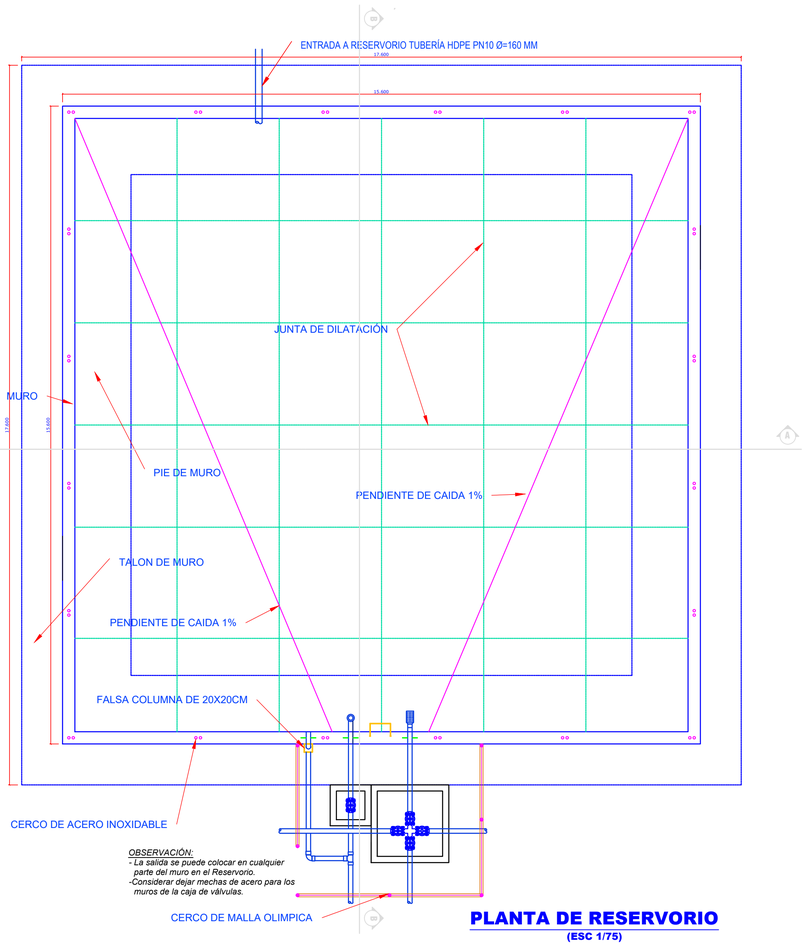
- Concreto F'c=100 Kg/Cm2
- El revestimiento será con cemento en paredes y piso

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ANDAYMARCA
GESTION 2023 - 2026

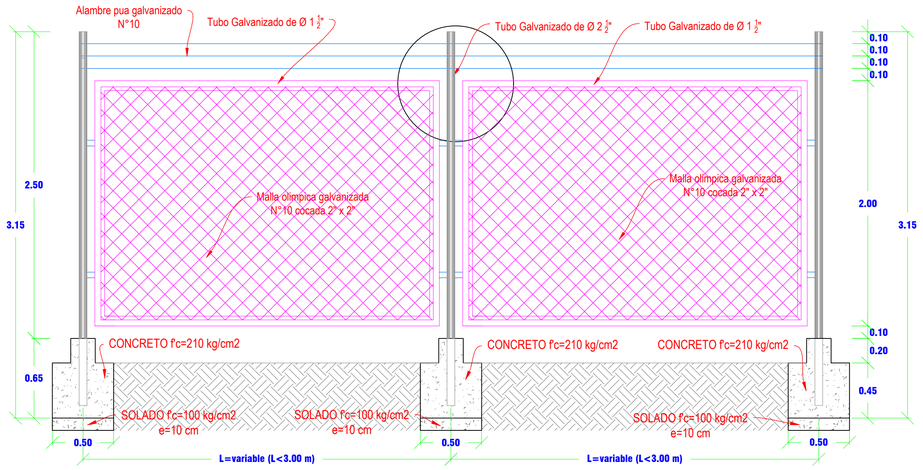
PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE PROVISIÓN DE AGUA PARA RIEGO EN LAS COMUNIDADES DE PICHIU, 07 HEROES, CHACAPAMPA DISTRITO DE ANDAYMARCA DE LA PROVINCIA DE TAYACAJA DEL DEPARTAMENTO DE HUANCAVELICA" CUI: 2647465

PLANO: RESERVORIO ( V=450 M3)
PLANO ARQUITECTURA

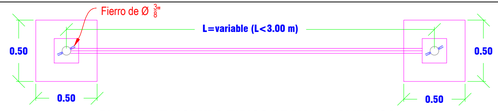
PROYECTISTA: ING. JHON W. TUNQUE GONZALES
DIBUJO Y DISEÑO: BACH.J.P.C
REVISA:
APRUEBA:
REGION: HUANCAVELICA
PROVINCIA: TAYACAJA
DISTRITO: ANDAYMARCA
ESCALA: INDICADA
FECHA: MAYO, 2024
LAMINA: RV-01



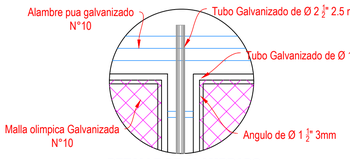

## PLANTA DE RESERVORIO
(ESC 1/75)



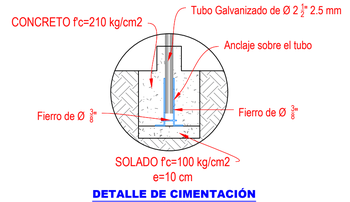

## DETALLE ELEVACIÓN MALLA OLÍMPICA
(ESC 1/25)



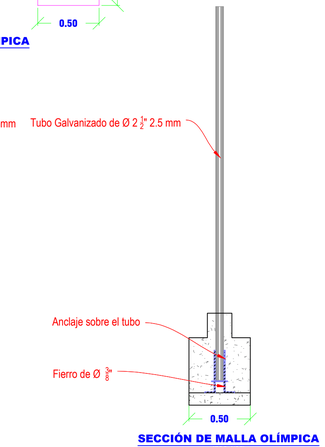

## PLANTA DE MODULO TIPICO DE MALLA OLIMPICA
(ESC 1/25)



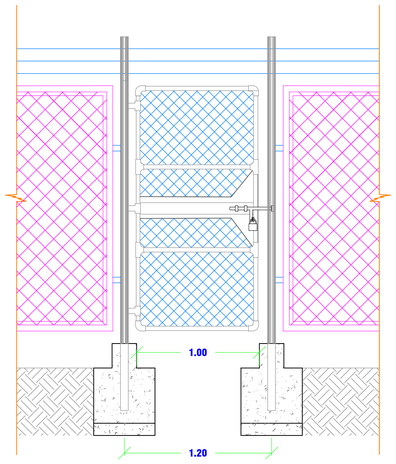

## DETALLE DE ALAMBRADO
(ESC 1/25)




## DETALLE DE CIMENTACIÓN
(ESC 1/25)

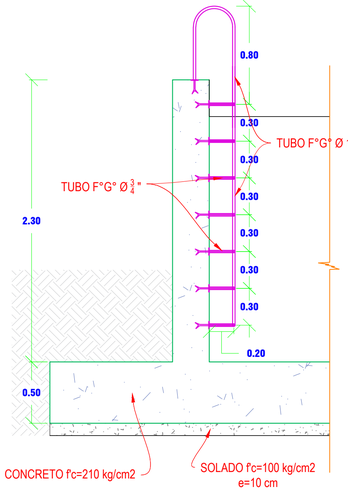


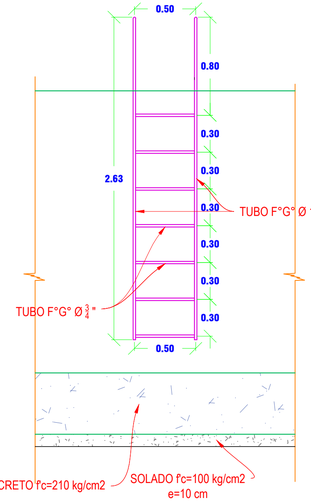

## SECCIÓN DE MALLA OLÍMPICA
(ESC 1/25)



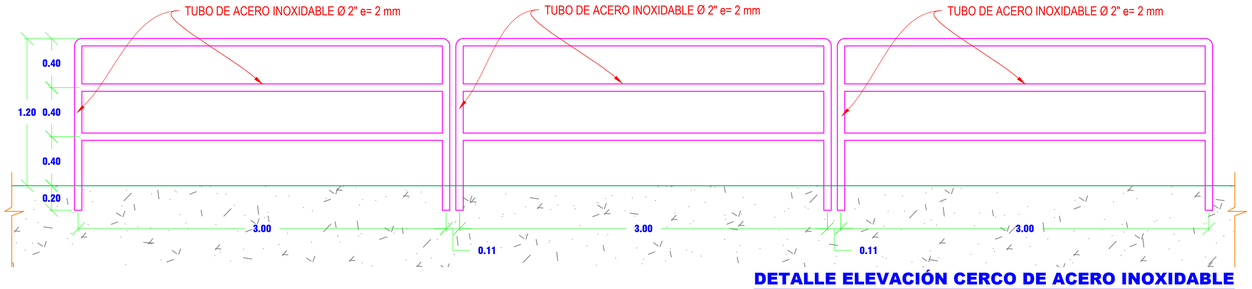

## ELEVACIÓN PUERTA DE INGRESO
(ESC 1/25)

## DETALLE DE PUERTA DE INGRESO
(ESC 1/25)

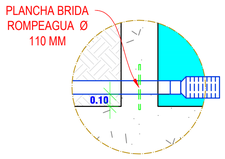


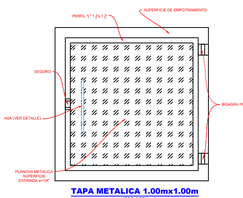

## ESCALERA TUB. F° G° CON PARANTES PARA RESERVORIO
(ESC 1/25)



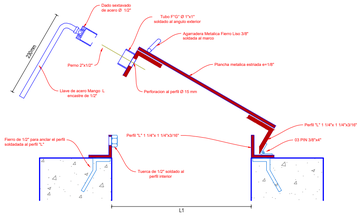

## DETALLE ELEVACIÓN CERCO DE ACERO INOXIDABLE
(ESC 1/25)



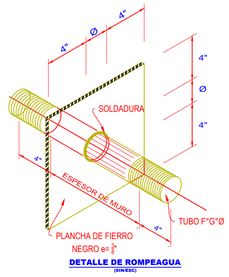

## DETALLE DE BRIDA ROMPEAGUA
(ESC 1/10)



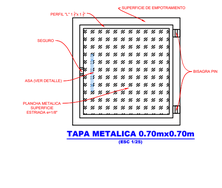

## TAPA METALICA 1.00mx1.00m
(ESC 1/25)



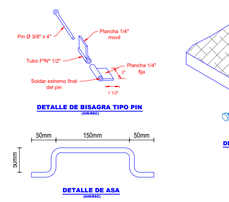

## DETALLE DE TAPA METALICA
(SIN/ESC)




## DETALLE DE ROMPEAGUA
(SIN/ESC)



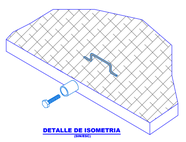

## TAPA METALICA 0.70mx0.70m
(ESC 1/25)



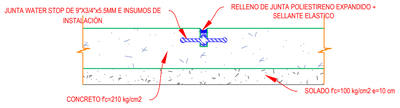

## DETALLE DE BISAGRA TIPO PIN
(SIN/ESC)



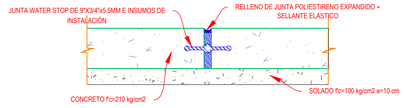

## DETALLE DE ASA
(SIN/ESC)



## DETALLE DE ISOMETRIA
(SIN/ESC)




## DETALLE DE JUNTAS ENTRE LOSAS DE PISO




## DETALLE DE JUNTAS ENTRE MUROS

## METODOLOGÍA PARA INST. WATER STOP

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

- Pintura:
  -Las superficies interiores y exteriores de la tapa sanitaria metálica serán pintadas con 02 manos de pintura en base al zincromato + 02 manos de pintura anticorrosiva entre mano y mano de pintura.
  -Esperar secar mínimo 06:00 horas
- La varilla de anclaje:
  Sera soldada al ángulo antes del vaciado. La long. total de la varilla de anclaje = 0.30 m con gancho en caso de estructuras de concreto simple y amarrado a armadura en caso de estructuras de concreto armado.
- Pernos:
  ASTM A-325 de alta resistencia ó sae 1045
- Soldadura:
  Cellocord P 3/16" en cordon corrido
- Perfiles, angulos, canales:
  Nomenclatura AISC (laminados en caliente)
- Bisagras:
  Se usará 02 bisagras tipo PIN 2" x 1 1/2" en cada tapa
- Refuerzos:
  Se usará platina de refuerzo de 1/8" x 5/8" en tapas de doble hoja

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ANDAYMARCA

GESTION 2023 - 2026

PROYECTO: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE PROVISIÓN DE AGUA PARA RIEGO EN LAS COMUNIDADES DE PICHIU, 07 HEROES, CHACAPAMPA DISTRITO DE ANDAYMARCA DE LA PROVINCIA DE TAYACAJA DEL DEPARTAMENTO DE HUANCAVELICA" CUI: 2647465

PLANO: RESERVORIO ( V=450 M3)
PLANO ARQUITECTURA

LAMINA: RV–02

PROYECTISTA: ING. JHON W. TUNQUE GONZALES

DIBUJO Y DISEÑO: BACH.J.P.C

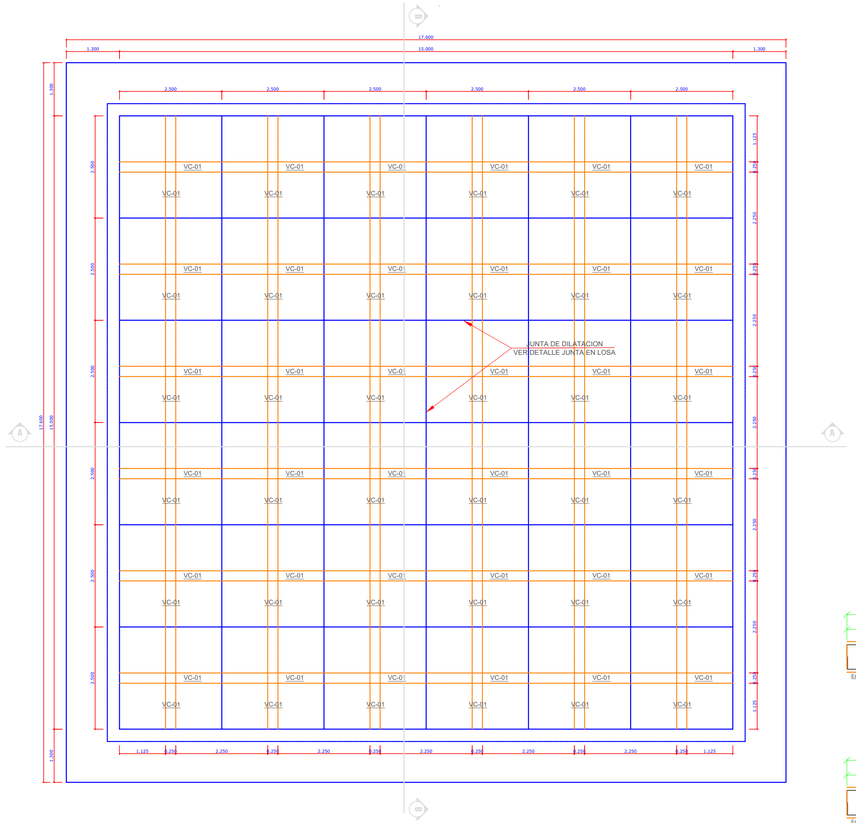
REVISA:

APRUEBA:

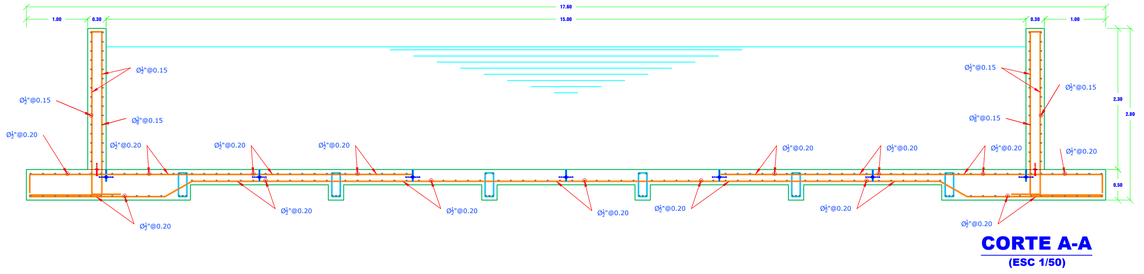
REGION: HUANCAVELICA
PROVINCIA: TAYACAJA
DISTRITO: ANDAYMARCA

ESCALA: INDICADA

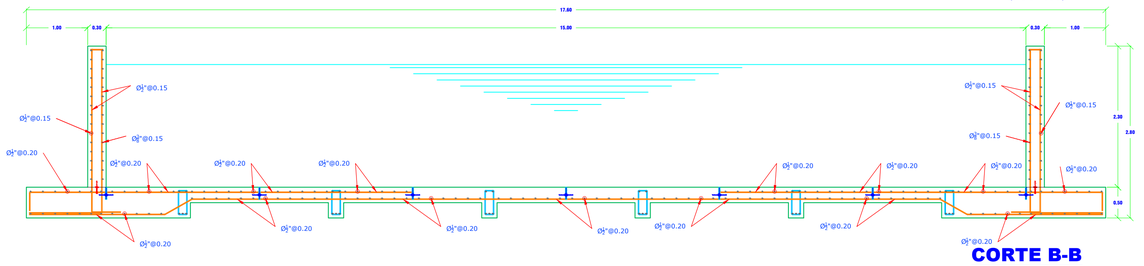
FECHA: MAYO, 2024



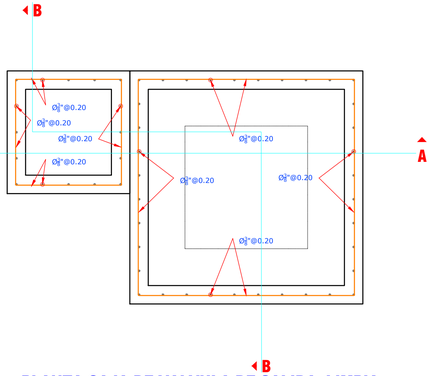

## PLANTA TÍPICA DE RESERVORIO CON VIGAS DE CIMENTACIÓN
(ESC 1/50)



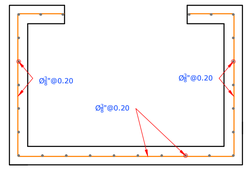

## CORTE A-A
(ESC 1/50)



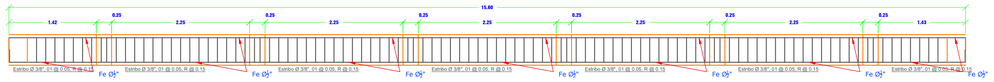

## CORTE B-B
(ESC 1/50)



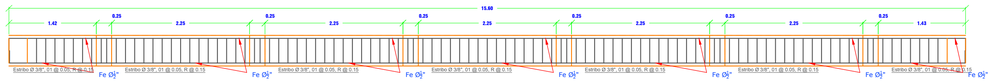

## PLANTA CAJA DE VALVULA DE SALIDA, LIMPIA
(ESC 1/25)




## CAJA DE VALVULA DE SALIDA CORTE A-A
(ESC 1/25)

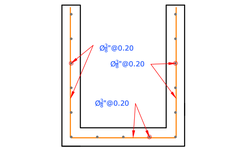



## SECCIÓN TÍPICA DE LA VIGA DE CIMENTACIÓN LONGITUDINAL (VC-01)
(ESC 1:50)

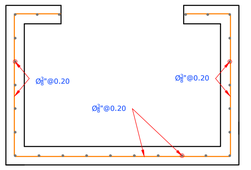



## SECCIÓN TÍPICA DE LA VIGA DE CIMENTACIÓN TRANSVERSAL (VC-01)
(ESC 1:50)

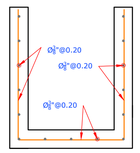
| CUADRO DE VIGAS | |
|---|---|
| VIGA | VC-01 |
| DIMENSION | 0.25 x 0.50 |
| VIGA | 5 Ø 1/2" |
| ESTRIBOS | Estribo Ø 3/8", 01 @ 0.05, R @ 0.15 |



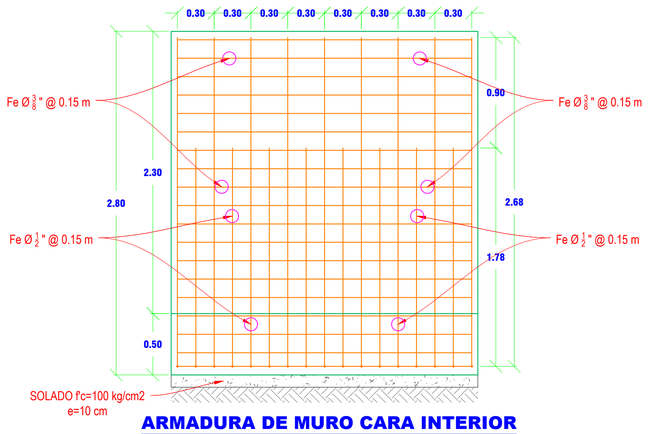

## CAJA DE LIMPIA CORTE A-A
(ESC 1/25)



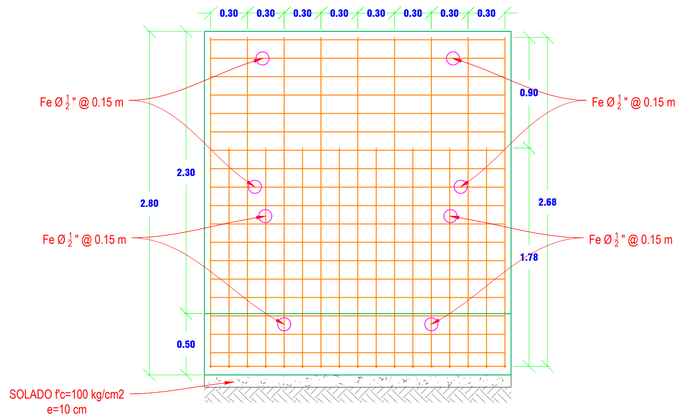

## CAJA DE VALVULA DE SALIDA CORTE B-B
(ESC 1/25)



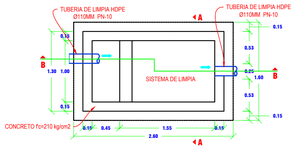

## CAJA DE VALVULA DE LIMPIA CORTE B-B
(ESC 1/25)



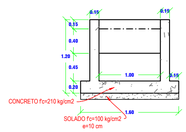

## ARMADURA DE MURO CARA INTERIOR
(ESC 1/25)




## ARMADURA DE MURO CARA EXTERIOR
(ESC 1/25)




## PLANTA POZA DESCARGA
(ESC 1:50)




## PLANTA POZA DESCARGA CORTE A-A
(ESC 1:50)

### ESPECIFICACIONES TECNICAS

*MUROS*

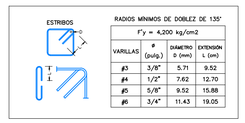
- *Muro de Concreto Armado f'c = 210 kg/cm2*
- *El recubrimiento es de 5 cm.*
- *Tamaño maximo del agregado 1"*
- *Tarrajeo interior con cemento-arena, e=1" con impermeabilizante*
- *Tarrajeo exterior con cemento-arena, e=1"*

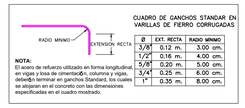
*PISO*

- *Concreto F'c=210 Kg/cm2*
- *El recubrimiento es de 7.5 cm.*
- *Tamaño maximo del agregado 1"*
- *Tarrajeo con cemento-arena, e=1" con impermeabilizante*

*SOLADO*

- *Concreto F'c=100 Kg/Cm2*
- *El revestimiento será con cemento en paredes y piso*

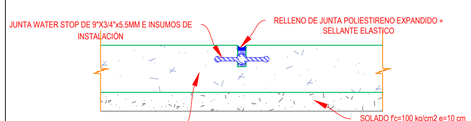


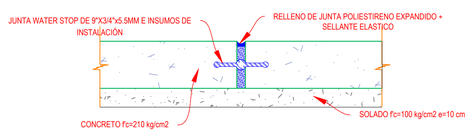




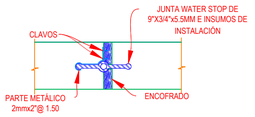
## CAJA DE VALVULA DE LIMPIA CORTE B-B
(ESC 1/25)



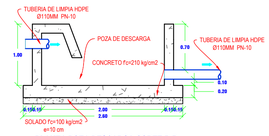

## DETALLE DE JUNTAS ENTRE LOSAS DE PISO




## DETALLE DE JUNTAS ENTRE MUROS

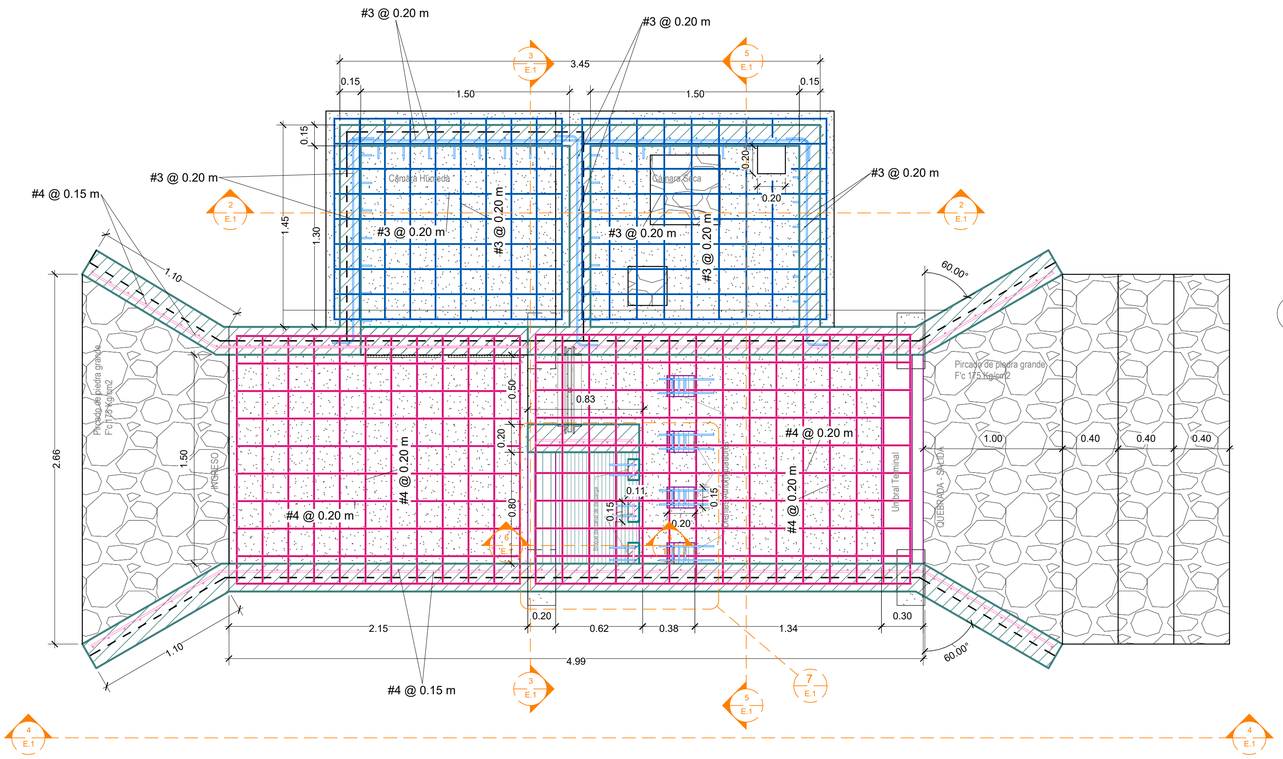



## METODOLOGÍA PARA INST. WATER STOP

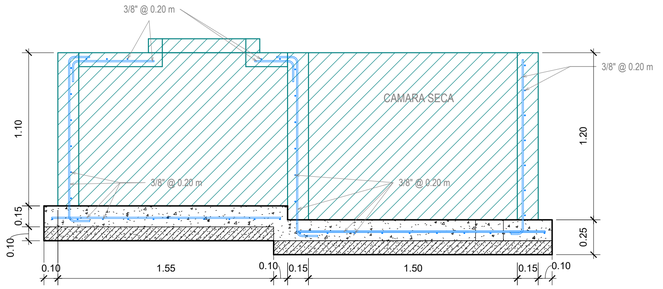



## PLANTA POZA DESCARGA CORTE B-B
(ESC 1:50)

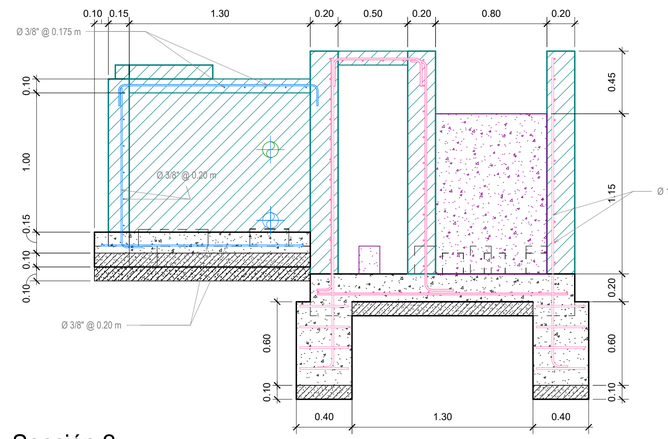
| | |
|---|---|
| MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE ANDAYMARCA | GESTION 2023 - 2026 |
| PROYECTO: | "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO DE PROVISIÓN DE AGUA PARA RIEGO EN LAS COMUNIDADES DE PICHIU, 07 HEROES, CHACAPAMPA DISTRITO DE ANDAYMARCA DE LA PROVINCIA DE TAYACAJA DEL DEPARTAMENTO DE HUANCAVELICA" CUI: 2647465 |
| PLANO: | RESERVORIO ( V=450 M3) — PLANO ESTRUCTURA |
| PROYECTISTA: | ING. JHON W. TUNQUE GONZALES |
| DIBUJO Y DISEÑO: | BACH.J.P.C |
| REVISA: | |
| APRUEBA: | |
| REGION: | HUANCAVELICA |
| PROVINCIA: | TAYACAJA |
| DISTRITO: | ANDAYMARCA |
| ESCALA: | INDICADA |
| FECHA: | MAYO, 2024 |
| LAMINA: | RV–03 |



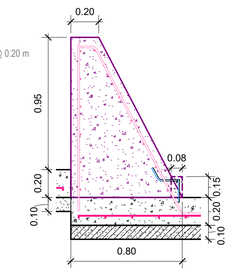

1 Nivel 2
1 : 20



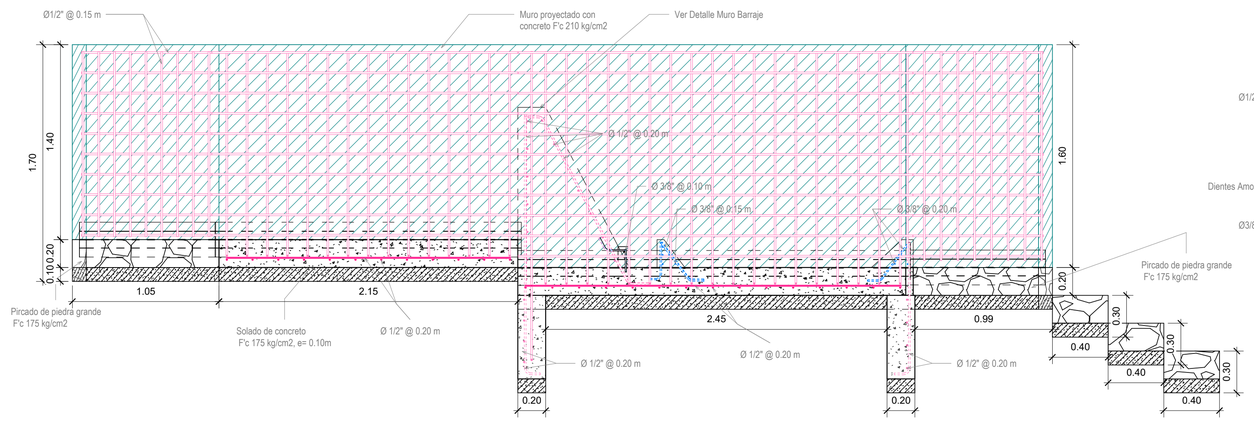

2 Sección 4
1 : 20



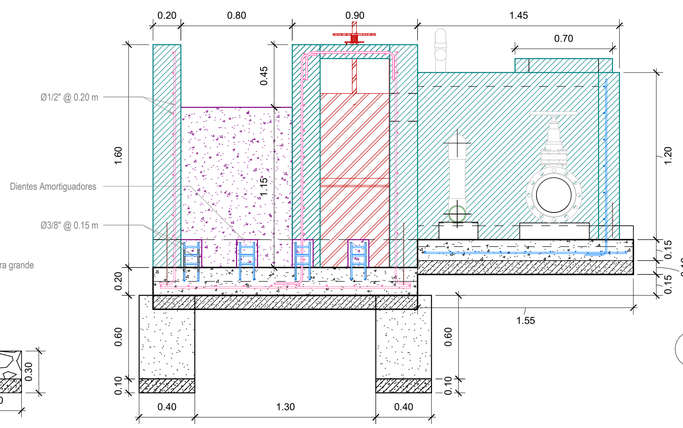

3 Sección 2
1 : 20



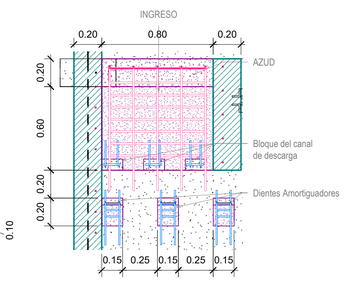

6 Sección 8
1 : 20




4 Sección 6
1 : 20




5 Sección 7
1 : 20

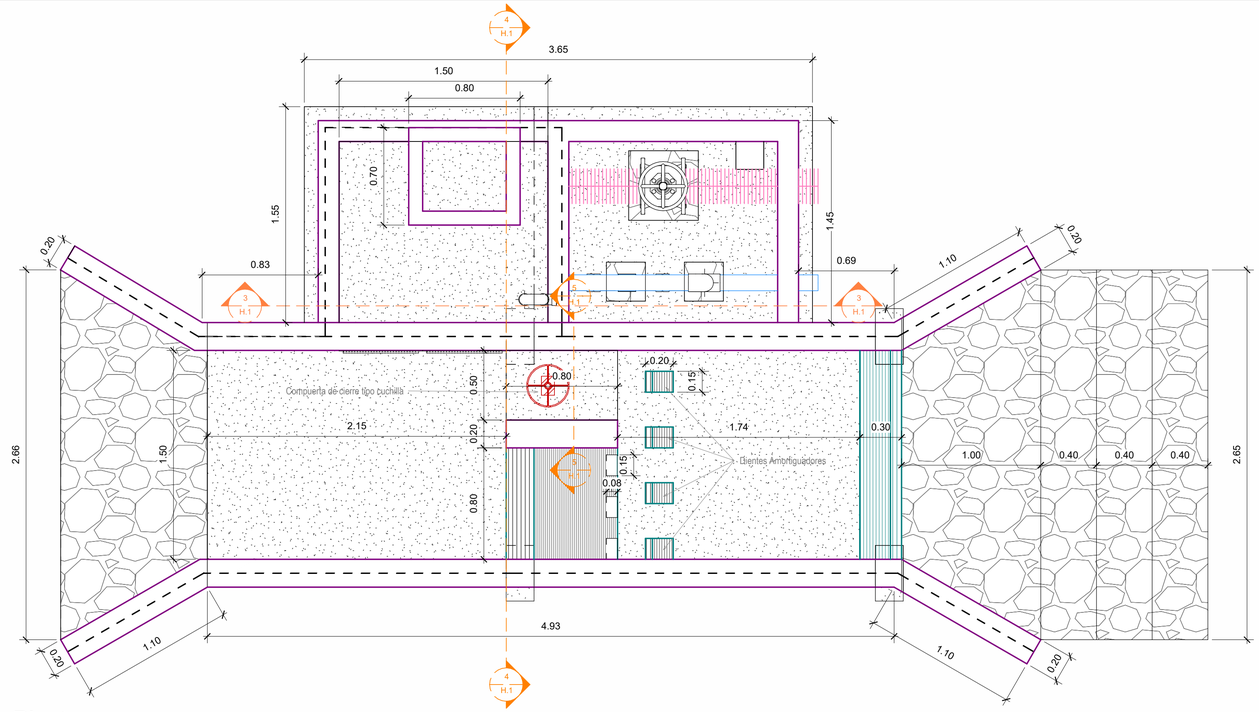



7 Sección 9
1 : 20

Universidad Continental

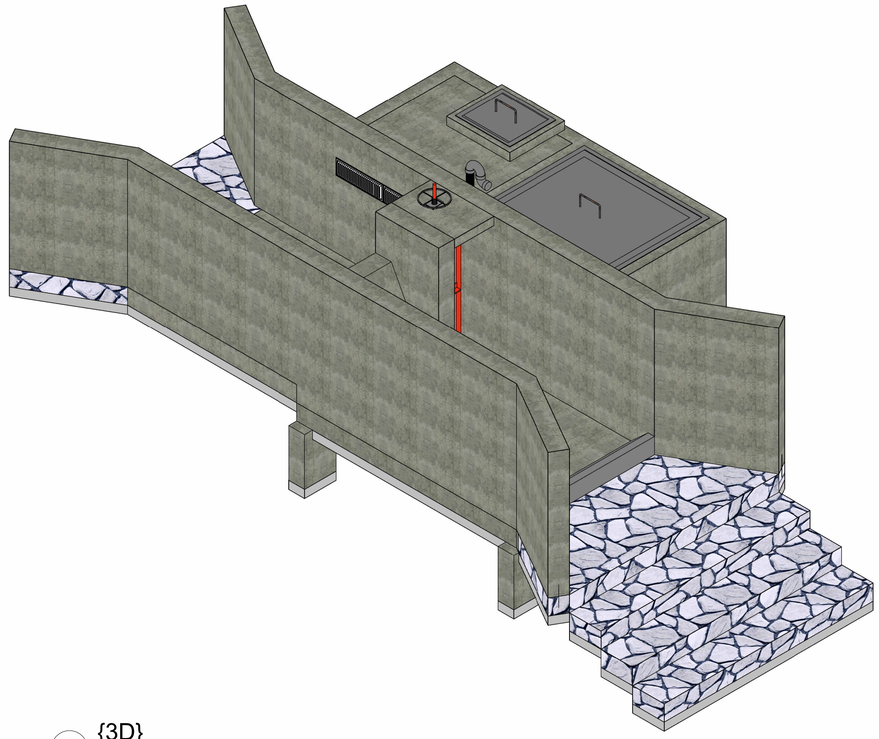
Proyecto: EFECTO DEL USO DE LA METODOLOGIA BIM 3D APLICADO A LAS ESTRUCTURAS HIDRAULICAS DEL PRIMER SECTOR DEL PROYECTO DE RIEGO DEL CENTRO POBLADO DE PICHIU - ANDAYMARCA

| | | | |
|---|---|---|---|
| Departamento: HUANCAVELICA | Escala: 1 : 20 | Plano: Plano Estructural Captación | Lámina: E- 1 |
| Provincia: TAYACAJA | Fecha: 09/12/24 | Tesista: Bach. Carlos Alfredo Acevedo Chagua | |
| Distrito: PICHIU | | Asesor: Ing. Jhonatan Seeler Antonio Arteaga Rojas | |

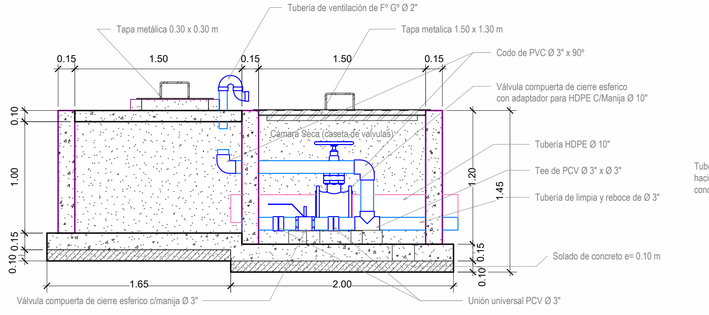



## 1 Planta

1 : 20

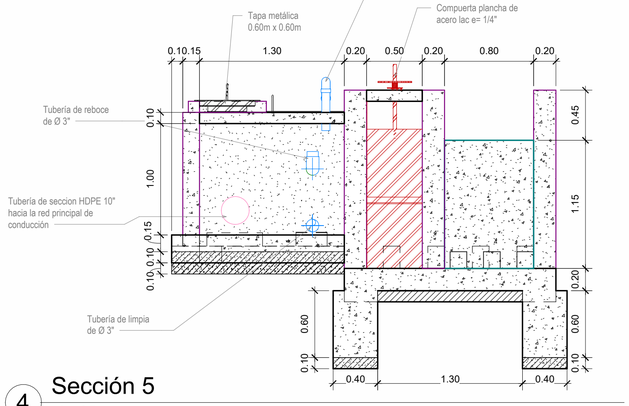


## 2 {3D}



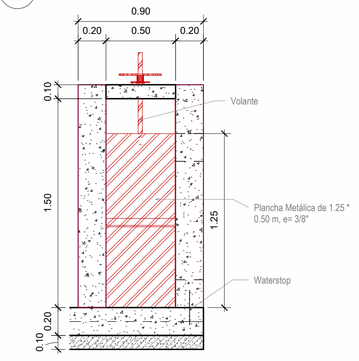

## 3 Sección 1

1 : 25




## 4 Sección 5

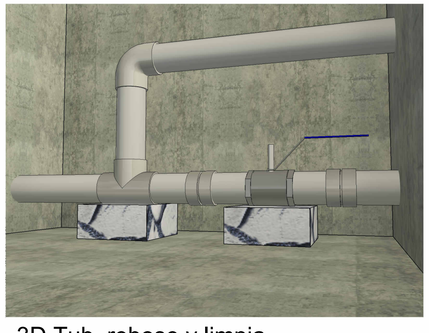
1 : 25



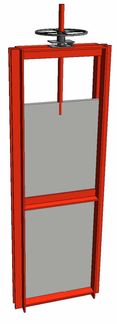

## 5 Sección 3

1 : 20

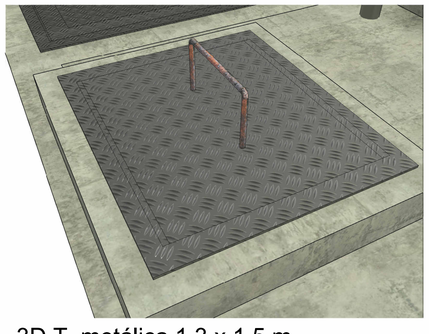
## 6 3D Valvula de compuerta



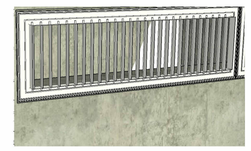
## 7 3D Tub. rebose y limpia



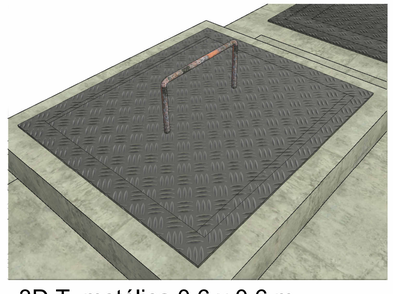
## 8 3D Compuerta



## 9 3D T. metálica 1.3 x 1.5 m



## 10 3D Rejilla metálica Ø3/4"

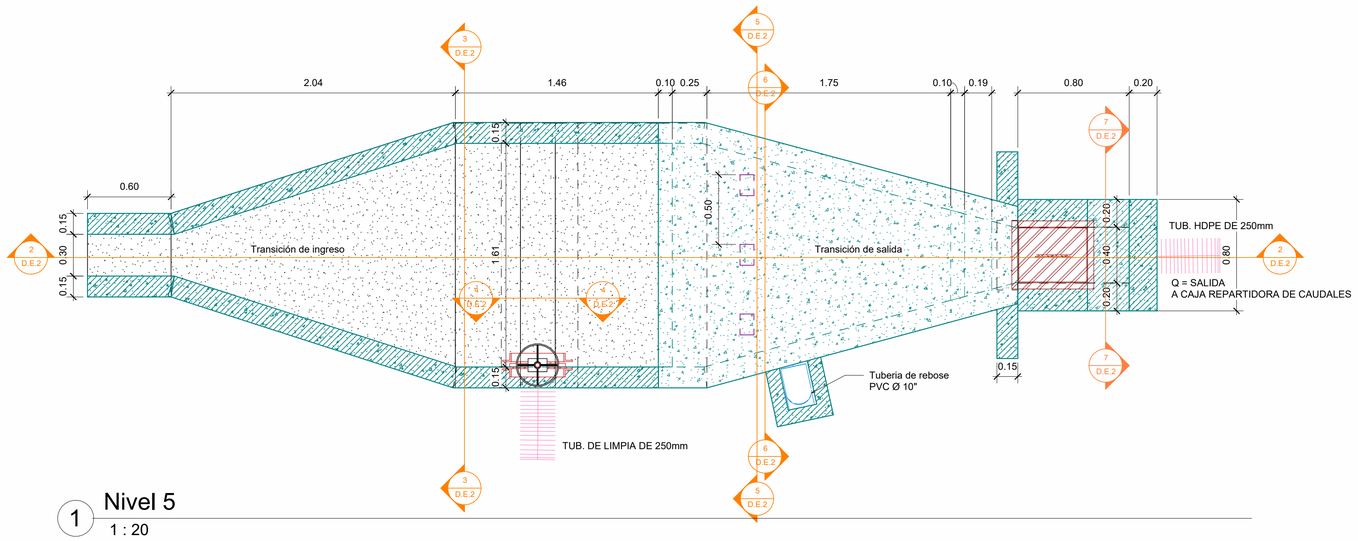


## 11 3D T. metálica 0.6 x 0.6 m

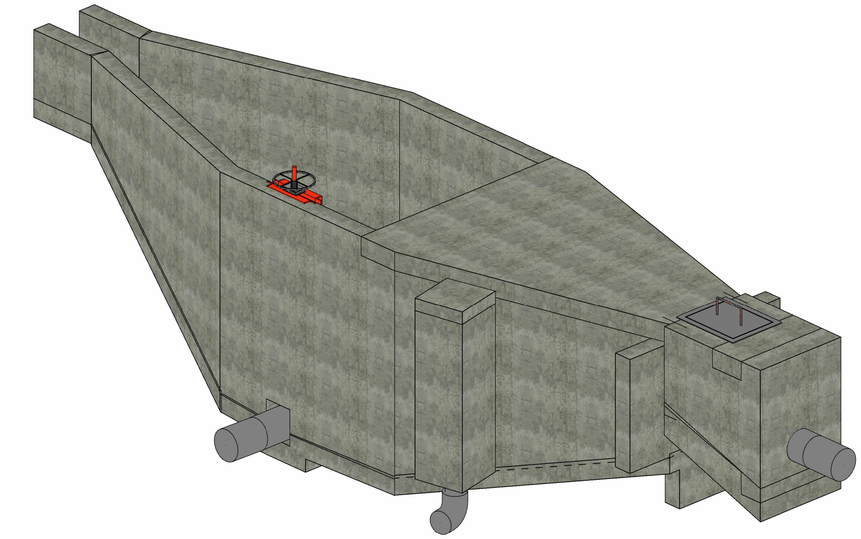
Universidad Continental

Proyecto: EFECTO DEL USO DE LA METODOLOGIA BIM 3D APLICADO A LAS ESTRUCTURAS HIDRAULICAS DEL PRIMER SECTOR DEL PROYECTO DE RIEGO DEL CENTRO POBLADO DE PICHIU - ANDAYMARCA

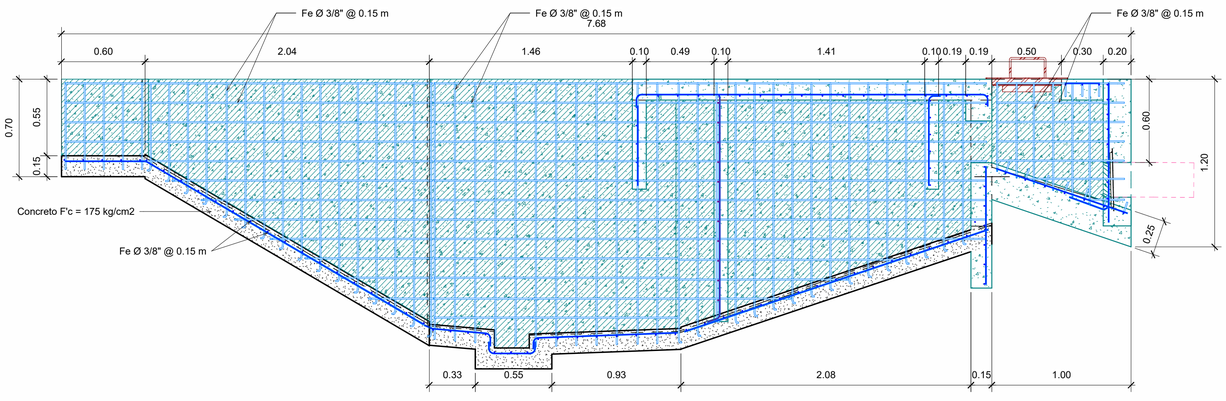
| | | | |
|---|---|---|---|
| Departamento: HUANCAVELICA | Escala: Como se indica | Plano: Plano Hidraulico Captación | Lámina: H. 1 |
| Provincia: TAYACAJA | Fecha: 09/12/24 | Tesista: Bach. Carlos Alfredo Acevedo Chagua | |
| Distrito: PICHIU | | Asesor: Ing. Jhonatan Seeler Antonio Arteaga Rojas | |



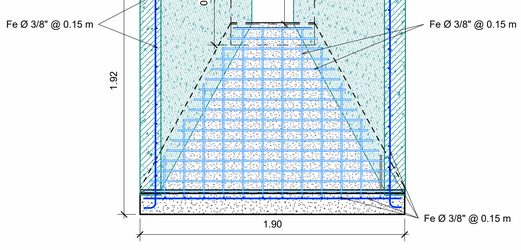

## 1 Nivel 5
1 : 20



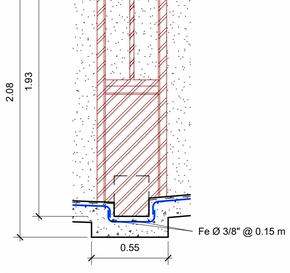
## 8 {3D}



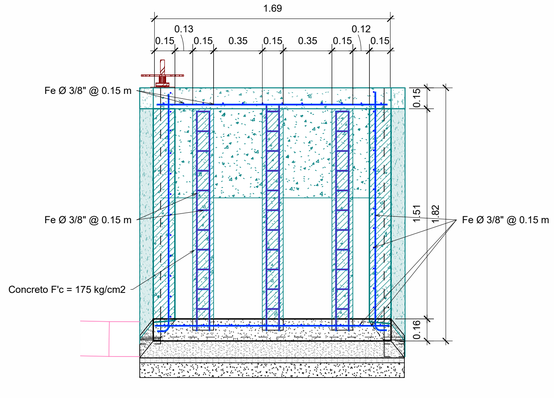

## 2 Sección 1
1 : 20



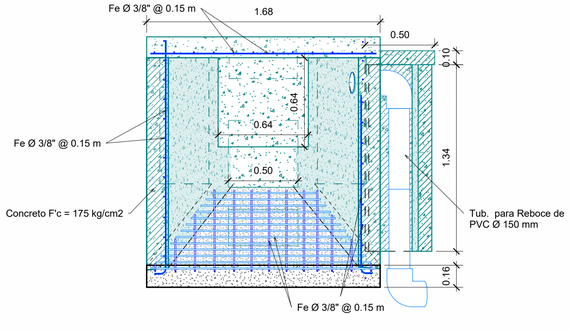

## 3 Sección 2
1 : 20



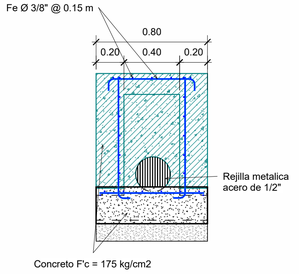

## 4 Sección 3
1 : 20




## 5 Sección 4
1 : 20

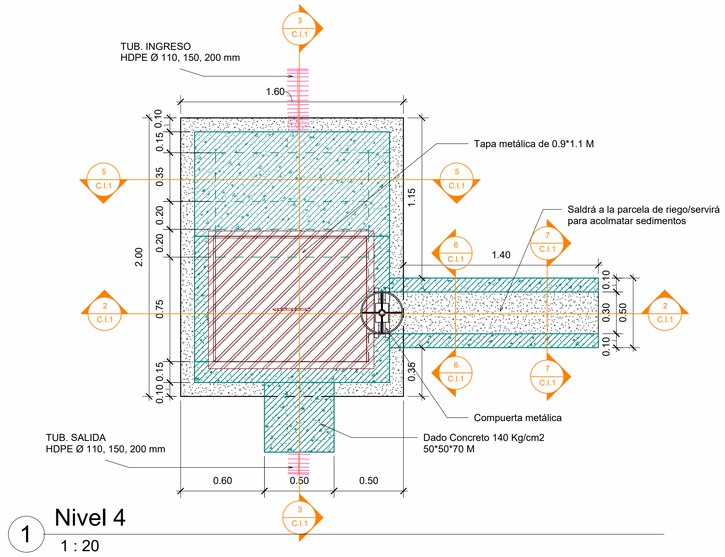



## 6 Sección 5
1 : 20



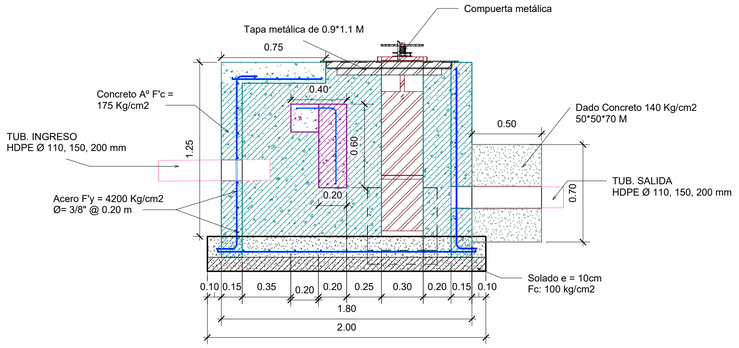

## 7 Sección 6
1 : 20

| | | | |
|---|---|---|---|
| Universidad Continental | Proyecto: EFECTO DEL USO DE LA METODOLOGIA BIM 3D APLICADO A LAS ESTRUCTURAS HIDRAULICAS DEL PRIMER SECTOR DEL PROYECTO DE RIEGO DEL CENTRO POBLADO DE PICHIU - ANDAYMARCA | | |
| Departamento: HUANCAVELICA | Escala: 1 : 20 | Plano: Plano Estructural Desarenador | Lámina: D.E-1 |
| Provincia: TAYACAJA | Fecha: 10/21/24 | Tesista: Bach. Carlos Alfredo Acevedo Chagua | |
| Distrito: PICHIU | | Asesor: Ing. Jhonatan Seeler Antonio Arteaga Rojas | |



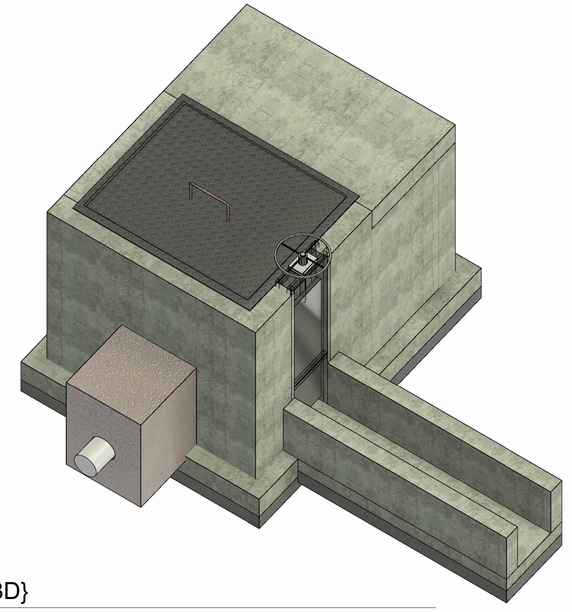

1 Nivel 4

1 : 20

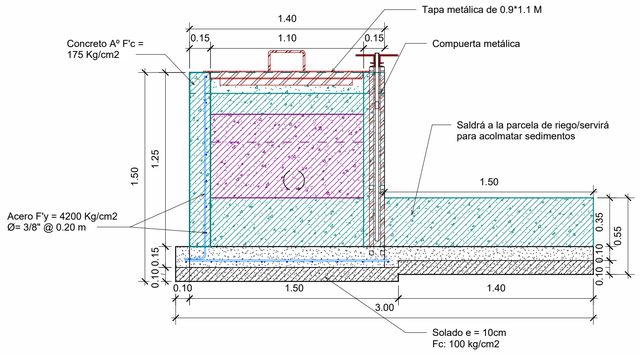



3 Sección 2

1 : 20

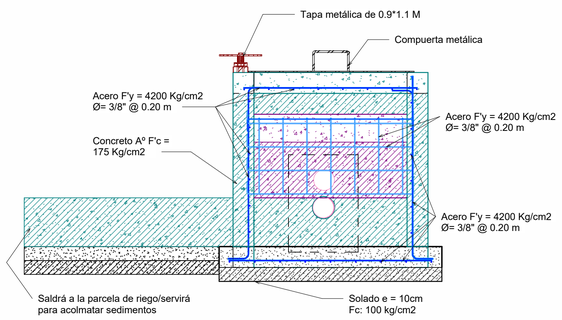


4 {3D}



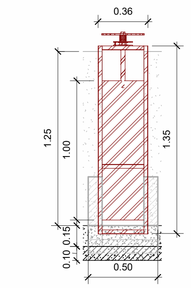

2 Sección 1

1 : 20



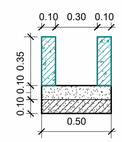

5 Sección 3

1 : 20




6 Sección 4

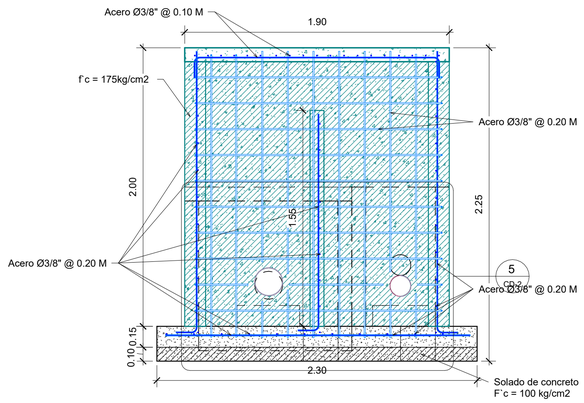
1 : 20



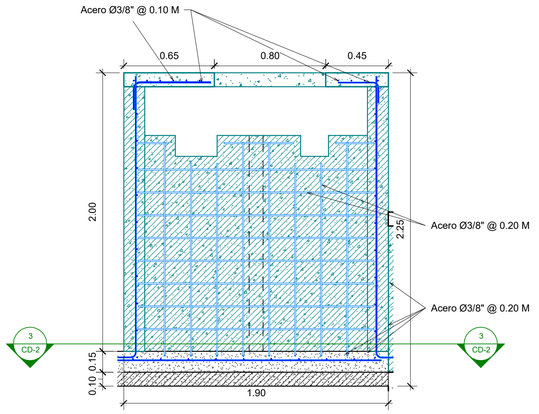

7 Sección 5

1 : 20

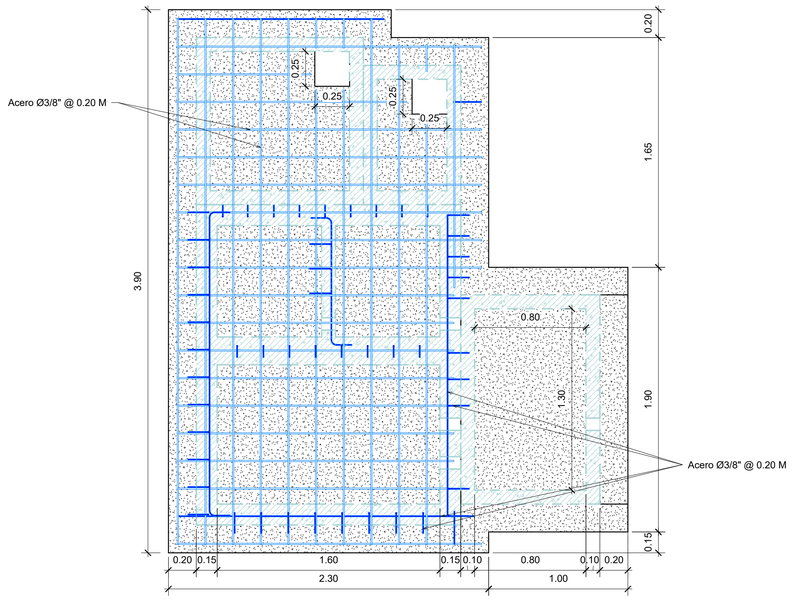
| | | | |
|---|---|---|---|
| Universidad Continental | | Proyecto: EFECTO DEL USO DE LA METODOLOGIA BIM 3D APLICADO A LAS ESTRUCTURAS HIDRAULICAS DEL PRIMER SECTOR DEL PROYECTO DE RIEGO DEL CENTRO POBLADO DE PICHIU - ANDAYMARCA | |
| Departamento: HUANCAVELICA | Escala: 1 : 20 | Plano: Plano Estructural Camara de Inspección | Lámina: C.I.-1 |
| Provincia: TAYACAJA | | Tesista: Bach. Carlos Alfredo Acevedo Chagua | |
| Distrito: PICHIU | Fecha: 10/23/24 | Asesor: Ing. Jhonatan Seeler Antonio Arteaga Rojas | |



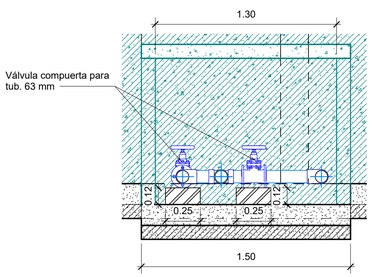

1 Sección 3
1 : 20



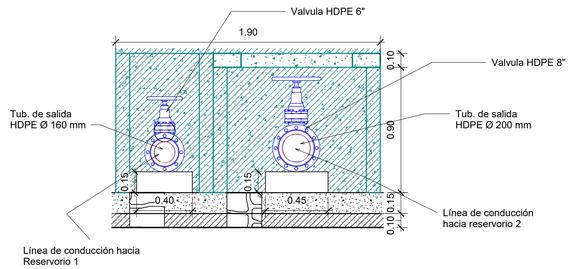

2 Sección 4
1 : 20




3 Sección 6
1 : 20

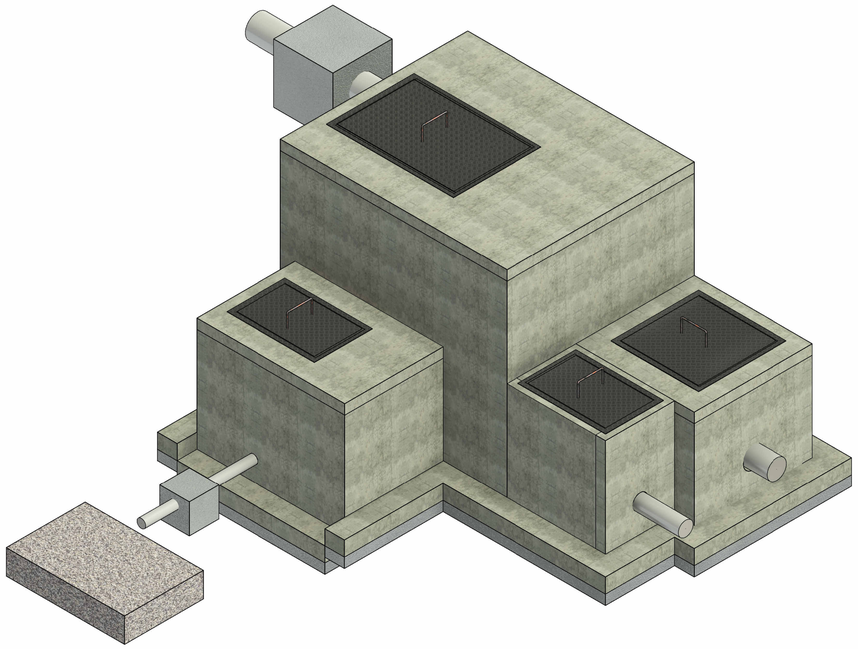



4 Sección 7
1 : 20

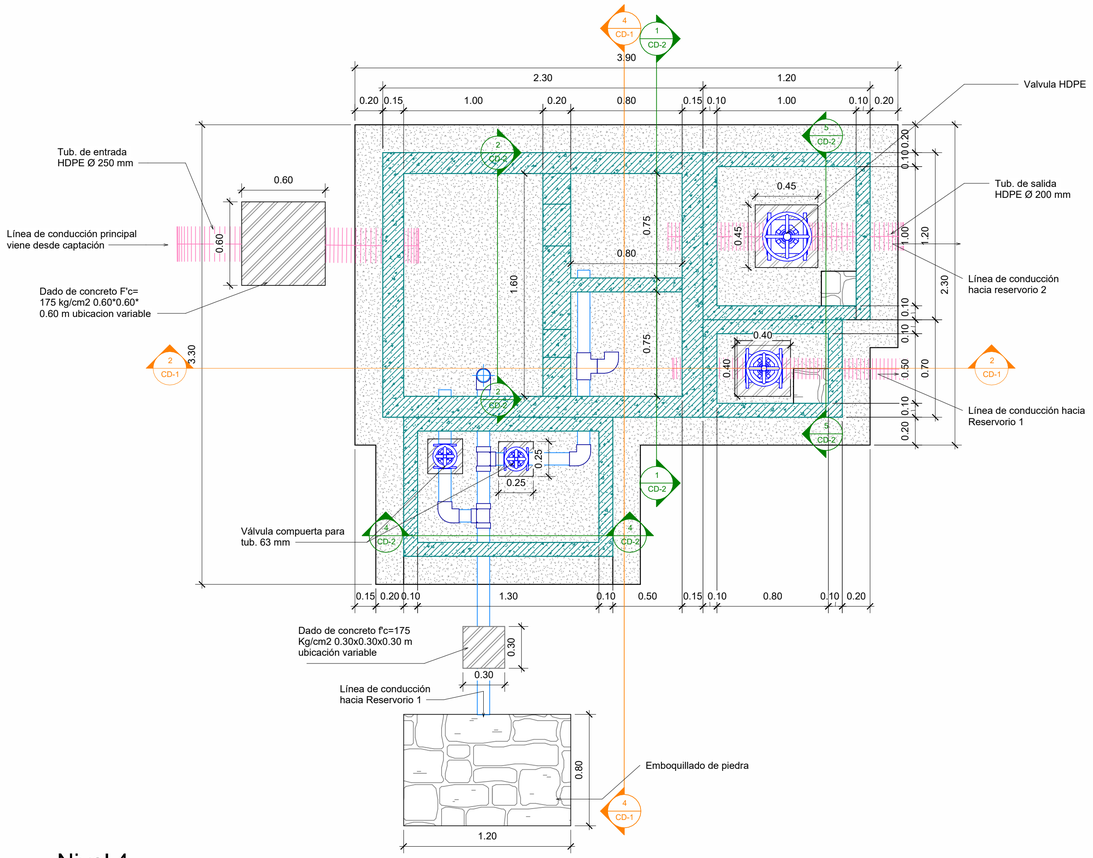



5 Sección 8
1 : 20

| | | | |
|---|---|---|---|
| Universidad Continental | | Proyecto: EFECTO DEL USO DE LA METODOLOGIA BIM 3D APLICADO A LAS ESTRUCTURAS HIDRAULICAS DEL PRIMER SECTOR DEL PROYECTO DE RIEGO DEL CENTRO POBLADO DE PICHIU - ANDAYMARCA | |
| Departamento: HUANCAVELICA | Escala: 1 : 20 | Plano: Plano Estructural Cámara de Distribución | Lámina: CD-2 |
| Provincia: TAYACAJA | | Tesista: Bach. Carlos Alfredo Acevedo Chagua | |
| Distrito: PICHIU | Fecha: 10/24/24 | Asesor: Ing. Jhonatan Seeler Antonio Arteaga Rojas | |

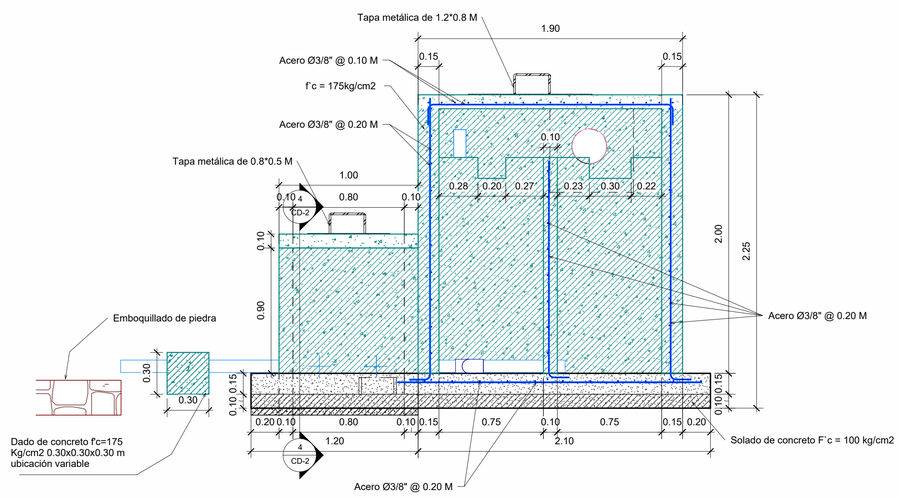


3 {3D}



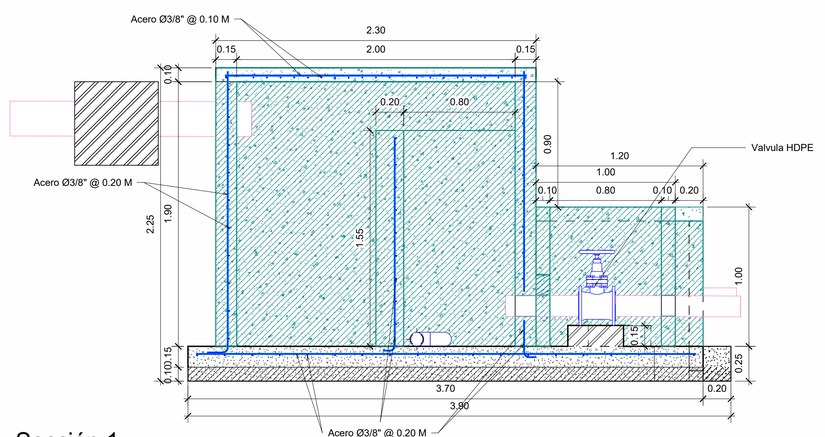

1 Nivel 4

1 : 20




4 Sección 2

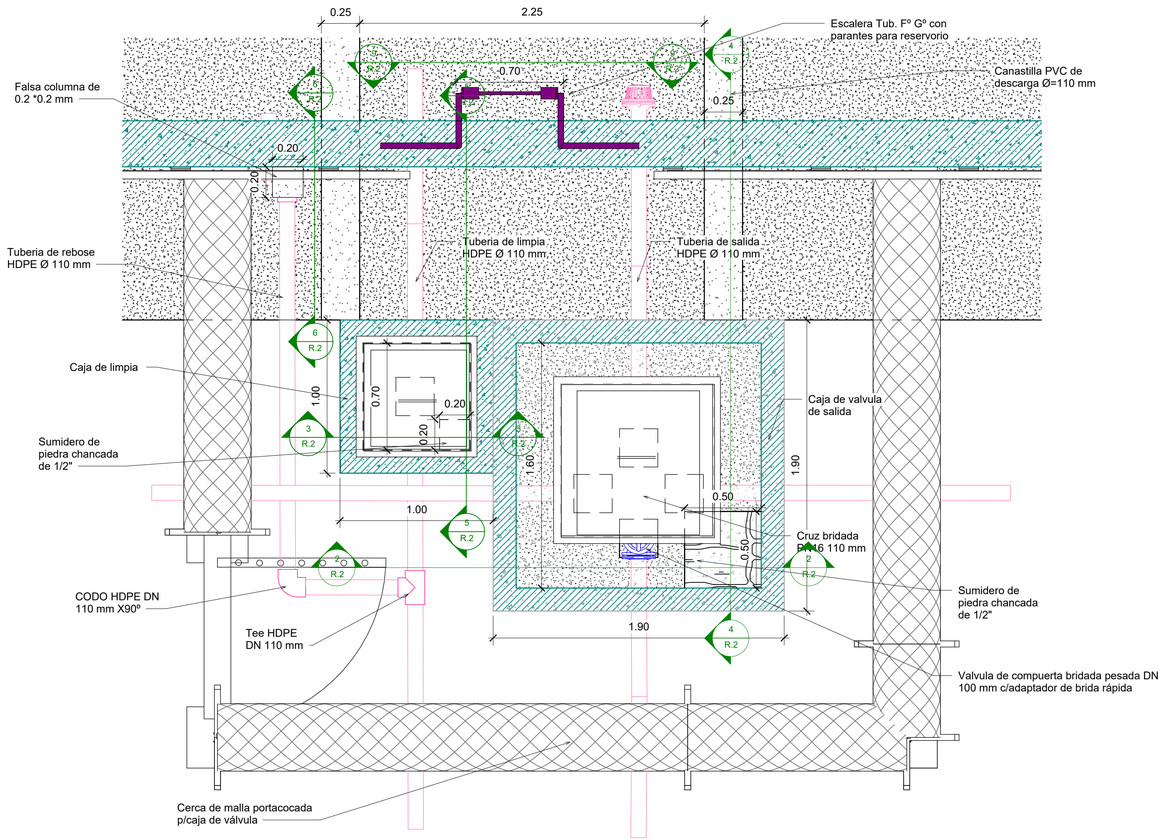
1 : 20



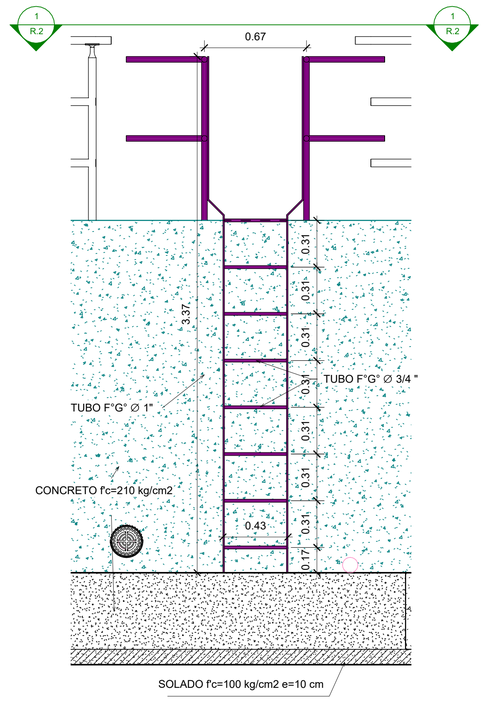

2 Sección 1

1 : 20

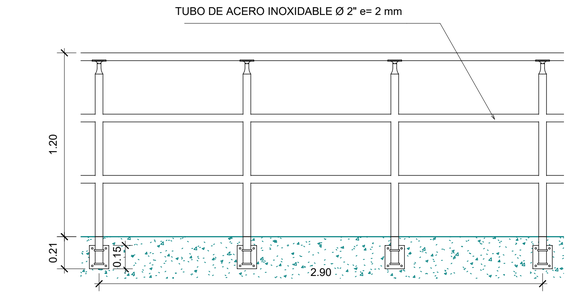
| | | | |
|---|---|---|---|
| Universidad Continental | | Proyecto: EFECTO DEL USO DE LA METODOLOGIA BIM 3D APLICADO A LAS ESTRUCTURAS HIDRAULICAS DEL PRIMER SECTOR DEL PROYECTO DE RIEGO DEL CENTRO POBLADO DE PICHIU - ANDAYMARCA | |
| Departamento: HUANCAVELICA | Escala: 1 : 20 | Plano: Plano Estructural Cámara de Distribución | Lámina: CD-1 |
| Provincia: TAYACAJA | | Tesista: Bach. Carlos Alfredo Acevedo Chagua | |
| Distrito: PICHIU | Fecha: 10/23/24 | Asesor: Ing. Jhonatan Seeler Antonio Arteaga Rojas | |



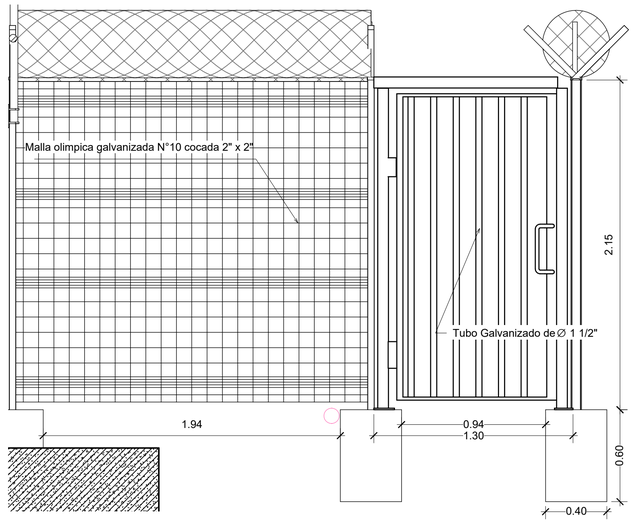

## 1 Sección 5
1 : 20



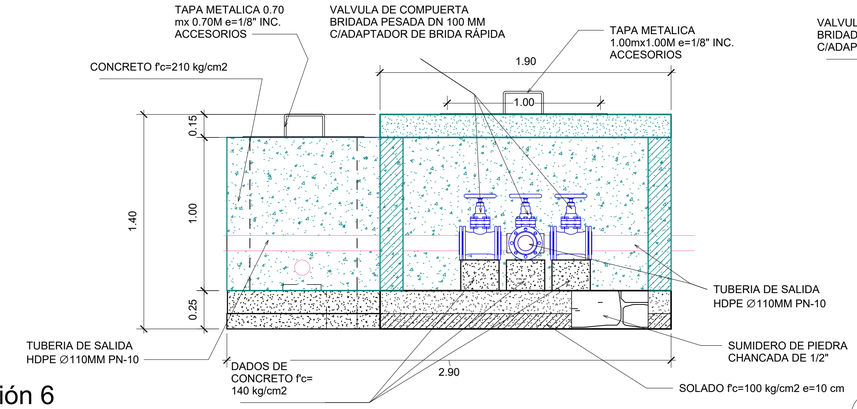

## 9 Sección 10
1 : 20



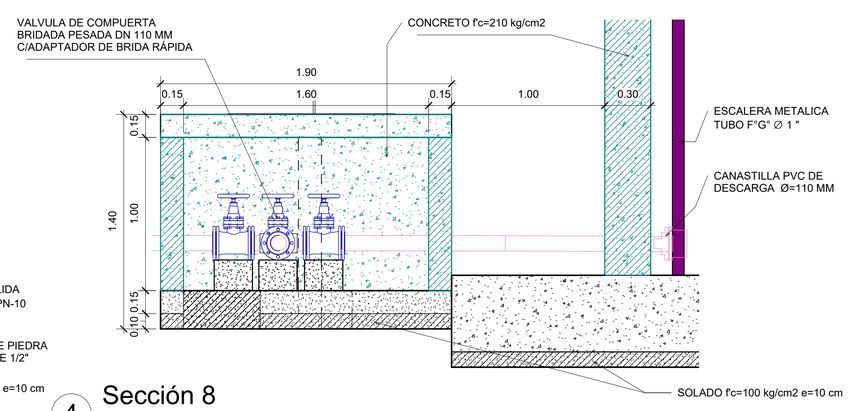

## 7 Detalle elevación cerco
1 : 20



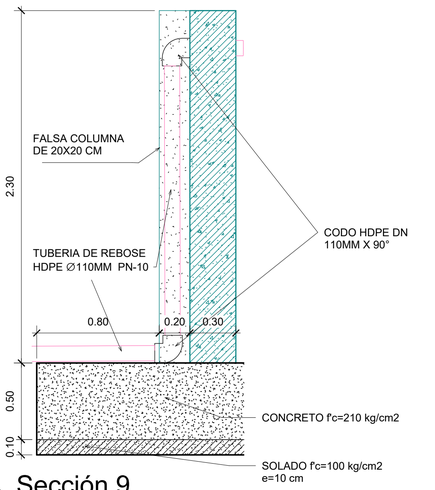

## 8 Detalle elevación malla
1 : 20



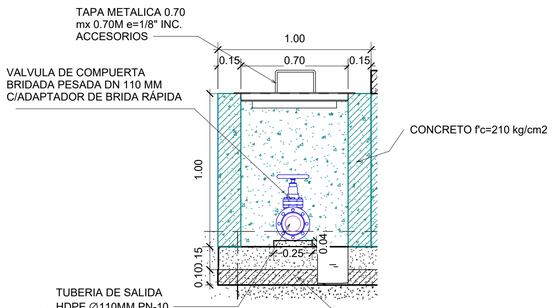

## 2 Sección 6
1 : 20



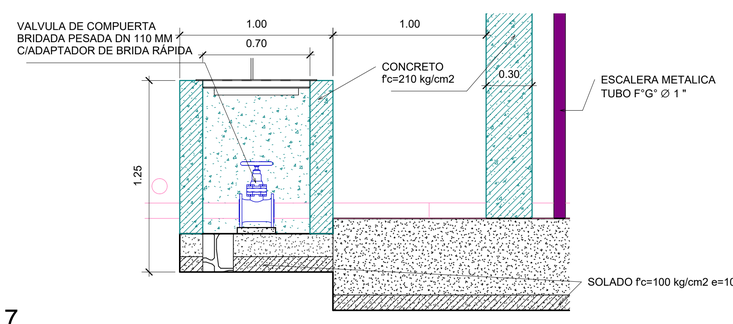

## 4 Sección 8
1 : 20




## 6 Sección 9
1 : 20

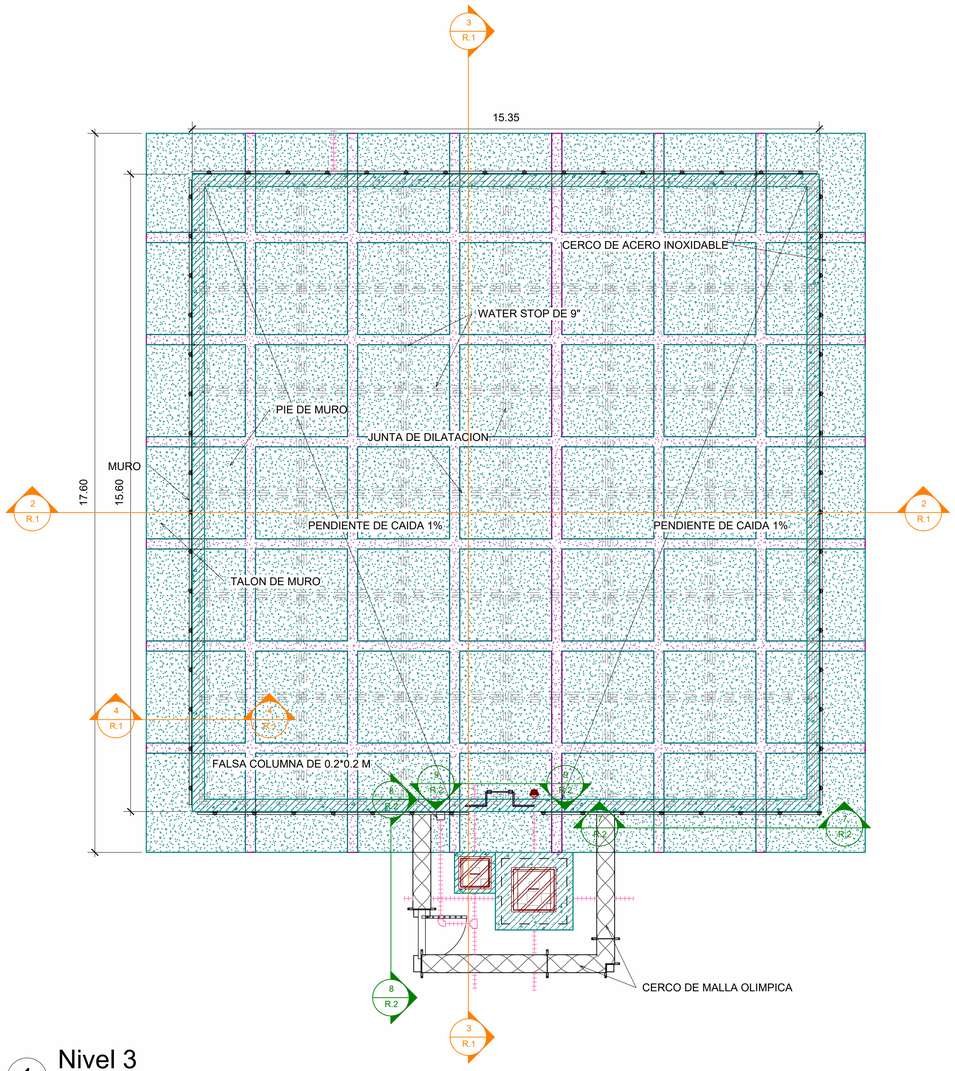



## 3 Sección 4
1 : 20



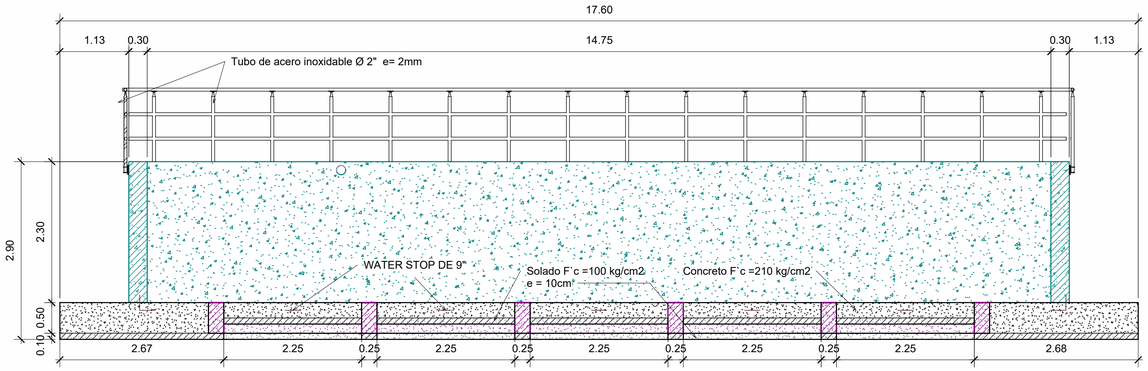

## 5 Sección 7
1 : 20

| | |
|---|---|
| Universidad Continental | Proyecto: EFECTO DEL USO DE LA METODOLOGIA BIM 3D APLICADO A LAS ESTRUCTURAS HIDRAULICAS DEL PRIMER SECTOR DEL PROYECTO DE RIEGO DEL CENTRO POBLADO DE PICHIU - ANDAYMARCA |
| Departamento: HUANCAVELICA | Escala: 1 : 20 |
| Provincia: TAYACAJA | Fecha: 10/25/24 |
| Distrito: PICHIU | Plano: Plano Arquitectura Reservorio 450 m3 |
| | Tesista: Bach. Carlos Alfredo Acevedo Chagua |
| | Asesor: Ing. Jhonatan Seeler Antonio Arteaga Rojas |
| | Lámina: R.A-2 |



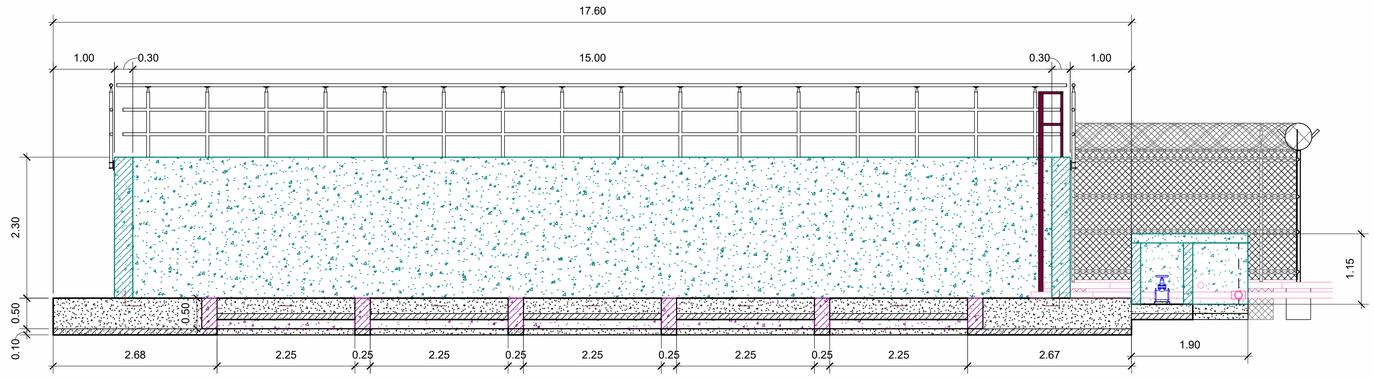

## 1 Nivel 3

1 : 75



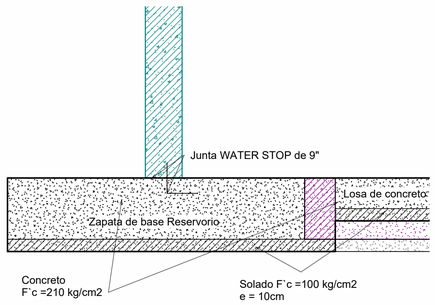

## 2 Sección 1

1 : 50



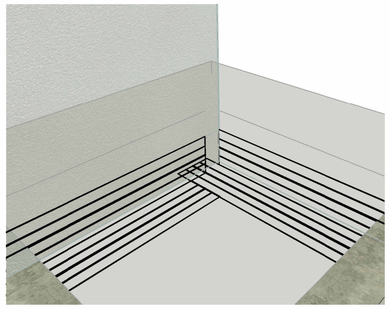

## 3 Sección 2

1 : 50

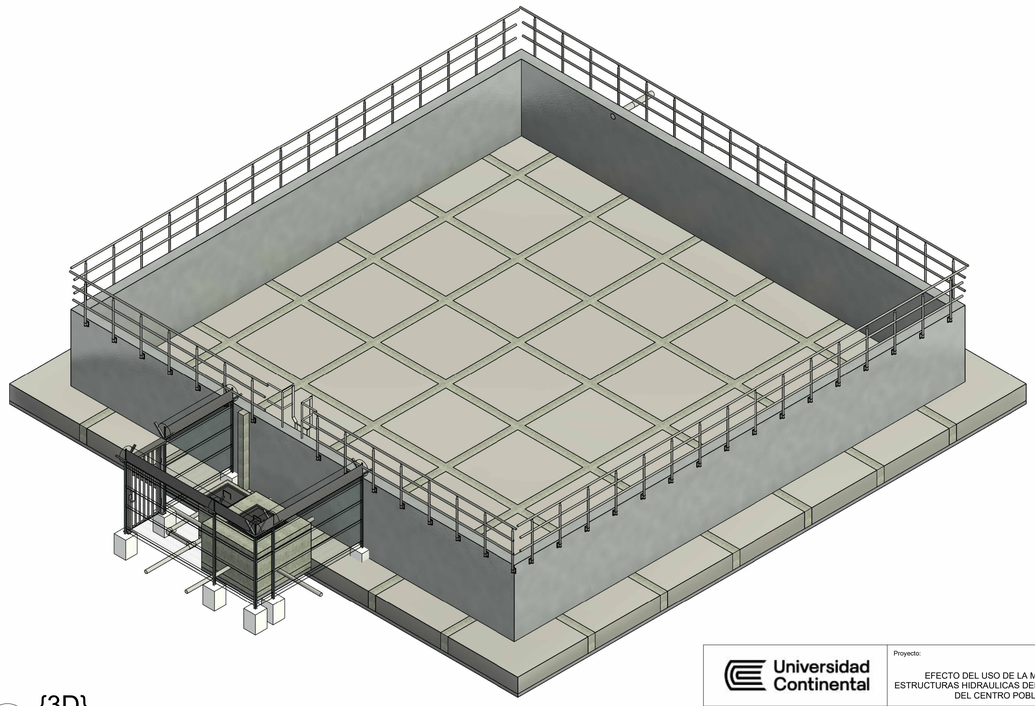



## 4 Sección 3

1 : 25

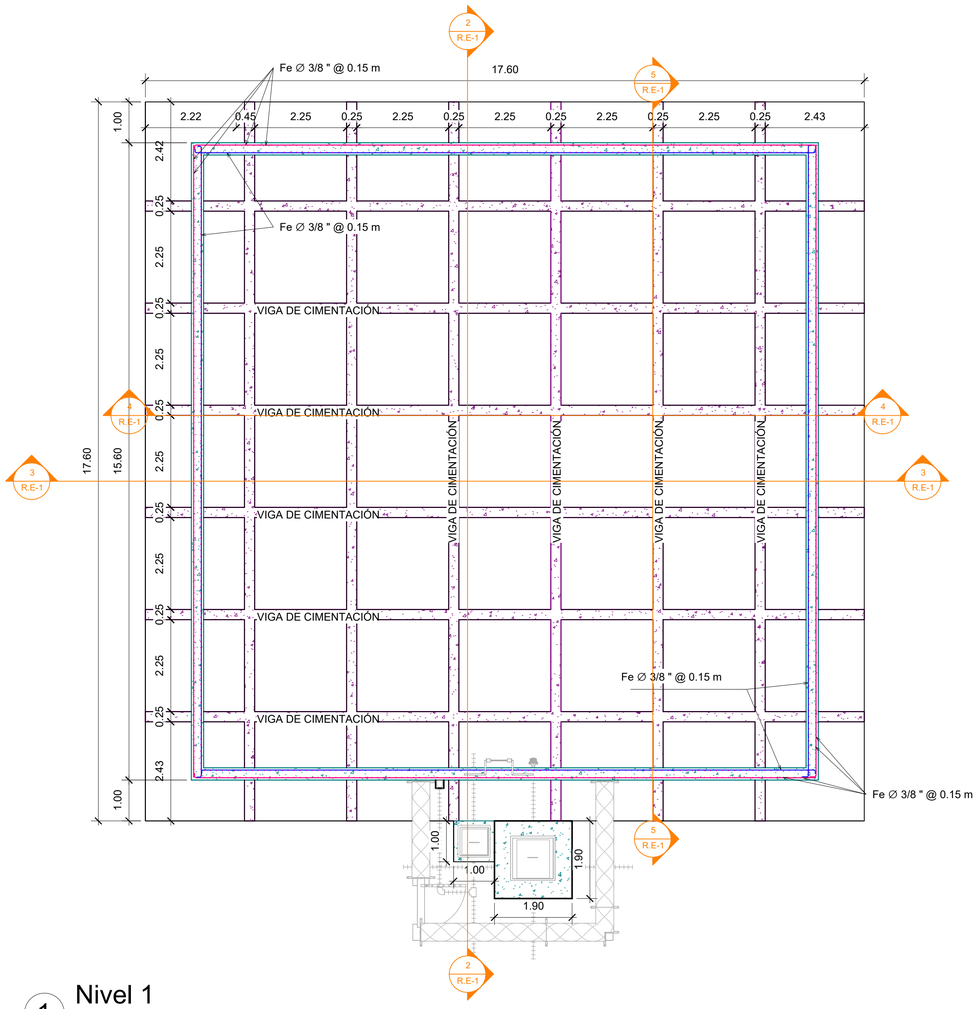


## 6 Vista 3D 1



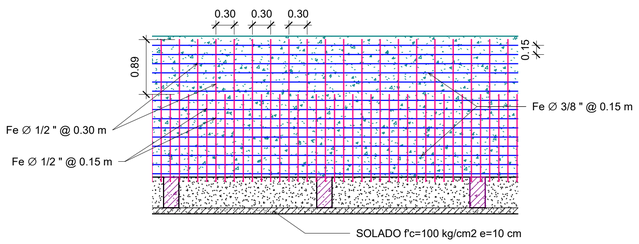
## 5 {3D}

| | | | |
|---|---|---|---|
| Universidad Continental | | Proyecto: EFECTO DEL USO DE LA METODOLOGIA BIM 3D APLICADO A LAS ESTRUCTURAS HIDRAULICAS DEL PRIMER SECTOR DEL PROYECTO DE RIEGO DEL CENTRO POBLADO DE PICHIU - ANDAYMARCA | |
| Departamento: HUANCAVELICA | Escala: Como se indica | Plano: Plano Arquitectura Reservorio 450 m3 | Lámina: R.A-1 |
| Provincia: TAYACAJA | Fecha: 10/25/24 | Tesista: Bach. Carlos Alfredo Acevedo Chagua | |
| Distrito: PICHIU | | Asesor: Ing. Jhonatan Seeler Antonio Arteaga Rojas | |



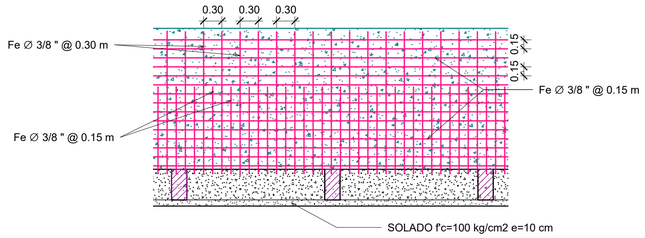

## 1 Nivel 1

1 : 75



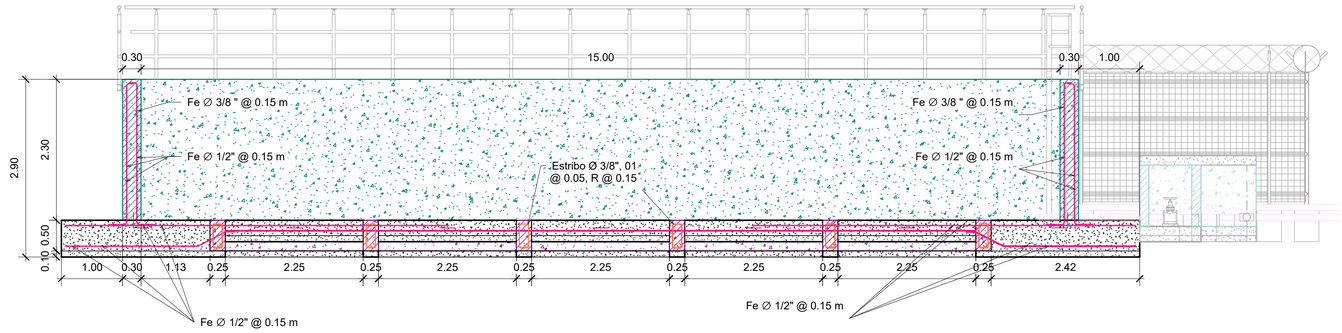

## 6 Sección 14

1 : 50



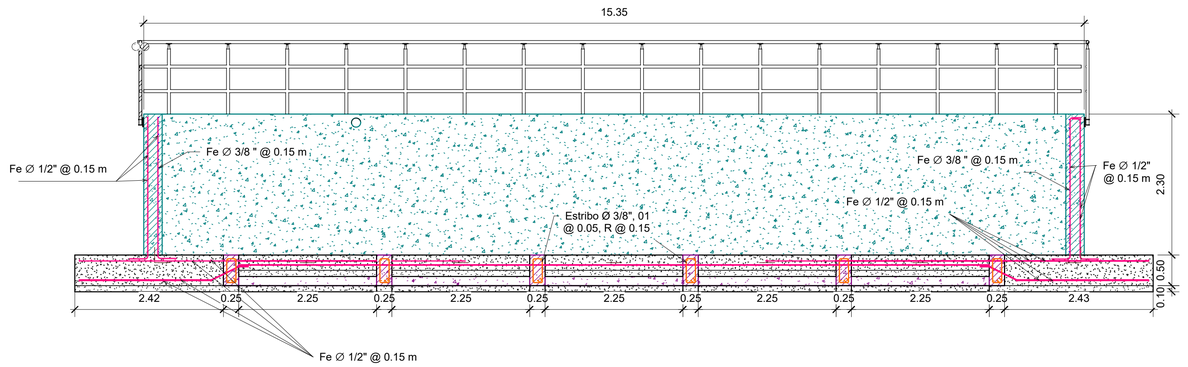

## 7 Sección 16

1 : 50



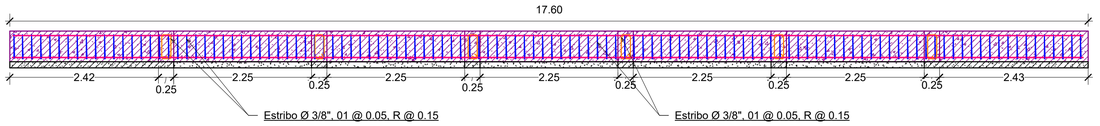

## 2 Sección 11

1 : 50



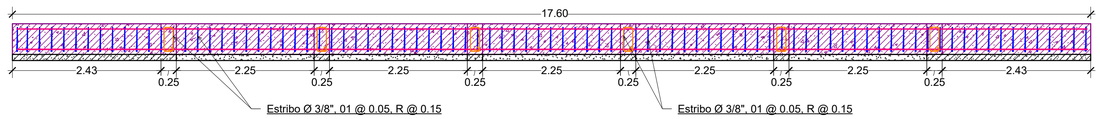

## 3 Sección 12

1 : 50




## 4 Sección 13

1 : 50




## 5 Sección 15

1 : 50

| | | | |
|---|---|---|---|
| Universidad Continental | | Proyecto: EFECTO DEL USO DE LA METODOLOGIA BIM 3D APLICADO A LAS ESTRUCTURAS HIDRAULICAS DEL PRIMER SECTOR DEL PROYECTO DE RIEGO DEL CENTRO POBLADO DE PICHIU - ANDAYMARCA | |
| Departamento: HUANCAVELICA | Escala: Como se indica | Plano: Plano Estructural Reservorio 450 m3 | Lámina: R.E-1 |
| Provincia: TAYACAJA | Fecha: 10/28/24 | Tesista: Bach. Carlos Alfredo Acevedo Chagua | |
| Distrito: PICHIU | | Asesor: Ing. Jhonatan Seeler Antonio Arteaga Rojas | |