

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“IMPLEMENTACION DEL LAST PLANNER SYSTEM
PARA LA CONSTRUCCION DE MUROS ANCLADOS EN
LA GESTION DE LA EJECUCION, “EDIFICIO PARDO Y
ALIAGA”, SAN ISIDRO, LIMA-2023”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título
profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autor:

Aderson Asenjo Fernandez

Asesor:

Mg. Omart Demetrio Tello Malpartida
<https://orcid.org/0000-0002-5043-6510>

Lima - Perú

2023

“IMPLEMENTACION DEL LAST PLANNER SYSTEM PARA LA CONSTRUCCION DE MUROS ANCLADOS EN LA GESTION DE LA EJECUCION, “EDIFICIO PARDO Y ALIAGA”, SAN ISIDRO, LIMA-2023”

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.usmp.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	vsip.info Fuente de Internet	2%
4	pdfcoffee.com Fuente de Internet	1%
5	gis.proviasnac.gob.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Aliat Universidades Trabajo del estudiante	1%
7	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	1%
8	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	repositorio.cuc.edu.co Fuente de Internet	1%

DEDICATORIA

En primer lugar, este trabajo se lo dedico a mi madre, que con su constante esfuerzo y dedicación supo sacarnos adelante y hacernos profesionales, así mismo a mi padre que estando lejos me apoyo en lo que él pudo, también se lo dedico a mis hermanos que son mi motor al igual que mi madre, a mi enamorada que siempre me apoya y me da fuerzas para seguir adelante, que es mi soporte junto a mi madre y me alientan a seguir mejorando y por último mi fiel compañero Dracco que sé que desde el cielo me está cuidando y que es mi ángel de cuatro patas y protege en cada paso que doy y en general se lo dedico a cada persona que estuvo presente en este camino, pero sobre todo a ti mamita, este trabajo es todo tu sacrificio te amo mamá este logro es para ti.

AGRADECIMIENTO

Agradezco este trabajo a mis compañeros de trabajo, compañeros de aula, mis profesores y a mi asesor Omart Tello que se mantuvo hasta el termino de este trabajo y que con su ayuda llegué a este punto de mi trabajo y también agradecer a dios por derramar su bendición en mi camino, darme perseverancia, salud y conocimientos para poder lograr cada objetivo se me propuse en este largo camino que aun seguiré caminando.

A la empresa INGESERCO S.A.C. que me brindaron todo su respaldo asi mismo todo el conocimiento durante la ejecución de todos los proyectos en los que participe en especial este proyecto, a su vez a los profesionales que me brindaron de su conocimiento para seguir creciendo como profesional.

ÍNDICE

INFORME DE SIMILITUD.....	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO	4
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN EJECUTIVO.....	15
ABSTRACT	16
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	17
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	71
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	120
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	177
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	230
REFERENCIAS.....	232
ANEXOS.....	236

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Evolución de PPC semanal.....</i>	<i>160</i>
<i>Tabla 2. Control diario.....</i>	<i>161</i>
<i>Tabla 3. Control de las duraciones de las actividades.....</i>	<i>163</i>
<i>Tabla 4. Secuencia de construcción primer anillo.....</i>	<i>169</i>
<i>Tabla 5. Secuencia de construcción segundo y tercer anillo.....</i>	<i>171</i>
<i>Tabla 6. Secuencia de construcción cuarto anillo.....</i>	<i>173</i>
<i>Tabla 7. Secuencia de construcción quinto y sexto anillo.....</i>	<i>174</i>
<i>Tabla 8. Secuencia de construcción séptimo anillo.....</i>	<i>175</i>
<i>Tabla 9. Secuencia de construcción octavo anillo.....</i>	<i>176</i>
<i>Tabla 10. Leyenda de sectorización.....</i>	<i>177</i>
<i>Tabla 11. Fechas de inicio optimizadas con la metodología Last Planner System.....</i>	<i>178</i>
<i>Tabla 12. Leyenda de los meses.....</i>	<i>179</i>
<i>Tabla 13. Plazos de ejecución Libertadores, Lado derecho A y Lado derecho B.....</i>	<i>180</i>
<i>Tabla 14. Plazos de ejecución de los frentes de Lado derecho B paralelo y la AV. Parado y Aliaga.....</i>	<i>181</i>
<i>Tabla 15. Plazos de ejecución de los frentes de Lado derecho B paralelo y la AV. Parado y Aliaga.....</i>	<i>182</i>
<i>Tabla 16. Plazos de ejecución de los frentes de Lado derecho B paralelo y la AV. Parado y Aliaga.....</i>	<i>185</i>
<i>Tabla 17. Leyenda de actividades.....</i>	<i>186</i>
<i>Tabla 18. Planeamiento a corto plazo (plan semanal).....</i>	<i>192</i>
<i>Tabla 19. Planeamiento a corto plazo semana 10.....</i>	<i>192</i>
<i>Tabla 20. Análisis de restricciones semana 10.....</i>	<i>194</i>
<i>Tabla 21. Planeamiento corto plazo semana 11.....</i>	<i>195</i>
<i>Tabla 22. Planeamiento corto plazo semana 11 final.....</i>	<i>195</i>
<i>Tabla 23. Análisis de restricciones semana 11.....</i>	<i>196</i>

<i>Tabla 24. Planeamiento corto plazo semana 12.....</i>	<i>197</i>
<i>Tabla 25. Planeamiento corto plazo semana 12 (Plan semanal)</i>	<i>197</i>
<i>Tabla 26. Análisis de restricciones semana 12.....</i>	<i>198</i>
<i>Tabla 27. Planeamiento corto plazo semana 13.....</i>	<i>199</i>
<i>Tabla 28. Planeamiento corto plazo semana 13 quinto anillo.....</i>	<i>199</i>
<i>Tabla 29. Análisis de restricciones semana 13.....</i>	<i>200</i>
<i>Tabla 30. Planeamiento corto plazo semana 14.....</i>	<i>201</i>
<i>Tabla 31. Planeamiento corto plazo semana 14 quinto anillo.....</i>	<i>201</i>
<i>Tabla 32. Análisis de restricciones semana 14.....</i>	<i>202</i>
<i>Tabla 33. Planeamiento a corto plazo semana 15.....</i>	<i>203</i>
<i>Tabla 34. Planeamiento a corto plazo semana 15 quinto anillo.....</i>	<i>203</i>
<i>Tabla 35. Análisis de restricciones semana 15.....</i>	<i>204</i>
<i>Tabla 36. Planeamiento a corto plazo semana 16.....</i>	<i>205</i>
<i>Tabla 37. Análisis del %PPC</i>	<i>206</i>
<i>Tabla 38. Evaluación del PPC a nivel general semana 1 a semana 16.....</i>	<i>208</i>
<i>Tabla 39. EV Evaluación del PPC a nivel general semana 17 a semana 31.....</i>	<i>208</i>
<i>Tabla 40. Evolución del PPC real vs optimizad.....</i>	<i>210</i>
<i>Tabla 41. Duraciones de trabajo por sectorizado primer anillo.....</i>	<i>212</i>
<i>Tabla 42. Duraciones de trabajo por sectorizado segundo anillo.....</i>	<i>214</i>
<i>Tabla 43. Duraciones de trabajo por sectorizado tercer anillo.....</i>	<i>2215</i>
<i>Tabla 44. Duraciones de trabajo por sectorizado cuarto anillo.....</i>	<i>216</i>
<i>Tabla 45. Duraciones de trabajo por sectorizado quinto anillo.....</i>	<i>217</i>
<i>Tabla 46. Duraciones de trabajo por sectorizado sexto anillo.....</i>	<i>218</i>

<i>Tabla 47. Duraciones de trabajo por sectorizado séptimo anillo.....</i>	<i>219</i>
<i>Tabla 48. Duraciones de trabajo por sectorizado octavo anillo.....</i>	<i>220</i>
<i>Tabla 49. Análisis duraciones meta y real 1er y 2do anillo.....</i>	<i>221</i>
<i>Tabla 50. Análisis duraciones meta y real 3er y 4to anillo.....</i>	<i>222</i>
<i>Tabla 51. Análisis duraciones meta y real 5to y 6to anillo.....</i>	<i>223</i>
<i>Tabla 52. Análisis duraciones meta y real 7mo y 8vo anillo.....</i>	<i>224</i>
<i>Tabla 53. Análisis de rendimientos de mano de obras meta y real del 1er al 4to anillo.....</i>	<i>225</i>
<i>Tabla 54. Análisis de rendimientos de mano de obras meta y real del 5to al 8vo anillo.....</i>	<i>227</i>
<i>Tabla 55. Resultado de la optimización del control de las actividades de mano de obra.</i>	<i>228</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Ejemplo del ciclo de vida de un proyecto de construcción.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 2. Variación interanual del sector construcción</i>	<i>27</i>
<i>Figura 3. Ubicación del proyecto</i>	<i>30</i>
<i>Figura 4. Plano topográfico.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 5. Plano perfiles longitudinales.....</i>	<i>33</i>
<i>Figura 6. Plano secciones</i>	<i>34</i>
<i>Figura 7. Plano ubicación.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 8. Análisis de precios unitarios trazo, nivelación y replante.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 9. Movilización y desmovilización de equipos.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 10. Equipo de protección individual.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 11. Solado $e=2''$ C:H,1:12 Para zapatas.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 12. Acero de refuerzo $f_y=4200\text{kg/cm}^2$ para pantalla.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 13. Encofrado y desencofrado para pantalla</i>	<i>44</i>
<i>Figura 14. Concreto premezclado $f'c=210\text{kg/cm}^2$ para pantalla.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 15. Junta asfáltica $E=1''$C/Tecn. exp. sello asfáltico (asfalto: arena 1:3)</i>	<i>47</i>
<i>Figura 16. Personal encargado de la ejecución de la obra.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 17. Plano de Arquitectura monitor Huáscar.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 18. Plano de Arquitectura monitor Huáscar Proa.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 19. Plano de Arquitectura monitor Huáscar Popa</i>	<i>53</i>
<i>Figura 20. Vista área de la construcción del monitor Huáscar.....</i>	<i>54</i>

<i>Figura 21. Vista área de la construcción de la losa aligerada del monitor Huáscar.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 22. Vista área de la construcción del monitor Huáscar y movimiento de tierra</i>	<i>56</i>
<i>Figura 23. Culminación del parque temático Naval.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 24. Residencial - Mambo</i>	<i>58</i>
<i>Figura 25. Charlas al inicio de labores.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 26. Visita técnica planta de producción de carpintería metálica</i>	<i>62</i>
<i>Figura 27. Zona de arenado.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 28. Área de pintura y arenado.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 29. Personal encargado del arenado de las estructuras.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 30. Estructuras arenadas.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 31. Estructura con sticker de calidad.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 32. Última visita técnica a planta.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 33. Área de pintura de las estructuras.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 34. Personal encargado del pintado.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 35. Estructuras metálicas pintadas.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 36. Ciclo de Vida de un proyecto.....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 37. Esquema de planificación y control de un proyecto.....</i>	<i>73</i>
<i>Figura 38. Esquema de Niveles de planificación</i>	<i>76</i>
<i>Figura 39. Cierre de un proyecto.....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 40. Sistema LEAN vs enfoque tradicional.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 41. Metodología tradicional y Metodología LPS.....</i>	<i>84</i>

<i>Figura 42. Sistema de trabajo Last Planner System.....</i>	<i>85</i>
<i>Figura 43. Sistema de implementación Last Planner</i>	<i>88</i>
<i>Figura 44. Implicados en la revisión del proyecto.....</i>	<i>89</i>
<i>Figura 45. Estrategia general de implementación.....</i>	<i>91</i>
<i>Figura 46. Cronograma maestro de proyecto.....</i>	<i>93</i>
<i>Figura 47. Programa maestro de identificación de hitos.....</i>	<i>93</i>
<i>Figura 48. Ejemplo de Plan de Fases de una vivienda unifamiliar.....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 49. Ejemplo de sectorización de losa.....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 50. Ejemplo de tren de actividad de muro anclado.....</i>	<i>97</i>
<i>Figura 51. Planificación intermedia.....</i>	<i>100</i>
<i>Figura 52. Ejemplo de lookahead.....</i>	<i>100</i>
<i>Figura 53. Plantilla para identificar las actividades que se “pueden” hacer en la planificación intermedia.</i>	<i>102</i>
<i>Figura 54. Plantilla para identificar las actividades que se “pueden” hacer en la planificación intermedia.</i>	<i>103</i>
<i>Figura 55. Ejemplo de preparación de actividades.....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 56. Ejemplo de planificación semanal.....</i>	<i>108</i>
<i>Figura 57. Ejemplo de indicador de PPC.....</i>	<i>110</i>
<i>Figura 58. Ejemplo de indicador de PPC.....</i>	<i>110</i>
<i>Figura 59. Porcentaje de ocurrencia de causas de no cumplimiento (CNC).....</i>	<i>112</i>
<i>Figura 60. Task Made Ready.....</i>	<i>113</i>
<i>Figura 61. Ejemplo de panel de control de un proyecto.....</i>	<i>114</i>
<i>Figura 62. Ejemplo de rutina de reunión semanal.....</i>	<i>115</i>

<i>Figura 63. Ejemplo reunión semanal revisión de mejora continua.....</i>	<i>115</i>
<i>Figura 64. Rendimiento mano de obra</i>	<i>119</i>
<i>Figura 65. Plano de ubicación del proyecto.....</i>	<i>121</i>
<i>Figura 66. Plano de Elevación.....</i>	<i>126</i>
<i>Figura 67. Plano estructuras de excavación de muros anclados.....</i>	<i>127</i>
<i>Figura 68. Plano estructural.....</i>	<i>128</i>
<i>Figura 69. Plano estructural.....</i>	<i>128</i>
<i>Figura 70. Plano de arquitectura de pisos oficinas y vivienda.....</i>	<i>128</i>
<i>Figura 71. Plano de arquitectura de sótanos oficina y vivienda.....</i>	<i>129</i>
<i>Figura 72. Plano de corte y elevación de oficinas.....</i>	<i>129</i>
<i>Figura 73. Plano de corte y elevación de sótanos.....</i>	<i>130</i>
<i>Figura 74. Plano de corte y elevación de oficinas.....</i>	<i>130</i>
<i>Figura 75. Procedimientos de control.....</i>	<i>133</i>
<i>Figura 76. Realización de Trabajos de Corte de Banqueta y Perfilado.....</i>	<i>143</i>
<i>Figura 77. Detección de calzaduras en eje M.....</i>	<i>143</i>
<i>Figura 78. Inyección de anclajes.....</i>	<i>144</i>
<i>Figura 79. Armado de acero en muros.....</i>	<i>144</i>
<i>Figura 80. Primer encofrado de paño de muro pantalla.....</i>	<i>145</i>
<i>Figura 81. Vaciado de muros.....</i>	<i>145</i>
<i>Figura 82. Curado del muro con Antisol.....</i>	<i>146</i>
<i>Figura 83. Estabilización de terreno con lechada.....</i>	<i>146</i>
<i>Figura 84. Plano de sectorización para el inicio del LPS.....</i>	<i>147</i>

<i>Figura 85. Cronograma maestro.....</i>	<i>149</i>
<i>Figura 86. Cronograma general para la optimización con el LPS.....</i>	<i>152</i>
<i>Figura 87. Plano de sectorización para el inicio del LPS.....</i>	<i>157</i>
<i>Figura 88. Lookahead.....</i>	<i>158</i>
<i>Figura 89. PPC.....</i>	<i>159</i>
<i>Figura 90. CNC.....</i>	<i>160</i>
<i>Figura 91. Tren de trabajo designado para la ejecución de los muros anclados del Edificio Pardo y Aliaga.....</i>	<i>167</i>
<i>Figura 92. Esquema de planta de anclajes-anillo 1.....</i>	<i>168</i>
<i>Figura 93. Esquema de planta de anclajes-anillo 2 y 3.....</i>	<i>170</i>
<i>Figura 94. Esquema de planta de anclajes-anillo 4.....</i>	<i>172</i>
<i>Figura 95. Esquema de planta de anclajes-anillo 5 y 6.....</i>	<i>173</i>
<i>Figura 96. Esquema de planta de anclajes-anillo 7.....</i>	<i>175</i>
<i>Figura 97. Esquema de planta de anclajes-anillo 8.....</i>	<i>176</i>
<i>Figura 98. Sectorización.....</i>	<i>177</i>
<i>Figura 99. Cronograma Real Planificado.....</i>	<i>183</i>
<i>Figura 100. Cronograma optimizado.....</i>	<i>184</i>
<i>Figura 101. Lookahead producción de las 7 semanas con mayores actividades.....</i>	<i>187</i>
<i>Figura 102. Lookahead producción semana 10 a semana 13.....</i>	<i>188</i>
<i>Figura 103. Lookahead producción semana 11 a semana 15.....</i>	<i>189</i>
<i>Figura 104. Lookahead producción semana 12 a semana 15.....</i>	<i>190</i>
<i>Figura 105. Lookahead producción semana 13 a semana 16.....</i>	<i>191</i>

<i>Figura 106. Evaluación del ppc de las 7 semanas de ruta crítica.....</i>	<i>206</i>
<i>Figura 107. Evaluación del ppc de las 31 semanas del proyecto.....</i>	<i>209</i>
<i>Figura 108. %PPC real vs %PPC optimizado.....</i>	<i>211</i>
<i>Figura 109. Gráfico del análisis del %CNC.....</i>	<i>228</i>

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo tuvo como objetivo general evaluar en qué medida la implementación del Last Planner System (LPS) mejora la gestión del proyecto muros anclados del Edificio Pardo y Aliaga. Este proyecto está ubicado entre la Av. Pardo y Aliaga y la Calle Los Libertadores, San Isidro. La aplicación del LPS en el proyecto empezó con la sectorización, seguidamente se generó el tren de trabajo; posteriormente se trabajó con el cronograma optimizado, con ello se procedió a realizar el Lookahead, el cual ayudó a obtener una mejor planificación y como último procedimiento se realizó el planeamiento a corto plazo el cual ayudó a mejorar el control de las actividades de la mano de obra. Ya con la implementación del LPS, se obtuvieron los siguientes resultados. Se obtuvo una reducción de plazos en 30 días, optimizando los plazos en 14.6%, además se mejoró la planificación en un 92%, por último, se optimizó el control de actividades, obteniendo un 23% de optimización. Finalmente, de la evaluación de los resultados obtenidos implementando el LPS, se determinó que mejora la gestión de la ejecución de este proyecto, porque contribuye en una mejora; de plazos, planificación y control, confirmando que el LPS es una herramienta adecuada para la gestión de proyectos.

ABSTRACT

The general objective of this work was to evaluate to what extent the implementation of the Last Planner System (LPS) improves the management of the anchored walls project of the Pardo y Aliaga Building. This project is located between Av. Pardo y Aliaga and Calle Los Libertadores, San Isidro. The application of the LPS in the project began with the sectorization, then the work train was generated; Subsequently, we worked with the optimized schedule, with this the Lookahead was carried out, which helped to obtain a better planning and as a last procedure, the short-term planning was carried out, which helped to improve the control of the activities in the hands of construction site. With the implementation of the LPS, the following results were obtained. A reduction of deadlines in 30 days was obtained, optimizing deadlines by 14.6%, in addition planning was improved by 92%, finally the control of activities was optimized, obtaining a 23% optimization. Finally, from the evaluation of the results obtained by implementing the LPS, it was determined that it improves the management of the execution of this project, because it contributes to an improvement; of deadlines, planning and control, confirming that the LPS is an adequate tool for project management.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

La empresa INGESERCO S.A.C., es una empresa de ingeniería que se dedica a la elaboración de expedientes técnicos, ejecución de obras públicas, construcción de edificios y consultoría, está ubicada en los Los Olivos, ciudad Lima, cuyo inicio de sus actividades económicas se dieron el 06 de junio del 2015, aportando crecimiento en trabajos de construcción a nuevos talentos, así mismo aportando crecimiento en la región con la responsabilidad ambiental que se requiere. Así mismo cuenta con incorporación como empresa calificada al régimen de buenos contribuyentes (Resolución N° 0230050244482) a partir del 01 de setiembre del 2018, por otro lado, cuenta con el empadronamiento en el registro nacional de proveedores para hacer contrataciones con el Estado Peruano, destacando trabajos con distintos municipios, teniendo como propósito el satisfacer los requerimientos de nuestros clientes, otorgándoles un servicio eficiente, oportuno y de calidad, entregando seguridad y confianza las obras que ejecuta tal y como la que se mencionan en este presente trabajo.

1.2. INTEGRACIÓN A LA EMPRESA

La incorporación a la empresa INGESERCO SAC. se dio mediante una convocatoria de trabajo en la página de LinkedIn, donde la encargada de recursos humanos la señorita Cindy Lara. se contactó mediante vía telefónica informándome del reclutamiento para integrar la empresa. Después de indicarme que había sido reclutado, hubo una citación para una entrevista más formal, donde mencione las habilidades y actitudes obtenidas como profesional, donde posteriormente se me informo que tenía que pasar exámenes médicos para iniciar de manera formal como asistente de ingeniero supervisor en noviembre del año 2020, en dónde las principales funciones eran: la de compatibilizar planos de los proyectos a nivel de detalle; controlar el cronograma de la

elaboración de cada proyecto, formulación y elaboración de expedientes técnicos correspondientes a consultorías y obras dentro del sector público y privado, así mismo, en el apoyo técnico en campo como asistencia en supervisiones y visitas técnicas.

Así mismo mediados de julio de 2021 la empresa designo nuevas actividades como la elaboración de análisis de precios unitarios, así mismo visitas técnicas dando apoyo en la supervisión de producción y calidad en estructuras metálicas para las construcciones que la empresa adquirió en ese periodo de tiempo. Actualmente el cargo que se ocupa dentro de la empresa es de supervisor de obra y a su vez en el control y planeación de proyectos, participando hasta la fecha en diversos tipos de proyectos de entidades privadas y públicas como edificios, parques temáticos, parques de recreación, residenciales, edificios, entre otros.

Durante la estancia en la empresa pude desarrollarme profesionalmente gracias al apoyo del personal técnico con el que cuenta, siendo de mucha ayuda cada uno de los participantes de cada proyecto, cada uno aportando con su experiencia obtenida a lo largo de la vida profesional.

1.3. OBJETIVOS DE LA EMPRESA

La empresa tiene como objetivo principal el controlar, ejecutar y entregar los proyectos de construcción con las más altas calidades a sus clientes, ya que de esa manera podrán darse a conocer y generar confianza y buena reputación en temas de construcciones a nivel público y privado.

1.4. MISIÓN

La misión de la empresa es brindar soluciones a las construcciones en el sector público y privado en base a la experiencia obtenida con el tiempo en distintos proyectos, de esa manera podrán satisfacer las necesidades de los clientes de forma responsable.

1.5. VISIÓN

Ser reconocidos y considerados a nivel nacional como una empresa que brinda servicios de la más alta calidad para con sus proyectos y clientes.

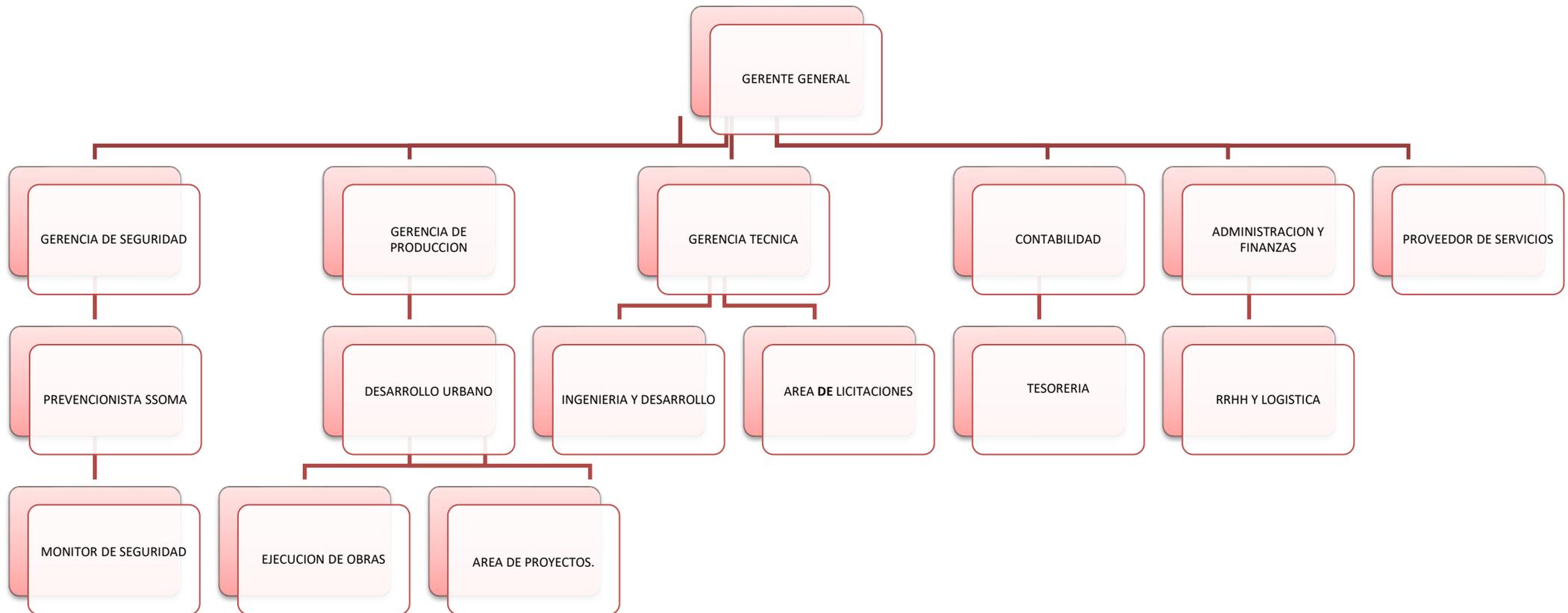
1.6 SERVICIOS QUE OFRECE

- Consultoría en Ingeniería Civil.
- Elaboración de expedientes técnicos.
- Construcción de edificaciones, centros comerciales, entre otros.

1.7. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

- **Dirección:** Gerente general de la empresa
- **Ejecutivo:** jefe de Ingeniería, jefe de Oficina Técnica, Ingeniero residente.
- **Mando de mediano rango:** Ingeniero de producción y calidad, Ingeniero supervisor Ingeniero de seguridad, Arquitecto, Administrador y Contador.
- **Operaciones:** Oficiales, operarios, capataces y peones.

1.8. ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA



1.9. REALIDAD PROBLEMÁTICA

En muchas ocasiones los retrasos que se generan en los proyectos de construcción dan lugar a insatisfacciones de todas las partes que están involucradas y en donde la función principal del director o jefe de proyectos es tener la seguridad de que los proyectos se ejecuten completamente dentro del tiempo y costo presupuestado.

Los retrasos en la culminación de los proyectos son uno de los problemas más comunes de la industria de la construcción, la cual tiene como efecto perjudicar en el ámbito social, ambiental y financiero, esto se da debido que en el cronograma de construcción se presentan una cadena de eventos que generan el atraso en la ejecución de los proyectos.

Es por ello que una buena planificación debe estar bien gestionada y controlada lo cual permitirá la optimización de los trabajos, priorizar y tomar buenas decisiones y con ello cumplir con los plazos establecidos en el proyecto.

1.9.1. NIVEL INTERNACIONAL

Las dificultades cronológicas en la historia se vinculan al rubro de la construcción son por mucho conocido, sin embargo, la industria de la construcción frecuentemente se muestra evasivo al cambio en lo que refiere a la adopción del sistema Lean y de las nuevas formas de gestión provenientes de otras industrias. Los problemas recurrentes generan mayor desconcierto y mutabilidad, que son dos de los más grandes peligros de cualquier inversión. En la historia, el sistema tradicional de producción, control y gestión de proyectos de construcción no ha sido capaz de disminuir de manera notoria los problemas en temas de tiempo de la construcción. Y, teniendo en cuenta que la tecnología y el software han hecho más fácil el trabajo en el rubro de la construcción, durante las últimas décadas, en si no han tenido un impacto muy significativo ni sobre la mejora de la productividad, ni en la eliminación de los derroches típicos.

“En Europa y Latinoamérica actualmente los problemas que pueden desencadenar las malas gestiones de planificación en los proyectos de construcción son innumerables, siendo imprescindible que sepamos detectarlos y corregirlos a tiempo. Pues estos problemas pueden afectar en gran medida al presupuesto, los plazos de ejecución o, incluso, al resultado final de la obra llegando a ser una molestia para los usuarios finales. Son muchos los procesos que se llevan a cabo durante un proyecto de edificación y múltiples las condiciones que nos podemos encontrar, por eso es esencial contar con una buena gestión de la obra de construcción, así como un estricto control y una metódica planificación. Una mala gestión es un problema, pero su no identificación o su negación, es un problema aún mayor. En obras de construcción y en todas las acciones de nuestra vida, en general. Cuando ciertas acciones se han realizado tradicionalmente siempre de la misma manera, y aunque que los resultados no sean los adecuados, la mayor parte de las veces es muy difícil cambiarlas”. (Neoblockmodular Build Your, 2017) (España).

“Así mismo la falta de planificación previa provoca que el coste de las obras se incremente un 98%. El desinterés por llevar a cabo una buena planificación en la obra provoca que por encima del 50% de los problemas se reiteren en la realización de los proyectos. La falta de planificación previa a la ejecución de la obra provoca un aumento de los costes hasta un 98%. Según el estudio realizado, los periodos en la gestión de obra se alargan de media un 115% y por encima del 50% de los problemas e inconvenientes se repiten”. (EPCTracker, 2020).

“Por otro lado, se suma otra realidad problemática en Latinoamérica, la cual se presenta frecuentemente en los proyectos de construcción y vienen a ser los periodos en la gestión de obra los cuales alargan a media de un 115% y más del 50% de los problemas y entorpecimientos se repiten en los proyectos una y otra vez. Una buena comunicación entre los componentes que forman parte de la gestión de una obra es imprescindible, el

28% de los proyectos fracasan por una mala comunicación. Una planificación de proyecto poco detallada, que impide identificar rápidamente los desvíos en el proyecto y reaccionar a ellos. Entre los principales problemas tenemos primeramente una mala gestión del riesgo, tener la capacidad de anticipar potenciales problemas que normalmente acaban apareciendo es esencial y a través de la reflexión previa al arranque de la ejecución de obra podrían evitarse múltiples atrasos. Así mismo la calidad de la obra, pues los proyectos enfocados a avanzar como sea en la ejecución de obra sin tener presente la calidad están condenados a asumir atrasos y sobrecostos al final del proyecto, sino incluso a volver a ejecutar varias partidas del mismo. Siendo la calidad algo que debe ir de la mano del proyecto desde su concepción. Por último, la dificultad en la coordinación. Los proyectos se realizan en un entorno multiempresa, interviniendo distintos oficios, proveedores y contratistas, que deberíamos aspirar a que trabajasen como uno solo para así evitar las interferencias entre los distintos trabajos que suelen aparecer a lo largo del proyecto. Según la consultora, más del 25% de los recursos se desaprovechan debido a una descoordinación entre oficios”. (Alimarket, 2020).

“A su vez los problemas de la gestión y planificación de proyectos en las empresas, muchas veces y según las circunstancias, deberá enfrentarse a diversos desafíos o problemas en la implementación de proyectos. Aunque se planifique, en ocasiones la duración del proyecto puede obstaculizar su cumplimiento en tiempo y forma, ya que la realidad puede diferir de lo planificado de antemano. A pesar de la disponibilidad de múltiples recursos, herramientas de gestión de proyectos, materiales de capacitación y metodologías flexibles, las empresas siguen desperdiciando gran cantidad de dinero cada año y luchan para abordar los desafíos y problemas en la implementación de proyectos que enfrentan”. (Drew, 2022).(España)

“También genera un gran problema el que los proyectos de construcción experimentan retrasos ocasionando pérdida de tiempo, costos y recursos, siendo este uno de los principales problemas para un proceso sustentable de un país en vías de desarrollo. En la industria de la construcción existen factores que ocasiona retrasos en los cronogramas, lo cual constituye un problema al generar ampliación de tiempo y sobrecostos en el proyecto. Sumado a ello se da que los retrasos en la finalización de los proyectos de construcción son uno de los problemas más comunes de la industria de la construcción, y tiene un efecto perjudicial en todas las líneas de triple fondo de sostenibilidad (es decir, social, ambiental y financiera)”. (Pazmiño Rodríguez & Calle Castro, 2021)(Ecuador)

1.9.2. NIVEL NACIONAL

En el Perú, el rubro de la construcción debe enfrentarse a diferentes realidades las cuales pueden perjudicar los plazos de ejecución así mismo tener un impacto directo en el presupuesto de estos, todo esto debido a problemas en gestión, malas planificaciones, escasos recursos y entre otros aspectos perjudiciales en avances de obras. Por ejemplo, como menciona el periodista (Paz Campuzano, 2022) en el diario EL comercio, hay varios de cientos de obras viales, colegios y de hospitales que están pendientes de empezar a ejecutarse. De las 11.172 intervenciones proyectadas, 6.075 se han culminado, el resto, un total de 5.097 de los proyectos de construcción, 1.622 todavía se encuentran en ejecución, 833 se encuentran en ejecución y 278 en estudio o son también intervenciones pendientes. De todo este retraso, lo que preocupa a varios gobernadores y alcaldes es que las obras más importantes ni siquiera han empezado, es por ello que se necesita de implementar un método que ayude a agilizar el tema de ejecuciones de proyectos para evitar más pérdidas monetarias en el Perú.

La realidad problemática que se presentan en la planificación y control de proyectos en nuestro país no es ajena al tema, actualmente vemos reflejado este impacto en la mala planificación de proyectos en obras inconclusas, obras que se culminan fuera del tiempo pactado entre otros factores. En los últimos años en la ciudad de Lima, se ha venido apreciando que en las entidades públicas que ejecutan obras, bajo la modalidad de administración directa, que los proyectos muestran una tendencia a ser poco exitosos en cuanto a tiempo y costo. Es común que los responsables de la ejecución tengan que solicitar ampliaciones de plazo y presupuestales. Una de las principales causas viene a ser la no planificación de un sistema de riesgos en el proceso de ejecución de una obra pública bajo la modalidad de administración directa como: la falta de transferencia presupuestal en su integridad, deficiencia en la compatibilización de los expedientes técnicos, que generan los sobre costos y ampliaciones de plazo, no cumpliendo de esta forma con los objetivos esperados.

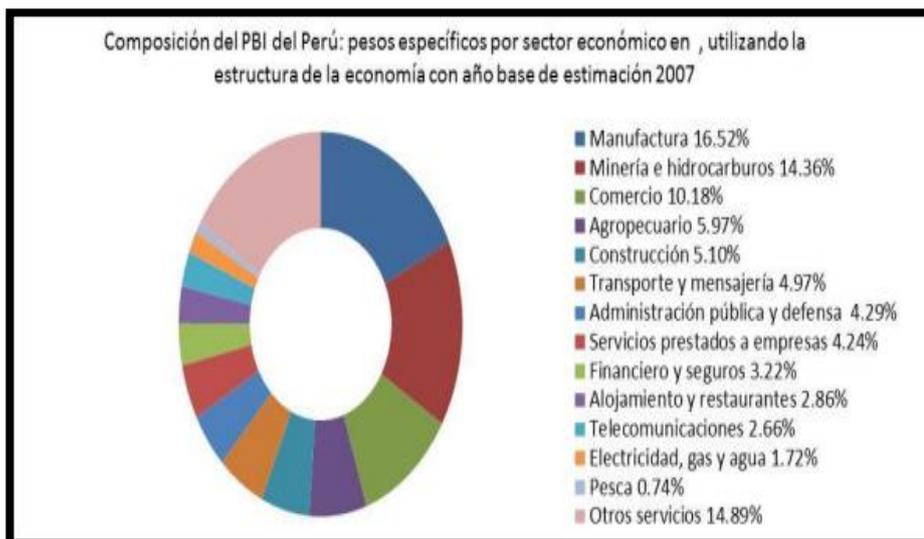
Cabe resaltar que el mayor problema de los proyectos de Obras Civiles hoy en día en el Perú es la dificultad de no cumplir con los plazos y costos, y el control de proyectos es deficiente de acuerdo a cada proyecto. Debido a que los proyectos cada vez son más cortos y económicos establecidos por el Cliente y no implementan un control y monitoreo de proyectos adecuado para el tipo de proyecto, todo esto tiene una consecuencia importante en los proyectos civiles como; no se cumple los plazos acordados por el contrato, se tiene sobre costos del presupuesto, el mal control de los recursos como: mano de obra, equipos y materiales y, por último, el mal manejo de la ejecución del proyecto.

“Pues en el Perú se ha conseguido en los últimos años un crecimiento económico importante donde el sector construcción es uno de los ejes importantes para mantener una economía estable y saludable, actualmente este sector representa el 5.1% del PBI nacional. Y debido a que hay poco desarrollo en infraestructura, el sector se convierte en

un motor importante del crecimiento país que da trabajo directo e indirecto a muchas familias, los estudios indican que existe una brecha muy amplia en infraestructura. El sector construcción es muy importante para la economía peruana por su relación con actividades productivas en otras industrias. Es una fuente directa importante de empleo y agrupa importantes proyectos de infraestructura. A pesar de su pequeño tamaño con relación al PBI (5.1%), en comparación con la minería (14.4%), este sector tiene uno de los efectos multiplicadores más elevados. Es decir, la inversión en él tiene un retorno elevado, lo cual lo convierte en un sector dinamizador de la economía”. (COMEXPERU, 2022)

Figura 1: Ejemplo del ciclo de vida de un proyecto de construcción

Fuente: Planificación y Control de proyectos pág. (16)

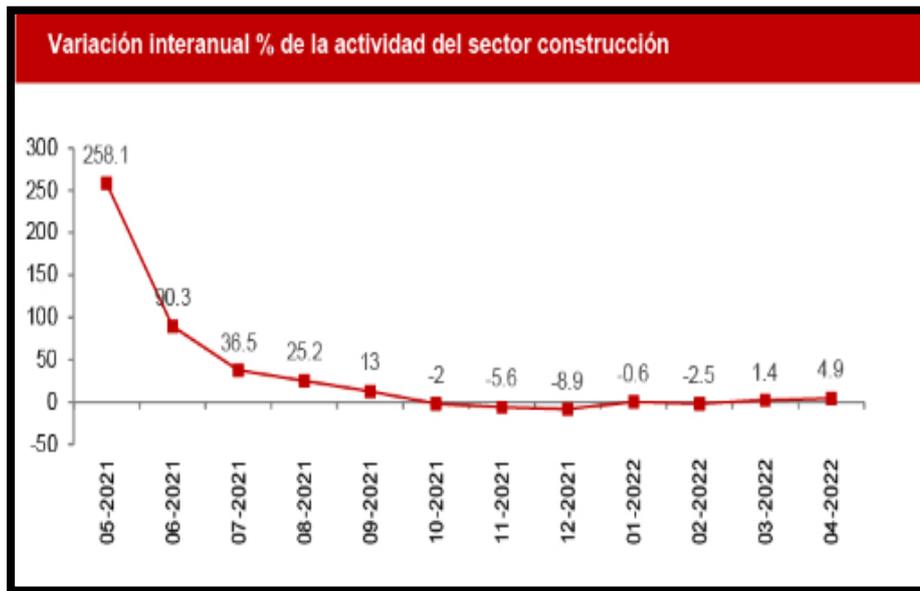


“Así mismo el sector construcción tuvo una aceleración en el crecimiento interanual. Como se mencionó, esto ocurrió porque la construcción y el desarrollo de proyectos inmobiliarios formaron parte de la reactivación económica del país. Sin embargo, en meses posteriores, se registró una desaceleración debido a los retrasos producidos en obra, los cuales se dieron por temas de planificación y control de costos materiales y la economía, incluso hasta llegar a tasas negativas de crecimiento interanual. No fue sino

hasta marzo y abril últimos que se evidenciaron mejoras, con aumentos del 1.4% y el 4.9%, respectivamente. Así, en el periodo enero-abril de 2022, el sector registró un crecimiento del 0.88% con respecto al mismo periodo de 2021”. (COMEXPERU, 2022)

Figura 2: Ejemplo del ciclo de vida de un proyecto de construcción

Fuente: *Planificación y Control de proyectos* pág. (16)



Teniendo en cuenta los problemas que se presentan en la planificación y control de proyectos y a su vez las estadísticas del porcentaje creciente y decreciente que presenta el sector de construcción en el territorio peruano, concretamente en el problema de porcentaje decreciente por la ocurrencia en situaciones de fallas en la planificación de proyectos y los retrasos de estos mismo. Dicho esto, resulta inminente entonces la implementación de cambios significativos en el modo de planificar y controlar los proyectos de construcción, es por ello que en el desarrollo de la presente investigación se centró en aplicar una metodología que ayude a evitar estos problemas teniendo un mejor control y planificación de los proyectos y que ayude a mejorar la calidad de entrega de los proyectos, con el fin de generar avances significativos en las obras posteriores que se realizaran en el territorio peruano.

1.10. Identificación del problema

1.10.1. Problema general

¿En qué medida la implementación de la metodología Last Planner System en la etapa de la construcción de los muros anclados mejora la gestión de la ejecución del Edificio Pardo y Aliaga en San isidro, Lima- 2022?

1.10.2. Problemas específicos.

1.10.2.1. Problema específico 1

Cómo la implementación de la metodología Last Planner System en la etapa de la construcción de los muros anclados mejora la **planificación** de la ejecución del Edificio Pardo y Aliaga en San isidro, Lima- 2022

1.10.2.2. Problema específico 2

De qué manera la implementación de la metodología Last Planner System en la etapa de la construcción de los muros anclados mejora el **control** de la ejecución del Edificio Pardo y Aliaga en San isidro, Lima- 2022

1.10.2.3. Problema específico 3

En qué medida la implementación de la metodología Last Planner System en la etapa de la construcción de los muros anclados mejora los **plazos** de la ejecución del Edificio Pardo y Aliaga en San isidro, Lima- 2022

1.10.2.4. Problema específico 4

Cómo la implementación de la metodología Last Planner System en la etapa de la construcción de los muros anclados mejora los **costos** de la ejecución de la mano de obra del Edificio Pardo y Aliaga en San isidro, Lima- 2022

1.11. Objetivos

1.11.1. Objetivo general

Evaluar en qué medida la implementación de la metodología Last Planner System en la etapa de la construcción de los muros anclados mejora la gestión de la ejecución del Edificio Pardo y Aliaga en San isidro, Lima- 2022.

1.11.2. Objetivos específicos

1.11.2.3. Objetivo específico 1

Calcular en qué medida la implementación de la metodología Last Planner System en la etapa de la construcción de los muros anclados mejora los **plazos** de la ejecución del Edificio Pardo y Aliaga en San isidro, Lima- 2022.

1.11.2.1. Objetivo específico 2

Determinar como la implementación de la metodología Last Planner System en la etapa de la construcción de los muros anclados mejora la **planificación** de la ejecución del Edificio Pardo y Aliaga en San isidro, Lima- 2022.

1.11.2.2. Objetivo específico 3

Analizar de qué manera la implementación de la metodología Last Planner System en la etapa de la construcción de los muros anclados mejora el **control** de la ejecución del Edificio Pardo y Aliaga en San isidro, Lima- 2022.

1.12. TAREAS Y ACTIVIDADES DESARROLLADAS EN EL CUMPLIMIENTO DE FUNCIONES EN LAS OBRAS DE LA EMPRESA

1.12.1. PERIODO 2020

OBRA 1: “MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN EL AA. HH. SR. DE LOS MILAGROS Y PALMERAS, DISTRITO DE ANCÓN – LIMA - LIMA)”.

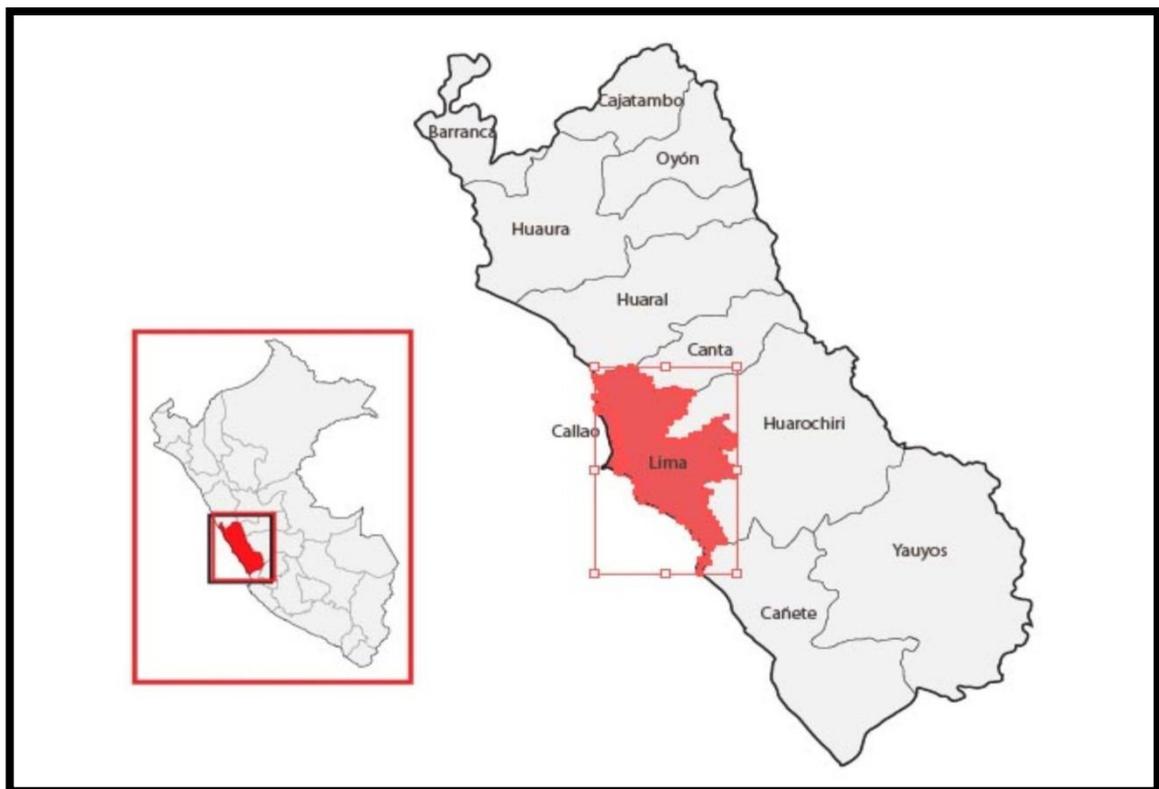
1.12.1.1 UBICACIÓN GEOGRAFICA:

DISTRITO: Ancón

LOCALIDAD: AA. HH. Sr. De los Milagros y Palmeras

Figura 3: Ubicación del proyecto

Fuente: Expediente técnico mejoramiento de servicios vehicular



1.12.1.2. ACTIVIDADES EN GABINETE

El trabajo en gabinete consistió en la recolección de datos obtenidos en los levantamientos topográficos realizados con estación total y drones, consecuentemente con estos datos se pasó a realizar los planos y así mismo en gabinete, aplicando un

programa de cómputo y en base al levantamiento de las vías se obtuvo los PI y elementos de curva que son ángulos de inflexión, radio, tangente, PC y PT para posteriormente hacer el replanteo de PI por coordenadas del terreno.

Con toda la información procesada por el programa y recolección de datos obtenidos de las estaciones totales y drones se procedió a realizar los planos topográficos, detalles de las pistas y veredas, plantas y perfiles, entre otros. En donde la principal función era el dibujo técnico con el programa AutoCAD, a su vez la verificación de errores que puedan presentarse al momento del dibujo, como la escala, medidas, membrete con su respectiva nomenclatura, entre otros.

1.12.1.3. ESPECIFICACIONES DE PLANOS PARA ELABORACION

En la realización de los planos se tuvieron en cuenta que se deberá preparar y someter a consideración del Supervisor o Inspector de Obra, todos “Los Planos de Obra” que puedan ser necesarios para representar en detalle todas las partes del trabajo, incluyendo los cálculos justificativos que fueran necesarios. Estos planos deben estar de acuerdo con los correspondientes al Contrato y a las Especificaciones de éste, y son estas últimas las que deben tener primacía sobre cualquier plano o detalle de trabajo preparado por el EJECUTOR, aun cuando los mismos pueden ser aprobados.

El ejecutor será el único responsable de la corrección de las dimensiones marcadas en tales planos. Cualquier material encargado antes de la aprobación de estos planos, será por cuenta y riesgo del ejecutor. No se admitirán modificaciones de estos planos una vez aprobados, salvo consentimiento escrito del Supervisor o Inspector de Obra. Después de efectuarse las correcciones y la aprobación consiguiente, el EJECUTOR deberá proporcionar cuatro juegos de planos.

Cuando en opinión del Supervisor o Inspector de Obra se crea necesario explicar más detalladamente el trabajo que se va a ejecutar, o sea necesario ilustrar mejor la obra, o

pueda requerirse mostrar algunos cambios, el Supervisor o Inspector de Obra preparará dibujos con especificaciones y entregará al EJECUTOR, copias del mismo para su ejecución. Cuando tales planos requieran ya sea menor o mayor cantidad de obra que las que han sido estimadas, la compensación al EJECUTOR estará sujeta a los términos del Contrato.

- Elaboración de plano topográfico - zona de AA. HH. Sr. De los Milagros y Palmeras

Unidad Beneficiada: zona de AA. HH. Sr. De los Milagros y Palmeras

Distancia del proyecto: 1.68km

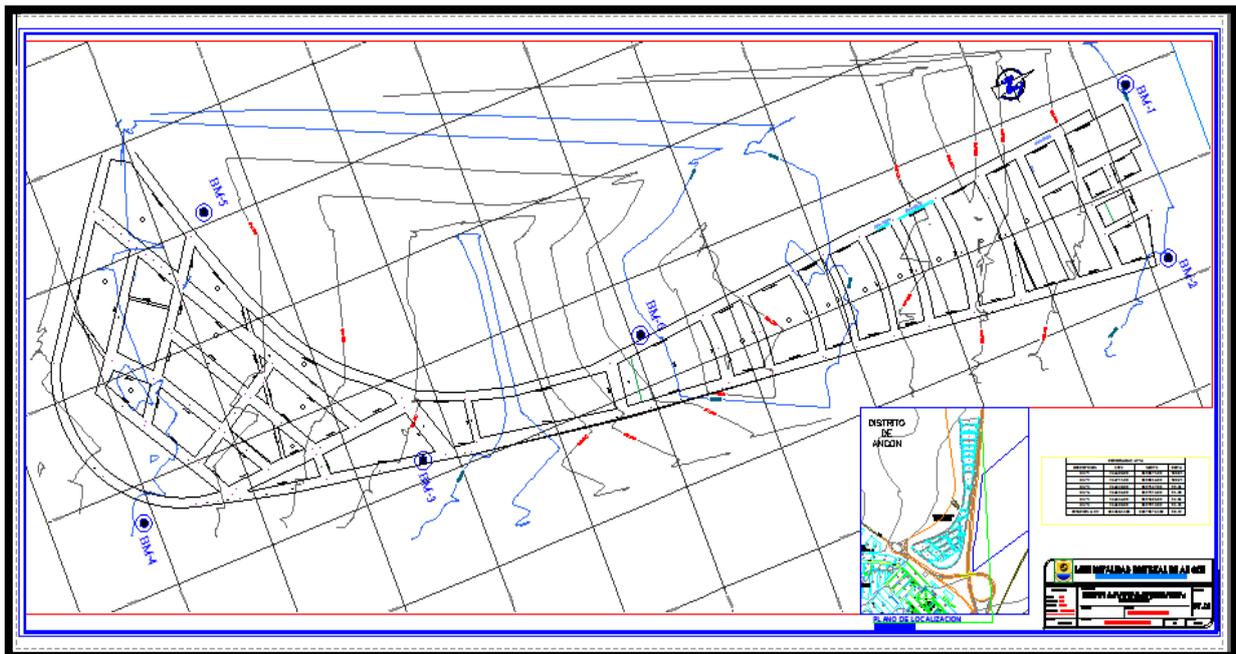
Provincia : Lima

Distrito : Ancón

Mes : Noviembre

Figura 4: Plano topográfico

Fuente: Expediente técnico mejoramiento de servicios vehicular



Elaboración de plano de detalles de pistas y veredas - zona de AA. HH. Sr. De los Milagros y Palmeras

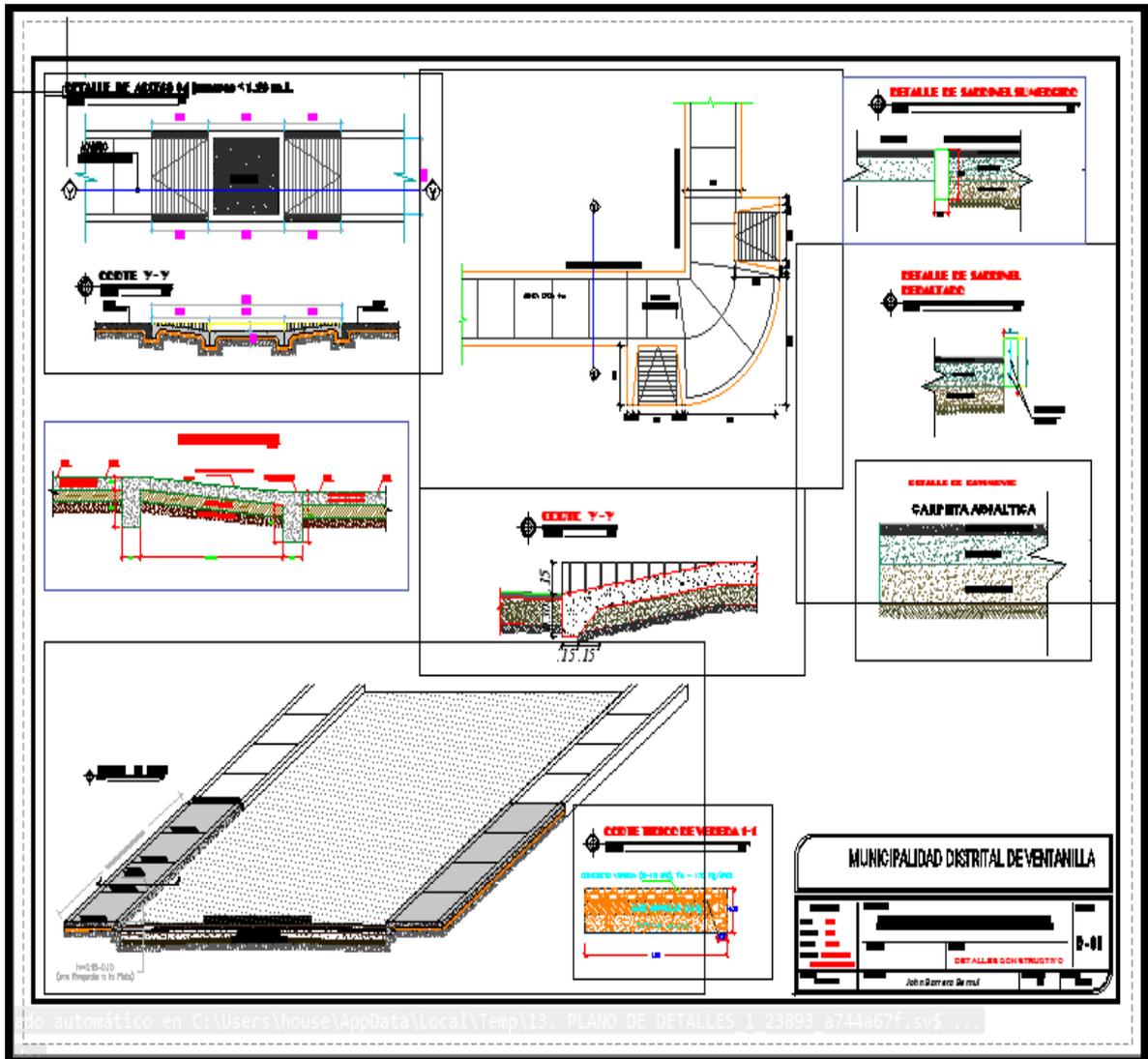
Unidad Beneficiada: zona de AA. HH. Sr. De los Milagros y Palmeras

Distancia del proyecto: 1.68km

Distrito : Ancón

Figura 5: Plano perfiles longitudinales

Fuente: Expediente técnico mejoramiento de servicios vehicular



- Elaboración de plano de planta y perfil- zona de AA. HH. Sr. De los Milagros y Palmeras

Unidad Beneficiada: AA. HH. Sr. De los Milagros y Palmeras

Distancia del proyecto: 1.68km

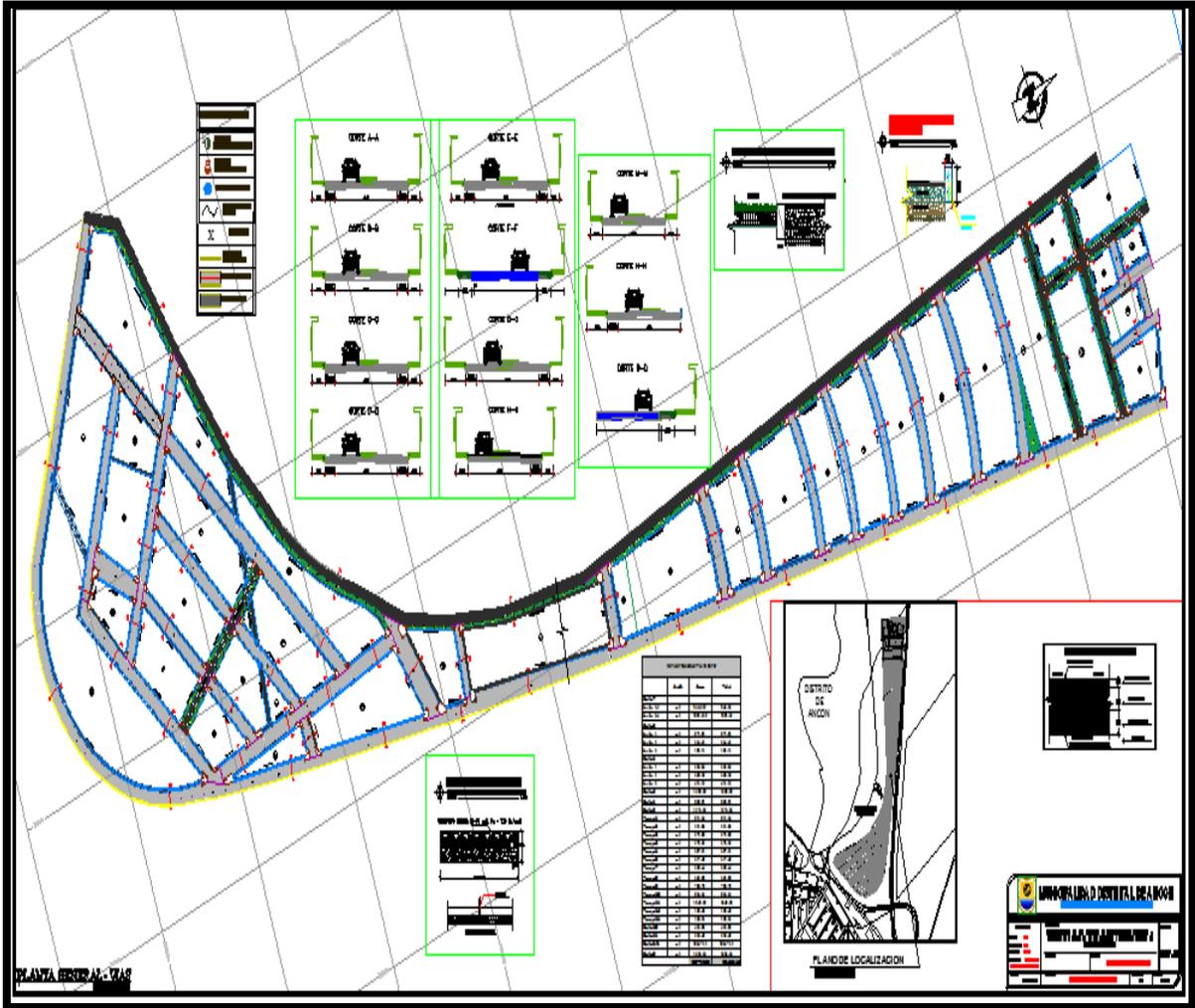
Provincia : Lima

Distrito : Ancón

Mes : Noviembre

Figura 6: Plano secciones

Fuente: Expediente técnico mejoramiento de servicios vehicular



1.12.2. PERIODO 2021

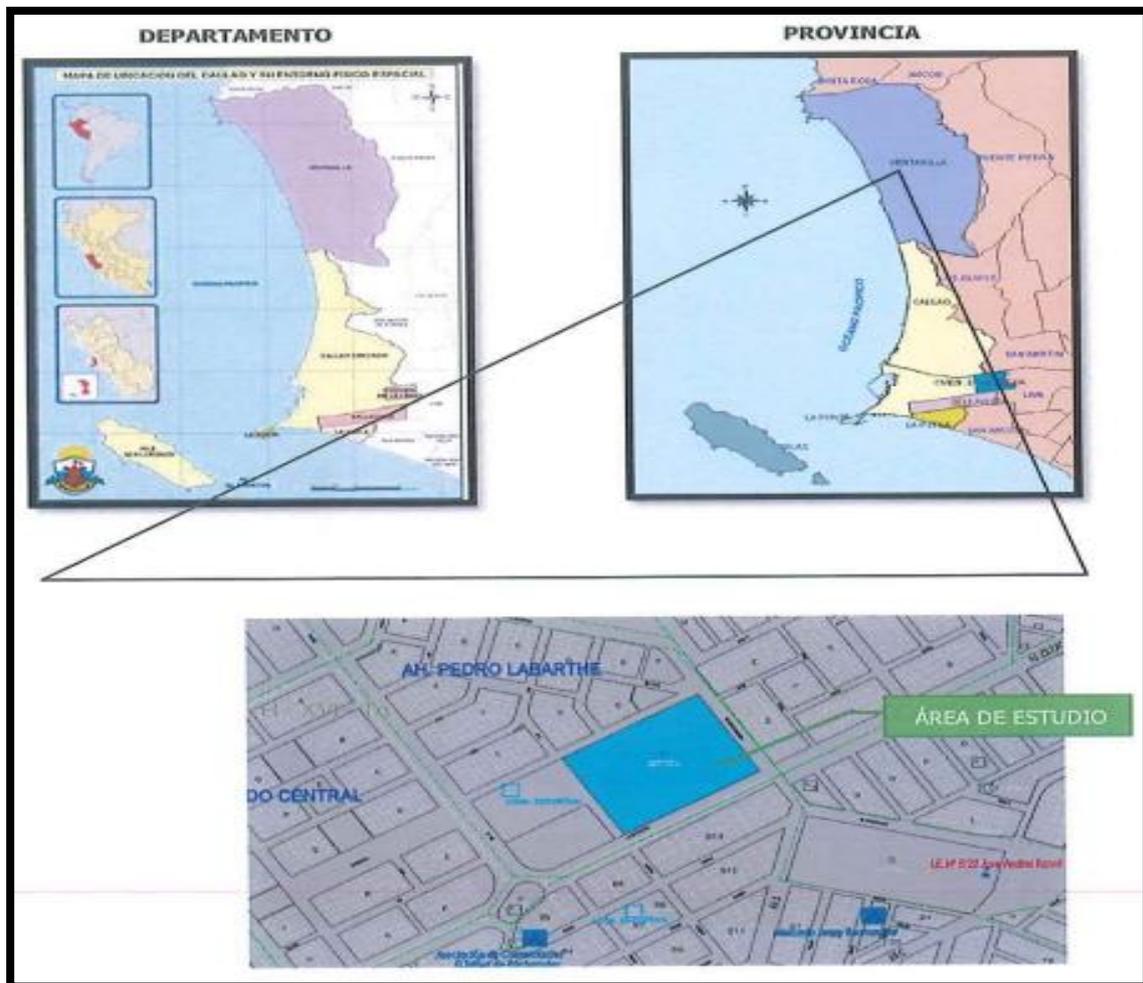
OBRA 2: “CREACION DE LOS SERVICIOS RECREATIVOS DEL PARQUE TEMÁTICO NAVAL - PACHACUTEC UBICADO EN LA MZ PQ 5 DEL A.H. PEDRO LABARTHE DE LA ZONA OESTE DEL DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA DE CALLAO - DEPARTAMENTO DE CALLAO”.

1.12.2.1. UBICACIÓN DE PROYECTO:

El proyecto se encuentra ubicado en un área publica comprendiendo un área del predio de 16 168.94 m² en la “CREACION DE LOS SERVICIOS RECREATIVOS DEL PARQUE TEMÁTICO NAVAL - PACHACUTEC UBICADO EN LA MZ PQ 5 DEL A.H. PEDRO LABARTHE DE LA ZONA OESTE DEL DISTRITO DE VENTANILLA - PROVINCIA DE CALLAO - DEPARTAMENTO DE CALLAO”.

Figura 7: Plano ubicación

Fuente: Expediente técnico parque temático Naval



1.12.2.2. ACTIVIDADES EN GABINETE

La función asignada para trabajo en gabinete fue la de revisión y elaboración de loa análisis de precios unitarios de obra, en dicho documento se adjuntaban todos costos

realizados para la ejecución mensual de las partidas, por otro lado, la elaboración de planos de arquitectura, estructura, instalaciones eléctricas y sanitarias.

1.12.2.3. CONSIDERACIONES GENERALES EN GABINETE

Cualquier cambio es de absoluta responsabilidad del inspector o supervisor de la obra, estando en la facultad de efectuar observaciones respecto a las obras no ejecutadas de acuerdo al documento, las obras se ejecutarán de acuerdo a los planos aprobados, así mismo las valorizaciones, precios unitarios y demás se realizará previa verificación y autorización del inspector o supervisor de la obra, según sea el caso. Teniendo en cuenta las consideraciones se procedió a realizar la función asignada por la empresa en gabinete.

➤ **Elaboración de análisis de precios unitarios obras preliminares: partidas de trazo, nivelación y replanteo.**

Este análisis de precio unitario está conformado por la partida presupuestal, unidad de avance, rendimiento y precio unitario total. Teniendo como rendimiento de la mano de obra 25.000 m²/día, cuyo rendimiento está sujeto a una cuadrilla conformada por 1 operario y 2 peones, materiales y equipos (Herramientas manuales y estación total), así mismo se detalló el precio unitario total de la partida tomando en consideración rubros como la mano de obra, materiales y equipos que formaran todo el rendimiento, cuyo costo unitario directo por m² fue de s/.2.94.

Este trabajo consiste en materializar sobre el terreno la determinación precisa, las medidas y ubicación de todos los elementos que existen en los planos, sus niveles, así como definir sus linderos y establecer marcas y señales fijas de referencia. Dichos trabajos serán lo suficientemente necesarios y precisos para la finalidad indicada. En general el contratista no deberá escatimar esfuerzos en obtener la mayor información topográfica y replantearla en campo a fin de evitar.

Método de construcción: Los ejes deben ser fijados en el terreno permanentemente mediante estacas y deben ser aprobadas previamente por la Supervisión antes de la iniciación de las obras. Los niveles serán referidos a los Bench-Mark del proyecto. Ambos trabajos se efectuarán mediante el empleo de estación total y nivel topográfico; se empleará los materiales necesarios para la ejecución del trazo y replanteo, tales como: clavos, yeso, cordel, madera tornillo, acero corrugado.

Figura 8: Análisis de precios unitarios trazo, nivelación y replanteo

Fuente: Expediente técnico parque temático Naval.

Partida	01.02.01 TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PRELIMINAR						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000	Costo unitario directo por : m2			1.58
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0080	24.28	0.19	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0080	19.16	0.15	
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.0240	17.32	0.42	
							0.76
Materiales							
0200020002	ACERO CORRUGADO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		0.0500	3.76	0.19	
0200020053	CORDEL	m		0.0400	0.50	0.02	
0202010063	CLAVOS CON CABEZA 2 1/2",3",4"	kg		0.0050	6.86	0.03	
0229030001	YESO	kg		0.5000	0.35	0.18	
0243510061	ESTACA DE MADERA	p2		0.0260	1.50	0.04	
							0.46
Equipos							
0300000135	ESTACION TOTAL + ACCESORIOS	hm	1.0000	0.0080	35.50	0.28	
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.76	0.02	
0349880002	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	1.0000	0.0080	8.00	0.06	
							0.36

➤ **Elaboración de análisis de precios unitarios obras preliminares: movilización y desmovilización de equipo y herramientas.**

Este análisis de precio unitario está conformado por la partida presupuestal, unidad de avance, rendimiento y precio unitario total. Teniendo como rendimiento de la mano de obra 1.0000 glb/día, cuyo rendimiento está sujeto a los subcontratos de viajes terrestres de ida, vuelta (cama baja) y plataforma cuya unidad de medida se expresa en vje, así

mismo la cantidad que requerirá de vje por subcontrato serán de 24 por viaje terrestre cama baja y 4 en viaje terrestre en plataforma. Estos rubros forman la partida, cuyo costo unitario directo por glb fue de s/. 15,720.00.

Por otro lado, la movilización y desmovilización de los equipos y herramientas, consiste en el movimiento del equipo y maquinas que va a ser utilizada en la obra. El equipo y herramientas serán transportados en camiones con cama baja y/o camiones de plataforma. transportar y administrar su organización constructiva al lugar del proyecto, incluyendo personal, equipo mecánico, materiales y todo lo que implica para instalar e iniciar el procedimiento constructivo, así como el cumplimiento del cronograma de avance. El sistema de movilización debe tal que no cause daño a terceros (vías, edificaciones, empresas de servicios, otros).

Figura 9: *Movilización y desmovilización de equipos*

Fuente: *Expediente técnico parque temático Naval.*

Partida	01.02.01 MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS						
Rendimiento	GLB/DIA	MO. 4.0000	EQ. 4.0000	Costo unitario directo por : GLB			1,000.00
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Subcontratos						
0401010024	SC MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS		GLB		1.0000	1,000.00	1,000.00
							1,000.00

- **Elaboración de análisis de precios unitarios partidas Obras preliminares plan de seguridad y salud en el trabajo.**

Este análisis de precio unitario está conformado por la partida presupuestal, unidad de avance, rendimiento y precio unitario total. Teniendo como rendimiento de equipo 1.0000 glb/día. Donde los recursos que forman la partida están compuestos por el equipo de protección individual en los cuales tenemos: botas de jebe, tapones auditivos, cascos

de seguridad mascarilla facial filtrante para respiración, guantes de protección, uniforme para obrero, botas punta de acero y lentes de seguridad, cuyas cantidades requeridas fueron 21 unidades por equipamiento, todo ello teniendo costo unitario directo fue de s/. 2,535.54.

Dichos implementos de seguridad deberán estar acorde con las características dispuestos por el ministerio de trabajo para el sector construcción. En caso de deterioro de cualquier de estos implementos de protección se deberá reemplazar por otro nuevo. El Supervisor controlará que los trabajadores cuenten con los equipos de protección individual necesarios.

Figura 10: equipo de protección individual

Fuente: Expediente técnico parque temático Naval.

Partida	01.03.01.01	EQUIPO DE PROTECCION INDIVIDUAL					
Rendimiento	und/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und		126.60	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Materiales						
0205010033	CASCO PARA PROTECCION	und		1.0000	13.47	13.47	
0259010100	TAPONES AUDITIVOS	PAR		1.0000	1.50	1.50	
	TAPONES AUDITIVOS						
0267050009	GUANTES DE CUERO	PAR		1.0000	7.00	7.00	
0267060018	CHALECO REFLECTIVO	und		1.0000	12.71	12.71	
0267060019	UNIFORME PARA OBRERO	pza		1.0000	33.89	33.89	
0267070007	BOTAS DE CUERO CON PUNTA DE ACERO	PAR		1.0000	50.84	50.84	
0267080002	ARNES CON TRES ANILLO	und		0.2000	10.93	2.19	
0267020009	LENTE DE PROTECCION	und		1.0000	5.00	5.00	
						126.60	

- **Elaboración de análisis de precios unitarios partidas de Muro de contención: Solado e= 2” C:H,1:12 Para zapatas**

Este análisis de precio unitario está conformado por la partida presupuestal, unidad de avance, rendimiento y precio unitario total. Teniendo como rendimiento de la mano de

obra 100.000 m²/día, cuyo rendimiento está sujeto a una cuadrilla conformada por 2 operarios, 2 oficiales y 4 peones, así mismo esta partida cuenta con los materiales (hormigón, agua y cemento portland tipo V) y los equipos (herramientas manuales, mezcladoras de concreto tambor 11 p3 18 HP y vibradores de concreto 4HP 2.40 para ejecutar esta actividad. Estos rubros forman la partida, cuyo costo unitario directo por m²/día fue de s/. 29.11.

Por otro lado, esta partida comprende una capa de concreto que se aplica directamente sobre el terreno de cimentación luego de concluidos los trabajos de excavación nivelación y compactación del fondo, donde el propósito de esta partida es obtener una superficie plana y horizontal para construir los cimientos y zapatas. El Concreto ciclópeo: 1:10 (Cemento - Hormigón), dosificación que deberá respetarse de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos de estructuras. Los materiales deben cumplir con todos los requisitos de calidad indicados en las especificaciones técnicas para la producción de concreto. Únicamente se procederá al vaciado cuando se haya verificado la exactitud de la excavación, como producto de un correcto replanteo, el batido de estos materiales se hará utilizando mezcladora mecánica, debiendo efectuarse estas operaciones por lo mínimo durante 1 minuto por carga. Sólo podrá emplearse agua potable o agua limpia de buena calidad, libre de impurezas que puedan dañar el concreto; se humedecerá las zanjas antes de realizar el vaciado.

Figura 11: Solado e= 2” C:H,1:12 Para zapatas

Fuente: Expediente técnico parque temático Naval.

Partida	01.07.02.01 SOLADO e=2”C:H, 1:12 PARA ZAPATAS		Rendimiento				Costo unitario directo por : m2	28.93
	m2/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra								
014700022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.0800	25.08	2.01		
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.1600	26.19	4.19		
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.0800	20.60	1.65		
0147010004	PEON	hh	8.0000	0.6400	18.63	11.92		
							19.77	
Materiales								
0201010025	ACEITE MOTOR GASOLINA SAE 30W	gln		0.0010	37.41	0.04		
0201020068	GRASA MULTIPLE EP	lb		0.0020	10.38	0.02		
0207070002	AGUA	m3		0.0080	6.13	0.05		
0223010001	CEMENTO PORTLAND TIPO V	BOL		0.1500	26.69	4.00		
0234000000	GASOLINA 84 OCTANOS	gln		0.0300	16.30	0.49		
0238010098	HORMIGON	m3		0.0650	45.00	2.93		
							7.53	
Equipos								
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	19.77	0.59		
0349100022	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.0800	12.98	1.04		
							1.63	

➤ **Elaboración de análisis de precios unitarios partidas de Muro de contención: Acero fy=4200 kg/cm2-muro de contención.**

Este análisis de precio unitario está conformado por la partida presupuestal, unidad de avance, rendimiento y precio unitario total. Teniendo como rendimiento de la mano de obra 300 kg/día, cuyo rendimiento está sujeto a una cuadrilla conformada por 1 operarios y 1 oficial, así mismo esta partida cuenta con los materiales (alambre negro #16 y acero corrugado fy=42000 kg/cm2 grado 60) y con la ayuda de los equipos (herramientas manuales y cizalla eléctrica P/corte de fierro, se analizó que para esta partida solo se necesitaría esa cuadrilla ya que no afecta el rendimiento por día, debido a la ayuda de la cizalla eléctrica para ejecutar esta actividad y así con esta cuadrilla se mantendría un precio estándar que no afectaría en la presupuestario de la obra. Estos rubros que forman la partida, tuvieron un costo unitario directo por kg/día de s/. 5.92.

Por otro lado, este trabajo consiste en el suministro, transporte, almacenamiento, corte, doblado y colocación de las barras de acero dentro de las diferentes estructuras

permanentes de concreto, de acuerdo con los planos del proyecto, esta especificación y las instrucciones del Supervisor. El acero de refuerzo deberá ser despachado en atadas corrientes debidamente rotulados y marcados; cada envío estará acompañado de los informes de los ensayos certificados por la fábrica, los cuales se entregarán al Supervisor antes de ingresar el material a la obra.

El acero deberá ser almacenado en forma ordenada por encima del nivel del terreno, sobre plataformas, largueros u otros soportes de material adecuado y deberá ser protegido, hasta donde sea posible, contra daños mecánicos y deterioro superficial, incluyendo los efectos de la intemperie y ambientes corrosivos.

Método de construcción: Al ser colocado en la obra y antes de producir el concreto, todo el acero de refuerzo deberá estar libre de polvo, óxido en escamas, rebabas, pintura, aceite o cualquier otro material extraño que pueda afectar adversamente la adherencia. Todo el mortero seco deberá ser quitado del acero. Las varillas deberán ser colocadas con exactitud, de acuerdo con las indicaciones de los planos, y deberán ser aseguradas firmemente en las posiciones señaladas, de manera que no sufran desplazamientos durante la colocación y fraguado del concreto. La posición del refuerzo dentro de los encofrados deberá ser mantenida por medio de tirantes, bloques, soportes de metal, espaciadores o cualquier otro soporte aprobado. Los bloques deberán ser de mortero de cemento prefabricado, de calidad, forma y dimensiones aprobadas. Los soportes de metal que entren en contacto con el concreto, deberán ser galvanizados. No se permitirá el uso de guijarros, fragmentos de piedra o ladrillos quebrantados, tubería de metal o bloques de madera. Además, se deberán obtener los recubrimientos mínimos especificados en la última edición del Código ACI-318. El Supervisor deberá revisar y aprobar el refuerzo de todas las partes de las estructuras, antes de que el Contratista inicie la colocación del concreto.

Figura 12: Acero de refuerzo $f_y=4200\text{kg/cm}^2$ para pantalla

Fuente: Expediente técnico parque temático Naval.

Partida	01.07.02.04 ACERO DE REFUERZO $f_y=4,200\text{ kg/cm}^2$ PARA PANTALLA						
Rendimiento	kg/DIA	MO. 300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : kg			5.92
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0267	26.19	0.70	
Materiales							
0200000130	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.0600	1.12	0.07	
0200020002	ACERO CORRUGADO $f_y=4200\text{ kg/cm}^2$ GRADO 60	kg		1.0500	4.89	5.13	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.70	0.02	
						0.02	

➤ **Elaboración de análisis de precios unitarios partidas de Muro de contención: Encofrado y desencofrado / Muro de contención.**

Este análisis de precio unitario está conformado por la partida presupuestal, unidad de avance, rendimiento y precio unitario total. Teniendo como rendimiento de la mano de obra 15.000 m²/día, cuyo rendimiento está sujeto a una cuadrilla conformada por 1 operarios. Para el análisis de esta partida se llegó a la conclusión teniendo en cuenta los metrados realizados anteriormente que será necesario el uso de los siguientes materiales, teniendo en cuenta las cantidades a usar de estos recursos, los cuales son: Alambre negro #16, alambre negro #8, clavos con cabeza de 2 ½”, 3”, 4”, acero corrugado $f_y=4200\text{ kg/cm}^2$ grado 60 y madera tornillo. Para esta partida solo fue necesario el uso de herramientas manuales y teniendo en cuenta los metrados no era necesario más trabajadores ya que se realizó una medición de rendimiento a esta cuadrilla, cumpliendo con las expectativas de la actividad. Al realizar este análisis se llegó a un costo directo por m² de s/.46.44.

Esta partida comprende el suministro e instalación de todos los encofrados, las formas de madera, necesarias para confinar y dar forma a los muros.

Método de construcción: Los encofrados podrán ser de madera y deberán tener la rigidez y resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto, sin que se produzcan deformaciones excesivas. En todos los casos, el concreto se deberá depositar lo más cerca posible de su posición final y no se deberá hacer fluir por medio de vibradores. Las juntas de unión serán calafateadas, a fin de impedir la fuga de la lechada de cemento.

Figura 13: Encofrado y desencofrado para pantalla

Fuente: Expediente técnico parque temático Naval.

Partida	01.07.02.05 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA PANTALLA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m2			30.73
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.3200	26.19	8.38	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	20.60	6.59	
							14.97
Materiales							
0200000129	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 8	kg		0.1500	1.12	0.17	
0200000130	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO # 16	kg		0.2300	1.12	0.26	
0202010022	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"	kg		0.0600	5.50	0.33	
0230200000	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS	g/n		0.0250	135.51	3.39	
0245010001	MADERA TORNILLO INC.CORTE P/ENCOFRADO	p2		1.8000	6.20	11.16	
							15.31
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	14.97	0.45	
							0.45

➤ **Elaboración de análisis de precios unitarios partidas de Muro de contención:**

Concreto f'c=210 kg/cm2 cemento tipo V.

Este análisis de precio unitario está conformado por la partida presupuestal, unidad de avance, rendimiento y precio unitario total. Teniendo como rendimiento de la mano de obra 11.000 m2/día, cuyo rendimiento está sujeto a la cuadrilla compuesta por 2 operarios, 2 oficiales y 5 peones, cuyo análisis determino que no se requiere de más personal, aunque dependiendo de las variantes en la etapa de ejecución harían falta 1 a 2

peones más, a su vez la partida analizada describe los recursos de materiales y equipos.

Esta partida conformada por estos rubros tuvo un costo directo por m³ de S/. 398.12.

Por otro lado, Esta partida contempla la construcción de muros de concreto premezclado de acuerdo a lo indicado en los planos del Proyecto. Los muros están conformados por un concreto de resistencia $F_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ Cemento tipo V

Concreto. - El concreto debe ser colocado en forma que no separe las porciones finas y gruesas y deberá ser extendido en capas horizontales donde sea posible. Las herramientas necesarias para asentar el concreto deberán ser provistas en cantidad suficiente para compactar cada carga antes de vaciar la siguiente y evitar juntas entre las capas sucesivas.

Las vibradoras deben ser manejadas en tal forma que trabajen el concreto completamente, así como en los rincones y ángulos de los encofrados. La vibración en cualquier punto deberá ser de duración suficiente para lograr la consolidación, pero no deberá prolongarse al punto en que ocurre la segregación.

Transporte y Colocación. -El concreto deberá ser transportado y colocado de modo de no permitir la segregación de sus componentes, permitiéndose solamente para su transporte las carretillas ó buguies con llantas neumáticas. No se aceptarán para el llenado concreto que tengan más de 30 minutos de preparados, haciéndose la salvedad que los que no hayan sido utilizados de inmediato, deberán haberse mantenido en proceso de agitación adecuada. Hasta su utilización siempre que este tiempo no sobrepase los 30 minutos citados.

Curado y Protección. -Toda superficie de concreto será conservada húmeda durante 7 días, por lo menos, después de la colocación del concreto.

El curado se iniciará tan pronto se haya iniciado el endurecimiento del concreto y siempre que no sirva de lavado de la lechada de cemento.

Figura 14: Concreto premezclado $f'c=210\text{kg/cm}^2$ para pantalla

Fuente: Expediente técnico parque temático Naval.

Partida	01.07.02.06 CONCRETO PREMEZCLADO $f'c=210\text{kg/cm}^2$ PARA PANTALLA						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m3			327.02
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
014700042	OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO	hh	1.0000	0.3200	25.08	8.03	
014701002	OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	26.19	16.76	
014701003	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	20.60	6.59	
014701004	PEON	hh	4.0000	1.2800	18.63	23.85	
						55.23	
Materiales							
0221990044	CONCRETO PRE-MEZCLADO C/CEMENTO TIPO V $f'c=210$ KG/CM2	m3		1.0500	255.00	267.75	
						267.75	
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	55.23	1.66	
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.3200	7.45	2.38	
						4.04	

➤ **Elaboración de análisis de precios unitarios partidas de Muro de contención: Junta de asfáltica en muro de contención. Curado de muro de contención.**

Este análisis de precio unitario está conformado por la partida presupuestal, unidad de avance, rendimiento y precio unitario total. Teniendo como rendimiento de la mano de obra 30.000 m²/día, cuyo rendimiento está sujeto a la cuadrilla compuesta por 1 operarios y 1 oficial, cuyo análisis determino que no se requiere de más personal, a su vez la partida analizada describe los recursos de materiales y equipos. Esta partida conformada por estos rubros tuvo un costo directo por m² de S/. 13.90.

Método constructivo: Las juntas de dilatación de emplazarán en las ubicaciones indicadas en los planos, tendrán un espesor de 0,0254m y su profundidad será la misma que el elemento. Las juntas se sellarán con una mezcla de asfalto - arena para hacerlas impermeables.

Los sellos se colocarán una vez fraguado el concreto y estando las ranuras libres de polvo, humedad u otros materiales extraños, el material de las juntas debe conservar su plasticidad en el tiempo para evitar que se cristalicen y consecuentemente se quiebren, lo que ocasionaría su fácil erosión.

La mezcla colocada deberá ser bien chuseada para que ocupe todo el espacio de la junta. No se permitirá juntas que no estén correctamente rellenas. El acabado final deberá ser uniforme y perfectamente alineado. Se tomarán las precauciones necesarias a fin de evitar que la junta sellada quede con menisco convexo o presente soluciones de continuidad en los bordes.

Así también, se deberá de evitar que los elementos adyacentes sean manchados con la mezcla asfáltica.

Figura 15: Junta asfáltica E=1”C/Tecnopor exp. sello asfáltico (asfalto: arena 1:3)

Fuente: Expediente técnico parque temático Naval.

Partida	01.07.02.07 JUNTAS ASFALTICAS E=1” C/TECOPOR EXP. CON SELLO ASFALTICA (ASFALTO: ARENA 1:3)						
Rendimiento	m/DIA	MO. 100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m			3.43
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	0.5000	0.0400	26.19	1.05	
0147010004	PEON	hh	1.0000	0.0800	18.63	1.49	
							2.54
Materiales							
0200000136	ARENA GRUESA	m3		0.0025	48.31	0.12	
0213000006	ASFALTO RC-250	gln		0.0330	10.00	0.33	
0230220012	TECOPOR DE 1.20x2.40MTS E=1”	pln		0.0350	10.17	0.36	
							0.81
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.54	0.08	
							0.08

1.12.2.4. ACTIVIDADES EN CAMPO

En el trabajo en campo la tarea asignada fue la de supervisar los trabajos en terreno, por otro lado, el terreno a intervenir cuenta con un área total de 16, 168.94 m2. Presenta una topografía con pendientes longitudinales elevadas con lo cual implica reportar alguna incidencia y verificar que las especificaciones técnicas del proyecto se

cumplan, así mismo con la programación semanal se corrobora que las partidas a ejecutarse se desarrollen con el equipo, personal y material ofertado y en el caso de existir algún inconveniente (predios no saneados que involucren el trazo de la obra, segmentos arqueológicos no liberados, fenómenos naturales, vicios ocultos, falta de canteras, etc.) de esta forma dependiendo del grado de importancia, se hizo de conocimiento al jefe de supervisión los hechos resaltantes, y es el quien anota mediante un asiento en el cuaderno de obra las ocurrencias reportadas o necesidades de un adicional de obra, entre otros. La importancia de realizar esta función de manera periódica durante la semana nos permite tener un mejor control de información y de avance de obra, lo cual contribuye a la verificación de metrados que serán valorizados a fin de mes.

1.12.2.5. CONSIDERACIONES PARTICULARES EN LA SUPERVISION

Se realizará todos los trabajos de obra, teniendo en cuenta no dañar redes de servicio públicos, restos arqueológicos o históricos, andenes pavimentos, edificaciones puentes, obras de arte y demás estructuras y propiedades vecinas al área de trabajo, excepto aquellos cuyo retiro y demolición sea requeridos en los planos, especificaciones técnicas o por el inspector o supervisor de la obra según sea el caso.

Se deberá tener en cuenta y prever las condiciones y variaciones de clima, así como las líneas de comunicación, accesos, suministro de energía eléctrica, abastecimientos de insumos y otros factores en la ejecución de la obra, de manera que no perjudique el avance de la misma.

1.12.2.6. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA INFRAESTRUCTURA

Las características de la infraestructura a construirse son: Obras Provisionales, Obras Preliminares, Movimientos de Tierras, Obras de Concreto, Bancas ornamentales de concreto, Papeleras de fibra de vidrio, Instalaciones sanitarias e Instalaciones

eléctricas, etc. La construcción se encuentra enmarcada dentro de un área de 16168.94 m² y consiste en los siguientes componentes:

Área de recreación y esparcimiento:

- Veredas de concreto y rampas para tránsito peatonal que conducen a las distintas esculturas presentes en el parque.
- Bancas de concreto y papeleras de fibra de vidrio distribuidas en el área del parque.
- Área de juegos para niños, en una base de Grass sintético, esta área se encontrará junto al atractivo principal, que es el Huáscar, y estará equipada con juegos (Castillo, Columpio triple y Sube y baja triple y Tobogán).
- Alumbrado interno en el parque mediante postes pedestales de alumbrado de fierro fundido.
- Habilitación de puntos de riego distribuidos en el área del parque.

Demanda de Área útil:

De acuerdo con las características y alcances del proyecto, la demanda del área útil en planta del proyecto es de 533.53 m² aproximadamente. Los muros están comprendidos entre una altura mínima de 1.10 m y una altura máxima de 5.70 m para los muros de concreto armado. Se tiene también muros de mampostería, de altura única de 1.10 m. Así mismo el proyecto dotará de iluminación artificial adecuada en todas las zonas del proyecto donde la finalidad será una iluminación general, de nivel recomendado donde prime la calidad y la comodidad visual en el plano del suelo (ausencia de deslumbramiento, fidelidad cromática). Para lograrlo se utilizarán luminarias led distribuidas en toda el área del proyecto. Estas luminarias dan ahorro energético y en mantenimiento; menor riesgo para el medio ambiente por no contener gases

contaminantes en su interior y reducción de la emisión de CO₂ al ambiente en el proceso de generación de electricidad de entre un 60% y un 90% inferior.

Por otro lado, de acuerdo a las características y alcances del proyecto, la demanda del presente proyecto es básica, por lo que se ha provisto de un sistema de abastecimiento directo. No se contempla cisterna ni sistemas de presurización, se aprovechará la presión de la red existente de suministro público de agua potable. El Sistema de riego generado, está diseñado para un caudal de máxima demanda simultánea de 0.5 LIS, acorde con la IS.C) IO, para una manguera de diámetro, y una longitud máxima de 30 m.

Con todos los datos proporcionados por el expediente técnico de la obra, la empresa designa la labor de supervisión en campo partiendo en la actividad asignada por la empresa el apoyo del plano de arquitectura de la infraestructura, la cual se tendrá que realizar de acuerdo a las medidas y distribución que el plano demanda.

Figura 16: *Personal encargado de la ejecución de la obra*

Fuente: *Propia*



Nota: *Se presenta el personal encargado de la obra, así mismo los trabajadores que realizarán los trabajos asignados por la empresa.*

Figura 17: Plano de Arquitectura monitor Huáscar

Fuente: Expediente técnico parque temático Naval.

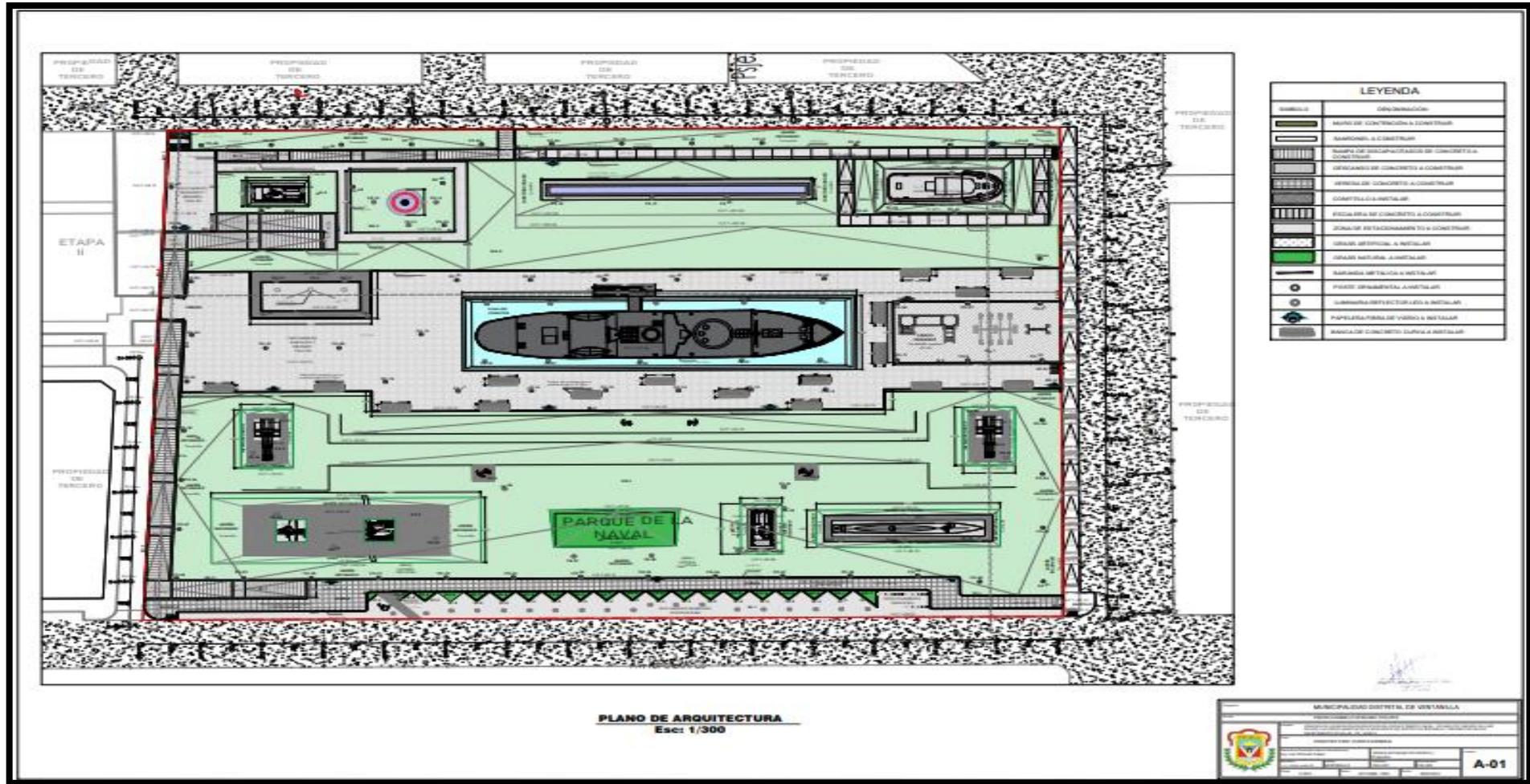


Figura 18: Plano de Arquitectura monitor Huáscar Proa

Fuente: Expediente técnico parque temático Naval

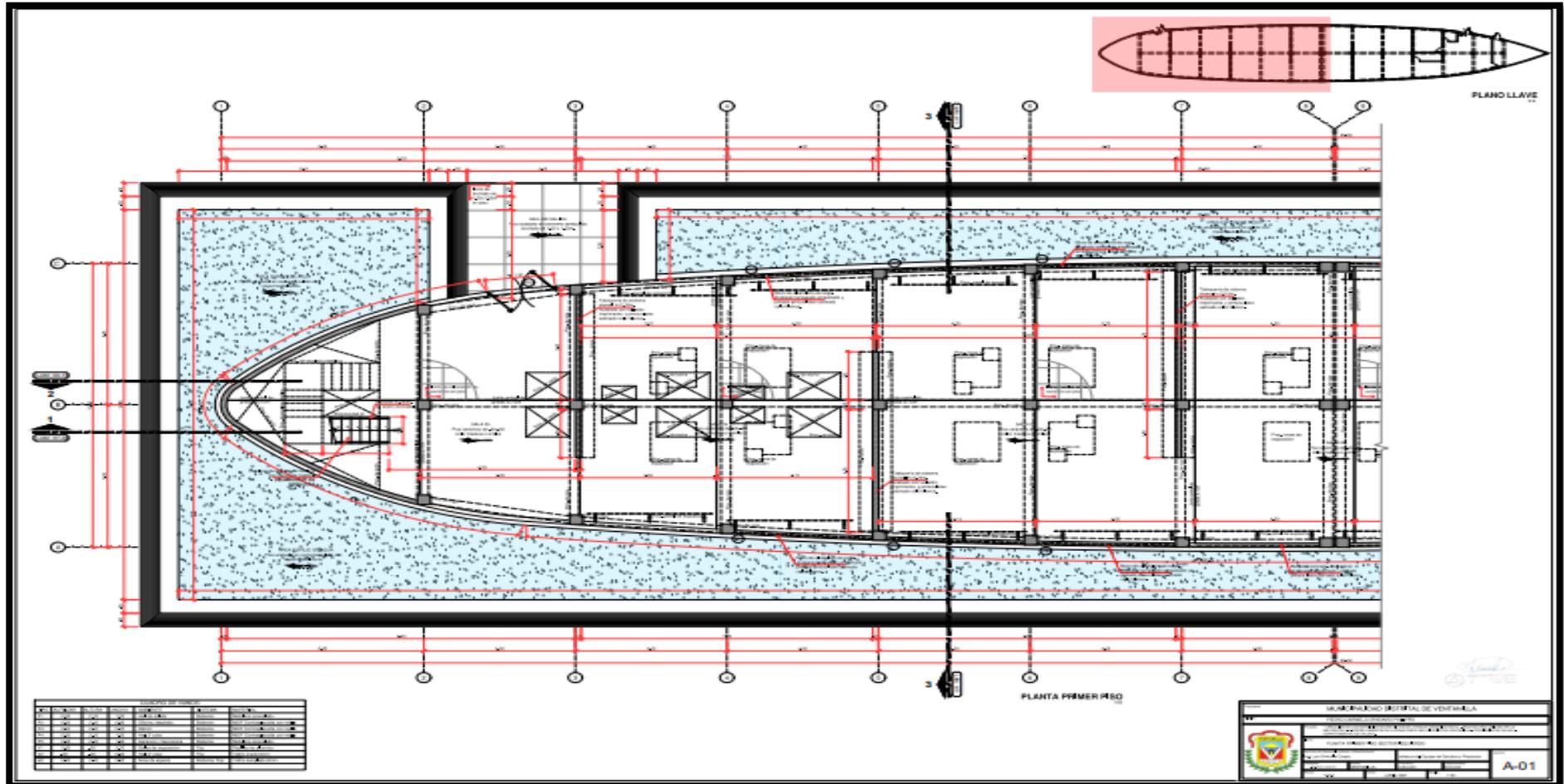
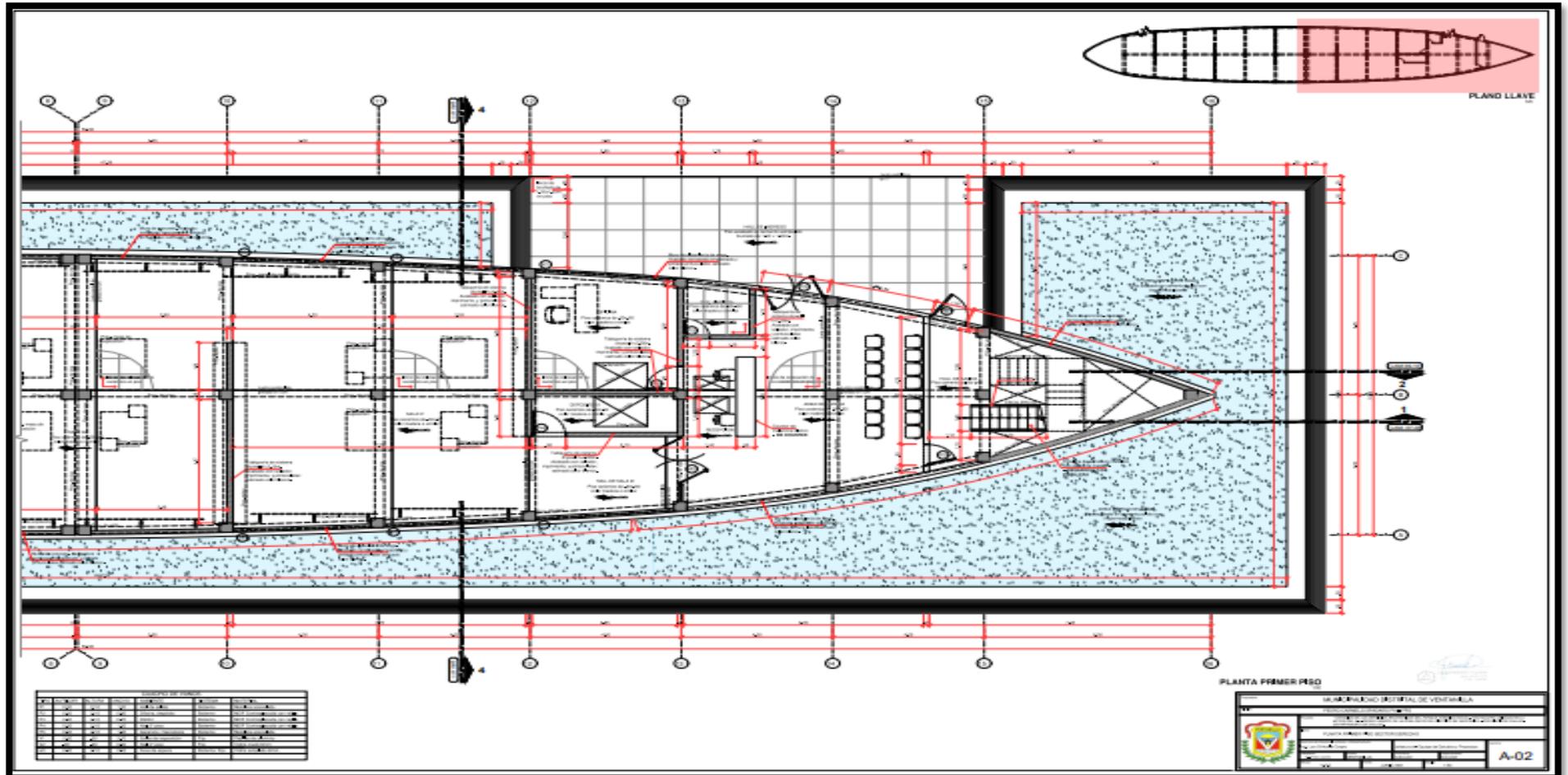


Figura 19: Plano de Arquitectura monitor Huáscar Popa

Fuente: Expediente técnico parque temático Naval



Se realizó la actividad de supervisión de la etapa de construcción del monitor modelo del Huáscar, el proyecto estaría programado para ser ejecutado en un plazo de 150 días calendarios, contados a partir de la suscripción del contrato de ejecución de obra, entrega de terreno y haberse cumplido los requisitos que exige la Ley de Contrataciones del estado para estos fines. De acuerdo con las características y alcances del proyecto, la demanda del área útil en planta del proyecto es de 533.53 m² aproximadamente. En esta etapa se realizaron las funciones de supervisión de colocación de los ladrillos en la parte inferior del monitor modelo, así mismo el desencofrado de las vigas y columnas de la parte superior del monitor, como se muestra en la figura 10.

Figura 20: Vista área de la construcción del monitor Huáscar

Fuente: Propia



Se realizó la supervisión de los procesos de colocación de tuberías de las instalaciones eléctricas, cuyas tuberías son de material de PVC-25 MM y serán enterradas directamente y en el cual pasaran conductores eléctricos indicados en los planos, así mismo los tableros y cajas octogonales las cuales conformaran toda la instalación eléctrica del monitor modelo. El proyecto dotará de iluminación artificial adecuada en todas las zonas del proyecto donde la finalidad será una iluminación general, de nivel recomendado donde prime la calidad y la comodidad visual en el plano del suelo (ausencia de deslumbramiento, fidelidad cromática). Para lograrlo se utilizarán luminarias led distribuidas en toda el área del proyecto. Estas luminarias dan ahorro energético y en mantenimiento; menor riesgo para el medio ambiente por no contener gases contaminantes en su interior y reducción de la emisión de CO₂ al ambiente en el proceso de generación de electricidad de entre un 60% y un 90% inferior. Todo este trabajo fue realizado a cargo de los operarios especialistas para esta función como se muestra en la figura 11

Figura 21: Vista área de la construcción de la losa aligerada del monitor Huáscar

Fuente: Propia



Se muestra el avance del proyecto, así mismo los trabajos de movimiento de tierra y afirmado del terreno colindantes al monitor modelo, cuya área será destinada para la recreación y esparcimiento, así como las veredas de concreto y rampas para tránsito peatonal que conducen a las distintas esculturas presentes en el parque. Por otro lado, la creación del área de juegos para niños, en una base de Grass sintético, esta área se encontrará junto al atractivo principal, que es el Huáscar, y estará equipada con juegos (Castillo, Columpio triple y Sube y baja triple y Tobogán).

Figura 22: Vista área de la construcción del monitor Huáscar y movimiento de tierra

Fuente: Propia



Se culminó la obra parque temático Naval en el tiempo determinado por la entidad con buena calidad y eficiencia en los trabajos realizados, se presentan el modelo del monitor Huáscar a escala real y el área de recreación del parque temático, como se muestra en la figura 13

Figura 23: *Culminación del parque temático Naval*

Fuente: *Propia*



1.12.3. PERIODO 2021-2022

OBRA 3: CONSTRUCCIÓN DE OBRA CONJUNTO RESIDENCIAL MAMBO (SUPERVISION EN PLANTA DE ESTRUCTURAS METALICAS)

Figura 24: Residencial - Mambo

Fuente: Propia



En este punto de la experiencia laboral que se obtuvo partiendo con actividades asignadas como elaboración de análisis de precios unitarios, elaboración de planos, verificación de valorizaciones, control de cronograma de proyecto y supervisión en campo, la empresa designa nuevas actividades por realizar, donde en la obra 3 se me asigna la función de supervisar el montaje de estructuras metálicas, así mismo realizar visitas técnicas a la empresa donde se da la fabricación de estas estructuras.

Antes de asumir la tarea de supervisar el manejo, fabricación y montaje de estructuras metálicas la empresa realizó capacitaciones junto a la empresa de subcontrata con la cual se iba a realizar dicha obra.

En la capacitación que se realizó se le menciona al personal implicado en las tareas mencionadas que las tareas asignadas o trabajos deben estar vinculados con el reconocimiento de peligros, supervisión, u otro tipo de labor que esté ligado con estructuras metálicas, dicha persona debe ser orientada para que obtenga el conocimiento, comprensión, y habilidad para ejercer tales tareas o trabajos de con más seguridad. Por otra parte, el supervisor debe tener el conocimiento de los procedimientos correctos para las instalaciones de las estructuras metalizas, así como la calidad y producción que se realice en planta.

1.12.3.1. TRABAJO EN CAMPO, VISITA TECNICA

La tarea asignada fue la de la revisión de los planos de las estructuras metálicas que se iban a colocar en la obra, en esta revisión se detalló el dimensionamiento de las estructuras, accesorios a utilizar, número de elementos en el plano, así mismo se revisaron las especificaciones técnicas de las estructuras, procesos de fabricación y la revisión de las pruebas de laboratorio y otros datos para demostrar el cumplimiento de las especificaciones, incluyendo las normas utilizadas.

El trabajo de campo consistió en la supervisión de la correcta fabricación de los elementos metálicos, en este caso las puertas peatonales y vehiculares

En cuya revisión de procesos de fabricación se detallaron los siguientes procesos:

- **PLANTILLA:** Se revisó y realizó las plantillas a tamaño natural de todos los elementos requeridos, cada plantilla cuenta con la marca de identificación del

elemento que corresponde, se identificarán las medidas conforme la norma mencione.

- **TRAZADO:** Se supervisó el trazado de las plantillas que fue realizado por el encargado de la elaboración, el cual debe realizar el trazado de la estructura ajustándose a las cotas del plano de taller, con las tolerancias fijadas en el proyecto. Las plantillas se realizarán en un material que no se deforme ni se deteriore durante su manipulación.
- **ENDEREZADO:** En este proceso se efectúa previamente al marcado de ejecución, para que todo tengan la forma exacta y deseada. La operación de enderezado se realizará mediante máquina dobladora.
- **ARMADO:** Esta operación tiene por objeto presentar en taller, cada uno de los elementos estructurales que lo requieran, ensamblando las piezas que se han de elaborado sin forzarlas, en la posición relativa que tendrán una vez efectuadas las uniones definitivas. Se armará en conjunto del elemento, tanto el que ha de unirse definitivamente en taller como el que se unirá en obra.
- **APUNTALADO:** se procederá a hacer los puntos de soldadura, que nos servirá para que la estructura esté asegurada antes de darle el cordón de soldadura final.

Se supervisó en la 1era visita técnica las actividades de procesos de fabricación de estructuras metálicas mencionadas anteriormente, rigiéndose a las especificaciones y normas que acompañan estos procesos, con el fin de que estas sean de perfecta calidad para su posterior ensamblado en obra.

Figura 25: Charlas al inicio de labores

Fuente: Propia



Se presenta la supervisión en planta del armado de las estructuras metálicas, en este caso la supervisión de las puertas de cercado y barandas en la edificación, este proceso se realizó con 2 operarios, 2 soldadores y un peón, el trabajo se realiza en función al plano presentado por la empresa de subcontrata, en la supervisión se verifica las medidas correctas, la buena soldadura y calidad del material, como se observa en la figura

Figura 26: Visita técnica planta de producción de carpintería metálica

Fuente: Propia



En la 2da visita técnica a la empresa de subcontrata que se realizó, se procedió con la supervisión del proceso de arenado, en donde antes de realizar la asignación la empresa de subcontrata dio a conocer los parámetros de supervisión que se darían en el caso de este procedimiento los cuales fueron:

- El responsable de la supervisión en todo momento debe de velar por el uso y cuidado de los E.P.P por parte de los trabajadores y de mantener un alto nivel de seguridad en los trabajos que se estén realizando.
- Informa de todos los procedimientos que se realicen en la zona de arenado
- Controlar que se cumplan todas las medidas preventivas y correctivas del procedimiento descrito
- Realizar inspección y observaciones en terreno tomando medidas correctoras de inmediato.

Por otro lado, en la supervisión que se realizó se tuvo en cuenta las etapas del proceso de arenado de las estructuras metalizas que se requerirían en obra, cuyas etapas son:

- Se debe secar la arena en horno que utiliza petróleo para funcionar
- Se debe vaciar la arena en el tacho
- Debe bordearse el perímetro de la cancha de arenado con malla Rachel, la que debe humedecerse con el fin de atrapar las partículas de polvo suspendidas en el ambiente.
- Se debe revisar el estado de la compresora y mangueras.
- Se debe instalar, manguera de aire comprimido que va desde el compresor al tacho de arena
- Se procederá con el arenado de las estructuras para su posterior pintado.

Se muestra el área destinada para el arenado de las estructuras, las cuales eran arenadas con escoria de arena, la principal función de esta actividad era eliminar las impurezas en las estructuras metálicas para su posterior pintado.

Figura 27: Zona de arenado

Fuente: Propia



Figura 28: Área de pintura y arenado

Fuente: Propia



Se muestra al personal encargado del arenado las estructuras metálicas, retirando las estructuras del arenador para su posterior colocación en el área de pintado para realizar dicho proceso ver imagen 1, 2 Y 3)

Figura 29: Personal encargado del arenado de las estructuras

Fuente: Propia



Figura 30: Estructuras arenadas

Fuente: Propia:



Figura 31: Estructura con sticker de calidad

Fuente: Propia



En la tercera visita técnica que se realizó, la función asignada por parte de la empresa fue la de la supervisión y verificación de la calidad de los elementos de estructuras metálicas destinados a la obra, en esta parte la supervisión era más meticulosa ya que iba sujeta a normas técnicas que se debían cumplir para con estas estructuras.

Figura 32: Última visita técnica a planta

Fuente: Propia.



1.12.3.2. NORMAS TECNICAS

- SSPC – PA 1 - Pintado de acero para taller, campo y mantenimiento
- SSPC – PA 2 - Medición de espesores de película seca.
- SSPC – SP 1 - Limpieza de solvente.
- SSPC – SP 5 - Limpieza con chorro abrasivo a metal blanco.
- SSPC – SP 10 - Limpieza con chorro abrasivo cercano a metal blanco.
- SSPC – AB 1 - Especificación para abrasivos minerales y escorias.
- ASTM – E337 - 02 - Método estándar para la medición de humedad psicómetro.
- ASTM D4417 - Método estándar para la medición en campo del perfil de rugosidad.
- ASTM D2845 - Método estándar para presencia de aceite o agua en aire comprimido.
- ISO 8502 - 3 - Método estándar para la evaluación del nivel de polvo suficiente preparada.

En la asignación de supervisión de las estructuras en el área de pintura se superviso el adecuado manejo de las estructuras antes del pintado.

1.12.3.3. PREPARACION DE LA SUPERFICIE

- Se superviso que en esta etapa se iniciara cuando se alcance una superficie libre de contaminantes visibles (grasas, aceite, combustible, oxido, pintura antigua), contaminantes no visibles (sales).
- El agua utilizada para el hidro lavado debe ser agua dulce libre de contaminantes.
- Se deberá terminar todos los trabajos de caldera antes de dar inicio a los trabajos de preparación de superficie.

- En zonas de difícil acceso como: platinas, ángulos, pernos, arandelas y los intersticios de soldadura. Se recomienda utilizar herramientas manuales y motrices para la preparación de superficie según norma SSPC-SP2/SP3.

1.12.3.4. EJECUCION

La superficie debe estar libre de defectos de construcción como: salpicadura, soldadura, porosidad, rebabas, filos cortantes, estos deben ser eliminados mediante limpieza manual mecánica y motriz (según norma SSPC-SP2, SSPC-SP3). Así mismo se debe evitar la presencia de cordones de soldadura discontinuos, filos cortantes y además se debe realizar un correcto aislamiento de las zonas que presenten disimiles, evitando de esta forma la generación de corrosión galvánica.

1.12.3.5. APLICACIÓN DE PINTURA Y CURADO

En esta parte de la supervisión se debe tener en cuenta los aspectos más importantes de la actividad.

- Esta etapa culminara cuando el sistema de pintura aplicado, se encuentre libre de defectos y cumpla su tiempo de curado para someterlo a servicio en obra.
- Para la aplicación de los resanes, refuerzos y para el pintado de las zonas de acceso se usarán brochas de nylon.
- Se aplicará la pintura al espesor recomendado, de tal forma que se evite defectos de aplicación como descolgamiento, piel de naranja, etc.

Se muestra el área de pintado, en este lugar se realizaban las tareas de pintado y colocación de código cuando las condiciones ambientales de aplicación eran favorables cuando la temperatura de la superficie se encuentra por lo menos 3° C sobre la temperatura del punto de rocío para su posterior entrega en obra, se observa al personal preparando su material para realizar su trabajo, ver imagen la temperatura del punto de rocío para su

posterior entrega en obra, se observa al personal preparando su material para realizar su trabajo, ver imagen

Figura 33: Área de pintura de las estructuras

Fuente: Propia



Personal realizando la actividad de pintado con pistola sagola de pico, estructuras destinadas a los balcones del condominio

Figura 34: Personal encargado del pintado

Fuente: Propia



Área de pintura dentro de planta cuando las condiciones climáticas no eran

favorables, lluvia, viento, polvo. ver imagen

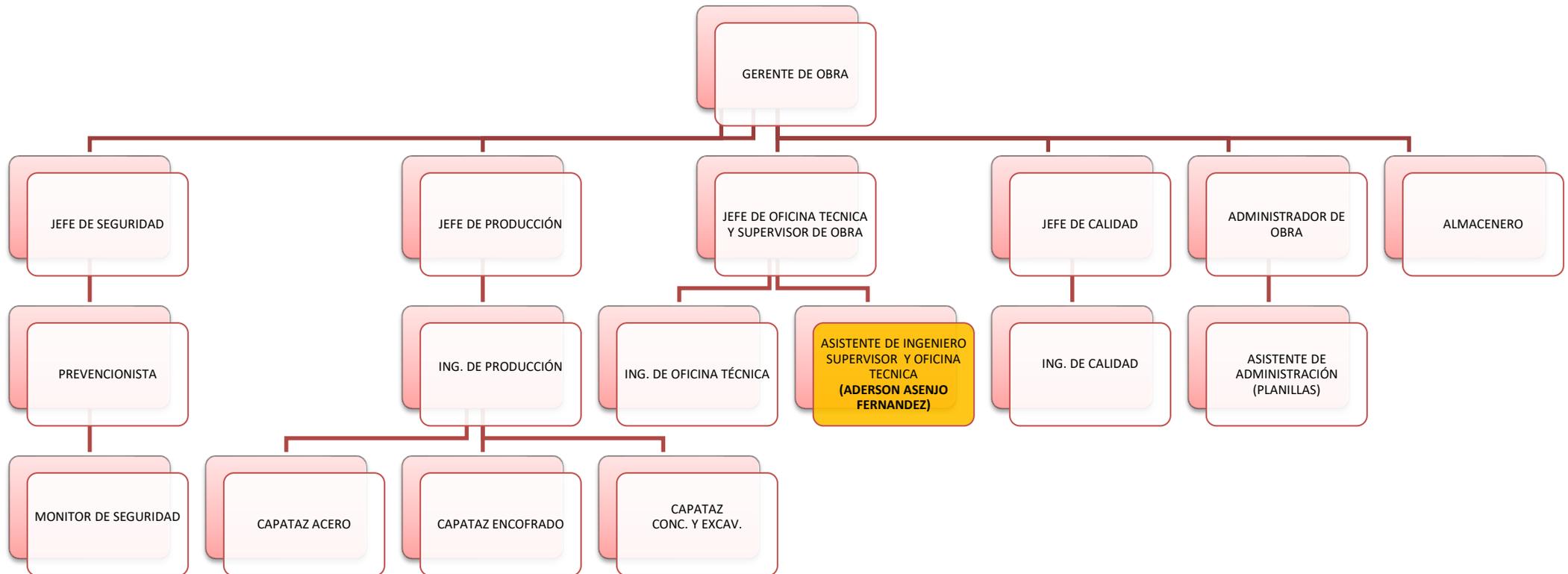
Figura 35: *Estructuras metálicas pintadas*

Fuente: *Propia*



1.12.3.6. ORGANIZACION DEL PROYECTO

1.12.3.6.1. ORGANIGRAMA DE OBRA



CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. BASES TEORICAS

2.1.1. PROYECTO

“En palabras simple un proyecto llega a ser un producto único, de exclusividad y originalidad. Se produce una vez, los sistemas y herramientas que se utilizaron para generarlo se vuelven a utilizar para algo más, en muchas ocasiones, para llevar a cabo otros proyectos. En mayoría los productos se producen mediante algún sistema de producción. Un sistema de producción toma en cuenta ciertas unidades no integradas y las combina para integrarlas y así crear un producto final”. (Carrión & Iosune, 2020)

“Los sistemas de producción también pueden basarse en el desarrollo. Por ejemplo, los estudiantes que cursan el programa de DBA de EBS entran y se van básicamente como la misma persona, pero el conocimiento y la comprensión almacenados en sus cerebros aumenta significativamente. En este caso, el proceso de producción implica tomar la información del material del curso y absorberla mentalmente de manera tal que el proceso de integración produzca sinergias integradoras”. (Wallace William, 2014)

2.1.2. ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS

“Administrar un proyecto consiste en planificar y dar monitoreamiento a los proyectos de desarrollo, utilizando los recursos que son necesarios para realizar los proyectos en el menor tiempo posible y con un mínimo número de fallas. Esto no es fácil, ya que en la práctica se tienen limitaciones como son un número reducido de mano de obra, falta de capacitación de los recursos humanos disponibles, equipo de cómputo insuficiente o inadecuado, etc. Para que se logre el éxito de un proyecto es necesario ayudarse con conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas que estudiaremos a lo largo de este curso. Para medir el éxito de un proyecto se toma en cuenta que los objetivos

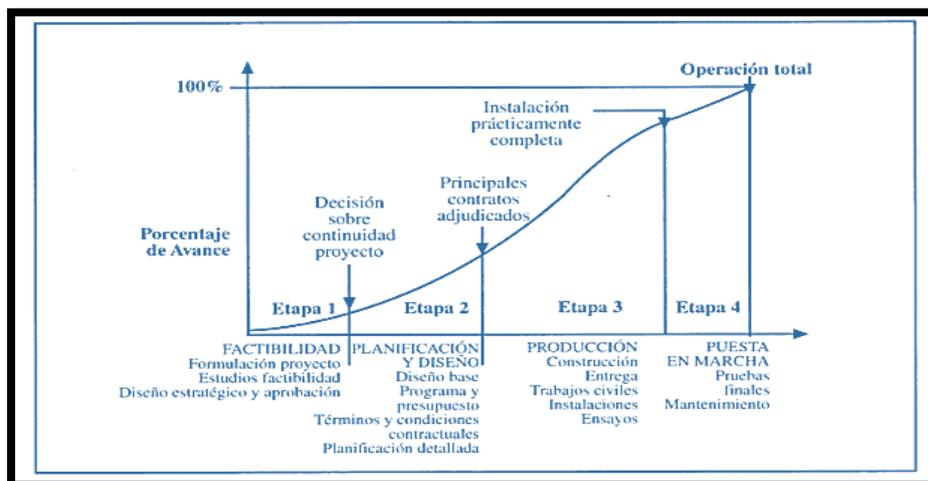
planteados se logren en el tiempo previsto y con el presupuesto asignado”. (Gómez, Cervantes, & González, 2012).

2.1.3. CICLO DE VIDA DE UN PROYECTO

“El ciclo de vida de un proyecto tiene como punto de partida definir las bases que enlazarán el inicio del proyecto con el término de este. Al definir el ciclo de vida de un proyecto este puede ser de ayuda al director del proyecto ya que va a determinar si el estudio de viabilidad deberá tratarse como la primera fase del proyecto o también como un proyecto apartado e independiente. El ciclo de vida del proyecto se divide en fases, inicio, planificación, ejecución y cierre del proyecto, así mismo el ciclo de vida del proyecto define que trabajos técnicos se deben hacer, cuando deben generarse los productos de entrega, quien está involucrado en cada fase y por último como controlar y aprobar cada etapa de las fases. Las descripciones que maneja el ciclo de vida de un proyecto pueden llegar a ser muy genéricas o muy detalladas, estas últimas pueden incluir en su cuerpo formularios, listas de control y diagramas para poder generar una estructuración, planificación y control de los proyectos. (ciclo de vida del proyecto y organización” (PMBOK Guide, 2009)

Figura 36: Ciclo de Vida de un proyecto

Fuente: PMBOK Guide



2.1.4. INICIO DE UN PROYECTO

“El inicio del proyecto incluye poner en claro qué se debe lograr con éste, plantear el alcance y la selección de los miembros iniciales del equipo, la conformación de un equipo de personas adecuado influirá mucho en el desarrollo posterior. El alcance de un proyecto define su tamaño del proyecto, el tiempo y los recursos que se requieren. Los recursos necesarios se deben aprobar durante esta fase y se debe determinar la fecha en la que estarán disponibles para poder empezar”. (Gómez, Cervantes, & González, 2012)

2.1.5. PLANIFICACION Y CONTROL DE UN PROYECTO

“La planeación o planificación de un proyecto comprende lo siguiente: desarrollar un plan para la dirección del proyecto, recopilar los requerimientos, definir el alcance del proyecto, crear la estructura de desglose del trabajo, definir las actividades y darles una secuencia, hacer una estimación de los recursos necesarios para llevar a cabo las actividades del proyecto y una estimación de la duración de cada actividad, desarrollar un cronograma, estimar los costos del proyecto, determinar el presupuesto, planificar la calidad, los recursos humanos, las comunicaciones, la gestión de riesgos y las adquisiciones”. (Gómez, Cervantes, & González, 2012)

“La planificación es la actividad primordial de la gestión por proyectos o Management, pues no tiene otra opción que predecir las actividades a futuro pues todas las decisiones que se van a tomar en el presente tendrán su resultado en el futuro”. (Navarro, 2009)

“Para poder realizar plenamente la planificación de un proyecto, es certeramente necesario comprender bien que es y que se pretende obtener con este proceso. La planificación consiste básicamente en determinar lo que se tiene que hacer, como se tiene que realizar, que acciones debemos tomar en cuenta, ver quien está a cargo de ella y por qué es responsable de ella”. (Serpell & Alarcón, 2001)

Por otro lado, “la elaboración del plan operativo del proyecto, es expresado en el cronograma de actividades o programa de metas físicas, es un paso de suma importancia, tanto para el diseño del proyecto como para la ejecución del mismo. En la etapa de pre inversión, el plan operativo, al tiempo que desarrolla y amplía el marco lógico precisando los componentes, sub componentes y actividades del proyecto; ayuda también a establecer una sólida base para la determinación de la inversión requerida. En la etapa de inversión, luego de que el proyecto ha sido diseñado y aprobado, el plan operativo se constituye en la principal herramienta de gerencia. Por tal razón, es aceptado universalmente al plan operativo como el núcleo del enfoque de gerencia de proyectos”. (Vigo, Vigil, Maed, & David, 2018)

“Así mismo el control tiene una dirección opuesta a la que presenta la planificación. Es decir, el control proporciona información al nivel de las operaciones, la cual debe agregarse con el fin de generar información de control de los niveles superiores”. (Vigo, Vigil, Maed, & David, 2018)

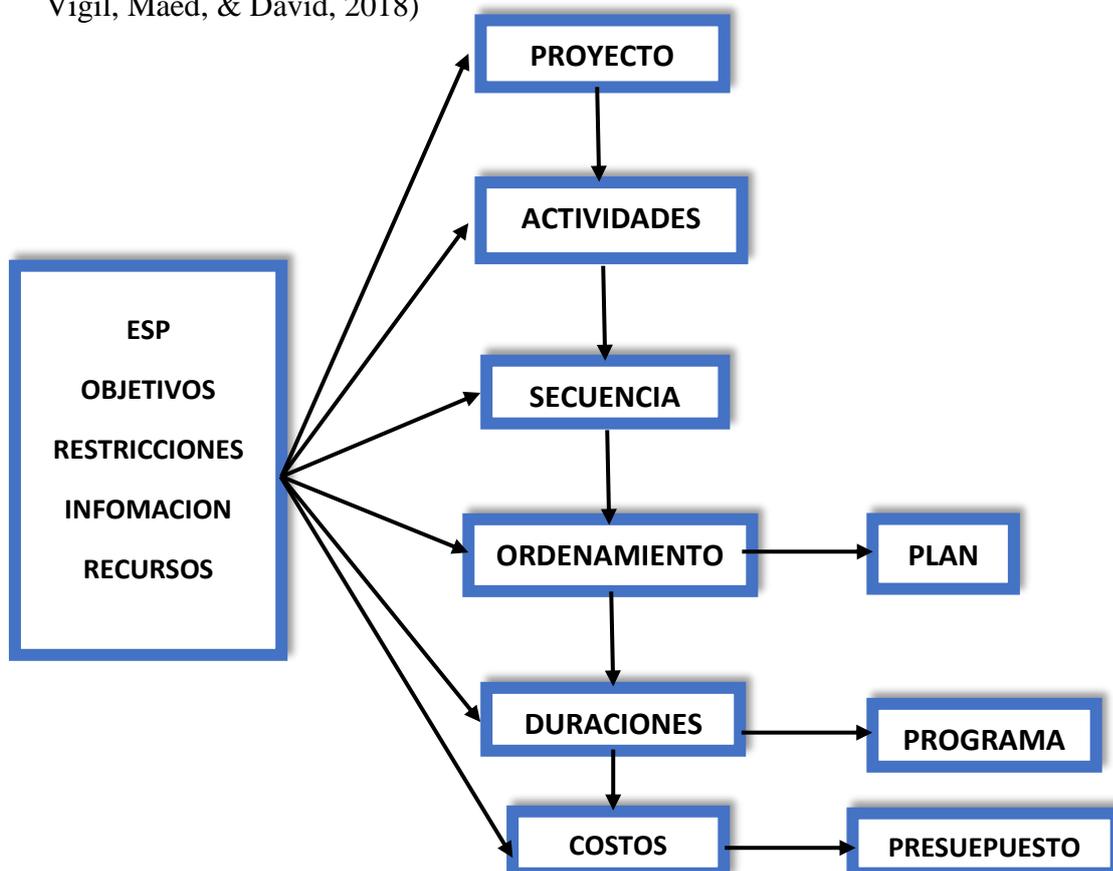


Figura37: Esquema de planificación y control de un proyecto

Fuente: Propia

2.1.6. NIVELES DE PLANIFICACION

“Un punto importante en la etapa de planificación, es la de determinar a qué nivel se debe de desarrollar el proyecto, pues la planificación debe empezar desde la parte superior a la parte inferior, teniendo en cuenta tres niveles comúnmente determinados, los cuales son: planificación estratégica, planificación táctica y planificación operacional”. (Serpell & Alarcón, 2001).

“Primero debe hacerse una planeación estratégica, en la que se toma en cuenta la misión del sistema que se va a desarrollar, su ambiente, los objetivos que se persiguen con su construcción, y se elaboran estrategias. Posteriormente se lleva a cabo el análisis de requerimientos y se planea la asignación de recursos. Una vez establecido el plan de requerimientos de recursos se procede con el desarrollo del plan del proyecto para someterlo a su evaluación y aprobación”. (Gómez, Cervantes, & González, 2012).

“La planificación estratégica retribuye a la planificación que toma en consideración a los aspectos globales del proyecto y a su vez el enfoque con el que se va a desarrollar, su enfoque está en los objetivos generales del proyecto y la forma de llevarlo a cabo con el fin de lograrlo. Por otro lado, la planificación táctica o planificación de medio plazo se lleva a un nivel con más detalles del proyecto y a su vez la definición de este y por último tenemos a la planificación de corto plazo la cual se encarga de los detalles de la ejecución de las tareas necesarias para concretar las actividades que se definieron en los niveles anteriores. La planificación entonces consiste en una descomposición de los procesos del proyecto en niveles cada vez más detallados, en los cuales debe existir coherencia entre los niveles expuestos del proyecto”. (Serpell & Alarcón, 2001).



Figura 38: Esquema de Niveles de planificación

Fuente: *Planificación y Control de proyectos*, Serpell A. y Alarcón, L. (2015).

2.1.6.1. PLANIFICACIÓN ANTICIPADA

“La norma que conduce el análisis de restricciones en que no se dé autoridad de ninguna actividad a la fecha que se ha previsto, en todo caso de que los planificadores estén con la seguridad de que estas restricciones se pueden expeler a tiempo. Teniendo en cuenta este reglamento se asegura el hecho de que los problemas que se presentan saldrán a la superficie más pronto, así mismo aquellos que no se pueden determinar en la planificación no se aplicara en la ejecución del proyecto, teniendo en cuenta el nivel de diseño, la fabricación o construcción”. (Ballard G. , 2000).

2.1.6.2. COMPROMISO CON LA PLANIFICACIÓN

“Los compromisos en la planificación se miden con el porcentaje de plan cumplido, el PPC, un hito clave que examina si el trabajo se llegó a realizar según lo previsto o no. El porcentaje de plan de cumplimiento da explicación acerca del rendimiento de la ejecución de los proyectos, así mismo la identificación de las enseñanzas de mejora y oportunidades de aprendizaje. Estas lecciones son utilizadas con el fin de mejorar las prácticas de laburo, procesos y por último de sistemas. El Last Planner System toma en consideración los criterios de calidad antes de dar compromisos a los trabajadores a realizar el trabajo con la finalidad de protegerlos de la incertidumbre. Por último, el cambio de comportamiento que genera el Last Planner System es tener la capacidad de negarse si el pre requisito de la asignación no está completado”. (Ballard G. , 2000)

2.1.6.3. APRENDIZAJE DE LA PLANIFICACIÓN

“En esta etapa la planificación que se asignó en el trabajo tuvo que ser revisada cada semana, con el fin de determinar que asignaturas o tareas se llevaron a cabo completamente. Si el compromiso no es sostenido, se procede a proporcionar una razón. Estas razones pasan a ser analizadas en periodos hasta llegar a la causa raíz y se toman acciones para evitar que vuelvan a suceder. Cualquiera que sea la causa raíz, el constante monitoreo de estas razones para el fracaso de la planificación, medirá la eficacia de las acciones correctivas tomadas”. (Ballard G. , 2000)

2.1.6.4. EJECUCION DE PROYECTO

“La ejecución del proyecto incluye direccionar al equipo, comunicarse con el cliente, proveedores y demás externos del proyecto, a su vez resolver conflictos y asegurar los recursos necesarios ya sean el dinero, mano de obra, equipo, tecnología y tiempo. El proceso de ejecución en la administración de un proyecto es aquel que solicita de una

mayor actividad por parte del administrador del proyecto. Por otro lado, el monitoreo del proyecto viene a ser una de las actividades con más importancia en la ejecución de la administración, pues una gran parte del trabajo del proyecto se realiza tanto en el aspecto físico, así como en el aspecto mental. Por último, se elabora el producto físico como ejemplo ya sea un puente, un informe, un programa de software. Se utilizan las mediciones de tiempo, costo y especificación como medios de control del proyecto”.

(Gómez, Cervantes, & González, 2012)

2.1.6.5. CIERRE DE PROYECTO

“El cierre del proyecto es llevado a cabo por una secuencia de actividades como lo son el reconocimiento de procesos y resultados, el cierre de las actividades, el aprendizaje de mejora continua, tomado de la experiencia del proyecto y por último la revisión de los procesos y resultados de la redacción del informe de entrega final del proyecto. A su vez el cierre de proyecto está clasificado en tres partes, primeramente, está el cierre administrativo el cual comprende la elaboración y entrega del reporte final el cual contiene dentro de este el presupuesto, la programación, la evidencia y reporte de control de cambios, el cierre del contrato el cual abarca la recopilación de archivos de contratos del proyecto, manuales, planos, bitácoras y lecciones aprendidas, por último, la entrega del proyecto el cual consiste en el resultado final al cliente”. (Gómez, Cervantes, & González, 2012)

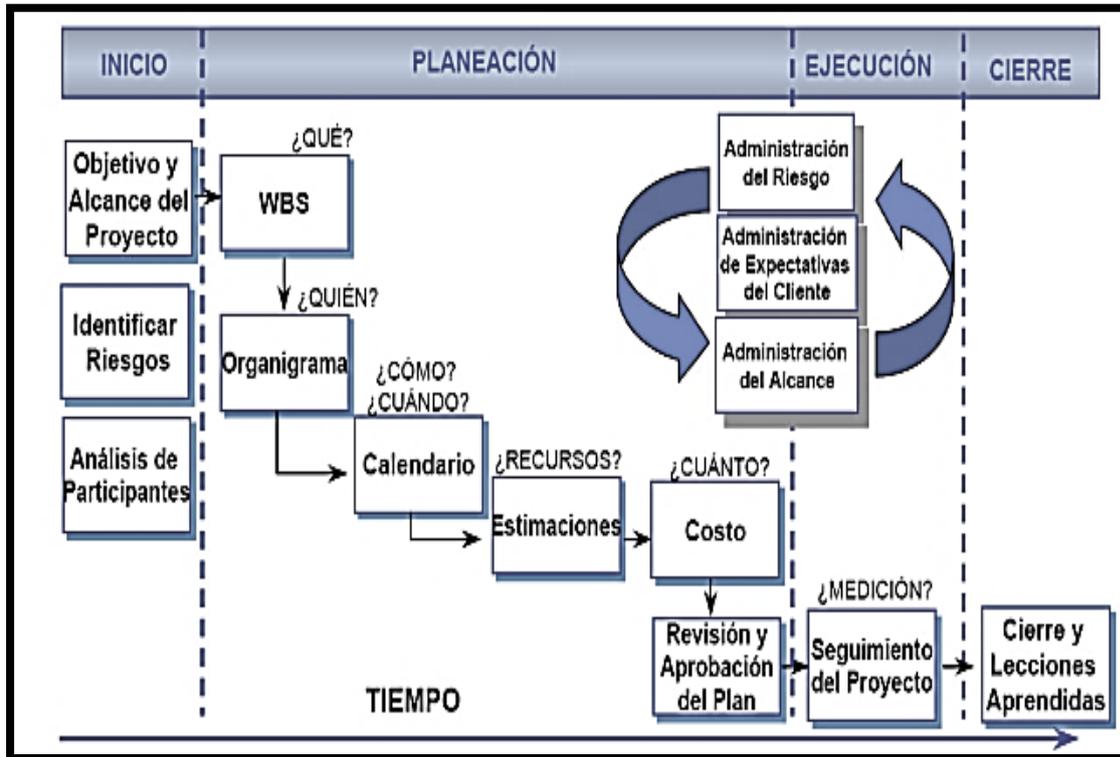


Figura 39: Cierre de un proyecto

Fuente: Planificación y Control de proyectos, Serpell A. y Alarcón, L. (2015).

2.1.6.6. SISTEMA LEAN CONSTRUCTION

“A mediados de la década de 1990, en los organismos de construcción el concepto LEAN tuvo su extensión progresivamente desde un nivel operativo hasta un nivel más estratégico. En otras palabras, la metodología Lean tuvo sus inicios en los niveles operativos, teniendo su paso por los niveles ejecutivos y así alcanzar los niveles estratégicos. Los principios del concepto del sistema LEAN tienen fundamento en que no se encuentran desperdicios y a su vez aparecen dos palabras que definen en lo que se enfoca la administración de proyectos cuyas palabras son el valor y los desperdicios. Con ello se pretende maximizar el valor de los proyectos y a su vez eliminar los desperdicios que prevalecen en ellos. Por otro lado, los planes operacionales son aquellos que especifican detalladamente cómo se deberán alcanzar los objetivos y a su vez los planes estratégicos son aquellos que se aplican a toda la organización, estableciendo así los

objetivos para colocarla en términos del ambiente que la rodea”. (Rojas, Elena, & Henao, 2016)

“El origen del Sistema Lean Construction se dio en la Universidad de Stanford, California, USA, en 1992, pues el finlandés Lauri Koskela escribió un documento llamado Aplicación de la nueva filosofía de la producción a la construcción, en el cual se estableció los fundamentos teóricos del nuevo sistema de producción aplicados a la construcción. Por ende, el trabajo pionero de Koskela fue un punto clave en el desarrollo de una secuencia de investigación sobre la aplicación del sistema de producción y la filosofía Lean a la industria de la construcción. A su vez el término Lean Construction fue acuñado por los fundadores del Grupo Internacional de Lean Construction (IGLC) en 1993”. (Botero & Álvarez, 2005)

“En otro punto se hizo mención que el sistema Lean Construction abarca la aplicación de los principios y herramientas Lean a los procesos completos que posee un proyecto de construcción partiendo desde su concepción hasta su ejecución y puesta en servicio, pues entendemos al Lean como una filosofía de trabajo que busca la perfección de la empresa, por lo tanto, sus principios pueden ser aplicados en todas las fases de un proyecto de construcción, ya sea, diseño, precomercialización, marketing y ventas, ejecución, puesta en marcha y mantenimiento del edificio, administración de la empresa y por último logística y relación con la cadena de suministro”. (Pons Juan F., 2014)

“El sistema LEAN Construction abarca los conocimientos que provienen de los sectores con más industria en los cuales que se ha mejorado notablemente la eficiencia de los procesos en los últimos años incrementando los niveles de calidad y la reducción de horas improductivas y con ello todo tipo de sobre costos. Unido a otros avances del sector, la filosofía LEAN es un concepto principal que viene sujeto a los contratiempos comunes que se generan en obra, reduciéndolos prácticamente hasta su eliminación”. (Pons &

Rubio, Lean construction y la planificación colaborativa metodología Last Planner System, 2019)

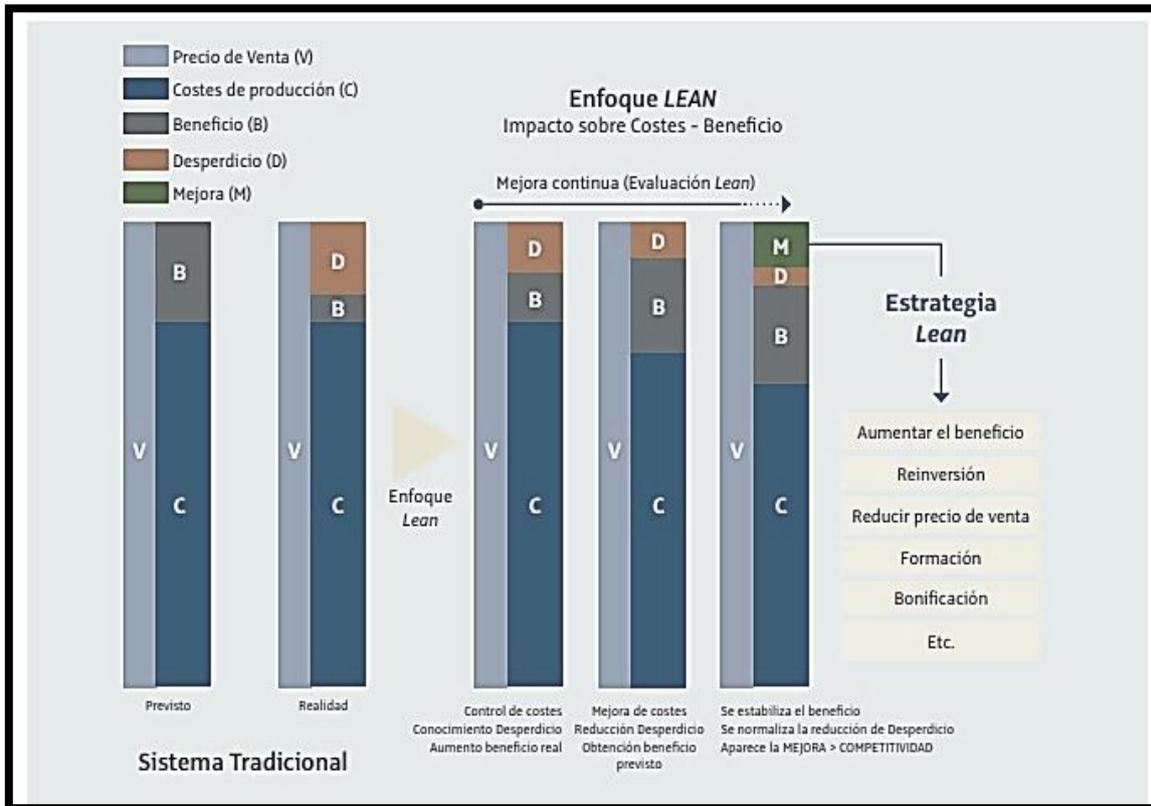
Además, (Pons, Juan F.), “menciona que el uso de la terminología del sistema Lean acata al suceso de que este sistema utiliza menos de todo comparado con la producción en masa ya sea la mitad de inversión en herramientas, la mitad de esfuerzo humano en la construcción, la mitad de espacio en la ejecución, la mitad de horas de ingeniería para generar un nuevo producto en la mitad de tiempo. Además, este requiere contener mucho menos de la mitad del inventario que se necesita en el sitio, dando pie a muchos menos defectos y con ello se produce una mayor y creciente variedad de productos”. (Pons Juan F., 2014)

“Así mismo mediante el enfoque Lean Construction se han desarrollado diversas herramientas encargadas de reducir las pérdidas por medio del proceso productivo. Una de las herramientas de planificación y control es el último planificador (Last Planner System), sistema que presenta cambios primordiales en la manera de como los proyectos son planificados y controlados. Este método incluye la definición de unidades de producción y a su vez el control del flujo de las actividades por realizar, a través de asignaciones de trabajo. En adición facilita obtener el origen de los problemas y la toma de decisiones con relación a los ajustes necesarios en las ejecuciones para tomar acciones a tiempo, por lo cual se genera un incremento en la productividad”. (Botero & Álvarez, 2005)

“La adopción de esta filosofía a través de la inclusión en obra de Last Planner System supone, una ganancia en base del tiempo que puede ser invertido en otros aspectos de obra mucho más productivos, aportando así a todos ellos más valor de producto al consumidor final y evitando posibles problemas en el futuro de mucho mayor costo tanto en el tiempo como económico”. (Pons Juan F., 2014)

Figura 40: Sistema LEAN vs enfoque tradicional

Fuente: Introducción lean construcción



2.7. LAST PLANNER SYSTEM

“El primer documento técnico que mencionaba Last Planner System fue publicado en 1994 y posteriormente fue desarrollado por su mismo autor, el menciona que el rendimiento del sistema de último planificador a veces es evaluado como si no pudiera existir ninguna diferencia posible entre “lo que debería hacerse” y “lo que se puede hacer”. Ante la pregunta “¿qué vamos a realizar o ejecutar la semana próxima?”, la respuesta más indicada es “lo que está proyectado en el programa”, o “lo que está produciendo más urgencia”. Por su parte los supervisores consideran que su trabajo es mantener la presión sobre los trabajadores para seguir produciendo teniendo en cuenta los obstáculos. La entrega irregular de recursos y el termino impredecible de los trabajos previamente necesarios, prohíben la presunta ecuación de “lo que se hará” con “lo que

debería hacerse” y rápidamente se da lugar al abandono de la planificación que dirige la producción real del proyecto”. (Ballard & Howel, 2007)

“Planificar de manera adecuada se convierte en uno de los métodos más efectivos para aumentar la productividad, lo cual genera una mejoría en la producción mediante la eliminación de esperas, a su vez se realizan las actividades en la secuencia que tiene más conveniencia y coordina la interdependencia de las actividades por realizar”. (Botero & Álvarez, 2005)

“Se menciona que Last Planner® System se basa en compromisos. Pues se trata de un sistema en el cual los últimos planificadores miden y analizan el nivel de cumplimiento de sus acuerdos sobre el plan de producción semanal, en donde se identifican y analizan las restricciones para posteriormente levantarlas, después de ello se eliminan actividades que no suman valor y se analiza la causa raíz de los problemas, lo que aporta a generar un flujo más continuo de trabajo y obtener un aprendizaje rápido de mejora continua. De esta manera, con este sistema se administra de mejor la incertidumbre de los proyectos, disminuyendo la variabilidad en la ejecución de las tareas asignadas en el proyecto”. (Pons Juan F., 2014)

“La metodología Last Planner System o sistema del último planificador apunta al incremento de la confiabilidad de la planificación y por consecuente apunta a mejorar los desempeños en el proyecto. Este sistema proporciona herramientas de planificación y control con más eficacia incluso en proyectos de mayor complejidad, inciertos y rápidos. Esta metodología esta específicamente diseñada para tener un mejor control de la incertidumbre mediante el aumento de la fiabilidad de los planes. El aumento de la confiabilidad que genera este plan es realizado tomando en cuenta acciones en distintos niveles del sistema de planificación”. (Andrade & Arrieta, 2010)

Consecuentemente (Andrade, M. y Arrieta, B.), “mencionan también que en esta metodología las herramientas y procedimientos que esta plantea se llegan a obtener elaboración de suficiente trabajo para que este pueda ser asignado o elegido cuando sea necesario, con el fin de obtener un flujo de trabajo más fiable entre las cuadrillas”.

“A su vez el Last Planner System trabaja primeramente con la idea de determinar lo que se “debería” hacer con el fin de concretar un proyecto y para después decidir lo que se “hará” en un cierto periodo de tiempo, debemos tener en cuenta que debido a las restricciones que se presentan en distintos escenarios del proyecto no todo se “puede” hacer, ello produce retrasos de forma repetitiva”. (Pons & Rubio, Lean construction y la planificación colaborativa metodología Last Planner System, 2019)

“Este sistema de Last Planner, tiene como planteamiento que esta brecha entre lo que se debería hacer y lo que al final se hizo se puede mejorar considerablemente si se obtiene información fiable y en conjunto con los últimos planificadores de tal manera que con ello se pueda visualizar en el plazo intermedio lo que en la práctica se puede realizar, para posteriormente en un plazo más inmediato, lo que con más certeza se hará”. (Orihuela & Ulloa, 2011)

Figura 41: Metodología tradicional y Metodología LPS

Fuente: Visión del Last Planner System



“En otro aspecto el Last Planner System tiene como principal objetivo el de aumentar la fiabilidad de la planificación, así mismo el de mejorar el rendimiento y eficacia en los proyectos para ello la metodología Last Planner comprende de un ciclo, el cual va desde el programa maestro el cual abarca el proyecto completo, el programa de fases detallado el cual se obtiene de la planificación en colaboración, el plan anticipado donde encontramos el análisis de restricciones, plan de trabajo semanal y con el plan de porcentaje medido completado”. (Andrade & Arrieta, 2010).

“Así mismo cuando se tiene un flujo de trabajo más predecible, los subcontratistas pueden sacar ventaja del montaje fuera de la construcción, ya que se puede tener una producción y ensamblaje de la obra en un entorno más controlado. Esto en general con lleva tener mayor calidad, menores costos y menores tiempos de producción en el sitio de trabajo. Otro gran beneficio de estabilidad que nos brinda el Last Planner Sytem consiste en que los proyectos se culminen a tiempo, así mismo al no tener una extensión del tiempo, lleva como efecto el ahorro en costos de equipo, materiales y mano de obra a la semana con el fin de tener un sitio de trabajo fluido y activo”. (Pons Juan F., 2014)

“Al tener un flujo de trabajo más previsible, las obras se organizan de mejor manera, las reuniones son en periodos de tiempo más cortas, las disputas y los cuellos de botella son menores y las interrupciones en el flujo de trabajo se hacen más evidentes. Las decisiones se toman por aprobación y los miembros del equipo que tiene el proyecto deben ponerse de acuerdo con el enlace existente entre las actividades, su secuencia y el tiempo de realización. Además, los miembros del equipo deben de asegurarse que tienen los recursos necesarios y el tiempo suficiente para completar los trabajos pactados en el proyecto”. (Pons Juan F., 2014)

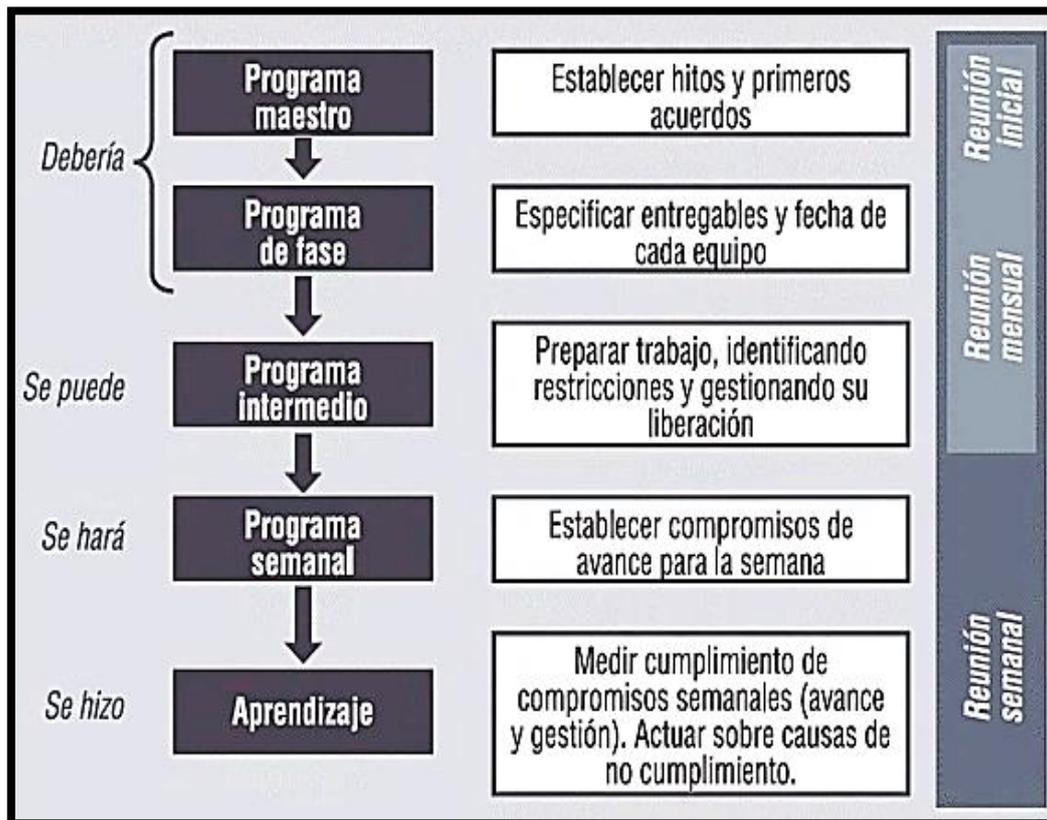
“Por otro lado, dicho aumento en la confiabilidad se logra con la introducción de planificaciones intermedias y semanales, encuadradas dentro de un plan maestro general

del proyecto, analizar e identificar las restricciones que se interponen al progreso de las tareas. identificadas las restricciones, es probable actuar antes de que sucedan, evitándolas, con lo que se logra desarrollar las actividades sin interrupciones”. (Botero & Álvarez, 2005)

“En resumen, el Last planner System (LPS) es una metodología de control de producción y ejecución diseñada para integrar “lo que debería hacerse”, “lo que se puede hacer”, “lo que se hará” y “lo que se hizo realmente” de la planificación y consignación de tareas. Su objetivo principal es entregar flujo de trabajo seguro y aprendizaje rápido de mejora continua (PPC, CNC y TMR)”. (Pons Juan F., 2014)

Figura 42: Sistema de trabajo Last Planner System

Fuente: Metodología Last Planner System



2.8. LIMITACIONES DEL LAST PLANNER SYSTEM

“En la metodología Last Planner System la principal limitación según los planificadores es la falta de tiempo para la implementación de nuevas prácticas en los proyectos que ya estaban puestos en marcha para su ejecución. Por otro lado, otras de las limitaciones que se presentan en el LPS es la falta de capacitación, pues estas buscan otorgar los conocimientos suficientes para el personal del proyecto para que con ello se lleve a cabo la implementación del sistema en las asignaciones del proyecto”. (Orihuela & Ulloa, 2011).

2.9. BENEFICIOS DE LAST PLANNER SYSTEM

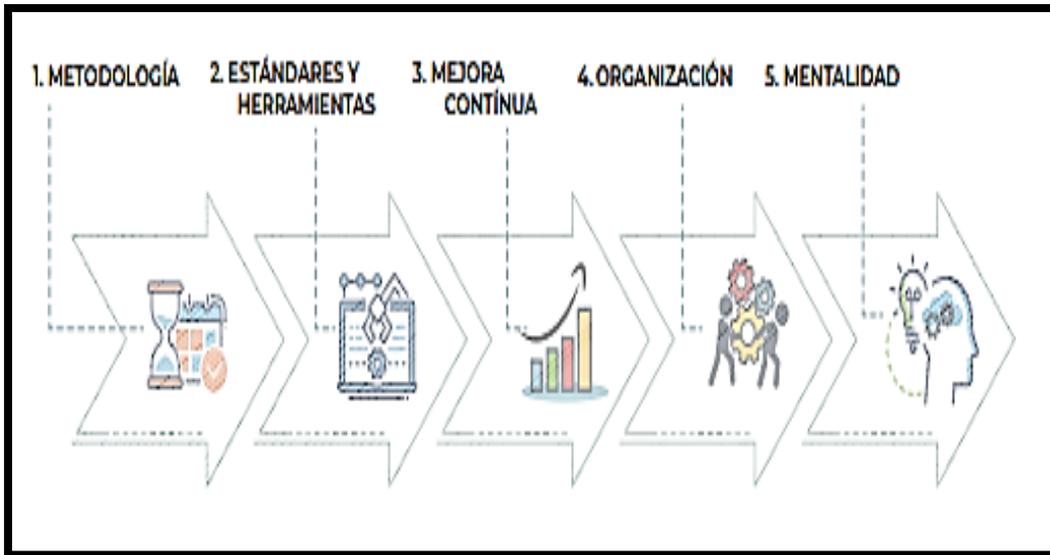
“La planificación en colaboración y el uso de la herramienta metodológica del Last planner System en proyectos de construcción civil han demostrado que esta metodología es una herramienta muy eficaz para alcanzar objetivos de Lean Construction en la masificación de entrega del proyecto al cliente, pues al mejorar la productividad de la obra reduce el despilfarro de materiales, mano de obra y costos de producción y esto a su vez aumenta las rentabilidades de las empresas constructoras”. ((Pons & Rubio, Lean construction y la planificación colaborativa metodología Last Planner System, 2019)

2.10. IMPLEMENTACIÓN DEL LAST PLANNER SYSTEM

“Es una metodología en la cual al momento de su implementación se requiere el seguimiento de pasos definidos por los planificadores, así mismo requiere de reuniones periódicas, rutinas y herramientas de planificación, ello con lleva procesos de mejora continua, puesto que estas mejoras continuas son medidas periódicamente bajo una serie de indicadores, se analiza las causas de los problemas y se toman acciones de prevención cuando los resultados no son lo que se espera, para su implementación se necesita de una estructura organizacional y a su vez de un tiempo de asignación”. (Pons & Rubio, Lean construction y la planificación colaborativa metodología Last Planner System, 2019)

Figura 43: Sistema de implementación Last Planner

Fuente: (Pons, Juan F. (2019)” Lean Construction y la planificación colaborativa metodología Last Planner System



“La implementación de la metodología Last Planner System planificador radica en la introducción de esta en la planificación tradicional de la obra o el plan macro. Una vez que el plan macro esta completado, se pasa a desarrollar la planificación por fases en cada hito, se crea un plan colaborativo para la entrega de cada fase asignada del proyecto, lo que viene a ser el sistema de producción para la entrega del proyecto. El equipo responsable del proyecto crea la planificación por fases en todo el proyecto, ello conduce a la elaboración del Look Ahead plan (LAP) o la planificación a medio plazo, que tiene como idea fundamental un alcance de tres a seis semanas. El look Ahead permite que el equipo del proyecto se anticipe y obtenga todo lo que requiera para realizar y completar el trabajo asignado el cual estará listo para ejecutarse cuando la planificación por fases lo requiera, finalmente los planificadores pasan a la medición de la mejora continua (PPC y CNC)”. (Pons Juan F., 2014)

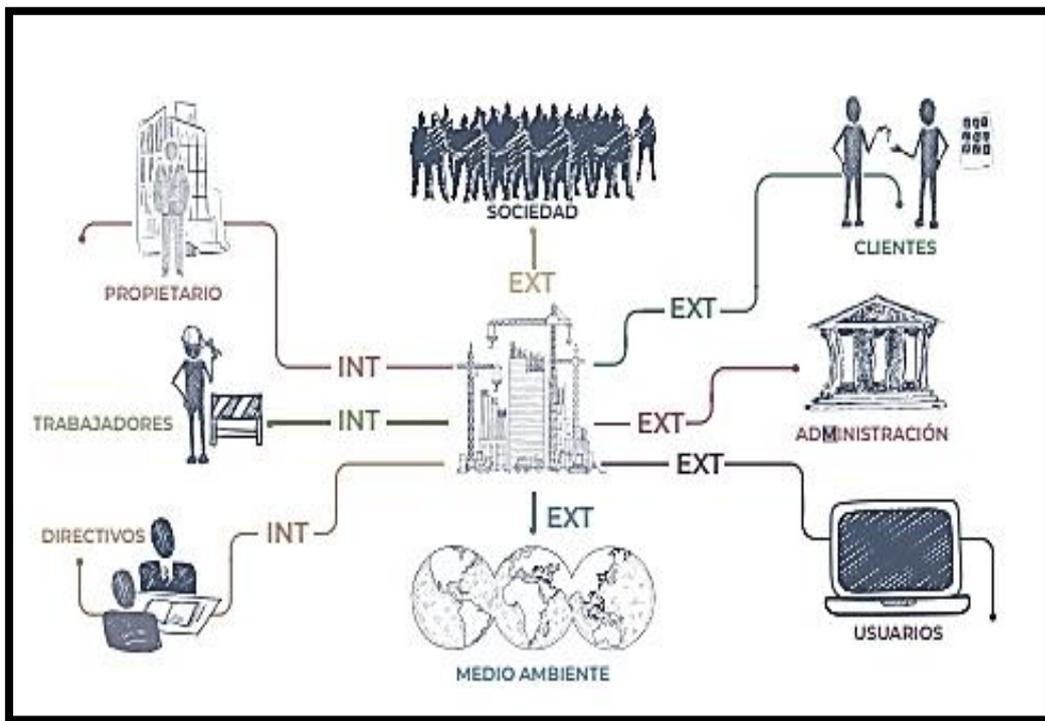
2.11. ESTRUCTURA DEL LAST PLANNERSYSTEM

2.11.1. REVISION DEL PROYECTO

“La revisión del proyecto tiene como principal objetivo el determinar si se es posible realizar y vender el proyecto con calidad, cantidad y costo requerido. Para ello se necesita identificar tecnologías, equipos, maquinarias, mano de obra, materia prima, procesos y recursos. La revisión del proyecto se lleva a cabo a mano de los expertos del campo del proyecto de inversión, los cuales proponen definir las alternativas que permitan cumplir los objetivos propuestos del proyecto”. (Vigo, Vigil, Maed, & David, 2018).

Figura 44: *Implicacados en la revisión del proyecto*

Fuente: (Pons, Juan F. (2019)) *Lean Construction y la planificación colaborativa metodología Last Planner System*



2.11.2. PLANEAMIENTO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

“El planeamiento del sistema de producción parte del plan maestro, generalmente se realiza un diagrama de Gantt (el cual refleja las metas a realizar en el tiempo que se pactó o se hicieron al cliente cuando se realizó el estudio del proyecto), el equipo del proyecto debe definir los hitos principales, de tal manera que los diferentes grupos de trabajo puedan sincronizar sus esfuerzos de manera efectiva. El primer paso de la metodología del Last Planner System consiste en llevar a cabo una Planificación de hitos generales con respecto al proyecto, en una etapa temprana, a ser posible de 2 a 4 meses antes de iniciar la ejecución de la construcción. En esta etapa, la importancia radica en identificar las diferentes fases que presentará el proyecto, entendiendo que para cada fase se tendrá que ejecutar lo que se conoce como Planificación de fases”. (Pons & Rubio, Lean construction y la planificación colaborativa metodología Last Planner System, 2019)

Algunos de los componentes a que se deben considerar en la planificación del sistema de producción son los siguientes:

- Definición de alcance
- Análisis de los stakeholders o partes interesadas: cliente, proveedores, subcontratistas, diseñadores, comunidad de usuarios, etc.
- Definición de la estructura de desglose del trabajo
- Definición de la estructura de la organización del proyecto
- Análisis de riesgos del proyecto.
- Definición de la estrategia de trabajo a realizar
- Identificar los recursos críticos
- Identificar hitos
- Programación general de la obra (secuencia de actividades principales, duración real, solapes reales, etc.).

2.11.3. PLANIFICACIÓN A LARGO PLAZO EN MACRO(HITOS)

“El sistema de planificación a largo plazo en macro tiene como inicio la parte tradicional de la programación maestra que existe en toda obra de construcción, la cual tiene como mayor referente la implementación de Hitos. Consiste en el planteamiento de los hitos que van a ser requeridos para cumplir con los objetivos previstos en el proyecto”.

(Pons Juan F., 2014)

“Esta etapa es de suma importancia ya que con ello el sistema de ultimo planificador otorgara los beneficios esperados. Este deber ser ejecutado con información que patente el original desempeño que tiene la empresa en el proyecto de construcción, solo así se podrá dar validez al sistema, ya que se estarán monitoreando las tareas que representan la forma en que labura la empresa”. (Andrade & Arrieta, 2010).

Figura 45: Estrategia general de implementación.

Fuente: Planificación y Control de proyectos, Serpell A. y Alarcón, L. (2015).



2.11.3.1. PUNTO DE PARTIDA DEL LAST PLANNER SYSTEM (CRONOGRAMA MAESTRO)

“El Last Planner System tiene punto de partida en el cronograma maestro pues este se produce en la etapa de la planificación inicial y se representa el nivel de cada hito establecido en la planificación del proyecto que especifica la duración de cada fase por las que atraviesa un proyecto. Este cronograma se va desglosando en principio por funciones, áreas o productos. En esta etapa se abarca el tiempo estimado para la ejecución del proyecto y presenta las actividades a realizar en un nivel aproximado con miras a una planificación a largo plazo, como resultado de la estructuración del plan de trabajo, en el cronograma maestro muestra los hitos importantes resultado de limitaciones y objetivos del proyecto”. (Ballard & Howel, 2007)

“Así mismo el cronograma maestro programa maestro muestra el objetivo o resultado final del proyecto y a su vez los productos intermedios para lograrlo. Por otro lado, controla la evolución del alcance para todos los implicados en el proyecto y tiene que brindar al equipo de obra una visión común entorno a los objetivos y entregables planteados en el proyecto, de manera que permita elaborar un adecuado monitoreo de la evolución y alcance de este”. (Pons Juan F., 2014)

Figura 46: Cronograma maestro de proyecto

Fuente: Revista Introducción al sistema Last Planner System.

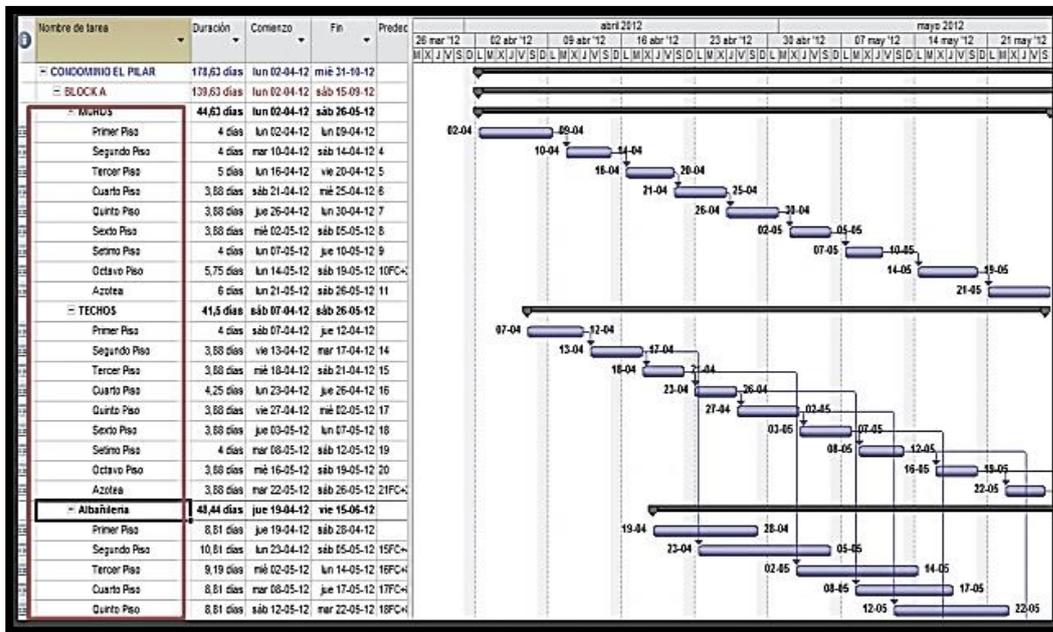


Figura 47: Programa maestro de identificación de hitos

Fuente: (Orihuela, P. y Ulloa, K. (2011) “La planificación de las obras y El Sistema Last planner”, Boletín N°12.

ACTIVIDAD	MESES							
	OCT.	NOV.	DIC.	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.
Obras Provisionales	♦							
Movimientos de Tierras			S2					
Calzaduras			S2					
Cimentación			S2					
Muro de Contención				S2 S1				
Columnas y Placas				S2 S1 1P	2P 3P 4P	5P 6P 7P		
Vigas y Losas				S2 S1 1P	2P 3P 4P	5P 6P 7P		
Tabiquería					1P	S2 2P 3P	4P 5P	6P 7P
Tarrajeos						S1 1P 2P	3P 4P	5P 6P
Pisos					S2		1P 2P	3P 4P

2.12. PLANIFICACION EN FASES (PULL SESION)

“La planificación por fases consiste en el detalle de las actividades que serán necesarias para la ejecución de una fase del proyecto. Este tipo de planificación se usa la técnica del Pull, en la cual se recomienda la programación en reversa, partir desde atrás (actividad final) hacia adelante (actividad inicial de la fase). Esto aporta la determinación de los trabajos que son necesarios para efectuar los objetivos propuestos”. (Orihuela & Ulloa, 2011)

“La planificación en fases vincula la estructura del trabajo y el control de la producción suministrando objetivos a los que dirigirse. Sin esta planificación no hay garantías de que el trabajo correcto esté preparado para ser ejecutado en el momento adecuado para lograr los objetivos propuestos del proyecto. Se propone el concepto de “fase” para ocupar el nivel de la estructura de desglose de obra que sigue a las subdivisiones del producto a construir. El trabajo que deben realizar los especialistas involucrados en una fase se estructura luego mediante una subdivisión adicional del producto por especificación del proceso”. (Ballard & Howel, 2007)

“La planificación en fases representa una subdivisión con más detalle del programa maestro elaborada por personas que administran y manejan el trabajo en la fase para apoyar el adecuado cumplimiento de los hitos identificados en el cronograma maestro”. (Andrade & Arrieta, 2010)

“Se identificará una fase y las actividades que la conforman, tomando como punto de partida del cronograma maestro, las fechas de inicio y fin de cada actividad del proyecto”. (Cerveró, Alarcón, & Ponz, 2013)

“El propósito de la programación de fases es producir un plan para completar una fase de trabajo que maximice la generación de valor y que todos los involucrados

entiendan y apoyen; producir un plan a partir del cual las actividades programadas se integran en el proceso de anticipación para desglosarse en detalles operativos y prepararse para la asignación en planes de trabajo semanales. Los participantes en el proceso de programación de fases son representantes de aquellos que tienen trabajo que hacer en la fase”. (Ballard & Howel, 2007)

“Para que este planeamiento se lleve a cabo es fundamental que participen todos los responsables de cada asignación y a su vez las áreas funcionales del proyecto de manera que se entiendan y se ordenen los objetivos, con el fin de ejecutar la fase que se está planificando”. (Pons & Rubio, 2019).

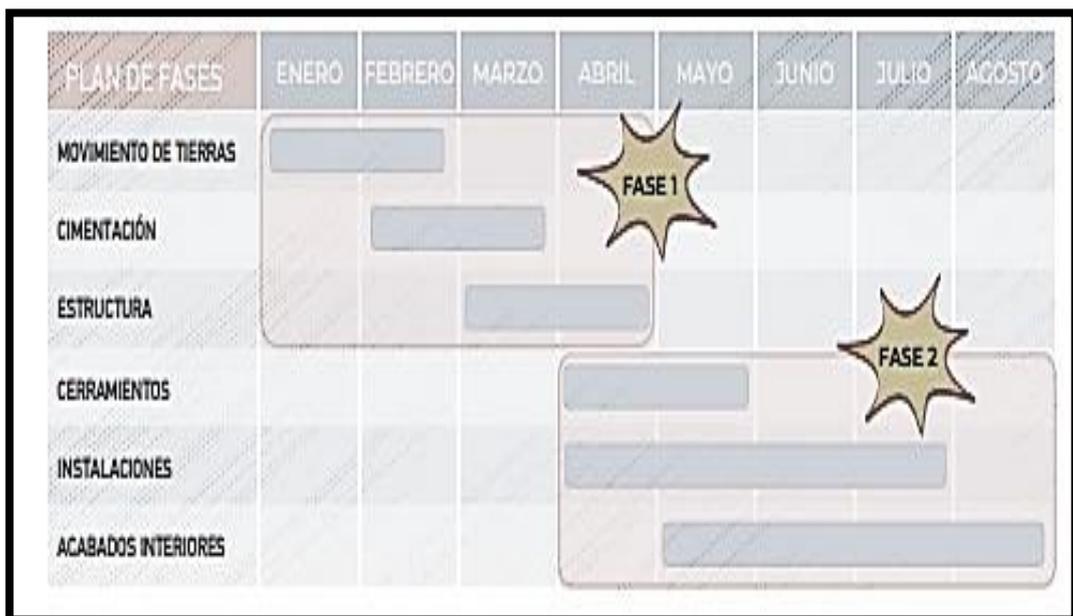


Figura 48: Ejemplo de Plan de Fases de una vivienda unifamiliar

Fuente: Lean Construction y la planificación colaborativa metodología Last Planner System

2.12.1.SECTORIZACION

“ En el sistema de planificación por fases se encuentra la sectorización del lugar del trabajo. La sectorización debe tener definido el método constructivo, después de ello tener el metraje de las actividades generales en unidades definidas (m3, m2 y m). Se

dividen los metrados totales entre la cantidad de sectores con los que se realizará la obra.

Los sectores deben tener cantidad de elementos especiales a realizar dentro de él, con el fin de que no se produzca atrasos o adelantos por un desbalance en las eficacias de producción entre las cuadrillas, teniendo cuidado de los criterios constructivos y estructurales que puedan influir en la calidad de la obra. Una vez que se definieron los sectores y las actividades de la sectorización, se dará a conocer al personal involucrados en el proyecto de estos trabajos de forma clara y concisa de preferencia en un mural para que contribuya a dar órdenes, tomar mediciones y monitorear la ejecución de las actividades planificadas y programadas”. (Carrión & Iosune, 2020)

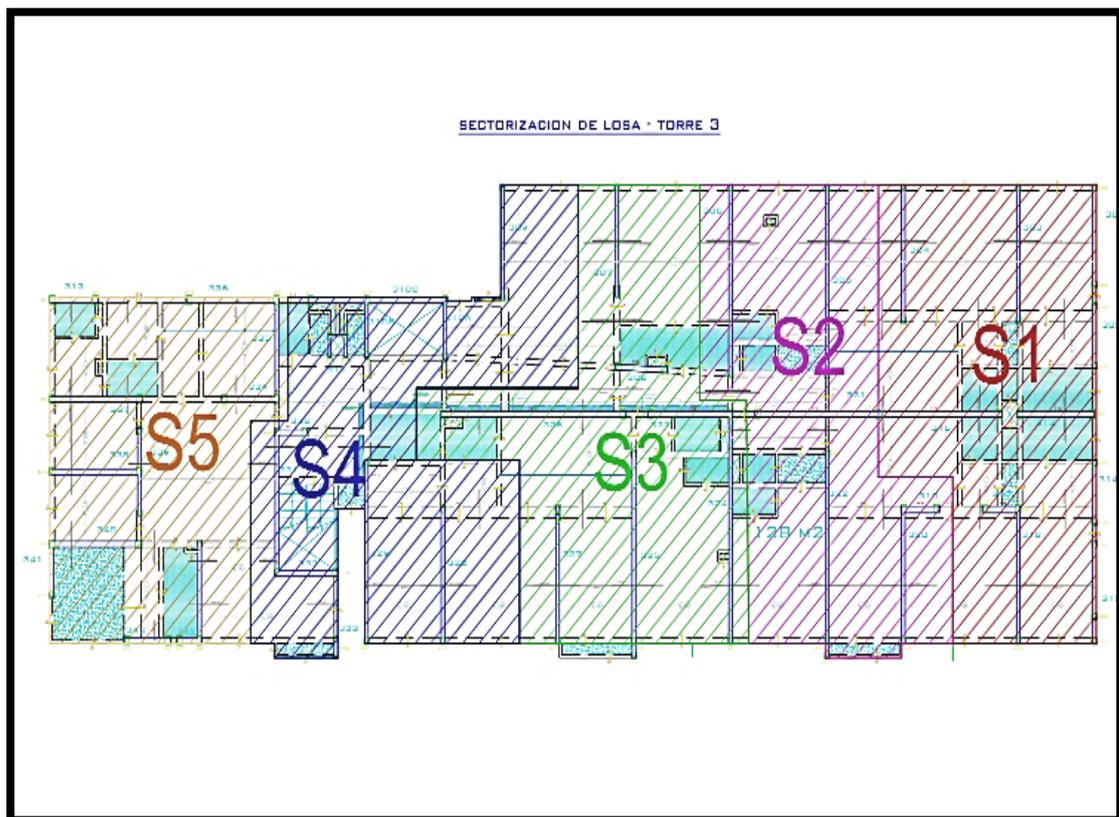


Figura 49: Ejemplo de sectorización de losa

Fuente: Ingeniería Tec

2.12.2. TREN DE TRABAJO

“El tren de trabajo o tren de actividades es un sistema equilibrado de producción constante, es adaptado a proyectos donde la variabilidad es reducida y así mismo ritmo físico en el trabajo es reducible a partes iguales. Ayuda a mejorar las actividades repetitivas y secuenciales, tales como edificación, estructuración, montaje, muros anclados, etc”. (Castro, Pajares, & Emilio, 2018)

“Es una herramienta que se emplea para secuenciar las actividades de la partida que se analiza asegurando que todos los días se logre la meta establecida en el cronograma planificado. Por otro lado, el tren de actividades es otra herramienta de la filosofía Lean Construction que trabaja en complemento con la sectorización, en donde se establece una secuencia de partidas las cuales van conectadas entre sí Una de las características del tren de actividades es que cada actividad se considera una estación de trabajo, donde todos los procesos son cuellos de botella. Por lo tanto, todos los días se tiene el mismo avance, y la cantidad de recursos es constante, cada cuadrilla produce lo mismo”. (Castro, Pajares, & Emilio, 2018)

Actividades	Días							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Perforación para Anclaje	1A	1B	1C	1D	1E	1F	1G	1H
Inyección de concreto		1A	1B	1C	1D	1E	1F	1G
Excavación de Banqueta			1A	1B	1C	1D	1E	1F
Colocación de Contrafuerte			1A	1B	1C	1D	1E	1F
Perfilado de banquetta y Pañeteo			1A	1B	1C	1D	1E	1F
Colocación de malla de acero				1A	1B	1C	1D	1E
Relleno de longitud de empalme				1A	1B	1C	1D	1E
Encofrado de Muro					1A	1B	1C	1D
Concreto de Muro					1A	1B	1C	1D
Tensado de Anclajes								1A

Figura 50: Ejemplo de tren de actividad de muro anclado

Fuente: Programación de la construcción de muro anclado aplicando líneas de balance.

2.13. PLANIFICACION INTERMEDIA

“Corresponde al segundo nivel de la jerarquía en la planificación, y le sigue a la planificación inicial, de la cual se deriva el plan maestro y antecede a la planificación compromiso, que genera el plan de trabajo semanal (PTS)”. (Botero & Álvarez, 2005)

“La planificación intermedia es una metodología que trabaja con las actividades que se van a realizar dentro de un periodo de 4 o 6 semanas. Los últimos planificadores seleccionan y desintegran las actividades en asignaturas con el fin de que estas realicen un análisis de restricciones, con el objetivo principal de crear asignaciones liberadas y listas para poder programarse semana a semana”. (Orihuela & Ulloa, 2011)

“Dentro de la planificación intermedia se analizan las restricciones que puede tener una actividad para ser ejecutada Pero el horizonte de trabajo que abarca la planificación intermedia también dependerá de la naturaleza del trabajo a realizar y la sensibilidad de los proveedores para las distintas actividades. Las asignaciones potenciales entran a la ventana de la planificación intermedia en la semana 6 del programa de ejecución”. (Andrade & Arrieta, 2010))

“Esta ventana se extrae del plan realizado en la Pull Session, cuyo objetivo principal es generar flujo predecible de trabajo durante la fase de ejecución. En el proceso de Planificación intermedia, se identificarán nuevas restricciones que puedan impedir la correcta ejecución del programa maestro y se actualizarán aquellas procedentes de la Pull Session. Estas restricciones gestionadas de manera eficiente y liberadas a tiempo, nos permite obtener un inventario de trabajo ejecutable (ITE) en forma de órdenes de producción concretas”. (Pons Juan F., 2014)

“Si el planificador percibe una restricción en una de estas actividades, no podrá dejarla avanzar. El objetivo es mantener un inventario que sea efectivamente ejecutable.

Los planes de trabajo semanal son formados desde el inventario de trabajo ejecutable, mejorando así la productividad de quienes reciben estas asignaciones e incrementando la confiabilidad del flujo de trabajo para la siguiente unidad de producción”. (Andrade & Arrieta, 2010)

2.13.1 GENERACION DEL LOOKAHEAD

“El Lookahead es el segundo nivel en la jerarquía de Last Planner System, se recalcan las actividades que deberían hacerse en el futuro. Su principal objetivo es el de controlar el flujo de trabajo ejecutable, entendiéndose, así como flujo de trabajo la coordinación y la congruencia del diseño (planos), materiales y equipos, recursos humanos, información y requisitos previos, que son necesarios para que el equipo cumpla su trabajo en el proyecto”. (Cerveró, Alarcón, & Ponz, 2013)

“El lookahead incluye solo actividades que cumplen con ciertos requisitos. La ventana de anticipación es la que determina con qué anticipación de la fecha de inicio del proyecto programado se consideran las actividades en el programa maestro para entrar en la búsqueda anticipada”. (Rojas, Elena, & Henao, 2016)

- Formulación de la serie del flujo de trabajo a ejecutar.
- Selección de aquellas actividades que se podrían ejecutar cuando estén proyectadas. Se deberá tomar en consideración si existen cambios en la planificación, así como temas que no están resueltos y disponibilidad de los materiales.
- Analizar e identificar las restricciones.
- Equilibrar la cantidad de trabajo por ejecutar, teniendo en cuenta la capacidad y eficacia que se tiene en obra.

- Listar los requisitos que deberán tenerse en cuenta para la realización de las asignaciones en la semana que se planificaron.

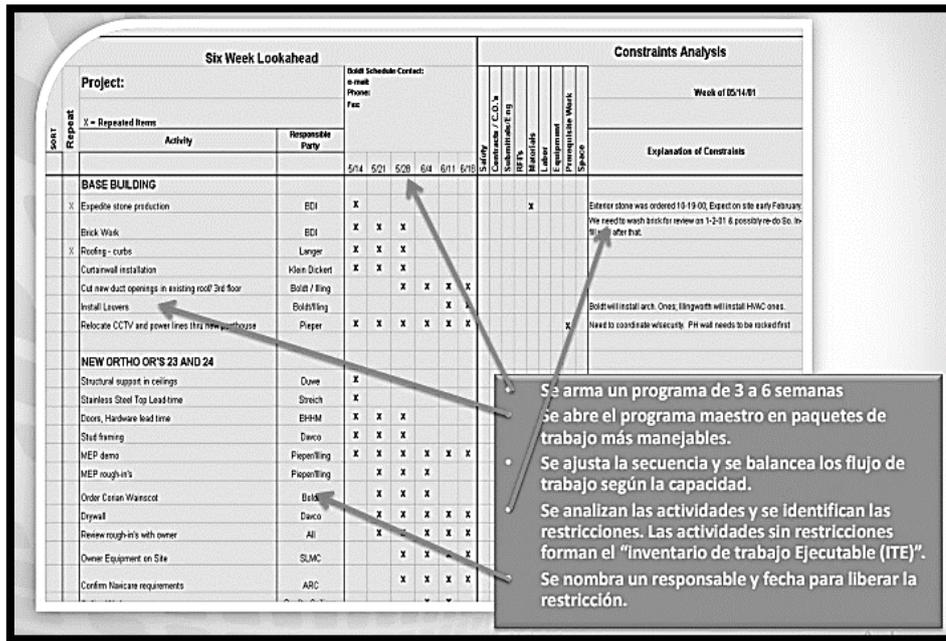


Figura 51: Planificación intermedia

Fuente: Introducción a los conceptos del Last Planner System

Fecha de corte:		Semana 01							METRADO
Item	Nombre de tarea	D	L	M	M	J	V	S	
	PROGRAMACION MAESTRA EJEMPLO LAST PLANNER SYSTEM								
1.1	Cimentaciones								
1.1.1	Excavacion mecanica								
1.1.1.A	Excavacion mecanica - EJE A	100.00	100.00	100.00					300.00
1.1.1.B	Excavacion mecanica - EJE B				100.00	100.00			200.00
1.1.1.C	Excavacion mecanica - EJE C						100.00	100.00	200.00
1.1.2	Solados								
1.1.3	Zapatatas								
1.1.4	sobrecimientos								
1.2	Edificacion 1er piso								
1.2.1	Muros de albañileria e=0.15cm								
1.2.1	Muros de albañileria e=0.15cm - EJE A								
1.2.1	Muros de albañileria e=0.15cm - EJE B								
1.2.1	Muros de albañileria e=0.15cm - EJE C								

Figura 52: Ejemplo de lookahead

Fuente: Introducción a los conceptos del Last Planner System

2.13.2. ANALISIS DE RESTRICCIONES

“De la planificación intermedia se consigue un grupo de actividades para un intervalo de tiempo establecido. Cada una de estas actividades tiene programada un

conjunto de restricciones que van a determinar si las actividades se pueden realizar o no realizar”. (Andrade & Arrieta, 2010).

“Los principales factores que se tomaron en cuenta en el análisis de restricciones fueron: el cumplimiento de tareas predecesoras del cronograma, el diseño de los detalles constructivos del proyecto así mismo sus especificaciones, la disponibilidad de los componentes, equipos y materiales en el proyecto, de espacio y la consideración de los posibles impedimentos que se presenten por condiciones externas al proyecto”. (Orihuela & Ulloa, 2011).

“Teniendo como punto de partida esta premisa, es necesario realizar un análisis de estos riesgos para poder crear estrategias de anticipación y estar precavidos para tomar las medidas que permitan disminuir el impacto de estos riesgos. Generalmente se piensa que los riesgos se originan de las dificultades técnicas del proyecto, pero hay que tener en cuenta otros factores que produzcan riesgo y que por tanto no deben de dejarse de lado”. (Carrión & Iosune, 2020).

“Una vez que se identificaron y ubicaron las asignaciones en la programación de mediano plazo, éstas se sometieron a la identificación de las limitaciones que de no ser levantadas van a imposibilitar la ejecución de las tareas, y que pueden estar determinadas por la insuficiencia en los diseños o detalles, así mismo permisos y trámites legales, predecesoras, disponibilidad de materiales, de trabajo económicos, y generalmente aquellas que son específicas dependiendo del proyecto”. (Carrión & Iosune, 2020)

“Para ello, los participantes en las reuniones de planificación deben ser los responsables del equipo que van a ejecutar o que están realizando las distintas partidas de obra, ya que son quienes mejor conocen lo que realmente está pasando con sus cuadrillas y, además, deben tener capacidad de tomar decisión y de informar a sus jefes aquellas necesidades o problemas que nazcan o que excedan su capacidad personal. Todas las restricciones deberán ser añadidas a una Lista o Registro de Restricciones que permita el seguimiento del estado de cada uno de los compromisos asumidos”. (Pons & Rubio, 2019).

S E M A N A	ACTIVIDADES	FECHAS		RESTRICCIONES						RESPONSABLE	
		INICIO	TÉRMINO	CANCHA	MO	MATERIALES	DISEÑO	DESHEQUEO	EQUIPOS	Ejecución	SEGUIMIENTO
1 (04 al 08 de	Hormigón muros y pilares piso 1 sector B	30/05/07	05/06/07	✓	✓	✓	✓	✓	✓	H.C	H.C
	Moldaje vigas y losa piso 1 sector B	05/06/07	08/06/07	✓	✓	✓	✓	✓	✓	H.C	F.G
	Fierro vigas y losa piso sector B	05/06/07	08/06/07	X	✓	✓	✓	✓	✓	H.C	F.G
	Hormigón vigas y losa piso 1 sector B	08/06/07	11/06/07	X	✓	✓	✓	✓	✓	H.C	F.G
	Trazados y niveles generales edificio C-D	04/06/07	08/06/07	✓	✓	✓	✓	✓	✓	R.A	H.C
	Excavaciones fundaciones edificio C	04/06/07	15/06/07	✓	✓	✓	✓	✓	✓	H.C	F.G
	Fierro muros y pilares piso 2 sector A	08/06/07	11/06/07	✓	✓	✓	✓	✓	✓	R.A	H.C
	Instalaciones provisionarias: Alcantarillado	09/04/07	13/06/07	✓	✓	✓	✓	✓	✓	H.C	F.G

Figura 53: Plantilla para identificar las actividades que se “pueden” hacer en la planificación intermedia.

Fuente: La planificación de las obras y El Sistema Last planner

LISTADO DE RESTRICCIONES									
OBRA:					FECHA CONTROL:				
ID	DESCRIPCIÓN DE LA RESTRICCIÓN/PROBLEMA	IMPACTO / ACTIVIDAD QUE SE VE AFECTADA	ACCIÓN	Prioridad	RESPONSABLE DE LIBERARLA		FECHA COMPROMISO	FECHA REAL LIBERACIÓN	ABIERTA / CERRADA
					EMPRESA	PERSONA			
#1	Urbanización zona piscina. Avintiaj/DF/Beta konkret (P11D)	Invasión de zonas con riesgo de caída de objetos	La dirección facultativa pactará con los vecinos como acometer con la urbanización y se marcará fecha de entrega de su zona.	●			10-ago.	20-jul.	CERRADA
#2	Barandilla ext. P11D esc.3.Cabezas.Disponibilidad/retrada de plataformas de descarga.	Imposibilidad de finalización	Se avanzará todo lo posible a falta de colocar la barandilla donde este la plataforma	●			22-ago.	22-ago.	CERRADA
#3	No tenemos definido el color de la carpintería de aluminio y por lo tanto no podemos realizar el pedido	Imposibilidad de realizar el pedido del aluminio y de poder planificar esta actividad.	Solicitar a la Dirección Facultativa y al propietario la referencia de color del aluminio.	●			27-ago.	13-ago.	ABIERTA
#4									
#5									Activar

Figura 54: Plantilla para identificar las actividades que se “pueden” hacer en la planificación intermedia.

Fuente: La planificación de las obras y El Sistema Last planner

2.13.3. PREPARACION DE ACTIVIDADES

“Este término se refiere a tomar las acciones que sean necesarias para eliminar las restricciones o limitantes de las actividades, para que así estén en disposición para empezar en el momento pactado. El planificador puede mover las restricciones de una tarea para dejarla operativa para ser asignada”. (Cerveró, Alarcón, & Ponz, 2013).

“El remover una restricción de una actividad empieza por determinar quién es el último involucrado en levantar la última restricción que falta de esa actividad y determinar cuál es el periodo de respuesta más probable para empezar la siguiente actividad. Este periodo de respuesta debe ser más corto que el Lookahead o la tarea no será permitida en

este programa, es parte del proceso de revisión y debe ser repetido durante la actualización semanal del programa de planificación de mediano plazo”. (Cerveró, Alarcón, & Ponz, 2013).

“Pedir al proveedor la entrega de insumos que según sea necesario para completar la elaboración del proceso en el que se añadirá. Este tirón puede hacer que el proveedor cambie la serie de su trabajo, lo que puede generar o no un costo extra. Un ejemplo de extracción es solicitar que los insumos para un área en el sitio se entreguen antes que los de otra área, porque el laburo es de requisito previo para la primera área que se completará antes”. (Ballard & Howel, 2007)

“Obtener la atención selectiva del proveedor para remover la restricción. Si el periodo de entrega anticipado es demasiado largo, es posible que sea necesario asignar recursos adicionales para acortar el tiempo. Ejemplos de agilización son el envío de insumos por aire en lugar de enviarlos por tierra, trabajar horas extras, permisos de construcción para una parte del edificio cuando se debe completar el diseño que resta o subcontratar a una empresa con equipos más sofisticados y calificados que, por lo tanto, pueden adicionar la entrada más rápido del proyecto”. (Ballard & Howel, 2007)

Tipo Restricción	Detalle Restricción	Código	Nombre Tarea	Responsable Liberación	Estado Liberación	Fecha Estimada Liberación	Fecha Efectiva Liberación	Fecha Creación
Otros	Confirmar chequeo del vuelo con Cristian Sepúlveda	1.2.1	Preparación visita 22 Diciembre	Jaime Muro	Liberada ✓	21/12/2009	21/12/2009	18/12/2009 06:53 p.m.
Otros	conseguir sala de reuniones para capacitación	1.1.6.1	Capacitación IMPERA	Jorge Barraza Riquelme	Liberada ✓	16/12/2009	16/12/2009	18/12/2009 05:46 p.m.
Otros	enviar presentación a Cristián Sepúlveda	1.2.2	Taller inducción Last Planner Nodo II Mov. Tierra Masivo	Iván Bugueño	Liberada ✓	21/12/2009	20/12/2009	18/12/2009 06:59 p.m.
Materiales	habilitar computador	1.6.1	Setup		No liberada ✗	30/12/2009		17/12/2009 01:04 p.m.
Otros	coordinar pasajes y alojamiento Jaime Muro	1.2.1	Preparación visita 22 Diciembre	Cristian Sepulveda Cerda	Liberada ✓	21/12/2009	20/12/2009	18/12/2009 06:38 p.m.
Administrativos	alojamiento Jaime Muro	1.1.3	Preparación Visita	Cristian Sepulveda Cerda	Liberada ✓	07/12/2009	07/12/2009	17/12/2009 12:40 p.m.
Otros	conseguir sala truck shop y data para presentación 22 Diciembre	1.2.2	Taller inducción Last Planner Nodo II Mov. Tierra Masivo	Cristian Sepulveda Cerda	Liberada ✓	21/12/2009	21/12/2009	18/12/2009 06:59 p.m.
Personal	coordinación con Iván Bugueño y Jaime Muro	1.1.6.5	Ejercicio Ejemplo Planificación	Cristian Sepulveda Cerda	Liberada ✓	17/12/2009	17/12/2009	18/12/2009 06:31 p.m.
Administrativos	generar pase Jaime Muro	1.1.3	Preparación Visita	Cristian Sepulveda Cerda	Liberada ✓	07/12/2009	07/12/2009	17/12/2009 12:40 p.m.
Otros	tener la presentación lista para presentación implementación Lomas	1.2.1	Preparación visita 22 Diciembre	Iván Bugueño	Liberada ✓	21/12/2009	20/12/2009	18/12/2009 06:53 p.m.

Figura 55: Ejemplo de preparación de actividades

Fuente: Introducción a los conceptos del Last Planner System

2.13.4. INVENTARIO DE TRABAJO EJECUTABLE

“El inventario de trabajo ejecutable está compuesto por todas las tareas que poseen una probabilidad de realizarse, es decir, está conformado por las tareas del planeamiento de Lookahead que tienen absueltas sus restricciones. Si una actividad de la Programación de Trabajo Semanal no es capaz de ser realizada o si se ejecutan algunas actividades antes del tiempo programado, el Inventario de Trabajos Ejecutables aportara otras actividades, con lo que los equipos de producción no quedarán sin realizarse, o lo que sería peor, no terminarán ejecutando las tareas al azar que se salgan de la serie de trabajo. Luego de que se haya elaborado el inventario de trabajo ejecutable, están en condiciones de crear un Programa de Trabajo Semanal, que no es más que seleccionar un conjunto de actividades del ITE que se ejecutaran en la semana siguiente”. (Cerveró, Alarcón, & Ponz, 2013).

Dentro del intervalo ejecutable existen diversas de actividades, entre ellas:

- Actividades o tareas con restricciones removidas que pertenecen al intervalo de trabajo ejecutable ITE de la semana en curso pero que no pudieron ser realizadas.
- Actividades con restricciones levantadas pertenecientes a la primera semana futura.
- Actividades con restricciones levantadas con dos o más semanas a futuro.

“En caso de que alguna actividad del ITE no pueda ser realizada o que se ejecute antes de lo previsto, se proveerán otras para que los equipos no queden libres de trabajo y con esto se da por finalizada la planificación de medio plazo”. (Porras, Sánchez, & Galvis, 2014)

2.14. PLANIFICACION SEMANAL

“La planificación semanal está formada por el conjunto de actividades que se harán la semana siguiente y está condicionada por el cumplimiento de las metas fijadas la semana anterior, las tareas previstas en el planeamiento intermedio y el análisis de restricciones. Las actividades que se relacionan en planeamiento semanal hacen parte del inventario de trabajo realizable, de lo contrario se tendrían actividades que por tener restricciones aún sin ser levantadas podrían cambiar el flujo de trabajo y generar el incumplimiento de las asignaciones”. (Rojas, Elena, & Henao, 2016).

“El Programa de Trabajo Semanal es una selección de tareas que se presentan dentro del ITE. Elegir que trabajo será realizado en la semana próxima desde lo que sabemos puede ser ejecutado, recibe el nombre de asignaciones de calidad. Sólo asignaciones de calidad pueden ser realizadas en el planeamiento semanal, de modo que

se protege el flujo de producción de incertidumbres, lo que apunta a elaborar un flujo confiable de trabajo”. (Cerveró, Alarcón, & Ponz, 2013).

El sistema del último planificador pretende aumentar la calidad del plan de trabajo semanal, el cual cuando se junta con el proceso de planificación intermedia crea el control del flujo de trabajo.

“El sistema del último planificador necesita medir el rendimiento de cada plan de trabajo semanal para estimar su calidad. Esta medición, es el primer paso para aprender de los errores e implementar mejoras, se ejecuta a través del porcentaje de actividades completadas, que es el número de ejecuciones divididas por el número de actividades para una semana que se estableció. De esta manera, el plan de actividades completadas evalúa hasta qué punto el sistema del último planificador fue capaz de adelantarse al trabajo que se realizaría en la semana siguiente; es decir, compara lo que será realizado según el plan de trabajo semanal con lo que realmente fue ejecutado, reflejando así la veracidad del sistema de planificación”. (Botero & Álvarez, 2005).

“Presenta mayor nivel de detalle antes de la realización. Es ejecutada por diseñadores, supervisores de terreno, capataces y otras personas que participan directamente en la elaboración del trabajo y es el compromiso de la planificación. Se compromete solo el trabajo que puede ser ejecutado, el último planificador coloca una protección en relación a las unidades productivas protegiéndolas de la incertidumbre y la variabilidad. Esto aumenta la factibilidad del plan aumentando el desempeño, no solo de la unidad de producción que realiza el plan semanal, sino también las que realizan trabajos posteriores”. (Andrade & Arrieta, 2010)

PLAN SEMANAL Y PPC				SEMANA N°				
ACTIVIDAD	ZONA	EMPRESA	RESPONSABLE	L	M	X	J	V
				02/03	03/03	04/03	05/03	06/03
REGISTRO PARED	1			1				
TECHO GIMNASIO	1			1	1	1	1	1
TERRAZAS	1			1	1			
FUENTE	7				1	1		
FALSO TECHO	4					1	1	1
TRDS GARAJE	4							1
CUADROS GENERALES	3			1	1	1	1	1
MARCAR LUCES	3							1
BOMBAS IMPULSIÓN	4			1				
ACCESORIO CASCADA	7			1				
PISO	3			1	1	1	1	1
CHIMENEA	3			1	1			
FUENTE	7					1	1	1
FONDEAR	1			1				
FONDEAR	2				1			
FOSO PISCINA	1			1	1	1	1	1
PRUEBAS	1				1	1	1	1
PANELADO MADERA	1			1	1	1	1	1

Figura 56: Ejemplo de planificación semanal

Fuente: Guía de implementación del Last Planner System

2.15. PLANIFICACION DIARIA

“En esta fase de la planificación, se obtiene desagregándose de la planificación semanal programándola a un nivel diario para conseguir un mejor manejo de las asignaciones. Esto se genera para las tareas con mayor importancia que podrían generar los cuellos de botella. Al terminar el día, se deben de juntar los ingenieros involucrados en el proyecto en Stand-up para ajustarse a las circunstancias que existen, búsqueda de ayuda entre ellos mismos y guardar las alteraciones del plan y sus motivos que se han visto durante el día. Estas reuniones sirven para manejar o guiar el oficio que permite a

los que están más cerca al proyecto para modificar a las circunstancias que siempre cambian del proyecto”. (Botero & Álvarez, 2005).

“Otro de los objetivos es poder controlar los avances diarios en la obra y a partir de estos controlar los avances semana a semana, que finalmente con la ayuda de indicadores como el PPC sea posible representar el cumplimiento de las asignaciones en el proyecto. Por lo general, este tipo de planificación tiene características distintas a las mencionadas anteriormente, esto debido a que la información que llegue a obra debe estar representada de manera gráfica, mediante diseño de planos o esquemas para un mejor control y entendimiento por parte de los involucrados”. (Cerveró, Alarcón, & Ponz, 2013).

2.16. INDICADORES DEL SISTEMA LAST PLANNER

2.16.1. PROCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO (PPC)

“Last Planner System necesita medir el rendimiento de cada Programa de Trabajo Semanal para valorar su calidad. Esta medición, es el primer paso para aprender de los errores e implementar mejoras, esto se realiza a través del Porcentaje de Programa Cumplido. El PPC toma en evaluación hasta qué punto Last Planner System fue capaz de adelantarse al trabajo que se realizaría en la semana que sigue. Es decir, compara lo que será realizado según el Programa de Trabajo Semanal con lo que realmente fue ejecutado, reflejando así la veracidad del sistema de planificación”. (Cerveró, Alarcón, & Ponz, 2013).

“Hay que dejar en claro que el PPC no es un indicador de avance sino más bien un indicador que mide qué tan fiable somos cuando se responsabilizan compromisos en el equipo. Por esto se mide de manera binaria ya que en el Sistema del Último Planificador se entiende que las obras se realizan en base a series de compromisos, por lo tanto, en la

medida que, al no cumplir el compromiso, la obra pierde eficacia y productividad. El PPC es un indicador complementario a los indicadores tradicionales de planificación. Normalmente, un PPC alto va de la mano a que la obra va bien en términos de plazos, pero no siempre es así”. (Pons & Rubio, Lean construction y la planificación colaborativa metodología Last Planner System, 2019).

$$PPC(\%) = \frac{N^{\circ} \text{ DE TAREAS COMPROMETIDAS COMPLETADAS}}{N^{\circ} \text{ TOTAL DE TAREAS COMPROMETIDAS PLANIFICADAS}} \times 100$$

Figura 57: Ejemplo de indicador de PPC

Fuente: Lean Construction y la planificación colaborativa metodología Last Planner System



Figura 68: Ejemplo de indicador de PPC

Fuente: Lean Construction y la planificación colaborativa metodología Last Planner System

2.16.2. CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO(CNC)

“Las causas de no cumplimiento representan las razones por las cuales el plan de trabajo semanal no es completado en un 100%. El identificar la causa raíz que genera los problemas es uno de los primeros pasos para elaborar un mejoramiento, pero no basta con

eso. Lo que realmente genera el mejoramiento es generar una acción correctiva al problema que permita elaborar un flujo de trabajo más continuo. El último planificador debe indagar el porqué. Las razones por las que un plan no se lleva a cabo en pocas palabras falla, estas pueden dividirse en dos grupos. El primero reúne instrucciones con trabajos y recursos previamente requeridos. El segundo, agrupa las fallas en los procesos. Las causas por las que un plan no se lleva a cabo pueden graficarse según su frecuencia de ocurrencia, para así resaltar las causas que predominan y enfocan mejor los esfuerzos”. (Andrade & Arrieta, 2010).

“Una vez que ha pasado el periodo de corto plazo comprometido y se analiza el cumplimiento de los compromisos, para cada compromiso no completado se debe identificar cuál fue la causa raíz de ese no cumplimiento”. (Pons & Rubio, Lean construction y la planificación colaborativa metodología Last Planner System, 2019)

“Después de detectarse las razones, el último planificador debe analizar la raíz del problema. La razón aparente, inicialmente detectada, puede ser consecuencia de otras acciones o eventos desarrollados en el proyecto. El último planificador debe manejar el curso de las acciones o la cadena de eventos para aprender cómo las fallas repetitivas pueden prevenirse. El propósito no es reprochar a algún individuo, sino ayudar a las personas a entender cómo un cambio en sus acciones puede ayudar a prevenir futuras fallas en la planificación”. (Andrade & Arrieta, 2010)

“El objetivo de este análisis no es buscar al culpable si no identificar el por qué no se pudo ejecutar lo comprometido de manera que se tomen acciones correctivas en base a la causa raíz identificada. Es importante utilizar metodologías que permitan identificar la causa raíz para tomar acciones en el proceso correcto y generar los impactos deseados, así como disponer de un listado de las causas de no cumplimiento más

frecuentes que nos permita aprender de los errores”. (Pons & Rubio, Lean construction y la planificación colaborativa metodología Last Planner System, 2019).

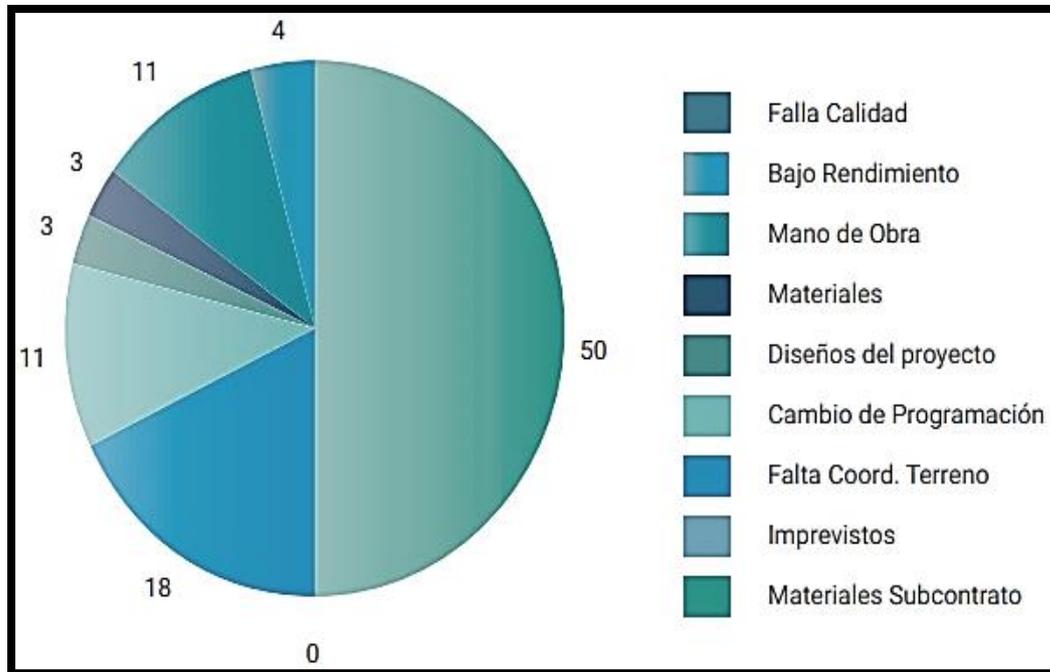


Figura 59: Porcentaje de ocurrencia de causas de no cumplimiento (CNC)

Fuente: Metodología Last Planner System.

2.16.3. TASK MADE READY(TMR)

“Este indicador se define como la métrica del desempeño del Lookahead Planning (LAP) sobre el reconocimiento y eliminación de limitaciones (restricciones), con el objetivo de que se pueda lograr un PAC semanal mayor. Se mapean las restricciones de las actividades que se encuentran programadas en el Lookahead Planning y se disponen únicamente aquellas que se disponen a ser realizadas por el equipo”. (Modeling the Last Planner System Metrics: A case study of an AEC Company, 2013).

“El Task Made Ready calcula la eficiencia del equipo para identificar y remover las restricciones a tiempo. Para ello se comparan las actividades ejecutadas versus aquellas planificadas una semana antes. De esta manera, si el indicador es igual a uno, entonces el nivel de complejidad se incrementa; por lo tanto, se compara con lo

planificado con periodos previos (dos semanas antes, tres semanas antes y así sucesivamente)”. (Modeling the Last Planner System Metrics: A case study of an AEC Company, 2013).

$$TMR = \frac{N^{\circ} \text{ DE TAREAS ANTICIPADAS}(\text{semana } i)}{N^{\circ} \text{ DE TAREAS PROMETIDAS}(\text{semana}(i - k))}, k = 1, 2, \dots, n$$

Figura 60: Task Made Ready

Fuente: Metodología Last Planner System, pag.7

2.16.4. PANEL DE CONTROL DEL PROYECTO

“El panel de control o A3 de control es una innovadora herramienta de esta metodología que se viene implementando por las principales constructoras del mercado y aplicando en sus grandes proyectos de envergadura. Entre las principales ventajas que encontramos es la de que permite agrupar todos los indicadores de las semanas necesarias en un proyecto de construcción civil, tales como; PPC semanal y acumulado, monitoreo de restricciones e identificación de nuevas restricciones en el proyecto, curva S y curva proyectada del proyecto, indicadores de cumplimiento (compromisos), causas de incumplimiento, entre otros. (Cerveró, Alarcón, & Ponz, 2013).

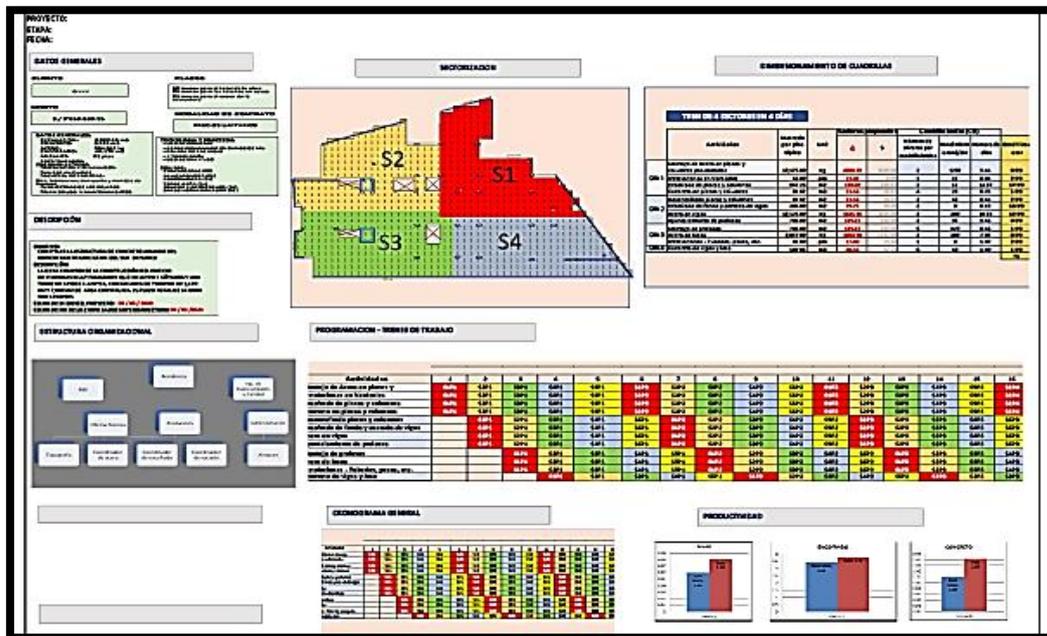


Figura 61: Ejemplo de panel de control de un proyecto

Fuente: Last planner System

2.16.5. REUNION SEMANAL DE PLANIFICACION

“Un hito de suma importancia en la aplicación del LPS corresponde a la reunión de planificación por lo general es semanal. En esta instancia es cuando se reúnen los últimos planificadores para la evaluación el desempeño del periodo anterior, analizar el plan de intermedio y para comprometer y para que tome validez el plan para la semana siguiente. Es importante que se involucren todos los últimos planificadores. En caso de que alguno no pueda participar, se deberá enviar a un representante empoderado con toda la información necesaria para dar cuenta de los compromisos obtenidos en la reunión anterior y pueda asumir compromisos para el próximo periodo del proyecto”. (Pons & Rubio, Lean construction y la planificación colaborativa metodología Last Planner System, 2019)

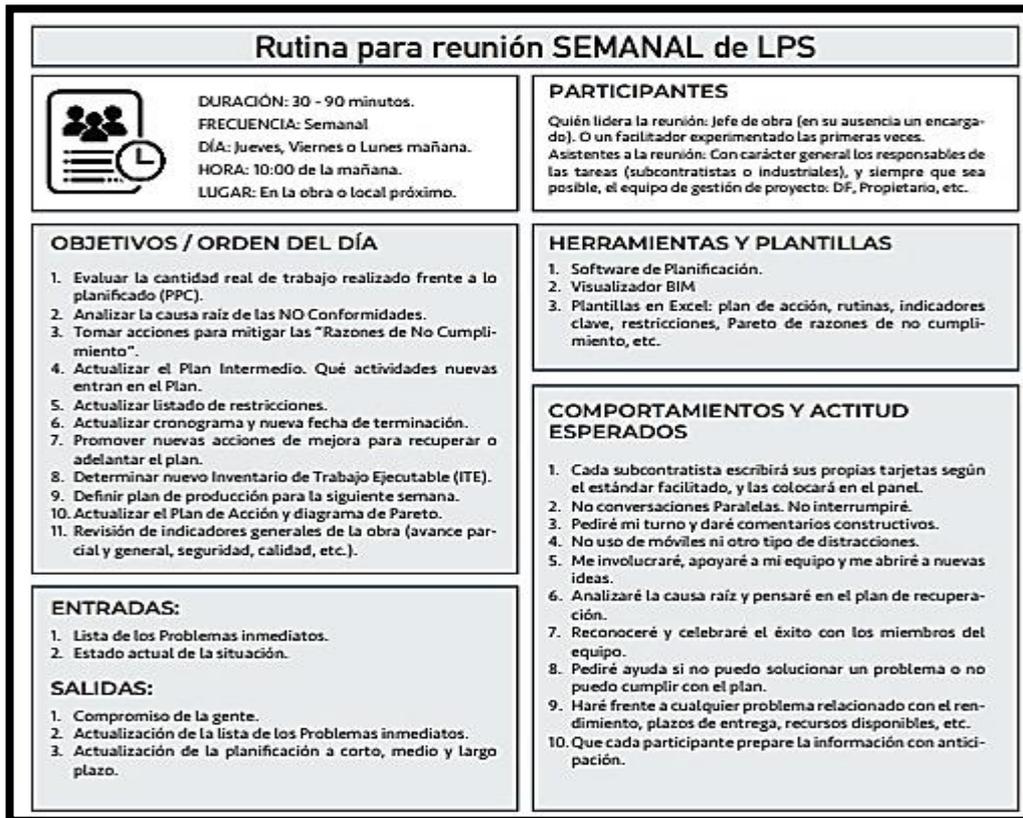


Figura 62: Ejemplo de rutina de reunión semanal

Fuente: Lean Construction y la planificación colaborativa metodología Last Planner System

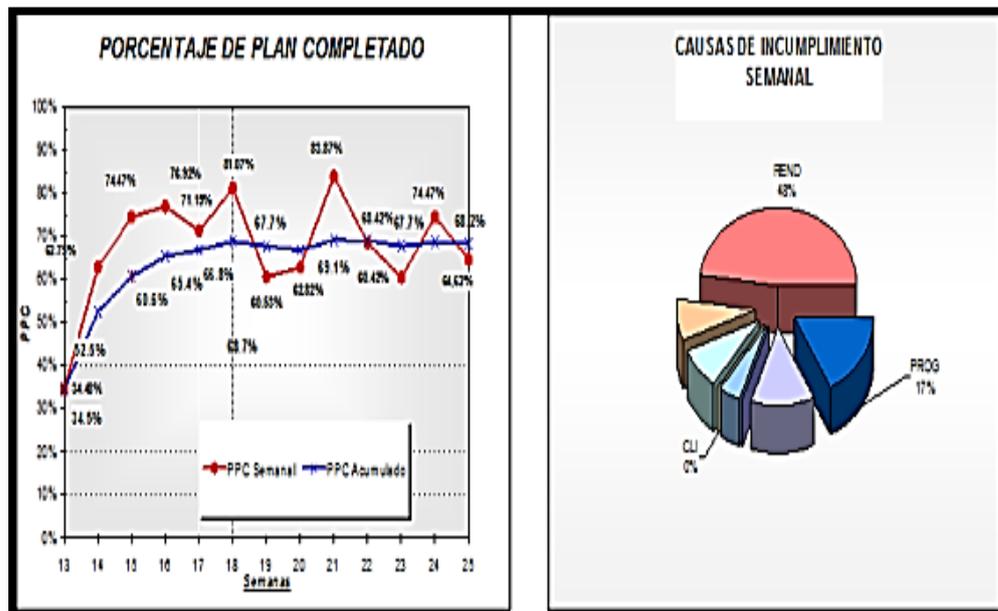


Figura 63: Ejemplo reunión semanal revisión de mejora continua

Fuente: Lean Construction y la planificación colaborativa metodología Last Planner System

2.17. EFICIENCIA DE RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA

2.17.1. MANO DE OBRA

“La mano de obra, como uno de los componentes en el proceso productivo, aparece como una de las variables que afectan la productividad. Como uno de los objetivos de todas las empresas es ser más competitivos, mejorando la productividad de sus procesos productivos, se hace necesario conocer los diferentes factores que afectan la mano de obra, clasificándolos y determinando una metodología para medir su afectación en los rendimientos y consumos de mano de obra de los diferentes procesos de producción”. (Botero & Álvarez, 2005)

2.17.2. PRODUCTIVIDAD

“La mano de obra dentro de este marco conceptual, debe entenderse entonces, como un recurso activo que se requiere en un proceso constructivo y que, determina de manera directa, el tiempo de duración del mismo. La productividad de la mano de obra, indica la cantidad de obra ejecutada por un hombre o una cuadrilla claramente definida, en un período de tiempo. Es necesario precisar que, cuando se habla de la productividad haciendo referencia a un hombre, este debe ser considerado como una unidad promedio de la cuadrilla a la que pertenece”. (Mejia Guillermo, 2007)

“Por otro lado la productividad también se puede definir como la relación entre lo producido y los recursos utilizados para generar un producto en específico, se suele hablar de productividad de los materiales, de equipos, y de la mano de obra, siendo este último aspecto de los más importantes a tomar en cuenta ya que para lograr un aumento en la eficiencia del trabajo es necesario un aporte alto de todas las partes que pueden afectarla”.(Alejandra, 2016).

“Se refiere que la productividad La productividad se puede definir como la relación entre lo producido y los recursos utilizados para generar un producto en

específico, se suele hablar de productividad de los materiales, de equipos, y de la mano de obra, siendo este último aspecto de los más importantes a tomar en cuenta ya que para lograr un aumento en la eficiencia del trabajo es necesario un aporte alto de todas las partes que pueden afectarla”. (Serpell & Alarcón, 2001)

A la vez, Botero y Álvarez (2004) mencionan también a la productividad como una relación entre lo que se produce y lo que se gasta, en donde se involucra la eficiencia y la efectividad, ya que, según estos autores, no tiene sentido generar una cierta cantidad de producto si se presentan problemas de calidad.

“De una manera más amplia, podemos definir la productividad en la construcción como "la medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un proyecto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado”. (Serpell & Alarcón, 2001)

“Hablar de productividad en construcción, es hablar de productividad en sus procesos; de sus recursos materiales; de sus equipos; de sus cuadrillas de trabajo; de su información y energía. Estos recursos deben estar definidos dentro de los planes de mejoramiento, para lograr hacer un uso eficiente y eficaz, bajo políticas claras de calidad y seguridad. Deben, además, estar soportados por procedimientos formales y explícitos de planeación y control, ya que su incidencia se refleja finalmente en los costos y tiempos que demandan los procesos”. (Mejía Guillermo, 2007).

2.17.2. MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD

“El mejoramiento de la productividad se da por medio de diferentes etapas las cuales requieren de la realización de diferentes actividades en el proyecto como son la de medición de la productividad, la cual es realizada mediante la toma de datos y su posterior procesamiento y análisis estadístico. Para ello se utilizan formatos diseñados para tal fin,

denominados formulario de muestreo general del trabajo, seguidamente se da la evaluación de la productividad, la que se obtiene utilizando los datos obtenidos para diagnosticar la situación de la obra identificando los problemas. De esta forma se puede determinar el plan de acción a seguir una vez evaluadas las diferentes alternativas y por último la implementación de planes de mejoramiento, formulando estrategias y acciones de mejoramiento, con seguimiento permanente para evaluar la eficacia y los resultados obtenidos”. (Wallace William, 2014).

2.17.3. RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA

Se define rendimiento de mano de obra, como la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por una cuadrilla, compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad por unidad de recurso humano, normalmente expresada como um/ hH (unidad de medida de la actividad por hora Hombre).

“Los rendimientos son datos obtenidos a partir de un estudio de trabajo hecho en campo expresados como las horas hombre por cantidad de trabajo necesarias para llevar a cabo una actividad, son utilizados como base para una buena planeación y presupuestación de la obra lo que conlleva a determinar si es posible su ejecución”. (Botero & Álvarez, 2005)

“En el transcurso de la ejecución de un proyecto de edificación, la realización del presupuesto y la programación de obra cumplen un papel primordial, ya que proponen anticipadamente el costo y la perduración del mismo, indispensables para determinar la viabilidad del proyecto”. (Alejandra, 2016)

“Es por esta razón que se justifica la necesidad e importancia de generar una adecuada y suficiente cantidad de datos sobre rendimientos de mano de obra en actividades de la construcción, que puedan ser analizados estadísticamente y a partir de

estos poder generar una base de datos confiable que pueda ser utilizada de forma permanente por profesionales de la construcción para la presupuestación y programación de la obra y que además pueda ser actualizada para generar informes cada vez más exactos”. (Botero & Álvarez, 2005).

“Es importante realizar un análisis estadístico de los datos obtenidos que permita generar una mayor confiabilidad en su uso y establecer que tan confiables pueden ser”. (Alejandra, 2016)

En la toma de datos se hace necesario establecer el tamaño de la cuadrilla analizada, así como la cantidad de trabajo realizada y la duración de cada medición.

R = Rendimiento en horas-hombre/unidad.

T = Tiempo en duración de la actividad.

N = Número de trabajadores que participaron en la actividad y que pertenecen a una misma categoría.

V = Volumen de trabajo realizado

$$R = \frac{t \times n}{V}$$

Figura 64: Rendimiento mano de obra

Fuente: Metodología Last Planner System.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3.1. DESARROLLO Y EJECUCION DEL PROYECTO DE TRABAJO DE SUFICIENCIA

Se especifica el progreso y la pericia durante la realización de este proyecto, sobre el cual elaborare el presente trabajo de Suficiencia Profesional “implementación y análisis de la metodología Last Planner System en la etapa de construcción de muros anclados del Edificio Pardo y Aliaga “y corresponde al “construcción de muros anclados del edificio Pardo y Aliaga” destinado para estacionamientos, y oficinas, el cual comprende 8 sótanos y 13 pisos, construcción de muros anclados, llegando a una altura de 50m desde el nivel 0.00 y bajando hasta 28m aproximadamente. El área construida es de aproximadamente 58711m².

El proyecto se desarrolló primeramente con el proceso de la edificación de muros anclados hasta el octavo nivel de excavación, la perforación en los puntos se realiza con un inyectado de lechada de concreto y anclado de muros, previo perfilado, colocación de acero y encofrado para posteriormente vaciar con concreto los muros. La longitud de los anclajes está en función al nivel de excavación que se tiene en este proyecto, es así que el bulbo de los cables.

Se presenta el sector de los muros anclados por paños, se tendrá en cuenta este orden de paños para la ejecución del proyecto implementando el sistema Last Planner System y no con el método tradicional como se estipula en el contrato. (ver figura)

3.3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La obra se encuentra ubicada en 2 frentes, uno en Av. Pardo y Aliaga N° 666 y otro en la Calle Los Libertadores manzana 71 lote N°03, 10 y 11 Urbanización Chacarilla Santa Cruz, San Isidro - Lima.



Figura 65: Plano de ubicación del proyecto

Fuente: Expediente técnico Pardo y Aliaga

La obra total comprende la construcción de un edificio de oficinas de 13 pisos para el frente de la Av. Pardo y Aliaga, un edificio de vivienda 5 pisos en el frente de la Calle Los Libertadores y 8 sótanos. El área construida total es de 69,767.08 m² (63,565.67 m² en el Edificio de Oficinas y de 6,201.41 m² en Vivienda).

Así mismo el edificio cuenta con una altura de 50.00mt. de acuerdo a lo indicado por el RNE para Pardo y Aliaga y de 21.00mt por Libertadores.

El proyecto Pardo y Aliaga se divide en dos frentes un edificio destinado para oficinas y otro destinado para viviendas los cuales se distribuyen de la siguiente manera.

Edificio de Oficinas

1° Piso

Cuenta con ingreso principal a las oficinas a través de un vestíbulo con control de acceso, a este vestíbulo también principal se llega a través de tres ascensores que conectan a los estacionamientos en sótanos. Del control de acceso se accede al Hall de 8 ascensores para pasajeros, 1 ascensor de ejecutivos, 1 de servicio. También desde este piso se facilita un acceso lateral a mesa de partes y proveedores en sótano 1. Se cuenta con un hall de espera y una Sala de Reuniones, uso exclusivo para los inquilinos de las oficinas con sus respectivos servicios. Esta sala contará con un diseño especial que asegure una óptima acústica con acabados absorbentes como alfombra en el piso, paredes forradas de madera, y falso cielo raso también en madera perforada con lana de vidrio y muro cortina insolado con cortinaje. El diseño acústico de este espacio estará a cargo de Jiménez Moreno Consultores.

Hacia la calle se abren 4 locales comerciales sobre un patio hundido, y que lateralmente lleva a un 5° local comercial, asimismo, también hay dos ingresos independientes hacia los dos restaurantes ubicados en el Sótano 1, espacio que cuenta con una recepción, Sala de Espera y la escalera independiente de acceso a sus respectivos restaurantes.

En los dos extremos del terreno, están las rampas vehiculares que conducen a los sótanos de estacionamiento.

2° al 13° Piso

Dedicados a oficinas, del 2° al 4° piso están divididas en 4 oficinas por piso y del 7 al 13 en 1 oficina por piso. En el Hall de ascensores cada piso se cuenta con 2 escaleras

de evacuación separadas la distancia óptima definida por los especialistas en seguridad, también se encuentran los gabinetes contra incendio que incluyen los equipos de extintores. Las oficinas cuentan con baños independientes de hombres y de mujeres, con cabina para discapacitados y su respectivo ducto sanitario y ventilación. El muro cortina facetado es del tipo insolado (cristal templado de 8 mm., cámara de aire de 12 mm., cristal templado de 6 mm.) incoloro que garantiza el aislamiento del exterior.

Techo técnico

Encercadas se encuentran las Torres de Enfriamiento, la zona de sobre recorrido de ascensores, así como el acceso a las escaleras de escape, equipos de presurización de las escaleras y un gabinete contra incendio.

1° Sótano

Cuenta con 2 Restaurantes a los cuales, como se ha indicado anteriormente se accede independientemente desde el 1° Piso. Estos restaurantes son de categoría 4 tenedores y cuentan con terraza privada independiente para cada uno de los restaurantes, Bar y Comedor, así como área para cocina, cámaras frías, almacén y baños para Hombres y Mujeres. Además, este nivel cuenta con un Comedor de Empleados para los inquilinos del edificio que abre a un jardín interior. En este piso se ubican la atención a proveedores, mesa de partes y 2 cuartos de control. Se plantea un área de equipos, medidores, subestación y grupo electrógeno con las dimensiones óptimas para instalación, funcionamiento, y mantenimiento de estos equipos, así como su adecuada ventilación.

Las Bodegas generales de cada Restaurante se encuentran en el sótano 2 contiguos al área de descarga y al ascensor de servicio. Para garantizar una adecuada extracción de los olores provenientes de la cocina se ha dispuesto un sistema de extracción mecánica la cual está indicada en planos.

El ingreso de discapacitados a los Restaurantes se realiza tanto desde el exterior a nivel de acceso en el 1° Piso como desde los estacionamientos en sótanos por medio del Ascensor ubicado entre los ejes 8' / C hacia el sótano 1 y luego acceden a los Restaurantes por el espacio formado entre las terrazas y los Restaurantes y exclusivamente al Restaurante 2 por la puerta de escape alternativa en el muro de cristal arenado que separa los dos Restaurantes.

Adicionalmente y separado del Ingreso del público se encuentra el acceso de empleados y de servicios de carga y descarga de desechos a través del Hall de Ascensores hacia el Hall de Servicio que conecta este nivel con el Sótano 2 y 3 a través del Montacargas de Servicio.

Para lograr un nivel adecuado de confort y climatización, todos los locales comerciales y Restaurantes estarán provistos y conectados al sistema de Aire acondicionado centralizado pero independientes, las Oficinas cuentan con 2 enfriadoras y los locales comerciales tienen su propio enfriador.

2° Sótano

Cuenta con 3 ascensores hacia el hall principal de ingreso del edificio, 1 ascensor de ejecutivo, 1 ascensor de servicio y 1 ascensor extra que comunica al 1° sótano y 1° piso,

Tiene 97 autos, y servicios como tableros eléctricos, cuarto mecánico, cuarto de seguridad, cuarto mecánico de aire acondicionado, área de carga y descarga diferenciada para Restaurant 1, Restaurant 2, Locales Comerciales y Oficinas, área de cuartos de basura orgánica cuyo acceso se encuentra inmediato al área de carga y descarga, así como cuartos de basura y depósitos.

3° Sótano

Continúan los 3 ascensores de parqueos, el ascensor de servicio y el ascensor extra.

Tiene 110 autos y cuartos de Telecom, Cuarto Mecánico y Depósitos, así como 2 vestidores y servicios higiénicos, así como Comedores para los empleados de los 2 restaurantes

4° Sótano

Siguen los ascensores mencionados.

Tiene 119 autos y los servicios de depósito, tableros eléctricos, cuarto mecánico.

5° Sótano

Similar al 4° Sótano, pero con 119 autos.

6° Sótano

Similar al 4° Sótano, pero con 125 autos.

7° Sótano

Similar al 6° Sótano, pero con 120 autos.

8° Sótano

Similar al 7° Sótano, pero con 124 autos.

Nivel Cisterna

Se encuentra el Cuarto de Bombas, 2 Cisternas de agua contra incendio, 2 de uso doméstico y 1 de aguas grises y 2 de aguas tratadas.

Edificio de Vivienda

1° Piso

Cuenta con Ingreso para Lobby con informes y acceso a los 2 ascensores de los departamentos y a los 2 ascensores de servicios.

En este piso hay 2 departamentos con jardín privado (uno de 3 dormitorios y uno de 1 dormitorio) con sus áreas de servicio como patio lavandería, cocina y cuarto de servicios. Hay también una sala de reuniones y un gimnasio.

2° al 5° Piso

Este piso típico cuenta con 4 departamentos por piso, cada uno de 3 dormitorios y áreas de servicio como patio lavandería, cocina y cuarto de servicio.

Sótano 1

Está el estacionamiento para 39 autos, los cuales 35 están destinados a propietarios y 4 a visitas. Además, se ha ubicado la Subestación, las cisternas, cuarto de bombas y cuartos de basura.

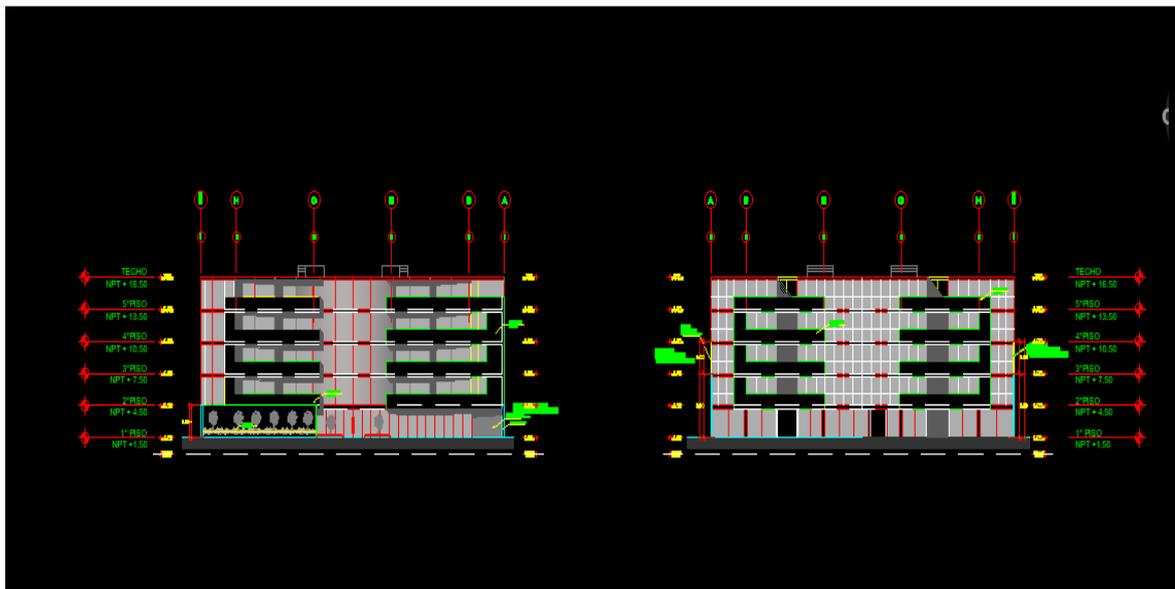


Figura 66: Plano de Elevación

Fuente: Expediente Técnico Pardo y Aliaga.

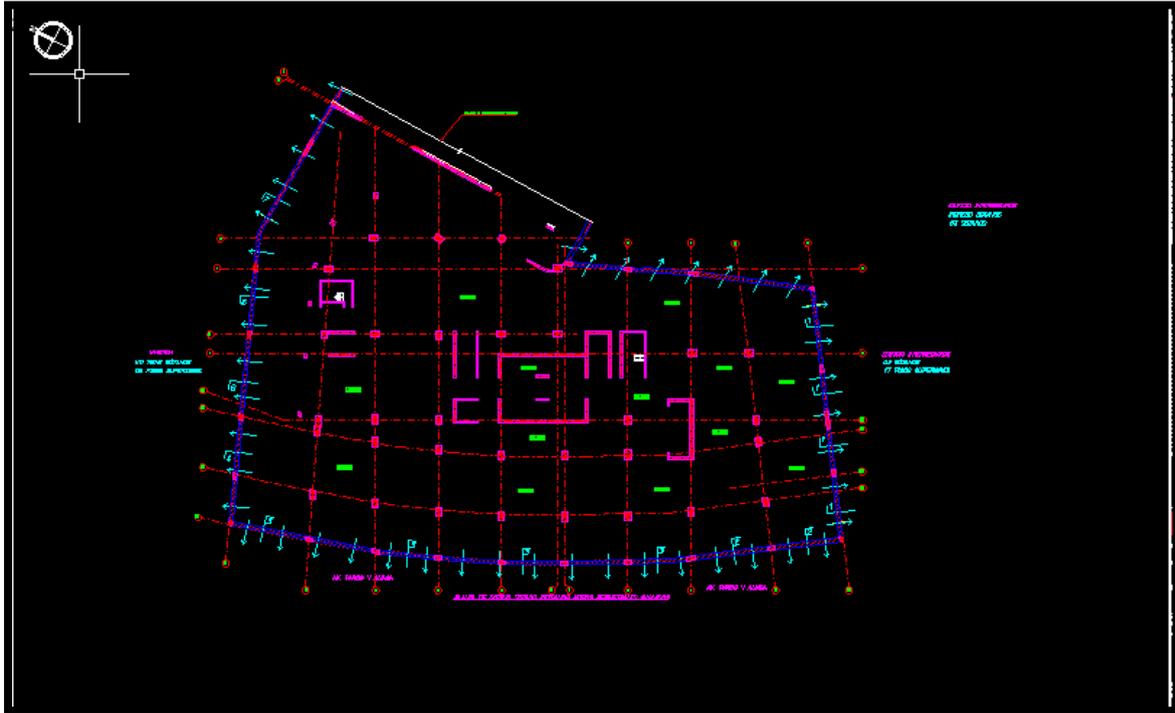


Figura 67: Plano estructuras de excavación de muros anclados

Fuente: Expediente Técnico Pardo y Aliaga.

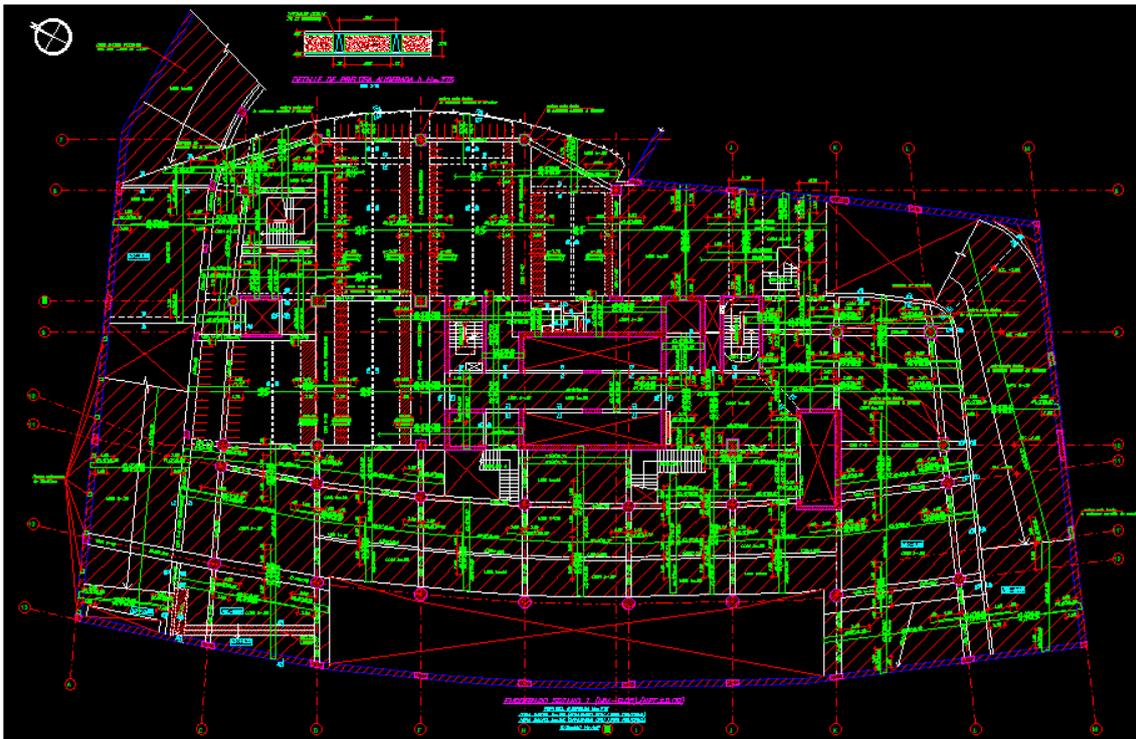


Figura 68: Plano estructural

Fuente: Expediente Técnico Pardo y Aliaga.

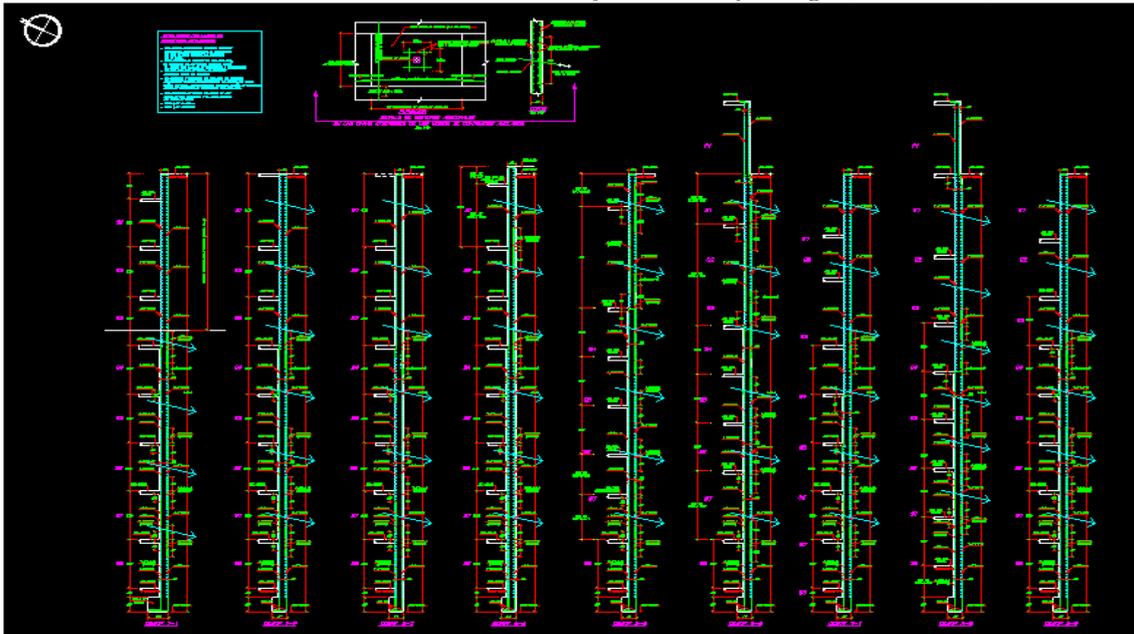


Figura 69: Plano estructural

Fuente: Expediente Técnico Pardo y Aliaga

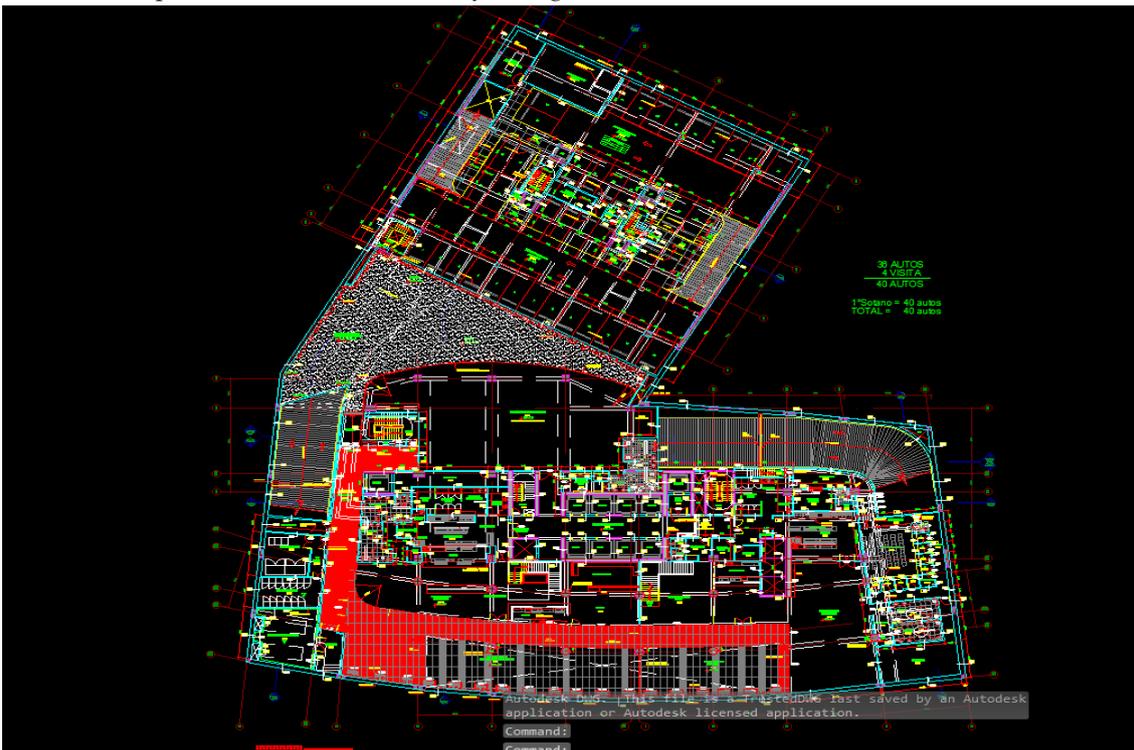


Figura 70: Plano de arquitectura de pisos oficinas y vivienda

Fuente: Expediente Técnico Pardo y Aliaga.

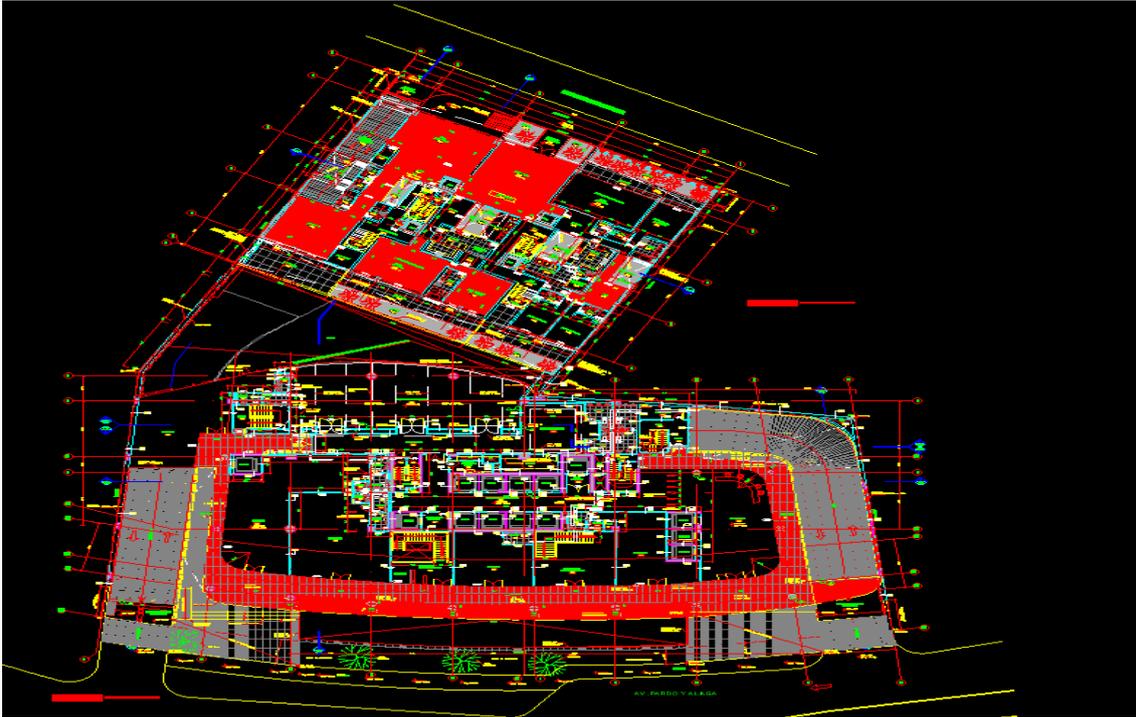


Figura 71: Plano de arquitectura de sótanos oficina y vivienda

Fuente: Expediente Técnico Pardo y Aliaga.

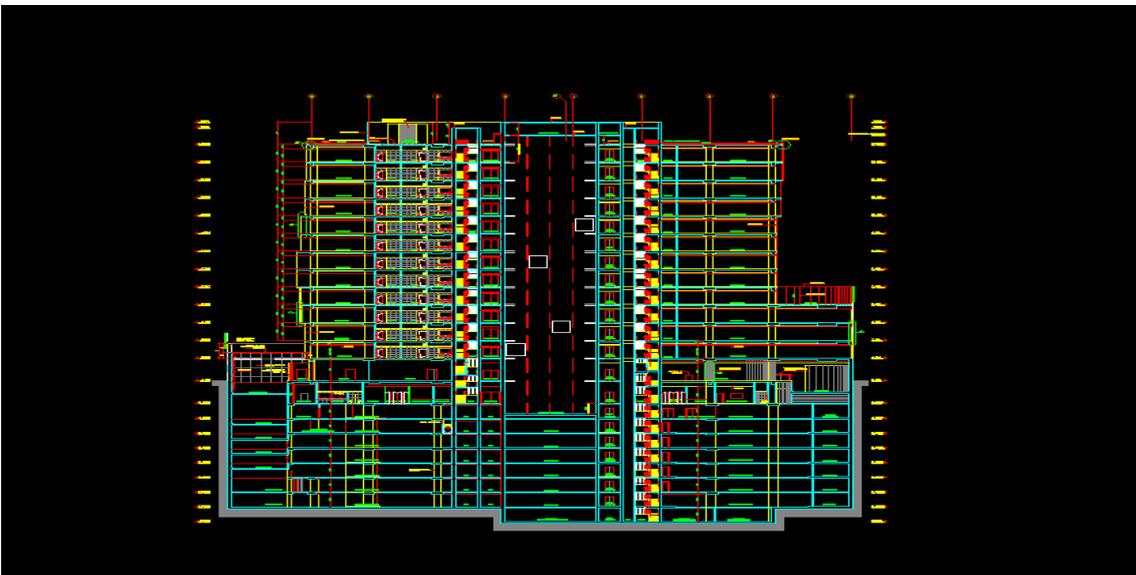


Figura 72: Plano de corte y elevación de oficinas

Fuente: Expediente Técnico Pardo y Aliaga.

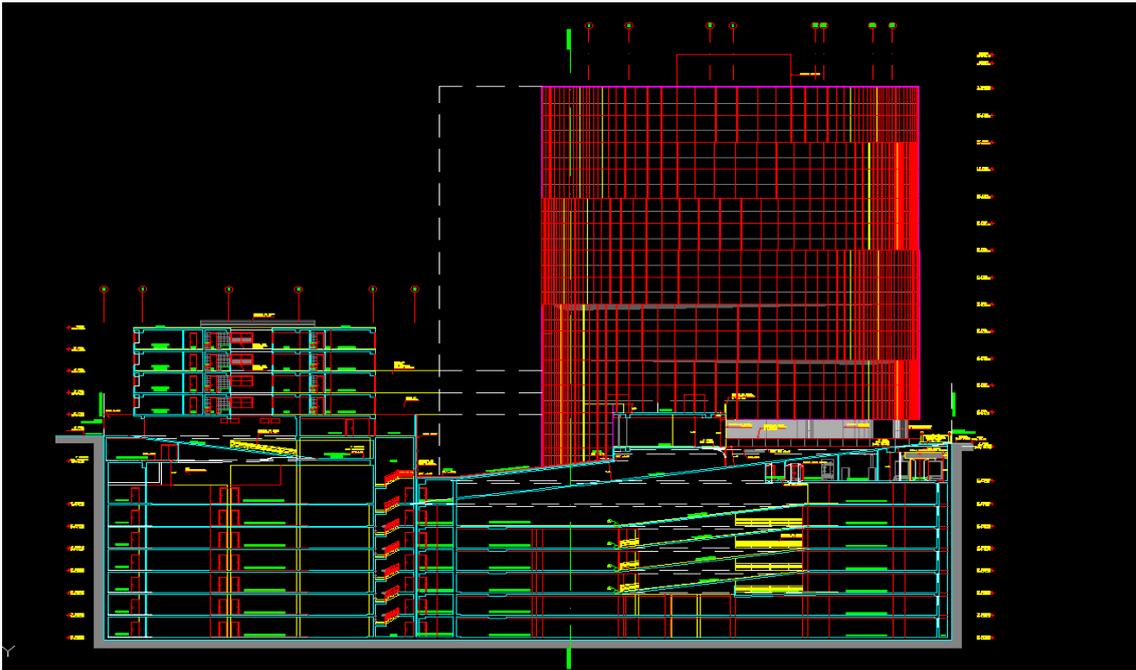


Figura 73: Plano de corte y elevación de sótanos

Fuente: Expediente Técnico Pardo y Aliaga

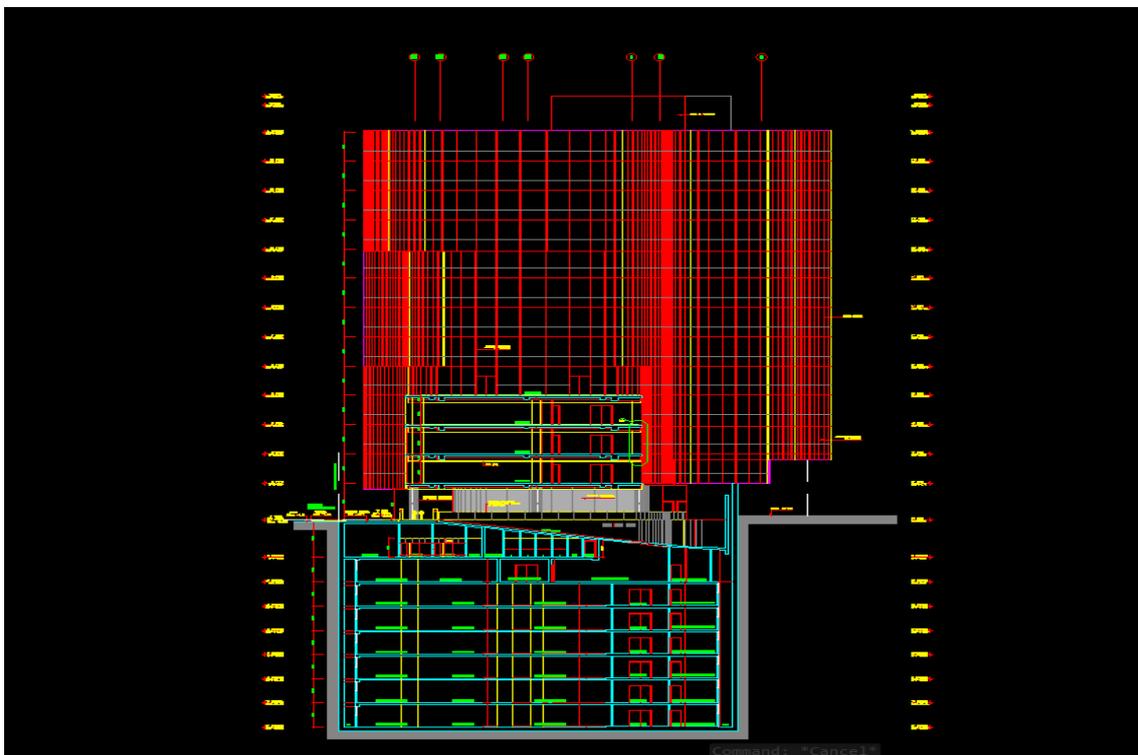


Figura 74: Plano de corte y elevación de oficinas

Fuente: Expediente Técnico Pardo y Aliaga.

3.4. PARTICIPACIÓN EN EL DESARROLLO Y EJECUCION DEL PROYECTO

La participación en el desarrollo del presente proyecto se da con la función de asegurar el cumplimiento de las especificaciones técnicas, planos y otros documentos aplicables a su especialidad, tener al día los protocolos de ejecución y pruebas aprobados por la supervisión, cuidar que los procedimientos y los formatos de control sean adecuadamente seguidos en el campo, apoyar en la elaboración de los procedimientos constructivos del proyecto incluyendo los formatos de control y por último la función de inspeccionar la calidad de los trabajos conforme especificaciones técnicas, planos y otros, evidenciados en los protocolos de ejecución y pruebas (firmados por la Supervisión).

Para empezar con la responsabilidad de supervisión asignada por la empresa se dio a conocer el control documentario para la ejecución de la obra, así mismo los procedimientos y registros de obra.

3.5. ACTIVIDADES PREVIAS

3.5.1. CONTROL DE DOCUMENTOS Y REGISTROS

Los documentos y registros, necesarios para la ejecución de la obra, son controlados como se detallan en el CA-SGC-PG-01 Procedimiento para el Control de Documentos y Registros.

Planos, Especificaciones Técnicas, RFI's y otros documentos técnicos:

- Los documentos técnicos vigentes aprobados para construcción son controlados a través de Listados, los que son actualizados cada vez que existan nuevas revisiones en los documentos.
- Los parámetros de control de la vigencia de los documentos técnicos son las respectivas revisiones o en su defecto la fecha en que son recepcionadas en la Obra.

- Las copias de los documentos técnicos son identificadas con un sello de **COPIA CONTROLADA** y luego distribuidos oportunamente a los usuarios finales.
- Las versiones anteriores a los documentos técnicos son retirados (para ser eliminados) de los puntos de uso, si existe la necesidad de conservar estos documentos son identificados con el sello de **OBSOLETO** o **SUPERADO** con la finalidad de protegerlos contra su uso no intencionado. Se debe guardar por lo menos una copia de aquellos documentos que ya no están en vigencia.

Procedimientos y registros:

Los procedimientos son elaborados por los responsables de la ejecución de los procesos y aprobados antes de su emisión.

- Los procedimientos vigentes son controlados a través de un Listado que es actualizado periódicamente por el responsable de control de documentos del Proyecto, el parámetro de control es la revisión del procedimiento.
- La copia de los procedimientos que son distribuidos, físicamente son sellados como Copia Controlada, los documentos originales podrán distinguirse de estas copias por las firmas de la revisión vigente.
- Los registros son emitidos por los responsables de la ejecución de los procesos y se constituyen en la evidencia de éstos.
- Todos los documentos y registros son debidamente archivados; en el mejor de los casos se mantiene una copia electrónica de ellos, realizándose backups de información periódicos.

3.6. DESCRIPCION DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA OBRA

3.6.1. PROCEDIMIENTOS DE CONTROL

Las Actividades de Control de Calidad establecen el mecanismo de control para las actividades críticas del proyecto mediante la realización de inspecciones,

verificaciones, ensayos y pruebas; en concordancia con las especificaciones técnicas proporcionadas y normas aplicables. Los procedimientos constructivos describen la secuencia de ejecución de los diferentes procesos, recursos empleados, controles de calidad y seguridad involucrados en la tarea y cuando sea necesario son incluidos temas técnicos específicos para complementar el procedimiento.

Se cuenta con procedimientos constructivos, en los que se ha estandarizado las metodologías de trabajo, con la finalidad de optimizar el uso de recursos. Estos procedimientos serán tomados como referencia y adecuados a las características propias de la obra.

Los Procedimientos de Control de Calidad aplicables al proyecto son los siguientes:

Código	Descripción
CA-EPA-PC-01	Procedimiento para el Control Topográfico.
CA-EPA-PC-02	Procedimiento para la ejecución de muro anclado.
CA-EPA-PC-03	Procedimiento para el habilitado y colocación de encofrado.
CA-EPA-PC-04	Procedimiento para el habilitado y colocación de acero.
CA-EPA-PC-05	Procedimiento para la colocación de concreto.

Figura 75: *Procedimientos de control*

Fuente: *Expediente Técnico Pardo y Aliaga.*

3.6.2. PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN

Es el documento que relaciona las actividades de construcción con las de control de calidad y tiene por objeto asegurar que toda actividad y/o proceso constructivo genere valor y no represente un reproceso. Los Procedimientos constructivos asociados detallarán en forma específica los controles que se deben realizar, los criterios de aceptación correspondientes y los formatos que servirán para protocolizar las inspecciones realizadas.

El PPI contiene la siguiente información:

- Tipo de Inspección
- Responsable de la inspección
- Frecuencia de las inspecciones
- Normativa aplicable
- Criterio de aceptación

3.7. ALCANCE DE PROYECTO

El alcance inicial del proyecto Edificio Pardo y Aliaga, comprende los trabajos de “Excavación Masiva y Muro Anclado”

3.8. PLAN DE ARRANQUE MUROS ANCLADOS

3.8.1. DISEÑO DE CIMENTACION

- La cimentación del edificio ha sido efectuada en base a cimientos corridos para los muros de sótanos, zapatas aisladas y combinadas unidas con vigas de cimentación de concreto armado.
- El diseño de la cimentación se ha realizado tomando como resistencia del suelo 7kg/cm^2 .

3.8.2. MUROS ANCLADOS

En todo el perímetro a excepción del eje 6 (donde existe una junta), se tienen muros anclados de 45cm (sótano 1 al 5) y 50cm de espesor (sótano 6 al 8), de modo de poder realizar la excavación con seguridad.

Para el diseño de estos muros se ha considerado las fuerzas de anclaje indicadas en el proyecto. La información sobre los planos de sostenimiento se encuentra en la lámina E-00A y E-00B del proyecto de estructuras.

La reacción del muro con el terreno está modelada mediante la aplicación de resortes de balasto, para el cual se ha considerado un coeficiente de balasto de 20kg/cm^3 .

El diseño del muro, luego de la colocación de los anclajes para la condición estable, se realiza considerando un muro con apoyos en las losas de los entresijos de los sótanos del edificio.

Para el cálculo realizado del acero se ha considerado que el concreto posee por lo menos una resistencia a la compresión $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ al momento de realizar el tensado. El acero corrugado tendrá un $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$.

A continuación, se especifica las condiciones de los terrenos vecinos:

- Hacia el eje 13 ó hacia el frente del terreno, se colinda con la Av. Pardo y Aliaga, teniendo una altura de excavación de -28.05m, siendo el nivel de piso de -26.55m.
- Hacia el eje A, ó hacia la izquierda del terreno, se colinda con una edificación de dos pisos, teniendo una altura de excavación de -28.05m, siendo el nivel de piso de -26.55m.
- Hacia el eje M ó hacia la zona derecha del terreno, se colinda con una edificación de dos pisos y tres sótanos (eje 8 al 9) y una edificación de diecinueve pisos y tres sótanos (eje 9 al 13), teniendo una altura de excavación -28.05m, siendo el nivel de piso de -26.55m.
- Hacia el eje 8 ó hacia la zona posterior del terreno, se colinda con una edificación de dos pisos (eje I' al J), una casa de dos pisos (eje J al K) y una edificación de 6 pisos (eje K al M), teniendo una altura de excavación de -28.05m, siendo el nivel de piso de -26.55m.

3.9. PLAN DE TRABAJO DESARROLLO DE MUROS ANCLADOS

La construcción del muro definitivo procede desde arriba hacia abajo simultáneamente con el progreso de la excavación. Por cada nivel de excavación el muro se va anclado a medida que se va construyendo.

La secuencia constructiva es la siguiente:

- Primeramente, se excavará para dejar una plataforma para la realización de los anclajes. La altura de la excavación depende de la altura de los pisos del edificio.
- Realización de los anclajes temporales según la serie de paneado.
- Realización del panel de muro de concreto armado en forma comun teniendo en cuenta el uso de moldare industrial. Se incluyen las armaduras de empalme para las losas, vigas y entre tramos de muro.
- Una vez que el panel de muro está terminado, se procede al tensado de los anclajes.
- Edificación del panel siguiente.
- Tensado del anclaje de los paneles contiguos
- Ya culminado el tensado de los anclajes respectivos a la línea realizada se derivará a excavar para crear una nueva plataforma de trabajo para la realización de los anclajes de la parte inferior, se mantiene constante los procedimientos propuestos anteriores hasta la cota de sello de fundación.

3.9.1. SECUENCIA DE TRABAJOS

La secuencia de excavación, normalmente se realiza por etapas o anillos.

Se recomienda iniciar la excavación de adentro hacia afuera, dando preferencia a los ejes que tienen en la vertical más anclajes.

Inicialmente se hace la excavación masiva, desistiendo a costas del perímetro una banqueta, en la que su ancho alto se someterá de las cargas arbitrarias existentes. Por lo

general se le deja en la parte prelada entre 0.60 m y 0.80 m con un talud, teniendo en la parte baja un promedio de 1.20 m a 1.40 m, esto va de la mano mucho con el tipo del terreno y de las cargas adyacentes.

De haber cargas adyacentes o moradas antiguas, estas pueden ser de 1.20 m hasta 2.00 m en la parte prelada, según lo cercano y tipo de suelo. El ancho de la banqueta es inversamente proporcional a la capacidad del suelo.

Luego de tener las banquetas, el primer paso es perforar continuamente sobre las banquetas hasta culminar la 1ra línea, luego se retiran los equipos de Obra hasta el siguiente nivel, mientras la CONSTRUCTORA INGESERCO S.A.C., sigue con el proceso de vaciados de muros y tensados.

Es importante, si se da este proceso, recalcar al Ing. de Producción y al Topógrafo la proyección del punto sobre el talud.

Así mismo, recalcar y recomendarles el cuidado respectivo al momento del corte del talud cuando el anclaje ya esté dentro. Al realizar el corte de la banqueta con maquinaria se deberá tener mucho cuidado en no dañar el anclaje.

Luego de haber perforado e inyectado el anclaje, La CONSTRUCTORA INGESERCO S.A.C. podrá seguir el siguiente proceso:

1ro Enmallado, verificar que el anclaje mantenga su inclinación (horizontal y/o vertical) según proyecto. Para evitar el desmoronamiento se le echa una mezcla pobre de agua con cemento en la zona previo al enmallado.

Así mismo, con respecto a los traslapes laterales, que generalmente va recomendado por el estructural (de CONSTRUCTORA INGESERCO S.A.C., y/o proyectista), en algunos casos con la aprobación de este mismo, se dobla el acero y en otros se mantienen rectos. Si sucede esto último, se recomienda bajar la longitud de vaciado con el fin que la longitud de abertura no sobrepase lo estimado en el proyecto.

Por ejemplo, tenemos la secuencia 1, 2, 3, 4, 5, 6... si la longitud de abertura de los paños impares es de 5.00 m. y se tiene traslapes 0.60 m por cada lado, la longitud de vaciado será de 3.80 m (estimado), pero si el vaciado es de 5.00 m más los empalmes darán una abertura casi de 6.20 m. Esto haría que disminuya la banqueta de los pares a 2.60 m y por consiguiente podría generar que se caiga, poniendo en peligro la sostenibilidad de la zona.

Con respecto a los traslapes verticales es casi lo mismo, en algunos casos el estructural permite doblarlos y en otros no. En esto último se hace una zanja, se coloca el fierro y luego se rellena, pero solo la zona de los traslapes, más no toda la plataforma.

2do Encofrado, verificar que el anclaje inyectado, tenga un pase (tubo PVC) entre el terreno y encofrado de 4” de diámetro si cuentan con torones de 2 ,3 o 4 cables y de 6” de diámetro cuando cuenten con 5, 6 o más torones de cables, con la respectiva inclinación (según proyecto) y lo necesariamente enganchado a la malla, para que al instante del vaciado del concreto no se salga de su lugar y no se modifique el ángulo.

3ro Vaciado de Concreto, se hace por la parte superior. En algunos casos al final en la parte superior queda un chaflán que posteriormente será demolido y luego solaqueado por INGESERCO S.A.C.

4to Desencofrado – Tensado; Antes del tensado, INGESERCO S.A.C. tiene que asegurar que el muro llego a la resistencia de diseño para las fuerzas de tensado a aplicar (Información dada por el área de Calidad), para evitar fallas por punzonamiento.

Aquí tenemos dos caminos previos al tensado:

- Desencofrar el paño y apuntalarlo paralelo en los extremos para evitar que se desplomen.
- Dejar el paño encofrado, liberando solo la zona donde va la placa para su tensado (0.50x0.50 m) y un área apropiada para la operatividad del personal que realiza las

maniobras (aproximadamente 2 metros de largo por 2 metro de ancho y la altura total de muro). En este caso luego del tensado se libera el resto de encofrado.

Una vez culminado con los paños impares, se sigue con los pares, reiterando el mismo desarrollo de perfilado, colocación de acero, encofrado y vaciado del cemento. Después de culminado el tensado de los paños pares, (continuando el mismo proceso), se prosigue con la excavación masiva del 2do nivel, prosiguiendo de la misma manera que el 1er nivel.

Consideraciones a tener presente antes del inicio de los trabajos

- a. Pilotes Terratest Perú a Obra, garantizará el cumplimiento de las reglas de seguridad, salud y medio ambiental en su totalidad.
- b. Se identificarán los peligros y evaluarán los riesgos críticos de seguridad, tales como: excavaciones, espacios confinados, trabajos en altura, manejo de sustancias peligrosas, entre otros, para su control correspondiente.
- c. Se tendrán los permisos de trabajo adecuadamente autorizados.
- d. Para el acceso de maquinaria de perforación e inyección se considerará el mejor horario de ingreso a la obra, de tal forma que esta operación no ocasione problemas con el tránsito de la zona. La maquinaria requerida incluye 01 Perforadora, 01 Compresor de Aire y 01 Inyectora de cemento. Tener presente que la pendiente de rampa máxima para el ingreso y salida de los equipos de Obra por rampa es de 18°. Caso contrario los equipos no podrán desplazarse por esta y tendrán que hacerlo con grúa, previa coordinación, cumplimiento de las normas vigentes de seguridad y lo descrito en el punto b.
- e. Para el acceso de materiales y contenedores de almacén a la obra, se tomará en cuenta que lo principal es minimizar los problemas de tránsito. La descarga del contenedor deberá efectuarse con una grúa apropiada.

- f.** Para dar inicio a las perforaciones la INGESERCO S.A.C. proporcionará a Pilotes Terratest Perú un suministro eléctrico trifásico mínimo de 220 V 60 KVA y 60 Hz (Valores exactos), el que deberá permanecer durante los trabajos de perforación e inyección.
- g.** Para el tensado la INGESERCO S.A.C. proporcionará a Pilotes Terratest Perú un suministro eléctrico trifásico mínimo de 220 v de 6 KVA y 60 Hz (Valores exactos), el que deberá permanecer durante los trabajos de tensado. Los suministros no deberán estar a más de 50 m de los puntos a tensar.
- h.** Se verificará las interferencias subterráneas (tuberías, cables eléctricos, entre otros), de tal forma que no se presenten problemas durante las perforaciones. De existir algún buzón o tubería que interrumpa la ubicación de un anclaje, se deberá informar a la brevedad para la evaluación respectiva de su reubicación. Hay que considerar que esta solución puede tomar más tiempo de lo esperado.
- i.** Se verificará que, en los edificios vecinos, en caso de existir sótanos u otras estructuras (Piscinas, cisternas, etc.), se debe prever un sistema de apuntalamiento adecuado, si es necesario.
- j.** Las cargas en cada anclaje serán entregadas al ingeniero estructural del proyecto para su verificación y aprobación.
- k.** Las perforaciones se realizan luego que el movimiento de tierras se ha realizado hasta el nivel de plataforma necesario para la ejecución de la primera línea de anclajes.
- l.** CONSTRUCTORA INGESERCO S.A.C. ubicará los puntos exactos sobre los cuales se realizarán las perforaciones.
- m.** Para el tensado deberá quedar una banqueta de 2.50 m de ancho y 5.00 m de largo (o el ancho del paño a tensar) como mínimo, para garantizar la seguridad de los

trabajadores y la buena ejecución de estos trabajos. Para asegurar la calidad del trabajo, no está autorizado el tensado sobre andamios, más aún por temas de seguridad y calidad. Existen casos excepcionales sobre maquinaria pesada, las llamadas Manitou o Merlo (equipos con plataformas seguras que ubican al personal en altura).

- n.** Luego de tensados los anclajes de la primera fila, se procederá a la excavación del segundo nivel. Luego de esto se perfora y tensa esta segunda fila de anclajes, según el procedimiento descrito anteriormente. Este proceso se repetirá nivel a nivel.
- o.** El encofrado, acero y vaciado de concreto serán ejecutados por la CONSTRUCTORA INGESERCO S.A.C., por lo que este debe proveerá el mejor sistema de apuntalamiento antes del vaciado del muro de concreto.
- p.** El tensado se realizará cuando el ensayo de Resistencia a la compresión deberá dar como resultado mínimo 210 kg/cm².
- q.** Al terminar el último nivel de anclajes, la maquinaria utilizada será retirada de obra haciendo el uso de una grúa, tomándose en cuenta las consideraciones del punto b.

Consideraciones para el Destensado

- a.** El destensado de anclajes del encofrado es el proceso por el que se da por culminado el periodo útil del anclado y el peso preciso para la sostenibilidad del encofrado, la cual se da por la facultad de flexión de la armadura determinada de la edificación.
- b.** Para entrar al destensado de un anclaje se deben corroborar los siguientes detalles a tomar en cuenta:

- c. El techo próximo bajo y alto al anclaje debe tener la fortaleza a la compresión exacta para que pueda sorber los llamados consecuentes del destensado de los anclajes.
- d. Si se generase la eventualidad de que el anclaje emplee el mismo espacio con una losa, se tendrá que dejar una cajuela de 50 x 50 cm libre de acero y concreto para ejecutar las labores.
- e. El techo de arriostre se deberá presentar con concreto en conjunto de borde a borde de la edificación, estando ambos muros de manera perimetral con concreto contra terreno, de manera de asegurar el paso o estabilidad de la fuerza perpendicular. De manera de no corroborarse esta índole, el ingeniero de estructura deberá autorizar el destensado puesto que la armadura está comportándose como un pórtico ante cargas perpendiculares tal que para ellos se debe conmensurar realmente un análisis de resistencias, deformación y deslizamientos de la estructura para ordenar el destensado.
- f. Mediante la utilización de un equipo oxicorte que por medio del calor afloja las cuñas. Se corta el cable a ras de la cuña y se aplica la llama sobre la cuña y al fundirse la misma suelta el cable, ejecutándose de a uno por vez.

Ejecución de trabajos que corresponden a movimientos de tierra la demolición

de la estructura existente a cargo de la subcontratista CSP, y la inyección de anclajes.



Figura 76: Realización de Trabajos de Corte de Banqueta y Perfilado



Figura 77: Detección de calzaduras en eje M

Se procede a realizar la ejecución de trabajos de inyección de anclajes, armado de acero y encofrado, se supervisará el adecuado manejo de medidas y ejecución de trabajos como señalan los planos de la obra.



Figura 78: Inyección de anclajes



Figura 79: Armado de acero en muros



Figura 80: Primer encofrado de paño de muro pantalla



Figura 81: Vaciado de muros



Figura 82: Curado del muro con Antisol



Figura 83: Estabilización de terreno con lechada

3.10. PLAN DE TRABAJO APLICANDO LAST PLANNER SYSTEM

3.10.1. APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA LAST PLANNER SYSTEM

El proyecto se inició con la metodología Last Planner System(LPS) primeramente con la revisión del cronograma master, el cual está ligado en primera mano con los hitos planificados con la tramo más crítico de la obra, con ello se podría tener detalladamente mejor exactitud de la planificación que se podría hacer para la ejecución del proyecto, con todo ello se pasó a realizar la fase del lookahead en la fase de la construcción de los muros anclado, con ello se planificar mejor y con precisión los planes semanales con las actividades y programaciones durante esta fase.

El perímetro del terreno tiene 6 lados de los cuales 2 tienen acceso a la vía pública, en vista de ser una zona residencial, se utilizará como frente principal de acceso, el frente de la Av. Pardo y Aliaga, por donde se eliminará el material de excavación.

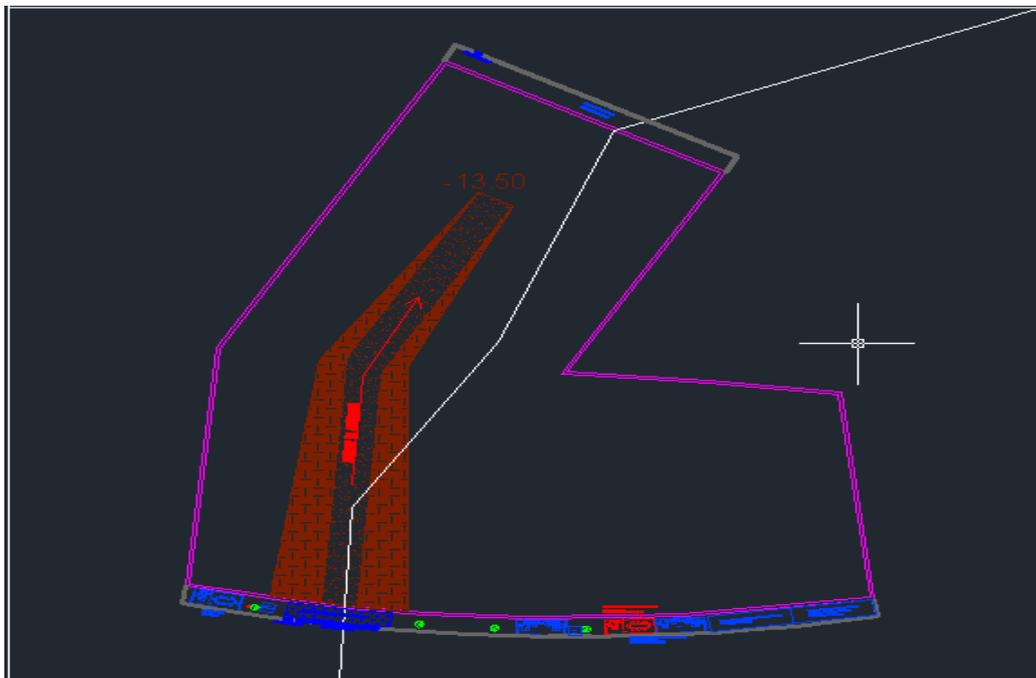


Figura 84: Plano de sectorización para el inicio del LPS

Fuente: Expediente técnico Pardo y Aliaga

El muro anclado está sectorizado por paños de acuerdo al especialista de los anclajes teniendo 62 paños por anillo en todo el perímetro a excepción de los primeros 3 anillos que tienen 55 paños.

3.10.1. ESTRATEGIA DE EJECUCIÓN:

Se plantea la realización de los muros anclados con apoyo de maquinarias especiales para perforación de anclajes y encofrados a una cara. Para esto se tiene una programación estimada un tren de trabajo, apoyado con el LOOKADHEAD de ejecución de los paños del muro anclado. En la cual se plantea la ejecución intercalada de los paños en los primeros anillos y eventualmente la apertura de paños contiguos después del segundo anillo.

La ejecución se plantea en 2 frentes, alternando la obra civil de la excavación masiva y perforación para evitar que los obreros estén muy cerca de las máquinas, eventualmente cuando esta situación se dé, se tomarán las medidas preventivas del caso.

3.10.2. PLAZO ESTIMADO:

El periodo de ejecución de la obra es de 7 meses en total para la primera etapa, y se debe llegar al fondo de cimentación en 6 meses para facilitar el principio de la ejecución de la 2da etapa aplicando la metodología

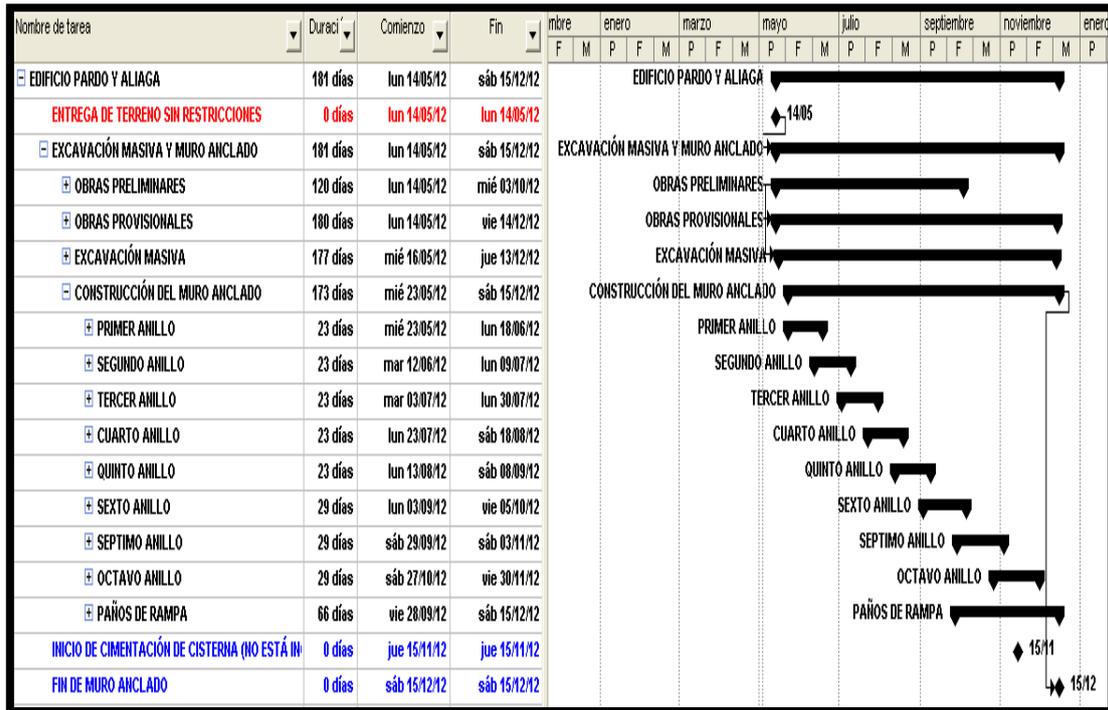


Figura 85: Plano de sectorización para el inicio del LPS

Fuente: Expediente técnico Pardo y Aliaga

3.10.3. GESTION DEL PROYECTO

La empresa de contrata del proyecto Edificio Pardo y Aliaga, aplica la metodología LPS, con el fin de empujar una producción en base a la demanda y asignar trabajos en un campo libre, tener así también un cronograma liberado de restricciones para evitar gastos extras, demoras y tener una mejor calidad de ejecución del proyecto, así mismo con ello se logró optimizar el planeamiento y manejo de las partidas del proyecto de la ejecución de muros anclado, los cuales serán realizados por anillos. En la etapa excavación masiva se tiene un encargado de la producción total, dos ayudantes de campo a cargo de la construcción del muro anclado, un jefe de campo encargado del muro anclado y un ayudante de campo asignado al anclaje. En el caso de la construcción de los anillos, se tiene un jefe especializado, el cual tiene a su cargo a un ayudante de campo.

3.10.4. ESTADARIZACION DE PROCESOS

Para normalizar el proceso se ha sintetizado el proyecto con los siguientes diagramas que muestran el transcurso constructivo de la obra. Como se puede visualizar la obra se dispone de dos partes bien remarcadas, una que es la excavación masiva y muro anclado y lo otro que viene a ser la construcción del muro anclado (anillos) que además su proceso es independiente uno del otro. Esta estructura de desglose de actividades, nos brindara una mejor percepción sobre el alcance del proyecto a realizar en referencia a la construcción de los muros anclados como se observa en el diagrama, el resultado de esta esquematización nos detalla las actividades que se encuentran dentro de las partidas de construcción de muro anclados

3.11. PLANIFICACION INICIAL

3.11.1. PLANIFICACION MAESTRA (MASTER SCHEDULE)

El programa master, se desplego según las metas de la obra y según como fue planteado el programa inicial. Las tareas de duración que no tienen repercusión en el proyecto se ha considerado como acontecimientos. Entonces, el programa maestro nos vale para reconocer los hitos de manejo de nuestra obra. El proyecto tiene un área de 5073 m² de extensión, en el que, para la primera etapa, se debe ejecutar la excavación y construcción de muros anclados hasta llegar a la cota de fundación del edificio en el nivel -26.55.

EXAVACION MASIVA Y MURO ANCLADO

- Obras preliminares
- Obras provisionales
- Excavación masiva

CONSTRUCCION DEL MURO ANCLADO

- Primer anillo
- Segundo anillo
- Tercer anillo
- Cuarto anillo
- Quinto anillo
- Sexto anillo
- Séptimo anillo
- Octavo anillo
- Paños de rampa

Se presenta el cronograma general de obra, este cronograma es el de la propuesta inicial del proyecto, pues se procederá a optimizar y mejorar las partidas con el fin de reducir la entrega del proyecto el cual está estimado en 8 meses, pero mediante la implementación de la metodología LPS llegar a un periodo de 7 meses, con eficiencia en los trabajos y la entrega de estos con la mejor calidad y sin sobrecostos

3.11.2. CRONOGRAMA MAESTRO PROPUESTA INICIAL

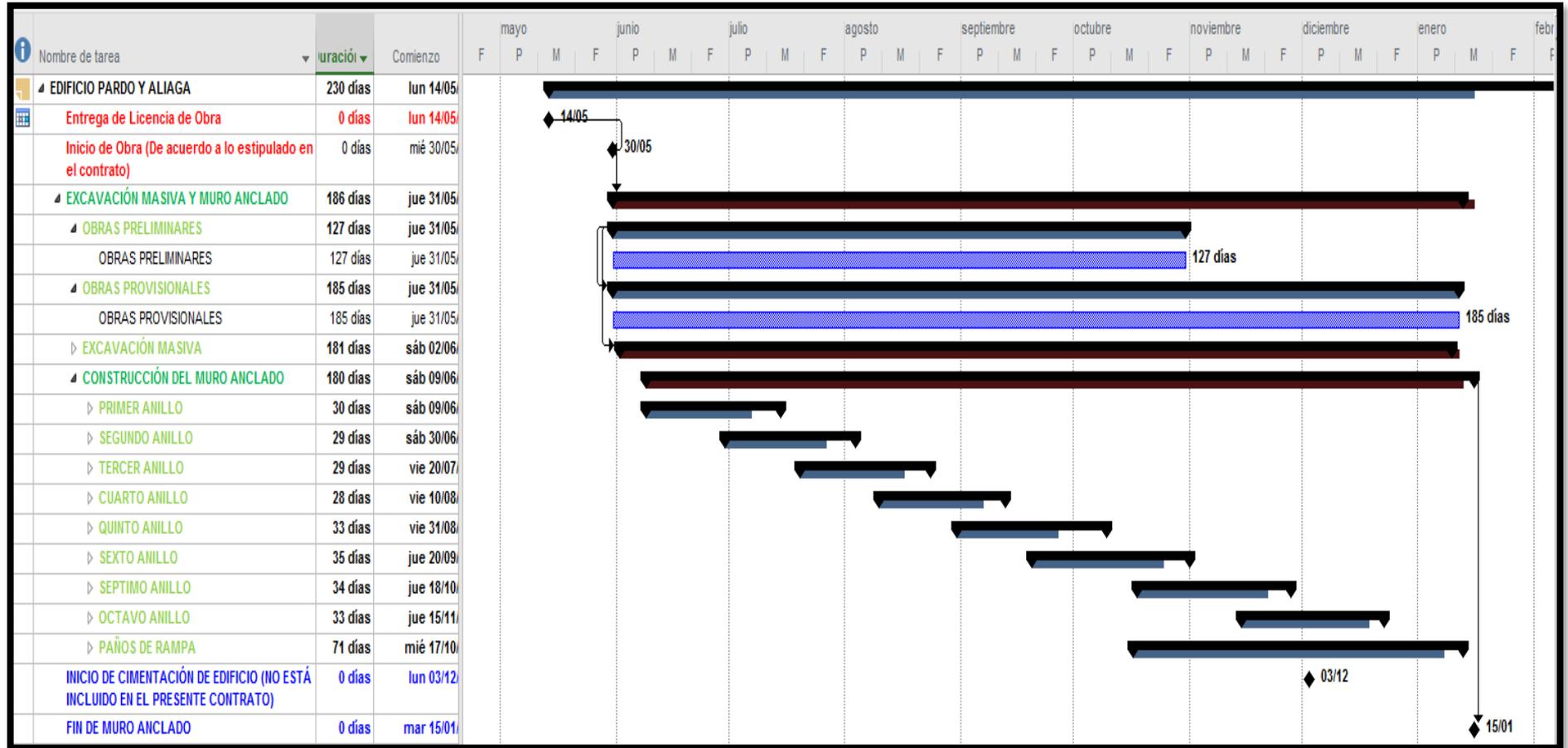


Figura 86: Cronograma general para la optimización con el LPS

Fuente: Expediente Técnico Pardo y Aliaga

3.11.3. PLANIFICACION POR FASES (PHASSES PLANNING)

El periodo de realización de la obra es de 7 meses en total para la primera etapa, y se debe llegar al fondo de cimentación en 6 meses para facilitar el comienzo de la ejecución de la segunda fase, por ello se aplicó el sistema Last Planner System con la planificación PHASES PLANNING el cual busca tener una producción constante por medio de sectorizaciones y planeamientos en la estandarización de proyectos con el fin de tener un tren de trabajo con actividades libre de restricciones y estabilizar las ejecuciones evitando altos y bajos y tener un flujo continuo de trabajo. Este cronograma se ha realizado en MS Project como se pueden ver en las imágenes que acaparan todos los procesos detallados en la normalización de obras.

Estos procesos se detallaron mediante reuniones a cargo del equipo de monitoreo del proyecto donde se revisó las actividades del proyecto, donde se ubicaron los hitos con sus fechas de acuerdo al programa maestro (ver tabla...), se revisó las tareas y duración de cada partida, teniendo en cuenta y colocando también si estas partidas o tareas tenían predecesoras con el fin de ver si se reorganizaría las mismas.

Por otro lado, para generar el cronograma general de la obra se indicó que se añadan las mejoras en los procesos con el fin de bajar los días que tenían cada asignación y especialmente revisar la ruta más crítica. Después de tener algunas ideas posteriores de tener en cuenta estos puntos se procedió a realizar y plasmar un nuevo Gantt que se realizaría en base a estas modificaciones, con estos cambios nuevos el periodo se redujo en 34 días, ya que el proyecto inicial que fue propuesto de 230 días de ejecución y este fue reducido a 196 días.

Los resultados de los cambios que se realizaron fueron los siguientes:

- En los trabajos de excavación masiva y muro anclado de 186 días (ver imagen....) de periodo asignado se realizó una reducción de 5 días, los cambios se dieron en

obras preliminares, cuya consideración es de 127 días, la reducción fue de 7 días, ya que el metrado era de 3600 m² y por día se podía realizar 30 m², dando así 120 días de ejecución, así mismo al reducir este periodo, en obras provisionales el tiempo se redujo de 185 días a 180 días, por otro lado, otro cambio se dio en la partida de excavación masiva, cuyo metrado para su ejecución es de 145,238.00 m², donde se redujo 4 días, inicialmente tuvo un periodo de 181 días y paso a un periodo de 177 días, ya que se evaluó que se necesitaba 820.55 m³ de trabajo por día, dando este periodo final.(ver imagen..)

- En la ejecución de la construcción de muro anclado inicialmente la propuesta de su ejecución tuvo un periodo de 180 (ver imagen...), implementando las mejoras y cambios en los trabajos, se redujo a un periodo de 173 días, donde los cambios se dieron al momento de la ejecución de la construcción de los anillos que conformaran el muro anclado. Los cambios y mejoras de los anillos se dieron de la siguiente manera:

Primer anillo: La ejecución de este anillo se inició con un periodo de 30 días, las mejoras que se implementaron fueron en la partida de excavación masiva ya que primeramente se consideraba que el personal y maquinarias (retroexcavadora, volquetes, etc), se podía realizar 985 m³ por día de un total de 18426.68 m³, pero haciendo los nuevos cálculos se llegó a la conclusión que el personal y maquinaria podía realizar 1415 m³ por día, así mismo en la partida de colocación de acero dimensionado al inicio se propuso que el personal realizaba la colocación 1898 kg por día de un total de 43646.55 kg y haciendo los cálculos se concluyó que este trabajo se podría realizar con 2567 kg por día, es así que con las mejoras en estas partidas se redujo el periodo a 23 días.

Este proceso de mejora en las partidas excavación y colocación de acero dimensionado de la ejecución de los anillos de muro anclado como se explicó en el primer anillo se mantuvo hasta el octavo anillo,

- Con los resultados de estos cambios se procedió a realizar el nuevo cronograma maestro, el cual se desglosará por el programa de fases, el cual será punto de partida para la elaboración del tren de trabajo.

3.11.4. SECTORIZACION

Para los resultados de la sectorización se tomó en cuenta la ubicación y el perímetro del terreno el cual tiene 6 lados de los cuales dos de estos lados tienen acceso a la vía pública, en vista de ser una zona residencial, se utilizará como frente principal de acceso, el frente de la Av. Pardo y Aliaga, por donde se eliminará el material de excavación. El muro anclado está sectorizado por paños de acuerdo al especialista de los anclajes teniendo 62 paños por anillo en todo el perímetro a excepción de los primeros 3 anillos que tienen 55 paños.

El proceso de sectorización se dio en base a la normalización de procesos y cuadrillas encargados de la realización de estas actividades. Luego de esto, se obtuvo como resultado la sectorización con la que se realizó el tren de actividades del cronograma planificado. La sectorización mejoró la toma de datos porque se entiende mucho mejor la manera como está distribuido el tiempo y cuadrillas de las actividades de acuerdo con cada sector de los muros anclados, estos muros están sectorizados por zonas dos frentes las cuales son:

FRENTE A

- Zona 1-A cuyo sector es el más amplio de la obra, pues su ubicación se encuentra en el frente de la AV. Pardo y Aliaga, la vía principal por donde se eliminará el material de excavación, tomando este criterio pues no existen construcciones

aledañas al muro y se puede realizar un trabajo continuo sin necesidad de dividir el frente, este sector tiene un perímetro de 172.8106 m.

- Zona 2-A, este sector tiene su ubicación en la parte lateral izquierda del proyecto, así mismo esta aledaña a una edificación de 2 pisos y cuenta con un perímetro de 82.2732 m, se denominó como 2do sector debido a que al momento del análisis de los trabajos que se realizarían en esa parte, se concluyó que esta zona sería de mayor avance pues la construcción aledaña sería de menos restricción para el avance.
- Zona 3-A, este sector se encuentra en la parte lateral derecha del proyecto, aledaña a una edificación de 19 pisos y 3 sótanos, posee un perímetro de 44.8351 m, la ejecución en esta zona sería una de las primeras debido a su ubicación, pero se denominó tercer sector ya que debido a la construcción aledaña habría más restricciones para su ejecución.
- Zona 4-A, ubicado en la parte lateral derecha del proyecto, aledaña a una edificación de 2 pisos y 3 sótanos, con perímetro de 28.5136 m, esta es la última zona sectorizada del frente A, el criterio de zonificar esta zona fue debido al lado donde se ubicaba.

FRENTE B

- Zona 1-B, este sector se encuentra ubicado en la parte lateral derecha del proyecto, aledaña a una edificación de 6 pisos y posee un perímetro de 32.9121 m.
- Zona 2-B, está ubicado en la parte lateral derecha del proyecto, aledaña a una edificación de 2 pisos, es la segunda parte más extensa de la obra posee un perímetro de 122.5212 m,
- Zona 3-B, esta parte sectorizada se encuentra ubicada en la parte lateral izquierda, posee un perímetro de 112.5245 m.

- Zona 4-B, esta parte sectorizada se encuentra ubicada en la parte posterior de la obra, en la calle libertadores, posee un perímetro 77.7950 m, es la última parte de la realización del proyecto.

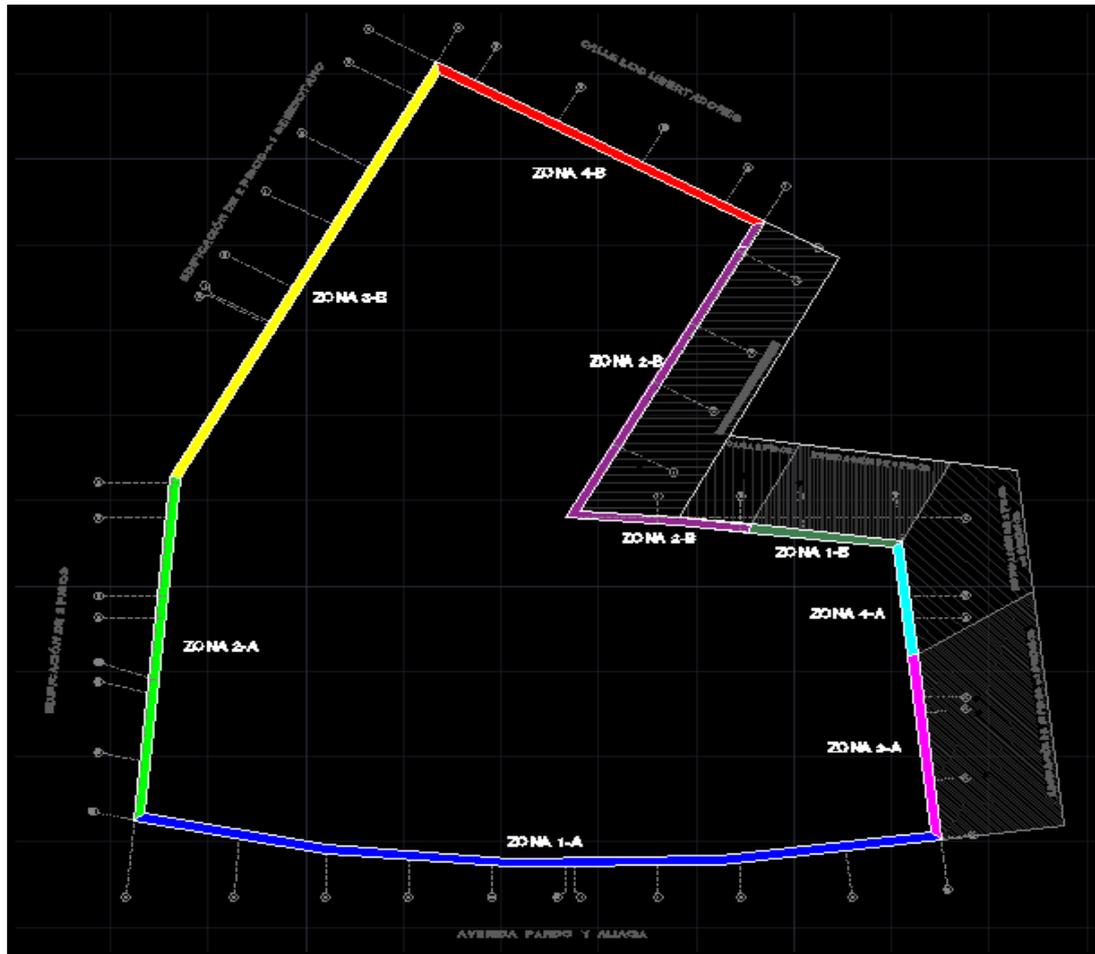


Figura 87: Plano de sectorización para el inicio del LPS

Fuente: Expediente técnico Pardo y Aliaga

3.12. PLANEAMIENTO INTERMEDIO (LOOKADHEAD)

Se realiza el análisis y definición de horizontes de ejecución de esta planificación donde según los análisis se tuvieron como resultados que las semanas 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16 eran las semanas con más actividades de trabajo por realizar y así mismo las semanas más críticas del proyecto pues según los análisis realizados en las reuniones estas semanas tendrían puntos bajos en la producción debido a factores de restricciones, por su lado se definieron los horizontes de ejecución de esta planificación siendo de 4 semanas,

3.13. PLANEAMIENTO SEMANAL

Ya encontrándose en esta fase y con los trabajos planificados y disponibles para la realización de las tareas del Proyecto, con ello se propuso tener más fiabilidad de ejecución con un bajo o casi sin nada de riesgos, esto ya no ocasionaría retrasos o tiempos muertos que produzcan pérdidas o desperdicios de obra en cuanto a tiempo y costos.

PPC (Porcentaje de plan de cumplimiento)

Teniendo los trabajos dados y planificados se tiene el instrumento PPC y razones de CNC, el cual da seguimiento a la planificación de la gestión.

Como menciona estas herramientas para obtener estos datos, es necesariamente tener un seguimiento constante de las tareas que se realizaran en los frentes programados, con ello se puede lograr un porcentaje de plan de cumplimiento. Ya teniendo estas mensuraciones se pueden realizar mejoras y correcciones para una mejor dirección hacia las puntas con más debilidad.

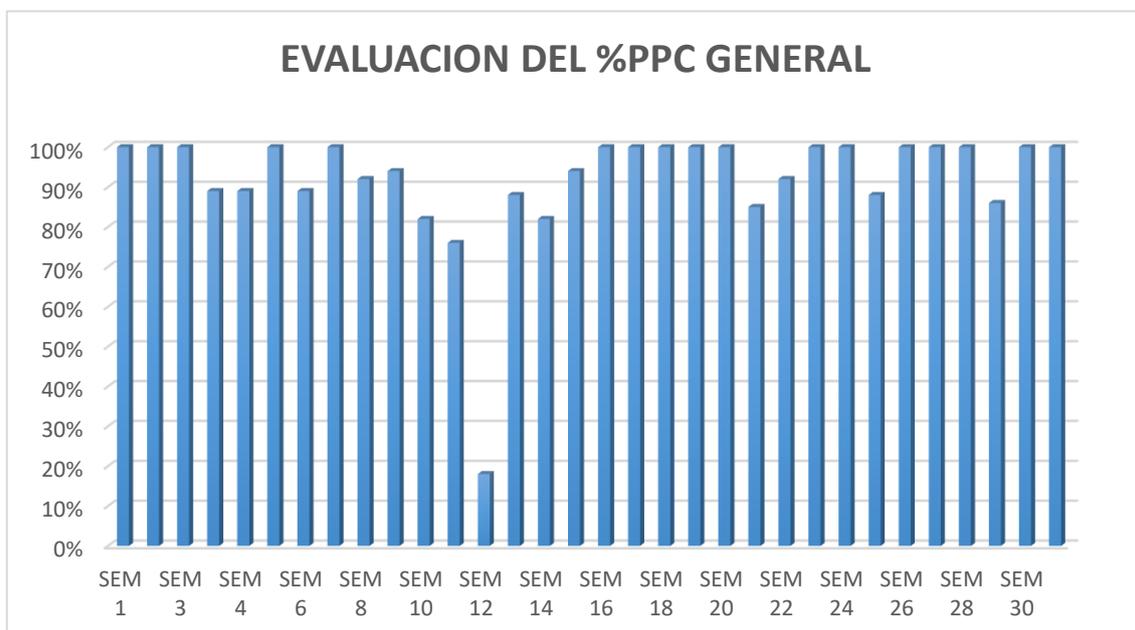


Figura 89: PPC

Fuente: Propia.

TABLA 1:

Evolución de PPC semanal

EVOLUCION DEL PPC SEMANAL							
SEMANA	SEM 10	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14	SEM 15	SEM 16
CUMPLIO	14	11	3	14	14	16	17
TOTAL	17	16	17	17	16	17	17
%	82%	76%	18%	82%	88%	94%	100%

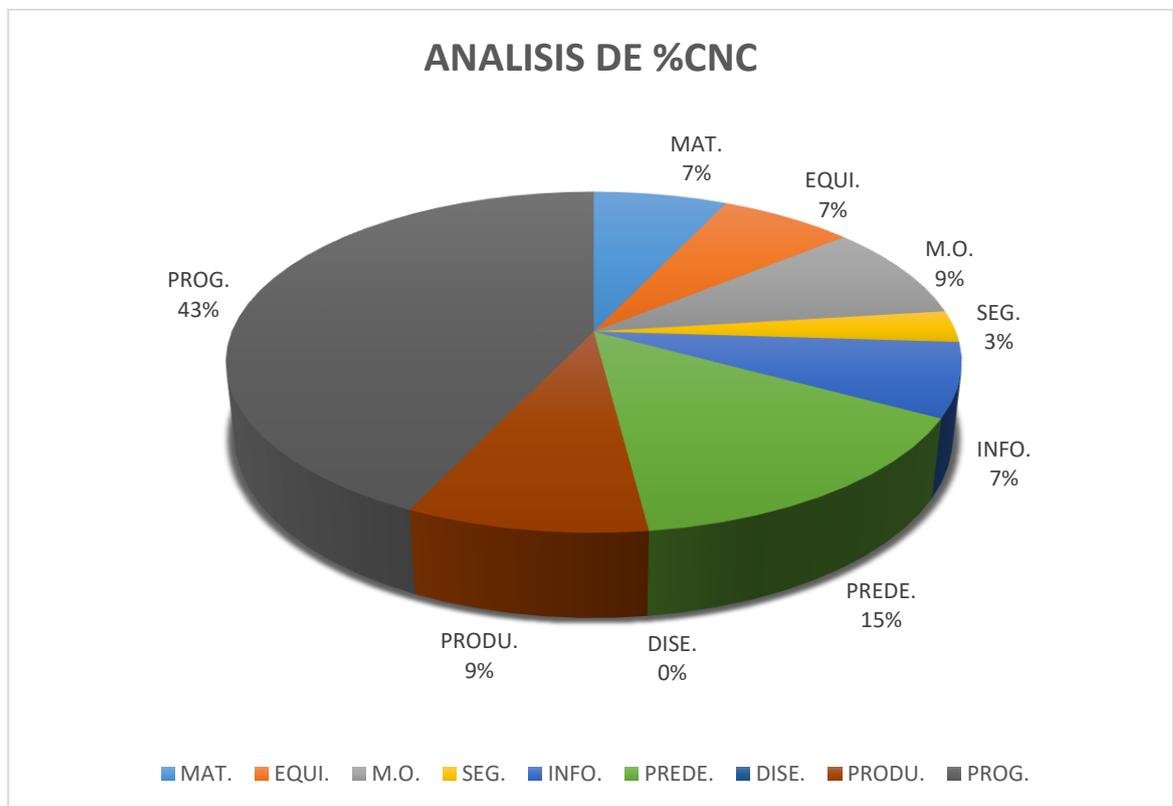


Figura 90: CNC

Fuente: Propia.

3.14. PLANIFICACION DIRIA (CONTROL DIARIO)

Este es el paso final que se logró en el proyecto, así mismo el paso final de la metodología LPS es por ello que también se le conoce como el ultimo planificador, estos datos se obtienen partiendo de los resultados que se manejen al final del día y teniendo un seguimiento al trabajo programado para la semana, por lo que también se usa para controlar los avances diarios que se encuentren dentro de la obra.

TABLA 2:

Control diario.

Partida	Tiempo Promedio de cada partida por paño (min)	Cuadrilla	
		Operario	Peón
Excavación	30	1	1
Perfilado y pañeteo	60	1	5
Acero	150	2	3
Encofrado	120	2	4
Excavación	30	1	1
Perfilado y pañeteo	60	1	5
Acero	150	2	3
Encofrado	120	2	4
Vaciado	25	1	3
Excavación	30	1	1
Perfilado y pañeteo	60	1	5
Acero	160	2	3
Encofrado	150	2	4
Vaciado	30	1	3
Desencofrado	45	2	2
Excavación	30 - 45	1	1
Perfilado y pañeteo	60 - 90	1	5
Acero	180	2	3
Encofrado	120	2	4
Vaciado	30	1	3
Desencofrado	45	2	2
Tensando	30	2	1
Excavación	30	1	1

Perfilado y pañeteo	60	1	5
Acero	180	2	3
Encofrado	120	2	4
Vaciado	30	1	3
Desencofrado	45	2	2
Tensando	30	2	1
Excavación	30	1	1
Perfilado y pañeteo	60	1	5
Acero	160	2	3
Encofrado	140	2	4
Vaciado	25	1	3
Desencofrado	30	2	2
Tensando	30	2	1
Excavación	30	1	1
Perfilado y pañeteo	60	1	5
Acero	170	2	3
Encofrado	150	2	4
Vaciado	30	1	3
Desencofrado	30	2	2
Tensando	30	2	1
Acero	150	2	3
Encofrado	120	2	4
Vaciado	30	1	3
Desencofrado	30	2	2
Tensando	30	2	1
Acero	160	2	3
Encofrado	130	2	4
Vaciado	25	1	3
Desencofrado	30	2	2
Tensando	30	2	1
Encofrado	130	2	4
Vaciado	30	1	3
Desencofrado	30	2	2
Tensando	30	2	1
Desencofrado	30	2	2
Tensando	30	2	1
Tensando	30	2	1

TABLA 3:

Control de las duraciones de las actividades

PRIMER ANILLO								
Sectores	ZONA 1-A	ZONA 2-A	ZONA 3-A	ZONA 4-A	ZONA 1-B	ZONA 2-B	ZONA 3-B	ZONA 4-B
Nro de Paños	16	8	0	0	4	9	11	7
Partida	TIEMPO(HRS)							
Excavación	8	4	0	0	2	4.5	5.5	3.5
Perfilado y pañeteo	16	8	0	0	4	9	11	7
Perforación	8	4	0	0	2	4.5	5.5	3.5
Acero	40	20	0	0	10	22.5	27.5	17.5
Encofrado	32	16	0	0	8	18	22	14
Vaciado	8	4	0	0	2	4.5	5.5	3.5
Desencofrado	16	8	0	0	4	9	11	7
Tensado	8	4	0	0	2	4.5	5.5	3.5

4.1. PROCEDIMIENTO APLICATIVO LAST PLANNER SYSTEM

4.1.1. TREN DE TRABAJO

Teniendo la estandarización de proceso, designación de tiempo y cuadrillas, así mismo la sectorización y estrategia de ejecución se procedió a realizar el tren de trabajo, teniendo como resultado la designación de actividades, para ello se realizó la etiqueta de estas actividades según la partida.

Los criterios que se tomaron en cuenta para realizar el tren de trabajo fueron analizados según las partidas, donde en la reunión general se da con la colaboración del grupo involucrado en el proyecto, ya sea el contratista, los ingenieros, trabajadores y los últimos planificadores, donde mediante una sesión Pull, con el fin de definir las diferentes actividades y con qué orden se van a ejecutar en cada sector en este caso los anillos de muro anclado, donde la sesión Pull está orientada netamente a la parte de casco estructural, donde a cada encargado de actividad se le brinda un color, esto se da de la siguiente manera:

- Encargados de los trabajos de movimiento de tierras (excavaciones masivas, rellenos de zanja, retiro de rampa) color marrón.

EXCAVACIONES MASIVAS, RELLENOS DE ZANJA Y RETIRO DE RAMPA

- Encargados del trabajo de perfilado y pañeteos color amarillo

PERFILADO Y PAÑETEOS

- Encargados del trabajo con acero color celeste.

ACERO

- Encargados del trabajo de encofrado color rojo

ENCOFRADO

- Encargados del trabajo con el concreto de color plomo

CONCRETO

- Encargados del trabajo de desencofrado color verde oscuro

DESENCOFRADO

- Encargados del trabajo de tensado de paños color verde claro

TENSADO DE PAÑOS

Con la designación de las actividades con sus respectivos colores a los encargados se procedió a realizar el tren de trabajo o tren de actividades que se desarrollara en la ejecución del proyecto teniendo como resultado la tabla...., donde se observa las actividades a realizar, se puede observar los trabajos de movimientos de tierra, con su respectivo color, así mismo los trabajos de perfilado, pañeteo, acero, encofrado, desencofrado y tensado de paños, de igual manera cada uno con el color asignado.

Ya realizado el tren de trabajo con la secuencia de actividades a seguir donde iniciando con el tren de trabajo se empezó en el primer día con las actividades de excavación masiva del nivel -4.5 de con un metrado de 23, 552.11, donde con la planificación Pull del sistema Last Planner System se procedió a dividir la partida en partes iguales, dando como resultado de esta primera actividad un periodo de 14 días, este desglose del metrado en partes iguales nos ayudara a tener un mejor control de la actividad, así mismo se podrá tener un trabajo efectivo y con un flujo frecuente, a su vez esta división de metrado se da mediante el análisis efectuado en la designación de cuadrillas y tiempo.

Por otro lado, al realizar el tren de trabajo se pudo optimizar las partidas más críticas como fue la partida de habilitación de acero dimensionado y la de encofrado, pues realizando un análisis general del proyecto estas 2 partidas influenciarían mucho en el

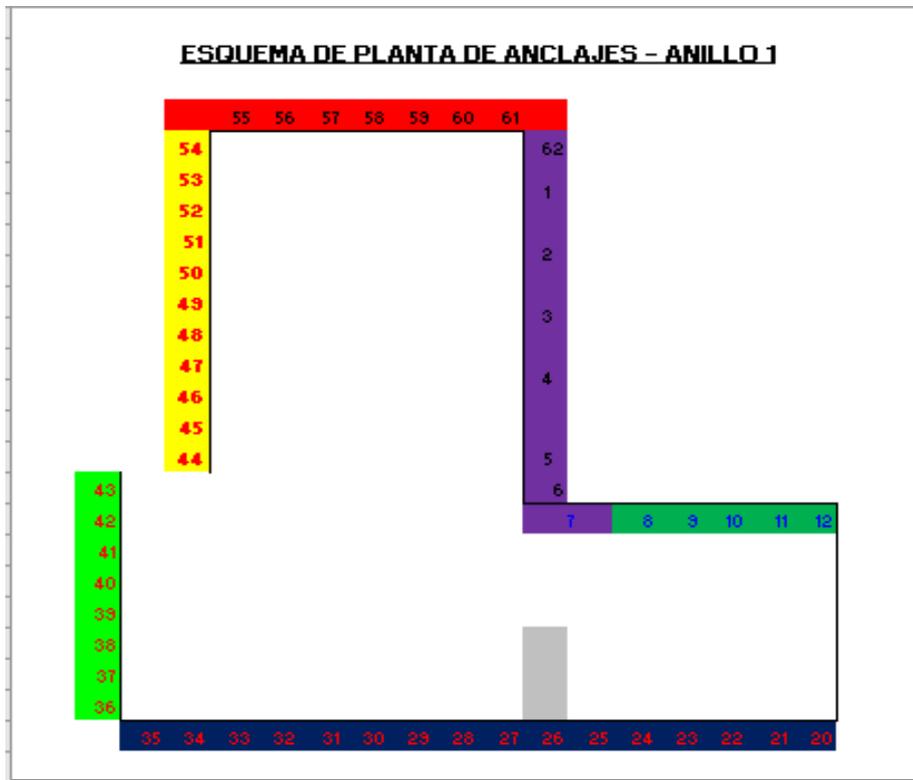
avance de la obra, es así que mediante el sistema Last Planner System se llegó a optimizar estas partidas, en el caso de la habilitación de acero se observó que el problema principal era el traslado del material, así mismo no tener una actividad específica asignada al personal, después de hacer los cambios se optimizó esta partida dando así un tren de trabajo más fluido mejorando la ejecución de esta partida en un 87% a comparación de lo propuesto en un inicio donde el trabajo de acero en general se haría en 162 días y optimizando se redujo a 141 días, así mismo en la partida de encofrado, se realizaron las mejoras optimizando la partida en un 85%, mejorando así la ejecución general del proyecto, pues estos valores porcentuados se vieron reflejados en el proyecto en general así también tenemos los resultados del tren de trabajo de las demás partidas, esto ayudó a realizar el proyecto en el tiempo propuesto con las mejoras en el nuevo cronograma y este tren de trabajo el cual llegó a optimizar el proyecto en un 76.7%, pues en un inicio el proyecto tenía un periodo de 230 días, y con la aplicación la metodología del Last Planner System se redujo a 196 días, dando así como resultado el porcentaje mencionado.

Esta ejecución del muro anclado se dará por anillos, un total de 8 anillos y una rampa de paños, las cuales serán ejecutadas por paños, el primer, segundo y tercer anillo cuentan con un total de 55 paños, por su parte el cuarto, quinto, sexto, séptimo y octavo anillo cuentan con un total de 62 paños.

En la cual se plantea la ejecución intercalada de los paños en los primeros anillos y eventualmente la apertura de paños contiguos después del segundo anillo y así con los demás anillos.

FIGURA 92: Esquema de planta de anclajes-anillo 1

FUENTE: Propia



Se presenta el resultado del esquema vista en planta del anclaje del primer anillo sectorizado, se observa un total de 55 paños, así mismo la sectorización de los frentes de trabajo el frente A de color amarillo y el Frente B de color verde, 3, a su vez vemos que en lado más amplio tenemos 16 paños, en el lado derecho lateral tenemos en la parte inferior 8 y la parte superior derecha lateral tenemos 11 paños, así mismo en la parte posterior del esquema tenemos 7 paños, en el lado izquierdo lateral tenemos 7 paños, por último en la parte izquierda plana tenemos 6 paños, haciendo un total de 55 paños, esta cantidad de paños se repetirá en el segundo y tercer anillo y la sectorización será como en el primer anillo, a su vez se sectorizo de esta manera teniendo en cuenta las construcciones aledañas al proyecto, ubicaciones mencionadas anteriormente.

Vemos que en el esquema se presentan 55 paños como se mencionó anteriormente, mediante reuniones y capacitaciones al personal encargado de la ejecución de este

anillo se tuvo como resultado de esta reunión como se va a ejecutar este anillo donde se partirá las actividades de la zona más amplia del proyecto, el cual posee los paños número 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 ,32, 33, 34 y 35.

Siguiendo con la ejecución del primer anillo, se optó por seguir la ejecución en la parte derecha del frente A teniendo en este sector los paños 36, 37, 38 ,39 40, 41, 42 y 43, pues es decisión fue el resultado de analizar en las reuniones las construcciones aledañas del proyecto, así mismo se prosiguió con la ejecución de los sectores del frente B lado derecho con paños del 44 a 54, frente B parte posterior del proyecto paños 55 a 61, frente B izquierdo con los paños 62 hasta el 7 y por último el sector frente B con los paños 8, 9, 10 , 11 y 12.

Esta secuencia de ejecución se mantendrá en el resto de anillos, añadiendo desde el quinto anillo hasta el 8 anillo los paños 13, 14, 15, 16 ,17 18, 19 y 20, pues a partir de estos anillos por la presencia de una construcción de un edificio de 19 piso con sótano se considerará estos paños extras.

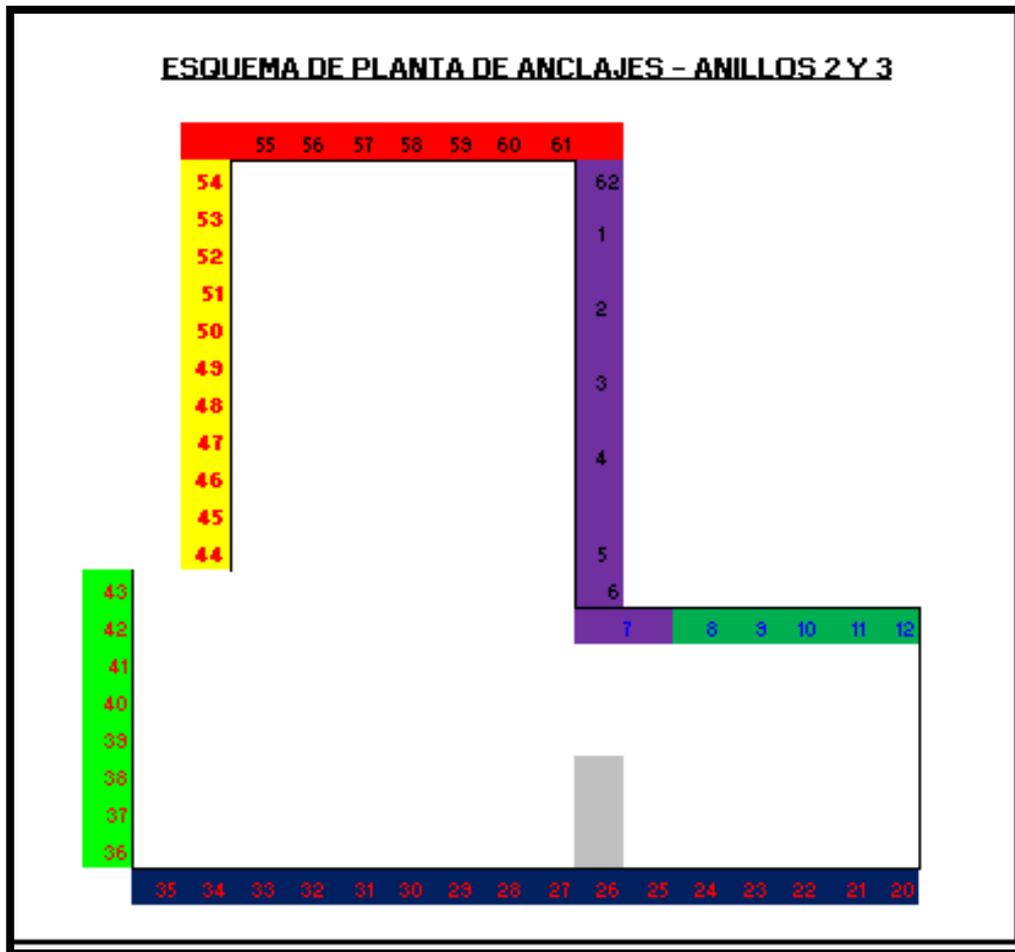
TABLA 4:

Secuencia de construcción primer anillo

PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE MURO ANCLADO PARDO Y ALIAGA	SECUENCIA	METRADO
PRIMER ANILLO	EXCAVACIÓN	18426.68 m3
	PERFILADO	1099.05 m2
	PERFORACIÓN	44.00 m3
	PAÑETEO	1099.05 m2
	ACERO	43646.55 kg
	ENCOFRADO	1099.05 m2
	VACIADO MUROS	515.27 m3
	CURADO	1099.05 m2
	TENSADO	55 UND

FIGURA 93: Esquema de planta de anclajes-anillo 2 y 3

FUENTE: Propia



Se presenta los resultados de la sectorización de los muros anclados mediante paños del 2do y 3er anillo, donde se visualiza 55 paños a ejecutarse como en el primer anillo

TABLA 5:

Secuencia de construcción segundo y tercer anillo

MASTER MURO ANCLADO PARDO Y ALIAGA	SECUENCIA	METRADO
SEGUNDO ANILLO	EXCAVACIÓN	18426.68
	PERFILADO	1099.05
	PERFORACIÓN	63.00
	PAÑETEO	1099.05
	ACERO	43646.55
	ENCOFRADO	1099.05
	VACIADO MUROS	515.27
	CURADO	1099.05
TERCER ANILLO	EXCAVACIÓN	18426.68
	PERFILADO	1099.05
	PERFORACIÓN	63.00
	PAÑETEO	1099.05
	ACERO	43646.55
	ENCOFRADO	1099.05
	VACIADO MUROS	515.27
	CURADO	1099.05

Se presentan los datos de los metrados de las partidas pertenecientes al 2do y 3er anillo, donde se puede observar que los metrados serán iguales en todas las partidas, esto debido a que en este tramo existen la misma cantidad de paños por cada anillo

FIGURA 94: Esquema de planta de anclajes-anillo 4

FUENTE: Propia



Se presenta los resultados de la sectorización de los muros anclados mediante paños, en la imagen se observa dos frentes, el frente A y frente B, con un total de 62 paños, que se distribuyeron en todo el anillo, a diferencia de los 3 primeros anillos, este anillo cuenta con más paños debido a la inestabilidad del terreno por parte del sector derecho, la cantidad de paños será la misma que en los tres primeros anillos, con la diferencia que en este anillo y en los siguientes se añadirán 7 paños extras.

TABLA 6:

Secuencia de construcción cuarto anillo

PROCESOS CONSTRUCTIVOS MURO ANCLADO PARDO Y ALIAGA	SECUENCIA	METRADO
CUARTO ANILLO	EXCAVACIÓN	18426.68
	PERFILADO	1099.05
	PERFORACIÓN	72
	PAÑETEO	1099.05
	ACERO	43646.55
	ENCOFRADO	1099.05
	VACIADO MUROS	515.27
	CURADO	1099.05
	TENSADO	62 UND

FIGURA 95: Esquema de planta de anclajes-anillo 5 y 6

FUENTE: Propia

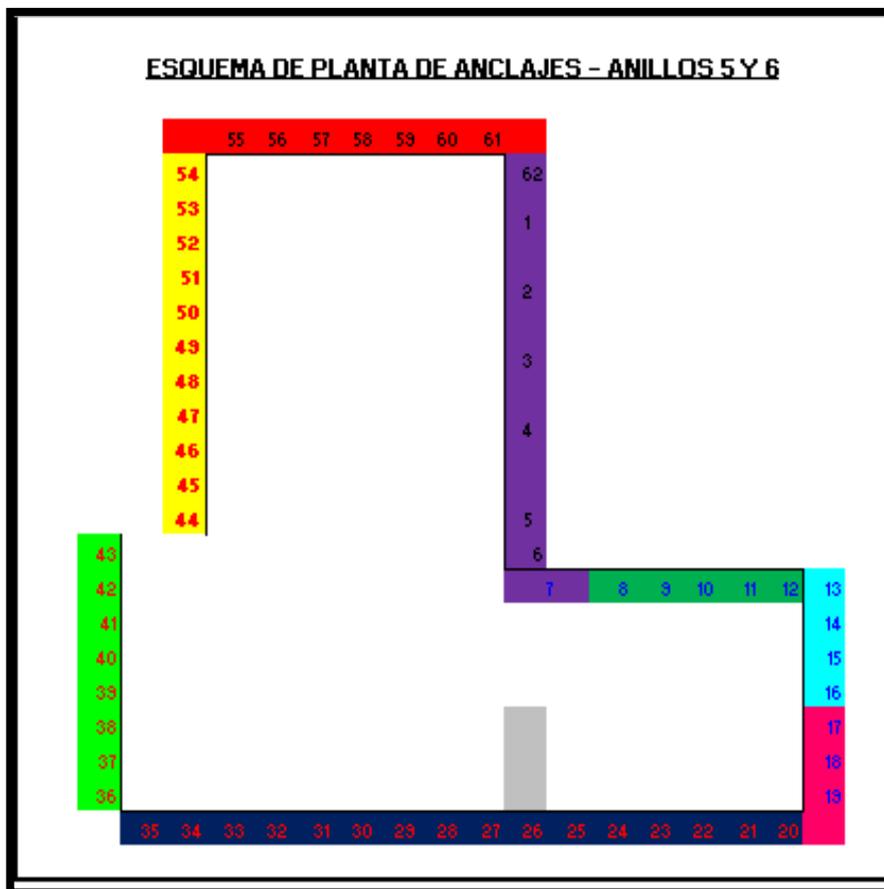


TABLA 7:

Secuencia de construcción quinto y sexto anillo

PROCESOS CONSTRUCTIVOS ANCLADO PARDO Y ALIAGA	SECUENCIA	METRADO
QUINTO ANILLO	EXCAVACIÓN	18426.68
	PERFILADO	1099.05
	PERFORACIÓN	72.00
	PAÑETEO	1099.05
	ACERO	43646.55
	ENCOFRADO	1099.05
	VACIADO MUROS	515.27
	CURADO	1099.05
SEXTO ANILLO	EXCAVACIÓN	14194.15
	PERFILADO	1099.05
	PERFORACIÓN	72.00
	PAÑETEO	1099.05
	ACERO	43646.55
	ENCOFRADO	1099.05
	VACIADO MUROS	515.27
	CURADO	1099.05
TENSADO		62UND

Se presentan los datos de los metrados de las partidas pertenecientes al 5to y 6to anillo, donde se puede observar que los metrados serán iguales en todas las partidas, esto debido a que en este tramo existen la misma cantidad de paños por cada anillo

FIGURA 96: Esquema de planta de anclajes-anillo 7

FUENTE: Propia

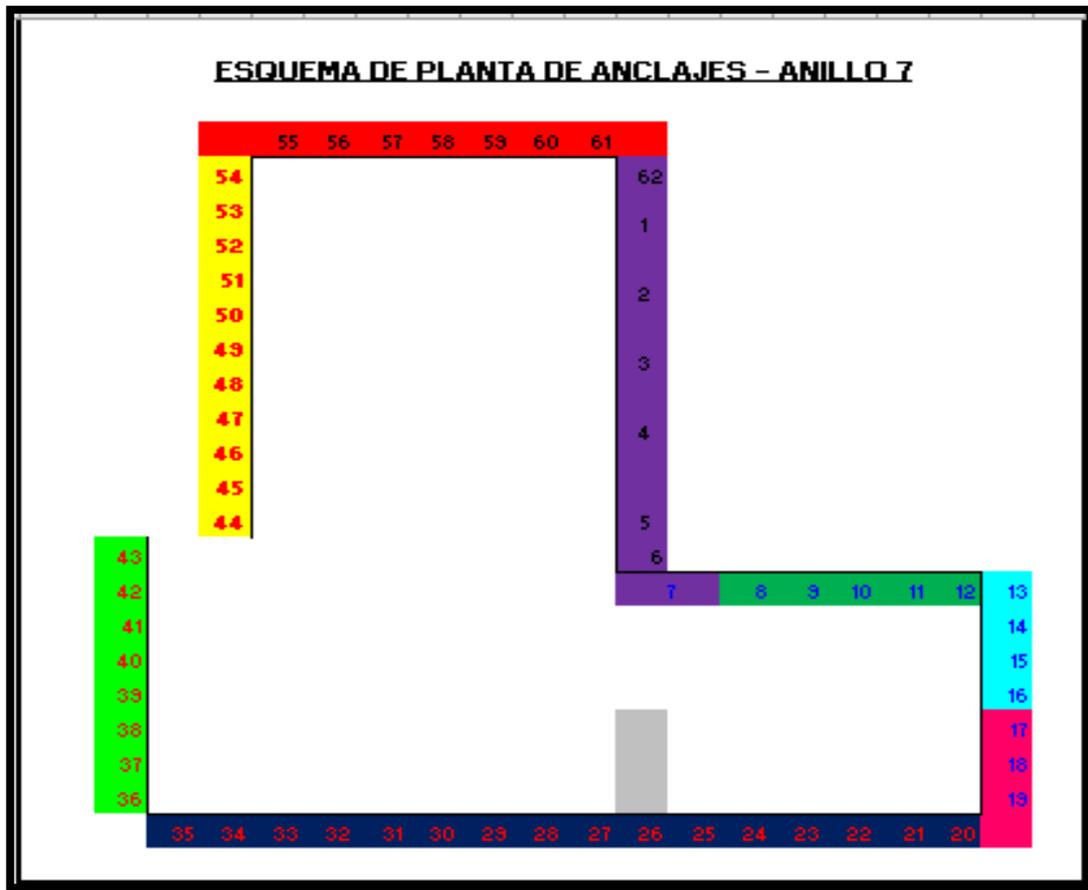


TABLA 8:

Secuencia de construcción septimo anillo

PROCESOS CONSTRUCTIVOS MURO ANCLADO PARDO Y ALIAGA	SECUENCIA	METRADO
SEPTIMO ANILLO	EXCAVACIÓN	14194.15
	PERFILADO	1099.05
	PERFORACIÓN	72.00
	PAÑETEO	1099.05
	ACERO	43646.55
	ENCOFRADO	1099.05
	VACIADO MUROS	515.27
	CURADO	1099.05
	TENSADO	62UND

FIGURA 97: Esquema de planta de anclajes-anillo 8

FUENTE: Propia



TABLA 9:

Secuencia de construcción octavo anillo

PROCESOS CONSTRUCTIVOS MURO ANCLADO PARDO Y ALIAGA	SECUENCIA	METRADO
OCTAVO ANILLO	EXCAVACIÓN	14194.15
	PERFILADO	1099.05
	PERFORACIÓN	56.00
	PAÑETEO	1099.05
	ACERO	43646.55
	ENCOFRADO	1099.05
	VACIADO MUROS	515.27
	CURADO	1099.05
TENSADO	62UND	

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. RESULTADOS OBJETIVO ESPECIFICO 1

FIGURA 98: Sectorización

FUENTE: Propia

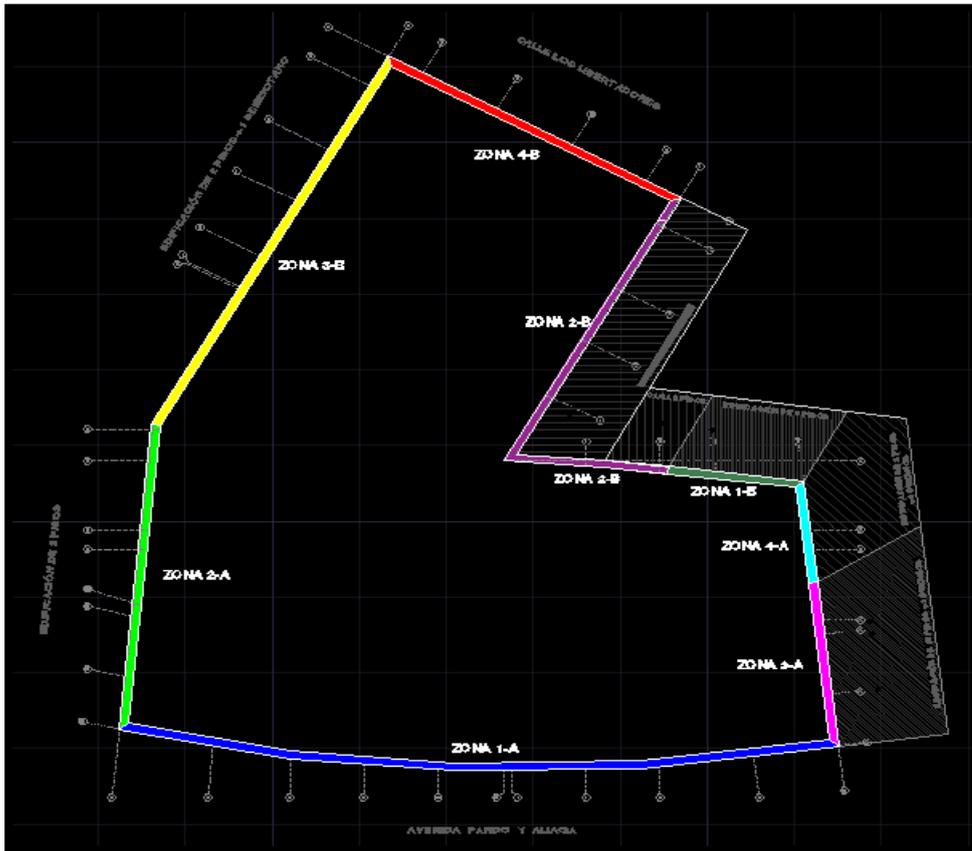


TABLA 10:

Leyenda de sectorización

LEYENDA DE SECTORIZACION
LIBERTADORES
LADO DERECHO A
LADO DERECHO A
LADO DERECHO B
LADO DERECHO B PARALELO
LADO DERECHO B PARALELO
PARDO Y ALIAGA
LADO IZQUIERZO A
LADO IZQUIERDO B

TABLA 11:

Fechas de inicio optimizadas con la metodología Last Planner System

HITOS DE OBRA CIVIL:	Cód.	Fecha
Inicio del primer anillo - Frente A	H1.1	21-may
Inicio del primer anillo - Frente B	H1.2	31-may
Inicio del segundo anillo - Frente A	H2.1	12-jun
Inicio del segundo anillo - Frente B	H2.2	22-jun
Inicio del tercer anillo - Frente A	H3.1	02-jul
Inicio del tercer anillo - Frente B	H3.2	12-jul
Inicio del cuarto anillo - Frente A	H4.1	21-jul
Inicio del cuarto anillo - Frente B	H4.2	31-jul
Inicio del quinto anillo - Frente A	H5.1	08-ago
Inicio del quinto anillo - Frente B	H5.2	16-ago
Inicio del sexto anillo - Frente A	H6.1	23-ago
Inicio del sexto anillo - Frente B	H6.2	03-sep
Inicio del séptimo anillo - Frente A	H7.1	13-sep
Inicio del séptimo anillo - Frente B	H7.2	24-sep
Inicio del octavo anillo - Frente A	H8.1	03-oct
Inicio del octavo anillo - Frente B	H8.2	27-oct
Fin de Obras Civiles de Muro Anclado	H9	05-nov

Teniendo el resultado de la sectorización (ver imagen 97) y el tren de trabajo (ver imagen 91), se obtuvieron los resultados de las fechas e hitos de la ejecución de los muros anclados.

En la tabla 11 se presentan los resultados de las fechas asignadas para la ejecución de los frentes de trabajo de los anillos del muro anclado, se observan los paños del sector Libertadores, Lado derecho A y lado derecho B, donde se ejecutarán 160 paños, por otro lado, los sectores del frente Pardo y Aliaga y el lado izquierdo del frente B con un total de 163 paños a ejecutar y por último los frentes del Lado izquierdo A y lado izquierdo B con un total de 152 paños por ejecutar.

Así mismo se presentan el resultado de los días de inicio y final de cada frente de los anillos, teniendo en cuenta los procedimientos constructivos sectorizados por cada

frente (ver las figuras 92,93,94,95 y 96) y la secuencia de procesos para la ejecución de estos muros anclados (ver tablas 4,5,6,7,8 y 9) y presentados así como también las fechas asignadas en las reuniones y planificaciones de la ejecución del flujo de trabajo en el proyecto

Por otro lado, se presenta la tabla con la leyenda de los meses de ejecución de los muros anclados del edificio Pardo y Aliaga.(ver tabla 12).

TABLA 12:

LEYENDA DE LOS MESES

LEYENDA DE MESES
Mayo
Junio
Julio
Agosto
Septiembre
Octubre
Noviembre

TABLA 13:

Plazos de ejecución Libertadores, Lado derecho A y Lado derecho B

	LIBERTADORES						LADO DERECHO A				LADO DERECHO A			LADO DERECHO B						
1ER ANILLO	11-jun	05-jun	12-jun	05-jun	21-may	26-may	21-may	21-may	28-may	22-may	28-may	22-may	28-may	22-may	23-may	29-may	23-may	29-may	23-may	29-may
2do ANILLO	05-jul	28-jun	05-jul	28-jun	12-jun	19-jun	13-jun	13-jun	20-jun	14-jun	20-jun	14-jun	20-jun	14-jun	15-jun	21-jun	15-jun	21-jun	15-jun	21-jun
3er ANILLO	28-jul	21-jul	28-jul	21-jul	05-jul	12-jul	06-jul	06-jul	13-jul	07-jul	13-jul	07-jul	13-jul	07-jul	09-jul	14-jul	09-jul	14-jul	09-jul	14-jul
4to ANILLO	11-ago	15-ago	11-ago	15-ago	11-ago	15-ago	13-ago	13-ago	30-jul	04-ago	30-jul	04-ago	30-jul	04-ago	04-ago	30-jul	06-ago	31-jul	06-ago	31-jul
5to ANILLO	31-ago	28-ago	28-ago	31-ago	28-ago	29-sep	04-oct	04-oct	13-oct	01-oct	16-ago	16-ago	24-ago	21-ago	21-ago	16-ago	16-ago	21-ago	21-ago	17-ago
6to ANILLO	17-sep	12-sep	12-sep	17-sep	17-sep	25-oct	19-oct	19-oct	25-oct	19-oct	30-ago	05-sep	05-sep	31-ago	31-ago	05-sep	05-sep	01-sep	01-sep	06-sep
7mo ANILLO	28-sep	05-oct	05-oct	29-sep	29-oct	30-oct	26-oct	26-oct	30-oct	26-oct	13-sep	13-sep	22-sep	18-sep	18-sep	21-sep	21-sep	18-sep	18-sep	22-sep
8vo ANILLO	24-oct	18-oct	18-oct	24-oct	02-nov	05-nov	01-nov	01-nov	05-nov	31-oct	31-oct	06-oct	06-oct	10-oct	10-oct	06-oct	06-oct	11-oct	11-oct	08-oct

INTERPRETACION: Según la tabla 12 se puede visualizar los resultados de los días de planificación con el LPS de la ejecución de los paños de los anillos pertenecientes a los frentes libertadores, las 2 secciones del lado derecho A y el lado derecho B, cuya sectorización se puede visualizar en la imagen 97.

TABLA 14:

Plazos de ejecución de los frentes de Lado derecho B paralelo y la AV. Pardo y Aliaga

LADO DERECHO B PARALELO							LADO DERECHO B PARALELO							PARDO Y ALIAGA														
													24-may	30-may	24-may	30-may	24-may	30-may	06-jun	25-may	31-may	25-may	31-may	25-may	31-may	26-may	06-jun	01-jun
													16-jun	22-jun	16-jun	22-jun	16-jun	22-jun	18-jun	23-jun	18-jun	23-jun	18-jun	13-sep	13-sep	23-jun	29-jun	25-jun
													10-jul	16-jul	10-jul	16-jul	10-jul	16-jul	11-jul	17-jul	11-jul	17-jul	11-jul	19-sep	19-sep	17-jul	23-jul	18-jul
31-jul	06-ago	31-jul	06-ago	01-ago	07-ago	01-ago	01-ago	07-ago	01-ago	07-ago	02-ago	07-ago	02-ago	08-ago	02-ago	08-ago	29-sep	25-sep	25-sep	29-sep	02-ago	08-ago						
17-ago	22-ago	22-ago	17-ago	17-ago	28-ago	22-ago	22-ago	18-ago	18-ago	23-ago	23-ago	18-ago	18-ago	23-ago	23-ago	20-ago	05-oct	02-oct	02-oct	05-oct	24-ago	20-ago						
06-sep	01-sep	11-sep	06-sep	06-sep	10-sep	03-sep	03-sep	07-sep	07-sep	03-sep	03-sep	07-sep	07-sep	04-sep	04-sep	08-sep	13-oct	10-oct	10-oct	13-oct	08-sep	04-sep						
22-sep	19-sep	19-sep	22-sep	28-sep	24-sep	20-sep	20-sep	24-sep	24-sep	20-sep	20-sep	24-sep	25-sep	21-sep	21-sep	25-sep	22-oct	18-oct	18-oct	22-oct	01-oct	26-sep						
08-oct	11-oct	11-oct	08-oct	08-oct	13-oct	12-oct	12-oct	09-oct	09-oct	12-oct	12-oct	09-oct	09-oct	15-oct	15-oct	25-oct	30-oct	27-oct	27-oct	30-oct	26-oct	15-oct						

INTERPRETACION: Según la tabla 14 se puede visualizar los resultados de los días de planificación con el LPS de la ejecución de los paños de los anillos pertenecientes a los frentes, las 2 secciones del lado derecho B paralelo y la AV. Pardo y Aliaga cuya sectorización se puede visualizar en la imagen 97.

TABLA 15:

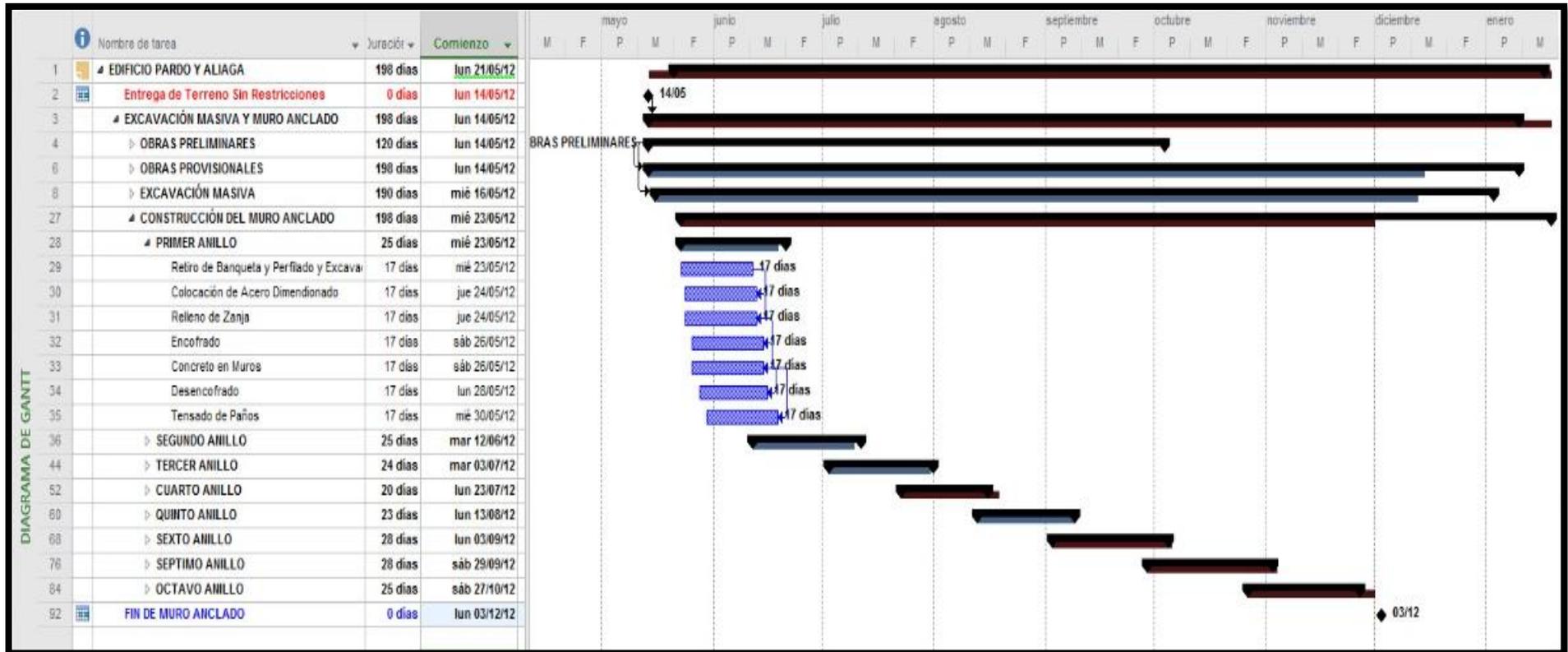
Plazos de ejecución de los frentes de Lado derecho B paralelo y la AV. Parado y Aliaga

LADO IZQUIERZO A								LADO IZQUIERDO B										
01-jun	06-jun	01-jun	07-jun	02-jun	07-jun	02-jun	08-jun	08-jun	02-jun	09-jun	04-jun	09-jun	04-jun	09-jun	04-jun	11-jun	05-jun	11-jun
25-jun	30-jun	25-jun	02-jul	26-jun	02-jul	26-jun	02-jul	03-jul	26-jun	03-jul	27-jun	03-jul	27-jun	04-jul	27-jun	04-jul	28-jun	04-jul
18-jul	24-jul	18-jul	25-jul	19-jul	25-jul	19-jul	25-jul	26-jul	19-jul	26-jul	20-jul	26-jul	20-jul	27-jul	20-jul	27-jul	21-jul	27-jul
08-ago	03-ago	09-ago	03-ago	09-ago	03-ago	03-ago	09-ago	09-ago	14-ago	10-ago	14-ago	10-ago	14-ago	10-ago	14-ago	10-ago	15-ago	11-ago
20-ago	24-ago	20-ago	25-ago	25-ago	29-ago	29-ago	25-ago	25-ago	29-ago	29-ago	27-ago	27-ago	30-ago	30-ago	27-ago	27-ago	01-sep	30-ago
04-sep	08-sep	08-sep	14-sep	14-sep	10-sep	10-sep	14-sep	14-sep	10-sep	10-sep	15-sep	15-sep	11-sep	11-sep	15-sep	15-sep	11-sep	17-sep
26-sep	01-oct	01-oct	26-sep	26-sep	02-oct	02-oct	27-sep	27-sep	03-oct	03-oct	27-sep	27-sep	03-oct	03-oct	28-sep	04-oct	04-oct	28-sep
15-oct	19-oct	20-oct	16-oct	16-oct	20-oct	20-oct	16-oct	16-oct	20-oct	22-oct	17-oct	17-oct	23-oct	24-oct	17-oct	17-oct	25-oct	24-oct

INTERPRETACION: Según la tabla 15 se puede visualizar los resultados de los días de planificación con el LPS de la ejecución de los paños de los anillos pertenecientes a los frentes, lado izquierdo A y lado izquierdo B cuya sectorización se puede visualizar en la imagen 97.

FIGURA 99: Cronograma Real Planificado

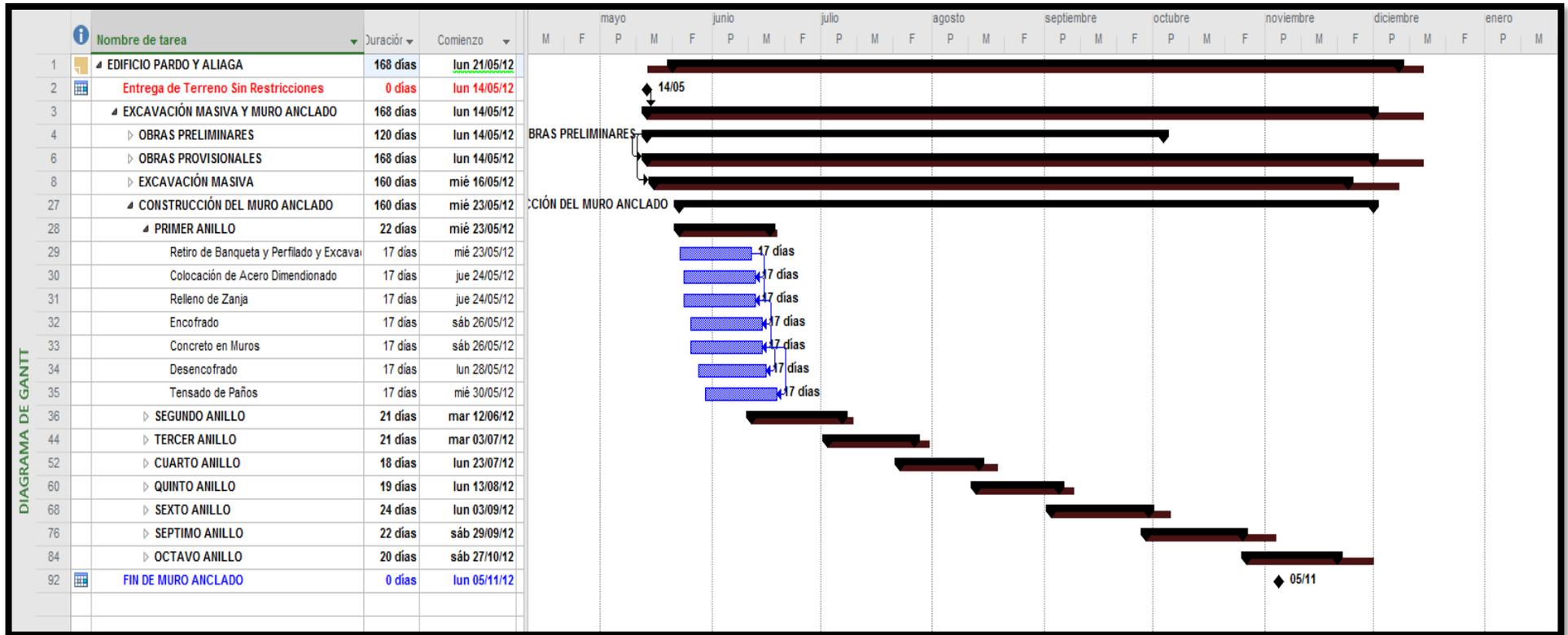
FUENTE: Propia



Se presenta el cronograma real planificado por la obra inicialmente donde se cuenta con 7 meses de trabajos para la ejecución de los muros anclados del edificio Pardo y Aliaga.

FIGURA 100: Cronograma optimizado

FUENTE: Propia



Se presenta el cronograma resultado de la optimización con la metodología LPS donde se obtuvo una disminución a 168 días de plazos dando 6 meses de para la ejecución del proyecto.

TABLA 16:

Plazos de ejecución de los frentes de Lado derecho B paralelo y la AV. Parado y Aliaga

	Cronograma real/198 días	Cronograma optimizado LPS/168 días	porcentaje de plazo optimizado
	días	días	%
1er anillo	25	22	12%
2do anillo	25	21	14%
3ro anillo	24	21	12.50%
4to anillo	20	18	10%
5to anillo	23	19	17.40%
6to anillo	28	24	14.30%
7mo anillo	28	22	21.50%
8vo anillo	25	21	14%
TOTAL DIAS	198 días	168 días	prom=14.46%

INTERPRETACION: Según la tabla 16 con los resultados obtenidos mediante la aplicación de la metodología Last Planner System, donde en un plano general la ejecución de los anillos de los muros anclados se obtuvo una reducción en un plazo de 30 días. (ver imágenes 99 y 100), así mismo se presentan los datos de la planificación real de los anillos de los muros anclados teniendo un plazo de 198 días y por otro lado los plazos de ejecución de los anillos ya optimizando los plazos de ejecución en 168 días.

Por otro lado, se obtuvieron los valores de los porcentajes de la optimización de plazos por cada anillo teniendo en general con respecto a todo el proyecto una optimización del 14.46% de los plazos.

RESULTADO OBJETIVO ESPECIFICO 2

PLANEAMIENTO INTERMEDIO (LOOKADHEAD)

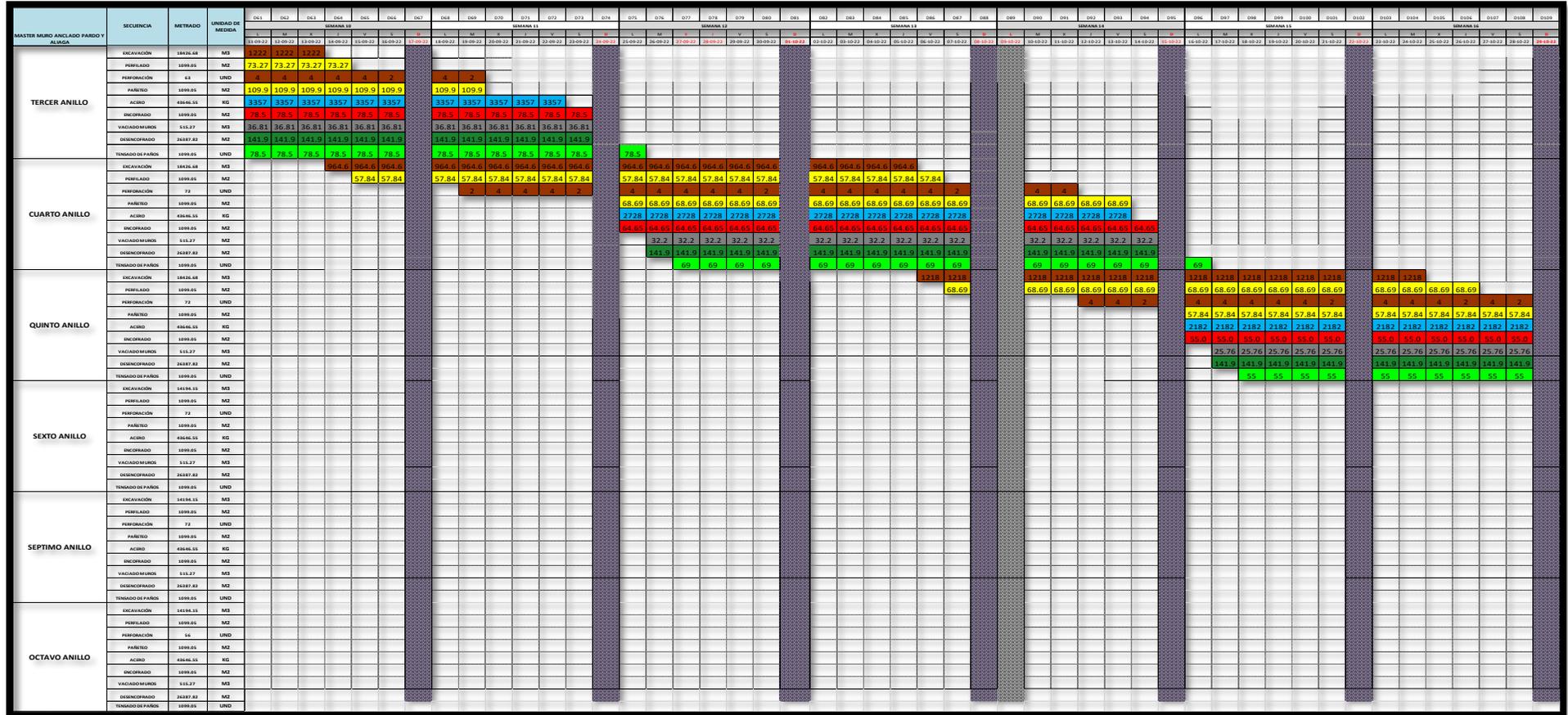
Se realiza el análisis y definición de horizontes de ejecución de esta planificación donde según los análisis se tuvieron como resultados que las semanas 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16 eran las semanas con más actividades de trabajo por realizar y así mismo las semanas más críticas del proyecto pues según los análisis realizados en las reuniones estas semanas tendrían puntos bajos en la producción debido a factores de restricciones, por su lado se definieron los horizontes de ejecución de esta planificación siendo de 4 semanas, se eligió este tiempo pues mediante esta metodología del Lookahead el análisis se realiza mensualmente, para posteriormente realizarlo en corto plazos, para que con ello se pueda llegar a uno de los objetivos de este informe que son el análisis del % PPC (porcentaje de plan de cumplimiento), % CNC (causas de no cumplimiento).

TABLA 17

Leyenda de actividades.

LEYENDA DE ACTIVIDADES	
excavaciones masivas	
perfilado	
perforacion	
pañeteo	
acero	
encofrado	
vaciado de muros	
desencofrado	
tensado de paños	
ACTIVIDADES NO REALIZADAS	

FIGURA 101: Lookahead producción de las 7 semanas con mayores actividades



Se observa en la figura 101 que en el inicio de la semana 10 se empezara con los trabajos en el tercer anillo, pues según los resultados obtenidos anteriormente mediante el análisis de la programación desde este punto se empiezan las actividades en mayor cantidad debido a que el número de paños desde este anillo serian en mayor, así mismo en el 4to y 5to anillo.

FIGURA 102: Lookahead producción semana 10 a semana 13

				LOOKAHEAD DE PRODUCCION																															
MASTER MURO ANCLADO PARDO Y ALIAGA	SECUENCIA	METRADO	UNIDAD DE MEDIDA	D61	D62	D63	D64	D65	D66	D67	D68	D69	D70	D71	D72	D73	D74	D75	D76	D77	D78	D79	D80	D81	D82	D83	D84	D85	D86	D87	D88				
				SEMANA 10								SEMANA 11								SEMANA 12								SEMANA 13							
				L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D				
11-09-22	12-09-22	13-09-22	14-09-22	15-09-22	16-09-22	17-09-22	18-09-22	19-09-22	20-09-22	21-09-22	22-09-22	23-09-22	24-09-22	25-09-22	26-09-22	27-09-22	28-09-22	29-09-22	30-09-22	01-10-22	02-10-22	03-10-22	04-10-22	05-10-22	06-10-22	07-10-22	08-10-22								
TERCER ANILLO	EXCAVACIÓN	18426.68	M3	1222	1222	1222																													
	PERFILADO	1099.05	M2	73.27	73.27	73.27	73.27																												
	PERFORACIÓN	63	UND	4	4	4	4	4	2																										
	PAÑETE	1099.05	M2	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9	109.9																										
	ACERO	43646.55	KG	3357	3357	3357	3357	3357	3357																										
	ENCOFRADO	1099.05	M2	78.5	78.5	78.5	78.5	78.5	78.5																										
	VACIADO MUROS	515.27	M3	36.81	36.81	36.81	36.81	36.81	36.81																										
	DESENCOFRADO	26387.82	M2	141.9	141.9	141.9	141.9	141.9	141.9																										
TENSADO DE PAÑOS	1099.05	UND	78.5	78.5	78.5	78.5	78.5	78.5																											
CUARTO ANILLO	EXCAVACIÓN	18426.68	M3				964.6	964.6	964.6																										
	PERFILADO	1099.05	M2					57.84	57.84																										
	PERFORACIÓN	72	UND																																
	PAÑETE	1099.05	M2																																
	ACERO	43646.55	KG																																
	ENCOFRADO	1099.05	M2																																
	VACIADO MUROS	515.27	M3																																
	DESENCOFRADO	26387.82	M2																																
TENSADO DE PAÑOS	1099.05	UND																																	

Se presentan los resultados en la figura 102 del Lookahead del primer mes analizado, se produce a dividir las actividades en partes iguales teniendo en cuenta los buffers de programación, el trabajo es repartido como se indicó en el tren de trabajo, en las primeras 4 semanas se obtuvo un total de 67 actividades, programación obtenida con la metodología LPS, bajo el criterio Lookahead.

FIGURA 103: Lookahead producción semana 11 a semana 15

				LOOKAHEAD DE PRODUCCION																											
MASTER MURO ANCLADO PARDO Y ALIAGA	SECUENCIA	METRADO	UNIDAD DE MEDIDA	D68	D69	D70	D71	D72	D73	D74	D75	D76	D77	D78	D79	D80	D81	D82	D83	D84	D85	D86	D87	D88	D89	D90	D91	D92	D93	D94	D95
				SEMANA 11							SEMANA 12							SEMANA 13							SEMANA 14						
				L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
				18-09-22	19-09-22	20-09-22	21-09-22	22-09-22	23-09-22	24-09-22	25-09-22	26-09-22	27-09-22	28-09-22	29-09-22	30-09-22	01-10-22	02-10-22	03-10-22	04-10-22	05-10-22	06-10-22	07-10-22	08-10-22	09-10-22	10-10-22	11-10-22	12-10-22	13-10-22	14-10-22	15-10-22
TERCER ANILLO	EXCAVACIÓN	18426.68	M3																												
	PERFILADO	1099.05	M2																												
	PERFORACIÓN	63	UND	4	2																										
	PAÑETE	1099.05	M2	109.9	109.9																										
	ACERO	43646.55	KG	3357	3357	3357	3357	3357																							
	ENCOFRADO	1099.05	M2	78.5	78.5	78.5	78.5	78.5	78.5																						
	VACIADO MUROS	515.27	M3	36.81	36.81	36.81	36.81	36.81	36.81																						
	DESENCOFRADO	26387.82	M2	141.9	141.9	141.9	141.9	141.9	141.9																						
	TENSADO DE PAÑOS	1099.05	UND	78.5	78.5	78.5	78.5	78.5	78.5	78.5																					
CUARTO ANILLO	EXCAVACIÓN	18426.68	M3	964.6	964.6	964.6	964.6	964.6	964.6																						
	PERFILADO	1099.05	M2	57.84	57.84	57.84	57.84	57.84	57.84																						
	PERFORACIÓN	72	UND		2	4	4	4	2																						
	PAÑETE	1099.05	M2							68.69	68.6906	68.69	68.6906	68.6906	68.69																
	ACERO	43646.55	KG							2728	2727.91	2728	2727.91	2727.91	2728																
	ENCOFRADO	1099.05	M2							64.65	64.65	64.65	64.65	64.65	64.65																
	VACIADO MUROS	515.27	M2								32.2044	32.2	32.2044	32.2044	32.2																
	DESENCOFRADO	26387.82	M2								141.87	141.9	141.87	141.87	141.9																
	TENSADO DE PAÑOS	1099.05	UND									69	69	69	69																

En la siguiente programación (ver figura 103) mediante Lookahead se obtuvieron como resultado 65 actividades distribuidas por partes iguales según la partida y el metrado de cada actividad, se culminan los trabajos del tercer y cuarto anillo.

FIGURA 104: Lookahead producción semana 12 a semana 15

				LOOKAHEAD DE PRODUCCION																											
MASTER MURO ANCLADO PARDO Y ALIAGA	SECUENCIA	METRADO	UNIDAD DE MEDIDA	D75	D76	D77	D78	D79	D80	D81	D82	D83	D84	D85	D86	D87	D88	D89	D90	D91	D92	D93	D94	D95	D96	D97	D98	D99	D100	D101	D102
				SEMANA 12							SEMANA 13							SEMANA 14							SEMANA 15						
				L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
25-09-22	26-09-22	27-09-22	28-09-22	29-09-22	30-09-22	01-10-22	02-10-22	03-10-22	04-10-22	05-10-22	06-10-22	07-10-22	08-10-22	09-10-22	10-10-22	11-10-22	12-10-22	13-10-22	14-10-22	15-10-22	16-10-22	17-10-22	18-10-22	19-10-22	20-10-22	21-10-22	22-10-22				
CUARTO ANILLO	EXCAVACIÓN	18426.68	M3	964.6	964.562	964.6	964.562	964.562	964.6		964.6	964.6	964.6	964.6																	
	PERFILADO	1099.05	M2	57.84	57.8447	57.84	57.8447	57.8447	57.84		57.84	57.84	57.84	57.84	57.84																
	PERFORACIÓN	72	UND	4	4	4	4	4	2		4	4	4	4	4	2					4	4									
	PAÑETE	1099.05	M2	68.69	68.6906	68.69	68.6906	68.6906	68.69		68.69	68.69	68.69	68.69	68.69	68.69					68.69	68.69	68.69	68.69							
	ACERO	43646.55	KG	2728	2727.91	2728	2727.91	2727.91	2728		2728	2728	2728	2728	2728	2728					2728	2728	2728	2728							
	ENCOFRADO	1099.05	M2	64.65	64.65	64.65	64.65	64.65	64.65		64.65	64.65	64.65	64.65	64.65	64.65					64.65	64.65	64.65	64.65	64.65						
	VACIADO MUROS	515.27	M2		32.2044	32.2	32.2044	32.2044	32.2		32.2	32.2	32.2	32.2	32.2	32.2					32.2	32.2	32.2	32.2	32.2						
	DESENCOFRADO	26387.82	M2		141.87	141.9	141.87	141.87	141.9		141.9	141.9	141.9	141.9	141.9	141.9					141.9	141.9	141.9	141.9	141.9						
TENSADO DE PAÑOS	1099.05	UND			69	69	69	69		69	69	69	69	69	69					69	69	69	69	69		69					
QUINTO ANILLO	EXCAVACIÓN	18426.68	M3													1218	1218			1218	1218	1218	1218	1218		1218	1218	1218	1218	1218	1218
	PERFILADO	1099.05	M2													68.69				68.69	68.69	68.69	68.69	68.69		68.69	68.69	68.69	68.69	68.69	68.69
	PERFORACIÓN	72	UND																			4	4	2		4	4	4	4	4	2
	PAÑETE	1099.05	M2																							57.84	57.84	57.84	57.84	57.84	57.84
	ACERO	43646.55	KG																							2182	2182	2182	2182	2182	2182
	ENCOFRADO	1099.05	M2																							55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0
	VACIADO MUROS	515.27	M3																							25.76	25.76	25.76	25.76	25.76	
	DESENCOFRADO	26387.82	M2																							141.9	141.9	141.9	141.9	141.9	
TENSADO DE PAÑOS	1099.05	UND																								55	55	55	55		

Se presentan los resultados en la figura 104 de la programación de las semanas 12 hasta 15, donde se ve que en semana 14 se culmina los trabajos del cuarto anillo y a su vez el inicio del quinto anillo, con un total de 66 actividades repartidas equitativamente en la ejecución de estos trabajos

FIGURA 105: Look Lookahead producción semana 13 a semana 16

				LOOKAHEAD DE PRODUCCION																											
MASTER MURO ANCLADO PARDO Y ALIAGA	SECUENCIA	METRADO	UNIDAD DE MEDIDA	D82	D83	D84	D85	D86	D87	D88	D89	D90	D91	D92	D93	D94	D95	D96	D97	D98	D99	D100	D101	D102	D103	D104	D105	D106	D107	D108	D109
				SEMANA 13							SEMANA 14							SEMANA 15							SEMANA 16						
				L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D
02-10-22	03-10-22	04-10-22	05-10-22	06-10-22	07-10-22	08-10-22	09-10-22	10-10-22	11-10-22	12-10-22	13-10-22	14-10-22	15-10-22	16-10-22	17-10-22	18-10-22	19-10-22	20-10-22	21-10-22	22-10-22	23-10-22	24-10-22	25-10-22	26-10-22	27-10-22	28-10-22	29-10-22				
CUARTO ANILLO	EXCAVACIÓN	18426.68	M3	964.6	964.6	964.6	964.6																								
	PERFILADO	1099.05	M2	57.84	57.84	57.84	57.84	57.84																							
	PERFORACIÓN	72	UND	4	4	4	4	4	2					4	4																
	PAÑETO	1099.05	M2	68.69	68.69	68.69	68.69	68.69	68.69					68.69	68.69	68.69	68.69														
	ACERO	43646.55	KG	2728	2728	2728	2728	2728	2728					2728	2728	2728	2728														
	ENCOFRADO	1099.05	M2	64.65	64.65	64.65	64.65	64.65	64.65					64.65	64.65	64.65	64.65	64.65													
	VACIADO MUROS	515.27	M2	32.2	32.2	32.2	32.2	32.2	32.2					32.2	32.2	32.2	32.2	32.2													
	DESENCOFRADO	26387.82	M2	141.9	141.9	141.9	141.9	141.9	141.9					141.9	141.9	141.9	141.9	141.9													
	TENSADO DE PAÑOS	1099.05	UND	69	69	69	69	69	69					69	69	69	69	69													
QUINTO ANILLO	EXCAVACIÓN	18426.68	M3					1218	1218					1218	1218	1218	1218	1218	1218						1218	1218					
	PERFILADO	1099.05	M2						68.69					68.69	68.69	68.69	68.69	68.69							68.69	68.69	68.69	68.69			
	PERFORACIÓN	72	UND													4	4	2							4	4	4	2	4	2	
	PAÑETO	1099.05	M2																						57.84	57.84	57.84	57.84	57.84	57.84	
	ACERO	43646.55	KG																						2182	2182	2182	2182	2182	2182	
	ENCOFRADO	1099.05	M2																						55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	
	VACIADO MUROS	515.27	M3																						25.76	25.76	25.76	25.76	25.76		
	DESENCOFRADO	26387.82	M2																						141.9	141.9	141.9	141.9	141.9		
	TENSADO DE PAÑOS	1099.05	UND																							55	55	55	55		

En esta programación como se observa en la figura 105 se presentan los resultados de la división de las actividades donde se llega en la semana 16 la culminación del quinto anillo teniendo un trabajo fluido y constante con la aplicación del LPS

TABLA 18: Planeamiento corto plazo (plan semanal)

MASTER MURO ANCLADO PARDO Y ALIAGA	SECUENCIA	METRADO	UNIDAD DE MEDIDA	LOOKAHEAD							CUMPLE		
				SEMANA 10							D	SI	NO
				L	M	X	J	V	S	D			
				11-07-22	12-07-22	13-07-22	14-07-22	15-07-22	16-07-22	17-07-22			
TERCER ANILLO	EXCAVACIÓN	4887.11467	M3	1221.78	1221.78	1221.779						X	
	PERFILADO	293.08	M2	73.27	73.27	73.27	73.27					X	
	PERFORACIÓN	21	UND	4	4	4	4	3	2			X	
	PAÑETEO	659.43	M2	109.91	109.91	109.91	109.91	109.91	109.91			X	
	ACERO	20144.56	KG	3357.43	3357.43	3357.427	3357.43	3357.43				X	
	ENCOFRADO	471.02	M2	78.50	78.50	78.50	78.50	78.50	78.50			X	
	VACIADO MUROS	220.83	M3	36.81	36.81	36.81	36.81	36.81	36.81			X	
	DESENCOFRADO	567.48	M2			141.87	141.87	141.87	141.87			X	
TENSADO DE PAÑOS	14	UND			4	4	4				X		

TABLA 19: Planeamiento a corto plazo semana 10

MASTER MURO ANCLADO PARDO Y ALIAGA	SECUENCIA	METRADO	UNIDAD DE MEDIDA	LOOKAHEAD							CUMPLE		
				SEMANA 10							D	SI	NO
				L	M	X	J	V	S	D			
				11-07-22	12-07-22	13-07-22	14-07-22	15-07-22	16-07-22	17-07-22			
CUARTO ANILLO	EXCAVACIÓN	2893.8	M3					964.6	964.6			X	
	PERFILADO	115.689474	M2					57.84	57.84			X	
	PERFORACIÓN		UND										
	PAÑETEO		M2										
	ACERO		KG										
	ENCOFRADO		M2										
	VACIADO MUROS		M3										
	DESENCOFRADO		M2										
TENSADO DE PAÑOS		UND											

Después de realizar el Lookahead de las 7 semanas, se procedió a realizar el planeamiento a corto plazo o planeamiento semanal donde se desglosará las actividades por semana.

A su vez se presentan los resultados de la programación de actividades de la semana 10 (ver tabla 18 y 19), donde se obtuvieron que en la semana 10 se realizarían trabajos en el tercer y cuarto anillo, teniendo la primera partida donde indica que se deber realizar 4887.11m³ en excavación masiva en el tercer anillo y con el inicio del 4to anillo un metrado de excavación para esa semana de 2893 m³, así mismo los metrados de las partidas de perfilado, perforación, acero, encofrado, desencofrado, vaciado de muros y tensado de paños a realizar en esta semana, dichos metrados vendrían a ser la representación del 100 % de trabajo a ejecutar de estas partidas, así mismo se observan la división equitativa de las actividades por día teniendo en cuenta los resultados del análisis de tiempo y desempeño de la mano de obra por paño obtenida anteriormente, a su vez se observa que el día jueves se presenta un atraso en las partida de excavación masiva y el día sábado en las partidas de colocación de acero y tensado de paños.

Así mismo en la tabla 18 y 19 se observa que el día jueves se presentó un atraso de 1221.779 m³ en el tercer anillo y 964.6m³ en el cuarto anillo de la partida de excavación masiva, así mismo en el día sábado se produjo el atraso de 3357.43 kg de colocación de acero y el atraso del tensado de 2 paños en el tercer anillo dicho atraso de estos valores de trabajo se debió a las restricciones presentadas en la semana debido a problemas con la mano de obra y llegada de material, para mejor detalle se realizó una tabla con estas restricciones.

TABLA 20:

Análisis de restricciones semana 10

Nº	PARTIDA	ANÁLISIS DE RESTRICCIONES	
		SEMANA 10	
		CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA
1	EXCAVACION MASIVA	EL OPERADOR DE LA MAQUINA NO CONTABA CON EL REGISTRO DE MANIPULACION DE MAQUINARIA PESADA, SE PROHIBIO EL INGRESO	CAPACITAR AL PERSONAL QUE DEBE CONTAR CON TODOS LOS DOCUMENTOS SOLICITADOS POR EL ENCARGDO DE SSOMA PARA EVITAR SANCIONES Y ATRASOS EN OBRA
2	ACERO	SE PRODUCE UN ATRASO DE LA LLEGADA DEL ACERO	SE PEDIRA ACERO EN MAYOR CANTIDAD QUE LO NECESARIO PARA CADA SEMANA, ESTO SERVIRA DE RESERVA EN CASO SE RETRASE LA LLEGADA DEL NUEVO MATERIAL
3	TENSADO DE PAÑOS	FALTA DE MANO DE OBRA CALIFICADA	SE ACORDO CON EL JEFE DEL PROYECTO QUE LA EMPRESA ENCARGADA DEL TENSADO DE PAÑOS ENVIE MAS PERSONAL CALIFICADO PARA AL EJECUCION DE ESTOS

NOTA: Se presenta los resultados del análisis de restricciones presentada en la semana 10, donde destacan las partidas de excavación masiva, acero y tensado de paños, este análisis se obtuvo mediante el monitoreo en obra

TABLA 21: Planeamiento corto plazo semana 11

MASTER MURO ANCLADO PARDO Y ALIAGA	SECUENCIA	METRADO	UNIDAD DE MEDIDA	LOOKAHEAD							CUMPLE		
				SEMANA 11							D 24-07-22	SI	NO
				L	M	X	J	V	S				
				18-07-22	19-07-22	20-07-22	21-07-22	22-07-22	23-07-22				
TERCER ANILLO	EXCAVACIÓN		M3										
	PERFILADO		M2										
	PERFORACIÓN	6	UND	4	2						X		
	PAÑETEO	219.81	M2	109.91	109.91						X		
	ACERO	20144.4	KG	3357.43	3357.43	3357.427	3357.43	3357.43	3357.43		X		
	ENCOFRADO	471.02	M2	78.50	78.50	78.50	78.50	78.50	78.50		X		
	VACIADO MUROS	220.83	M3	36.81	36.81	36.81	36.81	36.81	36.81		X		
	DESENCOFRADO	851.22	M2	141.87	141.87	141.87	141.87	141.87				X	
TENSADO DE PAÑOS	48	UND	8	8	8	8	8				X		

TABLA 22: Planeamiento corto plazo semana 11 final

MASTER MURO ANCLADO PARDO Y ALIAGA	SECUENCIA	METRADO	UNIDAD DE MEDIDA	LOOKAHEAD							CUMPLE		
				SEMANA 11							D 24-07-22	SI	NO
				L	M	X	J	V	S				
				18-07-22	19-07-22	20-07-22	21-07-22	22-07-22	23-07-22				
CUARTO ANILLO	EXCAVACIÓN	5787.4	M3	964.56		964.56	964.56	964.56	964.56			X	
	PERFILADO	347.1	M2	57.84		57.84	57.84	57.84	57.84			X	
	PERFORACIÓN	16	UND		2	4	4	4	2		X		
	PAÑETEO		M2										
	ACERO		KG										
	ENCOFRADO		M2										
	VACIADO MUROS		M3										
	DESENCOFRADO		M2										
TENSADO DE PAÑOS		UND											

Se elaboró el Lookahead de la semana 11 donde se obtuvieron estos resultados, se observa en las tablas 21 y 22 que las partidas de perforación, pañeteo, acero, encofrado y vaciado de muros se ejecutaron a un 100% en el tercer anillo y en el cuarto anillo se ejecutó al 100% la partida de perforación, por otro lado se da un atraso el día martes y sábado, donde en el día martes(ver tabla 22), en la partida de excavación no se realizó 954.56 m³ de excavación programada para ese día, en la partida de perfilado quedó pendiente realizar 57.84 m² de trabajo, afectando en un 16.7 % de trabajo programado para ese día en el cuarto anillo, así mismo el día sábado (ver tabla 22) se produjo la no ejecución de las partidas de desencofrado y tensado de paños, por parte de la partida de desencofrado no se realizó 141.87 m² de trabajo programado, a su vez no se ejecutaron el tensado de 8 paños afectando el 20 % de las actividades programadas para ese día, estos valores de no ejecución de actividades se deben al atraso producto de las restricciones.

TABLA 23: *Análisis de restricciones semana 11*

Nº	PARTIDA	ANÁLISIS DE RESTRICCIONES	
		SEMANA 11	
		CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA
1	EXCAVACION MASIVA	NO SE CONTABA CON EL PERSONAL CALIFICADO PARA EL MANEJO DE LAS MAQUINARIAS	SE COORDINA EN LAS REUNIONES CON LOS ENCARGADOS DEL PROYECTO TENER PERSONAL CAPACITADO Y CALIFICADO EN EL MANEJO DE MAQUINARIAS COMO RESERVA
2	PERFILADO	NO SE PUDO TERMINAR POR EL INCUMPLIMIENTO DE LA ACTIVIDAD ANTERIOR	SE COORDINA CON EL JEFE DEL PROYECTO REPROGRAMAR LA CULMINACION PARA EL LUNES 01/08/22
3	DESENCOFRADO	NO SE TERMINO DE DESENCOFRAR DEBIDO A LA FALTA DE PERSONAL EL DÍA SABADO, ESTO DEBIDO A LA SUSPENSIÓN POR INCUMPLIMIENTO DE SEGURIDAD	SE COORDINA CON EL ENCARGADO DE SSOMA CHARLAS MAS FRECUENTES CON TEMAS DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO ASI MISMO LA REVISIÓN DE LOS EPPS DE CADA TRABAJADOR
4	TENSADO DE PAÑOS	NO SE PUDO EJECUTAR POR INCUMPLIMIENTO DE DESENCOFRADO	VER MEDIDA CORRECTIVA EN LA ACTIVIDAD ANTERIOR

NOTA: en la tabla 25 Se presenta los resultados del análisis de las restricciones presentadas en la semana 11 así mismo las medidas correctivas para liberar estas restricciones.

TABLA 24: Planeamiento corto plazo semana 12

MASTER MURO ANCLADO PARDO Y ALIAGA	SECUENCIA	METRADO	UNIDAD DE MEDIDA	LOOKAHEAD							CUMPLE		
				SEMANA 12							D	SI	NO
				L	M	X	J	V	S	D			
25-07-22	26-07-22	27-07-22	28-07-22	29-07-22	30-07-22	31-07-22							
TERCER ANILLO	EXCAVACIÓN		M3										
	PERFILADO		M2										
	PERFORACIÓN		UND										
	PAÑETEO		M2										
	ACERO		KG										
	ENCOFRADO		M2										
	VACIADO MUROS		M3										
	DESENCOFRADO	283.74	M2		141.87	141.87						X	
TENSADO DE PAÑOS	4	UND		2	2						X		

TABLA 25: Planeamiento corto plazo semana 12 (Plan semanal)

MASTER MURO ANCLADO PARDO Y ALIAGA	SECUENCIA	METRADO	UNIDAD DE MEDIDA	LOOKAHEAD							CUMPLE		
				SEMANA 12							D	SI	NO
				L	M	X	J	V	S	D			
25-07-22	26-07-22	27-07-22	28-07-22	29-07-22	30-07-22	31-07-22							
CUARTO ANILLO	EXCAVACIÓN	5787.37	M3	964.56	964.56	964.56			964.56			X	
	PERFILADO	347.07	M2	57.84	57.84	57.84			57.84			X	
	PERFORACIÓN	22	UND	4	4	4			2			X	
	PAÑETEO	412.14	M2	68.69	68.69	68.69			68.69			X	
	ACERO	16367.46	KG	2727.91	2727.91	2727.909			2727.91			X	
	ENCOFRADO	387.9	M2	64.65	64.65	64.65			64.65			X	
	VACIADO MUROS	220.83	M3		32.20	32.20			32.20			X	
	DESENCOFRADO	709.35	M2		141.87	141.87			141.87			X	
	TENSADO DE PAÑOS	40	UND		8	8			8			X	

En la semana 12 se consiguieron estos resultados, se observa que en esta semana los trabajos no llegaron a ejecutarse al 100% debido a que en esta semana se presentan las restricciones de los feriados de las fechas 28 y 29 de julio (ver tabla 25), afectando los días jueves y viernes, por otro lado, en esta semana se culmina la ejecución de los trabajos del tercer anillo en donde se llegó a ejecutar el 100% de las actividades programadas.

Se observa también que el número de partidas no ejecutadas al 100% son 9, teniendo como porcentaje de no realización del 82% de las actividades programadas, donde el 18% restante del trabajo que si se ejecutó en su totalidad pertenece a la programación de las partidas de desencofrado y tensado de paños en la ejecución del tercer anillo, como se mencionó este retraso en la ejecución de actividades se debe a la presencia de las restricciones que afectaron a la semana con la no culminación de la programación, para ello se realizó un tabla con el análisis de restricciones presentes en esta semana

TABLA 26: *Análisis de restricciones semana 12*

Nº	PARTIDA	ANÁLISIS DE RESTRICCIONES	
		SEMANA 12	
		CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA
1	ACERO	NO SE REALIZAN TRABJOS DEBIDO AL FERIADO POR FIESTAS PATRIAS	SE COORDINA CON EL JEFE DEL PROYECTO AÑADIR HORAS EXTRAS EN LOS DEMAS DIAS PARA CUBRIR LOS DIAS PERDIDOS
2	ENCOFRADO	NO SE REALIZAN TRABJOS DEBIDO AL FERIADO POR FIESTAS PATRIAS	SE COORDINA CON EL JEFE DEL PROYECTO AÑADIR HORAS EXTRAS EN LOS DEMAS DIAS PARA CUBRIR LOS DIAS PERDIDOS
3	VACIADO DE MUROS	NO SE REALIZAN TRABJOS DEBIDO AL FERIADO POR FIESTAS PATRIAS	SE COORDINA CON EL JEFE DEL PROYECTO AÑADIR HORAS EXTRAS EN LOS DEMAS DIAS PARA CUBRIR LOS DIAS PERDIDOS
3	DESENCOFRADO	NO SE REALIZAN TRABJOS DEBIDO AL FERIADO POR FIESTAS PATRIAS	SE COORDINA CON EL JEFE DEL PROYECTO AÑADIR HORAS EXTRAS EN LOS DEMAS DIAS PARA CUBRIR LOS DIAS PERDIDOS
3	TENSADO DE PAÑOS	NO SE REALIZAN TRABJOS DEBIDO AL FERIADO POR FIESTAS PATRIAS	SE COORDINA CON EL JEFE DEL PROYECTO AÑADIR HORAS EXTRAS EN LOS DEMAS DIAS PARA CUBRIR LOS DIAS PERDIDOS

En la tabla 26 Se presenta los resultados del análisis de las restricciones presentadas en la semana 12 así mismo las medidas correctivas para liberar estas restricción.

TABLA 27: Planeamiento corto plazo semana 13

MASTER MURO ANCLADO PARDO Y ALIAGA	SECUENCIA	METRADO	UNIDAD DE MEDIDA	LOOKAHEAD							CUMPLE		
				SEMANA 13							D	SI	NO
				L	M	X	J	V	S				
				01-08-22	02-08-22	03-08-22	04-08-22	05-08-22	06-08-22	07-08-22			
CUARTO ANILLO	EXCAVACIÓN	4822.81	M3	964.56	964.56	964.56	964.56					X	
	PERFILADO	347.068421	M2	57.84	57.84	57.84	57.84	57.84				X	
	PERFORACIÓN	30	UND	6	6	6	6	4	4			X	
	PAÑETEO	659.43	M2	138.69	138.69	138.69	138.69	138.69	188.69			X	
	ACERO	20144.4	KG	3127.91	3127.91	3127.909	3127.91	3127.91	3127.91			X	
	ENCOFRADO	471.024	M2	124.65	124.65	124.65	124.65	124.65	124.65			X	
	VACIADO MUROS	220.83	M3	62.20	62.20	62.20	62.20	62.20	62.20			X	
	DESENCOFRADO	709.35	M2		211.87	211.87	211.87	211.87	211.87			X	
	TENSADO DE PAÑOS	22	UND	4	4		4	4	2			X	

TABLA 28: Planeamiento corto plazo semana 13 quinto anillo

MASTER MURO ANCLADO PARDO Y ALIAGA	SECUENCIA	METRADO	UNIDAD DE MEDIDA	LOOKAHEAD							CUMPLE		
				SEMANA 13							D	SI	NO
				L	M	X	J	V	S				
				01-08-22	02-08-22	03-08-22	04-08-22	05-08-22	06-08-22	07-08-22			
QUINTO ANILLO	EXCAVACIÓN	2436.9	M3			1218.45	1218.45					X	
	PERFILADO	68.69	M2				68.69					X	
	PERFORACIÓN		UND										
	PAÑETEO		M2										
	ACERO		KG										
	ENCOFRADO		M2										
	VACIADO MUROS		M3										
	DESENCOFRADO		M2										
	TENSADO DE PAÑOS		UND										

Se presenta los resultados de la programación de la semana 13 en las tablas 27 y 28, donde se observa que las actividades de los días lunes, martes y jueves se ejecutaron al 100% de lo programado, por otro lado, se observa que los días miércoles, viernes y sábado no se ejecutaron en su totalidad. (ver tabla 26). En el día miércoles se observa que no se realizó el tensado de 4 paños teniendo como pérdida de producción del 10% del total de actividades programadas para ese día, así mismo el día viernes no se ejecutó 964.56 m3 de excavación de lo programado para ese día teniendo un porcentaje de atraso de 10% en las actividades, por último se observa que el día sábado no se realizó la actividad de perfilado, teniendo pendiente 57.84 m2 de trabajo programado ese día, influyendo en el atraso con un 10% del total programado para ese día (ver tabla 26), cuyo valores de atraso se debieron a la presencia de restricciones las cuales se procedió a realizar un análisis mediante la supervisión de los trabajos a realizar, los resultados se presentan en la siguiente tabla.

TABLA 29:

Análisis de restricciones semana 13

Nº	PARTIDA	ANÁLISIS DE RESTRICCIONES	
		SEMANA 13	
		CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA
1	PERFORACION	LA MAQUINA DE PERFERACION SUFRIO UN DESPERFECTO POR ELLO NO SE PUDO CULMINAR ELA ACTIVIDAD	HACER REVISIONES SEMANALES DE LAS MAQUINAS Y EQUPOS PARA CADA ACTIVIDAD QUE SE IMPLIQUE EL USO DE ESTOS.
2	PAÑETEO	NO SE PUDO TERMINAR POR EL INCUMPLIMIENTO DE LA ACTIVIDAD ANTERIOR	SE COORDINA CON EL JEFE DEL PROYECTO REPROGRAMAR LA CULMINACION PARA EL LUNES 08/08/22

NOTA: Se presenta los resultados del análisis de las restricciones presentadas en la semana 12 así mismo las medidas correctivas para liberar estas restricciones

TABLA 30: Planeamiento corto plazo semana 14

MASTER MURO ANCLADO PARDO Y ALIAGA	SECUENCIA	METRADO	UNIDAD DE MEDIDA	LOOKAHEAD							CUMPLE		
				SEMANA 14							14-08-22	SI	NO
				L	M	X	J	V	S	D			
				08-08-22	09-08-22	10-08-22	11-08-22	12-08-22	13-08-22				
CUARTO ANILLO	EXCAVACIÓN		M3										
	PERFILADO		M2										
	PERFORACIÓN	12	UND	4	4	4					X		
	PAÑETEO	343.45	M2	68.69	68.69	68.69	68.69	68.69			X		
	ACERO	13639.55	KG	2727.91	2727.91	2727.909	2727.91	2727.91			X		
	ENCOFRADO	387.9	M2	64.65	64.65	64.65	64.65	64.65	64.65		X		
	VACIADO MUROS	193.22625	M3	32.20	32.20	32.20	32.20	32.20	32.20		X		
	DESENCOFRADO	851.22	M2	141.87	141.87	141.87	141.87	141.87	141.87		X		
TENSADO DE PAÑOS	22	UND		4	4	4	4	2			X		

TABLA 31: Planeamiento corto plazo semana 14 quinto anillo

MASTER MURO ANCLADO PARDO Y ALIAGA	SECUENCIA	METRADO	UNIDAD DE MEDIDA	LOOKAHEAD							CUMPLE		
				SEMANA 14							14-08-22	SI	NO
				L	M	X	J	V	S	D			
				08-08-22	09-08-22	10-08-22	11-08-22	12-08-22	13-08-22				
QUINTO ANILLO	EXCAVACIÓN	7310.67	M3	1218.4	1218.4		1218.4	1218.4	1218.4			X	
	PERFILADO	412.14	M2	68.7	68.7		68.7	68.7	68.7			X	
	PERFORACIÓN	10	UND				4	4	2		X		
	PAÑETEO		M2										
	ACERO		KG										
	ENCOFRADO		M2										
	VACIADO MUROS		M3										
	DESENCOFRADO		M2										
	TENSADO DE PAÑOS		UND										

En la semana 14 que se presenta en la tabla 29 y 30 se obtuvieron los siguientes resultados de la programación donde se observa que en esta semana se culminan con las actividades de las partidas de perforación, pañeteo, colocación de acero, encofrado, desencofrado, vaciado de muro y tensado de paños, así mismo se observa en la tabla 29 que el día lunes no se realizaron el tensado de 4 paños, afectando el 18% del total de paños que fueron de 22 paños programados a tensar en la semana , así mismo el 10% de trabajo total programado en las actividades para el día lunes, por otro lado se observa la programación de las partidas de excavación, perfilado y perforación en el quinto anillo, donde se ve en la tabla 30 que el día miércoles presenta incumplimientos en las actividades para ese día, teniendo entre las actividades incompletas la excavación masiva, teniendo como saldo de ejecución pendiente 1218.4 m³ de excavación siendo el 17% atrasado del total programado para esta partida y el 12% del total de actividades a realizar ese día, a su vez se observa en la tabla 30 que la partida de perfilado es otra actividad incompleta teniendo 68.7 m² de trabajo no realizado ese día, siendo el 18 % del total de metrado no realizado, así mismo el 12.5 % de trabajo programado no completado para cumplir el total de actividades programadas ese día, dichos atrasos se debieron a la presencia de restricciones.

TABLA 32: *Análisis de restricciones semana 14*

Nº	PARTIDA	ANÁLISIS DE RESTRICCIONES	
		SEMANA 14	
		CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA
1	EXCAVACION MASIVA	NO SE EJECUTARON TRABAJOS EN ESTA ACTIVIDAD DEBIDIO A PROBLEMAS CON LAS CONSTRUCCIONES ALEDAÑAS	REUNION CON EL JEFE DEL PROYECTO, ASI MISMO EL PERSONAL DE SSOMA PARA REALZIAR UN ANALISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES CAUSADOS POR LAS ACTIVIDADES
2	PERFILADO	NO SE PUDO TERMINAR POR EL INCUMPLIMIENTO DE LA ACTIVIDAD ANTERIOR	SE COORDINA CON EL JEFE DEL PROYECTO REPROGRAMAR LA CULMINACION PARA EL LUNES 08/08/22
3	TENSADO DE PAÑOS	FALTA INJUSTIFICADA DEL PERSONAL	SE ACORDO CON EL JEFE DEL PROYECTO SANCIONES PARA EL PERSONAL QUE INCUMPLA SU DEBER TENIENDO FALTAS SIN JUSTIFICACION U OTROS PROBLEMAS QUE EVITEN SU TRABAJO

TABLA 33: Planeamiento a corto plazo semana 15

MASTER MURO ANCLADO PARDO Y ALIAGA	SECUENCIA	METRADO	UNIDAD DE MEDIDA	LOOKAHEAD							CUMPLE		
				SEMANA 15							21-08-22	SI	NO
				L	M	X	J	V	S	D			
				15-08-22	16-08-22	17-08-22	18-08-22	19-08-22	20-08-22				
CUARTO ANILLO	EXCAVACIÓN		M3										
	PERFILADO		M2										
	PERFORACIÓN		UND										
	PAÑETEO		M2										
	ACERO		KG										
	ENCOFRADO		M2										
	VACIADO MUROS		M3										
	DESENCOFRADO		M2										
	TENSADO DE PAÑOS	4	UND	4								X	

TABLA 34: Planeamiento a corto plazo semana 15 quinto anillo

MASTER MURO ANCLADO PARDO Y ALIAGA	SECUENCIA	METRADO	UNIDAD DE MEDIDA	LOOKAHEAD							CUMPLE		
				SEMANA 15							21-08-22	SI	NO
				L	M	X	J	V	S	D			
				15-08-22	16-08-22	17-08-22	18-08-22	19-08-22	20-08-22				
QUINTO ANILLO	EXCAVACIÓN	7310.672	M3	1218.45	1218.45	1218.445	1218.45	1218.45	1218.45			X	
	PERFILADO	412.14375	M2	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7			X	
	PERFORACIÓN	24	UND	4	4	4	4	4	2			X	
	PAÑETEO	347.068421	M2	57.84	57.84	57.84	57.84	57.84	57.84			X	
	ACERO	13093.965	KG	2182.33	2182.33	2182.33	2182.33	2182.33	2182.33			X	
	ENCOFRADO	329.715	M2	54.95	54.95	54.95	54.95	54.95	54.95			X	
	VACIADO MUROS	154.581	M3		25.76	25.76	25.76	25.76	25.76			X	
	DESENCOFRADO	567.48	M2			141.87	141.87	141.87	141.87			X	
	TENSADO DE PAÑOS	16	UND			4	4	4	4			X	

Se presentan los resultados de la programación de la semana 15 donde se observa(ver tabla 32), que en esta semana se culmina el cuarto anillo, así mismo se puede observar que los días lunes y jueves se presentan incumplimientos de las actividades (ver tabla 32), por parte del día lunes se presenta el incumplimiento de la partida de excavación masiva teniendo 1218.45 m³ de metrado de trabajo no realizado en ese día siendo el 12.5% de atraso del total programado para esa partida que fue 7310.672 m³ y el 11% de atraso del total de las actividades programadas para ese día, por otro lado se observa que en el día jueves se presenta el incumplimiento del tensado de 4 paños, este valor de unidades incumplidas representa el 25% de las unidades totales a trabajar en la semana así como el 12.5% de atraso de las actividades totales programadas para ese día, ambas partidas mencionadas pertenecen a los trabajos que se han realizado en el quinto anillo.

TABLA 35:

Análisis de restricciones semana 15

Nº	PARTIDA	ANALISIS DE RESTRICCIONES	
		SEMANA 15	
		CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA
1	ACERO	NO SE TERMINO A TIEMPO LA ACTIVIDAD, MEDIANTE UN COMUNICADO EL DIA JUEVES 18/08/22 SE TRABAJARIA HASTA MEDIO DIA	SE REPROGRAMA LA ACTIVIDAD PARA EL DIA VIERNES 19/08/22, SE PLANTEO REALIZAR HORAS EXTRAS PARA CUBRIR ESE DIA
2	ENCOFRADO	NO SE PUDO TERMINAR POR EL INCUMPLIMIENTO DE LA ACTIVIDAD ANTERIOR	SE COORDINA CON EL JEFE DEL PROYECTO REPROGRAMAR LA CULMINACION PARA EL LUNES 19/08/22
3	VACEADO DE MUROS	SE PRODUCE UN ATRASO CON LA LLEGADA DEL CONCRETO	SE PROGRAMA LA ACTIVIDAD PARA EL DIA LUNES 21/08/22

NOTA: En la tabla 34 se presenta los resultados del análisis de las restricciones presentadas en la semana 12 así mismo las medidas correctivas para liberar estas restricciones

TABLA 36: Planeamiento a corto plazo semana 16

MASTER MURO ANCLADO PARDO Y ALIAGA	SECUENCIA	METRADO	UNIDAD DE MEDIDA	LOOKAHEAD							CUMPLE		
				SEMANA 16							28-08-22	SI	NO
				L	M	X	J	V	S	D			
				22-08-22	23-08-22	24-08-22	25-08-22	26-08-22	27-08-22				
QUINTO ANILLO	EXCAVACIÓN	2436.89	M3	1218.45	1218.45							X	
	PERFILADO	274.76	M2	68.69	68.69	68.69	68.69					X	
	PERFORACIÓN	20	UND	4	4	4	2	4	2			X	
	PAÑETEO	347.07	M2	57.84	57.84	57.84	57.84	57.84	57.84			X	
	ACERO	13093.97	KG	2182.33	2182.33	2182.328	2182.33	2182.33	2182.33			X	
	ENCOFRADO	329.72	M2	54.95	54.95	54.95	54.95	54.95	54.95			X	
	VACIADO MUROS	154.58	M3	25.76	25.76	25.76	25.76	25.76	25.76			X	
	DEENCOFRADO	851.22	M2	141.87	141.87	141.87	141.87	141.87	141.87			X	
	TENSADO DE PAÑOS	20	UND	4	4	4	2	4	2			X	

En la tabla 35 se presenta los resultados del planeamiento semanal de la semana 16 donde destaca la culminación del quinto anillo así mismo la ejecución de todas las partidas en su 100 %.

EVALUACION DEL PROGRAMA

TABLA 37: Análisis del %PPC

EVOLUCION DEL PPC SEMANAL							
SEMANA	SEM 10	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14	SEM 15	SEM 16
CUMPLIO	14	11	3	14	14	16	17
TOTAL	17	16	10	17	16	17	17
%	82%	76%	30%	82%	88%	94%	100%

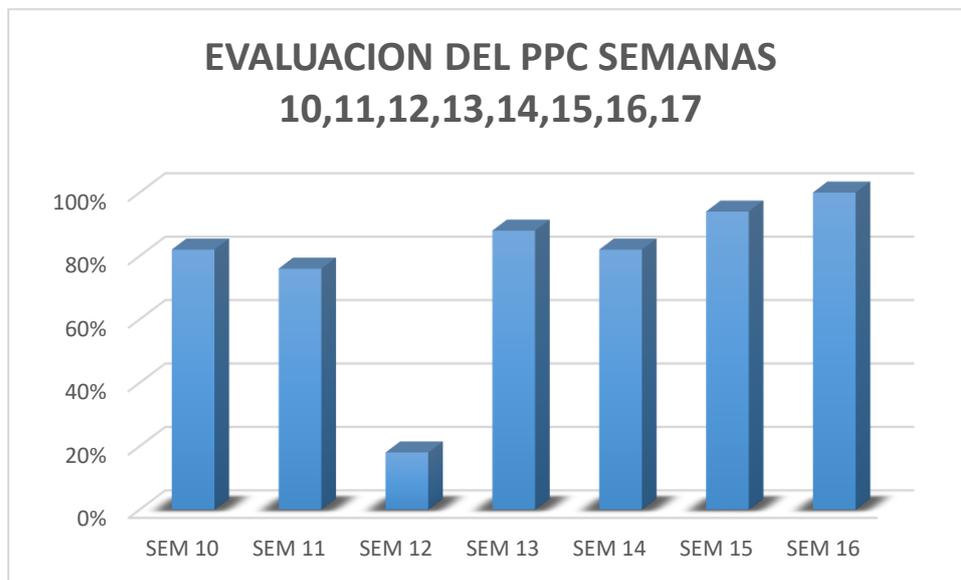


FIGURA 106: Evaluación del ppc de las 7 semanas de ruta critica

FUENTE: Propia

INTERPRETACION:

Semanalmente se midió el porcentaje de actividades programadas completadas donde analizando los resultados obtenidos del análisis de PPC de las 7 semanas como muestra la tabla 36, se obtuvo que las 2 primeras semanas difieren en valores debido a que las actividades, controles y planificaciones no se pudieron realizar debido a las restricciones donde en la semana 10 se inició con un porcentaje de 82% de PPC, luego la semana 11 decayó a un 76 % , porcentaje que se encuentra debajo del mínimo propuesto por la

metodología (80)%, en este punto se observa que se presentan los sectores críticos de la programación.

Por otro lado la semana 12 es el punto más crítico en la programación con un total de 30% de PPC, esto debido a que en esta semana se presentaron los temas del feriado y no se pudieron programar actividades este día continuo a ello se observa que en la semana 13 se presenta un incremento a un porcentaje de 82% de PPC, valor que supera el mínimo (80)% estas 4 primeras semanas sirven de base para un constante replanteo y mejora de la programación así mismo ver las medidas correctivas para evitar y predecir las restricciones, así mismo concientizar al personal encargado del proyecto sobre la importancia que tiene el sistema en la ejecución de la obra.(ver tabla 36).

En las siguientes semanas se puede observar que el porcentaje de PPC mantiene un crecimiento así mismo esto se da por el afianzamiento de las actividades, este crecimiento se mantiene y se estabiliza hasta la semana 16, última semana de la parte crítica del proyecto, donde se obtuvo un 100 %PPC , esta mejora se debió a que las acciones correctivas revisadas y analizadas por los encargados del proyecto nos permito predecir de mejor manera las restricciones disminuyendo la variabilidad en las actividades, teniendo un mejor control de procesos, así mismo se obtuvo en el análisis de estas 7 semanas un promedio de 91% de PPC sobrepasando el cumplimiento del porcentaje mínimo impuesto por el sistema 85%, esto debido al buen manejo de la programación en base a las restricciones presentadas así como también las medidas correctivas impuestas en las programaciones para conseguir un flujo de trabajo continuo.

TABLA 38: Evaluación del PPC a nivel general semana 1 a semana 16

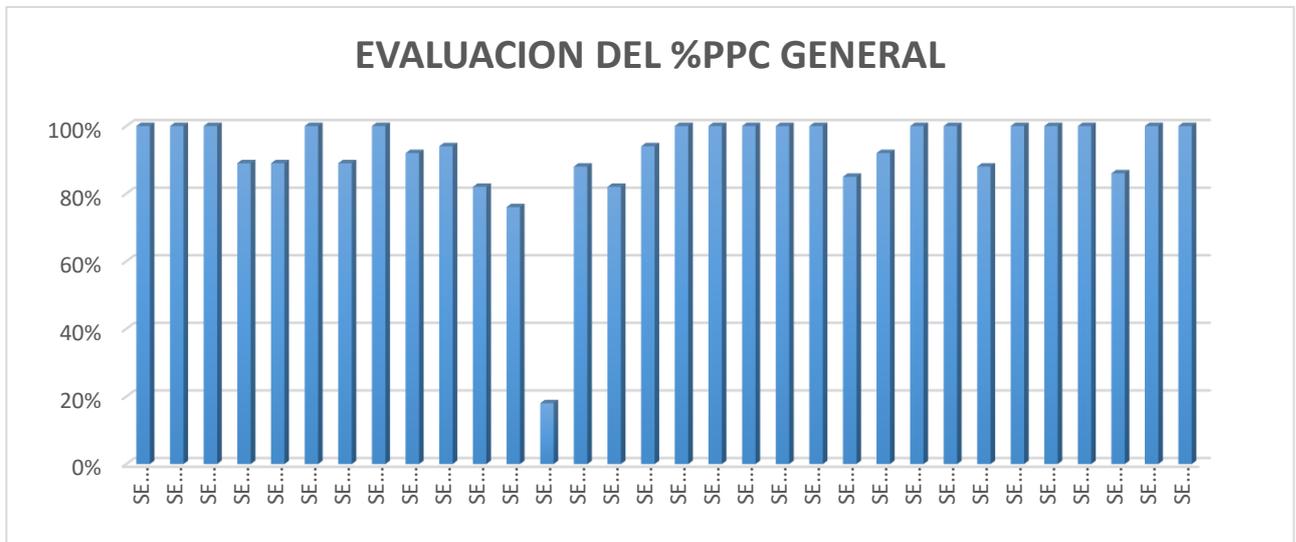
EVOLUCION DEL PPC SEMANAL																	
SEMANA	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 13	SEM 4	SEM 5	SEM 6	SEM 7	SEM 8	SEM 9	SEM 10	SEM 11	SEM 12	SEM 13	SEM 14	SEM 15	SEM 16
CUMPLIO	1	3	3	3	8	9	8	10	11	16	14	11	3	14	14	16	17
TOTAL	1	3	3	4	9	9	9	10	12	17	17	16	10	17	16	17	17
%	100%	100%	100%	89%	89%	100%	89%	100%	92%	94%	82%	76%	30%	82%	88%	94%	100%

TABLA 39: Evaluación del PPC a nivel general semana 17 a semana 31

EVOLUCION DEL PPC SEMANAL																
SEMANA	SEM 17	SEM 18	SEM 19	SEM 20	SEM 21	SEM 22	SEM 23	SEM 24	SEM 25	SEM 26	SEM 27	SEM 28	SEM 29	SEM 30	SEM 31	
CUMPLIO	9	9	10	9	10	11	12	10	7	3	3	7	6	7	5	
TOTAL	9	10	10	9	12	12	12	10	8	3	3	7	7	7	5	
%	100%	100%	100%	100%	85%	92%	100%	100%	88%	100%	100%	100%	86%	100%	100%	

FIGURA 107: Evaluación del ppc de las 31 semanas del proyecto

FUENTE: Propia



Se presenta el análisis de los resultados del % PPC de todo el proyecto a partir de la aplicación de la metodología Last Planner System, teniendo como resultado que desde la semana 13 hasta la semana 31 el porcentaje de plan de cumplimiento de las actividades tienen un promedio del 92 % PPC(ver tablas 37 y 38), esto debido a que la medida correctiva revisada por los encargados del proyecto permitió predecir y anticipar casi en su totalidad las restricciones en las siguientes semanas del proyecto, disminuyendo la variabilidad de los procesos teniendo un mejor control y planeamiento de ellos. Así mismo se observan que a partir de la semana 11, 12 y 13 (ver tabla 37), del todo el proyecto son las más críticas, a su vez se observa en la figura 107 que las semanas 4, 5, 22, 23, 25 y 29 tienen como resultado un porcentaje menor a comparación de las otras semanas esto debido a que en esas semanas hubo problemas con el tema de factores externos a las programaciones, ya sea paros, huelgas entre otros.

Se observa también que las semanas 1, 2, 3, 19, 20, 21, 24, 26, 27, 28, 30 y 31 se cumplieron al 100% esto debido a que en estas semanas los trabajos programados eran menores que en las otras semanas y que no se presentaban restricciones.

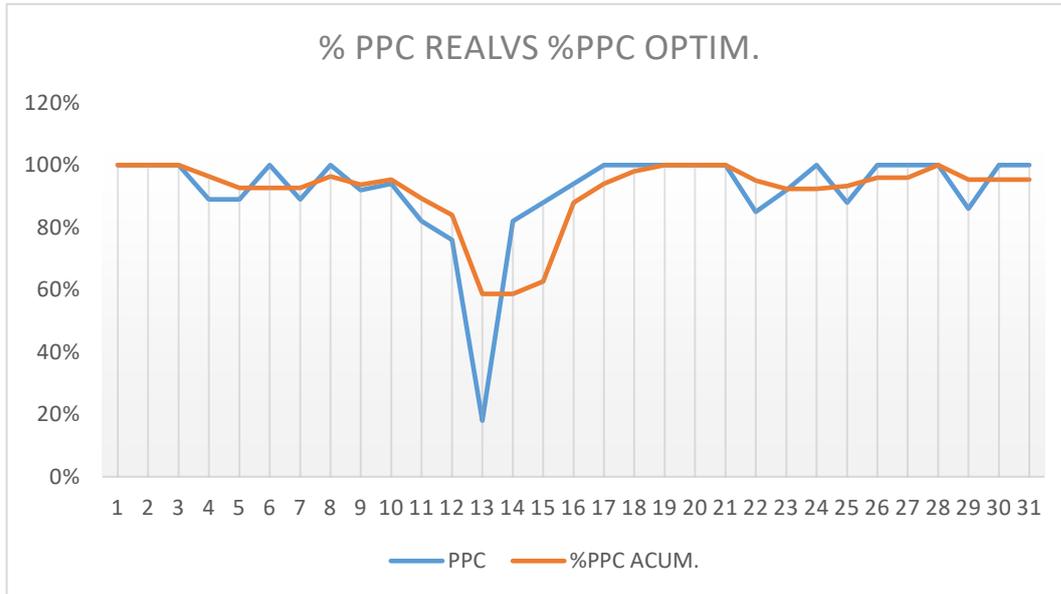
TABLA 40:

Evolución del PPC real vs optimizado

EVOLUCION DEL PPC SEMANAL REAL VS OPTIMIZADO			
	REAL	OPTIMI	% OPTIM.
SEM 1	1	1	100%
SEM 2	3	3	100%
SEM 3	3	3	100%
SEM 4	8	9	89%
SEM 5	9	9	100%
SEM 6	8	9	89%
SEM 7	10	10	100%
SEM 8	11	12	92%
SEM 9	16	17	94%
SEM 10	14	17	82%
SEM 11	11	16	69%
SEM 12	3	10	30%
SEM 13	14	17	82%
SEM 14	14	16	88%
SEM 15	16	17	94%
SEM 16	17	17	100%
SEM 17	9	9	100%
SEM 18	9	10	90%
SEM 19	10	10	100%
SEM 20	9	9	100%
SEM 21	10	12	83%
SEM 22	11	12	92%
SEM 23	12	12	100%
SEM 24	10	10	100%
SEM 25	7	8	88%
SEM 26	3	3	100%
SEM 27	3	3	100%
SEM 28	7	7	100%
SEM 29	6	7	86%
SEM 30	7	7	100%
SEM 31	5	5	100%
PROME.			92%
Valor LPS			85%
Mejora opti.			7%

FIGURA 108: %PPC REAL VS %PPC OPTIMIZADO

FUENTE: PROPIA



INTERPRETACION: Con la tabla 40 y el grafico 108 se observa que lo resultados obtenidos a lo largo de la ejecución del proyecto y con la optimización mediante la implementación de la metodología Last Planner System y con el Plan de cumplimiento, la ejecución de los anillos de los muros anclados se obtuvo que la planificación del proyecto se optimizó en un promedio de 92% con respecto a las semanas de planificación real vs las semanas con la optimización con el plan de cumplimiento, así mismo en la imagen 108 se observa que los valores planificados por semana los datos de la planificación real presentan un pico inferior a los planificados con el sistema Last Planner System con ello se puede dar una idea más clara de la optimización de la planificación. Es así que términos generales con la tabla 40 y la figura 108 se demuestra que la planificación se mejoró en el 92 % como se mencionó en párrafos anteriores, teniendo así un estimado superior a lo que impone la planificación del sistema Last Planner System cuyo valor propuesto es de 85 %, teniendo así un 7% de mejora con respecto a este valor, dando, así como resultado que la implementación de la metodología LPS es óptima para una mejor planificación.

RESULTADOS OBJETIVO ESPECIFICO 3

TABLA 41: Duraciones de trabajo por sector primer anillo

PRIMER ANILLO								
Sectores	ZONA 1-A	ZONA 2-A	ZONA 3-A	ZONA 4-A	ZONA 1-B	ZONA 2-B	ZONA 3-B	ZONA 4-B
Nro de Paños	16	8	0	0	4	9	11	7
Partida	TIEMPO(HRS)							
Excavación	8	4	0	0	2	4.5	5.5	3.5
Perfilado y pañeteo	16	8	0	0	4	9	11	7
Perforación	8	4	0	0	2	4.5	5.5	3.5
Acero	40	20	0	0	10	22.5	27.5	17.5
Encofrado	32	16	0	0	8	18	22	14
Vaciado	8	4	0	0	2	4.5	5.5	3.5
Desencofrado	16	8	0	0	4	9	11	7
Tensado	8	4	0	0	2	4.5	5.5	3.5

En la tabla 41, se presentan los resultados obtenidos mediante la toma de datos de las duraciones del tiempo de ejecución de cada partida en el primer anillo, donde se observa que en la toma de duraciones, la partida de colocación de acero es la partida con más horas de ejecución, teniendo en el sector de la zona 1-A un tiempo de 40 horas para la elaboración de 16 paños, este valor de tiempo se obtuvo debido que este sector es el más amplio teniendo el 29% del total de paños, por otro lado se observa que en la zona 3-A y zona 4-A no presentan tiempo de ejecución, esto debido que en los 3 primeros anillos no se realizaron trabajos de ejecución de paños debido a las construcciones aledañas presentes en los laterales de la obra, a su vez se observa que en la partida de excavación y perforación coinciden con la misma cantidad de horas de duración de trabajos, esto debido a la presencia de las maquinarias en ambas partidas, donde se obtuvo que al realizar estos trabajos necesitaría solo 30 min de trabajo, teniendo así que la cantidad de horas empleadas en ambas partidas serían el 50% de la cantidad de paños. Por otro lado, se observa que las partidas con menor tiempo acumulado son las partidas de excavación, perforación, vaciado y tensado, teniendo un total de 26.6% de tiempo empleado en relación al total, así mismo el tiempo que tomo ejecutar todas las partidas de los 16 paños en este sector viene a ser el 27% del total del tiempo ejecutado en este anillo y el total de horas empleadas para la ejecución del anillo en este sector fue de 128 horas.

TABLA 42: Duraciones de trabajo por sectorizado segundo anillo

SEGUNDO ANILLO								
Sectores	ZONA 1-A	ZONA 2-A	ZONA 3-A	ZONA 4-A	ZONA 1-B	ZONA 2-B	ZONA 3-B	ZONA 4-B
Nro de Paños	16	8	0	0	4	9	11	7
Partida	TIEMPO							
Excavación	8	4	0	0	2	4.5	5.5	3.5
Perfilado y pañeteo	16	8	0	0	4	9	11	7
Perforación	8	4	0	0	2	4.5	5.5	3.5
Acero	40	20	0	0	10	22.5	27.5	17.5
Encofrado	32	16	0	0	8	18	22	14
Vaciado	8	4	0	0	2	4.5	5.5	3.5
Desencofrado	16	8	0	0	4	9	11	7
Tensado	8	4	0	0	2	4.5	5.5	3.5

En la tabla 42, se presentan los resultados de la toma de datos de las duraciones del 2do anillo, donde se observa que la partida que tuvo mayor tiempo de ejecución es la partida de colocación de acero, teniendo el 30 % del tiempo total en la ejecución de este anillo, teniendo un tiempo de 137 horas y media, así mismo se tiene que el sector de la zona 1-B es el sector que menos tiempo requirió de ejecución teniendo un total de 34 horas de trabajo en este sector, siendo el 7.27% del total de las horas de ejecución en este anillo.

TABLA 43: Duraciones de trabajo por sectorizado tercer anillo

TERCER ANILLO								
Sectores	ZONA 1-A	ZONA 2-A	ZONA 3-A	ZONA 4-A	ZONA 1-B	ZONA 2-B	ZONA 3-B	ZONA 4-B
Nro de Paños	16	8	0	0	4	9	11	7
Partida	TIEMPO							
Excavación	8	4	0	0	2	4.5	5.5	3.5
Perfilado y pañeteo	16	8	0	0	4	9	11	7
Perforación	8	4	0	0	2	4.5	5.5	3.5
Acero	40	20	0	0	10	22.5	27.5	17.5
Encofrado	32	16	0	0	8	18	22	14
Vaciado	8	4	0	0	2	4.5	5.5	3.5
Desencofrado	16	8	0	0	4	9	11	7
Tensado	8	4	0	0	2	4.5	5.5	3.5

En la tabla 43, Se presenta los resultados de la toma de datos de las duraciones del 3er anillo, realizando el análisis de duraciones se observa que el segundo sector con mayor tiempo de ejecución es el sector de la zona 3-B con un total de 88 horas, siendo el 18.8 % de tiempo de ejecución, así mismo en este sector la partida de colocación de acero presenta la segunda duración mayor del trabajo, teniendo 27 horas y media, con un 5.9% de ejecución total del anillo

TABLA 44: Duraciones de trabajo por sectorizado cuarto anillo

CUARTO ANILLO								
Sectores	ZONA 1-A	ZONA 2-A	ZONA 3-A	ZONA 4-A	ZONA 1-B	ZONA 2-B	ZONA 3-B	ZONA 4-B
Nro de Paños	16	8	4	3	4	9	11	7
Partida	TIEMPO							
Excavación	12	6	3	2.25	3	6.75	8.25	5.25
Perfilado y pañeteo	24	12	6	4.5	6	13.5	16.5	10.5
Perforación	8	4	2	1.5	2	4.5	5.5	3.5
Acero	48	24	12	9	12	27	33	21
Encofrado	40	20	10	7.5	10	22.5	27.5	17.5
Vaciado	8	4	2	1.5	2	4.5	5.5	3.5
Desencofrado	20	10	5	4.5	6	11.25	13.75	10.5
Tensado	8	4	2	1.5	2	4.5	5.5	3.5

En la tabla 44, se presentan los resultados de la toma de datos de la duración de trabajo del 4to anillo, donde se observa que a partir de este anillo se realizan la ejecución de paños en las zonas 3-A y 4-A teniendo 7 paños adicionales en este anillo, donde el tiempo de ejecución de estos 7 anillos es de 72.25 horas, siendo 13.40 % del tiempo total de ejecución, así mismo se observa en el tiempo de la zona 3-A es 42, siendo el 7.78% del total de duración de ejecución, por otro lado en la zona 4-A el tiempo fue de 30.25 horas, siendo el 5.6% del total de duración de la ejecución de los trabajos en este anillo, a su vez el tiempo total de trabajo en este anillo fue de 539.75 horas.

TABLA 45: Duraciones de trabajo por sectorizado quinto anillo

QUINTO ANILLO								
Sectores	ZONA 1-A	ZONA 2-A	ZONA 3-A	ZONA 4-A	ZONA 1-B	ZONA 2-B	ZONA 3-B	ZONA 4-B
Nro de Paños	16	8	4	3	4	9	11	7
Partida	TIEMPO							
Excavación	12	6	3	2.25	3	6.75	8.25	5.25
Perfilado y pañeteo	24	12	6	4.5	6	13.5	16.5	10.5
Perforación	8	4	2	1.5	2	4.5	5.5	3.5
Acero	48	24	12	9	12	27	33	21
Encofrado	40	20	10	7.5	10	22.5	27.5	17.5
Vaciado	8	4	2	1.5	2	4.5	5.5	3.5
Desencofrado	20	10	5	4.5	6	11.25	13.75	10.5
Tensado	8	4	2	1.5	2	4.5	5.5	3.5

En la tabla 45, se tienen los resultados de la toma de duraciones del 5to anillo, se observa que la actividad de acero y encofrado son las partidas con más duración de ejecución, teniendo el trabajo de acero 186 horas y la partida de encofrado 155 horas, donde haciendo el análisis de las duraciones se tuvo que la partida de acero es el 34.5 % del total de la duración general del anillo, por otro lado, la partida de encofrado tuvo el 28.7 % del total de ejecución.

TABLA 46: Duraciones de trabajo por sectorizado sexto anillo

SEXTO ANILLO								
Sectores	ZONA 1-A	ZONA 2-A	ZONA 3-A	ZONA 4-A	ZONA 1-B	ZONA 2-B	ZONA 3-B	ZONA 4-B
Nro de Paños	16	8	4	3	4	9	11	7
Partida	TIEMPO							
Excavación	12	6	3	2.25	3	6.75	8.25	5.25
Perfilado y pañeteo	24	12	6	4.5	6	13.5	16.5	10.5
Perforación	8	4	2	1.5	2	4.5	5.5	3.5
Acero	48	24	12	9	12	27	33	21
Encofrado	40	20	10	7.5	10	22.5	27.5	17.5
Vaciado	8	4	2	1.5	2	4.5	5.5	3.5
Desencofrado	20	10	5	4.5	6	11.25	13.75	10.5
Tensado	8	4	2	1.5	2	4.5	5.5	3.5

En la tabla 46, se tiene el resultado de la toma de datos del 6to anillo, donde se observa que las duraciones de las partidas de perforación, vaciado y tensado de la zona 3-A y zona 1-B son las más bajas, teniendo 2 horas de ejecución por cada partida en cada sector, siendo el 0.37% del tiempo de ejecución total, así mismo en estas partidas el tiempo total de ejecución de los sectores de zona 3-A y zona 1-B fue de 12 horas, siendo este valor el 2.5% de la duración total de la ejecución del 6to anillo, a su vez el tiempo total de ejecución fue 539.75 horas.

TABLA 47: Duraciones de trabajo por sectorizado séptimo anillo

SEPTIMO ANILLO								
Sectores	ZONA 1-A	ZONA 2-A	ZONA 3-A	ZONA 4-A	ZONA 1-B	ZONA 2-B	ZONA 3-B	ZONA 4-B
Nro de Paños	16	8	4	3	4	9	11	7
Partida	TIEMPO							
Excavación	12	6	3	2.25	3	6.75	8.25	5.25
Perfilado y pañeteo	24	12	6	4.5	6	13.5	16.5	10.5
Perforación	8	4	2	1.5	2	4.5	5.5	3.5
Acero	48	24	12	9	12	27	33	21
Encofrado	40	20	10	7.5	10	22.5	27.5	17.5
Vaciado	8	4	2	1.5	2	4.5	5.5	3.5
Desencofrado	20	10	5	4.5	6	11.25	13.75	10.5
Tensado	8	4	2	1.5	2	4.5	5.5	3.5

En la tabla 47, se presentan los resultados de la toma de valores de la duración en el 7mo anillo, donde se observa que las partidas con la menor duración son las partidas de perforación y tensado de paños, teniendo tiempo de ejecución 1.5 horas, siendo solo el 5 % del total de duración de trabajo en el sector y el 0,28% del total de duración empleada en la ejecución del 7mo anillo

TABLA 48: Duraciones de trabajo por sectorizado octavo anillo

OCTAVO ANILLO								
Sectores	ZONA 1-A	ZONA 2-A	ZONA 3-A	ZONA 4-A	ZONA 1-B	ZONA 2-B	ZONA 3-B	ZONA 3-B
Nro de Paños	16	8	4	3	4	9	11	7
Partida	TIEMPO / HRS							
Excavación	8	4	2	1.5	2	4.5	5.5	3.5
Perfilado y pañeteo	16	8	4	3	4	9	11	7
Perforación	8	4	2	1.5	2	4.5	5.5	3.5
Acero	48	24	12	9	12	27	33	21
Encofrado	40	20	10	7.5	10	22.5	27.5	17.5
Vaciado	8	4	2	1.5	2	4.5	5.5	3.5
Desencofrado	20	10	5	4.5	6	11.25	13.75	10.5
Tensado	8	4	2	1.5	2	4.5	5.5	3.5

En la tabla 48, se presenta los resultados de la toma de las duraciones en la ejecución del 8vo anillo, donde se observa que a diferencia de los demás anillos, en el 8vo anillo se presenta la duración más baja en la partida de excavación con relación a los demás, empleando una duración de 1.5 horas, para la ejecución de 3 paños en el sector de la zona 4-A, este valor viene a ser el 4.8% del total del tiempo empleado en la partida de excavación así mismo 0.28 % del total de la duración general empleada en este anillo

TABLA 49: Análisis duraciones meta y real 1er y 2do anillo

Partida	1ER ANILLO (EXP. TEC)			2DO ANILLO		
	OPTIMIZACIÓN LPS(HRS.)	DURAC. ORIGINAL(HRS.)	% OPTIM.(HRS)	OPTIMIZACIÓN LPS(HRS.)	DURAC. ORIGINAL(HRS.)	% OPTIM.(HRS)
Excavación	28.5	41.25	31%	27.5	41.25	33%
Perfilado y pañeteo	55	68.75	20%	55	68.75	20%
Perforación	25.5	40.25	30.5%	27.5	42.25	33%
Acero	135.5	151.25	9%	137.5	151.25	10%
Encofrado	110	137.5	20%	110	137.5	20%
Vaciado	27	41.25	32.5%	27.5	41.25	33%
Desencofrado	55	68.75	10%	55	68.75	10%
Tensado	26	41.25	31.5%	27.5	42.5	33%

En la tabla 49, se presentan los resultados del análisis de duraciones optimizadas por LPS y las duraciones originales planteadas en el proyecto del 1er y 2do anillo, donde se observa que en las actividades de encofrado y desencofrado se lleva a cabo un adelanto de velocidades en un 50% entre estas dos actividades, así mismo se observa que el valor de la duración entre la duración real y duración meta se presenta una mejora del 20% por parte de la actividad de encofrado y el 10% por parte del desencofrado, este incremento de los valores se debió a la presencia de las mejoras y liberaciones realizadas en el control de los proyectos en las duraciones de la planificación optimizada, mejorando este tiempo en un promedio de 19.8% de mejora con relación a la duración original planteada inicialmente por el proyecto.

TABLA 50: Análisis duraciones meta y real 3er y 4to anillo

Partida	3ER ANILLO			4TO ANILLO		
	OPTIMIZACIÓN LPS(HRS.)	DURAC. ORIGINAL(HRS.)	% OPTIM.(HRS)	OPTIMIZACIÓN LPS(HRS.)	DURAC. ORIGINAL(HRS.)	% OPTIM.(HRS)
Excavación	27.5	41.25	33%	31	48.5	36%
Perfilado y pañeteo	55	69.75	20%	62	77.5	22%
Perforación	27.5	41.25	33%	31	48.5	35%
Acero	137.5	151.25	9%	155	180.5	15%
Encofrado	110	137.5	20%	124	195	36%
Vaciado	27.5	41.25	33%	31	46.5	34%
Desencofrado	55	68.75	10%	62	75.25	18%
Tensado	27.5	41.25	33%	31	46.5	35%

En la tabla 50, se presentan los resultados del análisis de duraciones optimizadas por LPS y las duraciones originales planteadas en el proyecto del 3er y 4to anillo, se observa que en el 3er anillo las partidas de excavación, perforación, vaciado y tensado de paños se presenta una mejora del 33% en relación de la duración optimizada y la duración original, así mismo se observa que en el 4to anillo en estas partidas se mejoraron los porcentajes teniendo como valores 36%, 35%, 34% y 35% esta optimización en estas partidas se debió a que en este anillo se realizaron horas extras y a su vez se aumentó el personal de las cuadrillas para tener una mejor duración solo en este anillo, ya que en esta etapa se presentaría la parte más crítica del proyecto debido los feriados, es por ello que se debía optimizar de una manera más eficiente, por otro lado se obtuvo que los

valores promedios de los porcentajes de optimización en estos anillos fueron de 20.25% y por parte del 4to anillo un promedio de 28.9% de optimización, teniendo una diferencia en optimización de mejora de 7.65%.

TABLA 51: *Análisis duraciones meta y real 5to y 6to anillo*

Partida	5TO ANILLO			6TO ANILLO		
	OPTIMIZACIÓN LPS(HRS.)	DURAC. ORIGINAL(HRS.)	% OPTIM.(HRS)	OPTIMIZACIÓN LPS(HRS.)	DURAC. ORIGINAL(HRS.)	% OPTIM.(HRS)
Excavación	31	48.5	36%	31	48.5	36%
Perfilado y pañeteo	62	77.5	22%	62	77.5	22%
Perforación	31	48.5	35%	31	48.5	35%
Acero	155	180.5	15%	155	180.5	15%
Encofrado	124	195	36%	124	195	36%
Vaciado	31	46.5	34%	31	46.5	34%
Desencofrado	62	75.25	18%	62	75.25	18%
Tensado	31	46.5	36%	31	46.5	36%

En la tabla 51, se muestran los resultados del análisis de duraciones optimizadas por LPS y las duraciones originales planteadas en el proyecto del 5to y 6to anillo, se observa que la partida con menor variación de porcentaje es la partida de colocación de acero, esto debido a que dentro de los muros anclados se encuentran columnas, lo que dificultaba la colocación de los aceros, pero de igual manera con una mejor planificación para realizar las actividades se pudo optimizar en este valor, por otro lado se observa que los valores se mantienen sin variaciones pues mediante la metodología LPS se consiguió un proceso de trabajo con flujo constante, es así que se mantendrá un promedio de mejora en la optimización de las

duraciones en un 21%. Por otro lado, la variación de mejoras entre las partidas tiene un porcentaje de optimización promedio de 9.5% entre cada una de ellas.

TABLA 52:

Análisis duraciones meta y real 7mo y 8vo anillo

Partida	7MO ANILLO			8VO ANILLO		
	OPTIMIZACIÓN LPS	DURAC. ORIGINAL	% OPTIM.	OPTIMIZACIÓN LPS	DURAC. ORIGINAL	% OPTIM.
Excavación	32.5	48.5	36%	32.5	48.5	36%
Perfilado y pañeteo	62	77.5	22%	64	78.5	24%
Perforación	31.5	48.5	36%	33	48.5	38%
Acero	158	180.5	17%	161	182.5	19%
Encofrado	126.5	195	38%	127	196.5	39%
Vaciado	32.5	48.5	36%	32.5	48.5	36%
Desencofrado	62	76	19.5%	64	77.5	21%
Tensado	32.5	48.5	36%	32.5	48.5	36%

Se muestran los resultados del análisis de duraciones optimizadas por LPS y las duraciones originales planteadas en el proyecto del 7mo Y 8vo anillo, se observa que las partidas con la segunda mayor variación de porcentajes son las partidas de perfilado y encofrado, teniendo un valor de optimización de 22% y 28% respectivamente, así mismo se observa que las duraciones optimizadas y originales de ambas partidas difieren del 6% de tiempo entre ellas.

TABLA 53:

Análisis de rendimientos de mano de obras meta y real del 1er al 4to anillo

Partida	1ER ANILLO			2DO ANILLO			3ER ANILLO			4TO ANILLO		
	OPTIM. LPS(hh/m3)	REND. ORIG.(hh/m3)	%OP.									
Excavación	0.00871838	0.00581225	66%	0.00891838	0.00671225	67%	0.00891838	0.00671225	67%	0.01761757	0.00941172	69%
Perfilado y pañeteo	0.31277012	0.2402161	82%	0.37277012	0.2502161	85%	0.37277012	0.2502161	85%	0.39098814	0.27223658	90%
Perforación	2.5	1.75	67%	2.75	1.8	67%	2.75	1.8	67%	3.75	2.5	70%
Acero	0.01732668	0.01575153	91%	0.01832668	0.01675153	92%	0.01832668	0.01675153	92%	0.02343828	0.02130753	95%
Encofrado	0.75064829	0.60051863	80%	0.78064829	0.60051863	83%	0.78064829	0.60051863	83%	0.60282801	0.48226241	86%
Vaciado	0.32022047	0.21348031	67%	0.34022047	0.22348031	68%	0.34022047	0.22348031	68%	0.3609758	0.24065053	70%
Desencofrado	0.2502161	0.20017288	80%	0.2502161	0.20017288	80%	0.2502161	0.20017288	80%	0.28419035	0.20668389	73%
Tensado	2.25	1.75	67%	2.25	1.8	67%	2.25	1.8	67%	3.75	2.5	70%

Se procedió al análisis de cada escenario presente en el resultado de los rendimientos optimizado por LPS y los rendimientos originales, donde se observa los resultados de 1er, 2do, 3er y 4to anillo (ver tabla 53), según los valores que aportan al cambio de los valores de los rendimientos y se aplican las mejoras para tener un mejor porcentaje de rendimientos. Donde el resultado con mejor escenario fue en la partida de acero teniendo una mejora en el rendimiento de 95%, esto debido a la optimización de tiempos en esta partida, pues se optimizaron las cuadrillas donde en los análisis anteriores se tuvo que aumentar la optimización de las duraciones en un 9%, y así mismo un mejor control de la ejecución de los trabajos por parte del personal, ello ayudo a tener un mejor rendimiento, a su vez en esta partida vemos que el porcentaje promedio de los 4 anillos es de 93%, siendo un valor óptimo para llegar a cumplir con el objetivo lo cual nos generaría el valor obtenido, por otro lado se observa que los porcentajes del 2do y tercer anillo no varían, esto debido que mediante el control de mejora que se ejecutó desde el inicio de trabajos en el primer anillo se pudo optimizar estos porcentajes, mejorándolos y en estos anillos mantener un flujo continuo donde el rendimiento se pudo mantener, por su parte los porcentajes de optimización de rendimiento en el 4to anillo tuvieron valores un poco más altos que en los tres primeros anillos, esto debido a que en el 4to anillo se presentarían más paños es por ello que hubo una optimización promedio de mejora de 2.85 % por partida a excepción de la partida de encofrado donde el rendimiento cayó un 7%, esto debido a que en el cuarto anillo los 7 paños restantes en los sectores de la zona 3-A y 4-A se encontraban en las esquinas lo que dificultaba la actividad del encofrado, así mismo los porcentajes de rendimientos en las demás partidas se mantendrán constantes teniendo en sus optimizaciones en la duraciones analizadas un 15 % para tener un cronograma con mejor desempeño.

TABLA 54: Análisis de rendimientos de mano de obras meta y real del 5to al 8vo anillo

Partida	5TO ANILLO			6TO ANILLO			7MO ANILLO			8VO ANILLO		
	OPTIM. LPS(hh/m3)	REND. ORIG.(hh/m3)	%OP.	OPTIM. LPS(hh.m3)	REND. ORIG.(hh/m3)	%OP.	OPTIM. LPS(hh/m3)	REND. ORIG.(hh/m3)	%OP.	OPTIM. LPS(hh/m3)	REND. ORIG.(hh/m3)	%OP.
Excavación	0.01761757	0.00941172	70%	0.01761757	0.00941172	70%	0.01761757	0.00941172	70%	0.0261757	0.01141172	75%
Perfilado y pañeteo	0.19098814	0.17223658	90%	0.19098814	0.17223658	90%	0.19098814	0.17223658	90%	0.19098814	0.17223658	90%
Perforación	3.75	2.5	70%	3.75	2.5	70%	3.75	2.5	70%	3.75	2.5	70%
Acero	0.02343828	0.02130753	95%	0.02343828	0.02130753	95%	0.02343828	0.02130753	95%	0.02343828	0.02130753	95%
Encofrado	0.61282801	0.48226241	85%	0.62382801	0.48226241	87%	0.62382801	0.48226241	87%	0.61282801	0.48226241	85%
Vaciado	0.3609758	0.24065053	70%	0.3609758	0.24065053	70%	0.3609758	0.24065053	70%	0.3609758	0.24065053	70%
Desencofrado	0.29419035	0.21668389	74%	0.28419035	0.20668389	73%	0.38419035	0.29668389	75%	0.38419035	0.29668389	75%
Tensado	3.75	2.5	70%	3.75	2.5	70%	3.75	2.5	70%	3.75	2.5	70%

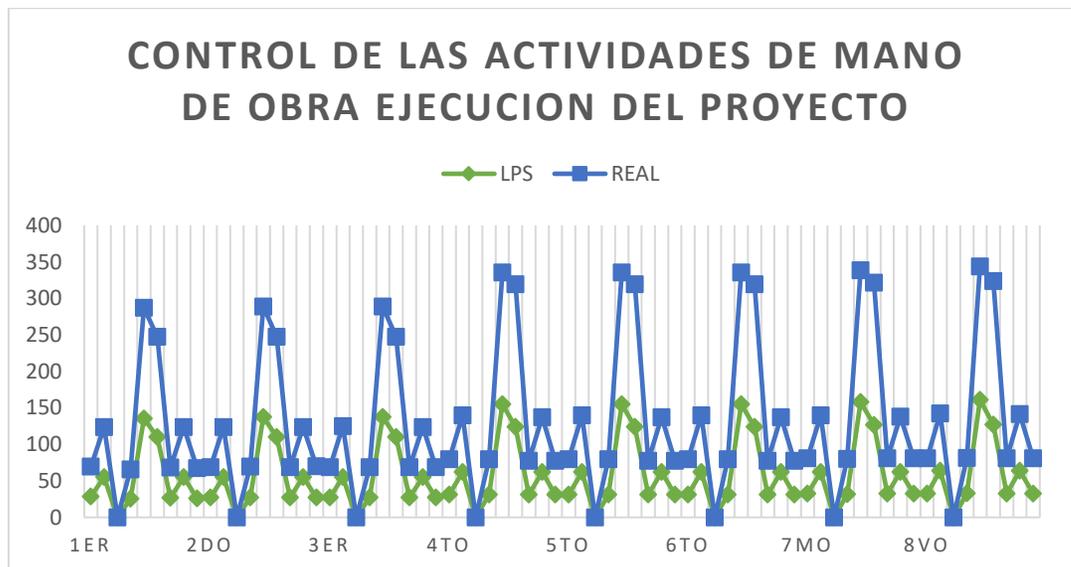
TABLA 55:

Resultado de la optimización del control de las actividades de mano de obra.

	ANILLOS									
	1ER	2do	3er	4to	5to	6to	7mo	8vo	PROM.	OPTIM.
Excavación	66%	67%	67%	69%	70%	70%	70%	75%	69%	31%
Perfilado y pañeteo	82%	85%	85%	90%	90%	90%	90%	90%	88%	12%
Perforación	67%	67%	67%	70%	70%	70%	70%	70%	69%	31%
Acero	91%	92%	92%	95%	95%	95%	95%	95%	94%	6%
Encofrado	80%	83%	83%	86%	85%	87%	87%	85%	85%	16%
Vaciado	67%	68%	68%	70%	70%	70%	70%	70%	69%	31%
Desencofrado	80%	80%	80%	73%	74%	73%	75%	75%	76%	24%
Tensado	67%	67%	67%	70%	70%	70%	70%	70%	69%	31%
PROMEDIO OPTIM.										23%

FIGURA 109: Grafico del análisis del %CNC

FUENTE: Propia



INTERPRETACION: Obtenido los resultados en las tablas 53 y tabla 54 se procedió a realizar la recopilación de los datos en la tabla 55 donde se observa que los resultados obtenidos para el control de las actividades de la mano de obra donde se presentan las distintas actividades que se ejecutaron teniendo una mayor incidencia en la optimización las partidas de excavación, perforación, vaciado y tensado, teniendo una optimización del 31% en estas actividades, a su vez se observa que la partida de acero tuvo la menor optimización, esto debido a que el personal encargado de ello necesitaba de más tiempo para ejercerlo, así mismo en términos generales se obtuvo la optimización del control de la mano de obra en las actividades una mejora con un promedio del 23 % con respecto a al control real se realizaron para la ejecución del los muros anclados del edificio Pardo y Aliaga. Por otro lado se presenta la figura 109 donde se visualiza que la curva azul es el control real y la curva verde el control optimizado, teniendo como resultado que la curva optimizada verde se necesitó menos tiempo, pues se encuentra por debajo del control real, es con ello que con la metodología Last planner System se tuvo un mejor control y a su vez una optimización en este.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se presentan las siguientes conclusiones de la investigación:

- Del trabajo elaborado se ha calculado que la implementación de la metodología Last Planner System se en la etapa de la construcción de los muros anclados mejora los plazos de ejecución en 14.6% representando una disminución de 30 días según se indica en la tabla 16. De esta manera se determina que la implementación del LPS contribuye a la disminución de los plazos de ejecución.
- En el trabajo se determinó que la implementación de la metodología Last Planner System en la etapa de la construcción de los muros anclados mejora la planificación de la obra en un 92%, representando así una mejora de la planificación en un 7% por encima de los 85% de mejora, que estima metodología Last Planner System como indica la tabla 40. Teniendo, así como determinación que la implementación del LPS contribuye a mejorar la planificación en la ejecución de la obra.
- Luego de analizare que teniendo una buena planificación y buen manejo de plazos con la implementación de la metodología Last Planner System en la etapa de la construcción de los muros anclados, se obtuvo que se mejoró el control de las actividades de la mano de obra en la ejecución del proyecto en un 23% como lo indica la tabla 55. Con ello se demuestra que con la metodología LPS se logra tener un mejor control de la mano de obra en las actividades.
- Luego de la evaluación de los resultados obtenidos con la implementación de la metodología Last Planner System en la etapa de la construcción de los muros anclados se a determinado que se mejora la gestión de la ejecución de los muros anclados del Edificio Pardo y Aliaga, porque contribuye en una mejora de la gestión; en los plazos, en la

planificación y en el control, con ello se confirma que la metodología LPS es una herramienta fiable para tener una adecuada gestión en los proyectos.

5.2. Recomendaciones

- En mi experiencia con la metodología Last Planner System (LPS) para la mejora de los plazos se recomienda fortalecer las capacitaciones teóricas acerca de la metodología LPS y posteriormente retroalimentar a todo el equipo involucrado en el proyecto, así mismo proponer en generar un mayor compromiso utilizando incentivos en los involucrados del proyecto para poder obtener los máximos beneficios que otorga esta metodología en la optimización de los plazos.
- Se recomienda que para tener una buena planificación del proyecto mediante la implementación del LPS, se deben tener coordinaciones constantes, donde los involucrados del proyecto tengan que revisar, prever y planificar los trabajos ejecutados para mantener un flujo constante en la planificación del proyecto.
- Para mejorar el control de las actividades de la mano de obra en la ejecución del proyecto se recomienda que se realicen monitoreos constantes al personal encargado de la ejecución de cada actividad pues es así como se mantendrá un control del avance real de la mano de obra.

REFERENCIAS

- Alejandra, P. (2016). *Productividad y rendimiento de mano de obra para algunos procesos constructivos seleccionados en la ejecución del edificio ISLHA del ITCR*. Chile: ITCR.
- Alimarket, C. (09 de febrero de 2020). *Alimarket*. Obtenido de alimarket:
<https://www.alimarket.es/construccion/noticia/310772/los-cuatro-errores-de-planificacion-en-la-gestion-de-obras-que-disparan-los-costes-un-98->
- Andrade, & Arrieta. (2010). Last planner en subcontrato de empresa constructora. *Revista de la Construcción*, 36-52.
- Ballard, G. (2000). *The Last planner System of production control*. Birmingham.
- Ballard, G., & Howel, G. (2007). *The Last Planner production System Workbook*. California: Instituto de construccion esbelta.
- Botero, L. F., & Álvarez, M. (2005). Last planner, un avance en la planificación y control de proyectos de construcción Estudio del caso de. *Ingeniería y Desarrollo*, 148-159.
- Botero, L. F., & Álvarez, M. (2005). Last planner, un avance en la planificación y control de proyectos de construcción Estudio del caso de. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 148-159.
- Botero, L. F., & Hoyos, M. F. (2018). Evolución e impacto mundial del Last planner System: una revisión a la literatura. *Ingeniería y desarrollo*, 187-214.
- Carrión, I., & Iosune, B. (2020). *Guía para la elaboración de proyectos*. vasco: Instituto Vasco de cualificaciones y formación profesional.

Castro, E., Pajares, J., & Emilio, J. (2018). *Propuesta e implementación de sectorización y trenes de trabajo para acabados interiores bajo la filosofía Lean Construction*. Lima: UPC.

Cerveró, F., Alarcón, L., & Ponz, J. L. (2013). *Last planner System un caso de estudio*. Valencia: Ingeniería de edificación.

COMEXPERU. (24 de JUNIO de 2022). EL SECTOR CONSTRUCCIÓN REGISTRÓ UN CRECIMIENTO INTERANUAL DEL 4.9% EN ABRIL DE 2022. *COMEXPERU*, págs. 1-2. Obtenido de <https://www.comexperu.org.pe/articulo/el-sector-construccion-registro-un-crecimiento-interanual-del-49-en-abril-de-2022>

Diaz, L., Oliveira, Pucharelli, & Pinzón. (2018). *Integración entre el sistema last planner en el sector de la construcción civil*. Campinas, BRASIL: Universidade Estadual de Campinas.

Drew. (2022). Planificación versus realidad: problemas en la implementación de proyectos. *Gestión de proyectos*, 3-4.

Duy Khanh, H., & Yong Kim, S. (2015). Una encuesta sobre el sistema de planificación de la producción en proyectos de construcción basados. *Gestión de la construcción*, 1-11.

EPCTracker, P. a. (26 de febrero de 2020). *Sin planificación previa no existe ahorro en obra*. Obtenido de Sin planificación previa no existe ahorro en obra: <https://epc-tracker.es/sin-planificacion-previa-no-existe-ahorro-en-la-obra/>

Gómez, M., Cervantes, J., & González, P. (2012). *Administración de proyectos*. Distrito Federal México: Universidad Autónoma Metropolitana.

Herrera Valencia, R., & Reyes Pereira, C. (2015). Los pros y contras al implementar el sistema Last Planner en un proyecto de edificación . *Ingenium*, 91-104.

- Hoyos, F., & Botero, F. (2021). Implementación del sistema del último planificador. *Revista chilena de ingeniería*, 601-621.
- Mejia Guillermo. (2007). Seguimiento de la productividad en obra: Tecnicas de medición de rendimiento de mano de obra. *Revista de la facultad de ingenierias fisico mecánicas*, 45-59.
- Modeling the Last Planner System Metrics: A case study of an AEC Company*. (2013). California.
- Navarro, A. (2009). Propuesta de Ciclo de vida de los proyectos de Desarrollo Empresarial. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 52-68.
- Neoblockmodular Build Your, W. (24 de Noviembre de 2017). *Neoblockmodular*. Obtenido de Neoblockmodular: <https://neoblockmodular.com/mejorar-mala-gestion-obras-construccion/>
- Orihuela, P., & Ulloa, K. (2011). Planificación de las obras y el sistema Last Planner. *Corporación Aceros Arequipa. Construcción Integral*, 50-62.
- Paz Campuzano, O. (12 de Marzo de 2022). Los retrasos de la reconstrucción: este año termina y aún hay más de 5 mil obras pendientes. *El comercio*, págs. 1-2.
- Pazmiño Rodríguez, E. H., & Calle Castro, C. J. (2021). Análisis relativo para identificar las causas de retrasos. *Ciencia digital*, 1-4.
- Pons Juan F. (2014). *Introducción a Lean Construction*. Madrid: Fundación Laboral de la Construcción.

Pons, J. F., & Rubio, I. (2019). *Lean construction y la planificación colaborativa metodología*

Last Planner System. Valladolid: Consejo General de la Arquitectura Técnica de España.

Porras, H., Sánchez, O., & Galvis, J. (2014). *Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción*. España: Avances Investigación En Ingeniería.

Rojas, M., Elena, V. M., & Henao, M. (2016). Lean Construction-LC pensamiento Lean. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 16-30.

Serpell, A., & Alarcón, L. F. (2001). *Planificación y control de proyectos*. Santiago de Chile: Editorial ediciones UC.

Ureta Gerardo. (2018). Impactos en la aplicación del sistema Last Planner en obras de edificación con el uso de tecnologías de la información. *ResearchGate*, 1-83.

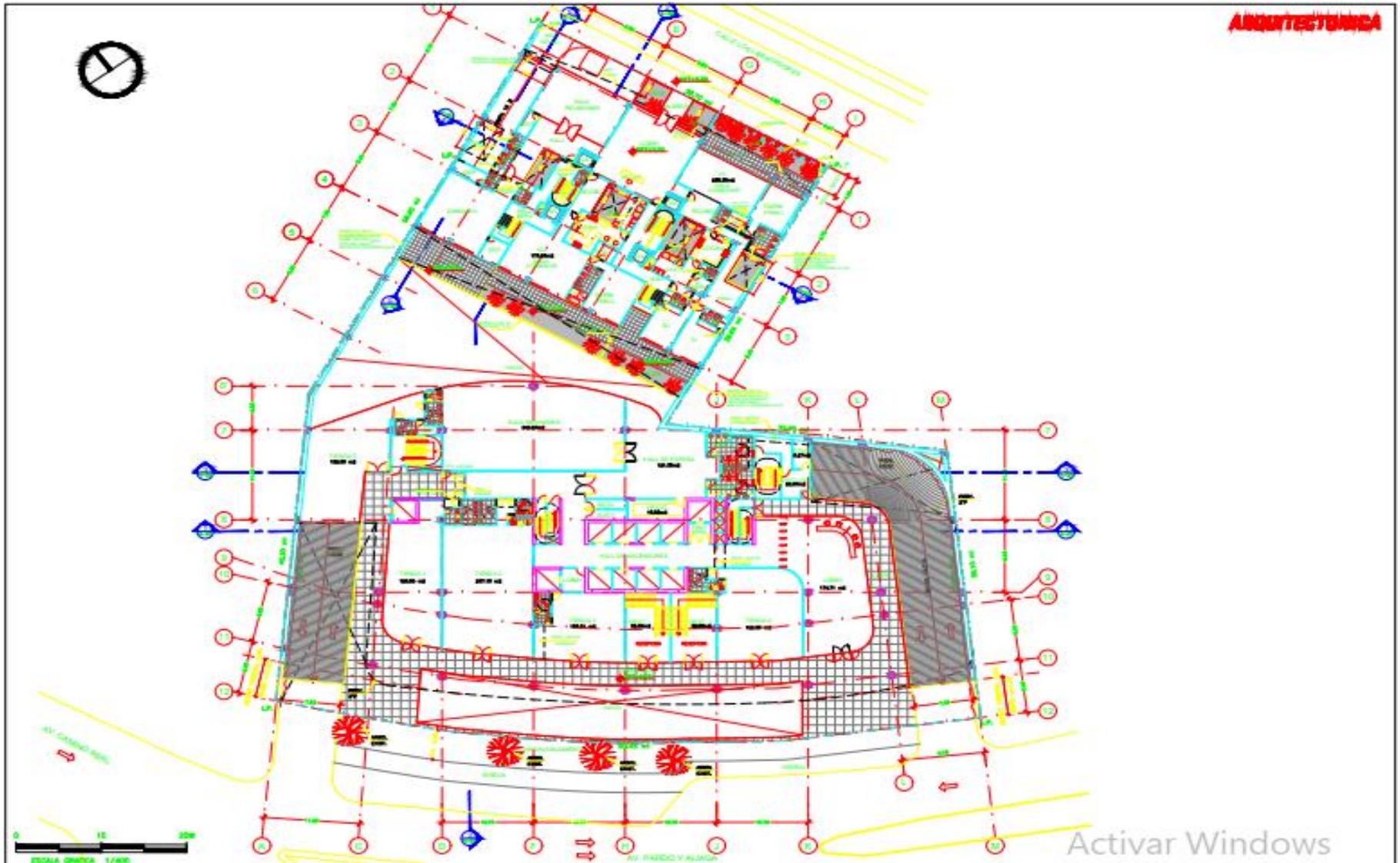
Vigo, V., Vigil, S., Maed, S., & David, M. (2018). *Manual de Diseño de Proyectos de Desarrollo Sostenible*. Cajamarca: Asociación Los Andes de Cajamarca.

Wallace William. (2014). *Gestión de proyectos*. Edimburgo: Edinburgh Business School.

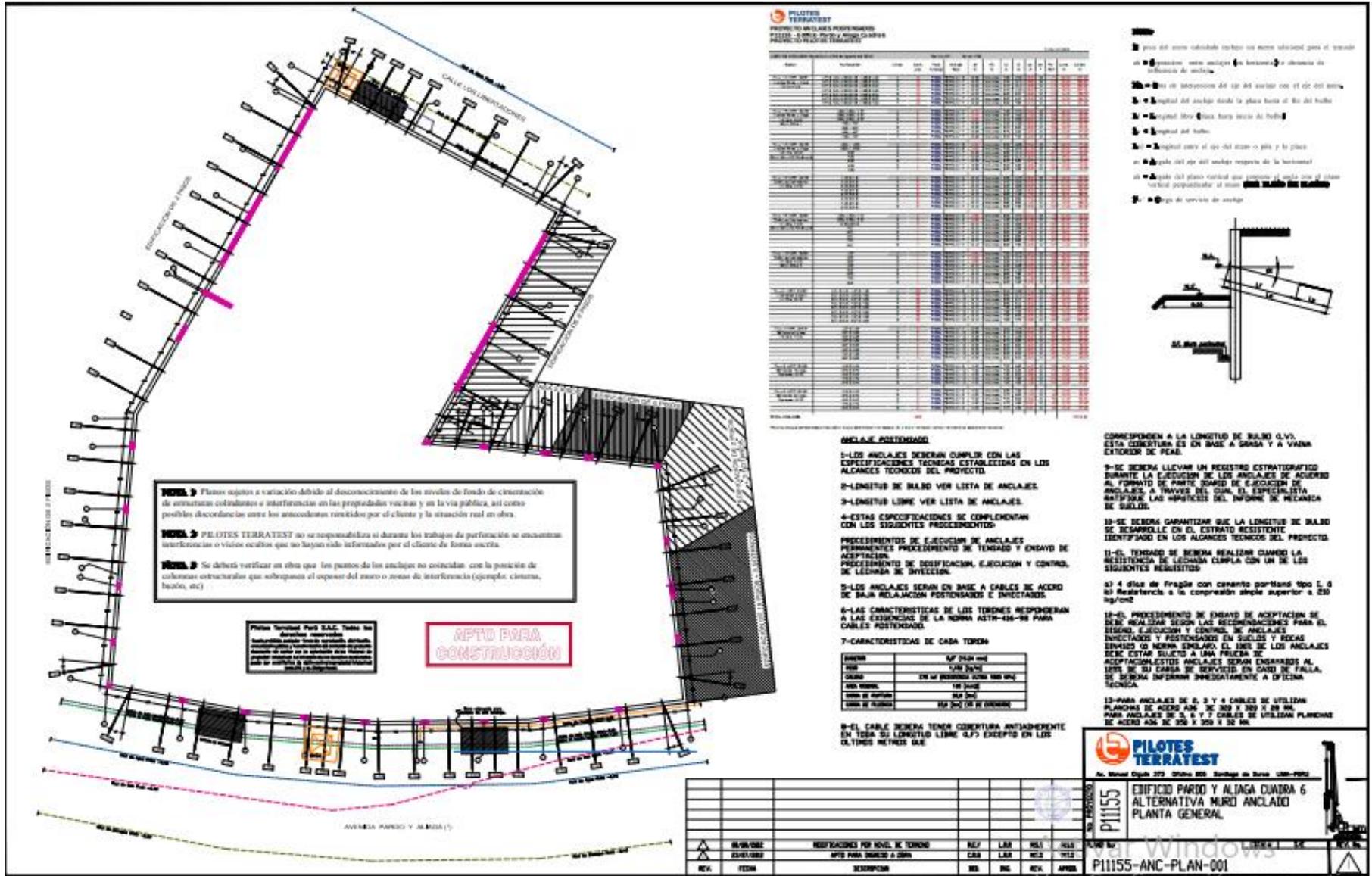
Anexo 2: Plano de area de estudio a intervenir



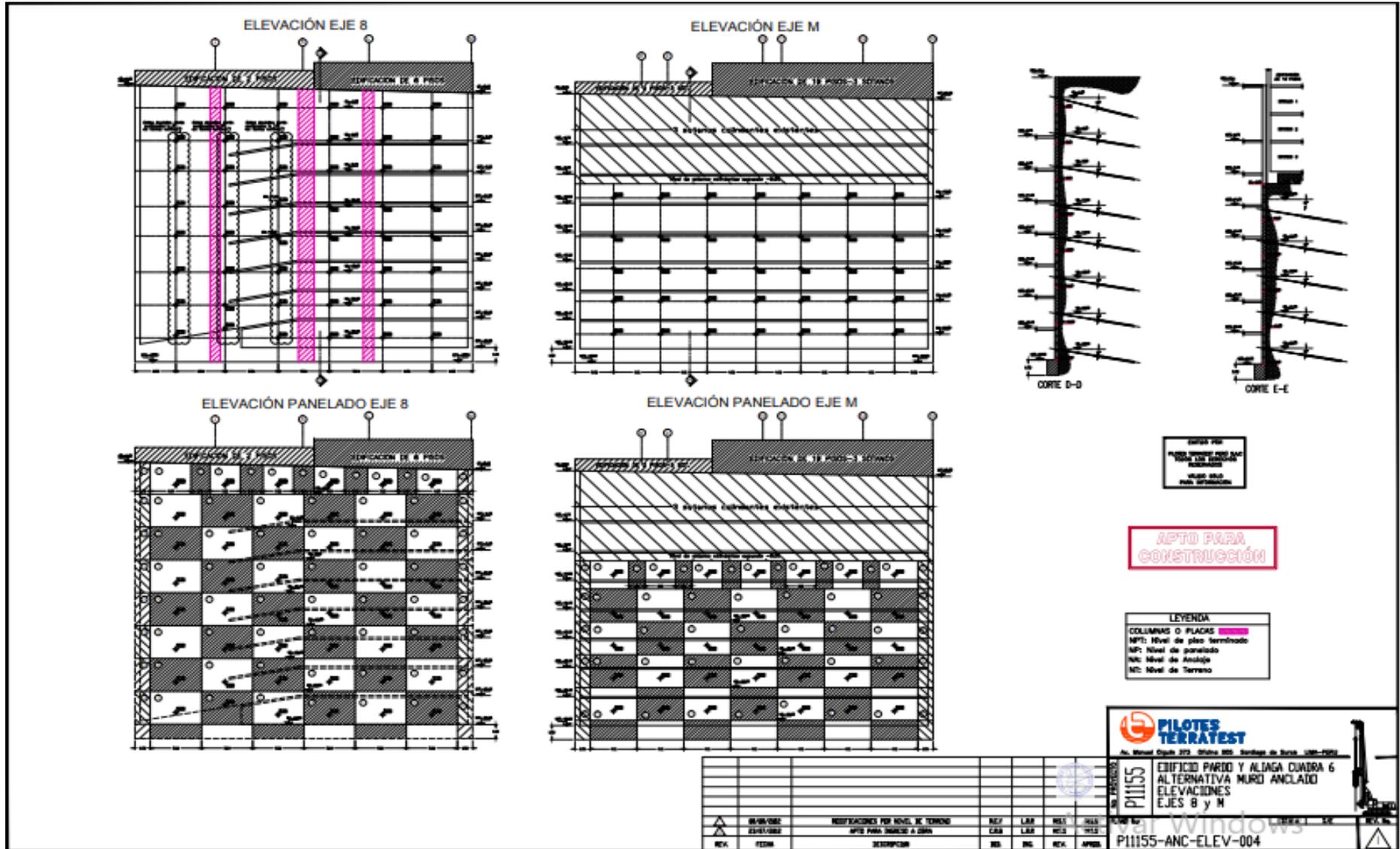
Anexo 3: Plano de arquitectura



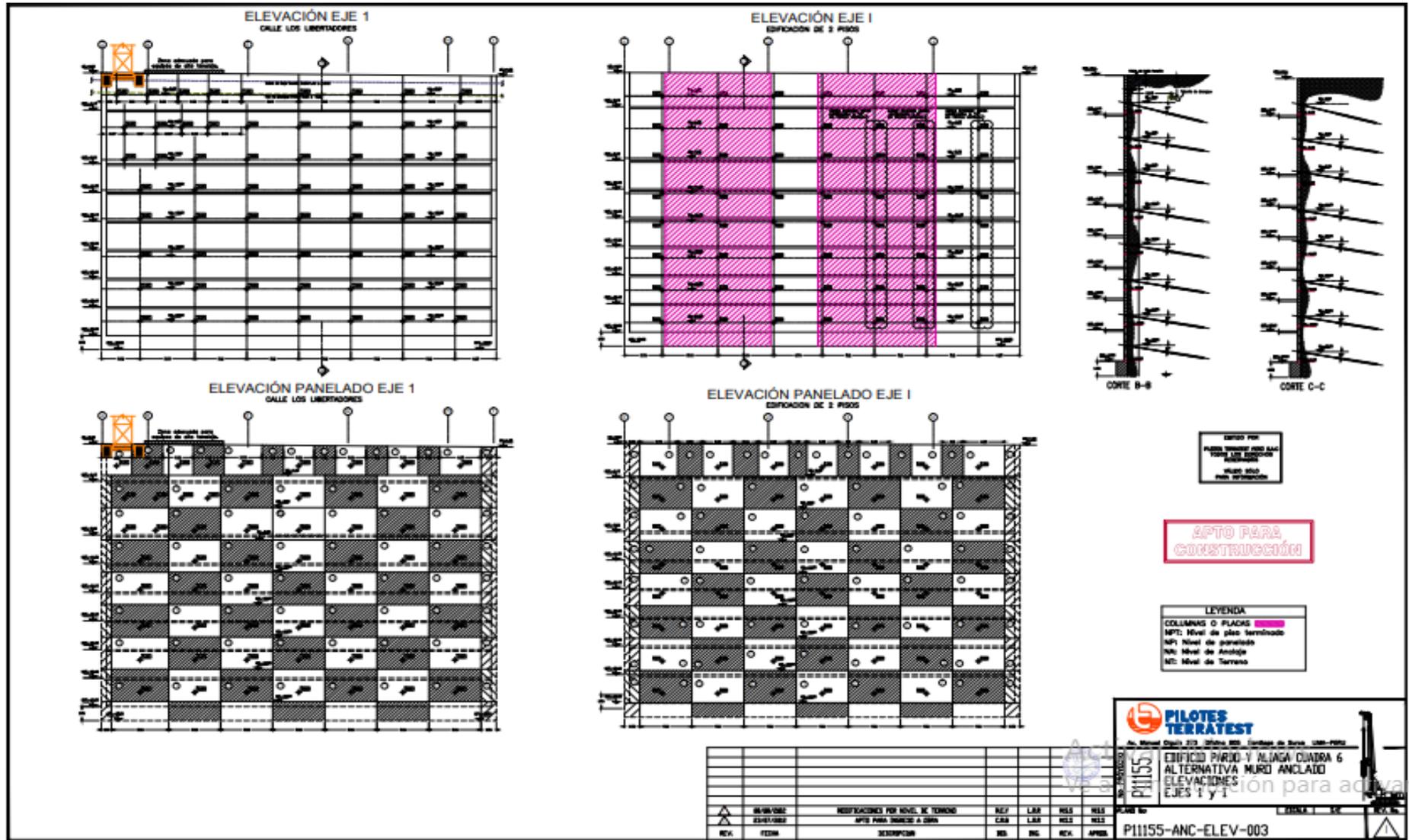
Anexo 4: Plano estructural de los muros anclados



Anexo 5: Plano de elevación panelado de los muros anclados eje M y eje 8



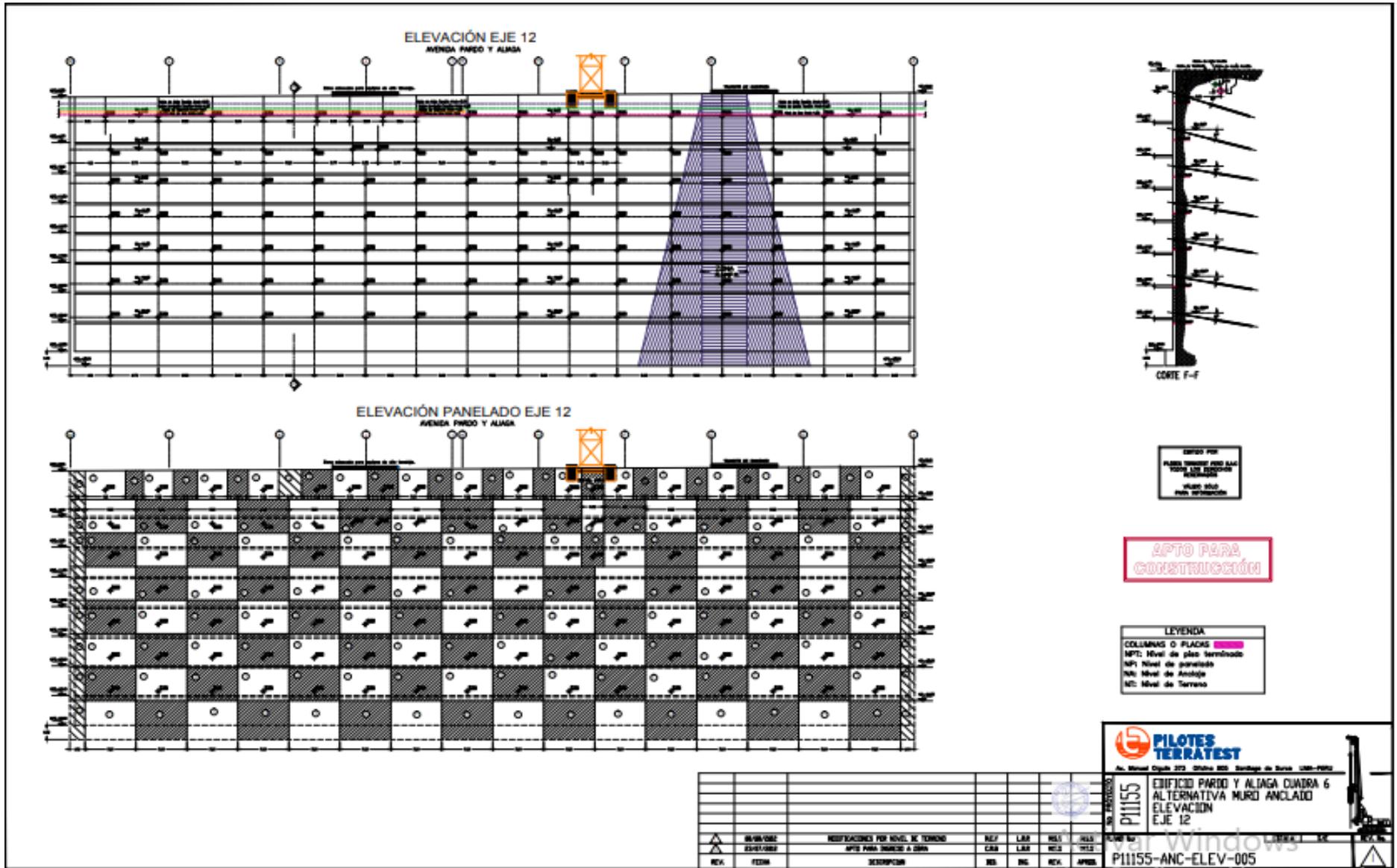
Anexo 6: Plano de elevación de los muros anclados eje 1



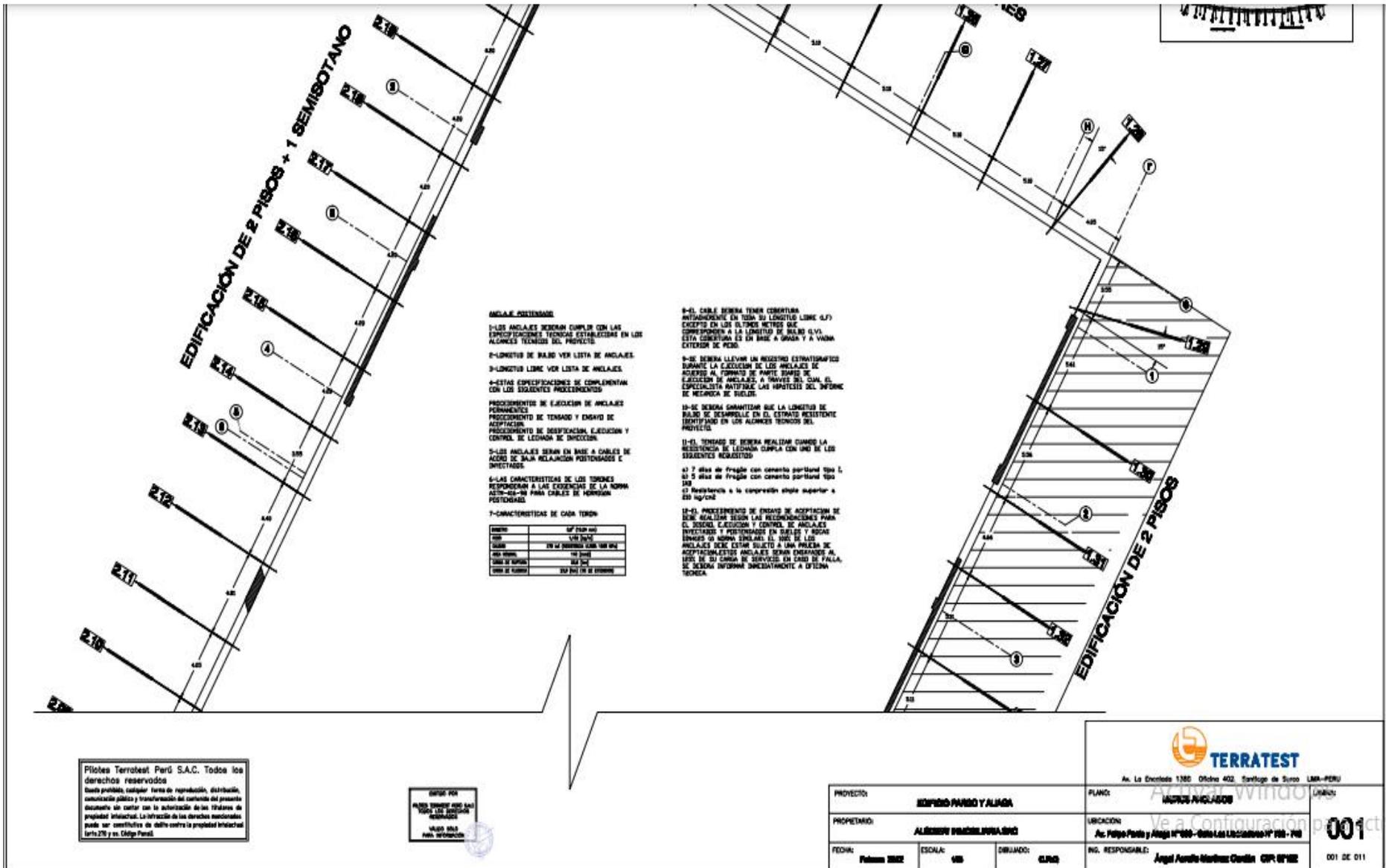
Anexo 7: Plano de elevacion de los muros anclados eje A



Anexo 8: Plano de elevacion de los muros anclados eje 12



Anexo 9: Plano de muros anclados vista planta 001



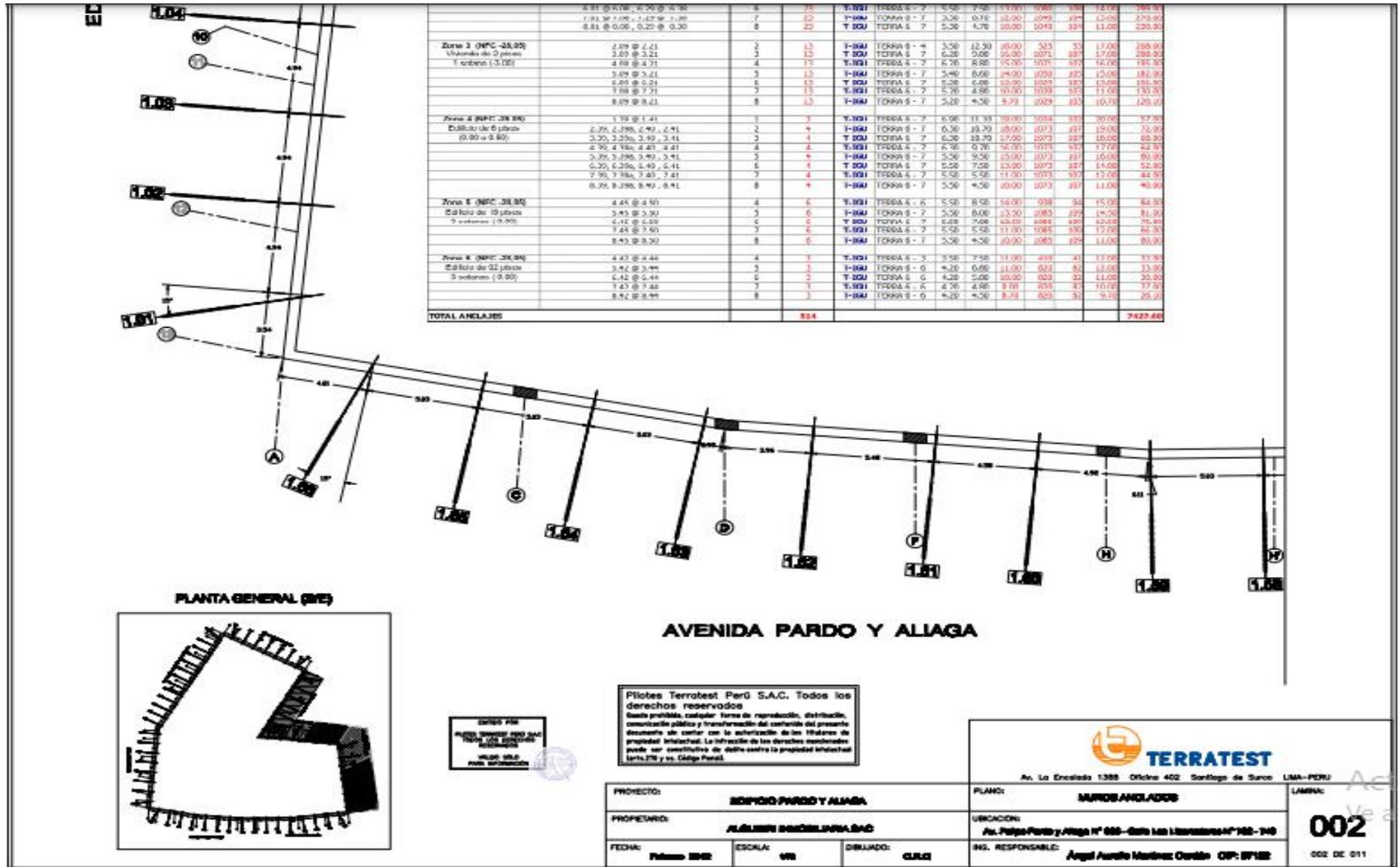
Pilotes Terrestre Perú S.A.C. Todos los derechos reservados. Queda prohibida cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación del contenido del presente documento sin contar con la autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (arts.170 y en Código Penal).

SEÑAL POR PLAN DEBIDO A SU TÍTULO DE INGENIERO TITULAR TERRATEST

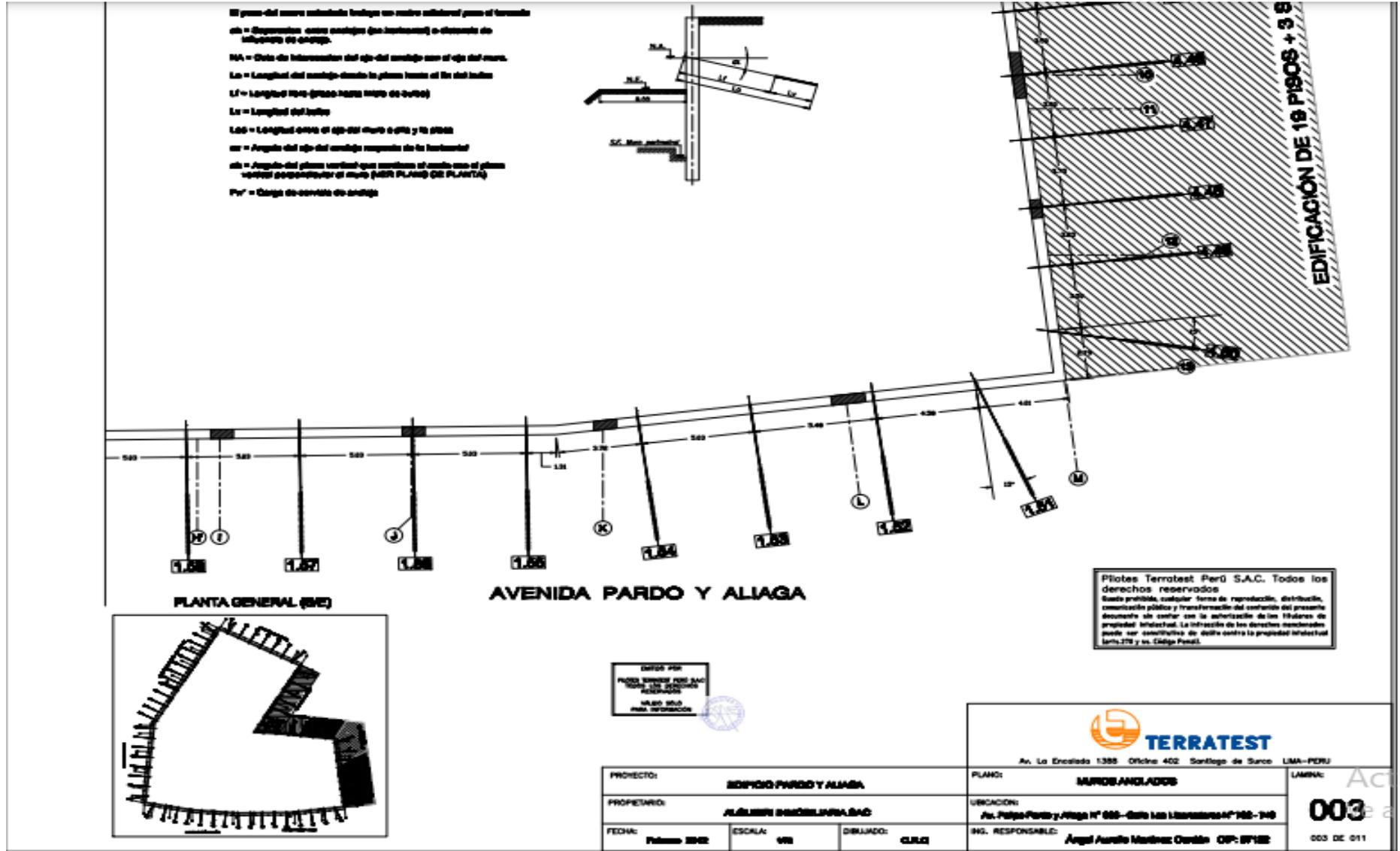
TERRATEST
Av. La Esmeralda 1380, Oficina 402, Santiago de Surco, LIMA-PERU

PROYECTO: EDIFICIO PARDO Y ALIAGA	PLANO: MUR DE ANCLAJES	LIBRO: 001
PROPIETARIO: ALBERO FERNANDEZ ADERSON	UBICACIÓN: Av. Pardo Pardo y Aliaga N° 200 - 0010 Las Uccas - LIMA - PERU	001
FECHA: Febrero 2022	ESCALA: 1/50	DISEÑADO: GLMG
ING. RESPONSABLE: Angel Paraflo Hernandez Cordón - CIP 16782		001 DE 011

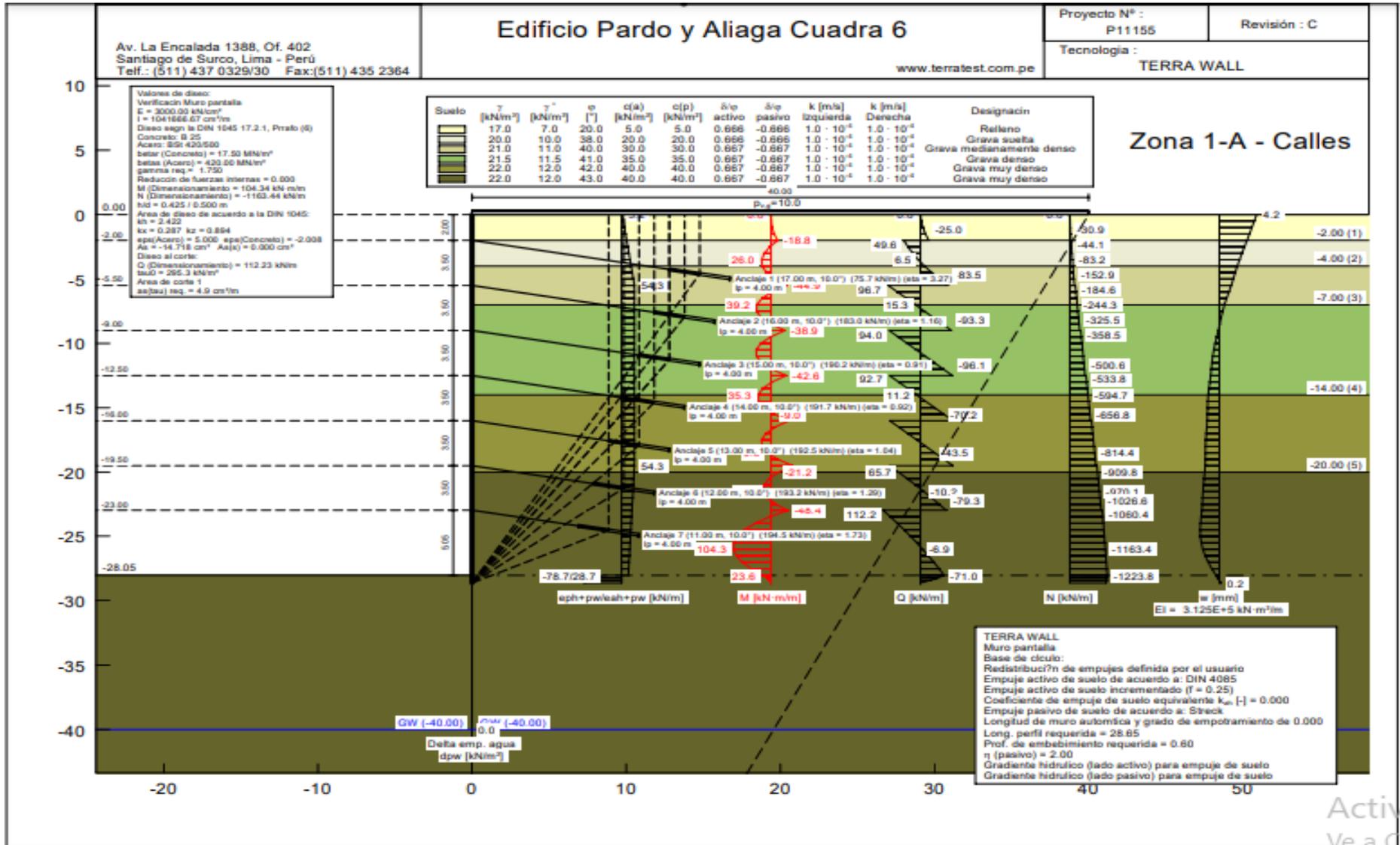
Anexo 10: Plano de muros anclados vista planta 002



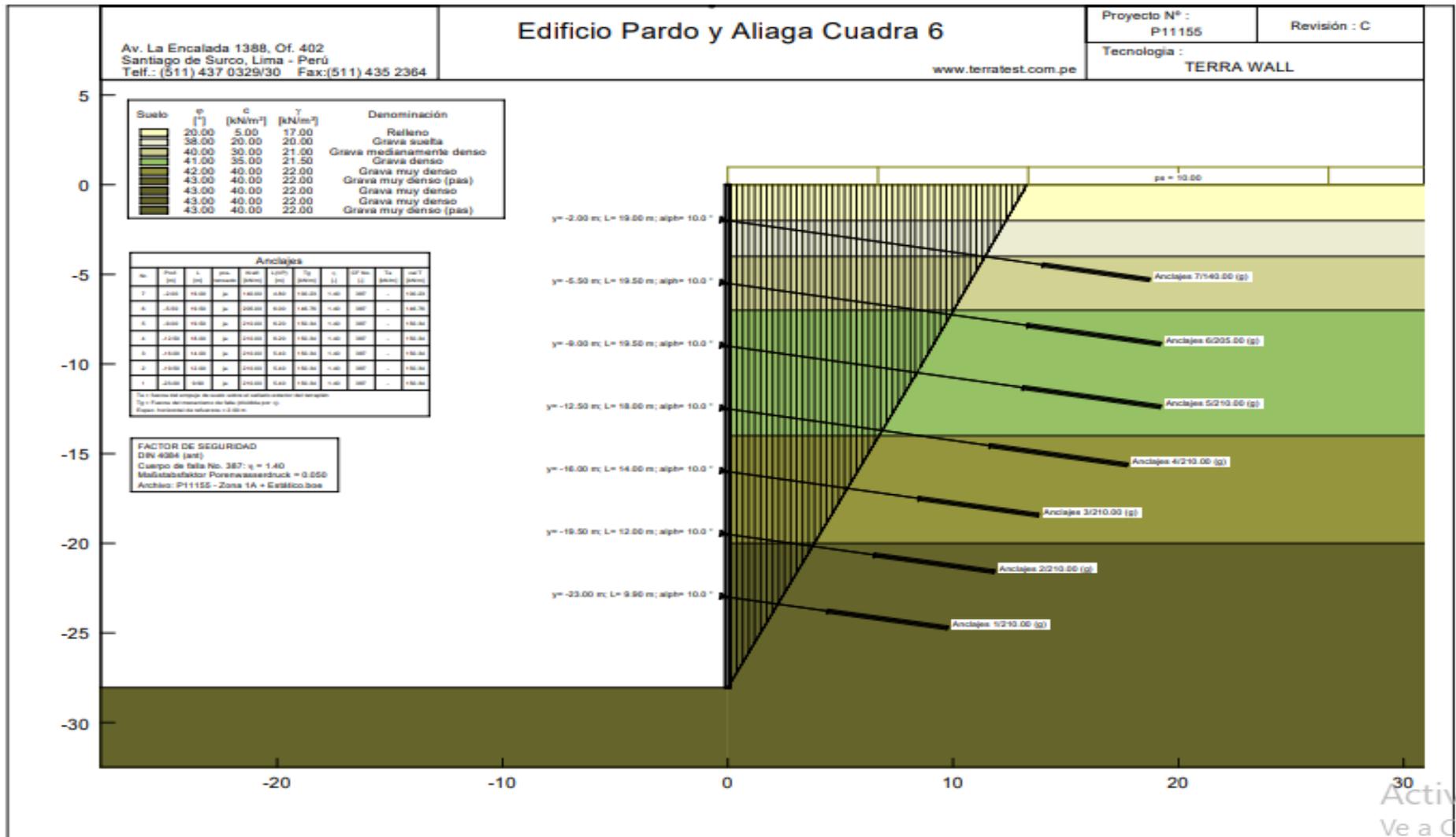
Anexo 11: Plano de muros anclados vista planta 003



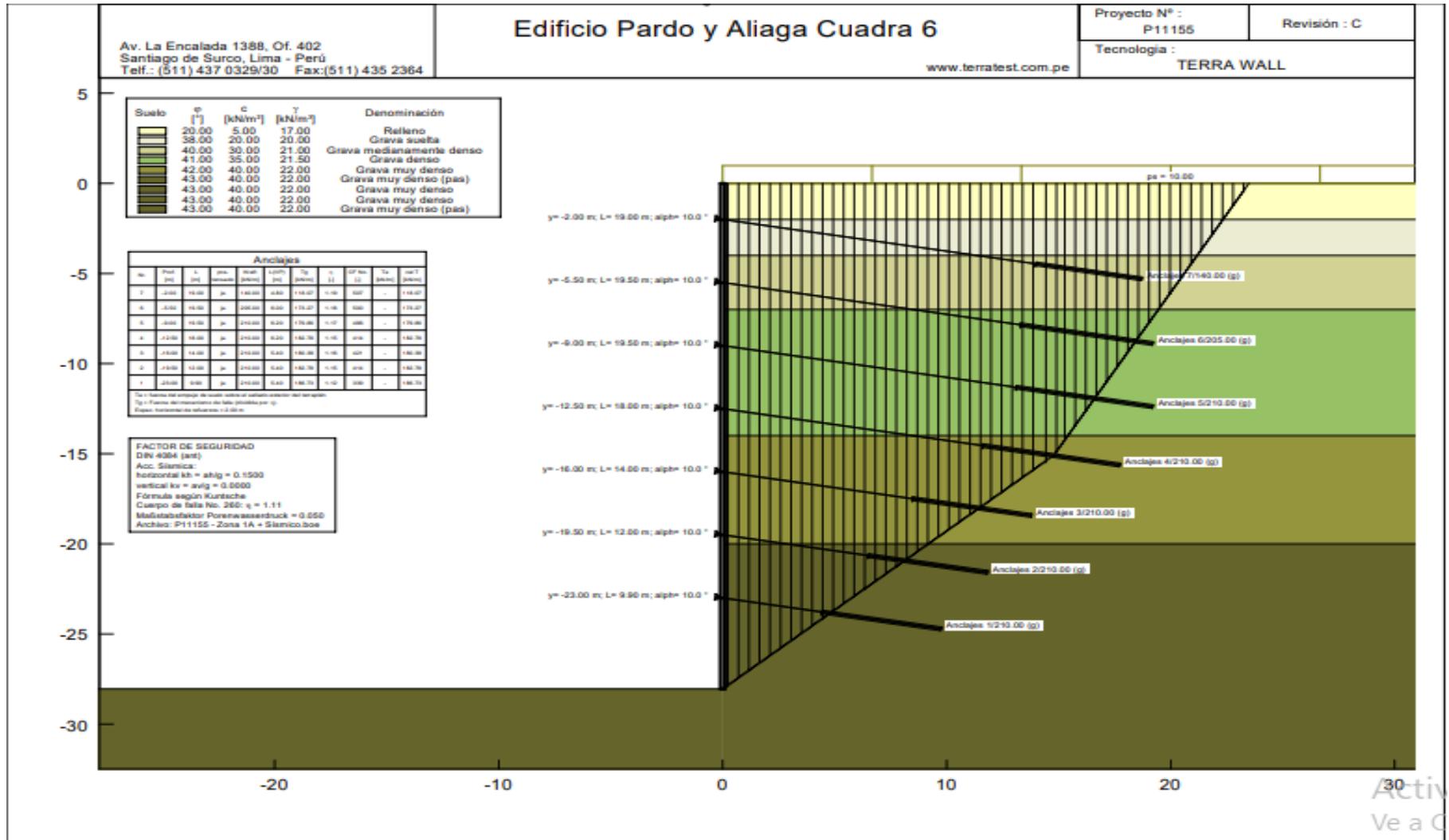
Anexo 12: Modelos de calculo zona 1-A-Calles



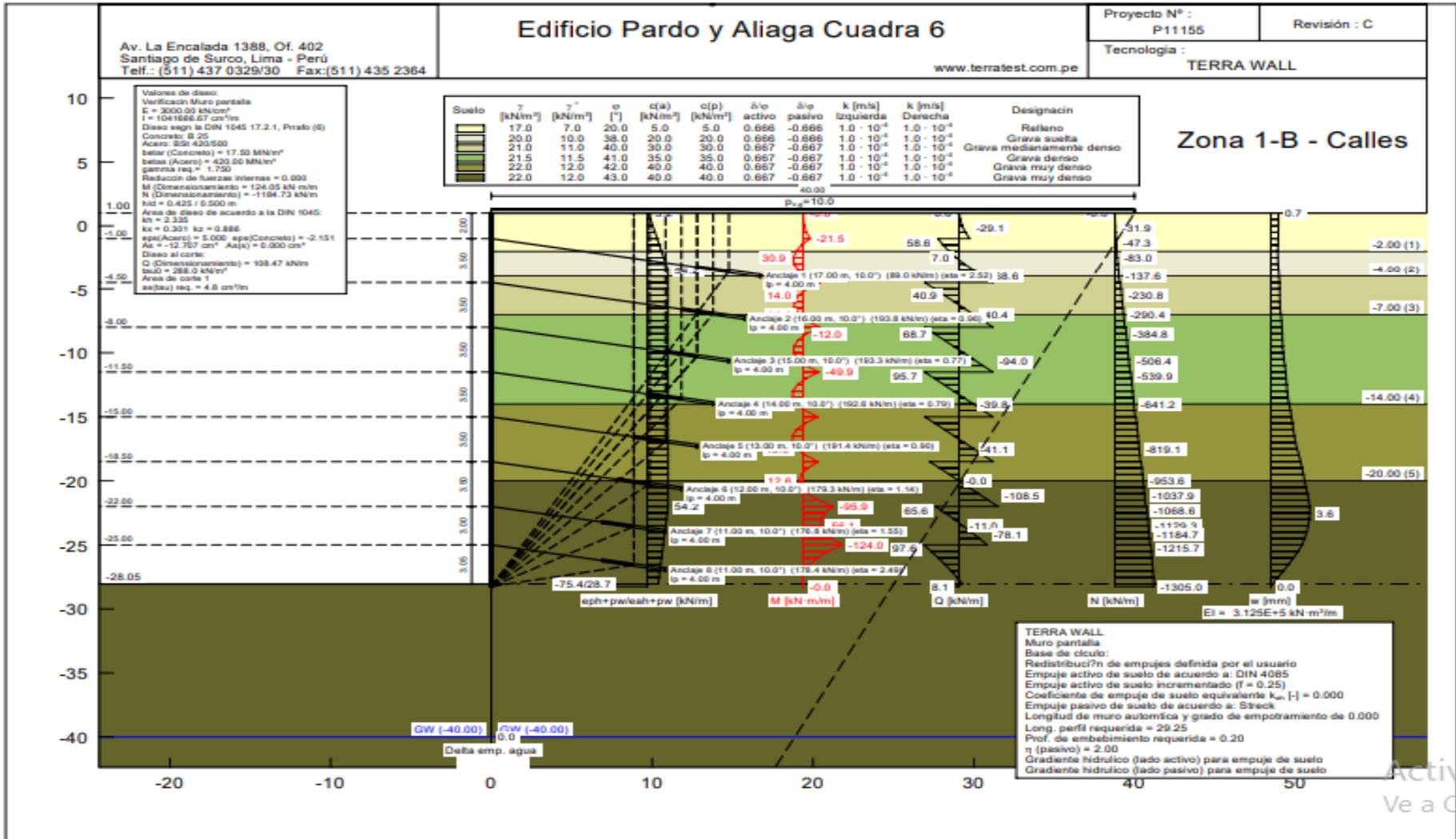
Anexo 13: Modelo de anclaje en el terreno de muros anclados zona 1-A



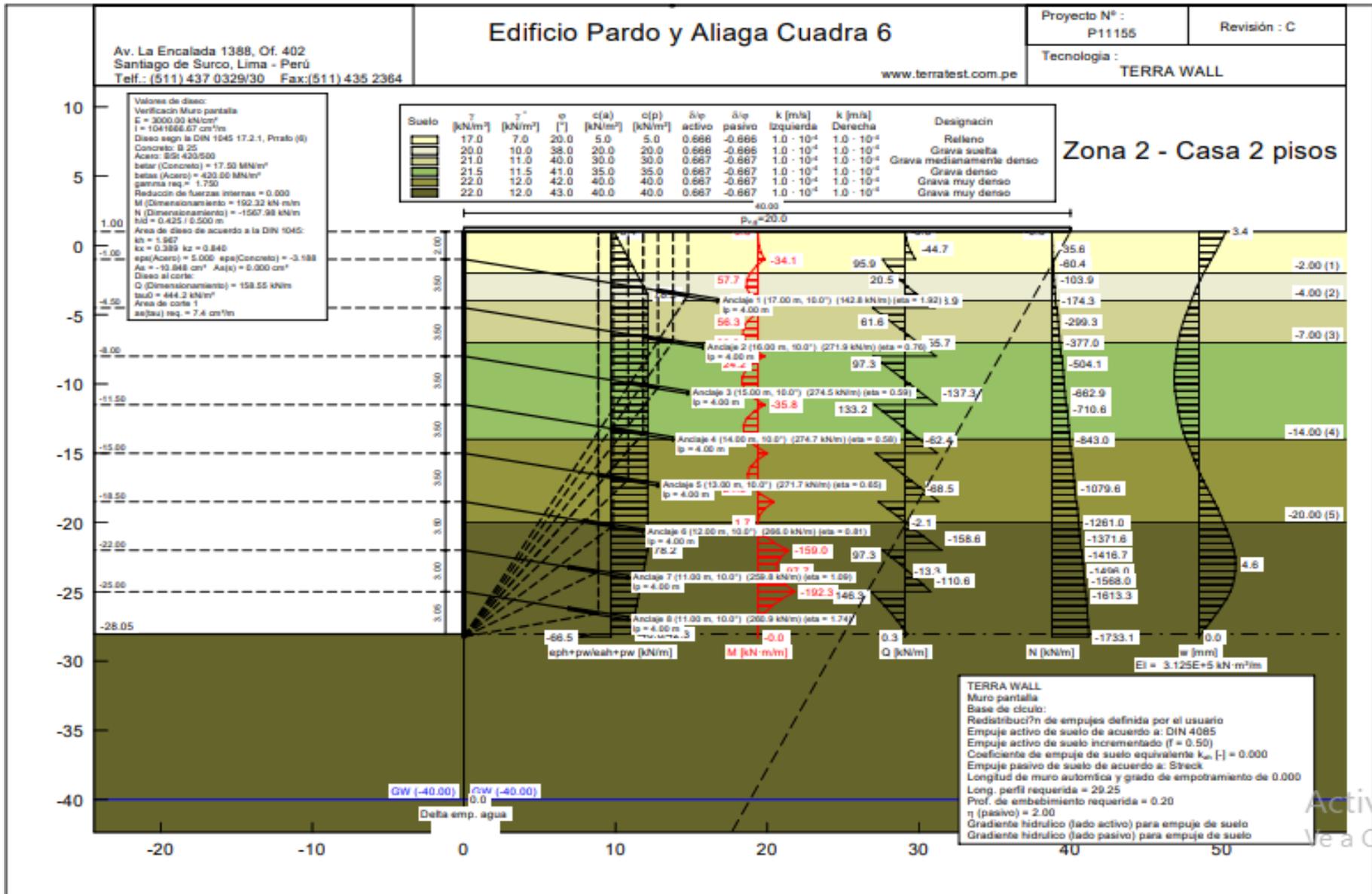
Anexo 14: Modelo de anclaje en el terreno de muros anclados zona 1-A-2



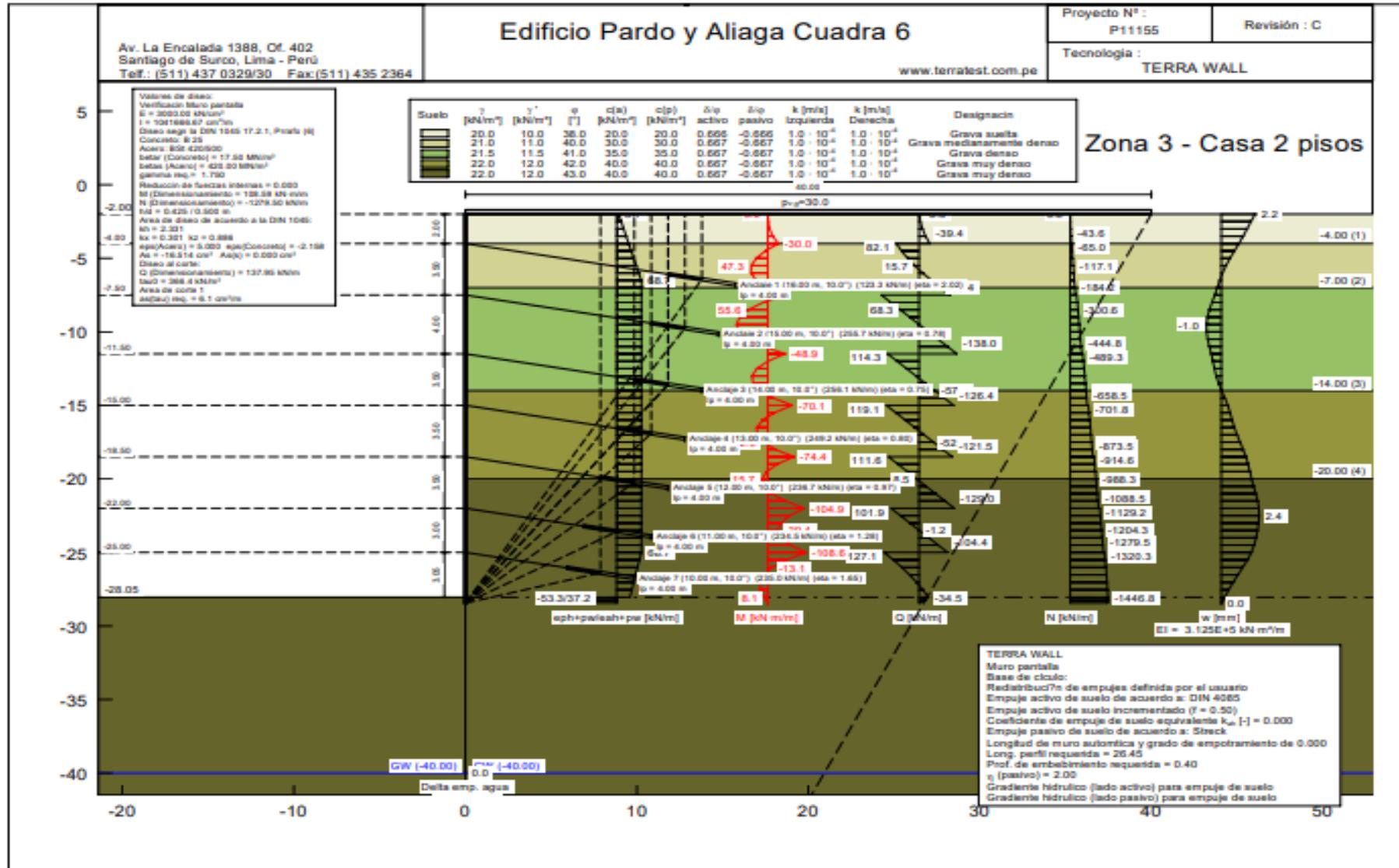
Anexo 15: Modelos de calculo zona 1-B-Calles



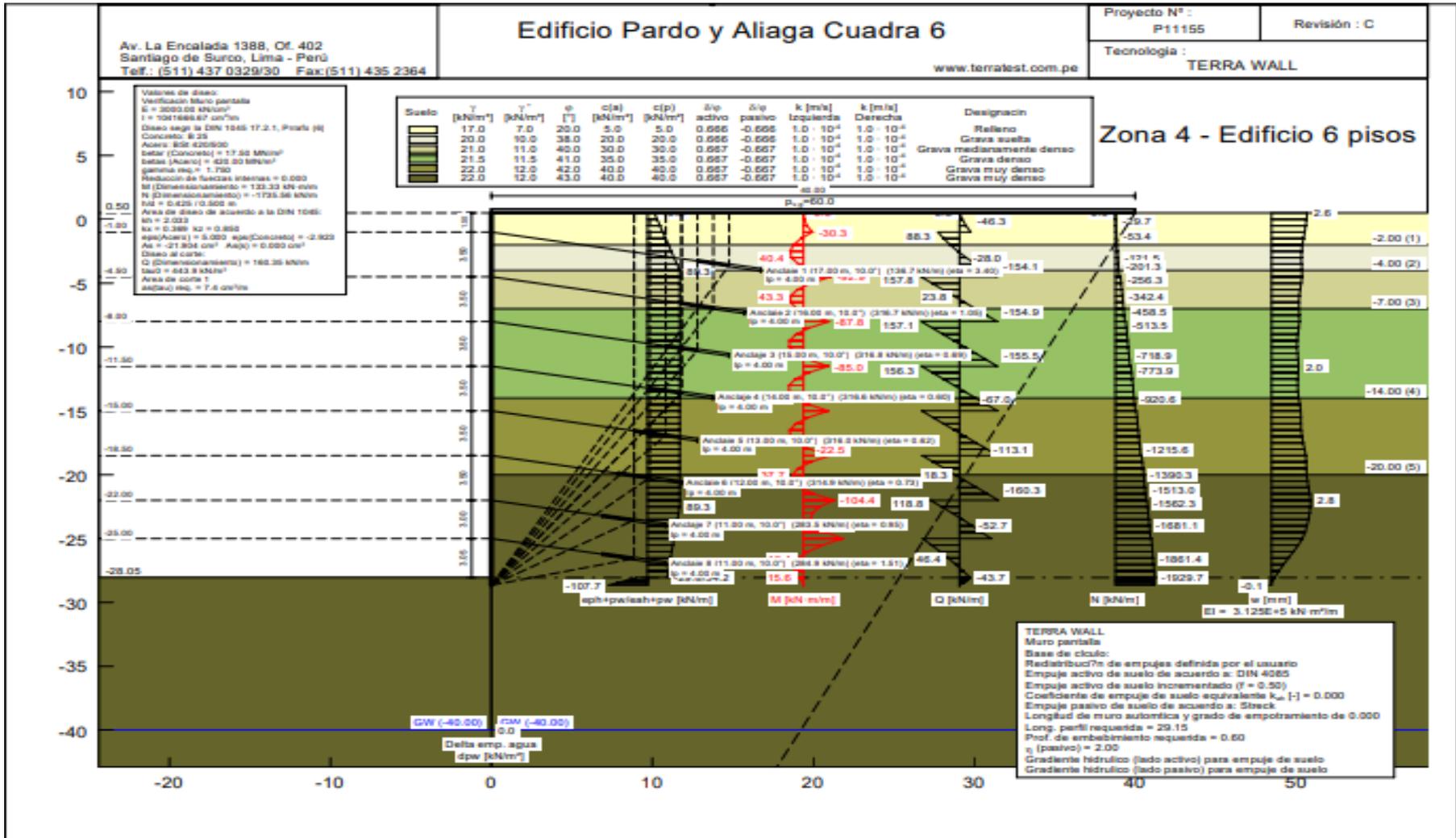
Anexo 16: Modelos de calculo zona 2-Casa 2 pisos



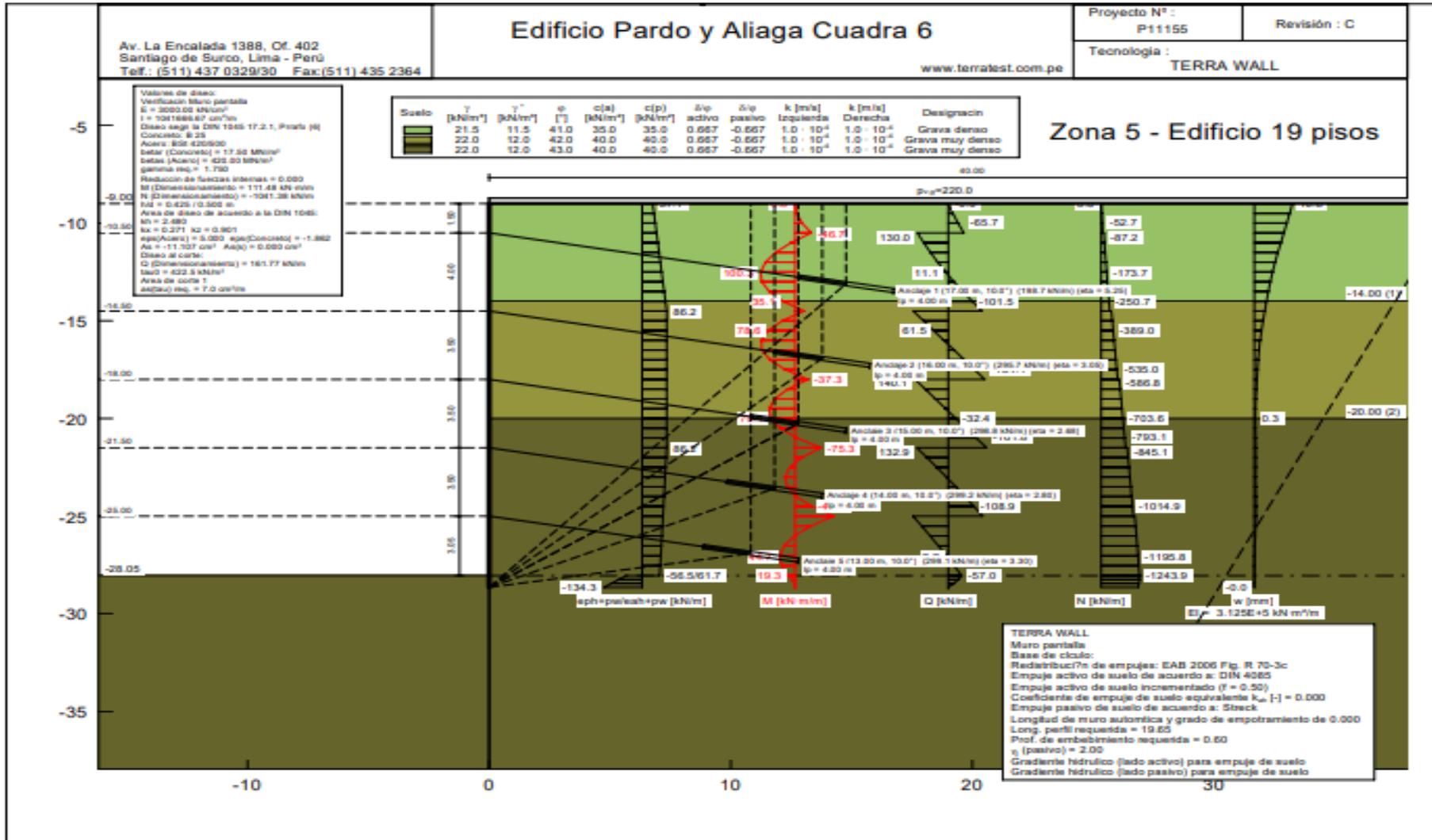
Anexo 17: Modelos de calculo zona 3-Casa 2 pisos



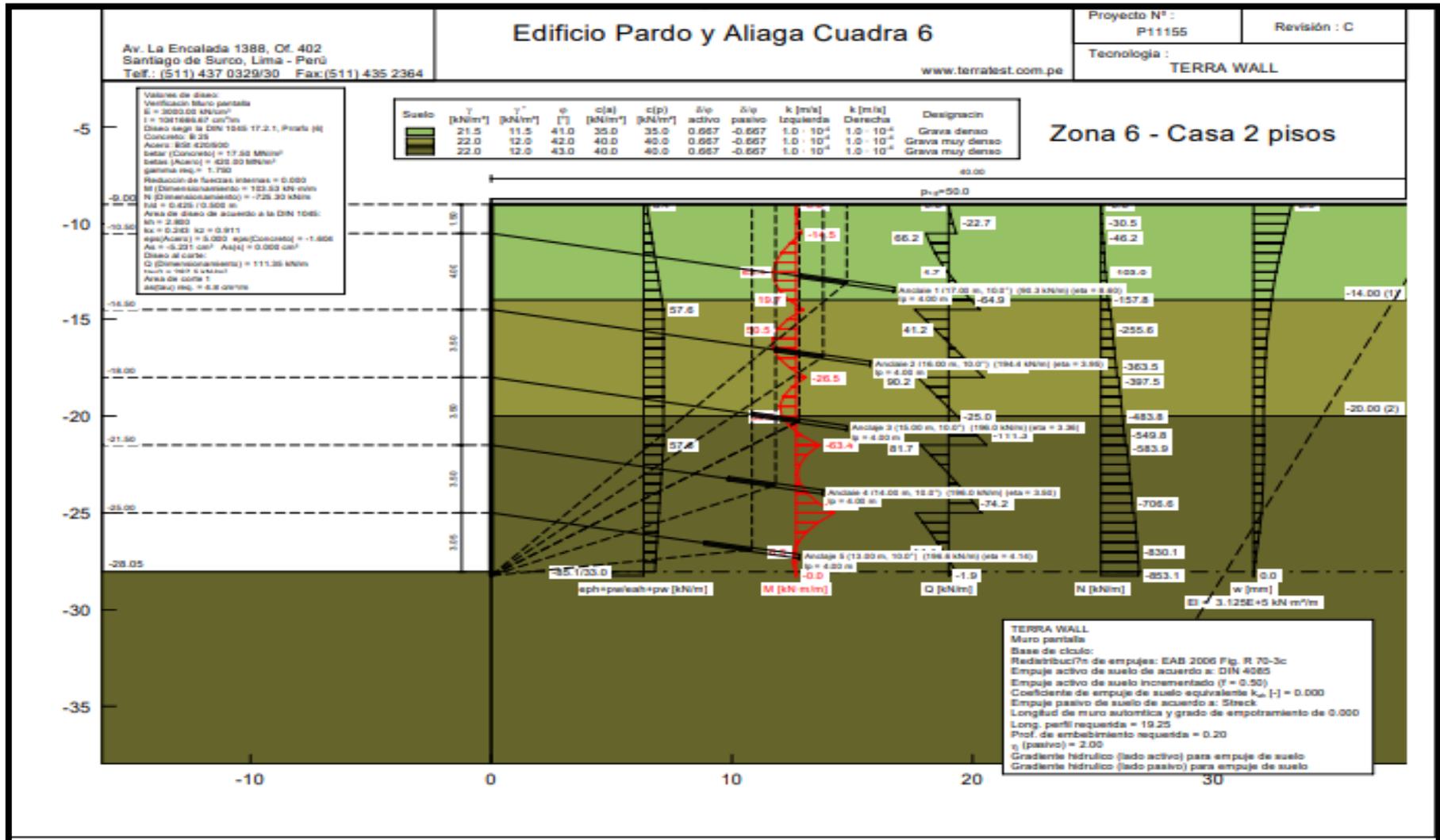
Anexo 18: Modelos de calculo zona 4-Edificio 6 pisos



Anexo 19: Modelos de calculo zona 5- edificio 19 pisos



Anexo 20: Modelos de calculo zona 6-Casa 2 pisos



Anexo 21: panel fotografico

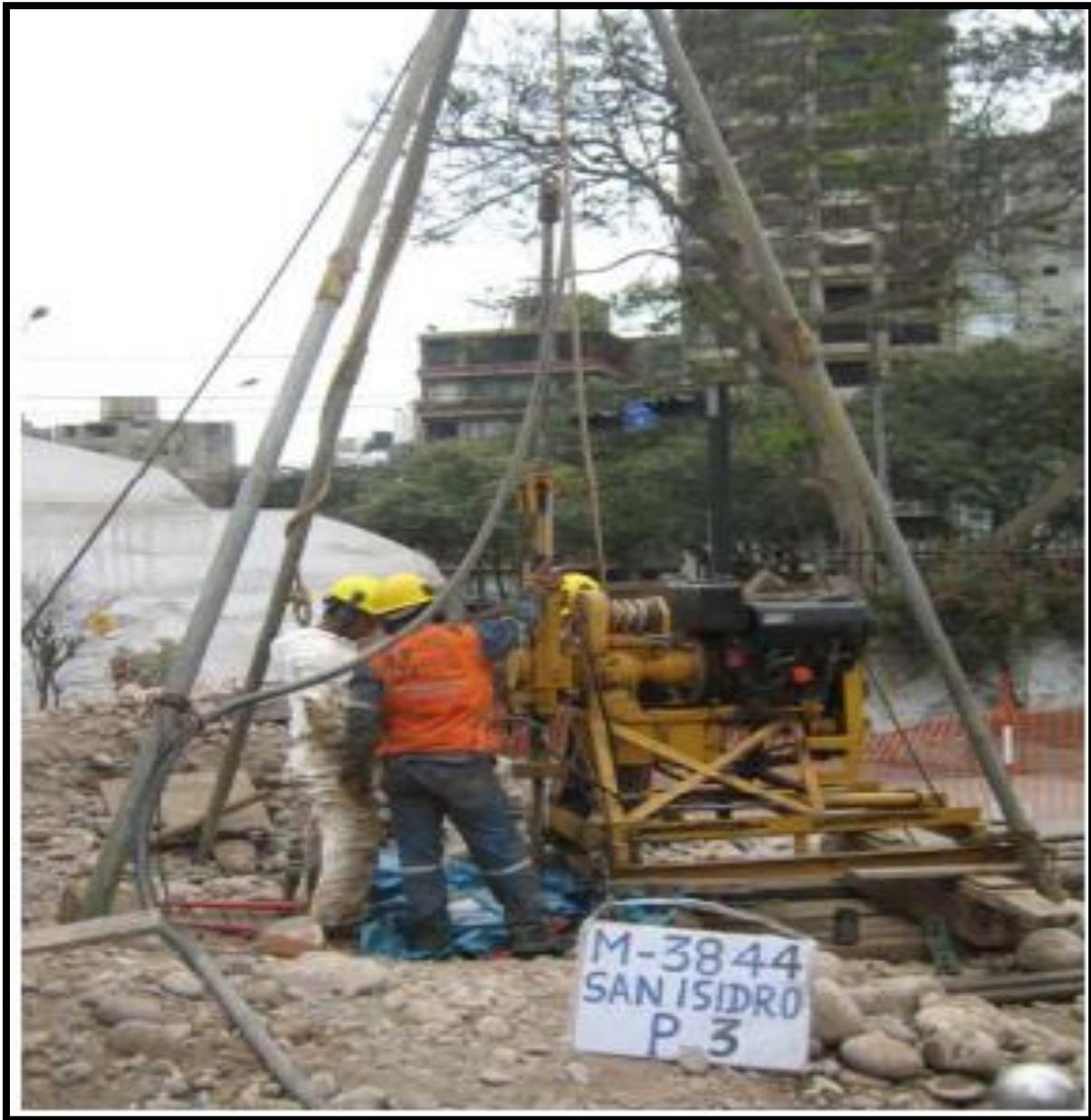


Foto 1: Perforación de calicatas del proyecto P-3



Foto 2: Perforación de calicatas del proyecto



Foto 3: Riego del proyecto para evitar poluciones



Foto 4: Excavaciones en el trabajo



Foto 5: Excavación primer anillo

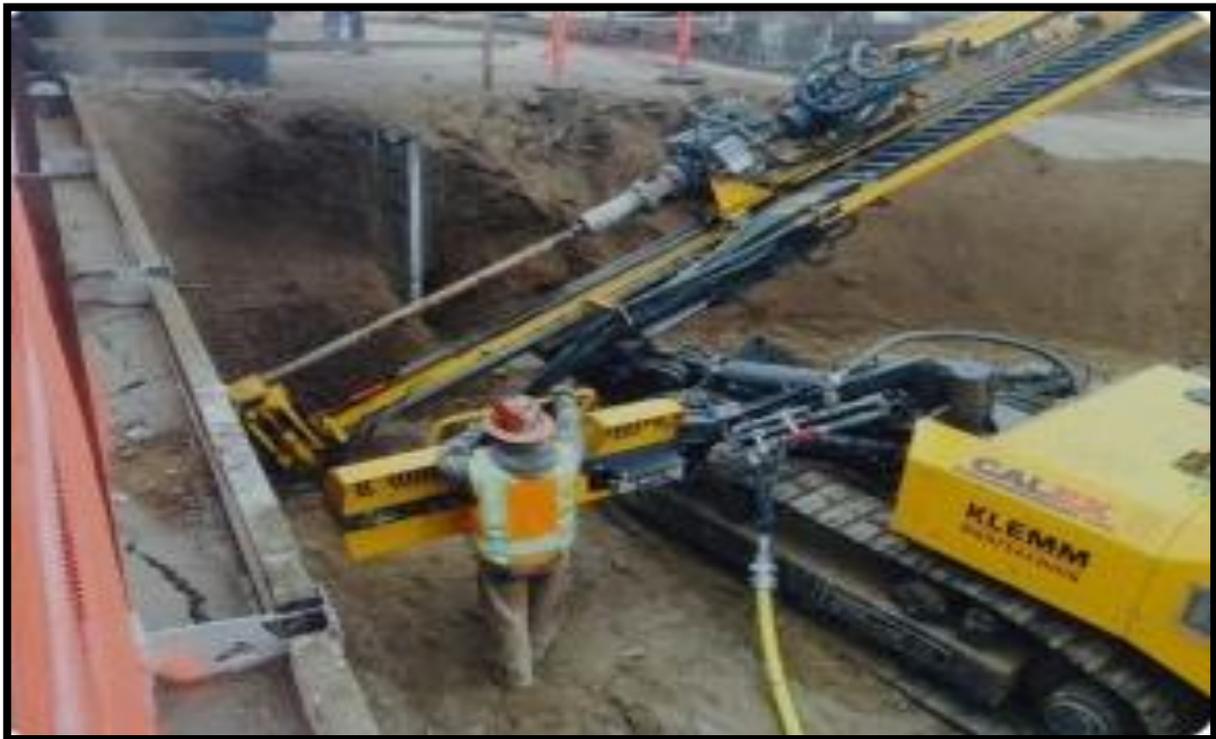


Foto 6: Colocación de anclajes



Foto 7: Colocación de armadura de acero



Foto 8: Vaciado de concreto



Foto 9: Desencofrado de muros



Foto 10: Reuniones semanales