



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**OPTIMIZACIÓN DE INFORMACIÓN EN LA EJECUCIÓN DE
UNA EDIFICACIÓN MEDIANTE MODELAMIENTO BIM Y
PLANIFICACIÓN LAST PLANNER SYSTEM**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. JHERSON MARIO QUENTA QUIÑONEZ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PUNO – PERÚ

2021



DEDICATORIA

A Dios, por brindarme salud y estar conmigo en los momentos más difíciles iluminando mi camino, por permitirme conocer a compañeros y amigos que me brindaron su apoyo y confianza en mi vida universitaria.

A mi madre Nery Eleuteria Quiñonez Larico, quien con su amor y apoyo incondicional lograron darme la educación y valores que hay en mi vida, por brindarme su confianza en cada decisión de mi vida y por ser un ejemplo para mí.

A mi padre Mario José Quenta Velazco, por el inmenso apoyo en mi educación, por enseñarme los valores que me permitieron ser una persona noble y responsable, y por ser un ejemplo en mi vida personal y profesional.

A mi familia, quienes siempre me mostraron su cariño y confianza y por los cuales siempre tendrán un lugar en mi corazón, a mis abuelos y tíos, que desde el cielo me protegen y guían mi camino en esta aventura llamada vida.



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme la vida y darme una familia bondadosa, por darme la sabiduría que me ayudo a lograr cada una de mis metas propuestas y por ser la compañía en todo momento y permitirme vivir las experiencias personales y profesionales más satisfactorias de mi vida.

Agradezco a mis padres por darme el apoyo emocional en la realización de esta investigación e incentivarme a seguir cosechando más logros profesionales y por cada uno de sus consejos que me dan la tranquilidad para poder cumplir mis metas.

Agradezco a la Universidad Nacional del Altiplano y la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por la formación profesional impartida en sus aulas y permitirme conocer a grandes compañeros de estudio. De la misma manera agradezco a mi Asesor de Tesis por la orientación y apoyo en la realización de esta investigación, a mis jurados de tesis, por el apoyo para hacer realidad el presente trabajo y a los docentes de la EPIC, por brindarme sus conocimientos y compartir sus experiencias y consejos profesionales a lo largo de mi vida universitaria.

Agradezco al arquitecto Juan Murillo y el equipo técnico quienes de manera desinteresada y acogedora me permitieron realizar mi trabajo de investigación y al personal obrero de la obra de Ingeniería Electrónica por la colaboración y apoyo.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	
RESUMEN	15
ABSTRACT.....	16

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.2.1. Pregunta General.....	18
1.2.2. Preguntas Específicas.....	18
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.3.1. Objetivo General	19
1.3.2. Objetivos Específicos.....	19
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	19

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES.....	21
2.2. MARCO TEÓRICO.....	27
2.2.1. BUILDING INFORMATION MODELING (BIM).....	27
2.2.2. CARACTERÍSTICAS DEL BIM	29
2.2.3. MODELO PARAMÉTRICO	31
2.2.4. LEVEL OF DEVELOPMENT (LOD).....	32
2.2.5. PROYECTO BIM	34



2.2.6. ESTÁNDARES BIM	35
2.2.7. GESTIÓN VISUAL	39
2.2.8. MODELOS BIM 4D	41
2.2.9. BENEFICIOS DEL BIM EN LA CONSTRUCCIÓN.....	42
2.2.10. SOFTWARES BIM	48
2.2.11. ACTUALIDAD DE BIM EN EL MUNDO	50
2.2.12. ACTUALIDAD DE BIM EN PERÚ	53
2.2.13. LEAN CONSTRUCTION	56
2.2.14. LAST PLANNER SYSTEM (LPS)	59
2.2.15. COMPONENTES DEL LAST PLANNER SYSTEM	63
2.2.16. MEDICIÓN DE DESEMPEÑO	67
2.2.17. SECTORIZACIÓN	68
2.2.18. SINERGIA ENTRE BIM Y LEAN CONSTRUCTION	69

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	72
3.1.1. Aspectos Generales	72
3.1.2. Estado actual de la Infraestructura	73
3.1.3. Descripción del proyecto.....	74
3.1.4. Descripción física de la meta del proyecto	74
3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	76
3.2.1. Tipo de Investigación	76
3.2.2. Nivel de Investigación.....	77
3.2.3. Población.....	77
3.2.4. Muestra.....	77
3.3. METODOLOGÍA DE TRABAJO	77
3.3.1. Procedimiento para la aplicación de metodología BIM	78
3.3.2. Procedimiento para la aplicación de Last Planner System.....	78



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS MODELOS BIM	80
4.1.1. MODELAMIENTO BIM DEL PROYECTO.....	80
4.1.2. USOS BIM DESARROLLADOS EN EL PROYECTO	143
4.2. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA PLANIFICACIÓN LAST PLANNER SYSTEM	156
4.2.1. DESARROLLO DEL PROGRAMA MAESTRO.....	156
4.2.2. PRESENTACIÓN DE LOS MODELOS 3D.....	159
4.2.3. PLANIFICACIÓN INTERMEDIA (LOOK AHEAD)	161
4.2.4. ANÁLISIS DE RESTRICCIONES	164
4.2.5. PLANIFICACIÓN SEMANAL.....	170
4.2.6. REVISIÓN DEL PLAN SEMANAL.....	173
4.3. MARCO NORMATIVO Y LEGAL.....	183
4.4. DISCUSIÓN	185
V. CONCLUSIONES.....	187
VI. RECOMENDACIONES.....	189
VII. REFERENCIAS.....	190
ANEXOS.....	196

Tema : Innovación en la Construcción

Área : Construcciones

Línea de Investigación: Construcciones y Gerencia

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 27 de enero de 2021.



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ciclo de vida del modelo BIM	28
Figura 2 Diferencias entre dibujo manual, CAD y BIM.....	29
Figura 3 Elementos principales de la tecnología BIM.....	30
Figura 4 Características del sistema BIM	31
Figura 5 LOD de un proyecto	33
Figura 6 Integración de especialidades de un proyecto BIM.....	35
Figura 7 Estandarización de información en modelos BIM	36
Figura 8 Parámetros del elemento	37
Figura 9 Creación de puntos de vista.....	38
Figura 10 Evolución de la comunicación y herramientas visuales.....	39
Figura 11 Interfaz gráfica de simulación 4D	41
Figura 12 Tablas de planificación.....	43
Figura 13 Vista de Modelo BIM en proceso constructivo.....	44
Figura 14 Interferencias entre estructura y tubería	45
Figura 15 Integridad del modelo BIM y planos 2D.....	45
Figura 16 Simulación de construcción por niveles de una edificación.....	46
Figura 17 BIM como soporte de Last Planner	47
Figura 18 Adopción de BIM en Norte América	51
Figura 19 Fomentación de BIM en el mundo	51
Figura 20 BIM en Latinoamérica.....	52
Figura 21 Protocolos BIM – CAPECO – Comité BIM 2014	54
Figura 22 Incorporación de BIM en el D.L. N° 1444.....	55
Figura 23 Plan BIM Perú	56
Figura 24 Ciclo Lean Startup basado en el pensamiento Lean.....	57
Figura 25 Los siete desperdicios.....	58
Figura 26 Planificación tradicional vs Planificación Last Planner System	60
Figura 27 Fases del Last Planner System	62
Figura 28 Look ahead de 05 semanas	65
Figura 29 Análisis de restricciones en Look Ahead	66
Figura 30 Entregas de Plan semanal	67
Figura 31 Propuestas de sectorización de un mismo proyecto	69
Figura 32 Tecnología BIM y filosofía Lean durante la vida útil de una edificación.....	70



Figura 33 Ubicación del proyecto en la ciudad universitaria	72
Figura 34 Crecimiento estudiantil de la EPIE en los últimos cinco años	74
Figura 35 Ampliación en el tercer nivel	75
Figura 36 Fachada Este del proyecto	76
Figura 37 Fachada Norte del proyecto.....	76
Figura 38 Plano de Arquitectura A-12 Distribución Primer Nivel.....	82
Figura 39 Plano de Arquitectura A-18 Corte A-A y B-B.....	82
Figura 40 Exportación de ejes y niveles a Revit.....	83
Figura 41 Modelo BIM – Primer nivel Arquitectura.....	84
Figura 42 Modelo BIM – Segundo nivel Arquitectura.....	84
Figura 43 Modelo BIM – Corte en modelo 3D	85
Figura 44 Modelo BIM – Tercer nivel Arquitectura	85
Figura 45 Asignación de parámetros en los elementos del modelo BIM.....	86
Figura 46 Modelo BIM – Azotea Arquitectura	87
Figura 47 Modelo BIM 3D Especialidad Arquitectura	87
Figura 48 Modelo BIM 3D Corte Especialidad Arquitectura.....	88
Figura 49 Creación de Tablas de Planificación para metrado	89
Figura 50 Muros de Ladrillo King Kong (Soga) en Primer, Segundo, Tercer nivel y Azotea.....	90
Figura 51 Comparación de metrados de Arquitectura del Expediente Técnico vs Modelo BIM	104
Figura 52 Variación en porcentaje de metrados de Arquitectura del Modelo BIM respecto al Expediente Técnico	105
Figura 53 Diferencia en costo ganado según Modelo BIM respecto al Expediente Técnico – Arquitectura.....	107
Figura 54 Diferencia en tiempo ganado según Modelo BIM respecto al Expediente Técnico – Arquitectura.....	109
Figura 55 Plano de Enrocado E-02 del Expediente Técnico	110
Figura 56 Plano de Sobrecimientos E-06 del Expediente Técnico.....	111
Figura 57 Plano de Columnas E-07 del Expediente Técnico	111
Figura 58 Ejes en el modelo BIM Estructuras.....	112
Figura 59 Modelo de elementos estructurales existentes.....	113
Figura 60 Encamisado de columnas en el Primer Nivel.....	113
Figura 61 Existencia de Vigas de Cimentación	114



Figura 62 Plano de cimentaciones de expediente técnico.....	114
Figura 63 Modelado de Enrocado sin vigas de cimentación	115
Figura 64 Modelamiento de Losa de Cimentación	117
Figura 65 Losa de cimentación con refuerzo a las vigas de cimentación.....	117
Figura 66 Niveles de Losa de Cimentación y sobrecimientos en ejes.....	118
Figura 67 Acero en Encamisado de Columnas y Placas Verticales	119
Figura 68 Elevación principal del modelo BIM – Estructuras	119
Figura 69 Modelo BIM 3D de la Especialidad Estructuras	121
Figura 70 Elementos nuevos en el Modelo BIM – Estructuras	121
Figura 71 Columnas rectas nuevas a construir	126
Figura 72 Parapetos de concreto nuevos a construir en la Azotea.....	128
Figura 73 Volumen de Losa de Cimentación adicional y deductivo.....	131
Figura 74 Comparación de metrados de Estructuras del Expediente Técnico vs Modelo BIM	137
Figura 75 Variación en porcentaje de metrados de Estructuras del Modelo BIM respecto al Expediente Técnico	138
Figura 76 Diferencia en costo ganado según Modelo BIM respecto al Expediente Técnico – Estructuras	140
Figura 77 Diferencia en tiempo ganado según Modelo BIM respecto al Expediente Técnico – Estructuras	142
Figura 78 Visualización de elementos estructurales existentes	143
Figura 79 Visualización de los elementos estructurales nuevos y existentes	144
Figura 80 Vista de alzados Sur y Oeste del Modelo BIM – Estructuras	144
Figura 81 Vistas obtenidas del Modelo BIM – Estructuras.....	145
Figura 82 Ejemplo de incompatibilidad en Placa de concreto armado PL-10.....	145
Figura 83 Proceso constructivo de la Placa de concreto armado PL-10.....	146
Figura 84 Formato de Registro de Request for Information (RFI).....	147
Figura 85 Modelado de elementos verticales	149
Figura 86 Ejemplo de tabla de planificación en el Modelo BIM – Estructuras.....	150
Figura 87 Modelo BIM del proyecto en la interfaz de trabajo de Navisworks	151
Figura 88 Interferencia detectada entre Viga-Muro en el Tercer nivel	151
Figura 89 Adición del parámetro tiempo al Modelo BIM del proyecto	152
Figura 90 Simulación Constructiva del nivel Enrocado	153
Figura 91 Simulación Constructiva del nivel de Cimentación	153



Figura 92 Simulación Constructiva del Primer Nivel.....	154
Figura 93 Simulación Constructiva del Segundo Nivel.....	154
Figura 94 Simulación Constructiva del Tercer Nivel	155
Figura 95 Simulación Constructiva del nivel Azotea	155
Figura 96 Cronograma de obra según Expediente Técnico	156
Figura 97 Propuesta 1 de Sectorización del Modelo 3D	160
Figura 98 Propuesta 2 de Sectorización del Modelo 3D	160
Figura 99 Propuesta 3 de Sectorización del Modelo 3D	161
Figura 100 Ejemplo de Look ahead N° 1 de la Semana 14 a la Semana 17.....	162
Figura 101 Ejemplo de Análisis de Restricciones de la semana 16.....	166
Figura 102 Total de restricciones en Lookahead N° 1.....	168
Figura 103 Total de restricciones en Lookahead N° 2.....	168
Figura 104 Total de restricciones en Lookahead N° 3.....	169
Figura 105 Distribución de Restricciones.....	170
Figura 106 Ejemplo de Planificación Semanal por sectores y actividad.....	172
Figura 107 Exposición de las actividades a ejecutarse durante la semana al personal obrero.....	173
Figura 108 Resultados de PPC del Lookahead N° 1	175
Figura 109 Resultados de PPC del Lookahead N° 2	178
Figura 110 Resultados de PPC del Lookahead N° 3	180
Figura 111 Resultados Totales de PPC.....	181
Figura 112 Resultados de PPC Acumulado.....	181
Figura 113 Frecuencias de Causas de No Cumplimiento	182



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Softwares para aplicaciones BIM	49
Tabla 2 Interacción entre Lean y BIM.....	71
Tabla 3 Cuadro de Áreas a intervenir por niveles	75
Tabla 4 Lista de planos de Arquitectura empleados en el proyecto	80
Tabla 5 Lista de planos de Estructuras empleados en el proyecto.....	81
Tabla 6 Partidas de Estudio de la Especialidad de Arquitectura	88
Tabla 7 Metrado de Muro de Ladrillo King Kong (Cabeza)	89
Tabla 8 Metrado de Muro de Ladrillo King Kong (Soga).....	90
Tabla 9 Metrado de Tabiquería con Glypac de 15.9mm	91
Tabla 10 Metrado de Tarrajeo en Muros Interiores	91
Tabla 11 Metrado de Tarrajeo en Muros Exteriores.....	92
Tabla 12 Metrado de Tarrajeo en Columnas y Placas rectas	92
Tabla 13 Metrado de Contra Piso de 48mm	93
Tabla 14 Metrado de Piso Gres Porcelánico Tablón Madera Miel.....	93
Tabla 15 Metrado de Piso Porcelanato Súper White	94
Tabla 16 Metrado de Piso Cerámico Amore Oxido	94
Tabla 17 Metrado de Piso Terrazo Pulido	95
Tabla 18 Metrado de Piso Vinílico	95
Tabla 19 Metrado de Piso Parquet Bálsamo Oscuro	96
Tabla 20 Metrado de Piso de Cemento con Aditivo Impermeabilizante	96
Tabla 21 Cuadro Comparativo de Muro de Ladrillo King Kong (Cabeza)	97
Tabla 22 Cuadro Comparativo de Muro de Ladrillo King Kong (Soga).....	97
Tabla 23 Cuadro Comparativo de Tabiquería con Glypac de 15.9mm	98
Tabla 24 Cuadro Comparativo de Tarrajeo en Muros Interiores.....	98
Tabla 25 Cuadro Comparativo de Tarrajeo en Muros Exteriores.....	99
Tabla 26 Cuadro Comparativo de Tarrajeo en Columnas y Placas Rectas	99
Tabla 27 Cuadro Comparativo de Contra piso de 48mm	100
Tabla 28 Cuadro Comparativo de Piso Gres Porcelanico Tablón Madera Miel	100
Tabla 29 Cuadro Comparativo de Piso Porcelanato Súper White	100
Tabla 30 Cuadro Comparativo de Piso Cerámico Amore Oxido	101
Tabla 31 Cuadro Comparativo de Piso Terrazo Pulido	101
Tabla 32 Cuadro Comparativo de Piso Vinílico.....	101



Tabla 33 Cuadro Comparativo de Piso Parquet Bálsamo Oscuro	102
Tabla 34 Cuadro comparativo de Piso de Cemento con Aditivo Impermeabilizante...	102
Tabla 35 Resumen de diferencia de metrados del modelo BIM de Arquitectura respecto al Expediente Técnico	103
Tabla 36 Diferencia en Costo según Modelo BIM respecto al Expediente Técnico – Arquitectura.....	106
Tabla 37 Diferencia en Tiempo según Modelo BIM respecto al Expediente Técnico – Arquitectura.....	108
Tabla 38 Descripción de RFI sobre vigas de cimentación existentes.....	116
Tabla 39 Partidas de estudio de la Especialidad de Estructuras	120
Tabla 40 Metrado de Enrocado de Zapatas	122
Tabla 41 Metrado de Cimientos Corridos.....	122
Tabla 42 Metrado de Sobrecimientos	123
Tabla 43 Metrado de Falso Piso de 4”	123
Tabla 44 Metrado de Losa de Cimentación	124
Tabla 45 Metrado de Losa de Cimentación – Adicional	124
Tabla 46 Metrado de Sobrecimiento Reforzado	125
Tabla 47 Metrado de Placas Verticales.....	125
Tabla 48 Metrado de Columnas Rectas	126
Tabla 49 Metrado de Vigas Horizontales	127
Tabla 50 Metrado de Losa Maciza	127
Tabla 51 Metrado de Parapeto de Concreto.....	128
Tabla 52 Cuadro Comparativo de Enrocado de Zapatas	129
Tabla 53 Cuadro Comparativo de Cimientos Corridos	129
Tabla 54 Cuadro Comparativo de Sobrecimientos	130
Tabla 55 Cuadro Comparativo de Falso Piso de 4”.....	130
Tabla 56 Cuadro Comparativo de Losa de Cimentación.....	130
Tabla 57 Cuadro Comparativo de Losa de Cimentación (Adicional)	131
Tabla 58 Cuadro Comparativo de Sobrecimiento Reforzado.....	132
Tabla 59 Cuadro Comparativo de Placas Verticales	132
Tabla 60 Cuadro Comparativo de Columnas Rectas	133
Tabla 61 Cuadro Comparativo de Vigas Horizontales	133
Tabla 62 Cuadro Comparativo de Losa Maciza	134
Tabla 63 Cuadro Comparativo de Parapeto de Concreto Armado	134



Tabla 64 Resumen de diferencia de metrados del modelo BIM de Estructuras respecto al Expediente Técnico	135
Tabla 65 Metrado adicional de Losa de Cimentación	136
Tabla 66 Costo adicional de Losa de Cimentación.....	136
Tabla 67 Tiempo adicional para Losa de Cimentación	136
Tabla 68 Diferencia en Costo según Modelo BIM respecto al Expediente Técnico – Estructuras	139
Tabla 69 Diferencia en Tiempo según Modelo BIM respecto al Expediente Técnico – Estructuras	141
Tabla 70 RFI generados en la especialidad Arquitectura	148
Tabla 71 RFI generados en la especialidad Estructuras	148
Tabla 72 Elementos modelados para visualización 4D	152
Tabla 73 Relación de dependencia entre partidas de estudio para Plan Maestro	157
Tabla 74 Duración estimada para cada partida de estudio.....	158
Tabla 75 Partidas de seguimiento para la Planificación Intermedia (Lookahead)	163
Tabla 76 Distribución de Planificación Intermedia	164
Tabla 77 Resumen de restricciones por cada semana de estudio	167
Tabla 78 Actividades Programadas del Lookahead N° 1	174
Tabla 79 Porcentaje de Plan Completado del Lookahead N°1	175
Tabla 80 Actividades Programadas del Lookahead N° 2	176
Tabla 81 Porcentaje de Plan Completado del Lookahead N° 2.....	177
Tabla 82 Actividades Programadas del Lookahead N° 3	178
Tabla 83 Porcentaje de Plan Completado del Lookahead N° 3	179



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

- BIM : Building Information Modeling
- LPS : Last Planner System
- CAD : Computer-Aided Design (Diseño Asistido por Computadora)
- LOD : Level of Development (Nivel de Desarrollo)
- RFI : Request for Information (Requerimiento de Información)
- IFC : Formato de Intercambio de Información
- LCI : Lean Construction Institute
- PPC : Porcentaje de Plan Cumplido
- CNC : Causas de No Cumplimiento
- CAPECO: Cámara Peruana de la Construcción
- UNA : Universidad Nacional del Altiplano



RESUMEN

La investigación tiene por objetivo evaluar la influencia de la aplicación de modelos BIM conjuntamente con una planificación Last Planner System en la etapa de ejecución de la obra “Mejoramiento del Servicios de Laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional del Altiplano” para obtener mejoras en la gestión de la información y optimización de la programación de obra. Se realizó un modelamiento tridimensional en base a la documentación técnica del expediente técnico del cual se obtuvieron metrados más confiables y solución de 7 interferencias de los cuales se obtuvo un ahorro total de S/. 47,357.44 en Costo lo que representa un 2.06% del costo directo y 57 días calendario en Tiempo lo que representa un 15.83% del tiempo de ejecución total de la obra. Además, se aplicó las herramientas del Last Planner en sus tres niveles de planificación y se midió el desempeño obteniéndose un PPC acumulado de 83% en las actividades programadas. Finalmente se concluye que la influencia de los modelos BIM desarrollan proyectos con mayor confiabilidad y simultáneamente con la planificación Last Planner aumenta la productividad en relación al costo y tiempo reduciendo la incertidumbre en comparación a las obras ejecutadas de manera tradicional.

Palabras Clave: Optimización de información, BIM, Last Planner System, Edificaciones, PPC.



ABSTRACT

The objective of the research is to evaluate the influence of the application of BIM models together with a Last Planner System planning in the stage of execution of the work "Improvement of Laboratory Services of the Professional School of Electronic Engineering of the National University of the Altiplano" to obtain improvements in the management of information and optimization of the work schedule. A three-dimensional modeling was carried out based on the technical documentation of the technical file from which more reliable measurements and solution of 7 interferences were obtained, of which a total saving of S /. 47,357.44 in Cost which represents 2.06% of the direct cost and 57 calendar days in Time which represents 15.83% of the total execution time of the work. In addition, Last Planner tools were applied in its three planning levels and performance was measured, obtaining an accumulated PPC of 83% in scheduled activities. Finally, it is concluded that the influence of BIM models develops projects with greater reliability and simultaneously with Last Planner planning increases productivity in relation to cost and time, reducing uncertainty compared to works executed in a traditional way.

Key Words: Information optimization, BIM, Last Planner System, Buildings, PPC.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los proyectos de construcción en el Perú comúnmente se encuentran sujetos a múltiples errores, incompatibilidades e incongruencias en las fases de diseño. Esto conduce a problemas en los procesos constructivos generando sobrecostos, correcciones de errores en la ejecución, menor calidad de construcción y retrasos en los cronogramas de ejecución, factores que conjuntamente hacen de la construcción una industria poco competitiva en el país. “Las pérdidas que se originan en la construcción tienen diferentes causas siendo una de las más importantes la no optimización de los proyectos y el inadecuado seguimiento durante la etapa de construcción” (Goyzueta & Puma, 2016, p.19).

Como refieren autores de investigaciones similares “Cada vez es más evidente el hecho de que este sector necesita de cambios profundos. Ya no es posible enfrentar la complejidad de los proyectos actuales con técnicas de diseño y gestión de hace más 15 años” (Goyzueta & Puma, 2016, p.22)

La Universidad Nacional del Altiplano es una institución superior de estudios universitarios que a través de la Oficina General de Infraestructura Universitaria (OGIU) busca dotar de infraestructura educativa a las distintas escuelas profesionales y también se encarga de la construcción de infraestructura de investigación, administrativas, culturales, etc. que son parte de la ciudad universitaria. En ese contexto, según la Oficina de Obras de la OGIU más del 80% de las obras presentan retrasos en la ejecución y que la totalidad de las mismas registran montos de inversión adicionales.



Por otra parte, la UNA Puno es una entidad dependiente del estado y además cuenta con recursos directamente recaudados con los que vienen ejecutando un plan de expansión de infraestructura educativa a corto y mediano plazo, como parte de este plan la elaboración de estudios y ejecución de proyectos de construcción se ha venido desarrollando con la misma metodología tradicional de hace más de 15 años sin tener en cuenta la evolución de la complejidad que el sector de la construcción ha venido experimentando.

La desactualización de las metodologías de trabajo en la construcción seguirá generando mayores costos tanto directos como indirectos y mayores tiempos en la ejecución de los proyectos debido a la falta de información, problemas de compatibilidad entre planos, información, falta de planificación, etc.

La aplicación de modelos BIM y planificación Last Planner System pretende optimizar la gestión de una obra en la etapa de ejecución a través de la aplicación conjunta de un modelo paramétrico el cual genere la cuantificación de materiales más confiable y una planificación a detalle de las actividades del proyecto y de esta manera controlar los costos y tiempos durante el proceso constructivo.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Pregunta General

¿De qué manera se puede optimizar la información en la ejecución de una edificación mediante modelamiento BIM y planificación Last Planner System?

1.2.2. Preguntas Específicas

- ¿De qué manera influye el modelo paramétrico generado a partir de la documentación técnica para la subsanación de interferencias y cuantificación de materiales en el costo y tiempo del proyecto?



- ¿Cómo influye la aplicación de la planificación Last Planner System en la realización de las actividades más significativas del proyecto?
- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de la aplicación de modelos BIM y Last Planner System para la optimización de información en la etapa de ejecución?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo General

Optimizar la información en la ejecución de una edificación mediante modelamiento BIM y planificación Last Planner System.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Evaluar la influencia del modelo paramétrico generado a partir de la documentación técnica para la subsanación de interferencias y cuantificación de materiales en el costo y tiempo del proyecto.
- Evaluar la influencia de la aplicación de la planificación Last Planner System en la realización de las actividades más significativas del proyecto
- Determinar las ventajas y desventajas de la aplicación de modelos BIM y Last Planner System para la optimización de información en la etapa de ejecución.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Debido a la complejidad y magnitud de los proyectos, la información que se genera en torno a ellos es producida por muchas fuentes y es cada vez más abundante. Actualmente, realizar una inadecuada gestión de la información contribuye al aumento de la probabilidad de error en la transmisión de la misma. Ante los cambios, la información del proyecto no se actualiza rápida y eficazmente en todos los documentos involucrados, lo que termina ocasionando que el equipo de trabajo pierda confianza en la información brindada. Es por tal razón que es necesario la utilización de herramientas



necesarias para una adecuada gestión de información tales como herramientas BIM y de esta manera se logrará reducir los problemas interferencias e incompatibilidades.

Por otro lado, la forma de planificación tradicional resulta poco confiable y con gran incertidumbre, es por ello que se aplicó la planificación Last Planner en base a lo filosofía Lean Construction para asegurar el cumplimiento de las actividades en el tiempo establecido, reduciendo los trabajos rehechos y evitando los retrasos de obra que ocurren por la ausencia de una planificación detallada y que también aporta a una retroalimentación durante el tiempo de ejecución que influye positivamente en la curva de aprendizaje.

No podemos negar las limitaciones y deficiencias de los proyectos de inversión pública pero ciertamente debemos mejorarlos.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

Con la finalidad de contextualizar la investigación, se presenta a continuación un resumen de los objetivos y resultados de los principales trabajos publicados sobre aplicación de modelos BIM, así también de la planificación mediante Last Planner System. Cada uno de estos trabajos es importante por diversas razones, algunos de ellos por la actualidad de su investigación, otros por la amplitud del proyecto ejecutado, lo preciso de sus observaciones, etc.

Aguirre (2013) en su investigación de grado: Implementación del Sistema del Último Planificador para la optimización de la programación en la construcción de viviendas masivas en el proyecto Nueva Fuerabambas – Apurímac, realizada con el objetivo de conocer la influencia del Sistema del Último Planificador para implementar en la obra a través de la mejora de las herramientas de control, concluye que el Sistema del Último Planificador permite reducir los plazos de construcción, no por un mejor sistema constructivo sino por una mejor utilización de los recursos y obtuvo un Porcentaje de Plan Completado acumulado de 85%.

Mateu (2015) en su trabajo de grado: Building Information Modeling 4D aplicado a una planificación con Last Planner System, busca analizar qué ocurre en una obra cuando se utilizan herramientas lean combinadas con el modelo de información de edificación y la aplicación de factor tiempo en ese modelo. El plan de trabajo adoptado fue de: Revisión bibliográfica, modelado de un edificio en 3D, Detección y subsanación de interferencias en el modelo, Recopilación de todos los datos de la planificación, Simulación en tiempo real de la construcción del edificio y Construcción virtual de una



vivienda. Realizado dichos pasos concluye que los modelos BIM detectan en una fase temprana las interferencias entre los documentos de un proyecto tradicional en 2D, el valor que aporta el LPS en la gestión semanal a través de la liberación de restricciones genera un importante flujo de trabajo, la simulación BIM 4D ayuda de forma gráfica a detectar errores en la secuencia constructiva y puede utilizarse para la creación de instrucciones de trabajo.

Mojica & Valencia (2012) en su trabajo de grado: Implementación de las Metodologías BIM como herramienta para la planificación y control del proceso constructivo de una edificación en Bogotá, realiza la elaboración de un modelo paramétrico utilizando Autodesk Revit Architecture y Autodesk Revit Structure a partir de los planos en 2D de la cimentación, estructura y muros de una edificación en Bogotá con la finalidad de determinar las ventajas y beneficios que conlleva la utilización de un modelo 5D en la ejecución del proyecto. Al finalizar la investigación concluyen que generar modelos a partir de la metodología empleada para este proceso de modelación, aunque trae beneficios para el diseño, planeación y gestión del proceso constructivo de una edificación, disminuye las posibilidades y beneficios de BIM; ya que sujeta al proceso de modelación a una metodología de diseño y planeación desarticulada de corte tradicional que parte de planos bidimensionales aislados. Esta metodología debe emplearse únicamente para procesos de modelación cuyo objetivo sea de validación y/o aprendizaje de la utilización correcta de herramientas BIM o como apoyo visual en obra y oficina para fines como: integración de proyectos, gestionar cambios y modificaciones en diseños, visualizar elementos con geometrías complejas y verificar cronogramas en obra.

Esteba & Vilca (2017) en su trabajo de investigación sobre Aplicación de Lean Construction y algoritmos de flujo de redes en la evaluación del costo y duración de



proyectos de edificación, tienen como objetivo incrementar la potencialidad de cálculo y ajuste de los métodos tradicionales usados para la evaluación del costo y duración de los proyectos de edificación, aplicando el Lean Construction y algoritmos de flujo en redes. Su muestra de estudio fue la construcción del casco estructural de una obra de edificación en donde concluye que la aplicación de Last Planner System reduce considerablemente los efectos de la variabilidad en los procesos involucrados en la construcción logrando reducir los costos y tiempo en el proyecto alcanzando un porcentaje de plan cumplido de 73.05% debido a que se mejoró los procesos con ayuda del análisis de la optimización de procesos que ayudaron a encontrar las falencias que se tenía en la etapa constructiva.

Almonacid, Navarro, & Rodas (2015) en su tesis de maestría: Propuesta de metodología para la implementación de la tecnología BIM en la empresa constructora e inmobiliaria “IJ PROYECTA” tiene como objetivo proponer mejoras a la metodología de trabajo BIM implementada en los proyectos de edificaciones que desarrolla la empresa constructora e inmobiliaria. El método de investigación empleado fue basado en técnicas de investigación documental y de campo. Al finalizar la investigación concluye que la implementación de metodología BIM en las fases tempranas de diseño genera una mejor comprensión entre especialidades y evita errores de diseño, así también, el realizar un modelo BIM-3D de la edificación permite corregir a tiempo las deficiencias y así optimizar tiempos y costos durante la etapa de construcción.

Becker (2017) en su trabajo de grado: Sinergia entre BIM Y Last Planner System para la eficiente integración Contratista-Subcontratista en la etapa de equipamiento de sótanos en un proyecto de edificación, tiene como objetivo general implementar modelos virtuales BIM en un entorno LPS en las etapas de Lookahead Planning y Planificación Semanal en la etapa de equipamiento de sótanos de un proyecto de edificación de vivienda, incluyendo los siguientes subcontratos: instalaciones sanitarias, eléctricas,



mecánicas y de agua contra incendio, albañilería y acabados. Finalmente concluye que la sinergia BIM y LPS tiene sus mayores beneficios en la etapa de Lookahead Planning mediante la proyección de trabajo sobre las cuatro semanas en el futuro.

Goyzueta & Puma (2016) en su tesis de pregrado: Implementación de la metodología BIM y el sistema Last Planner 4D para la mejora de gestión de la obra “Residencial Montesol-Dolores” busca determinar las ventajas y beneficios que conlleva la utilización de estas metodologías en etapas de pre-construcción y construcción. La metodología empleada se basó en recopilación de información, determinación de posibles errores de compatibilidad, cálculo de metrados, identificación de restricciones, adición de herramienta del sistema del último planificador y análisis de los resultados, ventajas y beneficios. Por último, concluye que la aplicación de la metodología BIM mejora el sistema de coordinación en el proyecto, identificando problemas y consultas en las etapas más tempranas del proyecto permitiendo asumir las mejores soluciones, ahorro de tiempos, costos y calidad, y el aporte de la adición del BIM 4D al LPS, es la mejora en visualización y coordinación, ya que se minimiza el tiempo dedicado a otras actividades, y maximiza el tiempo para la planificación.

Ramos (2019) en su trabajo de investigación denominado: Eficiencia de la metodología BIM a través de la simulación 4D, 5D en el control de tiempos y costos para la obra Mejoramiento del servicio de seguridad ciudadana en el distrito de Puno, tiene como objetivo evaluar la manera en la que influye la aplicación de la Simulación BIM 4D y 5D en el proceso constructivo de obras de edificación y su efecto en los tiempos y costos de ejecución. Se realizó en una obra de edificación que consta de un sótano y 3 niveles superiores donde participan las especialidades de estructuras, arquitectura, instalaciones sanitarias e instalaciones eléctricas. La metodología de trabajo empleada fue: Revisión de documentación inicial, Modelamiento BIM 3D, Integración de



especialidades, Detección de Interferencias, Cuantificación de metrados y Simulaciones Constructivas. Finalmente concluye que la influencia de la Metodología BIM a través de la Simulación BIM 4D y 5D contribuye de manera positiva en los costos y tiempos de ejecución de la obra mejorando el flujo de trabajo entre las diferentes especialidades, evitando trabajos rehechos y demostrando así que la metodología BIM es mucho más eficaz que la metodología tradicional.

Salinas & Ulloa (2013) en su tesis de maestría: Mejoras en la implementación de BIM en los procesos de diseño y construcción de la empresa MARCAN, tiene como objetivos específicos presentar las experiencias y resultados obtenidos de la implementación BIM en los procesos de diseño y construcción de la empresa Marcan y proponer mejoras en la implementación de BIM en los procesos de diseño y construcción. La propuesta planteada empieza con la elaboración de un mapa que consta de 6 fases de modelado y sesiones de trabajo. En conclusión, BIM propone un cambio radical en la gestión de los proyectos a través del desarrollo de una representación digital con información de producto (un modelo único), que deberá ser enriquecido por todos los involucrados en sesiones colaborativas.

Huatuco (2017) en su investigación de grado: Mejorando la visualización y la comunicación en el Last Planner System a través del uso de modelos BIM, busca en base a la literatura, desarrollar un modelo de sinergia de Last Planner System y BIM e implementar dicho modelo al nivel de programación semanal a través de la participación directa del tesista en campo. La metodología proyectada consta de revisión de literatura, desarrollo de un modelo de integración, aplicación al caso de estudio y análisis de resultados. Las conclusiones que obtiene son: Es necesario la participación activa de los contratistas, capataces y proveedores en la reunión de planificación de empresas medianas y pequeñas para el adecuado funcionamiento de la herramienta LPS, es importante



enseñar al último planificador y al constructor final, es decir, capataz, operarios y peones, que el acto de planificar mejora el desenvolvimiento de cada partida, sobre metodología BIM, el modelo 4D facilitó la evaluación de la programación tentativa de tareas, lo cual se realizó junto al ingeniero residente y/o ingeniera de campo. Además, el adecuado despiece de tareas del modelo permitió acomodar el modelo a la modificación convenida.

Alcántara (2013) es su trabajo de grado: Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la Construcción Virtual usando tecnologías BIM, tiene como propósitos mejorar los tradicionales procesos de construcción a través de los usos BIM y contrarrestar los problemas de incompatibilidades, interferencias y a la falta de constructabilidad en los documentos de diseño e ingeniería. En su caso de estudio aplica la metodología BIM en la construcción del Edificio Educativo Universidad del Pacífico donde da a conocer sus aplicaciones y algunos criterios prácticos para elaborar modelos BIM 3D y 4D. Por último, concluye que el realizar un modelado BIM-3D de la edificación permite equivocarnos virtualmente en el modelo 3D y no en campo, ahorrando costos por procesos mal diseñados. El modelo no sólo se utiliza para identificar conflictos entre disciplinas, sino que se convierte en una herramienta de análisis para revisar los criterios de diseño y la adecuada funcionalidad del conjunto entre las distintas instalaciones dependientes.

Madariaga & Ccapa (2019) en su trabajo de grado: Evaluación de la ejecución de proyectos de edificación de concreto armado en torno al BIM y Lean Construction, buscan evaluar la ejecución de proyectos de edificación de concreto armado, en torno al BIM y Lean Construction. En su investigación analizaron 02 proyectos públicos ubicados en la ciudad universitaria de la UNA Puno, obteniendo las siguientes conclusiones: Mediante BIM se detectó interferencias e incompatibilidades en los planos del expediente técnico, y se determinó una pequeña variación en el presupuesto de las partidas de



arquitectura y estructura, se halló 02 y 04 incompatibilidades entre los planos del expediente técnico, en los Proyectos 01 y 02 respectivamente, se detectó un total de 9 y 18 interferencias entre los planos del expediente técnico en los Proyectos 01 y 02 respectivamente. Y en cuanto al Porcentaje de Plan cumplido en el Proyecto 01 se obtuvo un promedio de 58% en las partidas de concreto armado.

2.2. MARCO TEÓRICO

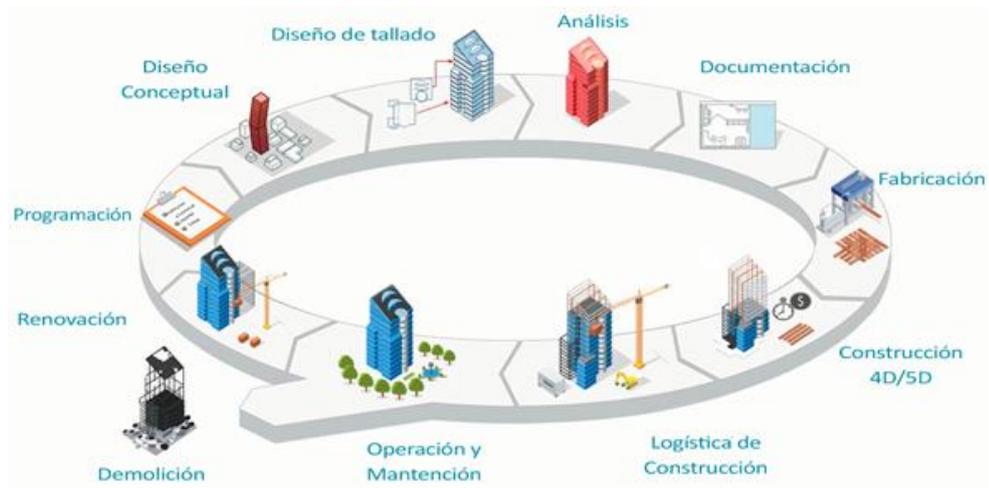
2.2.1. BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

En principio el acrónimo BIM, en inglés Building Information Modeling, se traduce al Modelado de la Información en la Construcción. Ahora bien, diferentes autores e instituciones especializadas en el tema tienen definiciones más profundas que se resaltan a continuación:

Para la National Institute of Building Sciences (2010) BIM representa digitalmente las características físicas y funcionales de una edificación. Además, es un recurso de conocimiento compartido que permite obtener información más confiable y crear una base fiable para tomar decisiones a lo largo de la duración del proyecto, es decir desde la concepción hasta la demolición como se puede ver en la Figura 1.

Figura 1

Ciclo de vida del modelo BIM



Nota: La figura 1 muestra el ciclo de vida de un modelo BIM desde la programación, diseño, análisis, construcción, operación hasta la demolición. (Meana, Bello, & García, 2019)

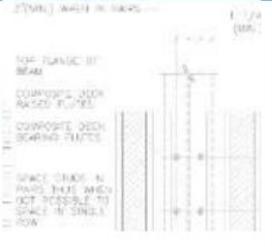
Building Information Modeling (BIM) es un proceso basado en el modelado 3D inteligente que dota a los profesionales de la arquitectura, ingeniería y construcción del conocimiento y las herramientas para planificar de manera más eficiente, diseñar, construir y gestionar edificios e infraestructuras (Sonda, 2016).

Según ITeC (2018) el Building Information Modeling es un sistema de gestión de las obras de construcción que se basa en el uso de un modelo tridimensional virtual relacionado con bases de datos. El BIM hace posible producir y almacenar toda la información necesaria para planificar y controlar las actividades en las distintas fases del ciclo de vida de las construcciones en especial edificaciones.

En la Figura 2 se muestra las diferencias en la línea de evolución de la representación geométrica de los elementos de construcción.

Figura 2

Diferencias entre dibujo manual, CAD y BIM

	Dibujo Manual	CAD	BIM
			
Era	Antes 1982	1982 al actual	Posterior de 2000
Herramientas	Triángulo y escuadra	Software CAD	Software BIM
Producto	Dibujo a mano técnico	Dibujo digital técnico	Base de datos en objetos constructivos
Método	Líneas, arcos, círculos, sombreado y texto	Líneas, arcos, círculos, sombreado y texto	Paredes, vigas, columnas, ventanas, puertas
Formato	2D y vista isométricas	2D, 3D, y objetos sólidos	2D, 3D, 4D (tiempo), 5D (balance económico y tiempo), Dn (energía, materiales, etc.)
Resumen del Producto	No hay datos calculables en el dibujo técnico descrito	No hay datos calculables en el dibujo técnico descrito	Base de datos en la estructura de forma digital, y puede interactuar con otros modelos y en aplicaciones BIM
Manera en que la Información es usada	Profesionales altamente capacitados y calificados deben interpretar y utilizar la información manualmente.	Profesionales altamente capacitados y calificados deben interpretar y utilizar la información manualmente.	Profesionales altamente capacitados y calificados en utilizar la información en un formato informatizado con BIM.

Nota: Esta figura 2 muestra las diferencias de Era, Herramientas, Producto, Método, Formato, etc. entre Dibujo Manual, CAD y BIM. Adaptado de Goyzueta & Puma (2016)

En conclusión, BIM está cambiando totalmente la manera de diseñar, construir y operar las edificaciones que se construyen. Al ser una tecnología que propone soluciones en tiempo real y aporta visualizaciones en 3D, 4D, etc., los profesionales del sector empiezan a adoptarlo como herramienta de construcción.

2.2.2. CARACTERÍSTICAS DEL BIM

El modelo BIM viene a ser la evolución del diseño asistido por computadora CAD cuyo método de trabajo se basa en líneas, arcos y símbolos bidimensionales 2D que solo representan objetos geométricos. A diferencia los softwares BIM utilizan objetos 3D paramétricos con información de área, volumen, etc. (Alcántara, 2013).

Por otro lado, el BIM también es una forma de trabajar en equipo, en el que los proyectistas desde la etapa de diseño colaboran en torno a modelos BIM ya que sus herramientas tecnológicas permiten crear, administrar y gestionar estos modelos para generar información útil para usarla en todo el ciclo de vida el proyecto.

Esta tecnología está estrechamente relacionada con tres elementos principales: personas, procesos y herramientas como se representa en la Figura 3. Las personas o equipo de trabajo deben estar alineados a los nuevos procesos de trabajo y prestos al cambio, los procesos de trabajo serán reinventados a nuevos métodos de trabajo y las herramientas será proporcionado por el software para una mejor fluidez de la información.

Figura 3

Elementos principales de la tecnología BIM

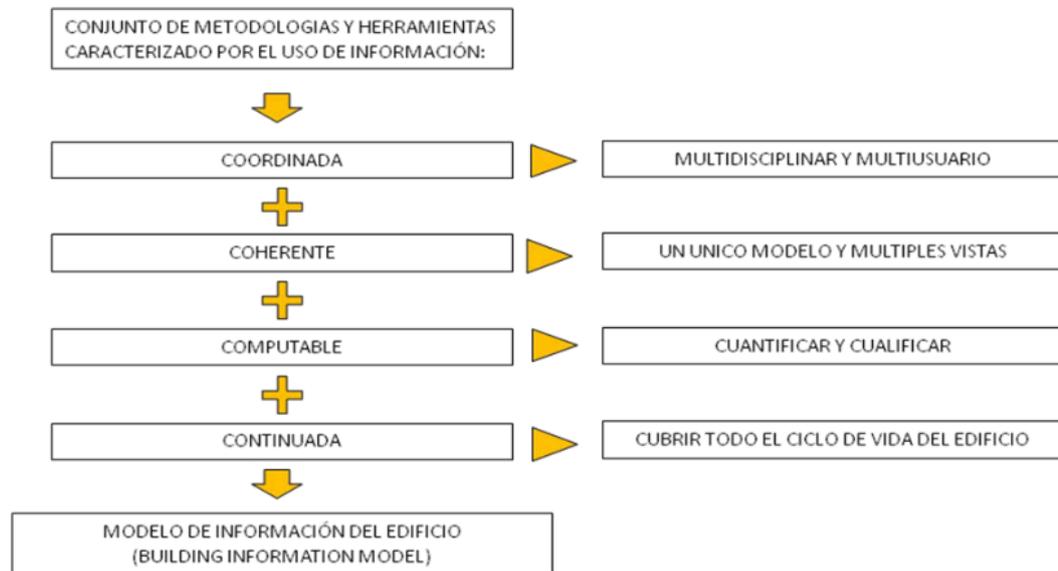


Nota: La figura 3 representa la interacción entre Personas, Herramientas y Procesos como parte de la tecnología BIM. (Almonacid et al., 2015)

En la Figura 4 se observa que BIM tiene las características de ser coordinada ya que participan profesionales de diferentes especialidades, coherente por tener un único modelo que evita las incongruencias, computable que permite extraer cantidades de manera automática y continua porque es aplicable en todo el ciclo de vida el proyecto.

Figura 4

Características del sistema BIM



Nota: Esta figura 4 muestra el conjunto de las características del Sistema BIM y su descripción. (Almonacid et al., 2015)

Una característica interesante que resaltan Goyzueta & Puma (2016) es la “Bidireccionalidad Asociativa” con lo cual se puede gestionar los cambios durante el diseño. Es decir que al realizar modificaciones a un modelo BIM, automáticamente todas las vistas 2D como planos de planta, elevaciones, cortes, etc. se actualizan evitando así posibles inconsistencias.

2.2.3. MODELO PARAMÉTRICO

“Un modelo paramétrico es una representación digital de un objeto a la cual se le ha incorporado reglas, características y definiciones que determinan el modo en que los elementos componentes del modelo se relacionan entre sí en el espacio virtual” (Mojica & Valencia, 2012, p.20).

El modelo paramétrico consiste en una base de datos en la que se puede obtener información gráfica y no grafica útil para la etapa de construcción. Estos parámetros



pueden ser propiedades fijas tales como largo, alto y ancho y propiedades específicas como material, resistencia y otros. La información que se gestiona agrega valor a los elementos para que adaptan más a la realidad y a las condiciones reales del trabajo.

Algunas reglas que debe cumplir un modelo paramétrico son: ser digital, modelo espacial en 3D, debe incluir información sobre su comportamiento (materiales, dimensiones, etc.), permite análisis posteriores (cálculo, cuantificación, presupuestación), no redundante, coordinado, comprensible y que se pueda utilizar durante todas las fases del proyecto (Mojica & Valencia, 2012)

Para Becker (2017) la ventaja de la parametrización de los elementos del modelo es que al cambiar sus propiedades se logra cambiar rápidamente su geometría, lo que resulta ventajosa en comparación con programas de diseño CAD o manualmente.

2.2.4. LEVEL OF DEVELOPMENT (LOD)

Conocido lo que es un modelo BIM, nace un nuevo concepto Nivel de Desarrollo (LOD, por sus siglas en inglés) cuya definición más precisa es:

Este concepto se creó para valorar "para qué sirve la información representada".

Los Niveles de desarrollo o LODs tienen por objetivo medir la cantidad y calidad de la información entregada, en definitiva, son una forma de ponderar la veracidad de la información. (Goyzueta & Puma, 2016, p.21)

La American Institute of Architects (AIA) define cinco categorías según el objetivo para el cual se ha desarrollado el modelo, como se observa en la Figura 5:

- LOD 100: Es un nivel de detalle muy general donde únicamente se define la geometría que tendrá el edificio, el área y la orientación. Con esto se trata de dar una visión muy general de cómo puede llegar a ser el edificio.

- LOD 200: Aunque sigue siendo un modelo general, en este nivel se tratan de matizar otros aspectos como tamaño, magnitudes aproximadas, forma o localización.
- LOD 300: Alcanzar este nivel supone que el proyecto empieza a definirse de una manera mucho más precisa, aunque sigue sin estar completo. En este punto, la geometría del edificio es precisa y el modelo empieza a ser capaz de dar información.
- LOD 400: Contiene suficiente información como para que el elemento realizado pueda fabricarse o construirse. Las mediciones deben ser exactas.
- LOD 500: En este último nivel el edificio ya se ha construido y el modelo virtual será una representación completa y verdadera sobre la que se ha construido. El uso que se le da a este tipo de archivo es para el mantenimiento del edificio e instalaciones.

Figura 5

LOD de un proyecto



Nota: La figura 5 muestra 5 ejemplos de Nivel de Desarrollo (LOD). (Bimética, 2019)

En definitiva, la elección de un nivel de desarrollo en la que se modelará, es esencial para optimizar el tiempo y no incurrir en la sobreinformación innecesaria. Actualmente



en nuestro país se usa principalmente el LOD 300 que ayuda a resolver interferencias, compatibilizar planos y visualizar satisfactoriamente el proyecto.

2.2.5. PROYECTO BIM

Los proyectos de construcción por su variabilidad difieren en los procesos de producción de otros sectores y por ello tiene características particulares como son:

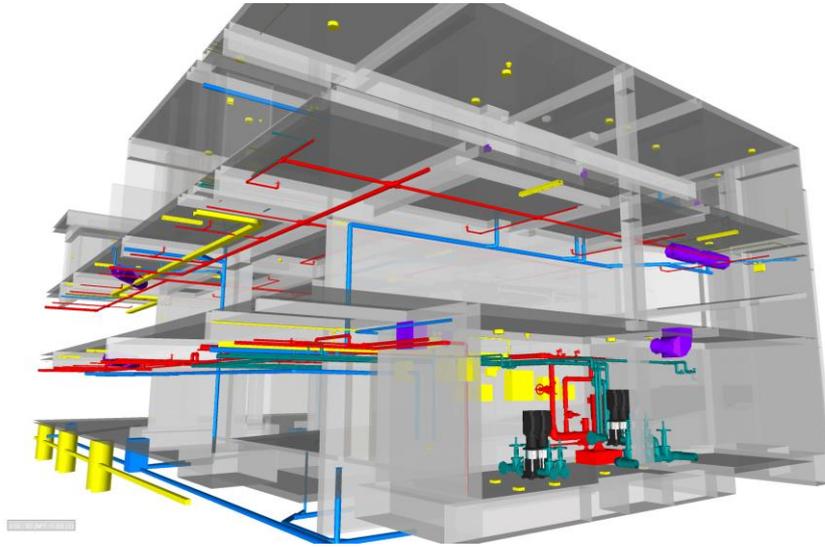
- Un proyecto de construcción es temporal.
- Es único, no puede replicarse en otro tiempo y espacio.
- Se compone de objetivos específicos.
- Contiene un riesgo e incertidumbre dependiendo de cada situación.
- Utiliza recursos humanos, recursos materiales y financieros.

De todas estas características, es solo la incertidumbre que puede ser eliminada o reducirla a través de la gestión de información con modelos BIM. Para Goyzueta & Puma (2016) “Un Proyecto BIM es todo proyecto de edificación concebido bajo la metodología BIM, con una o más Bases de Datos (Modelo BIM), para gestionar el diseño, construcción, operación y mantenimiento del mismo” (p.36). La metodología BIM significa una nueva forma de trabajo para cada especialidad, en el cual indudablemente se requiere de un cambio sustancial en la manera actual de trabajo.

En la Figura 6 se puede observar el ejemplo de un proyecto BIM con todas las especialidades representadas visualmente de diferente color para gestionar adecuadamente la información.

Figura 6

Integración de especialidades de un proyecto BIM



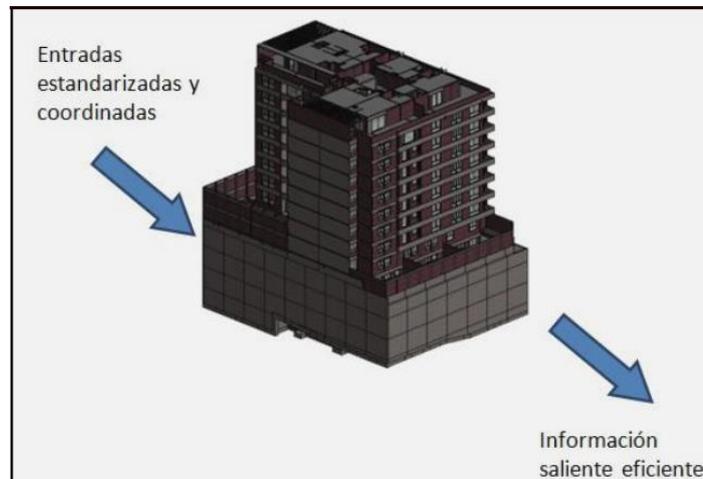
Nota: La figura 6 muestra las especialidades de Estructuras, Instalaciones Sanitarias e Instalaciones de agua contra incendio de una edificación. (SUMA, 2017)

2.2.6. ESTÁNDARES BIM

En un proyecto de construcción los procedimientos constructivos, materiales y seguridad se basa en un conjunto de normas. Entonces también resulta recomendable aplicar reglas básicas de modelamiento para ordenar los conocimientos y beneficiar la cooperación de todos los involucrados (Eyzaguirre, 2015). La información entrante debe ser lo más ordenada posible para poder obtener entregables de calidad como se representa en la Figura 7.

Figura 7

Estandarización de información en modelos BIM



Nota: La figura 7 representa el proceso de aplicación de estándares al proyecto y obtención de información eficiente. (Eyzaguirre, 2015)

La estandarización tiene por objetivo la uniformidad de los modelos y poder coordinar adecuadamente entre los miembros del proyecto y lograr una uniformidad entre los proyectos que se ejecutan bajo la metodología BIM. La finalidad es que todos interpreten un mismo lenguaje de los elementos y hacer llegar la información al alcance de todos.

“Para lograr este orden, se deben establecer lineamientos, donde se indique la manera de modelar, criterios, información acerca de la documentación extraída, establecer plantillas de modelado propias de cada proyecto o empresa, secuencias de modelado, niveles de detalle, entre otras” (Eyzaguirre, 2015, p.47).

2.2.6.1. Criterios de modelado 3D

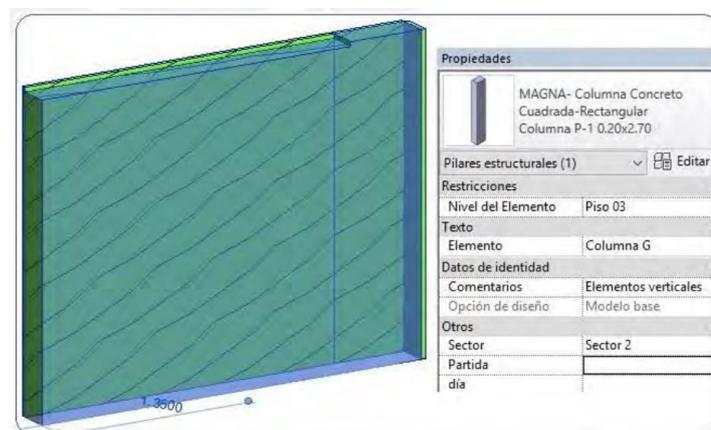
El modelamiento de elementos estructurales debe estar basado con LOD 300 para tener ubicación exacta y metrados. Conforme se afina la programación y secuencia de construcción evolucionara a un LOD 350 para manejar la planificación 4D. Los elementos auxiliares de pueden modelar desde LOD 100 hasta LOD 350 (Huatuco, 2017).

Huatuco (2017) define algunos criterios principales de modelado, como se observa en la Figura 8:

- 1.- El modelado de elementos verticales se debe hacer hasta el fondo de viga o losa, ya que, por proceso constructivo, los elementos horizontales se terminal al último.
- 2.- Modelar vigas y losas a un tercio para facilitar la sectorización.
- 3.- Crear parámetros de identificación de los elementos como:
 - Nivel de elemento: En donde los elementos verticales adoptan el nombre del piso, ejemplo “Piso 01” y para elementos horizontales la palabra techo seguido del nivel del elemento que lo sostiene, “Techo Piso 01”.
 - Elemento: Es el nombre o etiqueta que se asigna al elemento para facilitar la cuantificación y búsqueda de elementos en el modelo 4D.
 - Comentario: Sirve para identificar y ocultar elementos mediante filtro para mejorar la visualización de la zona deseada.
 - Sector: Indica el sector al que pertenece el elemento.
 - Semana: Indica la fecha planificada de construcción del elemento.

Figura 8

Parámetros del elemento



Nota: Esta figura 8 muestra los parámetros de un elemento del modelo BIM (Huatuco, 2017)

2.2.6.2. Criterios de modelado 4D

Una vez concluido los modelos tridimensionales, agregar dimensión tiempo también requiere de criterios específicos para un adecuado modelo BIM 4D. El software más popular para la simulación y detección de interferencias es Navisworks, por consiguiente, es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- 1.- Se debe configurar la conversión de parámetros de los elementos a “Todos” al momento de exportar de Revit.
- 2.- Si se desea exportar nuevamente el modelo 3D con información adicional se debe colocar el mismo nombre en el formato “.nwc.” y en el programa Navisworks abrir el archivo con el mismo nombre, pero en formato “.nwf.” De esta manera no se modificará los avances realizados en el modelo 4D, solo se actualizará la nueva información (Huatuco, 2017).
- 3.- Es recomendable crear puntos de vistas de todos los niveles de la edificación para manejar adecuadamente la selección de tareas, como se observa en la Figura 9.

Figura 9

Creación de puntos de vista



Nota: Esta figura 9 muestra el paso para guardar un punto de vista en Navisworks. (Huatuco, 2017)

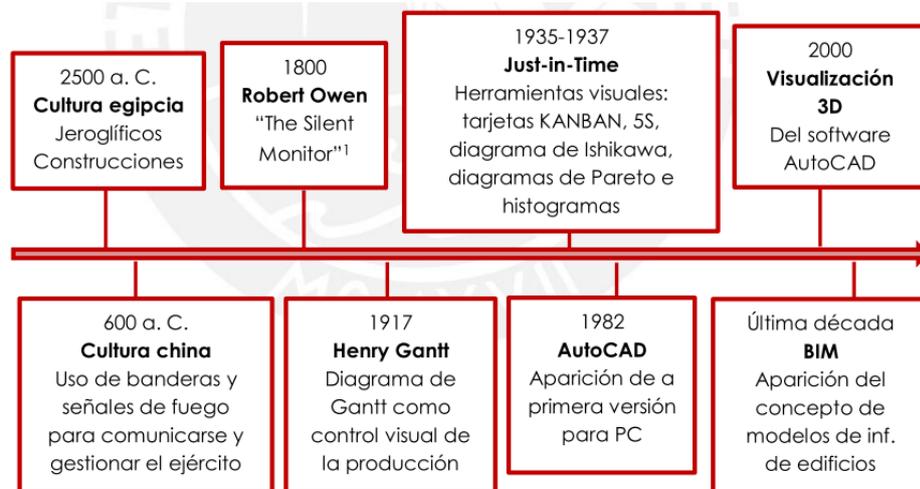
4.- El cronograma desarrollado en Ms. Project, Primavera o Excel tiene que ser incluido en los orígenes de datos del Timeliner de Navisworks, ya que, al momento de modificar el cronograma, se actualiza el origen y así no se pierde el trabajo desarrollado de enlazar los elementos a las tareas (Huatuco, 2017).

2.2.7. GESTIÓN VISUAL

El ser humano desde sus inicios ha venido realizando diferentes representaciones visuales propias de la condición humana tales como contar historias, expresar ideas y resolver problemas (Ruiz, 2015). A lo largo del tiempo diferentes culturas han utilizado las herramientas visuales de distintas maneras, tal como se aprecia en la Figura 10.

Figura 10

Evolución de la comunicación y herramientas visuales



Nota: La figura 10 representa una escala de tiempo en la evolución de la comunicación y herramientas manuales desde el año 600 a.C. hasta las últimas décadas. (Ruiz, 2015)

Sin embargo, durante este lapso de tiempo el aprovechamiento de las herramientas visuales no cobra la importancia que debería para la gestión de información en los proyectos de construcción (Ruiz, 2015).



- La mejora continua de un proyecto se puede promover a través de mejorar los procesos de comunicación utilización ayudas visuales que son parte de la gestión visual.
- Por otra parte, la gestión visual también se puede utilizar para externalizar la información, mejorar los procesos de comunicación entre los involucrados y la transparencia de información en el centro de trabajo.

2.2.7.1 Funciones de la gestión visual

Para Tezel (como se cita en Ruiz, 2015) existen 9 funciones claramente definidas que ayudan a la gestión de la información.

- 1.- Transparencia: Hacer de manera visible la información de manera que sea comprensible de principio a fin y de acceso público.
- 2.- Disciplina: Lograr que los procedimientos se realicen de manera correcta u reflejar los resultados visualmente para transmitir mensajes más profundos.
- 3.- Mejora Continua: Incrementar la innovación sostenidamente dentro del equipo.
- 4.- Facilitación de Trabajo: Logra acumular gran cantidad de información de las tareas que ayude a la capacidad de memoria.
- 5.- Formación Laboral: Con la ayuda de herramientas visuales se puede conseguir un mejor entendimiento de la información de manera mucho más fácil y rápida.
- 6.- Creación de propiedad compartida: Conformar equipos de trabajo con un mismo fin.
- 7.- Gestión basada en hechos: Al manejar de manera visual el avance de los trabajos, se puede organizar la información de los rendimientos producidos y mejorar el desempeño del equipo.

8.- Simplificación: Reduce la conjunción de datos basándose en patrones, tendencias y relaciones para presentar información de calidad.

9.- Unificación: Logra que la comunicación sea parte de todo el equipo de trabajo.

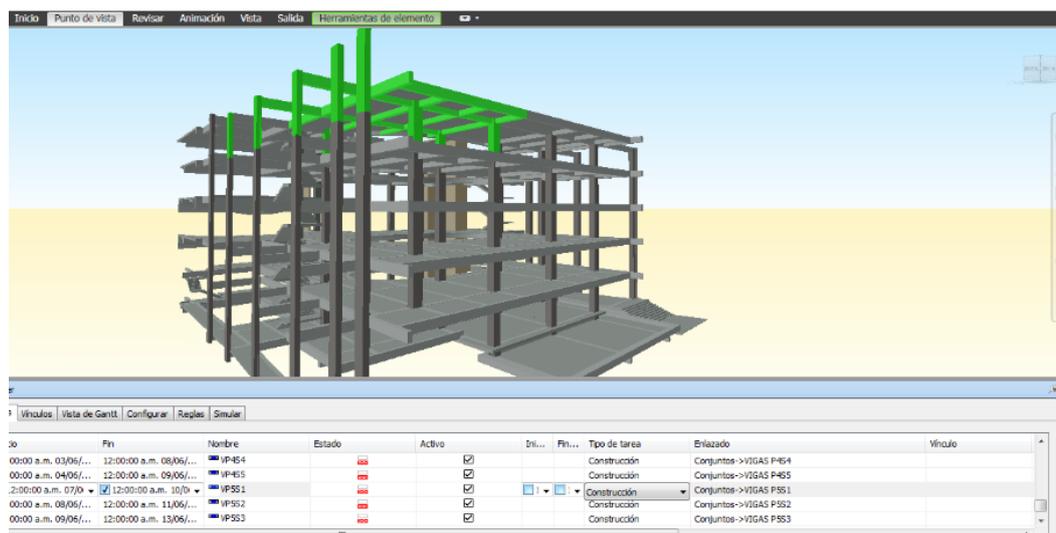
2.2.8. MODELOS BIM 4D

Resulta de la adición de una planificación temporal al modelo 3D, la cuarta dimensión enlaza la información geométrica tridimensional con la programación de método de ruta crítica (CPM) del proyecto obteniendo una visión general del plan de construcción, como se aprecian en la Figura 11.

De esta manera el proceso constructivo puede ser simulado basándose en el planeamiento previamente desarrollado. El usuario puede visualizar como procede el proceso de la construcción y adelantarse a observar que actividad debe ser ejecutado en un periodo de tiempo específico (Alcántara, 2013).

Figura 11

Interfaz gráfica de simulación 4D



Nota: La figura 11 muestra la interfaz de una simulación 4D del casco estructural de una edificación con una programación en el Timeliner de Navisworks. (Alcántara, 2013)



Las aplicaciones más importantes de los modelos 4D son:

- Elaboración de guías visualmente intuitivas: Permite explorar el exterior y el interior de la edificación en tiempo real lo que resulta interesante para un análisis detallado de la ejecución constructiva.
- Simulaciones animadas: Donde se plasma el orden de los trabajos, que sirve de ayuda para detectar errores en la organización que podrán ser solucionados antes de la ejecución. Además, tiene la ventaja que puede ir actualizándose y aplicarlo en las reuniones semanales del Last Planner.
- Apoyo visual para la comprensión de las actividades en obra: Estas simulaciones pueden servir de mucha ayuda para mostrar a los trabajadores la manera en cómo hacer el trabajo programado. Es útil para el personal que no posee estudios superiores o la facultad de leer planos, ya que de una manera visual y dinámica les muestra el trabajo que se tiene que realizar.

2.2.9. BENEFICIOS DEL BIM EN LA CONSTRUCCIÓN

Los beneficios de la aplicación de modelos BIM son múltiples en todas las etapas del ciclo de vida de un proyecto desde el diseño conceptual, diseño detallado hasta la construcción, operación y mantenimiento. En segundo lugar, la etapa de construcción, es donde se puede aprovechar mejor los beneficios que se puede extraer de los modelos BIM.

2.2.9.1. Estimación de cantidad de materiales

Los metrados con modelos BIM ofrece una nueva forma de trabajar, pues estos pueden ser obtenidos directamente de un modelo BIM después de terminar el modelado 3D. Esta extracción resulta casi automática ya que los modelos BIM representan una

fuentes de información y una base de datos de acuerdo a su geometría y asociados a parámetros de cantidades de materiales (Alcántara, 2013).

En la Figura 12 se aprecia el proceso y resultado de una estimación de cantidades, mediante tablas de planificación de un modelo paramétrico.

Figura 12

Tablas de planificación

The figure shows a software interface for creating a planning table. On the left, a dialog box titled 'Nueva tabla de planificación' is open, showing a tree view of categories and a form for entering details like 'Nombre' and 'Fase'. On the right, a table titled '<Tabla de planificación de habitaciones>' displays the resulting data with columns for 'Nombre', 'Nivel', 'Área', and 'Volumen'.

A	B	C	D
Nombre	Nivel	Área	Volumen
Aseo	Sin colocar	Sin colocar	Sin colocar
Baño	Sin colocar	Sin colocar	Sin colocar
Baño	Sin colocar	Sin colocar	Sin colocar
Circulaciones	Sin colocar	Sin colocar	Sin colocar
Sin colocar		0.00 m ²	0.00 m ³
00_sótano	00_PSótano	19.73 m ²	47.88 m ³
00_PSótano		19.73 m ²	47.88 m ³
01_Baño	01_PBaja	1.36 m ²	3.14 m ³
01_Baño	01_PBaja	2.87 m ²	6.74 m ³
01_Escalera	01_PBaja	5.06 m ²	14.33 m ³
01_Lavabo	01_PBaja	4.23 m ²	9.81 m ³
01_Vestibulo	01_PBaja	4.07 m ²	9.50 m ³
01_PBaja		17.59 m ²	43.52 m ³
02_Dormitorio	02_PPrimera	13.80 m ²	31.75 m ³
02_Escalera	02_PPrimera	5.21 m ²	14.67 m ³
02_PPrimera		19.01 m ²	46.42 m ³
03_Escalera	03_PSegunda	4.96 m ²	14.30 m ³
03_Estudio	03_PSegunda	14.61 m ²	34.18 m ³
03_PSegunda		19.57 m ²	48.47 m ³
Habitación	04_PTercera	22.08 m ²	61.86 m ³
Habitación	04_PTercera	4.67 m ²	10.28 m ³
04_PTercera		26.75 m ²	72.14 m ³
Total general: 16		102.65 m ²	258.43 m ³

Nota: Esta figura 12 muestra la creación de parámetros y la obtención de tablas de planificación. (Monfort, 2015)

2.2.9.2. Visualización del proyecto

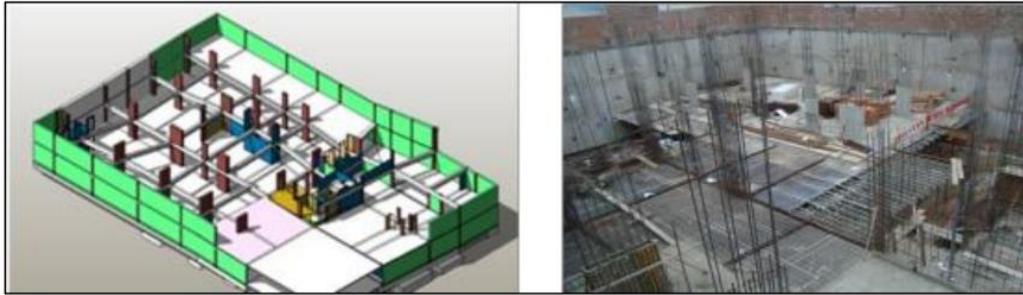
Los modelos BIM ofrecen la posibilidad de exportar vistas en 2D (planos de planta, cortes, elevaciones, detalles, etc.), vistas en 3D isométricas y perspectivas, 4D que incorpora la dimensión tiempo y simula la secuencia constructiva y 5D agregando la estimación de costos (Ruiz, 2015).

Tradicionalmente el planificador se basa en su experiencia de construcción de edificios para estimar la entrega del trabajo y los equipos requeridos para la construcción y en base a su imaginación constrúan el proyecto. Sin embargo, como se puede observar

en la Figura 13, los modelos BIM ofrecen visualizar el proyecto de una manera más precisa desde antes de la construcción y usar esta información para el planeamiento, transporte, seguridad, etc.

Figura 13

Vista de Modelo BIM en proceso constructivo



Nota: Esta figura 13 representa la vista del modelo BIM en el proceso constructivo de la primera planta de una edificación. (Ulloa & Salinas, 2013)

2.2.9.3. Detección de incompatibilidades

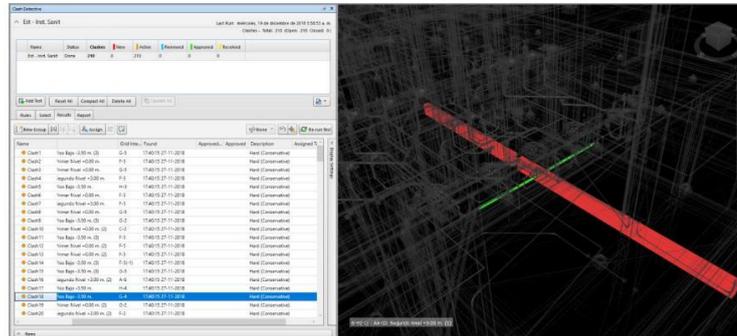
La etapa de construcción consiste en la materialización de los diseños estructurales, arquitectónicos y de instalaciones. En campo, los conflictos entre estas especialidades pueden significar rehacer el trabajo, generando pérdidas de costo y tiempo. Ante ello la tecnología BIM sirve para detectar estas incompatibilidades o interferencias para evitar riesgos que pueden ocurrir (Alcántara, 2013).

En los proyectos de mediana a gran complejidad, la revisión de interferencias es uno de los principales beneficios que aporta los modelos BIM, ya que se reduce considerablemente los Request For Information (RFI) y ordenes de cambio lo que aumenta la productividad.

Existen dos tipos de incompatibilidades como afirma Ruiz (2015): “Hard Clash”, donde dos objetos ocupan el mismo espacio y “Soft Clash” en la que dos objetos no dejan espacio para el acceso por estar tan cerca como se aprecia en la Figura 14.

Figura 14

Interferencias entre estructura y tubería



Nota: Esta figura 14 muestra la interferencia entre un elemento de estructuras y una tubería gracias al programa Navisworks. (Ramos, 2019)

2.2.9.4. Integridad de la información

Logra mantener la información y la integridad del modelo de construcción, ya que BIM almacena la información de un elemento una sola vez y este se proyecta en múltiples vistas evitando de esa manera la incompatibilidad entre planos.

Por otra parte, genera automáticamente dibujos y documentos con solo datos de entrada como la geometría y parámetros, y si se hacen cambios en el modelo, toda la información generada se actualiza automáticamente (Goyzueta & Puma, 2016).

Figura 15

Integridad del modelo BIM y planos 2D



Nota: Esta figura 15 muestra la integridad de un modelo BIM en los planos 2D. (Usaquén, 2019)

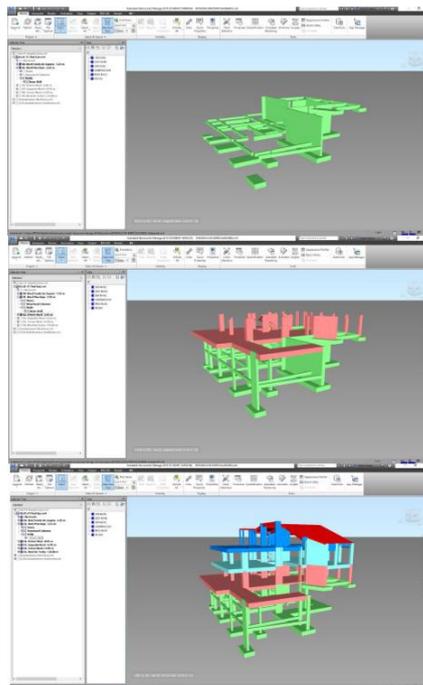
2.2.9.5. Secuencia de construcción

Gracias al modelo BIM y a una planificación base se puede generar y evaluar alternativas de secuencia de construcción y elegir la más óptima posible. A través de la parametrización de los elementos se puede visualizar distintas formas de programaciones de los modelos 4D (Mateu, 2015).

La figura 16 muestra una secuencia constructiva por cada nivel del proyecto mediante los parámetros de nivel que son asignados a los elementos del modelo BIM.

Figura 16

Simulación de construcción por niveles de una edificación



Nota: La figura 16 muestra la simulación de construcción por niveles de una edificación representado los elementos de un mismo nivel con un mismo color. (Ramos, 2019)

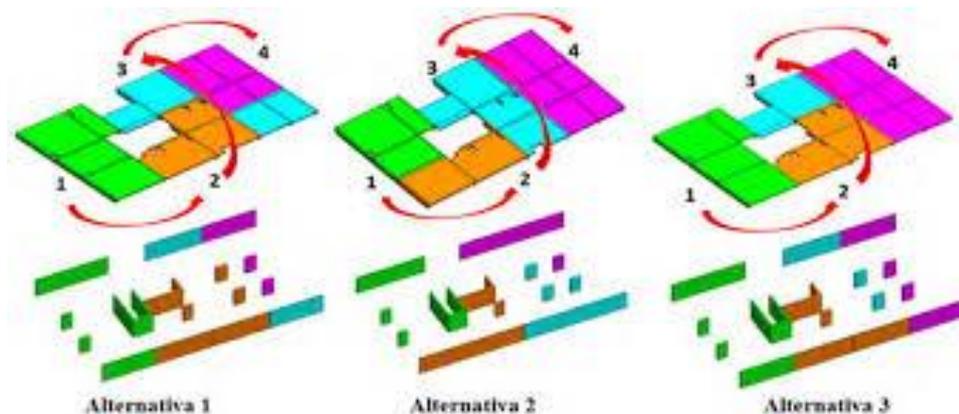
2.2.9.6. Soporte para implementación de herramientas Lean

La información volumétrica y paramétrica de los modelos BIM sirven de ayuda para un mejor entendimiento de la implementación de herramientas de la filosofía Lean como: sectorización, trenes de trabajo, planificación LPS, etc.

Cuando se realice simulaciones en 4D (Figura 17) de lo que se construirá, se pueden detectar errores de planificación, de secuencia y corregirlos con anticipación. El modelo paramétrico asiste a la planificación Last Planner visualizando las actividades que “se pueden hacer” (Mateu, 2015).

Figura 17

BIM como soporte de Last Planner



Nota: Esta figura 17 muestra tres alternativas de sectorización, lo cual demuestra que BIM es soporte del Last Planner. (Orihuela, Canchaya, & Rodriguez, 2015)

2.2.9.7. Consideraciones y Limitaciones

La implementación y aplicación de tecnología en una organización no basta para solucionar las dificultades en la gestión de información. La metodología BIM ayuda a planificar, diseñar, construir y gestionar proyectos mucho más eficientes, por lo que para lograr sus objetivos necesita de la participación de todo y todos los involucrados (Ruiz, 2015).

1.- Personal: Para poder implementar BIM, el equipo de trabajo necesitará la formación y aprendizaje, a un nivel necesario de conceptos y herramientas BIM. Sin embargo, no todos los involucrados del proyecto necesitan manejar un modelo



BIM, más sí comprender la información que contiene el modelo y como actualizar para crear un modelo As-built al término de la obra.

2.- Procesos: La documentación correspondiente al proyecto se realizará con un enorme esfuerzo en las primeras etapas del proyecto, sin embargo, este se verá reducido en la etapa de construcción y se obtendrá como resultado documentación de calidad.

3.- Tecnología: La selección de los paquetes de software debe ser el adecuado para cumplir las objetivos y necesidades del proyecto.

Además, la metodología BIM, por ser mucho más compleja y novedosa, se debe tener en consideración que decidir hacer el cambio y adoptar completamente estas herramientas es necesario (Goyzueta & Puma, 2016):

- Migración de programas bidimensionales CAD a programas BIM
- Alto costo en adquisición de licencias de softwares y capacitación.
- Compatibilización entre versiones de un mismo programa.
- Elegir el software adecuado para el fin que se quiere alcanzar.

2.2.10. SOFTWARES BIM

En el mercado ya existe variedad de softwares BIM, que son aquellas que proveen de una interfaz de trabajo con objetos paramétricos que tienen la capacidad de interactuar entre sí del cual se extrae información. Por su naturaleza existen softwares especializados de modelamiento BIM para cálculo y visualización de estructuras, instalaciones, de acabados arquitectónicos y renderización. Por su parte Autodesk proporciona los softwares más populares usados en el diseño, construcción y operación de edificaciones, dentro de ellos esta Revit y Navisworks para la gestión de la información.

En la Tabla 1 se clasifican en distintas categorías los Softwares más desarrollados en la actualidad para modelamiento BIM según el tipo de aplicación requerido.

Tabla 1

Softwares para aplicaciones BIM

APLICACIONES QUE PERMITEN CREAR Y GESTIONAR BIM	
SOFTWARE BIM DE CÁLCULO, REPRESENTACIÓN Y VISUALIZADORES DE ESTRUCTURAS	SOFTWARE BIM DE CÁLCULO Y/O REPRESENTACIÓN DE INSTALACIONES
<ul style="list-style-type: none"> • Revit Structure (Autodesk) • CYPECAD (CYPE) • Tekla Structure (Trimble) • Robot (Autodesk) • Gritec Advance Steel-Concrete (Autodesk) • Tricalc (Arktec) 	<ul style="list-style-type: none"> • Revit MEP (Autodesk) • CYPECAD MEP (CYPE) • DDS-CAD MEP (Graphisoft)
SOFTWARE BIM DE ARQUITECTURA	SOFTWARE BIM DE ESTUDIOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA
<ul style="list-style-type: none"> • Revit Architecture (Autodesk) • ArchiCAD (Graphisoft) • Allplan (Nemetschek) • AECOSim (Bentley) 	<ul style="list-style-type: none"> • ECOTECT ANALYSIS (Autodesk) • Ecodesigner (Graphisoft) • DDS-CAD MEP (Graphisoft) • CYPECAD MEP Energy Plus
SOFTWARE BIM DE PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DE OBRA	VISUALIZADORES
<ul style="list-style-type: none"> • VICO (Trimble) • Solibri • Synchro Pro • Navisworks (Autodesk) • Navigator (Bentley) • Glue (Autodesk) • Think Project 	<ul style="list-style-type: none"> • BIMx (Graphisoft) • VICO (Trimble) • Solibri Model Viewer • Tekla BIMSight(Trimble)
SOFTWARE BIM PARA METRADOS Y CONTROL DE COSTOS	DETECTOR DE CONFLICTOS
<ul style="list-style-type: none"> • Arquimedes (CYPE) • Vico (Trimble) • Presto (Soft) 	<ul style="list-style-type: none"> • BIMx Graphisoft) • Navisworks

Nota: La tabla 1 muestra los diferentes softwares BIM según la aplicación BIM que se requiera. (Goyzueta & Puma, 2016)

Cabe mencionar además que como en cualquier grupo de softwares, la interoperabilidad es una característica a tener en cuenta para el intercambio de



información. Las Building Smart Alliance define la Industry Foundation Classes (IFC) como un estándar de los modelos BIM. Este estándar permite el transporte e intercambio de archivos BIM entre los softwares actuales sin que se vea alterado la visualización, el contenido, la semántica y la sintaxis.

2.2.11. ACTUALIDAD DE BIM EN EL MUNDO

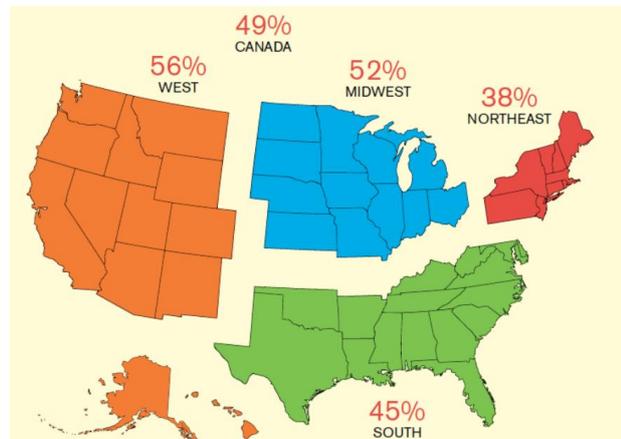
En el Reino Unido el uso del modelado BIM muestra un incremento en todos los campos de la edificación. Esto se debe a que el gobierno británico promovió una directriz en el 2016 para que todos los proyectos de edificación contratados deberán ser entregados con BIM (Almonacid et al., 2015). El 90% de los profesionales conoce o ha oído hablar de BIM y el 94% cree que en los próximos años BIM estará totalmente implantado en el modo de trabajo y en todas las empresas del sector construcción.

El Gobierno de Reino Unido es el primer gobierno en tener una estrategia en el sector de la construcción para todos los proyectos públicos de su país que obliga el uso del BIM, teniendo como objetivo minimizar en un 20% el costo de la construcción y gestión de los activos inmobiliarios públicos (Goyzueta & Puma, 2016).

En Norte América la implementación BIM está más generalizada ya que los mismos clientes son los que exigen sus proyectos a base de estos modelos. Como ejemplo la Administración de Servicios generales (USGC) exige el uso de BIM para todos sus proyectos, igualmente el cuerpo de ingenieros del ejército (US Army Corp.) demandan BIM para algunos tipos de edificaciones estándar (Alcántara, 2013).

Figura 18

Adopción de BIM en Norte América



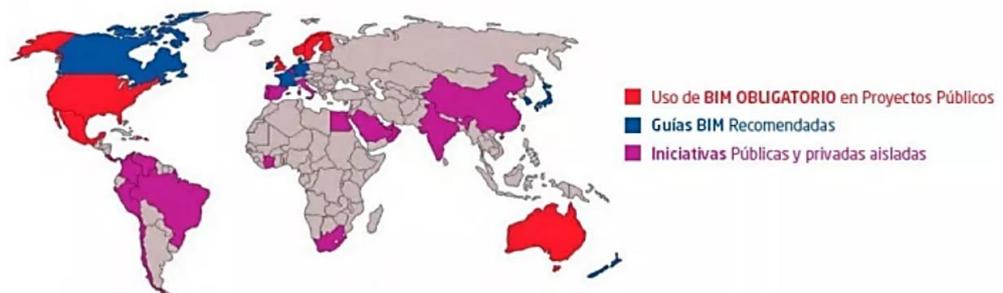
Nota: En la figura 18 se puede observar el avance de aceptación BIM en la construcción de edificaciones por cada región de Norte América, con una mayoría en la zona Este. (Alcántara, 2013)

A nivel mundial se puede distinguir el nivel de implementación del Building Information Modeling por países como se observa en la Figura 19.

Figura 19

Fomentación de BIM en el mundo

BIM EN EL MUNDO



Nota: La figura 19 muestra en rojo los países en los que BIM es de uso obligatorio, en azul los países que tienen Guías BIM recomendadas y en color fucsia los países que tienen Iniciativas en la fomentación de BIM. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2019a)

En Latinoamérica aun no es una realidad concreta la adopción total de BIM, países como Colombia, Chile y Perú muestran un paso más adelante que solo el conocimiento

acerca de BIM como se observa en la Figura 20. No obstante Chile destaca en el continente ya que existen iniciativas para la difusión y adopción de estas tecnologías.

La Cámara Chilena de Construction desde el 2007 viene promoviendo la difusión del uso de BIM por medio de charlas gratuitas. En el año 2010 el gobierno aprueba el financiamiento de una política de implementación y promoción de la tecnología BIM bajo la conducción de la Corporación de Desarrollo Tecnológico y siete constructoras importantes.

Para el año 2013 se realiza la primera encuesta nacional BIM en Chile con la colaboración de la Cámara Chilena de la Construcción, Colegio de Arquitectos, Colegio de Ingenieros, Corporación de Desarrollo Tecnológico y el grupo Arquitectura Caliente. En el cual casi un 25% respondió que es usuario habitual de la tecnología BIM y que más del 80% de los usuarios ha percibido beneficios significativos con relación a la calidad de sus proyectos (Almonacid et al., 2015).

Figura 20

BIM en Latinoamérica



Nota: Esta figura 20 muestra los países de Latinoamérica que presentan BIM en pleno auge y BIM en desarrollo. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2019a)



2.2.12. ACTUALIDAD DE BIM EN PERÚ

En el Perú, la tecnología BIM llega hace aproximadamente diez años y últimamente su difusión se está proliferando entre los profesionales del sector. Para Almonacid et al. (2015) existen dos formas para adoptar esta tecnología en nuestro medio.

- Tercerizar lo servicios: Subcontratar el modelamiento BIM una vez obtenida la ingeniería de parte del proyectista.
- Implementar a nivel de la empresa o la institución, desde la concepción del proyecto con una nueva forma de trabajo y aplicando estándares BIM.

Existen algunas empresas grandes y pequeñas que vienen usando BIM dependiendo de sus necesidades enfocándose en áreas específicas tales como Graña y Montero, COSAPI, Marcan, etc. Sin embargo, muchas de las empresas e instituciones desconocen sus potenciales ventajas debido a que no existe una política estricta de difusión ya que BIM no significa utilizar un software, sino un cambio en la manera de pensar y gestionar los proyectos.

Por parte de la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO) a través del Instituto de las Construcción y Desarrollo (ICD) en setiembre del 2012 fundan el Comité BIM del Perú integrada por profesionales con experiencia aplicando BIM en todas las etapas de un proyecto. Este comité tiene la finalidad de difundir las ventajas y metodología BIM, así también alcanzar una estandarización en el uso de modelos BIM a nivel nacional, impulsar buenas prácticas y construir un biblioteca virtual con información acorde a la realidad peruana (Almonacid et al., 2015).

Figura 21

Protocolos BIM – CAPECO – Comité BIM 2014



Nota: La figura 21 muestra la portada en borrador de los Protocolos BIM desarrollada por CAPECO mediante el Comité BIM 2014. (Villanueva, 2015)

Como se muestra en la Figura 21, el comité BIM elaboro los protocolos BIM de forma preliminar que hasta la fecha no sale a la luz la versión oficial. Dentro de ella trata de aportar estándares para el modelamiento 3D y la gestión de la información. Esta documentación incluye protocolos BIM y organizada en 3 categorías en: Documentación general (GEN), Documentación (CAD) y Documentación BIM (BIM) (Villanueva, 2015).

En el 2018, mediante Decreto Legislativo N° 1444, el gobierno del Perú modifica la Ley N° 30225, Ley de Constataciones del Estado, con el objetivo de impulsar la ejecución de políticas públicas nacionales y sectoriales mediante la agilización de procesos de contratación. En su decimotercera disposición incorporada, como se aprecia en la Figura 22, muestra iniciativas para la implementación de herramientas de modelado digital de la información de forma obligatoria la ejecución de obras públicas (Congreso de La República, 2018).

Figura 22

Incorporación de BIM en el D.L. N° 1444

Artículo 3.- Incorporación de diversas disposiciones en la Ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado

Se incorporan (...):

“**Decimotercera.-** Las Entidades ejecutan las obras públicas considerando la eficiencia de los proyectos en todo su ciclo de vida. **Mediante Decreto Supremo se establecen los criterios para la incorporación progresiva de herramientas obligatorias de modelamiento digital de la información para la ejecución de la obra pública que permitan mejorar la calidad y eficiencia de los proyectos desde su diseño, durante su construcción, operación y hasta su mantenimiento.**”

“**Decimocuarta.-** Mediante Decreto Supremo,(...).”

Nota: La figura 22 muestra el Artículo 3 del Decreto Legislativo N° 1444 en el que establece los criterios para la incorporación progresiva de herramientas BIM para la ejecución de obras públicas. Extraído del Diario Oficial “El Peruano” 16/09/2018

Conforme lo establece el Plan Nacional de Competitividad y Productividad 2019-2030, aprobado mediante el Decreto Supremo N° 237-2019-EF, en setiembre del 2019, mediante Decreto Supremo N° 289-2019-EF se establece disposiciones para la incorporación progresiva de BIM en los procesos de inversión pública de las entidades y empresas públicas sujetas al Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (Ministro de Economía y Finanzas, 2019). En él se establecen definiciones y principios para la adopción y uso de BIM, así también criterios y articulación para la incorporación progresiva de BIM.

Finalmente se aprueba e implementa el Plan BIM Perú, Figura 23, cuya finalidad es reducir los sobre costos y atrasos en la ejecución de la infraestructura pública (Ministro de Economía y Finanzas, 2019).

Figura 23

Plan BIM Perú



Nota: La figura 23 muestra la portada del Plan BIM Perú elaborada por el Ministerio de Economía y Finanzas para la transparencia y eficiencia en la inversión pública. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2019b)

Por último como indica Alcántara (2013) la aplicación de BIM en los proyectos de construcción está en pleno desarrollo y es una oportunidad para mejorar los procesos tradicionales ya obsoletos de gerencia del diseño y/o construcción de los proyectos y cuyos beneficios pueden ser aprovechados en cualquiera de las etapas del proyecto.

2.2.13. LEAN CONSTRUCTION

2.2.13.1 Filosofía Lean

En sus inicios el pensamiento Lean (sin desperdicios) se desarrolló por Toyota después de la Segunda Guerra Mundial con la finalidad de organizar y gestionar la fabricación de un producto, hacer que las operaciones y relaciones con los clientes y proveedores sean más eficaces y con menos defectos (Pons, 2014).

En el sector de la construcción, la filosofía Lean básicamente busca la optimización de recursos, costo y tiempos tomando como base teórica la producción Lean (Aguirre,

2013). En la Figura 24 se muestra la interacción de los principios del pensamiento Lean con la finalidad de reducir el tiempo total del ciclo.

Figura 24

Ciclo Lean Startup basado en el pensamiento Lean



Nota: Esta figura 24 representa el Ciclo entre Aprender – Crear – Medir basado en el pensamiento Lean el cual busca minimizar el tiempo total en el ciclo. (Wakyma, 2017)

2.2.13.2 Lean Production

El Lean Lexicon lo define como un sistema de producción desarrollado por la Toyota Motors Company con el objeto de proporcionar mayor calidad por un menor costo y con tiempos de entrega más cortos mediante la eliminación de desperdicios (improductividad o actividades que no agreguen valor) (Pons, 2014).

Sin embargo, al saber que es Lean y como se aplica, las empresas se iban dando cuenta que existían actividades que no aportaban ningún valor al producto final, sabiendo que existían no podían identificarlas. Entonces Taiichi Ohno es quien descubre, identifica y clasifica estas actividades en siete categorías como se muestra en la Figura 25.

Figura 25

Los siete desperdicios



Nota: La figura 25 muestra los desperdicios agrupados en 7 tipos: Sobreproducción, Transporte, Inventario, Esperas, Sobre procesos, Retrabajos y Movimiento. (Müller, 1988)

Con el pasar de los años este paradigma ha ido creciendo hasta alcanzar el ámbito de la construcción, a pesar de su alta complejidad y variabilidad, esta nueva forma de producción fue adaptada y se convirtió en Lean Construction lo que significa una nueva filosofía de producción para el sector de la construcción.

2.2.13.3 Lean Construction

El Lean Construction ve la luz en el documento “Aplicación de nuevas filosofías de la producción a la construcción” en 1992 por parte del finlandés Lauri Koskela, quien sistematizó los conceptos más avanzados de la administración moderna junto con la ingeniería de métodos y estudio del trabajo para reformular los conceptos tradiciones de programar y controlar obras. Un año después el Grupo Internacional de Lean Construction acuña el termino Lean Construction y Koskela realiza el 1er taller de Lean Construction (Ibarra, 2011).



“Lean Construction abarca la aplicación de los principios y herramientas Lean al proceso completo de un proyecto desde su concepción hasta su ejecución y puesta en servicio” (Pons, 2014, p.27).

Para el Lean Construction Institute (LCI) en su página web define al Lean Construction como: “Lean Construction es un enfoque basado en la gestión de la producción para la entrega de un proyecto, una nueva manera de diseñar y construir edificios e infraestructuras” (Lean Construction Institute, 2012).

Como afirma Aguirre (2013) el Lean Construction nace como una necesidad de incorporar estándares de empresas manufactureras. Por mucho tiempo el sector de la construcción ha visto de lejos las nuevas ideas que adoptaba la industria de la producción demostrando técnicas novedosas y que podrían ser implementadas de forma exitosa en la industria de la construcción.

2.2.14. LAST PLANNER SYSTEM (LPS)

2.2.14.1. Introducción

En español el Sistema de Último Planificador es un método de planificación que es más confiable en los proyectos de construcción a través de sus tres niveles de planificación: Planificación Inicial, Planificación Intermedia y Planificación Semanal.

El LPS es la herramienta más divulgada del Lean Construction que no reemplaza los métodos tradicionales de redes y barras, si no que los complementa y dota de mejoras al flujo de trabajo. Ya que su objetivo es incrementar la confiabilidad de la planificación y por ende aumentar el desempeño de la obra, esta herramienta es diseñada especialmente para mejorar el control de incertidumbres en obra, lo que se consigue aplicando acciones en los diferentes niveles de planificación (Vargas, 2019).

En la Figura 26 la planificación LPS tienen un nuevo enfoque en el busca determinar lo que “Debería” hacerse para completar una tarea y decidir lo que “Se hará” en un periodo de tiempo, considerando además que debido a las restricciones no todo “puede” hacerse.

Figura 26

Planificación tradicional vs Planificación Last Planner System



Nota: La figura 26 muestra dos conjuntos, en la primera se observa un área pequeña de intersección entre lo que “debería”, “puede” y “se hará” en la Planificación Tradicional, mientras que el segundo el área de “se hará” está garantizado por lo que “se puede” y “debería” hacerse, logrando así una alta posibilidad de cumplir la planificación LPS. (Vargas, 2019)

2.2.14.2. Planificación Tradicional

La forma de planificación actual está basada en que la persona encargada conocida como el último planificador planifica las tareas a ejecutar en función de lo que debe ser hecho, asumiendo que los recursos necesarios estarán disponibles oportunamente, sin tener en consideración lo que realmente puede hacerse. Consecuentemente este tipo de planificación no se refleja la realidad de la obra y provoca demoras en tiempos de ejecución.



Se sabe muy bien que la planificación tradicional de obra no considera todas las variables del proyecto, ya que se planifica asumiendo un alto grado de incertidumbre, y dado el momento que sucede algún inconveniente se pretende programar inmediatamente, sin saber que primero se debe planificar y luego programar. Vargas (2019) identifica algunas variables que causan el retraso de las obras.

- La disponibilidad de materiales por parte de los proveedores.
- La definición tardía de diseños y detalles.
- La disponibilidad de mano de obra calificada en la zona de trabajo.
- Asuntos administrativos y vacíos contractuales.
- Rendimientos y/o ratios de productividad incorrectamente estimados.
- Metrados inadecuados o imprecisos.
- Definición ambigua del alcance.
- Interferencias en los planos.
- Otros que dependen de la naturaleza del proyecto.

Este tipo de planificación es el resultado de una Planificación General habitualmente en un diagrama Gantt para toda la obra, sin embargo, en la ejecución se producen modificaciones y se desajusta de la realidad. Entonces, a partir de ahí nace la incertidumbre y se interrumpe el flujo continuo de trabajo generado retrasos, entregas de obra fuera de plazo, sobrecostos, etc. Por lo que es necesario dejar de ejecutar sin planificar y tomar en cuenta que una vez en obra no se podrá hacer lo previsto si no se prevé con anterioridad.

2.2.14.3. Planificación con Last Planner System

Para Rodríguez, Cárdenas, & Alarcón (2011) la planificación con Last Planner supone un cambio sustancial con respecto a la manera de organizar las obras. A

diferencia de la planificación tradicional donde se establecía primero lo que se iba a hacer y luego iniciada la actividad comprobar si realmente se podía llevar a cabo, con el LPS primero se planifica lo que debería hacerse para terminar la obra, seguidamente lo que realmente se puede hacer y finalmente se plasma lo que se hará en función a los recursos disponibles.

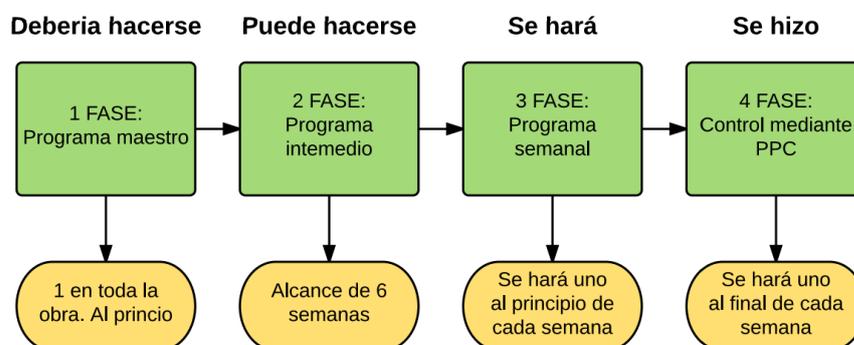
Esta planificación es un sistema Pull (jalar) y no el tradicional sistema Push (empujar), en la que las actividades más alejadas del flujo de trabajo marcan el ritmo de trabajo no al contrario como tradicionalmente de viene ejecutando el cual genera retrasos, esperas, exceso de inventario, cuellos de botella, etc. (Botero & Alvarez, 2005)

Esta planificación más detallada da como resultado que todo aquello que este programado realmente pueda hacerse. Es decir que, al momento de realizar una actividad, todas las actividades predecesoras estén terminadas, los recursos solicitados con anticipación estarán en obra y habrá mano de obra disponible.

La Figura 27 muestra las fases del Last Planner System para la planificación de las actividades en obra. En la cuarta fase se mide el resultado de las tres anteriores mediante los índices clave de desempeño.

Figura 27

Fases del Last Planner System



Nota: Esta figura 27 muestra las 4 fases en el proceso de la planificación LPS. (Mateu, 2015)



2.2.15. COMPONENTES DEL LAST PLANNER SYSTEM

El sistema de Último Planificador está compuesto por tres niveles de planificación: inicial (programación maestra y programación por fases), intermedia (lookahead y gestión de restricciones) y semanal.

Estos niveles de planificación tienen la finalidad de detallar al máximo la información de cada actividad, así como factores externos que influyan para completar dichas actividades.

2.2.15.1 Planificación Inicial

Plan Maestro

Comprende de un listado general de todas las actividades que compone el proyecto a nivel de detalle bajo del cual se extraerán presupuestos y cronograma general (Pons, 2014).

El programa Maestro tiene que ser elaborado con información que represente el verdadero desempeño de la organización, ya que se controlaran tareas que representen la forma de trabajo de la organización (Ruiz, 2015).

En base a las buenas prácticas del PMBOK del Project Management Institute, Ruiz (2015) define una secuencia de elaboración del plan Maestro:

- 1.- Definir actividades: Define todas las actividades que comprende la ejecución del proyecto.
- 2.- Secuenciar actividades: Comprende la identificación y plasmar las dependencias entre las actividades del proyecto.
- 3.- Estimar los recursos de las actividades: Determinar aquellos recursos (personal, equipo, material) y que cantidad de ellos se utilizará.



4.- Estimar la duración de las actividades: Evaluar el tiempo en periodos laborables que se necesitara para completar la ejecución de cada actividad.

5.- Desarrollar el cronograma: Es el paso final en el que se determina las fechas de inicio y fin planificadas para cada actividad teniendo como base las secuencias, duración y disponibilidad de recursos.

2.2.15.2 Planificación Intermedia

Es el segundo nivel de planificación que prosigue a la planificación inicial. Esta programación está constituida por intervalos de 4 a 6 semanas que permite que las actividades seas más exploradas a detalle, y que a través de la identificación y gestión de restricciones favorecen la realización de los trabajos (Botero & Alvarez, 2005).

Look ahead

También conocido como Planificación en el Horizonte. Se trata de una programación a mediano plazo en el que permite desglosar las tareas de manera detallada y mejorar la secuencia de trabajo. Además, busca anticipar a los problemas que se podría generar en la planificación semanal a través de un análisis de restricciones para finalmente obtener actividades que “se pueden” hacer (Huatuco, 2017).

El Look ahead es una extensión del plan maestro en el que se explora más detalladamente los requerimientos de cada actividad y dar solución a detalles de fuerza mayor que pudieran ser causal de no cumplimiento (Araque, 2010).

En la Figura 28 se puede observar un ejemplo de Look Ahead con un periodo de 5 semanas en la que se contemplan diferentes actividades divididas por sectores.

Figura 28

Look ahead de 05 semanas

LOOKAHEAD SEMANA 12		SEMANA 12										SEMANA 13										SEMANA 14										SEMANA 15										SEMANA 16																					
DESCRIPCION DE ACTIVIDADES		Lun	Mi	Mi	Vi	Do	Lun	Mi	Mi	Vi	Do	Lun	Mi	Mi	Vi	Do	Lun	Mi	Mi	Vi	Do	Lun	Mi	Mi	Vi	Do	Lun	Mi	Mi	Vi	Do	Lun	Mi	Mi	Vi	Do	Lun	Mi	Mi	Vi	Do	Lun	Mi	Mi	Vi	Do	Lun	Mi	Mi	Vi	Do												
EDUCACIONAL		01-12	02-12	03-12	04-12	05-12	06-12	07-12	08-12	09-12	10-12	11-12	12-12	13-12	14-12	15-12	16-12	17-12	18-12	19-12	20-12	21-12	22-12	23-12	24-12	25-12	26-12	27-12	28-12	29-12	30-12	31-12	01-13	02-13	03-13	04-13	05-13	06-13	07-13	08-13	09-13	10-13	11-13	12-13	13-13	14-13	15-13	16-13	17-13	18-13	19-13	20-13	21-13	22-13	23-13	24-13	25-13	26-13	27-13	28-13	29-13	30-13	31-13
VARIABLES DE COSTO		01-12	02-12	03-12	04-12	05-12	06-12	07-12	08-12	09-12	10-12	11-12	12-12	13-12	14-12	15-12	16-12	17-12	18-12	19-12	20-12	21-12	22-12	23-12	24-12	25-12	26-12	27-12	28-12	29-12	30-12	31-12	01-13	02-13	03-13	04-13	05-13	06-13	07-13	08-13	09-13	10-13	11-13	12-13	13-13	14-13	15-13	16-13	17-13	18-13	19-13	20-13	21-13	22-13	23-13	24-13	25-13	26-13	27-13	28-13	29-13	30-13	31-13
RESTRICCIONES DE RECURSOS		01-12	02-12	03-12	04-12	05-12	06-12	07-12	08-12	09-12	10-12	11-12	12-12	13-12	14-12	15-12	16-12	17-12	18-12	19-12	20-12	21-12	22-12	23-12	24-12	25-12	26-12	27-12	28-12	29-12	30-12	31-12	01-13	02-13	03-13	04-13	05-13	06-13	07-13	08-13	09-13	10-13	11-13	12-13	13-13	14-13	15-13	16-13	17-13	18-13	19-13	20-13	21-13	22-13	23-13	24-13	25-13	26-13	27-13	28-13	29-13	30-13	31-13
RESTRICCIONES DE MATERIALES		01-12	02-12	03-12	04-12	05-12	06-12	07-12	08-12	09-12	10-12	11-12	12-12	13-12	14-12	15-12	16-12	17-12	18-12	19-12	20-12	21-12	22-12	23-12	24-12	25-12	26-12	27-12	28-12	29-12	30-12	31-12	01-13	02-13	03-13	04-13	05-13	06-13	07-13	08-13	09-13	10-13	11-13	12-13	13-13	14-13	15-13	16-13	17-13	18-13	19-13	20-13	21-13	22-13	23-13	24-13	25-13	26-13	27-13	28-13	29-13	30-13	31-13
RESTRICCIONES DE MANO DE OBRA		01-12	02-12	03-12	04-12	05-12	06-12	07-12	08-12	09-12	10-12	11-12	12-12	13-12	14-12	15-12	16-12	17-12	18-12	19-12	20-12	21-12	22-12	23-12	24-12	25-12	26-12	27-12	28-12	29-12	30-12	31-12	01-13	02-13	03-13	04-13	05-13	06-13	07-13	08-13	09-13	10-13	11-13	12-13	13-13	14-13	15-13	16-13	17-13	18-13	19-13	20-13	21-13	22-13	23-13	24-13	25-13	26-13	27-13	28-13	29-13	30-13	31-13
RESTRICCIONES DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS		01-12	02-12	03-12	04-12	05-12	06-12	07-12	08-12	09-12	10-12	11-12	12-12	13-12	14-12	15-12	16-12	17-12	18-12	19-12	20-12	21-12	22-12	23-12	24-12	25-12	26-12	27-12	28-12	29-12	30-12	31-12	01-13	02-13	03-13	04-13	05-13	06-13	07-13	08-13	09-13	10-13	11-13	12-13	13-13	14-13	15-13	16-13	17-13	18-13	19-13	20-13	21-13	22-13	23-13	24-13	25-13	26-13	27-13	28-13	29-13	30-13	31-13
RESTRICCIONES DE ESPACIO		01-12	02-12	03-12	04-12	05-12	06-12	07-12	08-12	09-12	10-12	11-12	12-12	13-12	14-12	15-12	16-12	17-12	18-12	19-12	20-12	21-12	22-12	23-12	24-12	25-12	26-12	27-12	28-12	29-12	30-12	31-12	01-13	02-13	03-13	04-13	05-13	06-13	07-13	08-13	09-13	10-13	11-13	12-13	13-13	14-13	15-13	16-13	17-13	18-13	19-13	20-13	21-13	22-13	23-13	24-13	25-13	26-13	27-13	28-13	29-13	30-13	31-13
RESTRICCIONES DE TIEMPO		01-12	02-12	03-12	04-12	05-12	06-12	07-12	08-12	09-12	10-12	11-12	12-12	13-12	14-12	15-12	16-12	17-12	18-12	19-12	20-12	21-12	22-12	23-12	24-12	25-12	26-12	27-12	28-12	29-12	30-12	31-12	01-13	02-13	03-13	04-13	05-13	06-13	07-13	08-13	09-13	10-13	11-13	12-13	13-13	14-13	15-13	16-13	17-13	18-13	19-13	20-13	21-13	22-13	23-13	24-13	25-13	26-13	27-13	28-13	29-13	30-13	31-13
RESTRICCIONES DE RIESGO		01-12	02-12	03-12	04-12	05-12	06-12	07-12	08-12	09-12	10-12	11-12	12-12	13-12	14-12	15-12	16-12	17-12	18-12	19-12	20-12	21-12	22-12	23-12	24-12	25-12	26-12	27-12	28-12	29-12	30-12	31-12	01-13	02-13	03-13	04-13	05-13	06-13	07-13	08-13	09-13	10-13	11-13	12-13	13-13	14-13	15-13	16-13	17-13	18-13	19-13	20-13	21-13	22-13	23-13	24-13	25-13	26-13	27-13	28-13	29-13	30-13	31-13

Nota: Esta figura 28 representa un ejemplo de Look ahead de 05 semanas con las actividades programadas por cada sector representado por un color diferente. (Aguirre, 2013)

Gestión de Restricciones

Consiste en un análisis que permite a los involucrados del proyecto en identificar y buscar soluciones anticipadamente. Lo que busca es no permitir el paso a las actividades dentro del cronograma de producción si estas presentan restricciones (Madariaga & Ccapa, 2019).

Según Goyzueta & Puma (2016) las restricciones las comunes en el sector de la construcción son:

- 1.- Diseño: Consta de aquellas actividades que no están bien definidas por diferentes motivos como incongruencias en las especificaciones y planos.
- 2.- Materiales: Los cuales deben estar disponibles en la obra antes del inicio programado de la actividad.
- 3.- Mano de obra: Contar con personal obrero suficiente para realizar la actividad.
- 4.- Equipos y herramientas: Disponibilidad de los mismos en el momento indicado.

5.- Documentación: Aquellos documentos que deben estar subsanados tales como contratos, requerimientos, autorizaciones, etc.

6.- HSEC: (Health/Safety/Environment/Community) Involucra aspectos de Salud, Seguridad, Medio Ambiente y Comunidad que perjudiquen el desarrollo de las actividades.

Figura 29

Análisis de restricciones en Look Ahead

LOOKAHEAD											ANÁLISIS DE RESTRICCIONES						
PARTIDAS	SEMANA 46							S 47	S 48	S 49	L.PREVIA	MAL.	EQUIPO	INFORM.	ESPACIO	M. DE O.	C. EXT.
	LU	MA	MI	JU	VI	SA											
Conc. Placas	P6-9	P12-8	P16	P11-9-7	P14	P13	P21a32	P33a44	P46a51		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Conc. Losas		L3		L4		L5	L 7a8	L10a13	L14a17		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tarrajeo C.R.	T45	T54	T47	T50	T48	T56	T60a72	T73a85	T86a99		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Nota: La figura 29 muestra un ejemplo de Análisis de restricciones de una semana del Look ahead considerando 6 tipos de restricciones. (Goyzueta & Puma, 2016)

Como se observa en la Figura 29, el análisis de restricciones se realiza por cada actividad que se programa en el Look Ahead.

2.2.15.3 Planificación Semanal

Es el último nivel de planificación en el que el LPS busca asegurar el cumplimiento del trabajo semanal para dar continuidad al flujo de trabajo. Pons (2014) refiere que la planificación semanal permite a las actividades programadas sean lanzadas para su realización solo si las restricciones se han eliminado, es decir que la actividad haya sido preparada.

“La planificación semanal debe ser lo suficientemente clara para que puedan ser realizadas sin ningún problema y así poder estar seguros que al final de la semana dicha tarea estará concluida” (Aguirre, 2013, p.91).

En la Figura 30 se aprecia los metas a cumplir en cada semana de trabajo según la actividad programada y el sector definido.

Figura 30

Entregas de Plan semanal

ID	Co d	PC	Descripción de la Actividad	SEMANA 40						
				L	M	M	J	V	S	D
				8-Oct	9-Oct	10-Oct	11-Oct	12-Oct	13-Oct	14-Oct
ENTREGA 01										
ESTRUCTURA METALICA										
			IZAJE DE SOPORTERIA TERMOTANQUE	T-1						
D			Colocación Grout	T-15	T-15	T-3	T-3	T-1	T-1	
D			Colocación Grout	T-2	T-2	T-4	T-4			
D	20	1105	Colocación de Cobertura E termít (3/3)	T-12	T-14	T-14				
D	20	1105	Colocación de Cobertura E termít (3/3)	T-13	T-15	T-15				
D	20	1105	Colocación de Cobertura E termít (3/3)	T-1						
ACABADOS INT HUMEDOS										
D			Colocación de bloques de concreto							T-1
D	24		Colocación de mayólicas para ceramicos en piso			T-5	T-6	T-8	T-10	T-12
D	24		Colocación de mayólicas para ceramicos en piso				T-7	T-9	T-11	T-13
D	25		Colocación de mayólicas para ceramicos en muro				T-6	T-8	T-10	T-12
D	25		Colocación de mayólicas para ceramicos en muro				T-5	T-7	T-9	T-11
D	25		Colocación de mayólicas para ceramicos en muro						T-11	T-13
ACABADOS INT FINALES										
D	28	1121	Colocación de ventanas					P-1-2	P-5-2	
D	28	1121	Colocación de ventanas					P-2-2		
D	28	1121	Colocación de ventanas					P-3-2		
D	28	1121	Colocación de ventanas					P-4-2		
ENTREGA 02										
PRELIMINARES										
D	2	1158	Andamios			U-9				
D	3	2206	Topografía			U-8				
ESTRUCTURA METALICA										
D			Trazo de Ejes para anclajes	U-7			U-9			
D			Trazo de Ejes para anclajes			U-8				
D			Colocación de Anclajes	U-7			U-9			
D			Colocación de Anclajes			U-8				
D			Pre Armado de Tijerales	U-7	U-8	U-9				
D			Pre Armado de Correas	U-7	U-8	U-9				
D			Pre Armado de Templadores	U-7	U-8	U-9				
D			Retoque de Pintura	U-7	U-8	U-9				
D	19	1104	Izaje y Montaje de Estructuras Metálicas	U-7	U-8	U-9				
D			INSTALACION DEL TERMOTANQUE	U-6	U-8					
D			INSTALACION DEL TERMOTANQUE	U-7	U-9					
D			IZAJE DE SOPORTERIA TERMOTANQUE		U-6	U-8				

Nota: En la figura 30 se aprecia los formatos de entrega de una planificación semanal por cada día de trabajo indicando el sector al que pertenece diferenciado mediante colores. (Aguirre, 2013)

2.2.16. MEDICIÓN DE DESEMPEÑO

Porcentaje de Plan Completado (PPC)

Para Botero & Alvarez (2005) el Last Planner System necesita calcular el desempeño de cada plan de trabajo semanal para evaluar su calidad. Esta medición como primer paso para aprender de las fallas e implementar mejoras, se realiza a través del porcentaje de procesos completados (PPC), que es el número de actividades realizadas dividido por el número de actividades programadas.

$$PPC = \frac{\text{Total de actividades realizadas}}{\text{Total de actividades programadas}} \times 100$$

Araque (2010) establece que el Porcentaje de Plan Completado (PPC) durante la semana de programación debe ser medido y ser evaluado por los siguientes desempeños:



- Desempeño Bueno: Mayor al 80%
- Desempeño Regular: Entre 60% y 80%
- Desempeño Pobre: Menor al 60%

Causas de No Cumplimiento

Por otra parte, las Causas de No Cumplimiento (CNC) son aquellas razones que no permitieron la ejecución del trabajo semanal al 100%. Como primer paso se requiere identificar el problema para luego analizarlo y proponer una acción correctiva delegando la responsabilidad a una persona parte del equipo y así asegurar un flujo de trabajo más continuo (Pons, 2014).

El LPS necesita medir el desempeño semanal de cada plan de trabajo para poder estimar su calidad, dicha medición es el primer paso para aprender de las fallas y alcanzar mejoras para que las programaciones de las actividades de la siguiente semana sean cada vez más confiables (Goyzueta & Puma, 2016).

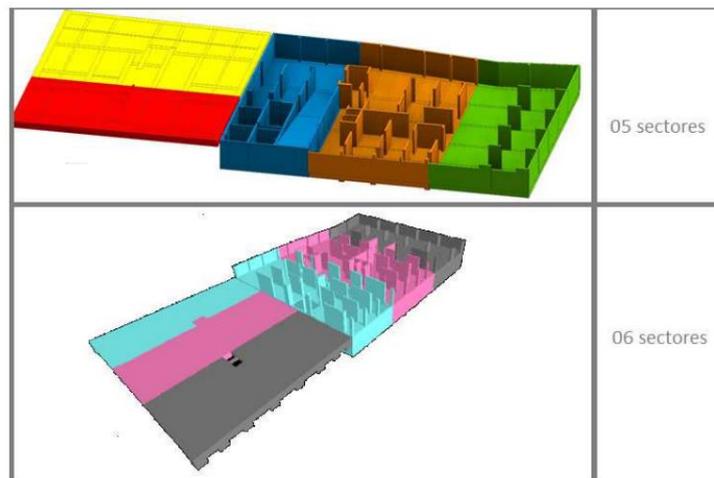
2.2.17. SECTORIZACIÓN

Consiste en la división de la zona de trabajo en partes equitativas. Aplicando el concepto de “divide y vencerás”, se divide el plano en partes iguales donde cada una de las partes se le denomina sector o frente en el cual se puede distribuir la cantidad de trabajo y actividades específicas (Chávez & De la Cruz, 2014).

Como se muestra en la Figura 31 la sectorización se hace con la finalidad de dividir el trabajo en partes más manejables para poder distribuir la mano de obra en cuadrillas por especialidad y optimizar rendimientos de cada cuadrilla con el uso de la curva de aprendizaje (Goyzueta & Puma, 2016).

Figura 31

Propuestas de sectorización de un mismo proyecto



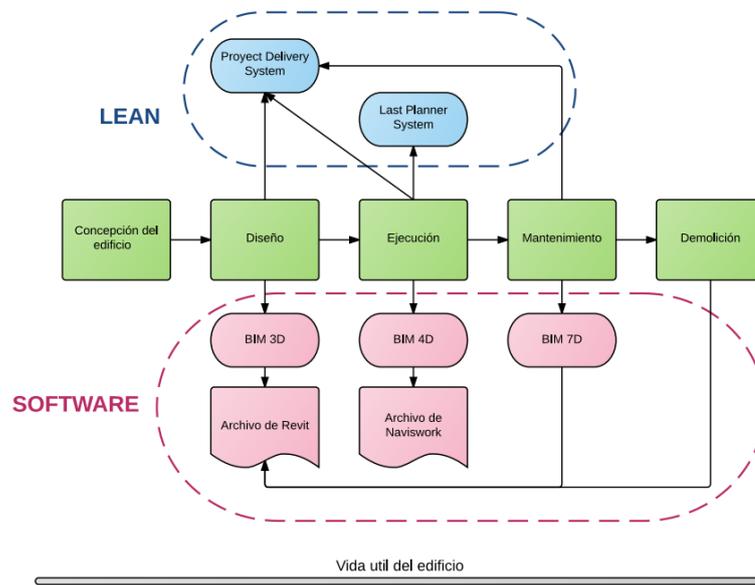
Nota: Esta figura 31 muestra dos propuestas de sectorización el cual está sujeto a la evaluación de carga y flujo de trabajo. (Goyzueta & Puma, 2016)

2.2.18. SINERGIA ENTRE BIM Y LEAN CONSTRUCTION

La adaptación de la filosofía Lean al sector de la construcción se hace en casi todo el ciclo de vida del proyecto, y durante la misma, la tecnología BIM brinda el soporte informático con una base de datos real del proyecto. En la etapa de ejecución Lean aporta su herramienta de Last Planner y BIM el modelo 4D como se indica en la Figura 30.

Figura 32

Tecnología BIM y filosofía Lean durante la vida útil de una edificación



Nota: La figura 32 muestra la relación que existe entre el Software y herramientas Lean durante la Vida útil del edificio. (Mateu, 2015)

En el artículo “La interacción de Lean y Building Information Modeling en la construcción” publicada por los miembros del LCI, establecen una relación en las funciones de BIM con los principios Lean identificando 56 interacciones, dentro de ellas son cinco las que están estrechamente ligadas (Sacks, Koskela, Dave, & Owen, 2010).

1. Reduce los re-procesos.
2. Diseña el sistema de producción para un flujo y valor.
3. Genera automáticamente dibujos y documentos.
4. Rápida generación y evaluación de los planes alternativos de construcción.
5. Permite la comunicación online/electrónica basada en objetos.

Estas metodologías no son dependientes uno de otro, es decir, cabe la posibilidad de implementar cualquiera de los dos sin la presencia incondicional del otro. Sin embargo, autores reconocidos en la teoría “Lean Construction”, sostienen que el

máximo potencial para desarrollar los proyectos de construcción solo puede ser alcanzado si se adoptan ambos sistemas en conjunto en la ejecución de proyectos. (Goyzueta & Puma, 2016, p.86)

En la Tabla 2 se puede apreciar la interacción entre la filosofía Lean y metodología BIM según Onyango, A. (como se cita en Madariaga & Ccapa, 2019)

Tabla 2

Interacción entre Lean y BIM

Lean Construction	Intersección BIM
Eliminación de desperdicios (tiempo, material y esfuerzo)	Detección de choque estructural, Diseño alternativas para seleccionar el diseño más adecuado, Simulación de rendimiento para la energía más eficiente
Valor del cliente (requisitos logrados)	Visualización de la solución que garantiza una comprensión clara del modelo, Análisis para el mejor resultado, Comprensión entre el cliente y el proveedor mediante el uso del modelo 3D y recorridos.
Tiempos de ciclo reducidos	Generación automática de cambios y calendarios y cantidades de materiales, Proporcione información precisa para la pre-fabricación, Visualización del flujo de trabajo para verificar los conflictos del proceso (equipo y tarea)
Flujo de trabajo	Mediante la elaboración de cronogramas detallados de tareas y tiempos de entrega de materiales
Colaboración	Posibilidad de trabajar simultáneamente en la misma solución de diseño por diferentes equipos

Nota: La tabla 2 contiene la descripción detallada de la Interacción entre Lean Construction y BIM.

Adaptado de (Madariaga & Ccapa, 2019)

En la actualidad, los profesionales del sector construcción aplican las herramientas Lean mediante barras y tablas de Excel, tratando de simular la secuencia constructiva. La adición de herramientas BIM 4D mediante planificaciones particionadas ayudan a la representación del sistema Lookahead logrando tener mayor detalle de los procesos en el que se identifica mejor las restricciones, aporta la visualización de lo que se ejecutará y mediante el conocimiento y la experiencia adquiridas optimizar la planificación (Eyzaguirre, 2015).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

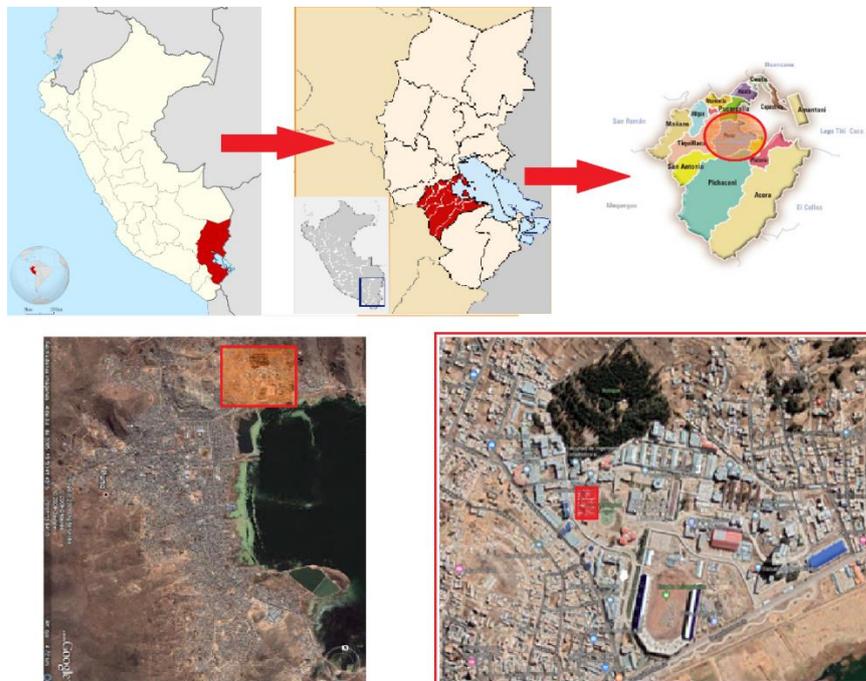
3.1.1. Aspectos Generales

El proyecto caso de estudio de la presente investigación se denomina: “Mejoramiento de Servicio de Laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional del Altiplano” que se viene ejecutando dentro de la ciudad universitaria sito en la avenida Sesquicentenario N° 1150 de la ciudad de Puno.

- Región : Puno
- Provincia : Puno
- Distrito : Puno
- Lugar : Ciudad Universitaria

Figura 33

Ubicación del proyecto en la ciudad universitaria



Nota: La figura 33 muestra la ubicación geográfica del proyecto desde Perú, región Puno, provincia de Puno, ciudad de Puno y ciudad universitaria UNA. “Elaborado por el equipo de trabajo”.



La Universidad Nacional del Altiplano a través de la Oficina General de Infraestructura Universitaria tiene la finalidad de diseñar, ejecutar y supervisar las obras que se desarrollen con los recursos de la universidad. La creación y mejoramiento de infraestructura es una de las metas primordiales de la UNA y en tal sentido el pabellón de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica viene interviniéndose para dotar de mejores laboratorios, aulas y ambientes modernos a sus estudiantes.

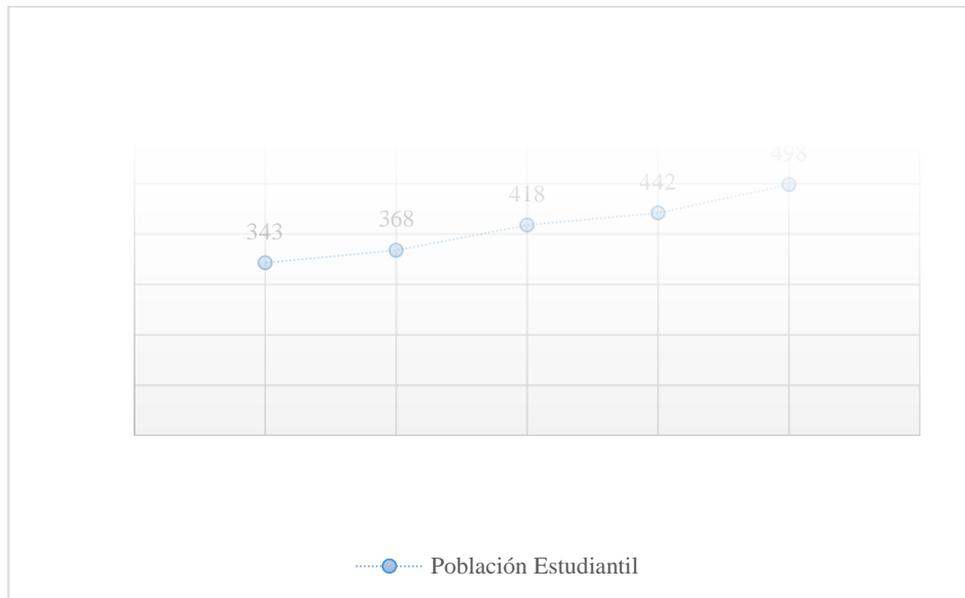
3.1.2. Estado actual de la Infraestructura

La infraestructura existente se encuentra en una condición regular, es decir estructura, instalaciones y ambientes conservados y funcionales, sin embargo, la arquitectura se encuentra medianamente deteriorada y no tiene relación volumétrica con los bloques colindantes de tal como lo señala la Oficina de Estudios y Proyectos de la OGIU en la descripción actual de la infraestructura del Expediente Técnico. Esta infraestructura consta de 3 niveles distribuidos en aulas, laboratorios de telemática, laboratorio de telecomunicaciones, etc. y oficinas administrativas.

Por motivos de crecimiento de la población estudiantil como se ve en la Figura N° 34 y falta de espacios complementarios y mejorar el flujo de circulación se ven en la necesidad de ampliar la infraestructura y adicionalmente remodelar la arquitectura exterior para estar en vanguardia con la volumetría colindante según el Plan Director 2014-2024 aprobado mediante Resolución Rectoral N° 2630-2014-R-UNA.

Figura 34

Crecimiento estudiantil de la EPIE en los últimos cinco años



Nota: La figura 34 muestra el crecimiento estudiantil anual de la E. P. de Ingeniería Electrónica, con una tendencia al alza durante los últimos 5 años. Dirección de Estudios de la EPIE

3.1.3. Descripción del proyecto

El proyecto comprende la remodelación, rehabilitación y ampliación de la infraestructura en sus tres niveles que suman en total un área de 2,226.73 m². La duración estimada del proyecto es de 360 días calendarios y cuenta con un presupuesto asignado de S/. 2'776,213.09 bajo la modalidad de administración presupuestaria directa y financiado por recursos ordinarios.

3.1.4. Descripción física de la meta del proyecto

El proyecto consta de las actividades de Remodelación, Ampliación y Refacción de los 3 niveles distribuidos según la Tabla 3.

Tabla 3

Cuadro de Áreas a intervenir por niveles

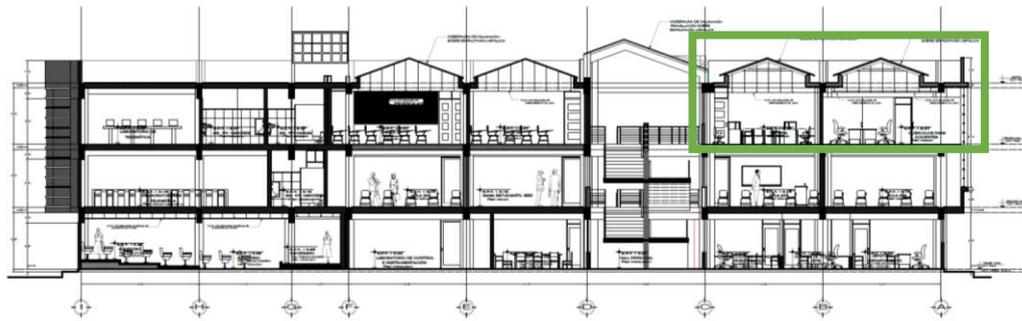
CUADRO DE AREAS (m²)				
	1ER NIVEL	2DO NIVEL	3ER NIVEL	TOTAL
REMODELACION	651.23	49.53	13.85	714.61
AMPLIACION	34.62	21.21	254.17	310
REFACCION	---	682.59	520.95	1203.54
	AREA INTERVENIDA (m²)			2228.15

Nota: La tabla 3 muestra la distribución del área intervenida en por nivel del edificio teniendo mayor área de intervención en Refacción de los niveles 2 y 3. Extraído del Expediente Técnico de obra.

Dentro de las principales partidas están el reforzamiento de la cimentación, reforzamiento de elementos verticales y construcción de placas de concreto armado para la ampliación de estructuras en el tercer nivel como se evidencia en la Figura 35.

Figura 35

Ampliación en el tercer nivel



Nota: La figura 35 muestra el corte de sección de la edificación donde se resalta la proyección de la ampliación en el Tercer nivel. Extraído del Expediente Técnico de obra.

En la arquitectura se tiene proyectado la remodelación de la tabiquería, remodelación de pisos, remodelación de vanos, techos y cambio de las fachadas principales como se observa en las Figuras 36 y 37.

Figura 36

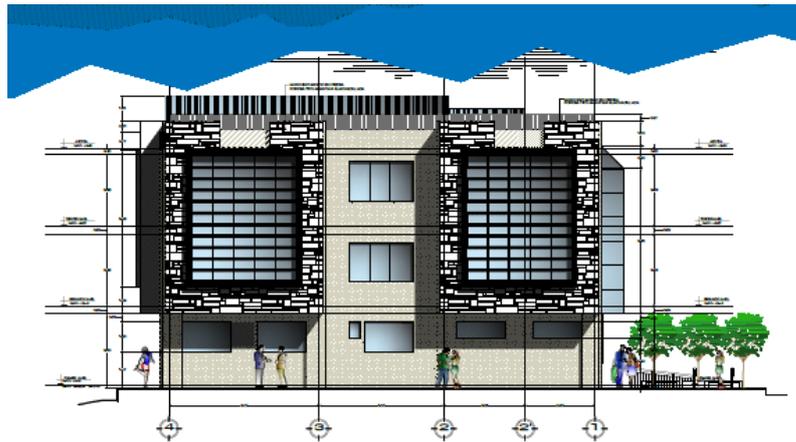
Fachada Este del proyecto



Nota: La figura 36 muestra la elevación Este del proyecto en el que se observa una remodelación completa de la arquitectura exterior. Extraído del Expediente Técnico de obra.

Figura 37

Fachada Norte del proyecto



Nota: La figura 37 muestra la elevación Norte del proyecto en el que se observa una remodelación completa de la arquitectura exterior. Extraído del Expediente Técnico de obra.

3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.2.1. Tipo de Investigación

La investigación es de tipo Aplicada por que está dirigida a una invención o mejora de la ejecución de una obra mediante BIM y LPS y diseño No Experimental Transversal. Es de tipo no experimental por que no se manipula el contenido de las partidas a



ejecutarse, y es de tipo Transversal por que los datos se recolectan en un solo momento prospectivo (Hernandez, Fernandez, & Baptista, 2014) en donde se analizan las partidas más significativas para la planificación mediante Last Planner System

3.2.2. Nivel de Investigación

Es de nivel Descriptivo ya que los datos recolectados durante la ejecución de los trabajos son analizados para luego ser descritos. La investigación busca la relación directa positiva de la aplicación de modelos BIM y planificación Last Planner System en la etapa de ejecución del proyecto (Hernandez et al., 2014).

3.2.3. Población

La población está conformada por las obras en ejecución que se encuentren dentro de la ciudad universitaria a cargo de la Oficina General de Infraestructura Universitaria.

3.2.4. Muestra

La selección de la muestra se hizo mediante el método no probabilístico por lo que se eligió la obra “Mejoramiento del servicio de laboratorios en la escuela profesional de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional del Altiplano” en la fase de obra gruesa, que consta en la remodelación, rehabilitación y ampliación del casco estructural de la infraestructura actual.

El criterio de selección de la muestra está en función al número de casos que puedan ser manejados, conforme a su magnitud, la accesibilidad a los casos y el tiempo necesario para la recolección de datos.

3.3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

La metodología adoptada para la realización de la presente investigación estuvo comprendida en dos partes: Modelamiento BIM y Planificación Last Planner, con la finalidad de un mejor desarrollo y cumplir con los objetivos planteados.



3.3.1. Procedimiento para la aplicación de metodología BIM

- En primera instancia se recopiló la información bibliográfica necesaria antes y durante la investigación sobre Building Information Modeling.
- Se compiló, estudió y analizó el expediente técnico del proyecto caso de estudio para modelar en un software BIM. Se tomaron los planos 2D en CAD como base para el modelamiento de la información.
- Se procedió al modelamiento 3D de las diferentes especialidades del proyecto utilizando un LOD 300 con ayuda del software Revit de Autodesk y durante el proceso de modelamiento se determinará posibles errores de compatibilidad y/o diseño, teniendo como salidas los RFI.
- Se extrajeron metrados de las partidas más significativas del proyecto que sirvieron como verificación y control de recursos.
- Se realizó la comparación entre el metrado del Expediente Técnico y el Modelo BIM para así obtener la diferencia y traducirlas en costo y tiempo ganado de ejecución según sea el caso.
- Se añadió parámetros a los elementos para sectorización y simulación constructiva 4D mediante herramientas del software Navisworks de Autodesk

3.3.2. Procedimiento para la aplicación de Last Planner System

- Se recopiló la información de las partidas de estudio del expediente técnico y se organizó por niveles.
- En primera instancia se realizó la planificación maestra, seguidamente la planificación intermedia mediante el Lookahead en donde se identificó, analizó y se liberó las restricciones.
- Se implementaron a la planificación maestra e intermedia los modelos BIM 3D para generar un modelo 4D que simule la secuencia constructiva.



- Seguidamente se elaboró la planificación semanal de las actividades del lookahead y se examinó los resultados del PPC y CNC.
- Finalmente se analizará los beneficios y desventajas en cuanto a la efectividad de la gestión del proyecto a través de los modelos BIM y planificación Last Planner System.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS MODELOS BIM

4.1.1. MODELAMIENTO BIM DEL PROYECTO

Análisis de la Documentación Técnica

Como parte inicial del proceso de modelamiento se procedió al análisis de la información suministrada que se componen en planos de Arquitectura y Estructuras, de los cuales, para generar el modelo 3D se utilizaron los planos que se consignan en la siguiente tabla:

Tabla 4

Lista de planos de Arquitectura empleados en el proyecto

N°	Código de Plano	DESCRIPCIÓN
01	A-12	Distribución Primer Nivel
02	A-13	Distribución Segundo Nivel
03	A-14	Distribución Tercer Nivel
04	A-15	Distribución Techos
05	A-16	Elevación Principal
06	A-17	Elevaciones (Norte y Oeste)
07	A-18	Cortes (A-A y B-B)
08	A-19	Cortes (C-C y D-D)

Nota: La tabla 4 describe los planos de Arquitectura utilizados como referencia para el modelamiento BIM. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 5

Lista de planos de Estructuras empleados en el proyecto

N°	Código de Plano	DESCRIPCIÓN
01	E-01	Cimentación: Enrocado
02	E-02	Cimentación: Losa de Cimentación LC-01
03	E-03	Cimentación: Refuerzo Losa de Cimentación LC-01 (Acero inferior)
04	E-04	Cimentación: Refuerzo Losa de Cimentación LC-01 (Acero superior)
05	E-05	Cimientos y Sobrecimientos (Planta)
06	E-06	Cimientos y Sobrecimientos (Corte)
07	E-07	Columnas Encamisadas CE-01, CE-02, CE-03; y Detalle de Estribos
08	E-08	Columnas Encamisadas Parcial; y Detalle de Estribos
09	E-09	Cuadro de Columnas C°A° y Columnas Metálicas
10	E-10	Placas C°A° Planta y Cortes en Elevación
11	E-11	Losa Maciza Primer y Segundo Nivel
12	E-12	Vigas C°A° 1er y 2do Nivel, Vigas Metálicas 1er nivel, 2do Nivel y Azotea
13	E-13	Losa Maciza 3er Nivel (Azotea)
14	E-14	Vigas Principales y Secundarias Tercer Nivel
15	E-15	Vigas Principales y Secundarias Tercer Nivel
16	E-16	Vigas Principales y Secundarias Tercer Nivel (Azotea)
17	E-17	Ampliación Área de Escalera Primer y Segundo Nivel
18	E-18	Detalle de Columnas y Vigas de Arriostre (Tabiquería)
19	E-19	Columnas de Arriostre (Planta) Primer y Segundo Nivel
20	E-20	Columnas de Arriostre (Planta) Tercer Nivel, Pestañas C°A°, Dinteles

Nota: La tabla 5 describe los planos de Estructuras utilizados como referencia para el modelamiento BIM. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

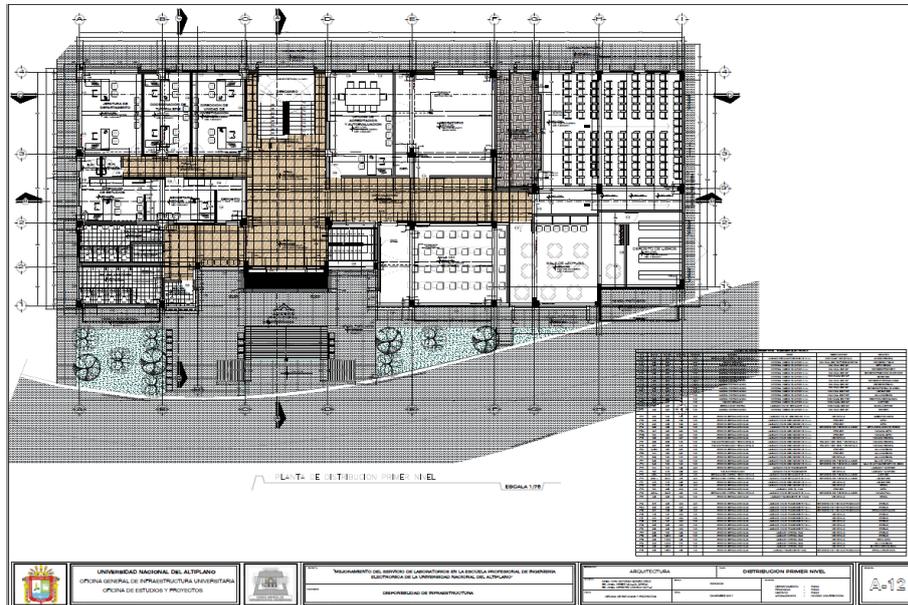
Con referencia a estos planos se inicia el modelo de información que contenga los parámetros necesarios de geometría y cantidad siguiendo la secuencia de los procesos constructivos y criterios de modelamiento BIM con un nivel de detalle (LOD) 300 adecuado para cada elemento.

4.1.1.1. Modelamiento de Arquitectura

En base a las dimensiones geométricas y ubicación de los elementos arquitectónicos y además de las especificaciones de diseño plasmadas en los planos de arquitectura tales como muros interiores, parapetos, acabados, vanos, pisos, etc., se realiza el modelamiento con los parámetros pre elaborados.

Figura 38

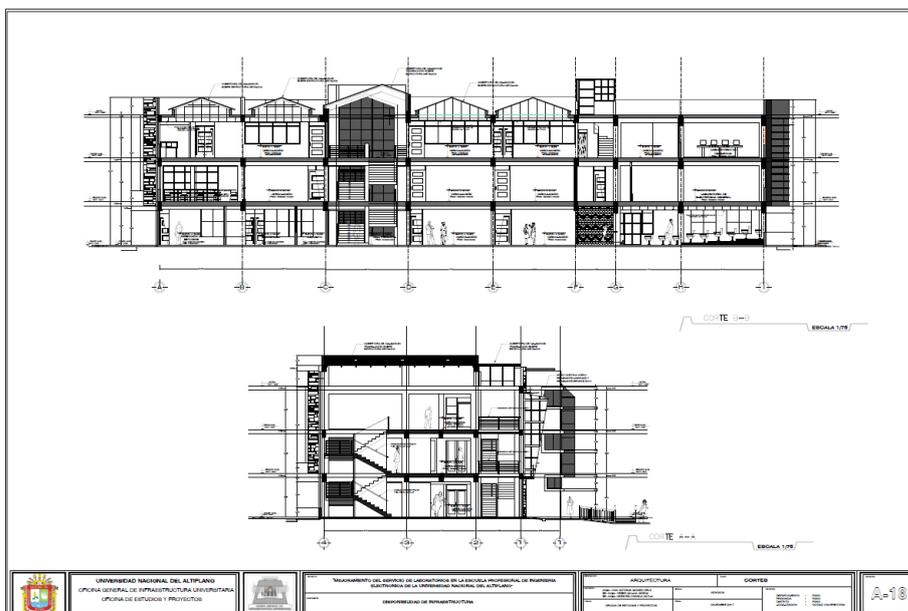
Plano de Arquitectura A-12 Distribución Primer Nivel



Nota: La figura 38 muestra la distribución del primer nivel en el que se consignan los ejes primarios y secundarios, así como también el cuadro de vanos. Extraído del Expediente Técnico.

Figura 39

Plano de Arquitectura A-18 Corte A-A y B-B

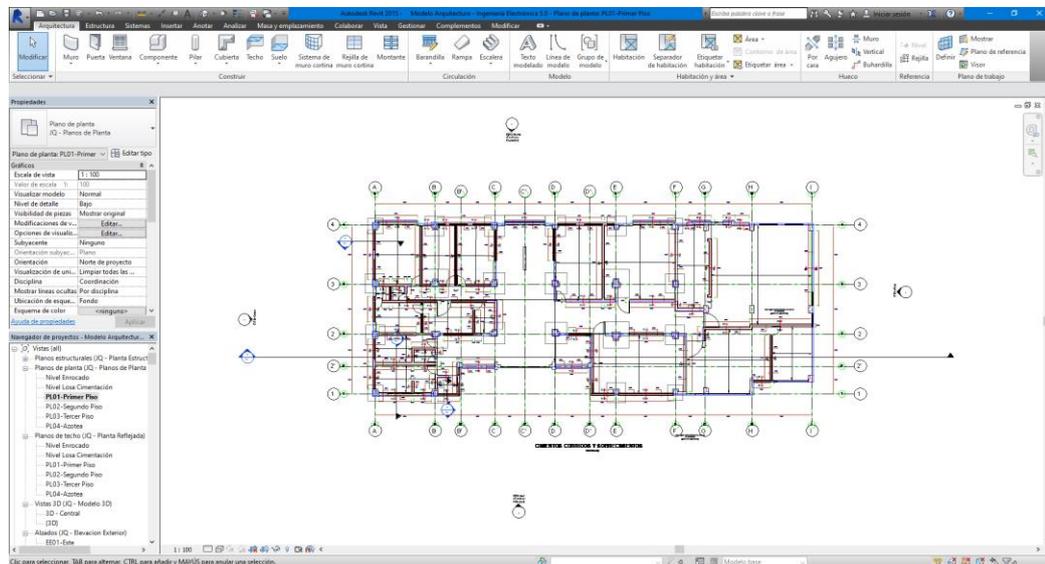


Nota: La figura 39 muestra los cortes en el eje X y Y de la edificación precisando la altura de los niveles y niveles de piso terminado. Extraído del Expediente Técnico.

Tomando como referencia los planos en CAD del proyecto, como primer paso se procede a importar los ejes (1, 2, 3, 4, A, B, B', C, C', D, D', E, F, G, H e I) y niveles (Nivel de enrocado, Nivel de Losa de Cimentación, Nivel de Primer piso, Nivel de Segundo piso, Nivel de Tercer piso y Nivel de Azotea) dentro de los cuales se inicia el modelamiento de los elementos.

Figura 40

Exportación de ejes y niveles a Revit

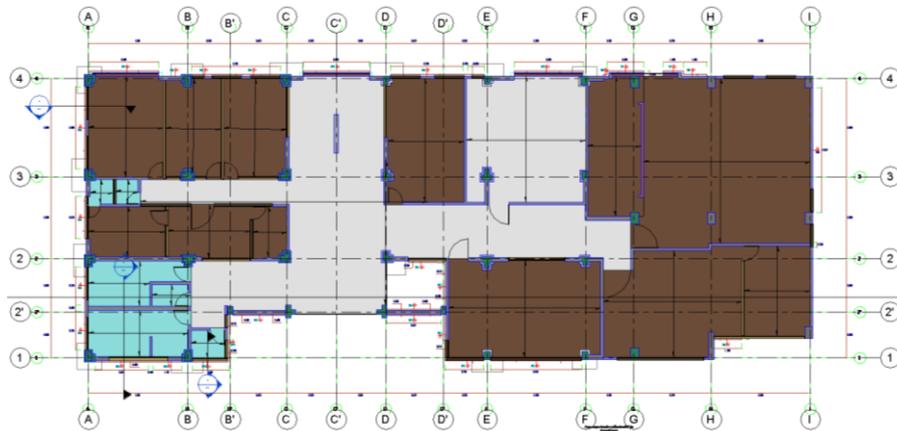


Nota: La figura 40 muestra los ejes exportados de los planos CAD al programa Revit. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Para el primer nivel se modelaron muros de ladrillo King Kong (Cabeza) $e=0.25m$, muros de ladrillo King Kong (Soga) $e=0.15m$, puertas contra placadas, ventanas de vidrio transparente y oscuros, contra pisos 48mm, pisos gres, pisos de Porcelanato, pisos cerámicos, columnas, losas, vigas, y acabados para luego ser cuantificados en tablas de planificación.

Figura 41

Modelo BIM – Primer nivel Arquitectura



Nota: La figura 41 muestra elementos modelados en el programa Revit correspondientes al Primer nivel. El color café corresponde al piso Porcelanato, humo a Porcelánico y turquesa al piso Cerámico. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

De igual forma en el segundo nivel se procedió a modelar los elementos tanto nuevo como existentes, sin embargo, con los parámetros asignados se obtienen datos solo de los elementos que se construyeron.

Figura 42

Modelo BIM – Segundo nivel Arquitectura

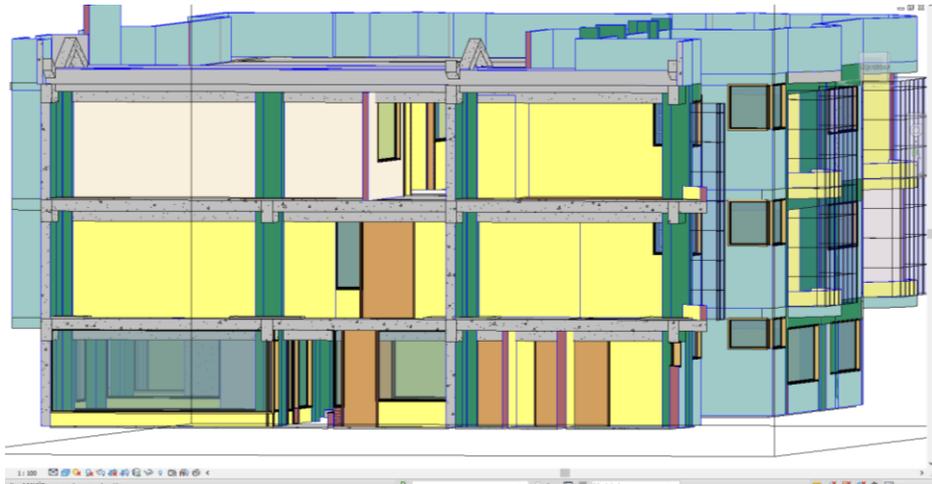


Nota: En la figura 42 se muestra elementos modelados en el programa Revit correspondientes al Segundo nivel. El color gris corresponde al piso terrazo pulido, verde a piso vinílico y turquesa al piso Cerámico. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Para el tercer nivel se modelaron los elementos arquitectónicos según lo indicado en los planos de referencia.

Figura 43

Modelo BIM – Corte en modelo 3D



Nota: En la figura 43 se muestra una sección de corte en 3D correspondiente al modelo de Arquitectura en que se aprecia columnas, vigas, losas, muros, parapetos, puertas, ventanas, tarrajeos, etc. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Figura 44

Modelo BIM – Tercer nivel Arquitectura



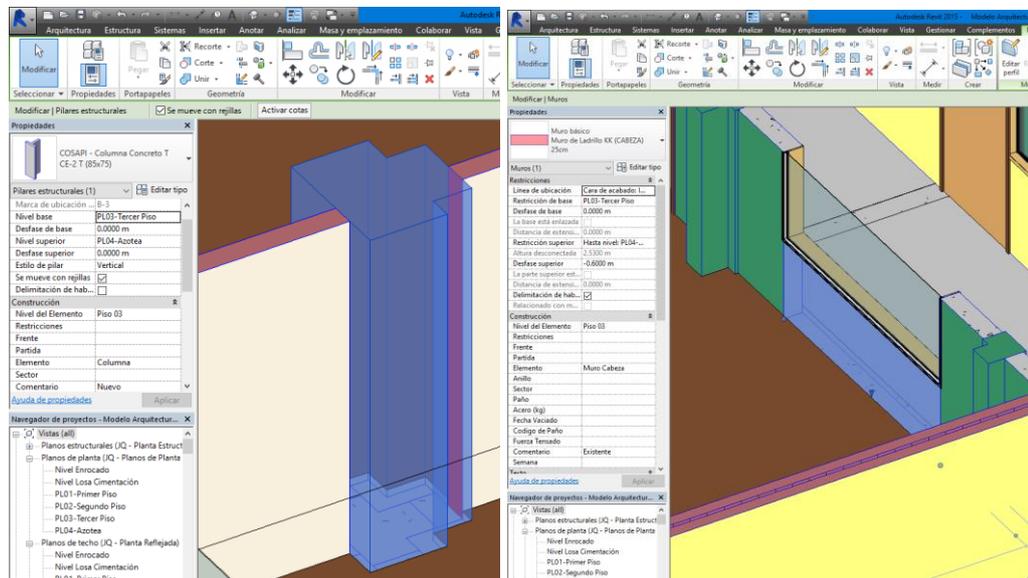
Nota: La figura 44 muestra elementos modelados en el programa Revit correspondientes al Tercer nivel. El color café corresponde al piso parquet, humo, piso porcelanato, gris a piso vinílico y turquesa al piso Cerámico. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Durante el modelamiento se tuvo en consideración la asignación de parámetros de elemento, categoría y familia tales como: Nivel de Elemento, Elemento y Comentario para poder filtrar y clasificar los metrados según estos parámetros.

Se recomienda completamente la creación de parámetros antes del modelamiento de los elementos ya que de esta manera se puede garantizar la asignación de los parámetros en todos los elementos creados.

Figura 45

Asignación de parámetros en los elementos del modelo BIM

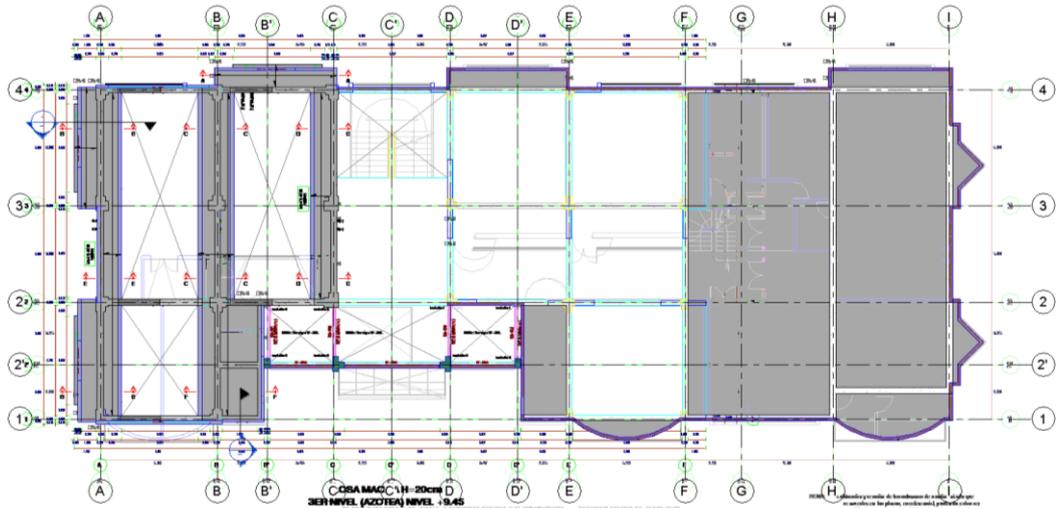


Nota: En la figura 45 se aprecia los parámetros asignado: Nivel de elemento, Elemento y Comentario a una columna y un muro del Tercer nivel. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Finalmente, para la azotea se modelaron los elementos de pisos nuevos y existentes, superficies y parapetos como indica los planos.

Figura 46

Modelo BIM – Azotea Arquitectura



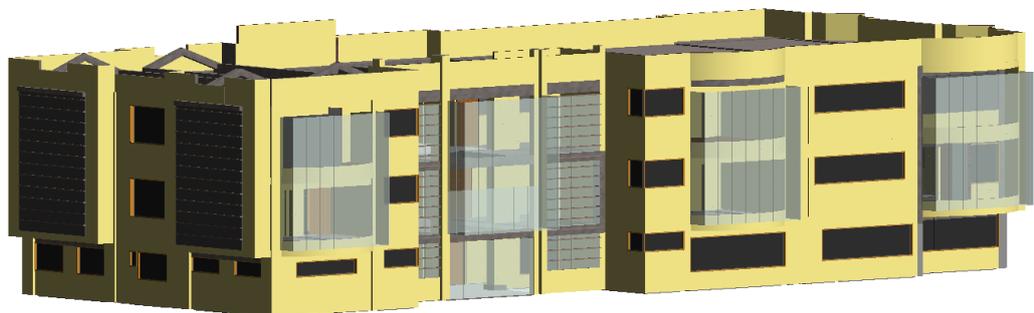
Nota: La figura 46 muestra elementos modelados en el programa Revit correspondientes a la Azotea.

El color gris corresponde al piso de cemento. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Como resultado del modelamiento BIM de la especialidad arquitectura en todos los niveles, se obtuvo un modelo único en el que conjugan todas las vistas en planta, así como de corte, lo que demuestra una Bidireccionalidad Asociativa, es decir a cualquier cambio en el modelo BIM 3D este se verá reflejado en todos los planos del proyecto.

Figura 47

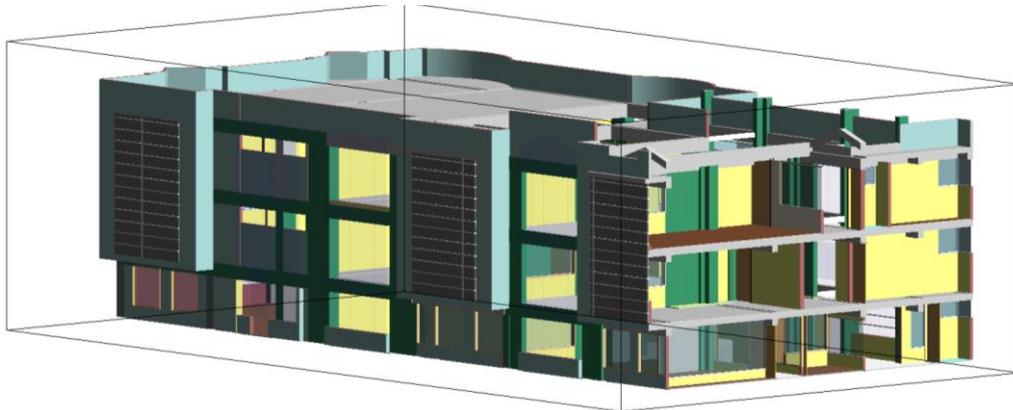
Modelo BIM 3D Especialidad Arquitectura



Nota: La figura 47 muestra el modelo BIM 3D de la Especialidad Arquitectura de la obra: Mejoramiento del servicio de laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional del Altiplano. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Figura 48

Modelo BIM 3D Corte Especialidad Arquitectura



Nota: La figura 48 muestra el corte modelo BIM 3D de la Especialidad Arquitectura de la obra: Mejoramiento del servicio de laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional del Altiplano. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Partidas de Estudio de la Especialidad de Arquitectura

La muestra tomada de las partidas de la especialidad Arquitectura corresponden a los Áreas de construcción indicadas en los planos y son las descritas en la Tabla 6:

Tabla 6

Partidas de Estudio de la Especialidad de Arquitectura

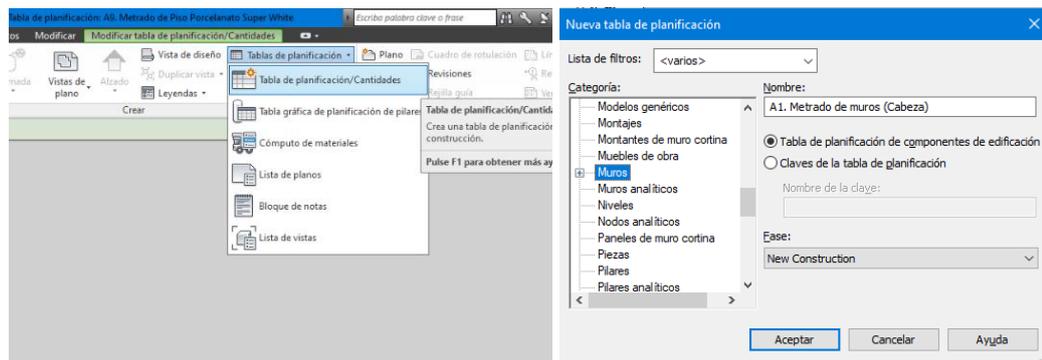
N°	Ítem	Partida	Unidad
1	03.01.01	MURO DE LADRILLO KING KONG (CABEZA)	m2
2	03.01.02	MURO DE LADRILLO KING KONG (SOGA)	m2
3	03.01.03	TABIQUERIA CON GLYPAC DE 15.9mm	m2
4	03.02.02	TARRAJEO EN MUROS INTERIORES	m2
5	03.02.03	TARRAJEO EN MUROS EXTERIORES	m2
6	03.03.01	TARRAJEO EN COLUMNAS Y PLACAS RECTAS	m2
7	03.09.01	CONTRA PISO DE 48mm	m2
8	03.09.02	PISO GRES PORCELANICO TABLON MADERA MIEL	m2
9	03.09.03	PISO DE PORCELANATO SUPER WHITE	m2
10	03.09.04	PISO CERAMICO AMORE OXIDO	m2
11	03.09.05	PISO TERRAZO PULIDO	m2
12	03.09.06	PISO VINILICO	m2
13	03.09.07	PISO PARQUET BALSAMO OSCURO	m2
14	03.09.08	PISO DE CEMENTO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE	m2

Nota: La tabla 6 muestra la relación de partidas de estudio de Arquitectura. “Elaborado por el equipo de trabajo”

Gracias a la asignación de parámetros a los elementos del modelo, la obtención de la cuantificación de materiales se realizó fácilmente según: nivel, tipo, condición, tamaño, etc. Al concluir el modelo BIM de Arquitectura se procedió a generar las tablas de planificación o cuantificación de materiales lo que viene a ser el metrado.

Figura 49

Creación de Tablas de Planificación para metrado



Nota: La figura 49 muestra el procedimiento en Revit para la obtención de Tablas de planificación de los elementos modelados. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 7

Metrado de Muro de Ladrillo King Kong (Cabeza)

<A1. Metrado de Muro (Cabeza)>				
A	B	C	D	E
Elemento	Tipo	Nivel del Elemento	Comentario	Área
Piso 01				
Muro de Ladrillo KK (CABEZA) 20cm				
Muro Cabeza	Muro de Ladrillo KK (CABEZA) 20cm	Piso 01	Nuevo	3.20 m ²
Muro Cabeza	Muro de Ladrillo KK (CABEZA) 20cm	Piso 01	Nuevo	3.20 m ²
Muro Cabeza	Muro de Ladrillo KK (CABEZA) 20cm	Piso 01	Nuevo	3.28 m ²
Muro Cabeza	Muro de Ladrillo KK (CABEZA) 20cm	Piso 01	Nuevo	0.81 m ²
Muro Cabeza	Muro de Ladrillo KK (CABEZA) 20cm	Piso 01	Nuevo	1.52 m ²
Muro Cabeza	Muro de Ladrillo KK (CABEZA) 20cm	Piso 01	Nuevo	0.72 m ²
Muro Cabeza	Muro de Ladrillo KK (CABEZA) 20cm	Piso 01	Nuevo	0.81 m ²
				13.54 m ²
Muro de Ladrillo KK (CABEZA) 25cm				
Muro Cabeza	Muro de Ladrillo KK (CABEZA) 25cm	Piso 01	Nuevo	9.79 m ²
Muro Cabeza	Muro de Ladrillo KK (CABEZA) 25cm	Piso 01	Nuevo	16.18 m ²
Muro Cabeza	Muro de Ladrillo KK (CABEZA) 25cm	Piso 01	Nuevo	3.21 m ²
Muro Cabeza	Muro de Ladrillo KK (CABEZA) 25cm	Piso 01	Nuevo	3.27 m ²
Muro Cabeza	Muro de Ladrillo KK (CABEZA) 25cm	Piso 01	Nuevo	8.60 m ²
Muro Cabeza	Muro de Ladrillo KK (CABEZA) 25cm	Piso 01	Nuevo	7.22 m ²
				48.28 m ²
				61.81 m ²
Total general				61.81 m²

Nota: La tabla 7 muestra la tabla de planificación de Muro de Ladrillo King Kong (Cabeza) con un total de 61.81 m² de área en el Primer nivel. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 8

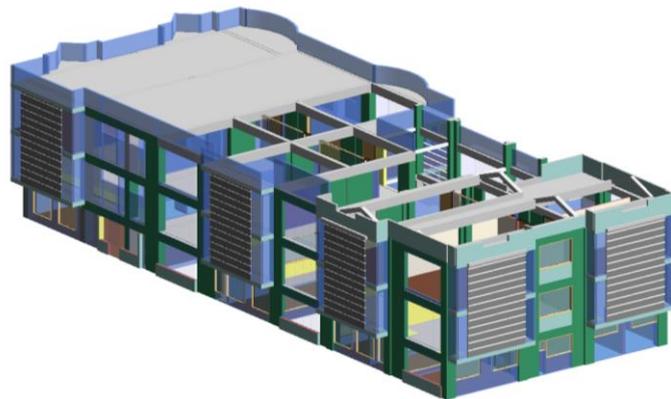
Metrado de Muro de Ladrillo King Kong (Soga)

<A2. Metrado de Muro (Soga)>					Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 02	Nuevo	4.80 m²
A	B	C	D	E	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 02	Nuevo	2.47 m²
Elemento	Tipo	Nivel del Elemento	Comentario	Área	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 02	Nuevo	2.47 m²
Azotea									
Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm					Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 02	Nuevo	2.18 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Azotea	Nuevo	1.02 m²	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 02	Nuevo	4.20 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Azotea	Nuevo	1.35 m²	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 02	Nuevo	4.20 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Azotea	Nuevo	7.38 m²	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 02	Nuevo	0.04 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Azotea	Nuevo	3.93 m²	Piso 03				
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Azotea	Nuevo	3.86 m²					
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Azotea	Nuevo	5.88 m²	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm				164.87 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Azotea	Nuevo	11.34 m²					164.87 m²
				34.75 m²	Piso 01				
				34.75 m²					
Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm					Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 03	Nuevo	2.64 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 01	Nuevo	3.87 m²	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 03	Nuevo	2.64 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 01	Nuevo	5.89 m²	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 03	Nuevo	2.12 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 01	Nuevo	3.51 m²	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 03	Nuevo	2.84 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 01	Nuevo	3.03 m²	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 03	Nuevo	3.08 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 01	Nuevo	3.13 m²	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 03	Nuevo	7.00 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 01	Nuevo	3.86 m²	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 03	Nuevo	4.11 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 01	Nuevo	5.74 m²	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 03	Nuevo	6.75 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 01	Nuevo	1.57 m²	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 03	Nuevo	1.58 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 01	Nuevo	9.10 m²	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 03	Nuevo	0.77 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 01	Nuevo	3.28 m²	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 03	Nuevo	3.37 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 01	Nuevo	1.37 m²	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 03	Nuevo	2.78 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 01	Nuevo	0.14 m²	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 03	Nuevo	0.84 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 01	Nuevo	7.45 m²	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 03	Nuevo	2.94 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 01	Nuevo	2.09 m²	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 03	Nuevo	2.98 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 01	Nuevo	2.65 m²	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 03	Nuevo	0.84 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 01	Nuevo	6.75 m²	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 03	Nuevo	0.80 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 01	Nuevo	2.24 m²	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 03	Nuevo	3.11 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 01	Nuevo	0.36 m²	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 03	Nuevo	3.11 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 01	Nuevo	0.31 m²	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 03	Nuevo	0.84 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 01	Nuevo	4.75 m²	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 03	Nuevo	0.92 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 01	Nuevo	2.28 m²	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 03	Nuevo	0.84 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 01	Nuevo	1.04 m²	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 03	Nuevo	2.55 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 01	Nuevo	1.95 m²	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 03	Nuevo	2.20 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 01	Nuevo	11.47 m²	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 03	Nuevo	2.20 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 01	Nuevo	6.24 m²	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 03	Nuevo	2.41 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 01	Nuevo	4.02 m²	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 03	Nuevo	2.49 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 01	Nuevo	2.21 m²	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 03	Nuevo	2.41 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 01	Nuevo	5.48 m²	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 03	Nuevo	2.41 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 01	Nuevo	19.71 m²	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 03	Nuevo	2.35 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 01	Nuevo	11.48 m²	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 03	Nuevo	6.58 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 01	Nuevo	12.17 m²	Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 03	Nuevo	7.34 m²
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 01	Nuevo	10.47 m²	Total general				
Muro Soga	Muro de Ladrillo KK (SOGA) 15cm	Piso 01	Nuevo	1.62 m²					
									99.66 m²
									548.38 m²

Nota: La tabla 8 muestra la tabla de planificación de Muro de Ladrillo King Kong (Soga) clasificados en 249.10m² en el Primer nivel, 164.87m² en el Segundo nivel, 99.66m² en el Tercer nivel y 34.75m² en la Azotea haciendo un total de 548.38m² según el modelo BIM. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Figura 50

Muros de Ladrillo King Kong (Soga) en Primer, Segundo, Tercer nivel y Azotea



Nota: En la figura 50 se aprecia los Muro de Ladrillo King Kong (Soga) en color azul transparente en el Primer, Segundo, Tercer nivel y Azotea modelados en el modelo BIM de Arquitectura.

Tabla 9

Metrado de Tabiquería con Glypac de 15.9mm

<A3. Metrado de Tabiquería Glypac>				
A	B	C	D	E
Elemento	Tipo	Nivel del Elemento	Comentario	Área
Piso 02				
Muro Tabique Glypac 10cm				
Muro Tabique	Muro Tabique Glypac 10cm	Piso 02	Nuevo	3.36 m²
Muro Tabique	Muro Tabique Glypac 10cm	Piso 02	Nuevo	4.95 m²
Muro Tabique	Muro Tabique Glypac 10cm	Piso 02	Nuevo	0.74 m²
9.05 m²				
Muro Tabique Glypac 15cm				
Muro Tabique	Muro Tabique Glypac 15cm	Piso 02	Nuevo	3.49 m²
3.49 m²				
12.54 m²				
Piso 03				
Muro Tabique Glypac 10cm				
Muro Tabique	Muro Tabique Glypac 10cm	Piso 03	Nuevo	5.09 m²
Muro Tabique	Muro Tabique Glypac 10cm	Piso 03	Nuevo	20.80 m²
Muro Tabique	Muro Tabique Glypac 10cm	Piso 03	Nuevo	6.15 m²
Muro Tabique	Muro Tabique Glypac 10cm	Piso 03	Nuevo	6.22 m²
40.26 m²				
Muro Tabique Glypac 15cm				
Muro Tabique	Muro Tabique Glypac 15cm	Piso 03	Nuevo	7.36 m²
Muro Tabique	Muro Tabique Glypac 15cm	Piso 03	Nuevo	6.35 m²
Muro Tabique	Muro Tabique Glypac 15cm	Piso 03	Nuevo	4.58 m²
Muro Tabique	Muro Tabique Glypac 15cm	Piso 03	Nuevo	6.22 m²
Muro Tabique	Muro Tabique Glypac 15cm	Piso 03	Nuevo	13.11 m²
Muro Tabique	Muro Tabique Glypac 15cm	Piso 03	Nuevo	7.47 m²
45.10 m²				
85.36 m²				
97.90 m²				
Total general				

Nota: La tabla 9 muestra la tabla de planificación de Tabiquería con Glypac de 15.9mm clasificados en 12.54m2 en el Segundo nivel, 85.36m2 en el Tercer nivel haciendo un total de 97.90m2 según el modelo BIM. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 10

Metrado de Tarrajeo en Muros Interiores

<A4. Metrado de Tarrajeo en Muros Interiores>							
A	B	C	D	E	F		
Elemento	Tipo	Nivel del Elemento	Comentario	Material	Nombre	Material	Área
Piso 01							
Muro Cabeza							
Muro Cabeza	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		9.79 m²	
Muro Cabeza	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		32.36 m²	
Muro Cabeza	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		3.21 m²	
Muro Cabeza	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		3.27 m²	
Muro Cabeza	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		17.21 m²	
Muro Cabeza	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		14.43 m²	
Muro Cabeza	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		3.20 m²	
Muro Cabeza	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		3.20 m²	
Muro Cabeza	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		3.28 m²	
Muro Cabeza	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		1.27 m²	
Muro Cabeza	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		1.52 m²	
Muro Cabeza	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		0.72 m²	
Muro Cabeza	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		0.81 m²	
94.28 m²							
Muro Soga							
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		3.07 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		5.89 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		7.02 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		6.06 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		6.28 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		7.72 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		11.48 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		3.14 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		9.10 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		3.28 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		2.73 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		14.89 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		4.18 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		5.31 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		6.75 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		4.48 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		0.73 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		0.31 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		4.72 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		6.55 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		2.44 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		3.91 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		22.56 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		12.47 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		7.80 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		3.18 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		4.42 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		5.46 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		39.41 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 01	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		22.96 m²	
259.44 m²							
Piso 02							
Muro Tabique							
Muro Tabique	Muro Tabique Glypac 10cm	Piso 02	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		4.95 m²	
255.71 m²							
Piso 03							
Muro Soga							
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		2.64 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		2.64 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		2.12 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		2.84 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		2.64 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		2.12 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		2.64 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		2.64 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		3.08 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		7.00 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		8.22 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		13.50 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		3.16 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		1.54 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		3.37 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		2.78 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		0.84 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		2.94 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		2.98 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		0.84 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		1.60 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		3.11 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		3.11 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		0.84 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		0.92 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		0.84 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		5.09 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		2.20 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		2.20 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		2.41 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		2.49 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		2.41 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		2.41 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		4.61 m²	
Muro Soga	Muro de Ladrillo	Piso 03	Nuevo	Tarrajeo en Muros Interiores		13.15 m²	
117.71 m²							
902.86 m²							
Total general							

Nota: La tabla 10 muestra la tabla de planificación de Tarrajeo en Muros Interiores clasificados en 529.44m2 en el Primer nivel, 255.71m2 en el Segundo nivel, 117.71m2 en el Tercer nivel haciendo un total de 902.86m2 según el modelo BIM. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 13

Metrado de Contra Piso de 48mm

<A7. Metrado de Contra Piso>									
A	B	C	D	E					
Familia y tipo	Nivel del Elemento	Comentario	Comentarios	Área					
Losa de cimentación: Contra Piso					Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	B-2	0.38 m²
Piso 01					Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	C-2	1.73 m²
Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 01	Nuevo	SSH Varones	16.76 m²	Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	C-3	1.00 m²
Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 01	Nuevo	Jefatura de Departamento	27.51 m²	Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	D-2	0.87 m²
Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 01	Nuevo	Coordinación de Tutoría	19.51 m²	Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	D-3	2.18 m²
Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 01	Nuevo	Dirección U. Investigación	22.52 m²	Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	E-2	1.16 m²
Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 01	Nuevo	SH	2.22 m²	Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	E-3	0.85 m²
Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 01	Nuevo	SH	2.14 m²	Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	F-3	1.31 m²
Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 01	Nuevo	Dirección de Estudios	14.28 m²	Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	A-2	1.29 m²
Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 01	Nuevo	Secretaría	15.81 m²	Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	A-2	0.47 m²
Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 01	Nuevo	Deposito	6.38 m²	Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	A-3	2.47 m²
Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 01	Nuevo	SSH Mujeres	13.10 m²	Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	A-4	1.49 m²
Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 01	Nuevo	Deposito de Limpieza	3.04 m²	Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	B-1	1.49 m²
Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 01	Nuevo	SSH	3.59 m²	Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	B-2	2.12 m²
Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 01	Nuevo	Oficina de Acreditación	35.01 m²	Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	B-2	1.10 m²
Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 01	Nuevo	Laboratorio	53.23 m²	Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	B-3	1.43 m²
Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 01	Nuevo	Aula 101	53.08 m²	Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	B-4	1.41 m²
Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 01	Nuevo	Auditorio	103.32 m²	Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	B-4	1.02 m²
Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 01	Nuevo	Escenario	27.07 m²	Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	C-3	2.53 m²
Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 01	Nuevo	Hall	161.77 m²	Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	C-4	1.28 m²
Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 01	Nuevo	Sala de Lectura	50.10 m²	Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	E-3	0.62 m²
Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 01	Nuevo	Biblioteca	21.73 m²	Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	E-4	0.88 m²
				652.18 m²	Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	F-2	1.35 m²
Piso 02					Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	F-3	0.82 m²
Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	F-2	0.96 m²	Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	F-4	0.48 m²
Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	SSH Varones	13.97 m²	Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	Tomacorrientes	9.00 m²
Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	SH	2.14 m²	Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	Tomacorrientes	9.00 m²
Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	SSH Mujeres	11.68 m²	Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	Tomacorrientes	9.00 m²
Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	A-1	1.49 m²	Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	Tomacorrientes	9.00 m²
Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	B-3	1.27 m²	Piso 03				
Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	D-3	2.81 m²	Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 03	Nuevo	Area de Trabajo	26.64 m²
Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	E-3	0.72 m²	Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 03	Nuevo	Area de Trabajo	27.91 m²
Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	E-3	1.97 m²	Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 03	Nuevo	Cubiculo Docentes	60.94 m²
Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 02	Nuevo	Deposito	1.93 m²	Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 03	Nuevo	Tutoria	54.78 m²
					Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 03	Nuevo	Eje H	2.37 m²
					Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 03	Nuevo	SH	2.95 m²
					Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 03	Nuevo	Hall	6.41 m²
					Losa de cimentación: Contra Piso	Piso 03	Nuevo	Hall	37.45 m²
									219.48 m²
									977.71 m²

Nota: La tabla 13 muestra la tabla de planificación de Contra Piso de 48mm clasificados en 652.18m² en el Primer nivel, 106.05m² en el Segundo nivel, 219.48m² en el Tercer nivel haciendo un total de 977.71m² según el modelo BIM. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 14

Metrado de Piso Gres Porcelánico Tablón Madera Miel

<A8. Metrado de Piso Tablon Madera>			
A	B	C	D
Nivel del Elemento	Comentarios	Material: Nombre	Material: Área
Piso 01			
Piso 01	Jefatura de Departamento	A8. Piso Porcelanico Tablon Madera	27.51 m²
Piso 01	Coordinacion de Tutoria	A8. Piso Porcelanico Tablon Madera	19.51 m²
Piso 01	Direccion U. Investigacion	A8. Piso Porcelanico Tablon Madera	22.52 m²
Piso 01	Direccion de Estudios	A8. Piso Porcelanico Tablon Madera	14.28 m²
Piso 01	Secretaria	A8. Piso Porcelanico Tablon Madera	15.81 m²
Piso 01	Deposito	A8. Piso Porcelanico Tablon Madera	6.38 m²
Piso 01	Oficina de Acreditacion	A8. Piso Porcelanico Tablon Madera	35.01 m²
Piso 01	Aula 101	A8. Piso Porcelanico Tablon Madera	53.08 m²
Piso 01	Auditorio	A8. Piso Porcelanico Tablon Madera	103.32 m²
Piso 01	Escenario	A8. Piso Porcelanico Tablon Madera	27.07 m²
Piso 01	Sala de Lectura	A8. Piso Porcelanico Tablon Madera	50.10 m²
Piso 01	Biblioteca	A8. Piso Porcelanico Tablon Madera	21.73 m²
Total general			396.32 m²

Nota: La tabla 14 muestra la tabla de planificación de Piso Gres Porcelánico Tablón Madera Miel con un total de 396.32m² en el Primer nivel según el modelo BIM. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 15

Metrado de Piso Porcelanato Súper White

<A9. Metrado de Piso Porcelanato Super White>			
A	B	C	D
Nivel del Elemento	Comentarios	Material: Nombre	Material: Área
Piso 01			
Piso 01	Laboratorio	A9. Piso Porcelanato Super White	53.23 m ²
Piso 01	Hall	A9. Piso Porcelanato Super White	161.77 m ²
			215.00 m ²
Piso 03			
Piso 03	Hall	A9. Piso Porcelanato Super White	37.45 m ²
			37.45 m ²
Total general			252.45 m ²

Nota: La tabla 15 muestra la tabla de planificación de Piso Porcelanato Súper White clasificados en 215.00m² en el Primer nivel y 37.45m² en el Tercer nivel haciendo un total de 252.45m² según el modelo BIM. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 16

Metrado de Piso Cerámico Amore Oxido

<A10. Metrado de Piso Ceramico Amore Oxido>			
A	B	C	D
Nivel del Elemento	Comentarios	Material: Nombre	Material: Área
Piso 01			
Piso 01	SSHH Varones	A10. Piso Ceramico	16.76 m ²
Piso 01	SH	A10. Piso Ceramico	2.22 m ²
Piso 01	SH	A10. Piso Ceramico	2.14 m ²
Piso 01	SSHH Mujeres	A10. Piso Ceramico	13.10 m ²
Piso 01	Deposito de Limpieza	A10. Piso Ceramico	3.04 m ²
Piso 01	SSHH	A10. Piso Ceramico	3.59 m ²
			40.86 m ²
Piso 02			
Piso 02	SSHH Varones	A10. Piso Ceramico	13.97 m ²
Piso 02	SH	A10. Piso Ceramico	2.14 m ²
Piso 02	SSHH Mujeres	A10. Piso Ceramico	11.68 m ²
			27.80 m ²
Piso 03			
Piso 03	SH	A10. Piso Ceramico	2.99 m ²
			2.99 m ²
Total general			71.65 m ²

Nota: La tabla 16 muestra la tabla de planificación de Piso Cerámico Amore Oxido clasificados en 40.86m² en el Primer nivel, 27.8m² en el Segundo nivel y 2.99m² en el Tercer nivel haciendo un total de 71.65m² según el modelo BIM. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 17

Metrado de Piso Terrazo Pulido

<A11. Metrado de Piso Terrazo Pulido>			
A	B	C	D
Nivel del Elemento	Comentarios	Material: Nombre	Material: Área
Piso 02			
Piso 02	F-2	A11. Piso Terrazo Pulido	0.96 m ²
Piso 02	B-2	A11. Piso Terrazo Pulido	0.38 m ²
Piso 02	C-2	A11. Piso Terrazo Pulido	1.73 m ²
Piso 02	C-3	A11. Piso Terrazo Pulido	1.00 m ²
Piso 02	D-2	A11. Piso Terrazo Pulido	0.87 m ²
Piso 02	D-3	A11. Piso Terrazo Pulido	2.18 m ²
Piso 02	E-2	A11. Piso Terrazo Pulido	1.16 m ²
Piso 02	E-3	A11. Piso Terrazo Pulido	0.65 m ²
Piso 02	F-3	A11. Piso Terrazo Pulido	1.31 m ²
Total general			10.24 m ²

Nota: La tabla 17 muestra la tabla de planificación de Piso Terrazo Pulido con un total de 10.24m² en el Segundo nivel según el modelo BIM. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 18

Metrado de Piso Vinílico

<A12. Metrado de Piso de Vinilico>			
A	B	C	D
2	Comentarios	Material: Nombre	Material: Área
Piso 02			
Piso 02	A-1	A12. Piso Vinilico	1.49 m ²
Piso 02	B-3	A12. Piso Vinilico	1.27 m ²
Piso 02	D-3	A12. Piso Vinilico	2.81 m ²
Piso 02	E-3	A12. Piso Vinilico	0.72 m ²
Piso 02	E-2	A12. Piso Vinilico	1.97 m ²
Piso 02	Deposito	A12. Piso Vinilico	1.93 m ²
Piso 02	A-2	A12. Piso Vinilico	1.29 m ²
Piso 02	A-2	A12. Piso Vinilico	0.47 m ²
Piso 02	A-3	A12. Piso Vinilico	2.47 m ²
Piso 02	A-4	A12. Piso Vinilico	1.49 m ²
Piso 02	B-1	A12. Piso Vinilico	1.49 m ²
Piso 02	B-2	A12. Piso Vinilico	2.12 m ²
Piso 02	B-2	A12. Piso Vinilico	1.10 m ²
Piso 02	B-3	A12. Piso Vinilico	1.43 m ²
Piso 02	B-4	A12. Piso Vinilico	1.41 m ²
Piso 02	B-4	A12. Piso Vinilico	1.02 m ²
Piso 02	C-3	A12. Piso Vinilico	2.53 m ²
Piso 02	C-4	A12. Piso Vinilico	1.26 m ²
Piso 02	E-3	A12. Piso Vinilico	0.62 m ²
Piso 02	E-4	A12. Piso Vinilico	0.68 m ²
Piso 02	F-2	A12. Piso Vinilico	1.35 m ²
Piso 02	F-3	A12. Piso Vinilico	0.62 m ²
Piso 02	F-4	A12. Piso Vinilico	0.48 m ²
Piso 02	Tomacorrientes	A12. Piso Vinilico	9.00 m ²
Piso 02	Tomacorrientes	A12. Piso Vinilico	9.00 m ²
Piso 02	Tomacorrientes	A12. Piso Vinilico	9.00 m ²
Piso 02	Tomacorrientes	A12. Piso Vinilico	9.00 m ²
Total general			68.01 m ²

Nota: La tabla 18 muestra la tabla de planificación de Piso Vinílico con un total de 68.01m² en el Segundo nivel según el modelo BIM. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 19

Metrado de Piso Parquet Bálsamo Oscuro

<A13. Metrado de Piso Parquet>			
A	B	C	D
2	Comentarios	Material: Nombre	Material: Área
Piso 03			
Piso 03	Area de Trabajo	A13. Piso Parquet	26.64 m ²
Piso 03	Area de Trabajo	A13. Piso Parquet	27.91 m ²
Piso 03	Cubiculo Docentes	A13. Piso Parquet	60.94 m ²
Piso 03	Tutoria	A13. Piso Parquet	54.78 m ²
Piso 03	Cisco	A13. Piso Parquet	57.05 m ²
Piso 03	Telecomunicaciones	A13. Piso Parquet	69.65 m ²
Piso 03	Telematica	A13. Piso Parquet	73.57 m ²
Total general			370.53 m ²

Nota: La tabla 19 muestra la tabla de planificación de Piso Parquet Bálsamo Oscuro con un total de 370.53m² en el Tercer nivel según el modelo BIM. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 20

Metrado de Piso de Cemento con Aditivo Impermeabilizante

<A14. Metrado de Piso de Cemento>			
A	B	C	D
2	Comentarios	Material: Nombre	Material: Área
Azotea			
Azotea	Azotea	A14. Piso Cemento	27.63 m ²
Azotea	Azotea	A14. Piso Cemento	36.46 m ²
Azotea	Azotea	A14. Piso Cemento	13.23 m ²
Azotea	Azotea	A14. Piso Cemento	5.12 m ²
Total general			82.44 m ²

Nota: La tabla 20 muestra la tabla de planificación de Metrado de Piso de Cemento con Aditivo Impermeabilizante con un total de 82.44m² en la Azotea según el modelo BIM. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Una vez obtenido la cuantificación de materiales del modelo BIM de Arquitectura, se realizó la comparación con los valores del Expediente Técnico distribuido por niveles según corresponda la ubicación del elemento: Primer nivel, Segundo nivel, Tercer nivel o Azotea. Una vez obtenido la diferencia, este se traduce en costo teniendo como base el precio unitario de cada partida y tiempo de ejecución en base al rendimiento de cada partida. En la mayoría de los casos la diferencia obtenida fue positiva (ganancia) es decir que se ahorró dinero y días, sin embargo, en casos particulares se obtuvo una diferencia negativa (pérdida) que significó mayor dinero y días en la ejecución de dichas partidas.

Tabla 21

Cuadro Comparativo de Muro de Ladrillo King Kong (Cabeza)

Partida:	MURO DE LADRILLO KING KONG (CABEZA)				
Unidad:	m2	Rendimiento:	6 m2/día	P. U.	S/. 112.00
Nivel	Metrado		Diferencia	Costo (Soles)	Tiempo (Días)
	Exp. Técnico	Modelo BIM			
Primer Nivel	53.28	61.81	-8.53	-S/. 955.36	-1.42
TOTAL	53.28	61.81	-8.53	-S/. 955.36	-2

Nota: La tabla 21 muestra la diferencia entre Exp. Técnico y Modelo BIM de la partida Muro de Ladrillo King Kong (Cabeza) el cual es de -8.53m2 que corresponde a -S/. 955.36 y -2 días. En el primer nivel existe mayor metrado que lo presupuestado por lo que se requerirá mayor costo y tiempo. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 22

Cuadro Comparativo de Muro de Ladrillo King Kong (Soga)

Partida:	MURO DE LADRILLO KING KONG (SOGA)				
Unidad:	m2	Rendimiento:	8 m2/día	P. U.	S/. 72.39
Nivel	Metrado		Diferencia	Costo (Soles)	Tiempo (Días)
	Exp. Técnico	Modelo BIM			
Primer Nivel	329.43	249.10	80.33	S/. 5,815.09	10.04
Segundo Nivel	133.71	164.87	-31.16	-S/. 2,255.67	-3.90
Tercer Nivel	101.81	99.66	2.15	S/. 155.64	0.27
Azotea	157.55	34.75	122.8	S/. 8,889.49	15.35
TOTAL	722.50	548.38	174.12	S/. 12,604.55	22

Nota: La tabla 22 muestra la diferencia entre Exp. Técnico y Modelo BIM de la partida Muro de Ladrillo King Kong (Soga) el cual es de 174.12m2 que corresponde a S/. 12,604.55 y 22 días. En el Exp. Técnico se consideró doble metrado de muros en el Primer y Tercer nivel con respecto a los muros existentes que están ubicados según indican los planos de Arquitectura, lo que al final se traduce en ahorro. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 23

Cuadro Comparativo de Tabiquería con Glypac de 15.9mm

Partida:	TABICERIA CON GLYPAC DE 15.9mm				
Unidad:	m2	Rendimiento:	18 m2/día	P. U.	S/. 68.25
Nivel	Metrado		Diferencia	Costo (Soles)	Tiempo (Días)
	Exp. Técnico	Modelo BIM			
Segundo Nivel	14.01	12.54	1.47	S/. 100.33	0.08
Tercer Nivel	95.25	85.36	9.89	S/. 674.99	0.55
TOTAL	109.26	97.9	11.36	S/. 775.32	1

Nota: La tabla 23 muestra la diferencia entre Exp. Técnico y Modelo BIM de la partida Tabiquería con Glypac de 15.9mm el cual es de 11.36m² que corresponde a S/. 775.32 y 1 día. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 24

Cuadro Comparativo de Tarrajeo en Muros Interiores

Partida:	TARRAJEO EN MUROS INTERIORES				
Unidad:	m2	Rendimiento:	16 m2/día	P. U.	S/. 14.47
Nivel	Metrado		Diferencia	Costo (Soles)	Tiempo (Días)
	Exp. Técnico	Modelo BIM			
Primer Nivel	682.78	529.44	153.34	S/. 2,218.83	9.58
Segundo Nivel	226.43	255.71	-29.28	-S/. 423.68	-1.83
Tercer Nivel	117.24	117.71	-0.47	-S/. 6.80	-0.03
TOTAL	1026.45	902.86	123.59	S/. 1,788.35	8

Nota: La tabla 24 muestra la diferencia entre Exp. Técnico y Modelo BIM de la partida Tarrajeo en Muros Interiores el cual es de 123.59m² que corresponde a S/. 1,788.35 y 8 días. Se detectó que en el Primer nivel se duplicaban los metrados de Tarrajeo en muros interiores existentes entre los ejes F e I, lo cual no está contemplado en los planos y por consiguiente significa un ahorro en costo y tiempo. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 25

Cuadro Comparativo de Tarrajeo en Muros Exteriores

Partida:	TARRAJEO EN MUROS EXTERIORES				
Unidad:	m ²	Rendimiento:	10 m ² /día	P. U.	S/. 25.71
Nivel	Metrado		Diferencia	Costo (Soles)	Tiempo (Días)
	Exp. Técnico	Modelo BIM			
Primer Nivel	133.40	92.12	41.28	S/. 1,061.31	4.13
Segundo Nivel	46.9	57.88	-10.98	-S/. 282.30	-0.69
Tercer Nivel	96.55	77.24	19.31	S/. 496.46	1.21
Azotea	315.09	173.44	141.65	S/. 3,641.82	8.85
TOTAL	591.94	400.68	191.26	S/. 4,917.29	14

Nota: La tabla 25 muestra la diferencia entre Exp. Técnico y Modelo BIM de la partida Tarrajeo en Muros Exteriores el cual es de 191.26m² que corresponde a S/. 4,917.29 y 14 días. Se detectó que en el Primer nivel se duplicaban los metrados de Tarrajeo en muros exteriores existentes entre los ejes F e I, lo cual no está contemplado en los planos y por consiguiente significa un ahorro en costo y tiempo. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 26

Cuadro Comparativo de Tarrajeo en Columnas y Placas Rectas

Partida:	TARRAJEO EN COLUMNAS Y PLACAS RECTAS				
Unidad:	m ²	Rendimiento:	8 m ² /día	P. U.	S/. 30.84
Nivel	Metrado		Diferencia	Costo (Soles)	Tiempo (Días)
	Exp. Técnico	Modelo BIM			
Primer Nivel	275.42	266.80	8.62	S/. 265.84	1.08
Segundo Nivel	262.55	302.27	-39.72	-S/. 1,224.96	-2.48
Tercer Nivel	253.30	288.35	-35.05	-S/. 1,080.94	-2.19
Azotea	8.16	13.20	-5.04	-S/. 155.43	-0.32
TOTAL	799.43	870.62	-71.19	-S/. 2,195.50	-4

Nota: La tabla 26 muestra la diferencia entre Exp. Técnico y Modelo BIM de la partida Tarrajeo en Columnas y Placas Rectas el cual es de -71.19m² que corresponde a -S/. 2,195.50 y -4 días. Durante el modelamiento se verificó que algunas caras de columnas y placas del Segundo y Tercer nivel no estaban consideradas dentro del metrado inicial, sin embargo, es necesario su ejecución y por consiguiente significa un aumento en costo y tiempo. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 27

Cuadro Comparativo de Contra piso de 48mm

Partida:	CONTRA PISO DE 48mm					
Unidad:	m2	Rendimiento:	80 m2/día	P. U.	S/. 28.53	
Nivel	Metrado		Diferencia	Costo (Soles)	Tiempo (Días)	
	Exp. Técnico	Modelo BIM				
Primer Nivel	676.61	652.18	24.43	S/. 696.99	0.31	
Segundo Nivel	99.13	106.05	-6.92	-S/. 197.43	-0.43	
Tercer Nivel	210.25	219.48	-9.23	-S/. 263.33	-0.58	
TOTAL	985.99	977.71	8.28	S/. 236.23	0	

Nota: La tabla 27 muestra la diferencia entre Exp. Técnico y Modelo BIM de la partida Contra piso de 48mm el cual es de 8.28m² que corresponde a S/. 236.23 y 0 días. Se verifica que la diferencia de metrados es mínima lo que significa que esta partida estuvo bien elaborada. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 28

Cuadro Comparativo de Piso Gres Porcelánico Tablón Madera Miel

Partida:	PISO GRES PORCELANICO TABLON MADERA MIEL					
Unidad:	m2	Rendimiento:	25 m2/día	P. U.	S/. 116.04	
Nivel	Metrado		Diferencia	Costo (Soles)	Tiempo (Días)	
	Exp. Técnico	Modelo BIM				
Primer Nivel	409.36	396.32	13.04	S/. 1,513.16	0.52	
TOTAL	409.36	396.32	13.04	S/. 1,513.16	1	

Nota: La tabla 28 muestra la diferencia entre Exp. Técnico y Modelo BIM de la partida Piso Gres Porcelánico Tablón Madera Miel el cual es de 13.04m² que corresponde a S/. 1,513.16 y 1 día. La diferencia de metrados es mínima lo que significa que esta partida estuvo bien elaborada. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 29

Cuadro Comparativo de Piso Porcelanato Súper White

Partida:	PISO DE PORCELANATO SUPER WHITE					
Unidad:	m2	Rendimiento:	12 m2/día	P. U.	S/. 68.79	
Nivel	Metrado		Diferencia	Costo (Soles)	Tiempo (Días)	
	Exp. Técnico	Modelo BIM				
Primer Nivel	224.90	215.00	9.9	S/. 681.02	0.83	
Tercer Nivel	38.65	37.45	1.2	S/. 82.55	0.07	
TOTAL	263.55	252.45	11.1	S/. 763.57	0	

Nota: La tabla 29 muestra la diferencia entre Exp. Técnico y Modelo BIM de la partida Piso Porcelanato Súper White el cual es de 11.10m² que corresponde a S/. 763.57 y 0 días. La diferencia de metrados es mínima lo que significa que esta partida estuvo bien elaborada. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 30

Cuadro Comparativo de Piso Cerámico Amore Oxido

Partida:	PISO CERAMICO AMORE OXIDO					
Unidad:	m2	Rendimiento:	12 m2/día	P. U.	S/.	58.29
Nivel	Metrado		Diferencia	Costo (Soles)	Tiempo (Días)	
	Exp. Técnico	Modelo BIM				
Primer Nivel	42.35	40.86	1.49	S/.	86.85	0.12
Segundo Nivel	29.35	27.8	1.55	S/.	90.35	0.10
Tercer Nivel	3.00	2.99	0.01	S/.	0.58	0.00
TOTAL	74.70	71.65	3.05	S/.	177.78	1

Nota: La tabla 30 muestra la diferencia entre Exp. Técnico y Modelo BIM de la partida Piso Cerámico Amore Oxido el cual es de 3.05m² que corresponde a S/. 177.78 y 1 día. La diferencia de metrados es mínima lo que significa que esta partida estuvo bien elaborada. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 31

Cuadro Comparativo de Piso Terrazo Pulido

Partida:	PISO TERRAZO PULIDO					
Unidad:	m2	Rendimiento:	12 m2/día	P. U.	S/.	139.29
Nivel	Metrado		Diferencia	Costo (Soles)	Tiempo (Días)	
	Exp. Técnico	Modelo BIM				
Tercer Nivel	12.55	10.24	2.31	S/.	321.76	0.19
TOTAL	12.55	10.24	2.31	S/.	321.76	1

Nota: La tabla 31 muestra la diferencia entre Exp. Técnico y Modelo BIM de la partida Piso Terrazo Pulido el cual es de 2.31m² que corresponde a S/. 321.76 y 1 día. La diferencia de metrados es mínima lo que significa que esta partida estuvo bien elaborada. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 32

Cuadro Comparativo de Piso Vinílico

Partida:	PISO VINILICO					
Unidad:	m2	Rendimiento:	12 m2/día	P. U.	S/.	51.56
Nivel	Metrado		Diferencia	Costo (Soles)	Tiempo (Días)	
	Exp. Técnico	Modelo BIM				
Segundo Nivel	117.78	68.01	49.77	S/.	2,566.14	3.11
TOTAL	117.78	68.01	49.77	S/.	2,566.14	4

Nota: La tabla 32 muestra la diferencia entre Exp. Técnico y Modelo BIM de la partida Piso Vinílico el cual es de 49.77m² que corresponde a S/. 2,566.14 y 4 días. Se evidencio que la reposición de piso vinílico en las columnas y placas encamisadas en el segundo nivel es mucho menor que lo presupuestado en el Exp. Técnico, lo que significa un ahorro en costo y tiempo. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 33*Cuadro Comparativo de Piso Parquet Bálsamo Oscuro*

Partida:	PISO PARQUET BALSAMO OSCURO				
Unidad:	m2	Rendimiento:	8 m2/día	P. U.	S/. 87.41
Nivel	Metrado		Diferencia	Costo (Soles)	Tiempo (Días)
	Exp. Técnico	Modelo BIM			
Tercer Nivel	377.05	370.53	6.52	S/. 569.91	0.41
TOTAL	377.05	370.53	6.52	S/. 569.91	1

Nota: La tabla 33 muestra la diferencia entre Exp. Técnico y Modelo BIM de la partida Piso Parquet Bálsamo Oscuro el cual es de 6.52m² que corresponde a S/. 569.91 y 1 día. La diferencia de metrados es mínima lo que significa que esta partida estuvo bien elaborada. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 34*Cuadro comparativo de Piso de Cemento con Aditivo Impermeabilizante*

Partida:	PISO DE CEMENTO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE				
Unidad:	m2	Rendimiento:	80 m2/día	P. U.	S/. 36.16
Nivel	Metrado		Diferencia	Costo (Soles)	Tiempo (Días)
	Exp. Técnico	Modelo BIM			
Azotea	71.9	82.44	-10.54	-S/. 381.13	-0.66
TOTAL	71.9	82.44	-10.54	-S/. 381.13	-1

Nota: La tabla 34 muestra la diferencia entre Exp. Técnico y Modelo BIM de la partida Piso de Cemento con Aditivo Impermeabilizante el cual es de -10.54m² que corresponde a -S/. 381.13 y -1 día. El metrado del modelo BIM es mayor debido a que no se consideró el área de los volados en el Exp. Técnico, sin embargo, no representa un aumento de costo y tiempo mayor. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 35

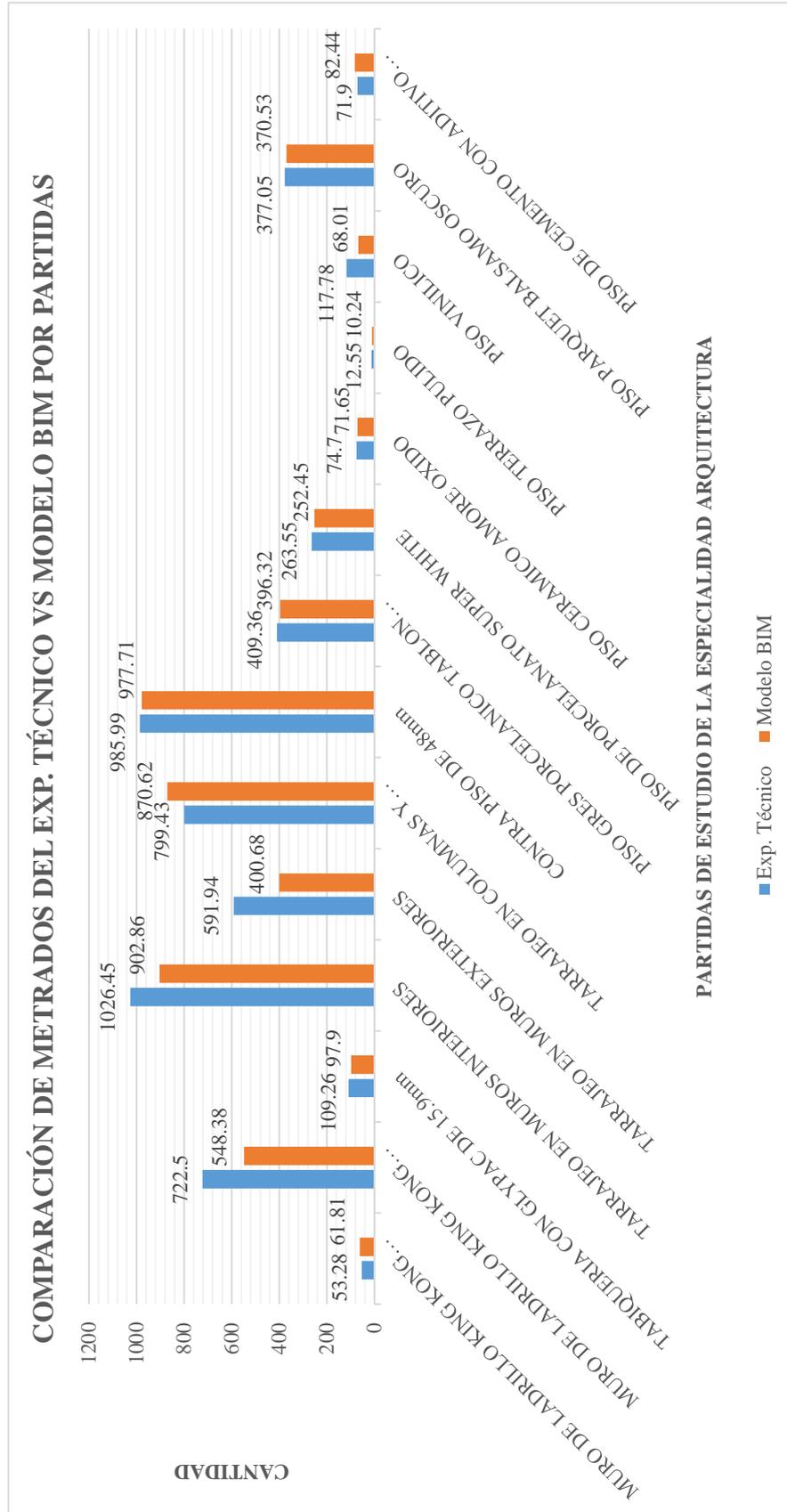
Resumen de diferencia de metrados del modelo BIM de Arquitectura respecto al Expediente Técnico

Ítem	Partida	Unidad	Exp. Técnico	Modelo BIM	Diferencia	%
03.01.01	MURO DE LADRILLO KING KONG (CABEZA)	m2	53.28	61.81	-8.53	-16.01%
03.01.02	MURO DE LADRILLO KING KONG (SOGA)	m2	722.5	548.38	174.12	24.10%
03.01.03	TABQUERIA CON GLYPAC DE 15.9mm	m2	109.26	97.9	11.36	10.40%
03.02.02	TARRAJEO EN MUROS INTERIORES	m2	1026.45	902.86	123.59	12.04%
03.02.03	TARRAJEO EN MUROS EXTERIORES	m2	591.94	400.68	191.26	32.31%
03.03.01	TARRAJEO EN COLUMNAS Y PLACAS RECTAS	m2	799.43	870.62	-71.19	-8.91%
03.09.01	CONTRA PISO DE 48mm	m2	985.99	977.71	8.28	0.84%
03.09.02	PISO GRES PORCELANICO TABLON MADERA MIEL	m2	409.36	396.32	13.04	3.19%
03.09.03	PISO DE PORCELANATO SUPER WHITE	m2	263.55	252.45	11.1	4.21%
03.09.04	PISO CERAMICO AMORE OXIDO	m2	74.7	71.65	3.05	4.08%
03.09.05	PISO TERRAZO PULIDO	m2	12.55	10.24	2.31	18.41%
03.09.06	PISO VINILICO	m2	117.78	68.01	49.77	42.26%
03.09.07	PISO PARQUET BALSAMO OSCURO	m2	377.05	370.53	6.52	1.73%
03.09.08	PISO DE CEMENTO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE	m2	71.9	82.44	-10.54	-14.66%

Nota: La tabla 35 muestra el resumen de las partidas de estudio de la especialidad de Arquitectura con su respectivo ítem del presupuesto, unidad, metrado del Expediente Técnico, metrado del Modelo BIM, la diferencia y su valor en porcentaje. Se tienen gran diferencia a favor (ahorro) en las partidas de Piso Vinílico con 42.26%, Tarrajeo en muros exteriores con 32.31% y Muro de ladrillo King Kong (soga) con 24.10%, sin embargo, también se tiene diferencia en contra (aumento) en las partidas de Muro de ladrillo King Kong (cabeza) con -16.01%, Piso de cemento con aditivo impermeabilizante con -14.66% y Tarrajeo en columnas y placas rectas con -8.91%. “Elaborado por el equipo de trabajo”

Figura 51

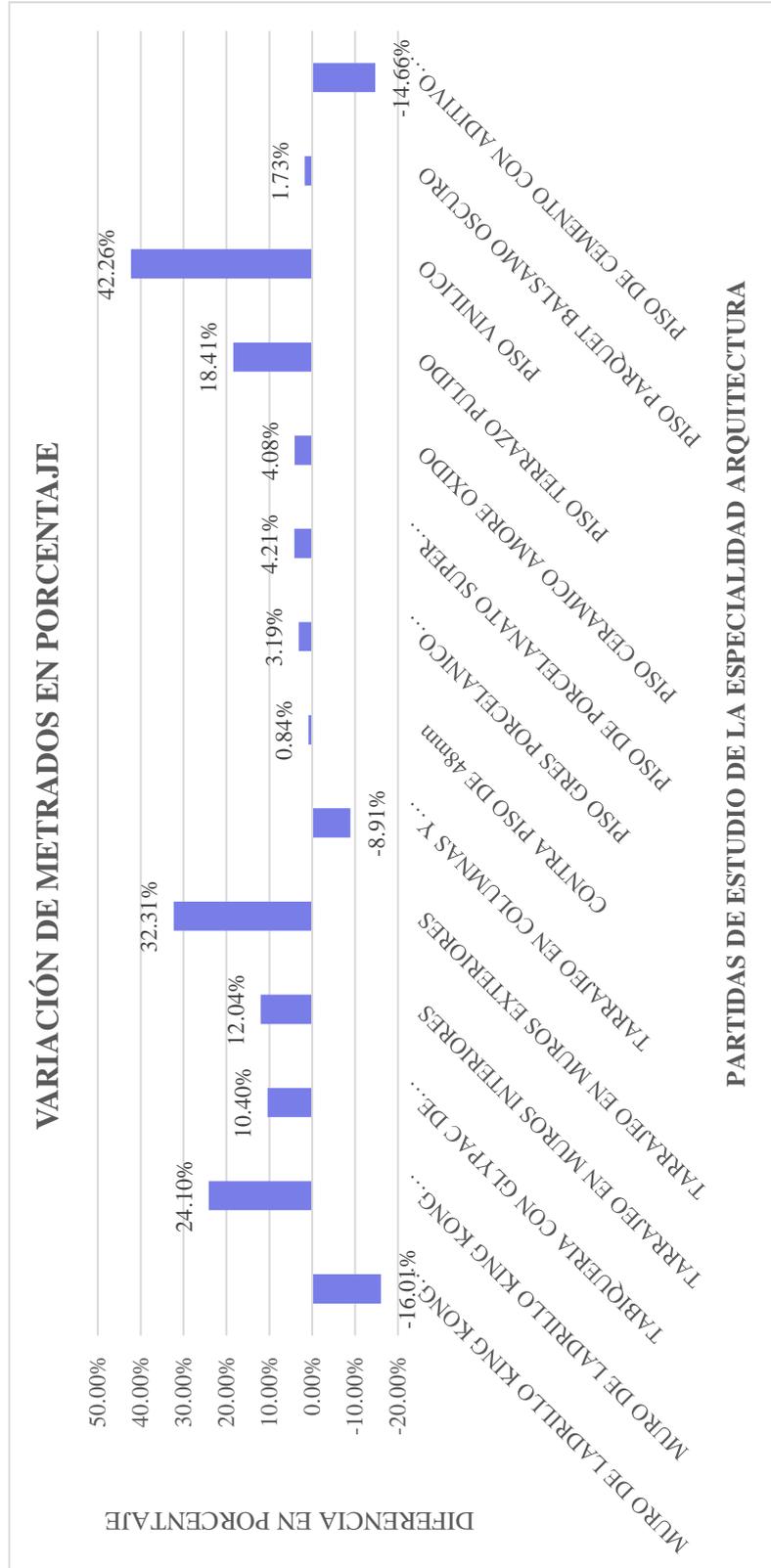
Comparación de metrados de Arquitectura del Expediente Técnico vs Modelo BIM



Nota: La figura 51 muestra en barras las cantidades de metrado por partida de estudio de la especialidad de Arquitectura, teniendo gran diferencia las partidas de Muro de ladrillo King Kong (cabeza), Tarrajeo en muros interiores y Tarrajeo en muros exteriores lo que significa que hubo mayor error en el metrado de estas partidas. "Elaborado por el equipo de trabajo".

Figura 52

Variación en porcentaje de metrados de Arquitectura del Modelo BIM respecto al Expediente Técnico



Nota: La figura 52 muestra en barras la variación de metrado en porcentaje por partida de estudio de la especialidad de Arquitectura, teniendo gran variación las partidas de Piso Vinílico, Tarrajeo en muros exteriores, Muro de ladrillo King Kong (cabeza), Piso terrazo pulido y Muro de ladrillo King Kong (soga) lo que expresa gran ausencia o duplicidad de metrados en los planos de Arquitectura. Por otra parte, existe mayor exactitud y confiabilidad en las partidas Contra piso de 48mm, Piso Parquet Bálamo Oscuro, Piso Gres Porcelánico, Piso Porcelanato y Piso Cerámico los cuales presentan una variación de metrados menor al 5%. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 36

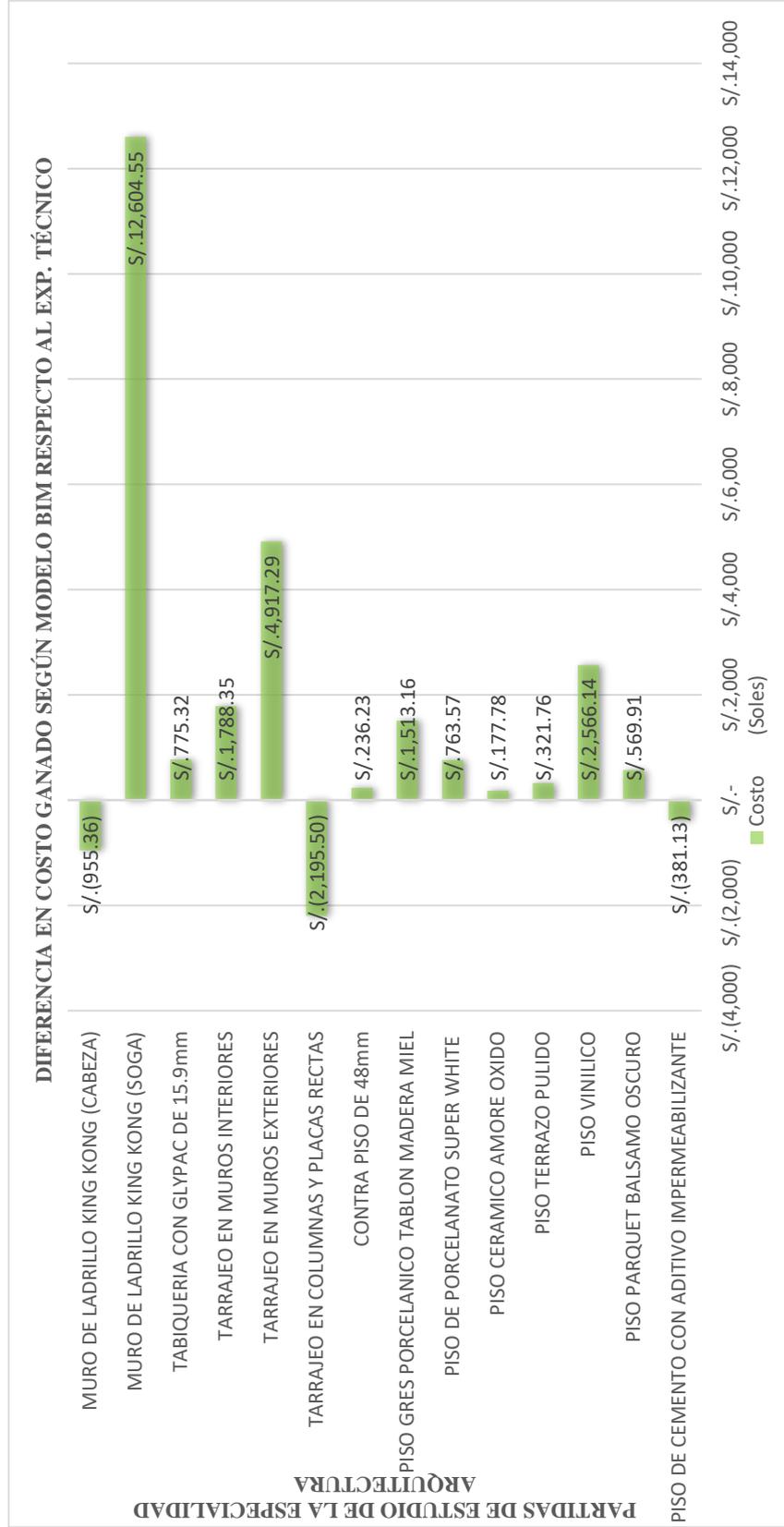
Diferencia en Costo según Modelo BIM respecto al Expediente Técnico – Arquitectura

Ítem	Partida	Unidad	Precio Unitario	Diferencia	Costo (Soles)
03.01.01	MURO DE LADRILLO KING KONG (CABEZA)	m2	S/. 112.00	-8.53	-S/. 955.36
03.01.02	MURO DE LADRILLO KING KONG (SOGA)	m2	S/. 72.39	174.12	S/. 12,604.55
03.01.03	TABIQUERIA CON GLYPAC DE 15.9mm	m2	S/. 68.25	11.36	S/. 775.32
03.02.02	TARRAJEO EN MUROS INTERIORES	m2	S/. 14.47	123.59	S/. 1,788.35
03.02.03	TARRAJEO EN MUROS EXTERIORES	m2	S/. 25.71	191.26	S/. 4,917.29
03.03.01	TARRAJEO EN COLUMNAS Y PLACAS RECTAS	m2	S/. 30.84	-71.19	-S/. 2,195.50
03.09.01	CONTRA PISO DE 48mm	m2	S/. 28.53	8.28	S/. 236.23
03.09.02	PISO GRES PORCELANICO TABLON MADERA MIEL	m2	S/. 116.04	13.04	S/. 1,513.16
03.09.03	PISO DE PORCELANATO SUPER WHITE	m2	S/. 68.79	11.1	S/. 763.57
03.09.04	PISO CERAMICO AMORE OXIDO	m2	S/. 58.29	3.05	S/. 177.78
03.09.05	PISO TERRAZO PULIDO	m2	S/. 139.29	2.31	S/. 321.76
03.09.06	PISO VINILICO	m2	S/. 51.56	49.77	S/. 2,566.14
03.09.07	PISO PARQUET BALSAMO OSCURO	m2	S/. 87.41	6.52	S/. 569.91
03.09.08	PISO DE CEMENTO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE	m2	S/. 36.16	-10.54	-S/. 381.13
TOTAL (Soles)					S/. 22,702.08

Nota: La tabla 36 muestra el resumen de las partidas de estudio de la especialidad de Arquitectura con su respectivo ítem del presupuesto, unidad, Precio Unitario, Diferencia entre Exp. Técnico y Modelo BIM y el Costo en soles que representa el ahorro o aumento. Se tienen gran diferencia a favor (ahorro) en las partidas de Muro de ladrillo King Kong (soga) con S/. 12,604.55, Tarrajeo en muros exteriores con S/. 4,917.29, Piso Vinílico con S/. 2,566.14 y en contra (aumento) en la partida Tarrajeo en columnas y placas rectas con -S/. 2,195. Finalmente, de manera global en la Especialidad de Arquitectura se obtuvo un ahorro de S/. 22,702.08. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Figura 53

Diferencia en costo ganado según Modelo BIM respecto al Expediente Técnico – Arquitectura



Nota: La figura 53 muestra en barras la diferencia de metrado en soles por partida de estudio de la especialidad de Arquitectura, teniendo gran diferencia a favor (ahorro) en las partidas Muro de ladrillo King Kong (soga) con S/. 12,604.55 y Tarrajeo en muros exteriores con S/. 4,917.29 y en contra (aumento) en las partidas Tarrajeo en columnas y placas rectas con -S/. 2,195.50 y Muro de ladrillo King Kong (cabeza) con -S/. 955.36. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 37

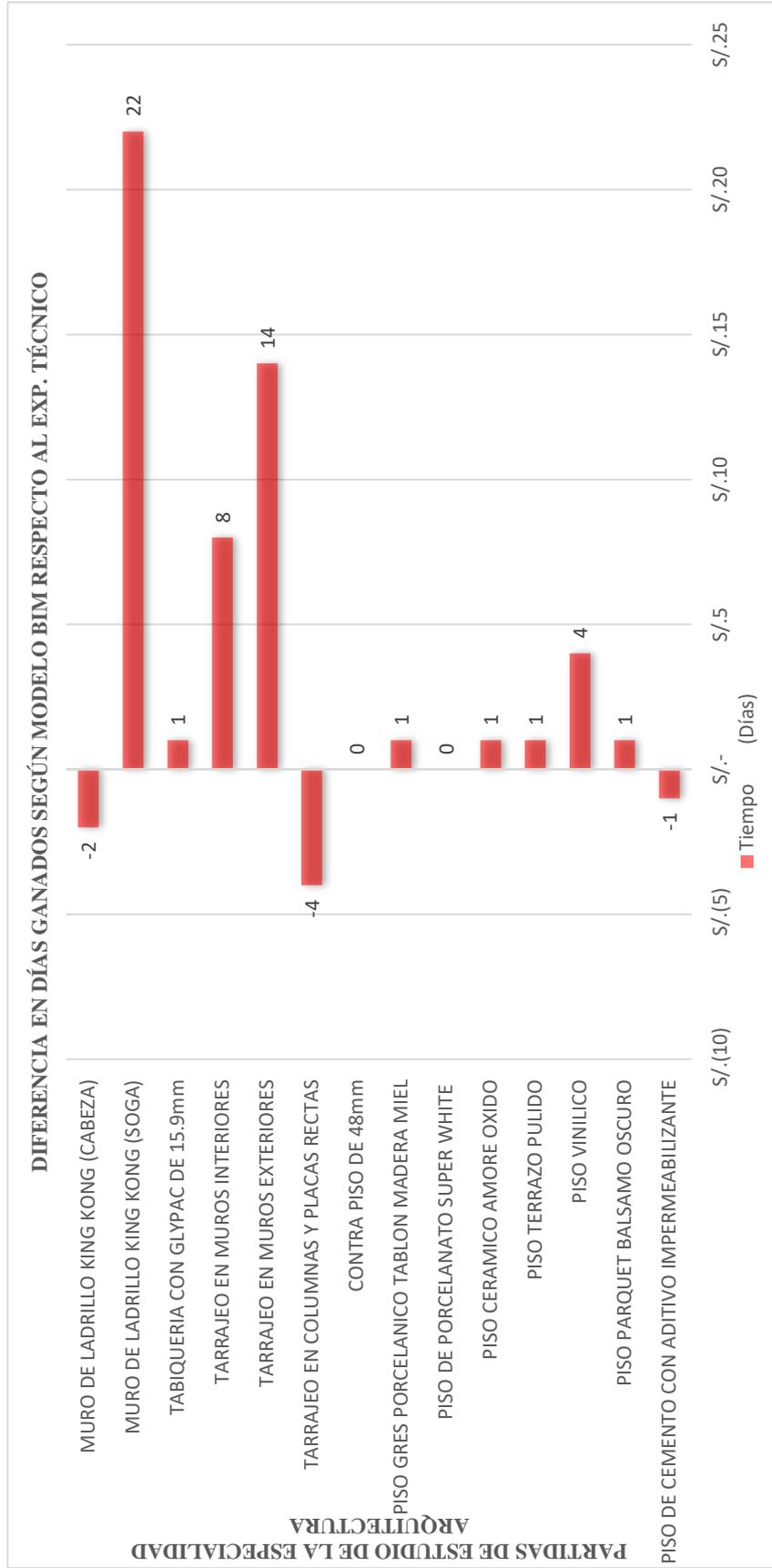
Diferencia en Tiempo según Modelo BIM respecto al Expediente Técnico – Arquitectura

Ítem	Partida	Unidad	Rendimiento (und/día)	Diferencia	Tiempo (Días)
03.01.01	MURO DE LADRILLO KING KONG (CABEZA)	m2	6	-8.53	-2
03.01.02	MURO DE LADRILLO KING KONG (SOGA)	m2	8	174.12	22
03.01.03	TABQUERIA CON GLYPAC DE 15.9mm	m2	18	11.36	1
03.02.02	TARRAJEO EN MUROS INTERIORES	m2	16	123.59	8
03.02.03	TARRAJEO EN MUROS EXTERIORES	m2	10	191.26	14
03.03.01	TARRAJEO EN COLUMNAS Y PLACAS RECTAS	m2	8	-71.19	-4
03.09.01	CONTRA PISO DE 48mm	m2	80	8.28	0
03.09.02	PISO GRES PORCELANICO TABLON MADERA MIEL	m2	25	13.04	1
03.09.03	PISO DE PORCELANATO SUPER WHITE	m2	12	11.1	0
03.09.04	PISO CERAMICO AMORE OXIDO	m2	12	3.05	1
03.09.05	PISO TERRAZO PULIDO	m2	12	2.31	1
03.09.06	PISO VINILICO	m2	12	49.77	4
03.09.07	PISO PARQUET BALSAMO OSCURO	m2	8	6.52	1
03.09.08	PISO DE CEMENTO CON ADITIVO IMPERMEABILIZANTE	m2	80	-10.54	-1
TOTAL (Días)					46

Nota: La tabla 37 muestra el resumen de las partidas de estudio de la especialidad de Arquitectura con su respectivo ítem del presupuesto, unidad, Rendimiento (und/día), Diferencia entre Exp. Técnico y Modelo BIM y el Tiempo en días que representa el ahorro o aumento. Se tienen gran diferencia a favor (ahorro) en las partidas de Muro de ladrillo King Kong (soga) con 22 días, Tarrajeo en muros exteriores con 14 días, Tarrajeo en muros interiores con 8 días, Piso Vinílico con 4 días y en contra (aumento) en las partidas Tarrajeo en columnas y placas rectas con -4 días y Muro de ladrillo King Kong (cabeza) con -2 días. Finalmente, de manera global en la Especialidad de Arquitectura se obtuvo un ahorro de 46 días. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Figura 54

Diferencia en tiempo ganado según Modelo BIM respecto al Expediente Técnico – Arquitectura



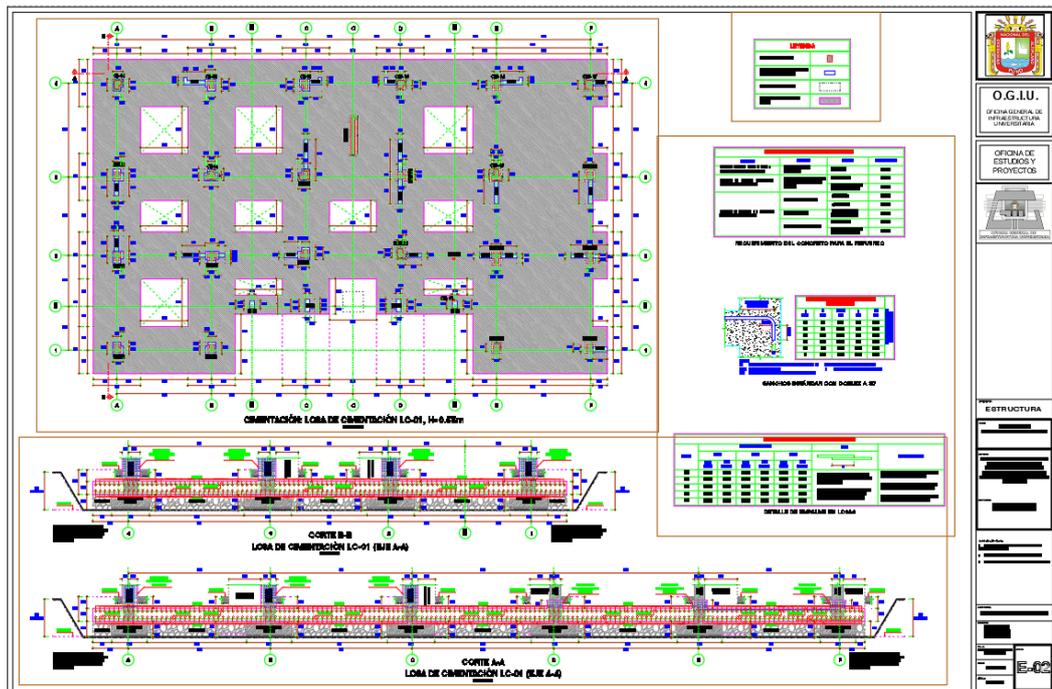
Nota: La figura 54 muestra en barras la diferencia de metrado expresado en Días por partida de estudio de la especialidad de Arquitectura, teniendo gran diferencia a favor (ahorro) en las partidas Muro de ladrillo King Kong (soga) con 22 días y Tarrajeo en muros exteriores con 14 días y en contra (aumento) en las partidas Tarrajeo en columnas y placas rectas con -4 días y Muro de ladrillo King Kong (cabeza) con -2 días. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

4.1.1.2. Modelamiento de Estructuras

El modelamiento de Estructuras se realizó en base a la documentación técnica del proyecto tales como planos de estructuras de cimentaciones, columnas, vigas, losas, etc. Cabe mencionar que, al tratarse de una obra de remodelación y ampliación, fue necesario el modelamiento de la infraestructura existente para estimar las cantidades de manera más precisa y más cerca de las condiciones que se encontraron en obra.

Figura 55

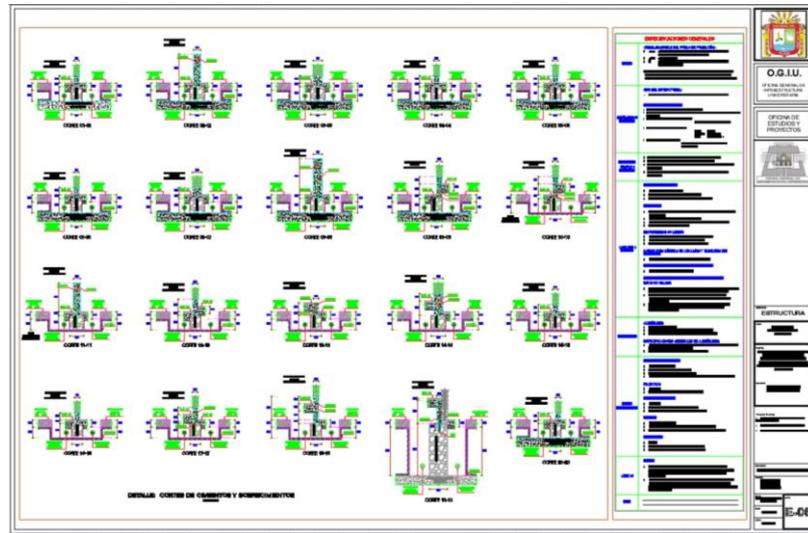
Plano de Enrocado E-02 del Expediente Técnico



Nota: En la figura 55 se muestra el plano E-02 en CAD correspondiente al detalle en planta y perfil del Enrocado. En base a este plano se determinó la altura de enrocado, así como el área de influencia alrededor de cada zapata entre los ejes A – F y 1 – 2. Extraído del Expediente Técnico de obra.

Figura 56

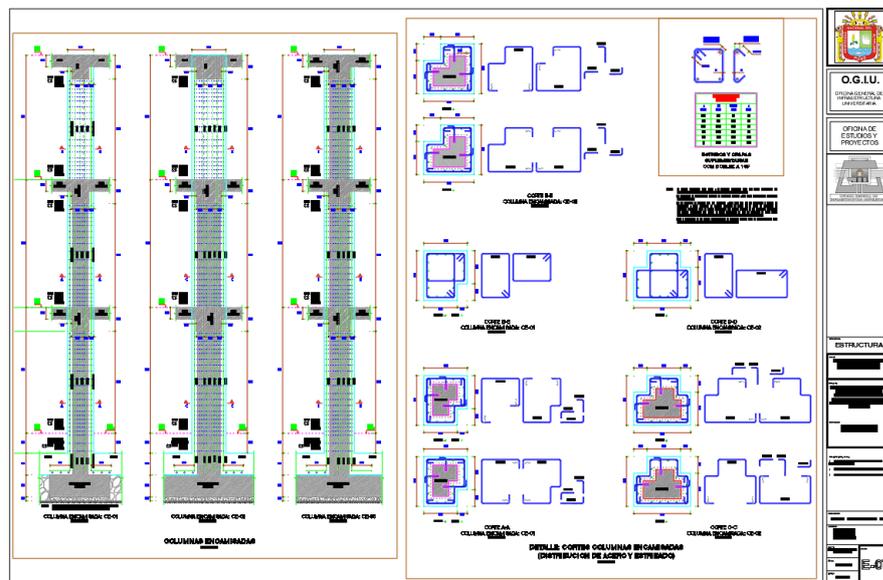
Plano de Sobrecimientos E-06 del Expediente Técnico



Nota: En la figura 56 se muestra el plano E-06 en CAD correspondiente al detalle en perfil de los Sobrecimientos. En base a este plano se determinó la altura de sobrecimientos teniendo en consideración el nuevo nivel terminado de la losa de cimentación. Extraído del Exp. Técnico.

Figura 57

Plano de Columnas E-07 del Expediente Técnico

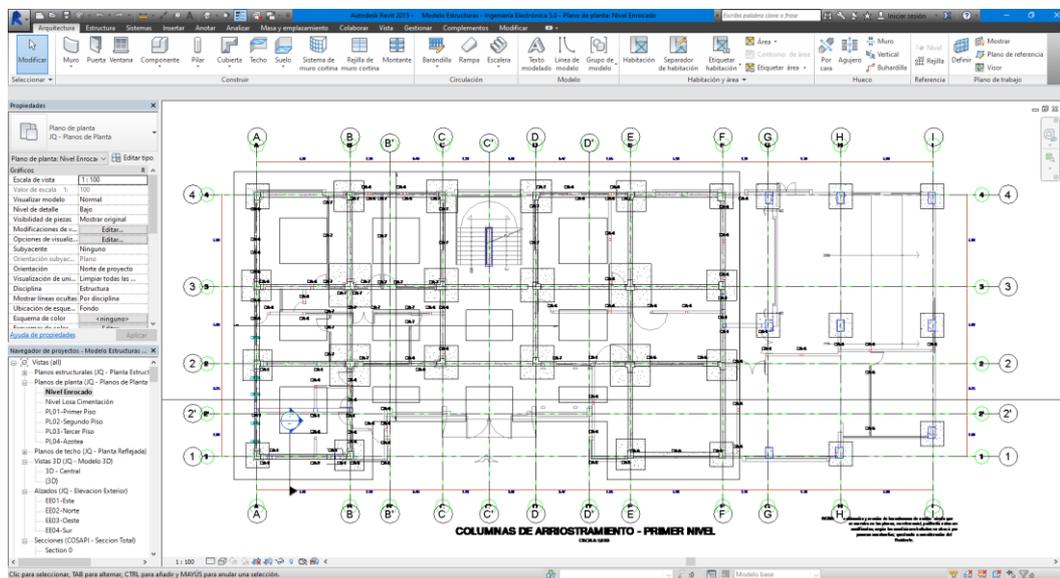


Nota: En la figura 57 se muestra el plano E-07 en CAD correspondiente al detalle en planta y perfil del encamisado de columnas. En base a este plano se determinó el área de encamisado y la altura total de las columnas CE-01, CE-02 y CE-03. Extraído del Expediente Técnico de obra.

Como primer paso para el modelamiento BIM de Estructuras se tomó como referencia los niveles (Nivel de enrocado, Nivel de Losa de Cimentación, Nivel de Primer piso, Nivel de Segundo piso, Nivel de Tercer piso y Nivel de Azotea) y ejes (1, 2, 3, 4, A, B, B', C, C', D, D' E, F, G, H e I) ya creados en el modelo BIM de Arquitectura para así tener la misma ubicación espacial de los elementos modelados de ambas especialidades.

Figura 58

Ejes en el modelo BIM Estructuras

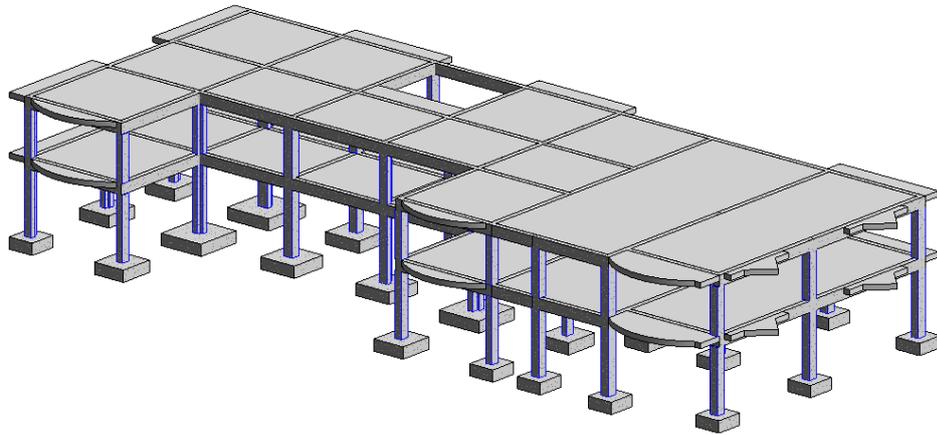


Nota: En la figura 58 se muestra la interfaz de trabajo de Revit con los ejes y niveles importados desde el modelo BIM de Arquitectura. “Elaborado por el equipo de trabajo”

El nivel de desarrollo (LOD) adoptado para modelar elementos estructurales fue de LOD 300 ya que permite la ubicación espacial, dimensiones y cuantificar áreas y volúmenes.

Figura 59

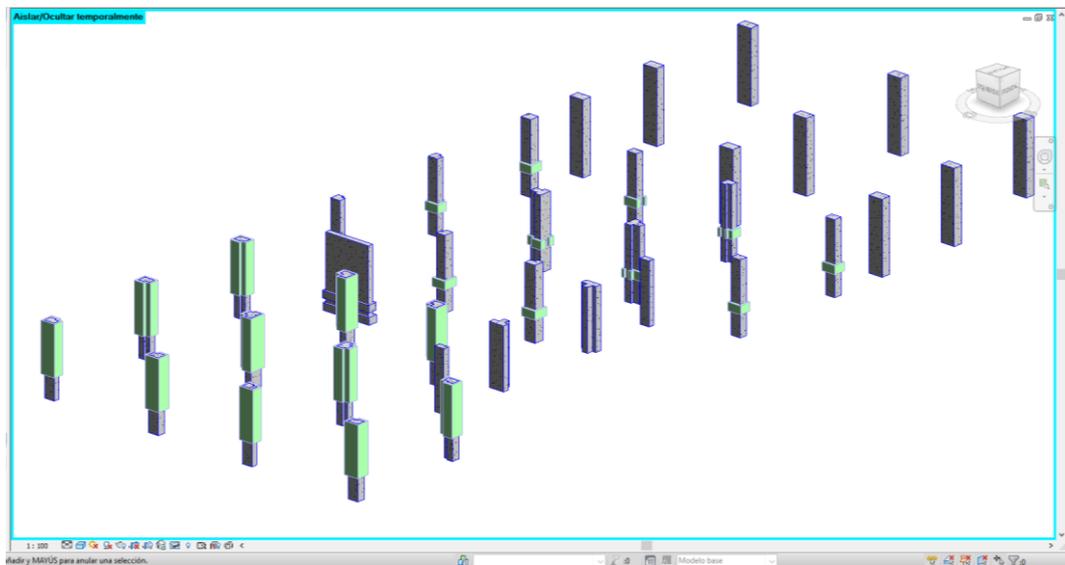
Modelo de elementos estructurales existentes



Nota: En la figura 59 se representa los elementos estructurales existentes del Primer y Segundo nivel en Revit tales como, zapatas, columnas, vigas y losas de cimentación. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Figura 60

Encamisado de columnas en el Primer Nivel



Nota: En la figura 60 se muestra la selección de volumen de columnas encamisadas completas y parcialmente del Primer nivel en los ejes principales 1, 2, 3 y 4. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Existencia de Vigas de Cimentación

El modelamiento se iba llevando de acuerdo a los planos aprobados del Expediente Técnico, sin embargo, durante la etapa de movimiento de tierras para la losa de cimentación se evidenció la existencia de Vigas de Cimentación de 30x60cm conectando las fundaciones en todos los ejes, que no estaba registrado en el expediente técnico.

Figura 61

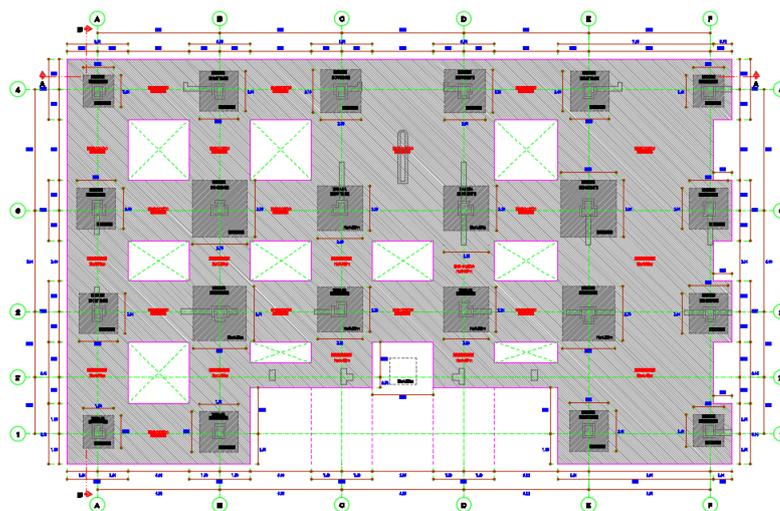
Existencia de Vigas de Cimentación



Nota: En la figura 61 se observa la existencia de vigas de cimentación en el eje 4-4 entre los ejes E y F que conectan las zapatas de ambas columnas. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Figura 62

Plano de cimentaciones de expediente técnico

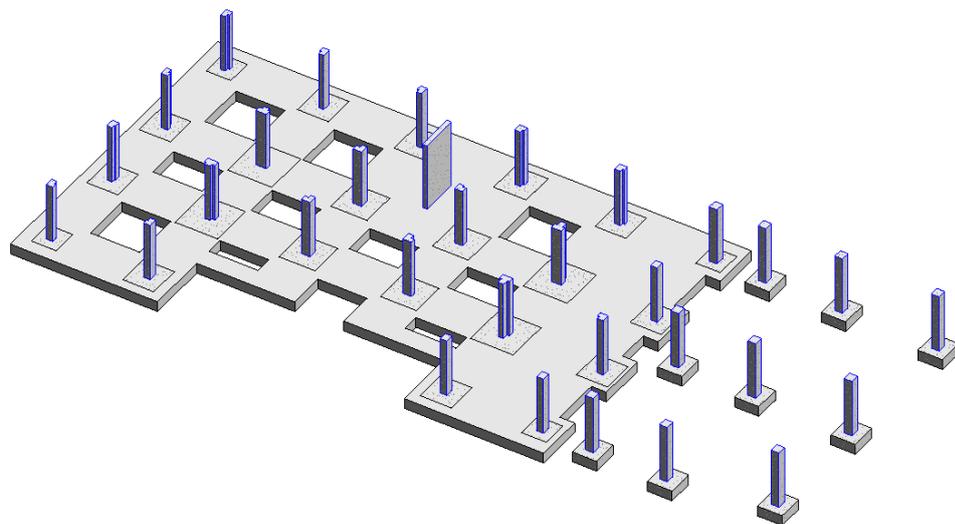


Nota: En la figura 62 se muestra la ausencia de las vigas de cimentación encontradas en campo, lo cual corresponde a un vicio oculto o falta de información al elaborar el E.T. Extraído del E.T.

Esta incompatibilidad entre los planos y lo encontrado en campo se debió a que el proyectista no baso el diseño de la losa de cimentación sobre los planos de replanteo de la infraestructura existente. Es decir, se proyectó una losa de cimentación horizontal y uniforme, en lugar de una losa de cimentación con refuerzo a las vigas de cimentación como se aprecia en la Figura 63.

Figura 63

Modelado de Enrocado sin vigas de cimentación



Nota: En la figura 63 se muestra el modelamiento del Enrocado entre los ejes 1 – 2 y los ejes A – F tal como indican los planos aprobados, sin embargo, no están contemplados las vigas de cimentación que ocupan un espacio importante y que están al nivel superior de las zapatas. “Elaborado por el equipo de trabajo”

Llegado a ese punto, se realizó una reunión previa con el equipo técnico para encontrar la solución al imprevisto de las vigas de cimentación. Como primer punto se evaluó el estado de las vigas y si fuese necesario envolver dichas vigas con la losa de cimentación o mantenerlas intactas. En segunda instancia se cuantifico el volumen aproximado de reducción de concreto debido al espacio que ocupan las vigas de cimentación y en el caso opuesto el volumen adicional que se requeriría para envolver las vigas de cimentación.

Vista la magnitud del imprevisto y considerando que la partida está dentro de la ruta crítica, se decidió enviar un Request For Information (RFI) o Requerimiento de Información al proyectista con toda la información recopilada y además las propuestas desarrolladas en la reunión del equipo técnico.

En la Tabla 38 se puede apreciar la parte descriptiva del formato de RFI para el caso de la losa de cimentación en el que se clasifica el Impacto generado, la Categoría, Localización, Frecuencia y la descripción detallada del problema.

Tabla 38

Descripción de RFI sobre vigas de cimentación existentes

II. Impacto Generado										
a) Costo	Muy Bajo	<input type="checkbox"/>	Bajo	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Alto	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Alto	<input type="checkbox"/>
b) Plazo	Muy Bajo	<input type="checkbox"/>	Bajo	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Alto	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Alto	<input type="checkbox"/>
c) Alcance	Muy Bajo	<input type="checkbox"/>	Bajo	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Alto	<input checked="" type="checkbox"/>	Muy Alto	<input type="checkbox"/>

III. Categoría de Consulta			
	<input checked="" type="checkbox"/>	LOCALIZACIÓN	N
Falta o error en la información	<input type="checkbox"/>	Entre ejes principales y secundarios	
Falta de interpretación geométrica	<input type="checkbox"/>		
Cruce Físico	<input type="checkbox"/>		
Falta de Coordinación	<input type="checkbox"/>		
Propuesta y/o sugerencia de mejora	<input type="checkbox"/>	FRECUENCIA	32

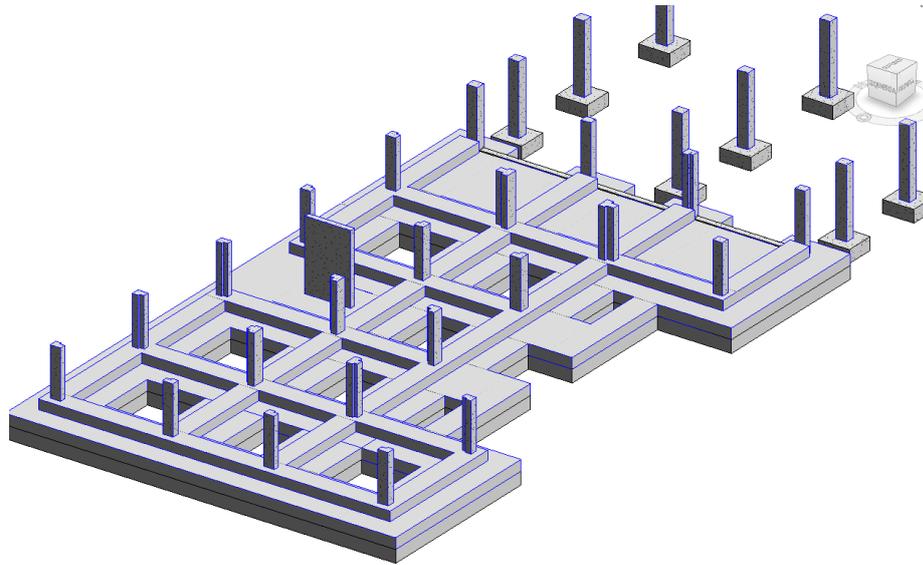
IV. Descripción del Problema
No se consideró la existencia de vigas de cimentación de 30x60cm entre los ejes principales y secundarios..

Nota: En la tabla 38 se muestra la parte de Impacto Generado, Categoría de Consulta y Descripción del Problema del documento E-RFI-001 en el que se describe el hallazgo de las vigas de cimentación y su impacto en el costo, plazo y alcance de la obra. “Elaborado por el equipo de trabajo”

Luego de la evaluación del RFI, el proyectista optó por la solución estructural de adecuar la volumetría de la losa de cimentación alrededor de las vigas de cimentación, como se puede observar en la Figura 65.

Figura 64

Modelamiento de Losa de Cimentación



Nota: En la figura 65 se muestra el modelo BIM de Estructuras considerando las vigas de cimentación y en superposición la losa de cimentación tal como indica la modificación que autorizó el Proyectista según el RFI. “Elaborado por el equipo de trabajo”

Figura 65

Losa de cimentación con refuerzo a las vigas de cimentación

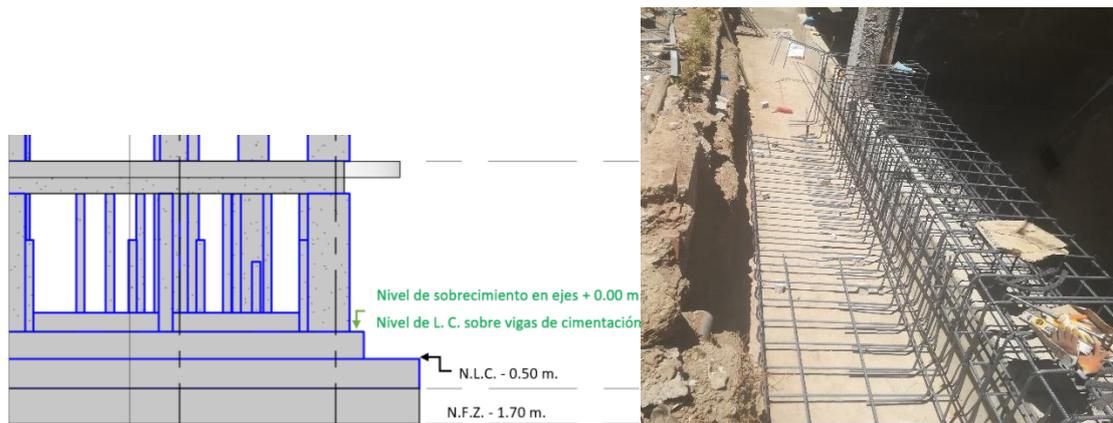


Nota: En la figura 66 se muestra el reforzamiento de acero longitudinal y transversal para la losa de cimentación el cual pasa por encima de las vigas de cimentación para el reforzamiento estructural. “Elaborado por el equipo de trabajo”

A partir de dicha modificación en la Losa de Cimentación se modeló los elementos estructurales considerando los nuevos niveles de Losa de cimentación y sobrecimientos sobre los ejes en los que se encuentran las vigas de cimentación como se puede ver en la Figuras 66.

Figura 66

Niveles de Losa de Cimentación y sobrecimientos en ejes



Nota: En la figura 66 se muestra los niveles de la parte superior de la Losa de Cimentación. Cuando la losa está ubicada sobre los ejes el N.L.C es de +0.00m, sin embargo, cuando está en la parte interior o exterior el N.L.C. es de -0.50m. “Elaborado por el equipo de trabajo”

Una vez definido las nuevas dimensiones de la Losa de Cimentación, se continuó con el modelamiento de las columnas encamisadas y placas verticales tomando como base la parte superior de la losa de cimentación en el nivel N.L.C. +0.00m tal como se ejecutó en obra, lo que significa la reducción de su altura que se traduce en menor encofrado y volumen de concreto para columnas encamisadas y placas verticales.

Figura 67

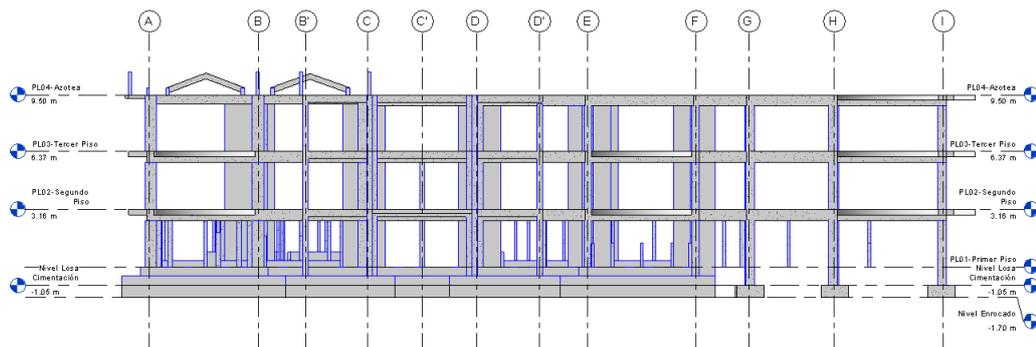
Acero en Encamisado de Columnas y Placas Verticales



Nota: En la figura 67 se muestra la habilitación del acero en el encamisado de la columna y placa A-2, sin embargo, la estructura de concreto inicia desde el N.L.C. +0.00m mas no en -0.50m como estaba estipulado anteriormente. “Elaborado por el equipo de trabajo”

Figura 68

Elevación principal del modelo BIM – Estructuras



Nota: En la figura 68 se muestra el alzado del modelo BIM – Estructuras en Revit acompañado de los niveles actualizados. “Elaborado por el equipo de trabajo”.



Partidas de Estudio de la Especialidad Estructuras

La muestra tomada de las partidas de la especialidad Estructuras son las descritas en la Tabla 39, dichas partidas corresponden a los Volúmenes y áreas de Concreto tal como se indica en los planos aprobados del Expediente Técnico:

Tabla 39

Partidas de estudio de la Especialidad de Estructuras

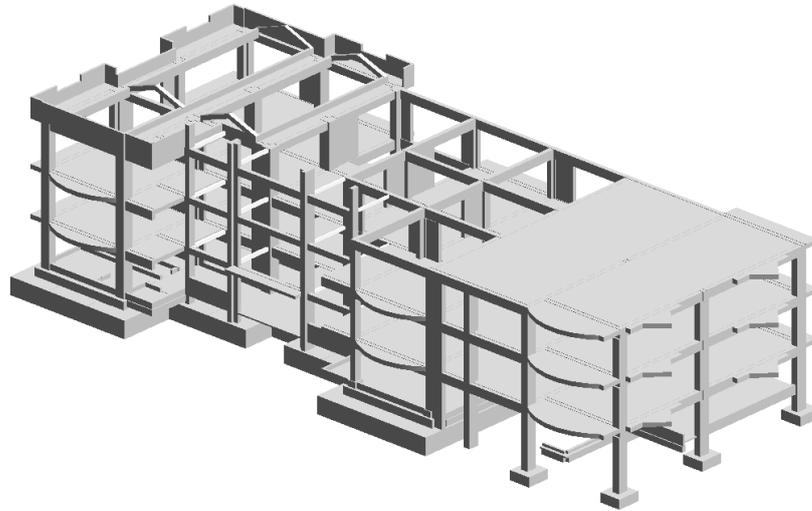
Nº	Ítem	Partida	Unidad
1	02.01.03.01	ENROCADO DE ZAPATAS	m3
2	02.02.01.01	CIMIENTOS CORRIDOS	m3
3	02.02.02.01	SOBRECIMIENTOS	m3
4	02.02.04.01	FALSO PISO DE 4"	m2
5	02.03.01.01	LOSA DE CIMENTACIÓN	m3
6	02.03.02.01	SOBRECIMIENTO REFORZADO	m3
7	02.03.03.01	PLACAS VERTICALES	m3
8	02.03.04.01	COLUMNAS RECTAS	m3
9	02.03.07.01	VIGAS HORIZONTALES	m3
10	02.03.09.01	LOSA MACIZA	m3
11	02.03.10.01	PARAPETO DE CONCRETO ARMADO	m3

Nota: La tabla 39 muestra la Descripción de las partidas de estudio de la especialidad Estructuras junto con su ítem del presupuesto y la unidad de medida. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Como ya se mencionó anteriormente el modelamiento BIM de Estructuras se realizó tanto en los elementos nuevos a construir como en los elementos existentes con la finalidad de obtener volúmenes reales de construcción nuevo, además modelar los elementos existentes ayudó a ubicar espacialmente los elementos estructurales como vigas y losas macizas.

Figura 69

Modelo BIM 3D de la Especialidad Estructuras

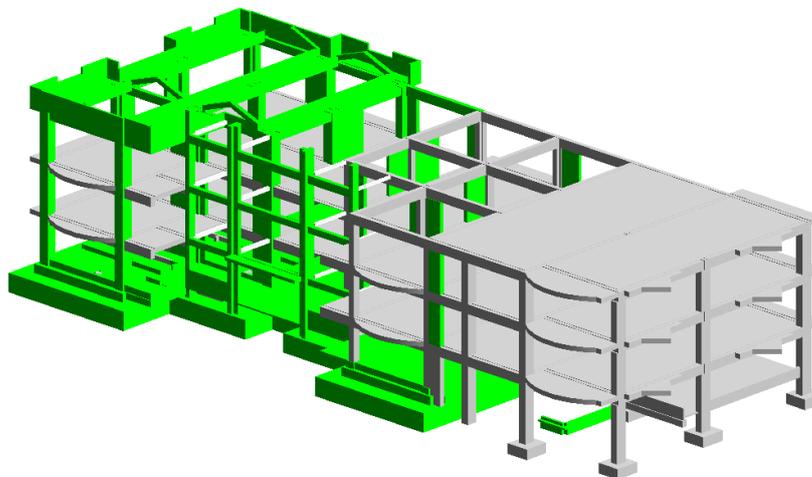


Nota: La figura 69 muestra el modelo BIM Estructuras concluido compuesto por elementos nuevos y existentes. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Sin embargo, por intermedio de las herramientas que ofrece Revit durante el modelamiento se puede realizar un filtro de visualización de aquellos elementos que serán construidos en la etapa de Ampliación de la Infraestructura.

Figura 70

Elementos nuevos en el Modelo BIM – Estructuras



Nota: La figura 70 muestra en verde los elementos nuevos a construirse y en gris los elementos existentes que serán conservados e inalterados. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Una vez concluido el Modelo BIM Estructuras se procedió a la cuantificación de materiales obtenidos mediante las tablas de planificación de Revit.

Tabla 40

Metrado de Enrocado de Zapatas

<01. Metrado de Enrocado de Zapatas>			
A	B	C	D
Elemento	Tipo	Material estructural	Volumen
Enrocado h=0.65			
Enrocado	Enrocado h=0.65	Concreto 140Kg/cm ²	172.66 m ³
Enrocado	Enrocado h=0.65	Concreto 140Kg/cm ²	109.49 m ³
			282.15 m ³

Nota: En la tabla 40 se aprecia la tabla de planificación de Enrocado de Zapatas con un total de 282.15m³ en el nivel de Cimentación según el modelo BIM. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 41

Metrado de Cimientos Corridos

<02. Metrado de Cimientos Corridos>			
A	B	C	D
Elemento	Tipo	Anchura	Volumen
Cimiento Corrido			
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (30x40)	0.30 m	0.10 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (30x40)	0.30 m	0.41 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (30x40)	0.30 m	0.24 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (30x40)	0.30 m	0.23 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (30x40)	0.30 m	0.58 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (30x40)	0.30 m	0.60 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (30x40)	0.30 m	0.10 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (30x40)	0.30 m	0.19 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (30x40)	0.30 m	0.19 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (30x40)	0.30 m	0.13 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (30x40)	0.30 m	0.02 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (30x40)	0.30 m	0.05 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (30x40)	0.30 m	0.60 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (30x40)	0.30 m	0.23 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (30x40)	0.30 m	0.47 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (40x40)	0.40 m	0.64 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (30x40)	0.30 m	0.60 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (30x40)	0.30 m	0.15 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (30x40)	0.30 m	0.52 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (30x40)	0.30 m	0.50 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (30x40)	0.30 m	0.08 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (30x40)	0.30 m	0.19 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (30x40)	0.30 m	0.05 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (30x40)	0.30 m	0.68 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (30x40)	0.30 m	0.01 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (30x40)	0.30 m	0.17 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (30x40)	0.30 m	0.57 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (30x40)	0.30 m	0.03 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (30x40)	0.30 m	0.71 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (30x40)	0.30 m	0.55 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (30x40)	0.30 m	0.20 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (30x40)	0.30 m	0.68 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (40x40)	0.40 m	0.36 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (40x40)	0.40 m	0.04 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (40x40)	0.40 m	0.29 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (40x40)	0.40 m	0.14 m ³
Cimiento Corrido	Cimiento Corrido (40x40)	0.40 m	0.75 m ³
Total general: 37			12.02 m ³
			12.02 m ³

Nota: En la tabla 41 se aprecia la tabla de planificación de Cimientos Corridos con un total de 12.02m³ en el Primer nivel según el modelo BIM. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 42

Metrado de Sobrecimientos

<03. Metrado de Sobrecimientos>				Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.25 m ³
A	B	C	D	Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.03 m ³
Elemento	Tipo	Altura desconectada	Volumen	Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.15 m ³
Sobrecimiento e=0.25				Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.36 m ³
Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.25	0.40 m	0.52 m ³	Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.12 m ³
Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.25	0.40 m	0.50 m ³	Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.32 m ³
Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.25	0.40 m	0.37 m ³	Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.02 m ³
Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.25	0.40 m	0.05 m ³	Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.04 m ³
Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.25	0.40 m	0.07 m ³	Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.15 m ³
				Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.21 m ³
				Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.45 m	0.11 m ³
Sobrecimiento e=0.15				Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.30 m	0.06 m ³
Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.05 m ³	Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.30 m	0.21 m ³
Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.04 m ³	Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.30 m	0.08 m ³
Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.02 m ³	Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.34 m ³
Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.23 m ³	Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.02 m ³
Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.03 m ³	Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.11 m ³
Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.30 m ³	Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.29 m ³
Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.16 m ³	Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.18 m ³
Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.30 m ³	Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.03 m ³
Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.09 m ³	Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.30 m ³
Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.01 m ³	Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.05 m ³
Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.20 m ³	Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.10 m ³
Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.19 m ³	Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.02 m ³
Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.07 m ³	Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.02 m ³
Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.09 m ³	Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.04 m ³
Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.30 m ³	Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.02 m ³
Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.06 m ³	Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.04 m ³
Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.04 m ³	Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.02 m ³
Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.19 m ³	Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.02 m ³
Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.32 m ³	Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.03 m ³
Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.09 m ³	Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.06 m ³
Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.23 m ³	Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.06 m ³
Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.04 m ³	Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.02 m ³
Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.16 m ³	Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.04 m ³
Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.11 m ³	Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.03 m ³
Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.19 m ³	Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.03 m ³
Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.33 m ³				
Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.30 m ³				
Sobrecimiento	Sobrecimiento e=0.15	0.40 m	0.28 m ³				
Total general: 68							8.33 m ³
							9.85 m ³

Nota: En la tabla 42 se aprecia la tabla de planificación de Sobrecimientos con un total de 9.85m³ en el Primer nivel según el modelo BIM. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 43

Metrado de Falso Piso de 4”

<04. Metrado de Falso Piso>			
A	B	C	D
Elemento	Tipo	Comentario	Área
Falso Piso e=0.10 m			
Falso Piso	Falso Piso e=0.10 m	Nuevo	16.76 m ²
Falso Piso	Falso Piso e=0.10 m	Nuevo	27.51 m ²
Falso Piso	Falso Piso e=0.10 m	Nuevo	19.51 m ²
Falso Piso	Falso Piso e=0.10 m	Nuevo	22.52 m ²
Falso Piso	Falso Piso e=0.10 m	Nuevo	2.22 m ²
Falso Piso	Falso Piso e=0.10 m	Nuevo	2.14 m ²
Falso Piso	Falso Piso e=0.10 m	Nuevo	14.28 m ²
Falso Piso	Falso Piso e=0.10 m	Nuevo	15.81 m ²
Falso Piso	Falso Piso e=0.10 m	Nuevo	6.38 m ²
Falso Piso	Falso Piso e=0.10 m	Nuevo	13.10 m ²
Falso Piso	Falso Piso e=0.10 m	Nuevo	3.04 m ²
Falso Piso	Falso Piso e=0.10 m	Nuevo	3.59 m ²
Falso Piso	Falso Piso e=0.10 m	Nuevo	35.01 m ²
Falso Piso	Falso Piso e=0.10 m	Nuevo	53.23 m ²
Falso Piso	Falso Piso e=0.10 m	Nuevo	53.09 m ²
Falso Piso	Falso Piso e=0.10 m	Nuevo	26.28 m ²
Falso Piso	Falso Piso e=0.10 m	Nuevo	160.47 m ²
Falso Piso	Falso Piso e=0.10 m	Nuevo	1.73 m ²
Falso Piso	Falso Piso e=0.10 m	Nuevo	1.51 m ²
			478.19 m ²
Total general: 19			478.19 m ²

Nota: En la tabla 43 se aprecia la tabla de planificación de Falso Piso de 4” con un total de 478.19m² en el Primer nivel según el modelo BIM. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 44

Metrado de Losa de Cimentación

<05. Metrado de Losa de Cimentación>				
A	B	C	D	E
Elemento	Tipo	Anchura	Comentarios	Volumen
Losa de Cimentación h=0.55				
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	3.00 m		29.34 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	3.01 m		4.47 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	3.00 m		28.64 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	3.01 m		4.47 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	3.01 m		4.47 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	3.01 m		4.47 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	3.00 m		23.83 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	3.00 m		1.98 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	3.00 m		4.46 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	3.00 m		4.46 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	3.00 m		4.46 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	3.00 m		23.82 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	2.99 m		4.44 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	2.99 m		13.96 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	8.54 m		83.91 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	3.12 m		4.64 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	3.12 m		4.64 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	3.12 m		4.64 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	1.00 m		0.55 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	3.12 m		2.06 m³
				257.67 m³

Nota: En la tabla 44 se aprecia la tabla de planificación de Losa de Cimentación con un total de 257.67m3 en el Primer nivel según el modelo BIM. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 45

Metrado de Losa de Cimentación - Adicional

Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	5.01 m	Adicional	2.68 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	1.00 m	Adicional	9.27 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	5.01 m	Adicional	2.68 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	5.01 m	Adicional	2.68 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	5.01 m	Adicional	2.68 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	1.00 m	Adicional	9.18 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	1.00 m	Adicional	6.07 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	1.00 m	Adicional	6.08 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	1.00 m	Adicional	9.02 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	1.00 m	Adicional	9.13 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	5.00 m	Adicional	2.68 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	5.00 m	Adicional	2.68 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	5.00 m	Adicional	2.68 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	4.99 m	Adicional	2.67 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	4.99 m	Adicional	2.67 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	5.12 m	Adicional	2.74 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	5.12 m	Adicional	2.74 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	5.12 m	Adicional	2.74 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	4.98 m	Adicional	2.66 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	4.98 m	Adicional	2.66 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	4.98 m	Adicional	2.66 m³
Losa de Cimentación	Losa de Cimentación h=0.55	4.98 m	Adicional	2.66 m³
Total general: 42				91.70 m³
				349.37 m³

Nota: En la tabla 45 se aprecia la tabla de planificación de Losa de Cimentación – Adicional con un total de 91.7m3 en el Primer nivel según el modelo BIM. Este metrado adicional obedece a la modificación de las dimensiones de la losa de cimentación que se hizo debido a la existencia de vigas de cimentación en toda la fundación. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 46

Metrado de Sobrecimiento Reforzado

<06. Metrado de Sobrecimientos Reforzados>			
A	B	C	D
Elemento	Tipo	Altura desconectada	Volumen
Sobrecimiento Reforzado e=0.20			
Sobrecimiento Reforzado	Sobrecimiento Reforzado e=0.20	1.00 m	0.81 m ³
Sobrecimiento Reforzado	Sobrecimiento Reforzado e=0.20	1.00 m	0.80 m ³
Sobrecimiento Reforzado	Sobrecimiento Reforzado e=0.20	1.00 m	0.84 m ³
Sobrecimiento Reforzado	Sobrecimiento Reforzado e=0.20	0.90 m	0.34 m ³
Sobrecimiento Reforzado	Sobrecimiento Reforzado e=0.20	0.90 m	0.16 m ³
Sobrecimiento Reforzado	Sobrecimiento Reforzado e=0.20	0.90 m	0.06 m ³
Sobrecimiento Reforzado	Sobrecimiento Reforzado e=0.20	0.90 m	0.06 m ³
			3.08 m ³
Sobrecimiento Reforzado e=0.15			
Sobrecimiento Reforzado	Sobrecimiento Reforzado e=0.15	0.70 m	0.54 m ³
Sobrecimiento Reforzado	Sobrecimiento Reforzado e=0.15	0.70 m	0.10 m ³
Sobrecimiento Reforzado	Sobrecimiento Reforzado e=0.15	0.60 m	0.03 m ³
Sobrecimiento Reforzado	Sobrecimiento Reforzado e=0.15	0.35 m	0.02 m ³
Sobrecimiento Reforzado	Sobrecimiento Reforzado e=0.15	0.35 m	0.29 m ³
Sobrecimiento Reforzado	Sobrecimiento Reforzado e=0.15	0.35 m	0.02 m ³
Sobrecimiento Reforzado	Sobrecimiento Reforzado e=0.15	0.45 m	0.31 m ³
Sobrecimiento Reforzado	Sobrecimiento Reforzado e=0.15	0.75 m	0.05 m ³
Sobrecimiento Reforzado	Sobrecimiento Reforzado e=0.15	0.75 m	0.68 m ³
Sobrecimiento Reforzado	Sobrecimiento Reforzado e=0.15	0.65 m	0.74 m ³
			2.76 m ³
Sobrecimiento Redorzado e=0.25			
Sobrecimiento Redorzado	Sobrecimiento Redorzado e=0.25	1.20 m	0.96 m ³
Sobrecimiento Redorzado	Sobrecimiento Redorzado e=0.25	1.20 m	0.98 m ³
Sobrecimiento Redorzado	Sobrecimiento Redorzado e=0.25	0.60 m	0.39 m ³
			2.34 m ³
Total general: 20			8.17 m³

Nota: En la tabla 46 se aprecia la tabla de planificación de Sobrecimiento Reforzado con un total de 8.17m³ en el Primer nivel según el modelo BIM. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 47

Metrado de Placas Verticales

<07. Metrado de Placas Verticales>				
A	B	C	D	E
Elemento	Tipo	Anchura	Nivel del Elemento	Volumen
Piso 01				
Placa Vertical	Placa PL e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.60 m ³
Placa Vertical	Placa PL e=0.25	0.25 m	Piso 01	1.19 m ³
Placa Vertical	Placa PL e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.85 m ³
Placa Vertical	Placa PL e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.94 m ³
Placa Vertical	Placa PL e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.24 m ³
Placa Vertical	Placa PL e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.56 m ³
Placa Vertical	Placa PL e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.53 m ³
Placa Vertical	Placa PL e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.64 m ³
Placa Vertical	Placa PL e=0.25	0.25 m	Piso 01	1.22 m ³
Placa Vertical	Placa PL e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.91 m ³
Placa Vertical	Placa PL e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.63 m ³
Placa Vertical	Placa PL e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.85 m ³
Placa Vertical	Placa PL e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.94 m ³
Placa Vertical	Placa PL e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.46 m ³
Placa Vertical	Placa PL e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.62 m ³
Placa Vertical	Placa PL e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.59 m ³
Placa Vertical	Placa PL e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.70 m ³
Placa Vertical	Placa PL e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.91 m ³
Placa Vertical	Placa PL e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.60 m ³
				13.99 m ³
Placa Vertical	Placa PL e=0.30	0.30 m	Piso 01	0.83 m ³
Placa Vertical	Placa PL e=0.30	0.30 m	Piso 01	0.84 m ³
				1.67 m ³
				15.66 m ³
Piso 02				
Placa Vertical	Placa PL e=0.25	0.25 m	Piso 02	0.62 m ³
Placa Vertical	Placa PL e=0.25	0.25 m	Piso 02	0.62 m ³
Placa Vertical	Placa PL e=0.25	0.25 m	Piso 02	1.24 m ³
Placa Vertical	Placa PL e=0.25	0.25 m	Piso 02	0.89 m ³
Placa Vertical	Placa PL e=0.25	0.25 m	Piso 02	0.98 m ³
Placa Vertical	Placa PL e=0.25	0.25 m	Piso 02	0.25 m ³
Placa Vertical	Placa PL e=0.25	0.25 m	Piso 02	0.48 m ³
Placa Vertical	Placa PL e=0.25	0.25 m	Piso 02	0.55 m ³
Placa Vertical	Placa PL e=0.25	0.25 m	Piso 02	0.54 m ³
Placa Vertical	Placa PL e=0.25	0.25 m	Piso 02	1.36 m ³
Placa Vertical	Placa PL e=0.25	0.25 m	Piso 02	1.01 m ³
				14.16 m ³
Placa Vertical	Placa PL e=0.30	0.30 m	Piso 03	0.69 m ³
Placa Vertical	Placa PL e=0.30	0.30 m	Piso 03	0.69 m ³
				1.38 m ³
				15.55 m ³
Total general: 63				46.99 m³

Nota: En la tabla 47 se aprecia la tabla de planificación de Placas Verticales clasificados en 15.66m³ en el Primer nivel, 15.78m³ en el Segundo nivel y 15.55m³ en el Tercer nivel haciendo un total de 46.99m³ según el modelo BIM. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 48

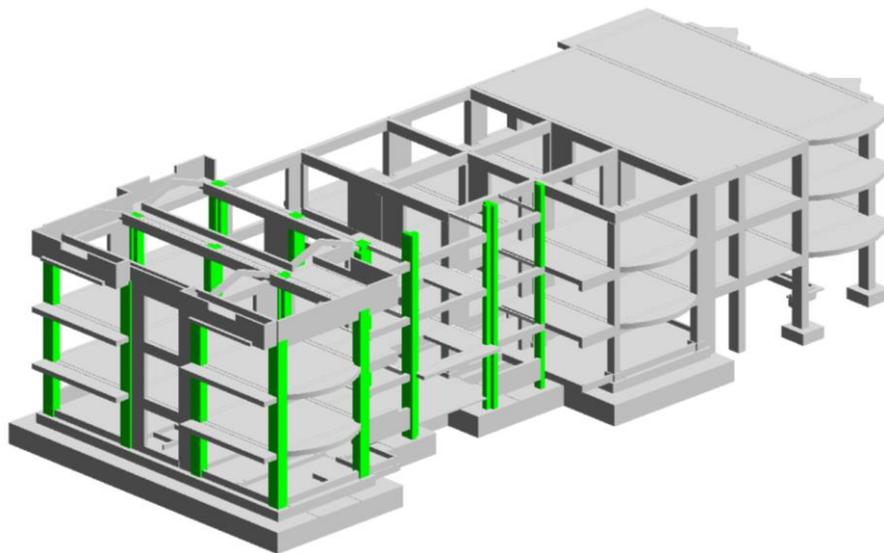
Metrado de Columnas Rectas

<08. Metrado de Columnas Verticales (Nuevos)>				
A	B	C	D	E
Elemento	Tipo	Nivel del Elemento	Comentario	Volumen
Azotea				
Columna	C-01 T (80x60)	Azotea	Nuevo	0.50 m³
Columna	C-01 T (80x60)	Azotea	Nuevo	0.50 m³
Columna	C-02 R (30x50)	Azotea	Nuevo	0.23 m³
Columna	C-02 R (30x50)	Azotea	Nuevo	0.23 m³
				1.44 m³
				1.44 m³
Piso 01				
Columna	CE-1 L (65x75)	Piso 01	Nuevo	1.36 m³
Columna	CE-1 L (65x75)	Piso 01	Nuevo	1.36 m³
Columna	CE-1 L (65x75)	Piso 01	Nuevo	1.36 m³
Columna	CE-1 L (65x75)	Piso 01	Nuevo	1.36 m³
Columna	CE-1 L (65x75)	Piso 01	Nuevo	1.36 m³
Columna	CE-1 L (65x75)	Piso 01	Nuevo	1.37 m³
Columna	CE-1 L (65x75)	Piso 01	Nuevo	1.37 m³
Columna	CE-2 T (85x75)	Piso 01	Nuevo	1.66 m³
Columna	CE-2 T (85x75)	Piso 01	Nuevo	1.66 m³
Columna	CE-3 L (75x75)	Piso 01	Nuevo	1.51 m³
Columna	CE-3 L (75x75)	Piso 01	Nuevo	1.53 m³
Columna	C-01 T (80x60)	Piso 01	Nuevo	1.21 m³
Columna	C-01 T (80x60)	Piso 01	Nuevo	1.20 m³
Columna	C-02 R (30x50)	Piso 01	Nuevo	0.49 m³
Columna	C-02 R (30x50)	Piso 01	Nuevo	0.49 m³
Columna	Placa (47x255)	Piso 01	Nuevo	0.42 m³
Columna	Placa (47x255)	Piso 01	Nuevo	0.42 m³
Columna	CEP-3 L (66x70)	Piso 01	Nuevo	0.08 m³
Columna	CEP-3 L (70x72)	Piso 01	Nuevo	0.11 m³
Columna	CEP-4 L (75x71)	Piso 01	Nuevo	0.09 m³
Columna	CEP-4 L (72x63)	Piso 01	Nuevo	0.08 m³
Columna	CEP-4 L (72x63)	Piso 01	Nuevo	0.07 m³
Columna	CEP-5 T (83x53)	Piso 01	Nuevo	0.11 m³
Columna	CEP-5 T (83x53)	Piso 01	Nuevo	0.10 m³
Columna	CEP 6 (70x60)	Piso 01	Nuevo	0.09 m³
Columna	CEP 6 (70x60)	Piso 01	Nuevo	0.08 m³
Columna	CEP 6 (70x60)	Piso 01	Nuevo	0.07 m³
Columna	CEP 7 (74x68) 2	Piso 01	Nuevo	0.07 m³
				21.09 m³
				21.09 m³
Piso 02				
Columna	CE-1 L (65x75)	Piso 02	Nuevo	1.40 m³
Columna	CE-1 L (65x75)	Piso 02	Nuevo	1.41 m³
Columna	CE-1 L (65x75)	Piso 02	Nuevo	1.40 m³
Columna	CE-1 L (65x75)	Piso 02	Nuevo	1.41 m³
Columna	CE-1 L (65x75)	Piso 02	Nuevo	1.41 m³
Columna	CE-1 L (65x75)	Piso 02	Nuevo	1.41 m³
Columna	CE-1 L (65x75)	Piso 02	Nuevo	1.42 m³
Columna	CE-2 T (85x75)	Piso 02	Nuevo	1.72 m³
Columna	CE-2 T (85x75)	Piso 02	Nuevo	1.72 m³
Columna	CE-3 L (75x75)	Piso 02	Nuevo	1.56 m³
Columna	CE-3 L (75x75)	Piso 02	Nuevo	1.58 m³
Columna	C-01 T (80x60)	Piso 02	Nuevo	1.06 m³
Columna	C-01 T (80x60)	Piso 02	Nuevo	1.05 m³
Columna	C-02 R (30x50)	Piso 02	Nuevo	0.42 m³
Columna	C-02 R (30x50)	Piso 02	Nuevo	0.42 m³
				19.39 m³
				19.39 m³
Piso 03				
Columna	CE-1 L (65x75)	Piso 03	Nuevo	1.41 m³
Columna	CE-1 L (65x75)	Piso 03	Nuevo	1.41 m³
Columna	CE-1 L (65x75)	Piso 03	Nuevo	1.41 m³
Columna	CE-1 L (65x75)	Piso 03	Nuevo	1.40 m³
Columna	CE-1 L (65x75)	Piso 03	Nuevo	1.41 m³
Columna	CE-1 L (65x75)	Piso 03	Nuevo	1.41 m³
Columna	CE-1 L (65x75)	Piso 03	Nuevo	1.41 m³
Columna	CE-2 T (85x75)	Piso 03	Nuevo	1.72 m³
Columna	CE-2 T (85x75)	Piso 03	Nuevo	1.72 m³
Columna	CE-3 L (75x75)	Piso 03	Nuevo	1.57 m³
Columna	CE-3 L (75x75)	Piso 03	Nuevo	1.57 m³
Columna	C-01 T (80x60)	Piso 03	Nuevo	1.03 m³
Columna	C-01 T (80x60)	Piso 03	Nuevo	1.03 m³
Columna	C-02 R (30x50)	Piso 03	Nuevo	0.41 m³
Columna	C-02 R (30x50)	Piso 03	Nuevo	0.47 m³
				19.37 m³
				19.37 m³
Total general: 62				61.29 m³

Nota: En la tabla 48 se aprecia la tabla de planificación de Columnas Rectas clasificados en 13.89m³ en el Primer nivel, 11.96m³ en el Segundo nivel, 17.70m³ en el Tercer nivel y 1.44m³ en la Azotea haciendo un total de 44.99m³ según el modelo BIM. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Figura 71

Columnas rectas nuevas a construir



Nota: En la figura 71 se puede observar en verde aquellas columnas nuevas a construir en los ejes A, B, C, D y E. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 49

Metrado de Vigas Horizontales

<09. Metrado de Vigas Horizontales>				
A	B	C	D	E
Elemento	Tipo	Nivel del Elemento	Comentario	Volumen
Azotea				
Vigas	V-4 tjerlal (30x30)	Azotea	Nuevo	0.17 m ³
Vigas	V-4 tjerlal (30x30)	Azotea	Nuevo	0.15 m ³
Vigas	V-4 tjerlal (30x30)	Azotea	Nuevo	0.17 m ³
Vigas	V-4 tjerlal (30x30)	Azotea	Nuevo	0.15 m ³
Vigas	V-4 tjerlal (30x30)	Azotea	Nuevo	0.21 m ³
Vigas	V-4 tjerlal (30x30)	Azotea	Nuevo	0.19 m ³
Vigas	V-4 tjerlal (30x30)	Azotea	Nuevo	0.19 m ³
Vigas	V-4 tjerlal (30x30)	Azotea	Nuevo	0.17 m ³
Vigas	V-4 tjerlal (30x30)	Azotea	Nuevo	0.19 m ³
Vigas	V-4 tjerlal (30x30)	Azotea	Nuevo	0.19 m ³
				1.78 m ³
Techo Piso 01				
Vigas	V-1 (30x40)	Techo Piso 01	Nuevo	0.42 m ³
Vigas	V-1 (30x40)	Techo Piso 01	Nuevo	0.59 m ³
Vigas	V-1 (30x40)	Techo Piso 01	Nuevo	0.43 m ³
				1.44 m ³
Techo Piso 02				
Vigas	V-1 (30x40)	Techo Piso 02	Nuevo	0.42 m ³
Vigas	V-1 (30x40)	Techo Piso 02	Nuevo	0.59 m ³
Vigas	V-1 (30x40)	Techo Piso 02	Nuevo	0.43 m ³
				1.44 m ³
Techo Piso 03				
Vigas	V-3 azotea (30x50)	Techo Piso 03	Nuevo	0.75 m ³
Vigas	V-3 azotea (30x50)	Techo Piso 03	Nuevo	0.64 m ³
Vigas	V-3 azotea (30x50)	Techo Piso 03	Nuevo	0.52 m ³
Vigas	V-3 azotea (30x50)	Techo Piso 03	Nuevo	0.74 m ³
Vigas	V-3 azotea (30x50)	Techo Piso 03	Nuevo	0.49 m ³
Vigas	V-3 azotea (30x50)	Techo Piso 03	Nuevo	0.79 m ³
Vigas	V-3 azotea (30x50)	Techo Piso 03	Nuevo	0.76 m ³
Vigas	V-3 azotea (30x50)	Techo Piso 03	Nuevo	0.76 m ³
Vigas	V-3 azotea (30x50)	Techo Piso 03	Nuevo	0.75 m ³
Vigas	V-3 azotea (30x50)	Techo Piso 03	Nuevo	0.67 m ³
Vigas	V-3 azotea (30x50)	Techo Piso 03	Nuevo	0.75 m ³
Vigas	V-3 azotea (30x50)	Techo Piso 03	Nuevo	0.68 m ³
Vigas	V-3 azotea (30x50)	Techo Piso 03	Nuevo	0.75 m ³
Vigas	V-3 azotea (30x50)	Techo Piso 03	Nuevo	0.78 m ³
Vigas	V-3 azotea (30x50)	Techo Piso 03	Nuevo	0.80 m ³
Vigas	V-3 azotea (30x50)	Techo Piso 03	Nuevo	0.75 m ³
Vigas	V-3 azotea (30x50)	Techo Piso 03	Nuevo	0.31 m ³
Vigas	V-3 azotea (30x50)	Techo Piso 03	Nuevo	0.34 m ³
Vigas	V-3 azotea (30x50)	Techo Piso 03	Nuevo	0.83 m ³
				12.84 m ³
Total general: 35				17.50 m³

Nota: En la tabla 49 se aprecia la tabla de planificación de Vigas Horizontales clasificados en 1.44m³ en el Primer nivel, 1.44m³ en el Segundo nivel, 12.84m³ en el Tercer nivel y 1.78m³ en la Azotea haciendo un total de 17.50m³ según el modelo BIM. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 50

Metrado de Losa Maciza

<10. Metrado de Losa Maciza>				
A	B	C	D	E
Elemento	Tipo	Nivel del Elemento	Comentario	Volumen
Techo Piso 01				
Losa Maciza	Losa Maciza e=0.20m	Techo Piso 01	Nuevo	1.11 m ³
				1.11 m ³
Techo Piso 02				
Losa Maciza	Losa Maciza e=0.20m	Techo Piso 02	Nuevo	0.82 m ³
Losa Maciza	Losa Maciza e=0.20m	Techo Piso 02	Nuevo	1.11 m ³
				1.93 m ³
Techo Piso 03				
Losa Maciza	Losa Maciza e=0.20m	Techo Piso 03	Nuevo	1.42 m ³
Losa Maciza	Losa Maciza e=0.20m	Techo Piso 03	Nuevo	1.43 m ³
Losa Maciza	Losa Maciza e=0.20m	Techo Piso 03	Nuevo	1.40 m ³
Losa Maciza	Losa Maciza e=0.20m	Techo Piso 03	Nuevo	3.07 m ³
Losa Maciza	Losa Maciza e=0.20m	Techo Piso 03	Nuevo	6.31 m ³
Losa Maciza	Losa Maciza e=0.20m	Techo Piso 03	Nuevo	2.18 m ³
				15.81 m ³
Total general: 9				18.85 m³

Nota: En la tabla 50 se aprecia la tabla de planificación de Losa Maciza clasificados en 1.11m³ en el Primer nivel, 1.93m³ en el Segundo nivel, 15.81m³ en el Tercer nivel haciendo un total de 18.85m³ según el modelo BIM. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 51

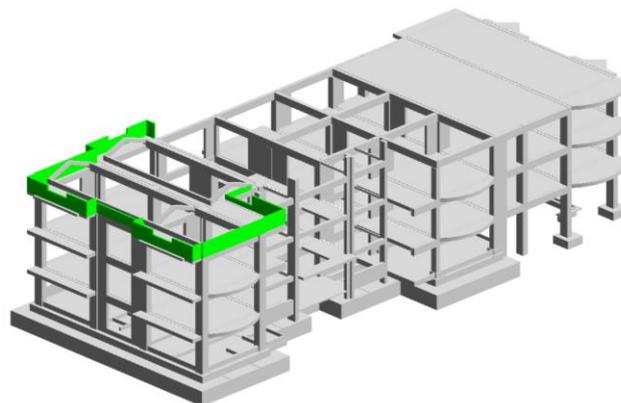
Metrado de Parapeto de Concreto

<11. Metrado de Parapetos de Concreto>				
A	B	C	D	E
Elemento	Tipo	Nivel del Elemento	Comentario	Volumen
Azotea				
Parapeto Concreto				
Parapeto Concreto	Parapeto Anclaje e=0.20	Azotea	Nuevo	1.38 m ³
Parapeto Concreto	Parapeto Anclaje e=0.15	Azotea	Nuevo	0.39 m ³
Parapeto Concreto	Parapeto Anclaje e=0.15	Azotea	Nuevo	0.60 m ³
Parapeto Concreto	Parapeto Anclaje e=0.15	Azotea	Nuevo	0.59 m ³
Parapeto Concreto	Parapeto Anclaje e=0.20	Azotea	Nuevo	1.38 m ³
Parapeto Concreto	Parapeto Anclaje e=0.20	Azotea	Nuevo	0.90 m ³
Parapeto Concreto	Parapeto Anclaje e=0.20	Azotea	Nuevo	0.90 m ³
Parapeto Concreto	Parapeto Anclaje e=0.15	Azotea	Nuevo	0.19 m ³
Parapeto Concreto	Parapeto Anclaje e=0.15	Azotea	Nuevo	0.16 m ³
Parapeto Concreto	Parapeto Anclaje e=0.15	Azotea	Nuevo	0.37 m ³
Parapeto Concreto	Parapeto Anclaje e=0.15	Azotea	Nuevo	0.36 m ³
Parapeto Concreto	Parapeto Anclaje e=0.15	Azotea	Nuevo	0.23 m ³
Parapeto Concreto	Parapeto Anclaje e=0.15	Azotea	Nuevo	1.10 m ³
Parapeto Concreto	Parapeto Anclaje e=0.15	Azotea	Nuevo	0.14 m ³
Parapeto Concreto	Parapeto Anclaje e=0.15	Azotea	Nuevo	0.39 m ³
Parapeto Concreto	Parapeto Anclaje e=0.15	Azotea	Nuevo	0.24 m ³
Parapeto Concreto	Parapeto Anclaje e=0.15	Azotea	Nuevo	0.15 m ³
Parapeto Concreto	Parapeto Anclaje e=0.15	Azotea	Nuevo	0.15 m ³
Parapeto Concreto	Parapeto Anclaje e=0.15	Azotea	Nuevo	0.39 m ³
Parapeto Concreto	Parapeto Anclaje e=0.15	Azotea	Nuevo	0.39 m ³
Parapeto Concreto	Parapeto Anclaje e=0.15	Azotea	Nuevo	0.25 m ³
Parapeto Concreto	Parapeto Anclaje e=0.15	Azotea	Nuevo	0.14 m ³
Parapeto Concreto	Parapeto Anclaje e=0.15	Azotea	Nuevo	1.18 m ³
Parapeto Concreto	Parapeto Anclaje e=0.15	Azotea	Nuevo	0.38 m ³
Parapeto Concreto	Parapeto Anclaje e=0.15	Azotea	Nuevo	0.16 m ³
Parapeto Concreto	Parapeto Anclaje e=0.15	Azotea	Nuevo	0.15 m ³
Total general: 26				12.65 m ³
				12.65 m ³
				12.65 m ³

Nota: En la tabla 51 se aprecia la tabla de planificación de Parapeto de Concreto con un total de 12.65m³ en la Azotea según el modelo BIM. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Figura 72

Parapetos de concreto nuevos a construir en la Azotea



Nota: En la figura 72 se puede observar en verde aquellos parapetos a construir en los ejes A, B y C en la Azotea de la edificación. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Al obtener las cantidades del modelo BIM Estructuras, se realizó el análisis partida por partida para hallar la diferencia entre el Expediente Técnico y Modelo BIM con respecto al costo y tiempo de ejecución proyectado según el rendimiento de cada partida y el precio unitario del Expediente Técnico.

Tabla 52

Cuadro Comparativo de Enrocado de Zapatas

Partida:	ENROCADO DE ZAPATAS				
Unidad:	m3	Rendimiento:	25 m3/día	P. U.	S/. 69.11
Nivel	Metrado		Diferencia	Costo (Soles)	Tiempo (Días)
	Exp. Técnico	Modelo BIM			
Cimentación	321.51	282.15	39.36	S/. 2,720.17	1.57
TOTAL	321.51	282.15	39.36	S/. 2,720.17	2

Nota: La tabla 52 muestra la diferencia entre Exp. Técnico y Modelo BIM de la partida Enrocado de Zapatas el cual es de 39.36m³ que corresponde a S/. 2,720.17 y 2 días. En el nivel de cimentación existió menor área de enrocado que lo presupuestado lo que se significa un ahorro en costo y tiempo. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 53

Cuadro Comparativo de Cimientos Corridos

Partida:	CIMENTOS CORRIDOS				
Unidad:	m3	Rendimiento:	25 m3/día	P. U.	S/. 139.70
Nivel	Metrado		Diferencia	Costo (Soles)	Tiempo (Días)
	Exp. Técnico	Modelo BIM			
Primer Nivel	25.69	12.02	13.67	S/. 1,909.70	0.55
TOTAL	25.69	12.02	13.67	S/. 1,909.70	1

Nota: La tabla 53 muestra la diferencia entre Exp. Técnico y Modelo BIM de la partida Cimientos Corridos el cual es de 13.67m³ que corresponde a S/. 1,909.70 y 1 día. Se obtuvo un menor volumen de metrado debido a que ya no se consideró los cimientos corridos ubicados sobre los ejes. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 54

Cuadro Comparativo de Sobrecimientos

Partida:	SOBRECIMIENTOS				
Unidad:	m3	Rendimiento:	10 m3/día	P. U.	S/. 223.83
Nivel	Metrado		Diferencia	Costo (Soles)	Tiempo (Días)
	Exp. Técnico	Modelo BIM			
Primer Nivel	7.38	9.85	-2.47	-S/. 552.86	-0.25
TOTAL	7.38	9.85	-2.47	-S/. 552.86	0

Nota: La tabla 54 muestra la diferencia entre Exp. Técnico y Modelo BIM de la partida Sobrecimientos el cual es de -2.47m³ que corresponde a -S/. 552.86 y 0 días. En el Primer nivel se halló mayor volumen de sobrecimientos que lo presupuestado lo que se significa un leve aumento en costo. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 55

Cuadro Comparativo de Falso Piso de 4”

Partida:	FALSO PISO DE 4”				
Unidad:	m2	Rendimiento:	80 m2/día	P. U.	S/. 37.39
Nivel	Metrado		Diferencia	Costo (Soles)	Tiempo (Días)
	Exp. Técnico	Modelo BIM			
Primer Nivel	583.24	478.19	105.05	S/. 3,927.82	1.31
TOTAL	583.24	478.19	105.05	S/. 3,927.82	2

Nota: La tabla 55 muestra la diferencia entre Exp. Técnico y Modelo BIM de la partida Falso Piso de 4” el cual es de 105.05m² que corresponde a S/. 3,927.82 y 2 días. En el Primer nivel se halló menor área debido a que se descontó el área ocupada por las columnas y muros obteniéndose así el área real de falso piso, lo que se traduce en ahorro en costo y tiempo. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 56

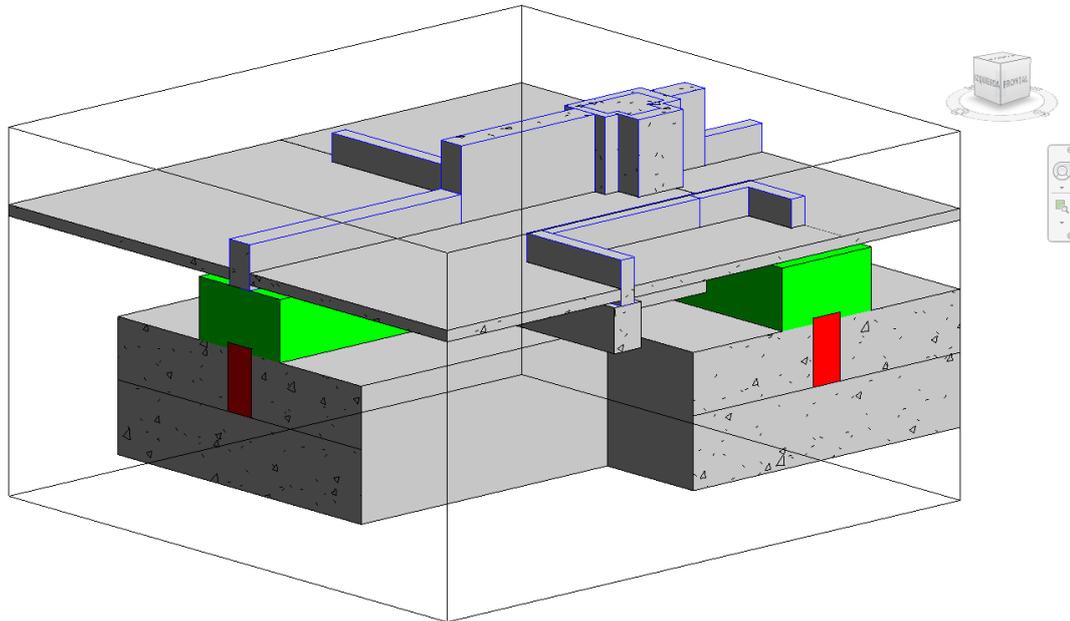
Cuadro Comparativo de Losa de Cimentación

Partida:	LOSA DE CIMENTACIÓN				
Unidad:	m3	Rendimiento:	18 m3/día	P. U.	S/. 337.97
Nivel	Metrado		Diferencia	Costo (Soles)	Tiempo (Días)
	Exp. Técnico	Modelo BIM			
Primer Nivel	281.11	257.67	23.44	S/. 7,922.02	1.30
TOTAL	281.11	257.67	23.44	S/. 7,922.02	2

Nota: La tabla 56 muestra la diferencia entre Exp. Técnico y Modelo BIM de la partida Losa de Cimentación el cual es de 23.44m³ que corresponde a S/. 7,922.02 y 2 días. Esta diferencia se debe al descuento del volumen ocupado por las vigas de cimentación. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Figura 73

Volumen de Losa de Cimentación adicional y deductivo



Nota: En la figura 73 se observa una caja de sección de los ejes 2 y B en el primer nivel del modelo BIM Estructuras en el que se puede observar en color rojo el volumen de la viga de cimentación existente, lo que viene a ser el deductivo y en verde el volumen adicional de Losa de Cimentación. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 57

Cuadro Comparativo de Losa de Cimentación (Adicional)

Partida:	LOSA DE CIMENTACIÓN (Adicional)				
Unidad:	m3	Rendimiento:	18 m3/día	P. U.	S/. 337.97
Nivel	Metrado		Diferencia	Costo (Soles)	Tiempo (Días)
	Exp. Técnico	Modelo BIM			
Primer Nivel	0	91.7	-91.7	-S/. 30,991.85	-5.09
TOTAL	0	91.7	-91.7	-S/. 30,991.85	-6

Nota: La tabla 57 muestra la diferencia entre Exp. Técnico y Modelo BIM de la partida Losa de Cimentación (Adicional) el cual es de -91.7m3 que corresponde a -S/. 30,991.85 y -6 días. Este adicional corresponde al recubrimiento estructural de las vigas de cimentación existentes. Cabe mencionar que este volumen no está contemplado dentro del expediente técnico por lo que corresponde a un presupuesto y plazo adicional. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 58

Cuadro Comparativo de Sobrecimiento Reforzado

Partida:	SOBRECIMIENTO REFORZADO					
Unidad:	m3	Rendimiento:	10 m3/día	P. U.	S/. 374.16	
Nivel	Metrado		Diferencia	Costo (Soles)	Tiempo (Días)	
	Exp. Técnico	Modelo BIM				
Primer Nivel	7.72	8.17	-0.45	-S/. 168.37	-0.05	
TOTAL	7.72	8.17	-0.45	-S/. 168.37	0	

Nota: La tabla 58 muestra la diferencia entre Exp. Técnico y Modelo BIM de la partida Sobrecimiento Reforzado el cual es de -0.45m³ que corresponde a -S/. 168.37 y 0 días. Se verifica que la diferencia de metrados es mínima lo que significa que esta partida estuvo bien elaborada. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 59

Cuadro Comparativo de Placas Verticales

Partida:	PLACAS VERTICALES					
Unidad:	m3	Rendimiento:	10 m3/día	P. U.	S/. 388.87	
Nivel	Metrado		Diferencia	Costo (Soles)	Tiempo (Días)	
	Exp. Técnico	Modelo BIM				
Primer Nivel	20.33	15.66	4.67	S/. 1,816.02	0.47	
Segundo Nivel	17.53	15.78	1.75	S/. 680.52	0.18	
Tercer Nivel	17.90	15.55	2.35	S/. 913.84	0.24	
TOTAL	55.76	46.99	8.77	S/. 3,410.39	1	

Nota: La tabla 59 muestra la diferencia entre Exp. Técnico y Modelo BIM de la partida Placas Verticales el cual es de 8.77m³ que corresponde a S/. 3,410.39 y 1 día. Se verifica que existe un menor metrado en el modelo BIM lo que significa un ahorro en costo y tiempo de ejecución. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 60*Cuadro Comparativo de Columnas Rectas*

Partida:	COLUMNAS RECTAS				
Unidad:	m3	Rendimiento:	10 m3/día	P. U.	S/. 380.39
Nivel	Metrado		Diferencia	Costo (Soles)	Tiempo (Días)
	Exp. Técnico	Modelo BIM			
Primer Nivel	17.44	13.89	3.55	S/. 1,350.38	0.36
Segundo Nivel	14.28	11.96	2.32	S/. 882.50	0.23
Tercer Nivel	17.89	17.70	0.19	S/. 72.27	0.02
Azotea	0.92	1.44	-0.52	-S/. 197.80	-0.05
TOTAL	50.53	44.99	5.54	S/. 2,107.36	1

Nota: La tabla 60 muestra la diferencia entre Exp. Técnico y Modelo BIM de la partida Columnas Rectas el cual es de 5.54m³ que corresponde a S/. 2,107.36 y 1 día. Se comprobó que existe menor volumen de columnas rectas en el Primer y Segundo nivel debido que el volumen ocupado por las columnas existentes es mayor que lo presupuestado en el Expediente Técnico. Esta diferencia a favor significa un ahorro en costo y tiempo de ejecución. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 61*Cuadro Comparativo de Vigas Horizontales*

Partida:	VIGAS HORIZONTALES				
Unidad:	m3	Rendimiento:	16 m3/día	P. U.	S/. 330.61
Nivel	Metrado		Diferencia	Costo (Soles)	Tiempo (Días)
	Exp. Técnico	Modelo BIM			
Primer Nivel	1.37	1.44	-0.07	-S/. 23.14	0.00
Segundo Nivel	1.37	1.44	-0.07	-S/. 23.14	0.00
Tercer Nivel	13.88	12.84	1.04	S/. 343.83	0.07
Azotea	2.19	1.78	0.41	S/. 135.55	0.03
TOTAL	18.81	17.5	1.31	S/. 433.10	0

Nota: La tabla 61 muestra la diferencia entre Exp. Técnico y Modelo BIM de la partida Vigas Horizontales el cual es de 1.31m³ que corresponde a S/. 433.10 y 0 días. Se verifica que existe un menor metrado de volumen en el Tercer nivel debido a que no se consideró el volumen ocupado por las columnas en la intersección columna-viga, lo que significa un ahorro en el costo. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 62

Cuadro Comparativo de Losa Maciza

Partida:	LOSA MACIZA				
Unidad:	m3	Rendimiento:	20 m3/día	P. U.	S/. 326.05
Nivel	Metrado		Diferencia	Costo (Soles)	Tiempo (Días)
	Exp. Técnico	Modelo BIM			
Primer Nivel	2.01	1.11	0.9	S/. 293.45	0.05
Segundo Nivel	1.18	1.93	-0.75	-S/. 244.54	-0.04
Tercer Nivel	19.27	15.81	3.46	S/. 1,128.13	0.17
TOTAL	22.46	18.85	3.61	S/. 1,177.04	1

Nota: La tabla 62 muestra la diferencia entre Exp. Técnico y Modelo BIM de la partida Losa Maciza el cual es de 3.61m³ que corresponde a S/. 1,177.04 y 1 día. Se verifica que existe un menor metrado en el Tercer nivel del modelo BIM debido a que se descontó el volumen de la viga en la intersección viga-losa, lo que significa un ahorro en costo y tiempo de ejecución. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 63

Cuadro Comparativo de Parapeto de Concreto Armado

Partida:	PARAPETO DE CONCRETO ARMADO				
Unidad:	m3	Rendimiento:	15 m3/día	P. U.	S/. 403.88
Nivel	Metrado		Diferencia	Costo (Soles)	Tiempo (Días)
	Exp. Técnico	Modelo BIM			
Azotea	17.03	12.65	4.38	S/. 1,768.99	0.29
TOTAL	17.03	12.65	4.38	S/. 1,768.99	1

Nota: La tabla 63 muestra la diferencia entre Exp. Técnico y Modelo BIM de la partida Parapeto de Concreto Armado el cual es de 4.38m³ que corresponde a S/. 1,768.99 y 1 día. La diferencia de metrados se debe a que en los planos solo se considera el parapeto entre los ejes A y C y no en todo el perímetro como se consigna en el metrado del Expediente Técnico, por lo tanto, se obtienen una diferencia a favor en costo y tiempo de ejecución. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 64

Resumen de diferencia de metrados del modelo BIM de Estructuras respecto al Expediente Técnico

Ítem	Partida	Unidad	Exp. Técnico	Modelo BIM	Diferencia	%
02.01.03.01	ENROCADO DE ZAPATAS	m3	321.51	282.15	39.36	12.24%
02.02.01.01	CIMIENTOS CORRIDOS	m3	25.69	12.02	13.67	53.21%
02.02.02.01	SOBRECIMENTOS	m3	7.38	9.85	-2.47	-33.47%
02.02.04.01	FALSO PISO DE 4"	m2	583.24	478.19	105.05	18.01%
02.03.01.01	LOSA DE CIMENTACIÓN	m3	281.11	257.67	23.44	8.34%
02.03.02.01	SOBRECIMIENTO REFORZADO	m3	7.72	8.17	-0.45	-5.83%
02.03.03.01	PLACAS VERTICALES	m3	55.76	46.99	8.77	15.73%
02.03.04.01	COLUMNAS RECTAS	m3	50.53	44.99	5.54	10.96%
02.03.07.01	VIGAS HORIZONTALES	m3	18.81	17.5	1.31	6.96%
02.03.09.01	LOSA MACIZA	m3	22.46	18.85	3.61	16.07%
02.03.10.01	PARAPETO DE CONCRETO ARMADO	m3	17.03	12.65	4.38	25.72%

Nota: La tabla 64 muestra el resumen de las partidas de estudio de la especialidad de Estructuras con su respectivo ítem del presupuesto, unidad, metrado del Expediente Técnico, metrado del Modelo BIM, la diferencia y su valor en porcentaje. Se tienen gran diferencia a favor (ahorro) en las partidas de Cimientos Corridos con 53.21%, Parapeto de concreto armado con 25.72% y Falso Piso de 4" con 18.01% y Losa Maciza con 16.07%, sin embargo, también se tiene diferencia en contra (aumento) en las partidas de Sobrecimientos con -33.47% y Sobrecimiento Reforzado con -5.83%. "Elaborado por el equipo de trabajo".

Sin embargo, debido a la modificación de la volumetría de la Losa de Cimentación se tienen mayores metrados, mayores costos y tiempos de ejecución los cuales son detallados en las tablas 65, 66, y 67.

Tabla 65

Metrado adicional de Losa de Cimentación

Ítem	Partida	Unidad	Exp. Técnico	Modelo BIM	Diferencia
02.03.01.01	LOSA DE CIMENTACIÓN	m3	0	91.7	-91.7

Nota: La tabla 65 muestra la diferencia de metrado entre el Exp. Técnico y el Modelo BIM el cual asciende a -91.70m3, lo que significa una mayor cantidad de volumen de Losas de Cimentación respecto a los presupuestado en el Expediente Técnico. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 66

Costo adicional de Losa de Cimentación

Ítem	Partida	Unidad	Precio Unitario	Diferencia	Costo (Soles)
02.03.01.01	LOSA DE CIMENTACIÓN	m3	S/. 337.97	-91.7	-S/. 30,991.85
TOTAL (Soles)					-S/. 30,991.85

Nota: La tabla 66 muestra la diferencia en Costo (soles) entre el Exp. Técnico y el Modelo BIM del Adicional de Losas de Cimentación el cual asciende a -S 30,991.85, lo que significa un aumento en el costo de la partida Losa de Cimentación respecto a lo presupuestado en el Expediente Técnico. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tabla 67

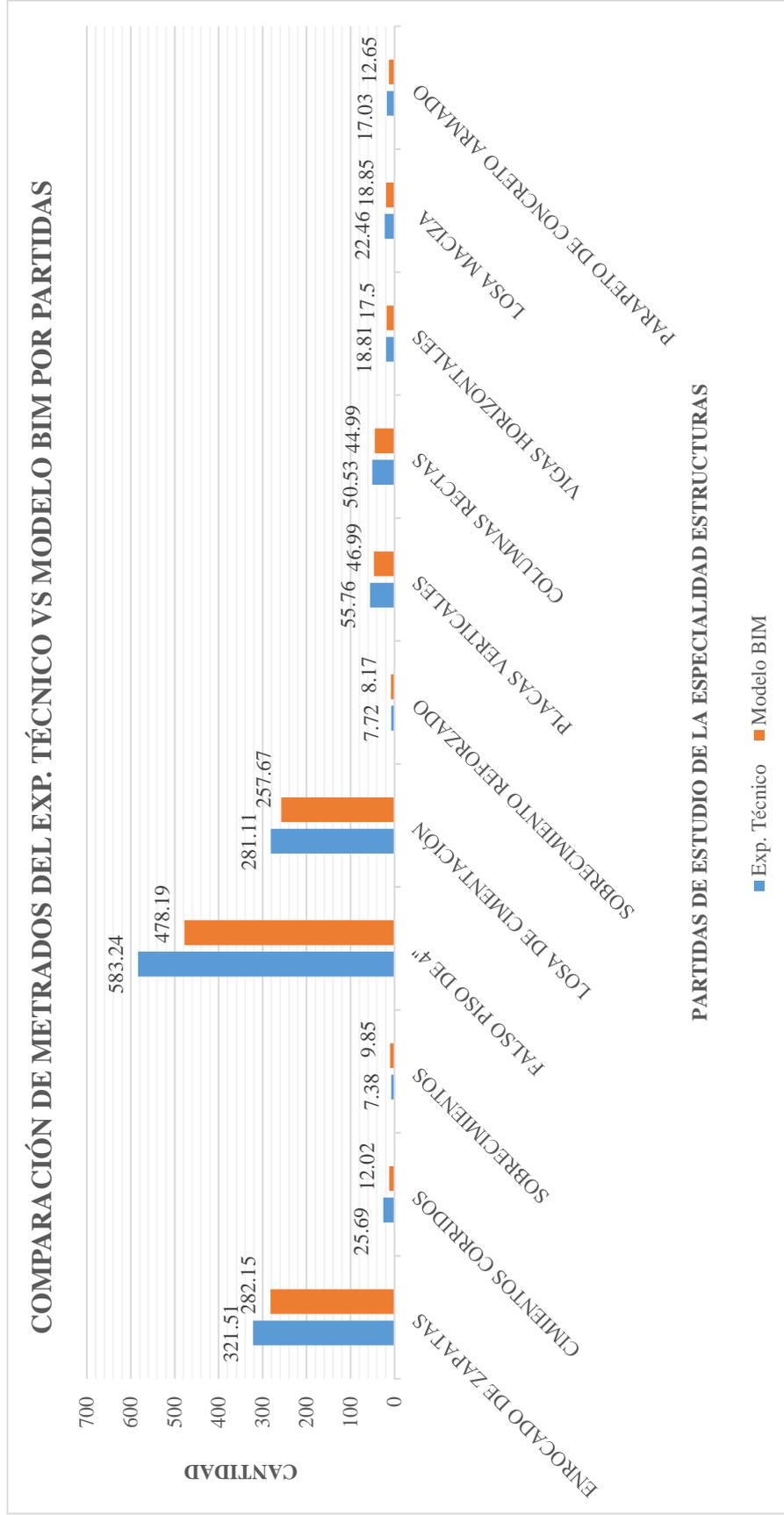
Tiempo adicional para Losa de Cimentación

Ítem	Partida	Unidad	Rendimiento (und/día)	Diferencia	Tiempo (Días)
02.03.01.01	LOSA DE CIMENTACIÓN	m3	18	-91.7	-6
TOTAL (Soles)					-6

Nota: La tabla 67 muestra la diferencia en Tiempo (días) entre el Exp. Técnico y el Modelo BIM del Adicional de Losas de Cimentación el cual asciende a -6 días, lo que significa un aumento en el tiempo de ejecución la partida Losa de Cimentación respecto a lo presupuestado en el Expediente Técnico. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Figura 74

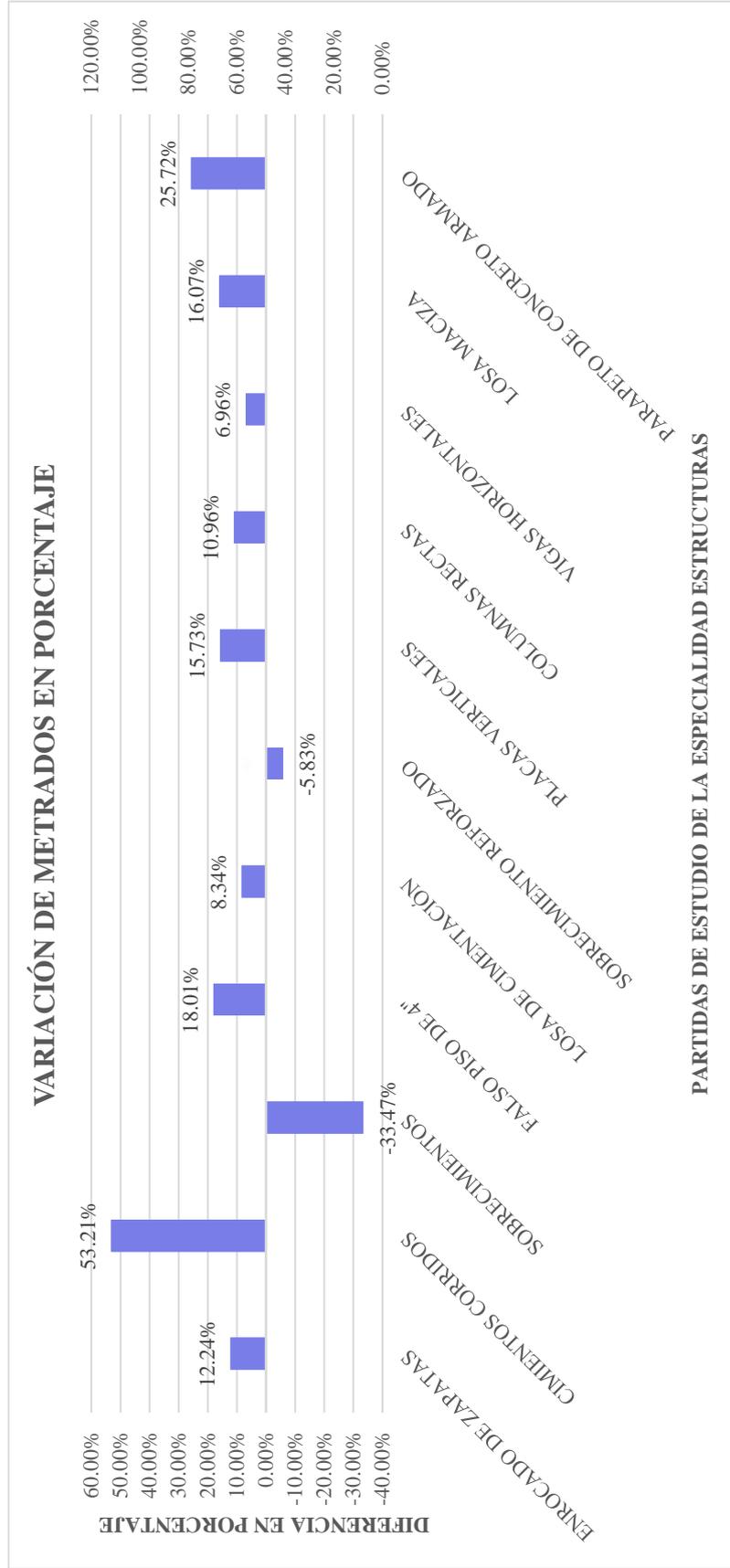
Comparación de metrados de Estructuras del Expediente Técnico vs Modelo BIM



Nota: La figura 74 muestra en barras las cantidades de metrado por partida de estudio de la especialidad de Estructura, teniendo mayor diferencia las partidas de Falso Piso de 4", Enrocado de zapatas y Losa de Cimentación lo que significa que hubo mayor error en el metrado de estas partidas. "Elaborado por el equipo de trabajo".

Figura 75

Variación en porcentaje de metrados de Estructuras del Modelo BIM respecto al Expediente Técnico



Nota: La figura 75 muestra en barras la variación de metrado en porcentaje por partida de estudio de la especialidad de Arquitectura, teniendo gran variación las partidas de Cimientos Corridos, Sobrecimientos, Parapeto de concreto armado y Falso Piso de 4" lo que significa gran ausencia o duplicidad de metrados en los planos de Estructuras. Por otra parte, existe mayor exactitud y confiabilidad de metrados en las partidas Sobrecimiento Reforzado y Vigas Horizontales los cuales presentan una variación de metrados menor al 7%. "Elaborado por el equipo de trabajo".

Tabla 68

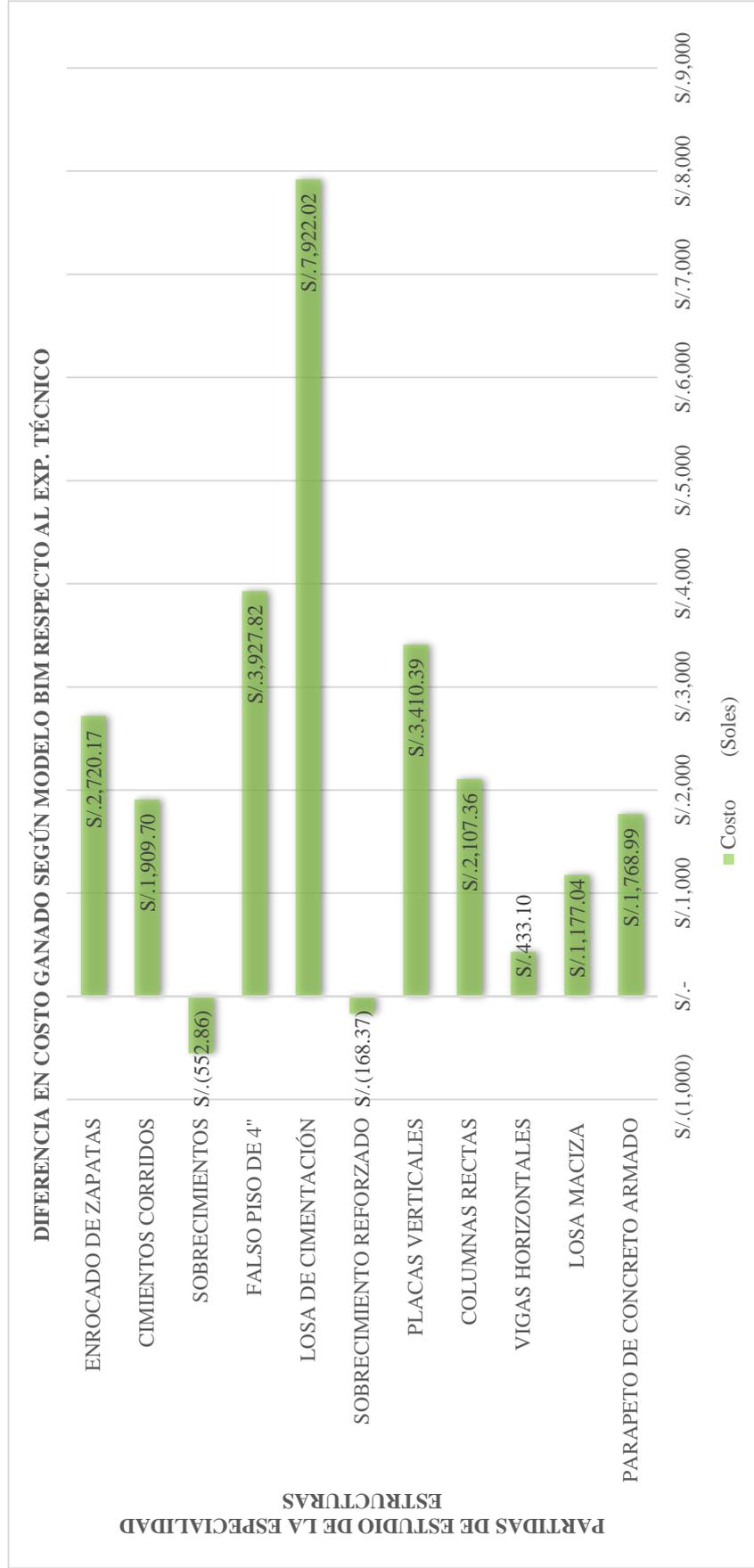
Diferencia en Costo según Modelo BIM respecto al Expediente Técnico – Estructuras

Ítem	Partida	Unidad	Precio Unitario	Diferencia	Costo (Soles)
02.01.03.01	ENROCADO DE ZAPATAS	m3	S/. 69.11	39.36	S/. 2,720.17
02.02.01.01	CIMIENTOS CORRIDOS	m3	S/. 139.70	13.67	S/. 1,909.70
02.02.02.01	SOBRECIMENTOS	m3	S/. 223.83	-2.47	-S/. 552.86
02.02.04.01	FALSO PISO DE 4"	m2	S/. 37.39	105.05	S/. 3,927.82
02.03.01.01	LOSA DE CIMENTACIÓN	m3	S/. 337.97	23.44	S/. 7,922.02
02.03.02.01	SOBRECIMIENTO REFORZADO	m3	S/. 374.16	-0.45	-S/. 168.37
02.03.03.01	PLACAS VERTICALES	m3	S/. 388.87	8.77	S/. 3,410.39
02.03.04.01	COLUMNAS RECTAS	m3	S/. 380.39	5.54	S/. 2,107.36
02.03.07.01	VIGAS HORIZONTALES	m3	S/. 330.61	1.31	S/. 433.10
02.03.09.01	LOSA MACIZA	m3	S/. 326.05	3.61	S/. 1,177.04
02.03.10.01	PARAPETO DE CONCRETO ARMADO	m3	S/. 403.88	4.38	S/. 1,768.99
TOTAL (Soles)					S/. 24,655.36

Nota: La tabla 68 muestra el resumen de las partidas de estudio de la especialidad de Estructuras con su respectivo ítem del presupuesto, unidad, Precio Unitario, Diferencia entre Exp. Técnico y Modelo BIM y el Costo en soles que representa el ahorro o aumento. Se tienen gran diferencia a favor (ahorro) en las partidas de Losa de Cimentación con S/. 7,922.02, Falso Piso de 4" con S/. 3,927.82, Placas Verticales con S/. 3,410.39, Enrocado de Zapatas con S/. 2,720.17, Columnas Rectas con S/. 2,107.36 y en contra (aumento) en las partidas de Sobrecimientos con -S/. 552.86 y Sobrecimiento Reforzado -S/. 168.37. Finalmente, de manera global en la Especialidad de Estructuras se obtuvo un ahorro de S/. 24,655.36. "Elaborado por el equipo de trabajo".

Figura 76

Diferencia en costo ganado según Modelo BIM respecto al Expediente Técnico – Estructuras



Nota: La figura 76 muestra en barras la diferencia de metrado en soles por partida de estudio de la especialidad de Estructuras, teniendo gran diferencia a favor (ahorro) en las partidas de Losa de Cimentación con S/ 7,922.02, Falso Piso de 4" con S/ 3,927.82, Placas Verticales con S/ 3,410.39, Enrocado de Zapatas con S/ 2,720.17, Columnas Rectas con S/ 2,107.36 y en contra (aumento) en las partidas de Sobrecimientos con -S/ 552.86 y Sobrecimiento Reforzado -S/ 168.37. "Elaborado por el equipo de trabajo".

Tabla 69

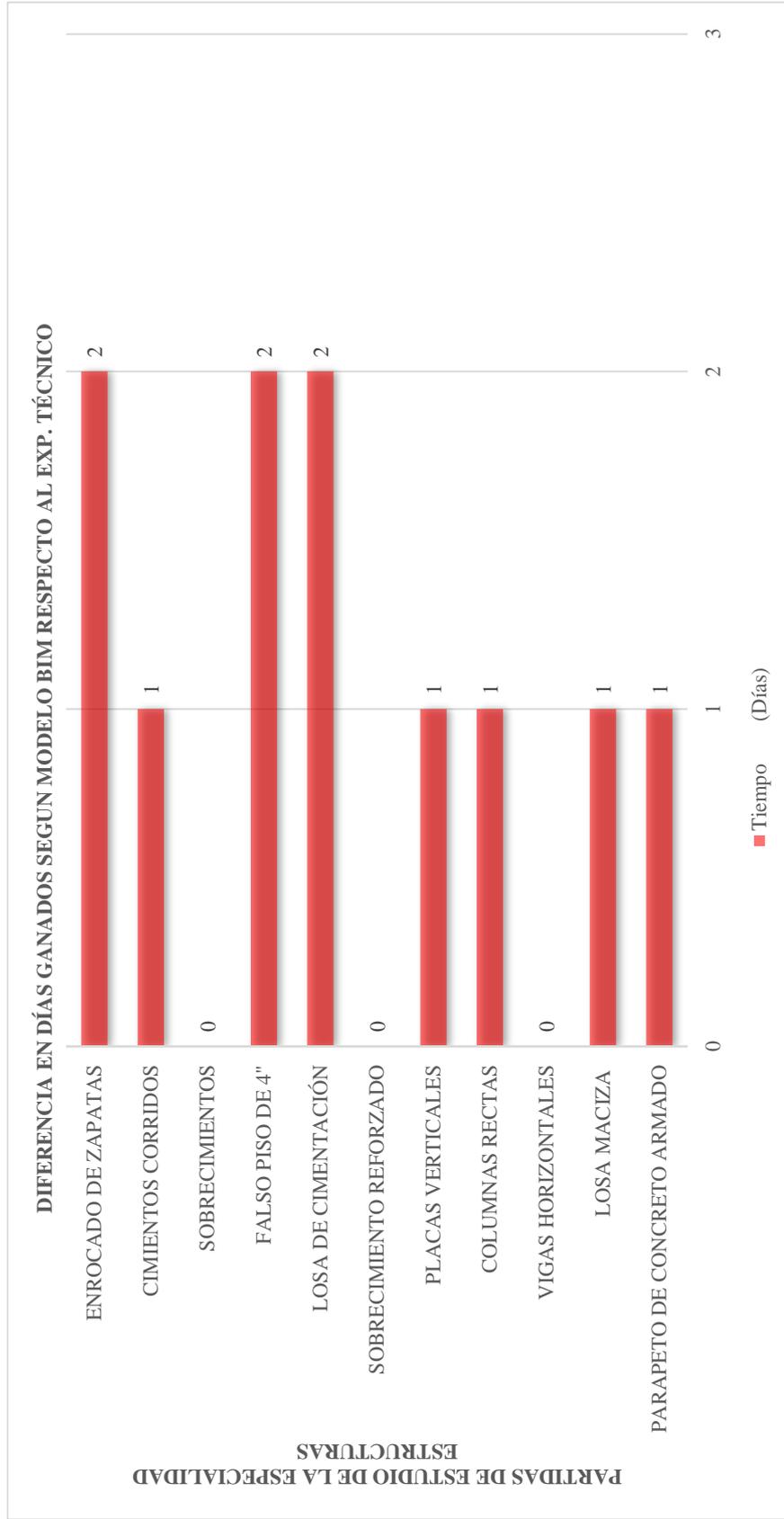
Diferencia en Tiempo según Modelo BIM respecto al Expediente Técnico – Estructuras

Ítem	Partida	Unidad	Rendimiento (und/día)	Diferencia	Tiempo (Días)
02.01.03.01	ENROCADO DE ZAPATAS	m3	25	39.36	2
02.02.01.01	CIMIENTOS CORRIDOS	m3	25	13.67	1
02.02.02.01	SOBRECIMENTOS	m3	10	-2.47	0
02.02.04.01	FALSO PISO DE 4"	m2	80	105.05	2
02.03.01.01	LOSA DE CIMENTACIÓN	m3	18	23.44	2
02.03.02.01	SOBRECIMIENTO REFORZADO	m3	10	-0.45	0
02.03.03.01	PLACAS VERTICALES	m3	10	8.77	1
02.03.04.01	COLUMNAS RECTAS	m3	10	5.54	1
02.03.07.01	VIGAS HORIZONTALES	m3	16	1.31	0
02.03.09.01	LOSA MACIZA	m3	20	3.61	1
02.03.10.01	PARAPETO DE CONCRETO ARMADO	m3	15	4.38	1
TOTAL (Días)					11

Nota: La tabla 69 muestra el resumen de las partidas de estudio de la especialidad de Estructuras con su respectivo ítem del presupuesto, unidad, Rendimiento (und/día), Diferencia entre Exp. Técnico y Modelo BIM y el Tiempo en días que representa el ahorro o aumento. Se tienen mayor diferencia a favor (ahorro) en las partidas de Enrocado de zapatas con 2 días, Falso Piso de 4" con 2 días y Losa de Cimentación con 2 días. Finalmente, de manera global en la Especialidad de Estructuras se obtuvo un ahorro de 11 días. "Elaborado por el equipo de trabajo".

Figura 77

Diferencia en tiempo ganado según Modelo BIM respecto al Expediente Técnico – Estructuras



Nota: La figura 77 muestra la diferencia de metrado expresado en Días por partida de estudio de la especialidad de Estructuras, teniendo mayor diferencia a favor (ahorro) en las partidas Enrocado de zapatas con 2 días, Falso Piso de 4" con 2 días y Losa de Cimentación con 2 días. "Elaborado por el equipo de trabajo".

4.1.2. USOS BIM DESARROLLADOS EN EL PROYECTO

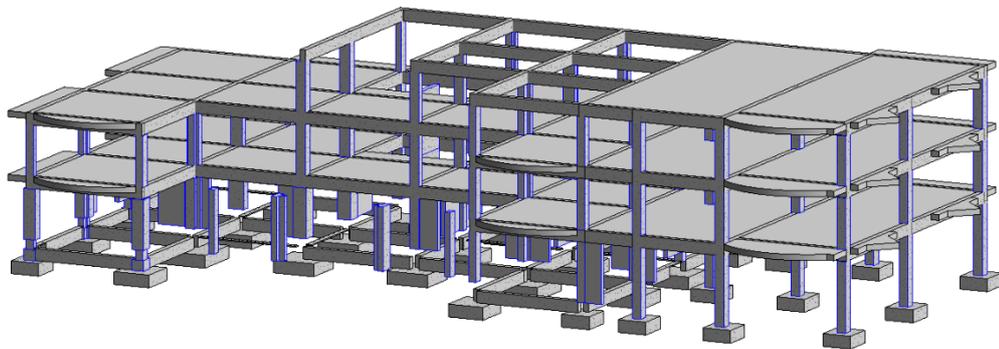
Visualización del proyecto

El modelamiento de la infraestructura del proyecto: “Mejoramiento de servicio de laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional del Altiplano” ofreció una visualización completa de la Estructura y Arquitectura nueva y existente lo que ayudó a tener una mejor comprensión de la estrategia constructiva.

En la Figura 78 se observa el modelamiento BIM del casco estructural Existente comprendido por: Zapatas aisladas de 1.90 x 2.00 m en promedio, Vigas de Cimentación de 30 x 60 cm, Vigas Principales de concreto armado de 30 x 60 cm y Vigas Secundarias de 30 x 50 cm, Columnas tipo L en su mayoría de sección 53 x 40 cm y Losas aligeradas de 25 cm.

Figura 78

Visualización de elementos estructurales existentes

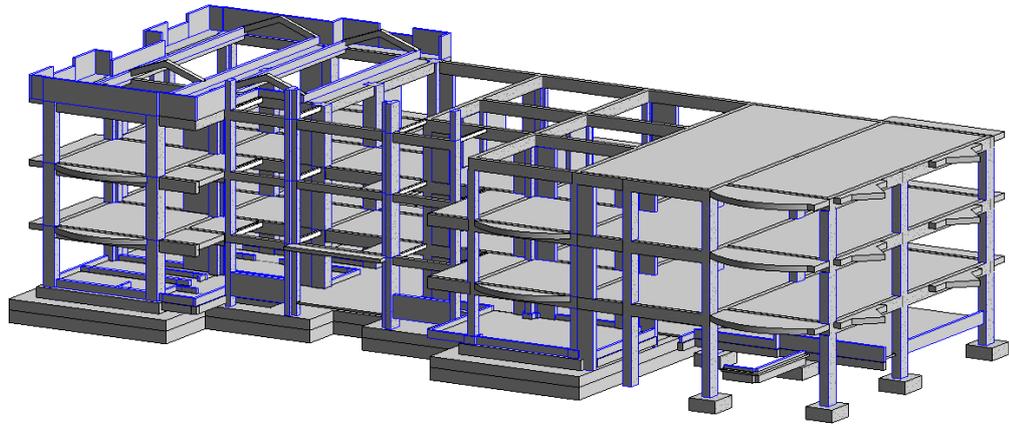


Nota: En la figura 78 se aprecia los elementos estructurales existentes de los tres niveles en el Modelo BIM – Estructuras. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Tomando como referencia la ubicación espacial de los elementos estructurales existentes se continuó con el modelamiento de los elementos estructurales nuevos tales como enrocado de zapatas, losa de cimentación, encamisado de columnas, vigas, losas macizas y parapetos como se aprecia en la figura 79.

Figura 79

Visualización de los elementos estructurales nuevos y existentes

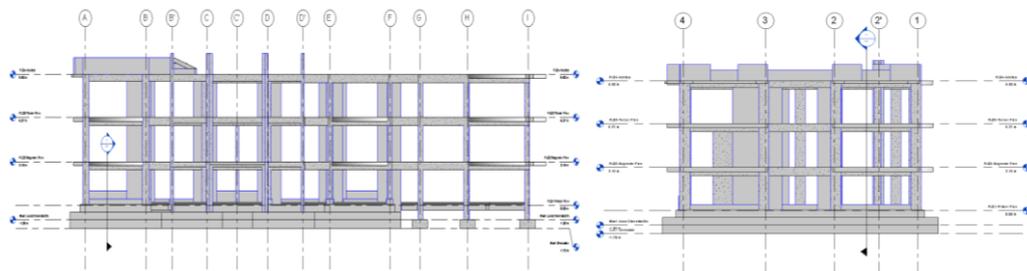


Nota: En la figura 79 se aprecia la integración de los elementos estructurales existentes y nuevos de los tres niveles en el Modelo BIM – Estructuras. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Por otra parte, el modelo BIM tiene la versatilidad de mostrar todas las vistas necesarias que se requieran para la obtención de información en cuanto a dimensiones, ubicación espacial, distancias, sesiones, cortes, etc. En las figuras 80 y 81 se pueden apreciar ejemplos de estas vistas.

Figura 80

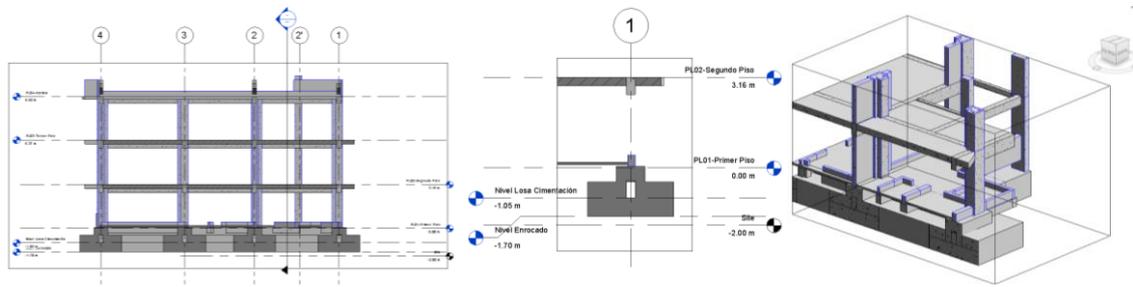
Vista de alzados Sur y Oeste del Modelo BIM – Estructuras



Nota: La figura 80 muestra a la izquierda el alzado Sur y a la derecha el alzado Oeste del Modelo BIM – Estructuras. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Figura 81

Vistas obtenidas del Modelo BIM – Estructuras



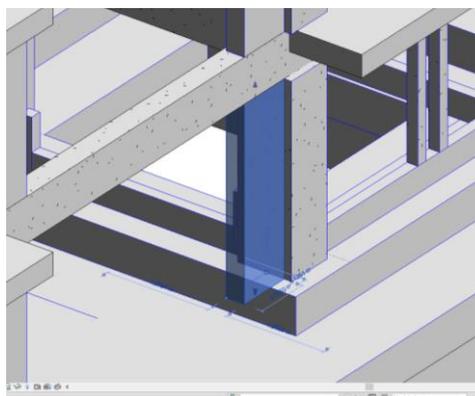
Nota: La figura 81 muestra a la izquierda la vista en corte entre los ejes A y B, al centro la sección del eje 1 en el Primer nivel entre los ejes A y B, y a la derecha una caja de sección de las columnas B-1, B'-2, B-2, C'-1 y C-2 del Modelo BIM – Estructuras. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Detección de Interferencias e Incompatibilidades

El modelamiento en softwares BIM en una simulación de la construcción de los diseños estructurales, arquitectónicos y de instalaciones. Las interferencias o incompatibilidades que se generen puede generar rehacer el trabajo lo que conlleva al aumento de costo y tiempo. Para prevenir y anticipar estas incompatibilidades los modelos BIM sirven de mucha ayuda ya que se puede apreciar visualmente y corregirlos.

Figura 82

Ejemplo de incompatibilidad en Placa de concreto armado PL-10



Nota: En la figura 82 se puede observar el vacío que se genera al modelar la placa de concreto armado PL-10 sobre la losa de cimentación en la intersección de los ejes C y 4 como especifica en los planos, lo que difiere de la construcción real. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

En la figura 82 se muestra la representación de la Placa de concreto armado PL-10 en el modelo BIM, por otro lado, en la Figura 83 se observa el proceso constructivo de la placa PL-10 el cual considera desde la Losa de Cimentación.

Figura 83

Proceso constructivo de la Placa de concreto armado PL-10



Nota: En la figura 83 se puede observar el encofrado de la placa PL-10 en el Primer nivel cuya base se considera desde la parte superior de la Losa de Cimentación. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

La ventaja de los modelos BIM es que permite una visualización tridimensional 3D que ayuda a detectar fácilmente las interferencias ya sea por espacio, diseño o dibujo. En ese sentido mientras se modeló la estructura se identificó las interferencias y se plasmó en instrumentos de RFI.

En la Figura 84 se muestra el formato de RFI que se utilizó para poder organizar y estandarizar la información que se genere por la detección de alguna interferencia, incompatibilidad o ausencia de información.

Todos los RFI generados pueden apreciarse en el Anexo 1 de esta investigación.

Figura 84

Formato de Registro de Request for Information (RFI)

REGISTRO - GESTIÓN DE PROYECTOS		Revisión: 1	E-RFI-002						
RFI		09/10/2019							
Request for Information - Solicitud de Información		Página 1 de 1							
I. Información General									
SOLICITUD DE INFORMACIÓN	002	SOLICITANTE	Bach. Jherson Mario Quenta Qui						
TÍTULO	CIMENTOS CORRIDOS	CARGO	Tesista						
PROYECTO	Mejoramiento de laboratorios Ing. Electrónica	EMAIL	jherson_09@hotmail.com						
TIPO DE EJECUCIÓN PRESUPUES	Ejecución Presupuestaria Directa	PARA	Ing. Hector Nicanor Romero Yanque						
DOCUMENTOS DE REFERENCIA	Modelo BIM de Estructuras	FECHA	09/10/2019						
	Plano de Estructuras E-05	ESPECIALIDAD	ESTRUCTURAS						
II. Impacto Generado									
a) Costo	Muy Bajo	Bajo	X	Moderado		Alto		Muy Alto	
b) Plazo	Muy Bajo	Bajo	X	Moderado		Alto		Muy Alto	
c) Alcance	Muy Bajo	Bajo	X	Moderado		Alto		Muy Alto	
III. Categoría de Consulta									
Falta o error en la información		LOCALIZACIÓN							
Falta de interpretación geométrica		Entre ejes principales (17) y secundarios (16).							
Cruce Físico		Ejemplo: Corte 03-03 del eje 1-1 entre ejes A y B.							
Falta de Coordinación									
Propuesta y/o sugerencia de mejora	X	FRECUENCIA	33						
IV. Descripción del Problema									
Los Cimientos Corridos proyectados en los planos E-05 y detallados en E-06 en los ejes principales y secundarios se superponen con la Losa de Cimentación corregida por la existencia de vigas de cimentación.									
<p style="text-align: center;">E-05: Cimiento y Sobrecimiento</p>		<p style="text-align: center;">CORTE 03-03</p> <p style="text-align: center;">E-06: Cimiento y Sobrecimiento sin considerar la Viga de Cimentación Existente</p>							
<p style="text-align: center;">Modelo BIM 3D: Corte Eje 1-1 entre ejes A y B.</p>		<p style="text-align: center;">Modelo BIM 3D: Proyección de Cimiento y Sobrecimiento</p>							
V. Solicitud y/o Propuesta de Mejora									
Se solicita la reformulación de los planos de estructuras correspondientes para adoptar nuevos niveles de Cimiento Corrido y Sobrecimiento que están proyectados sobre los ejes principales y secundarios.									
VI. Respuesta									
Fecha:									

Nota: En la figura 84 se puede observar el RFI 002 generado para los cimientos corridos. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

En la especialidad Arquitectura se generaron 4 RFI modelo que sirvieron para la corrección de dimensiones y ubicación correcta de los elementos modelados, en la siguiente tabla se resumen a detalle:

Tabla 70

RFI generados en la especialidad Arquitectura

Request For Information	Frecuencia	Descripción	Categoría de Consulta	Impacto generado en Costo, Plazo y Alcance
A-RFI-001	1	Ancho de Ventana V-25 en 1er nivel	Falta de interpretación geométrica	Muy bajo
A-RFI-002	2	Ubicación de muro en eje I-I en 1er nivel	Falta de Coordinación	Bajo
A-RFI-003	4	Altura de puertas en 1er nivel	Cruce Físico	Bajo
A-RFI-004	1	Ancho de Puerta P-15 en 1er nivel	Falta de Coordinación	Muy bajo

Nota: La tabla 70 muestra los RFI generados en la especialidad Arquitectura con su respectiva Frecuencia, Descripción, Categoría de consulta y el Impacto generado en el costo, plazo y alcance del proyecto. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

En la especialidad Estructuras se generaron 3 RFI modelo que sirvieron para la corrección de dimensiones y ubicación correcta de los elementos modelados, en la siguiente tabla se resumen a detalle:

Tabla 71

RFI generados en la especialidad Estructuras

Request For Information	Frecuencia	Descripción	Categoría de Consulta	Impacto generado en Costo, Plazo y Alcance
E-RFI-001	32	Adicional de Losa de Cimentación	Falta o error en la información	Muy alto
E-RFI-002	33	Actualizar existencia de cimientos corridos	Propuesta y/o sugerencia de mejora	Moderado
E-RFI-003	1	Altura de Placa PL-10 en 1er nivel	Falta de interpretación geométrica	Muy bajo

Nota: La tabla 71 muestra los RFI generados en la especialidad Estructuras con su respectiva Frecuencia, Descripción, Categoría de consulta y el Impacto generado en el costo, plazo y alcance del proyecto. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

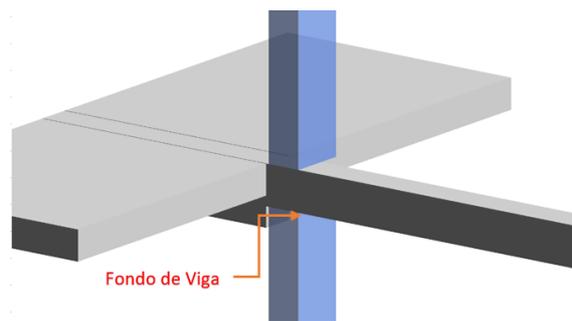
Estimación de cantidades

Mediante el modelo paramétrico se cuantificó las dimensiones, áreas y volúmenes para estimar las cantidades de materiales. La generación de tablas de planificación es automática, como se aprecia en la Figura 51 y con un gran nivel de precisión si el modelo se realizó en base a los siguientes criterios constructivos:

1. Los elementos verticales se modelaron hasta el fondo de la viga o losa superior, puesto que el vaciado de concreto en las vigas y losas se realizan de manera conjunta y simultánea.

Figura 85

Modelado de elementos verticales



Nota: En la figura 85 se puede observar el límite superior de modelamiento para las columnas y elementos verticales es cual es debajo del fondo de vigas y losas. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

2. Los cimientos corridos ubicados sobre los ejes ya no son modelados debido a que la modificación de la Losa de Cimentación ocupa dicho espacio y a la vez cumple la misma función de los cimientos corridos.
3. Las columnas rectas encamisadas son modeladas desde la parte superior de la losa de cimentación para evitar duplicidad de volumen de concreto.

4. Para las áreas de tarrajeo en muros, columnas y placas, se descontaron las secciones en las que se presenta la unión muro-columna, muro-placa y columna-placa.
5. En las áreas de contra piso y piso de ambientes se modelo el área efectiva descontando el área de columnas, placas y muros que se encuentren dentro de cada ambiente.

Considerando estos criterios se logró obtener un modelo eficiente para poder generar las tablas de planificación de los elementos de Estructuras y Arquitectura.

Figura 86

Ejemplo de tabla de planificación en el Modelo BIM – Estructuras

<07. Metrado de Placas Verticales>				
A	B	C	D	E
Elemento	Tipo	Anchura	Nivel del Elemento	Volumen
Piso 01				
Placa Vertical	Placa Pl. e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.60 m³
Placa Vertical	Placa Pl. e=0.25	0.25 m	Piso 01	1.19 m³
Placa Vertical	Placa Pl. e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.82 m³
Placa Vertical	Placa Pl. e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.94 m³
Placa Vertical	Placa Pl. e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.24 m³
Placa Vertical	Placa Pl. e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.56 m³
Placa Vertical	Placa Pl. e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.53 m³
Placa Vertical	Placa Pl. e=0.25	0.25 m	Piso 01	1.22 m³
Placa Vertical	Placa Pl. e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.91 m³
Placa Vertical	Placa Pl. e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.64 m³
Placa Vertical	Placa Pl. e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.85 m³
Placa Vertical	Placa Pl. e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.63 m³
Placa Vertical	Placa Pl. e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.85 m³
Placa Vertical	Placa Pl. e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.84 m³
Placa Vertical	Placa Pl. e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.46 m³
Placa Vertical	Placa Pl. e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.62 m³
Placa Vertical	Placa Pl. e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.59 m³
Placa Vertical	Placa Pl. e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.70 m³
Placa Vertical	Placa Pl. e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.91 m³
Placa Vertical	Placa Pl. e=0.25	0.25 m	Piso 01	0.60 m³
Placa Vertical	Placa Pl. e=0.25	0.25 m	Piso 01	13.99 m³
Placa Vertical	Placa Pl. e=0.30	0.30 m	Piso 01	0.85 m³
Placa Vertical	Placa Pl. e=0.30	0.30 m	Piso 01	1.67 m³
				15.66 m³
Piso 02				
Placa Vertical	Placa Pl. e=0.25	0.25 m	Piso 02	0.62 m³
Placa Vertical	Placa Pl. e=0.25	0.25 m	Piso 02	0.62 m³
Placa Vertical	Placa Pl. e=0.25	0.25 m	Piso 02	1.24 m³
Placa Vertical	Placa Pl. e=0.25	0.25 m	Piso 02	0.88 m³

Nota: En la figura 86 se puede observar la tabla de planificación de Placas Verticales obtenido del Modelo BIM – Estructuras en Revit. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Navegación en el Modelo BIM 3D

Una vez concluido los modelos en Revit se exportó dicha información al software Navisworks de Autodesk que es una plataforma de integración en el que se detectan interferencias e incompatibilidades entre las especialidades del proyecto.

Figura 87

Modelo BIM del proyecto en la interfaz de trabajo de Navisworks

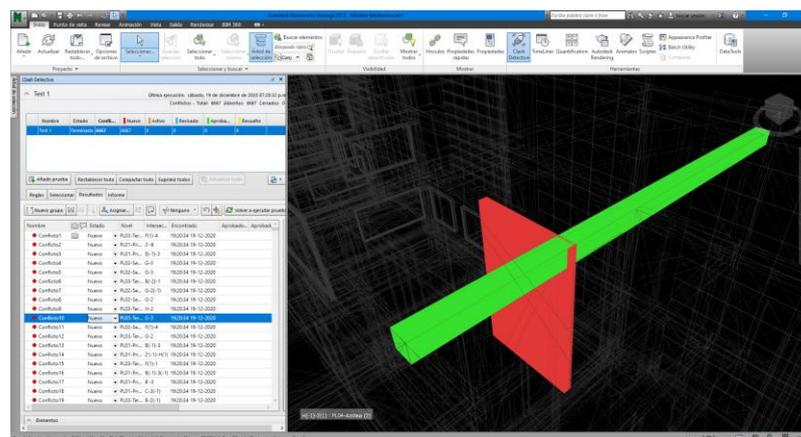


Nota: La figura 87 muestra la conjunción de los modelos BIM de Arquitectura y Estructuras en la interfaz de Navisworks. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Mediante la herramienta “Clash Detective” de Navisworks se realizó la revisión de aquellas interferencias en entre elementos que ocupan un mismo espacio con una tolerancia de 0.001m. De esta manera se asegura que lo modelado en la especialidad de Arquitectura y Estructuras se asemeje lo más cercano a la construcción real.

Figura 88

Interferencia detectada entre Viga-Muro en el Tercer nivel



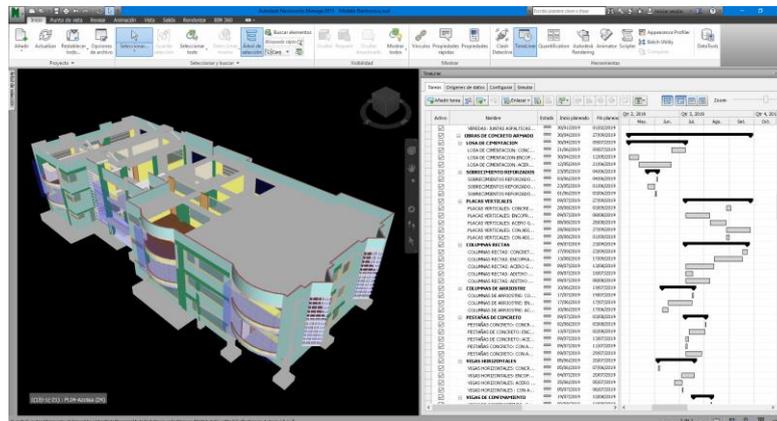
Nota: La figura 88 muestra la interferencia de espacio detectada en el software Navisworks entre el muro de soga y la Viga 302 ubicada en el eje B del Tercer nivel. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Presentación de Modelos BIM 4D

Al modelo BIM 3D se le adicionó el parámetro “tiempo” el cual se obtuvo de la programación de obra del Expediente Técnico y también con planificaciones desarrolladas durante la ejecución para obtener una simulación de secuencia constructiva y evaluar diferentes alternativas para poder elegir la más eficiente.

Figura 89

Adición del parámetro tiempo al Modelo BIM del proyecto



Nota: En la figura 89 se aprecia el modelo integrado BIM a la izquierda y la programación de obra del Expediente Técnico a la derecha dentro de la interfaz de Navisworks. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Durante la ejecución de la obra se vio por conveniente realizar una secuencia constructiva y visualización de los elementos de estructuras por niveles los cuales son:

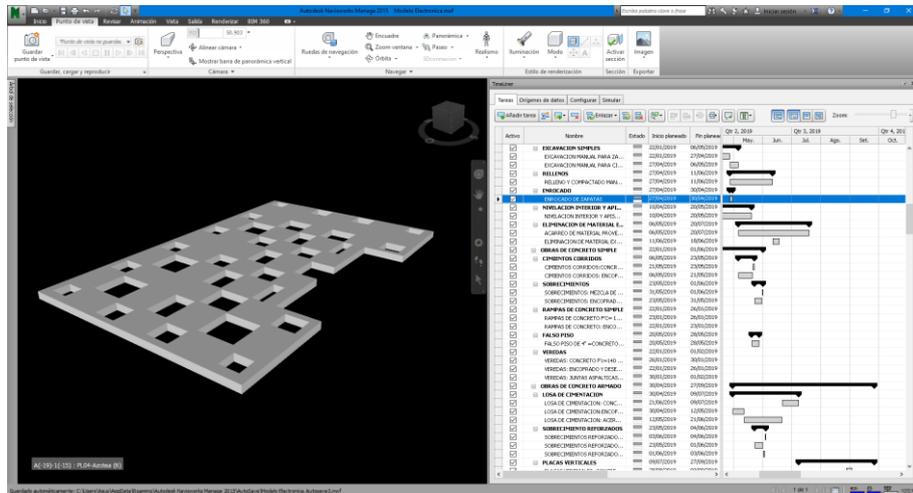
Tabla 72

Elementos modelados para visualización 4D

Nivel	Elementos modelados
Enrocado	Volumen de enrocado entre los ejes 1-4 y A-
Losa de Cimentación	Volumen de losa de cimentación y columnas encamisadas entre los ejes 1-4 y A-F
Primer nivel	Volumen de placas verticales, falso piso, cimientos, sobrecimientos y sobrecimientos reforzados entre los ejes 1-4 y A-F
Segundo nivel	Volumen de placas verticales, columnas nuevas y encamisadas, vigas, y losas macizas entre los ejes 1-4 y A-F
Tercer nivel	Volumen de placas verticales, columnas nuevas y encamisadas, vigas, y losas macizas entre los ejes 1-4 y A-F
Azotea	Volumen de vigas, losas macizas y parapetos de concreto armado

Nota: En la tabla 72 se muestra los elementos modelados en 4D clasificados por nivel. “Elaborado por el equipo de trabajo”

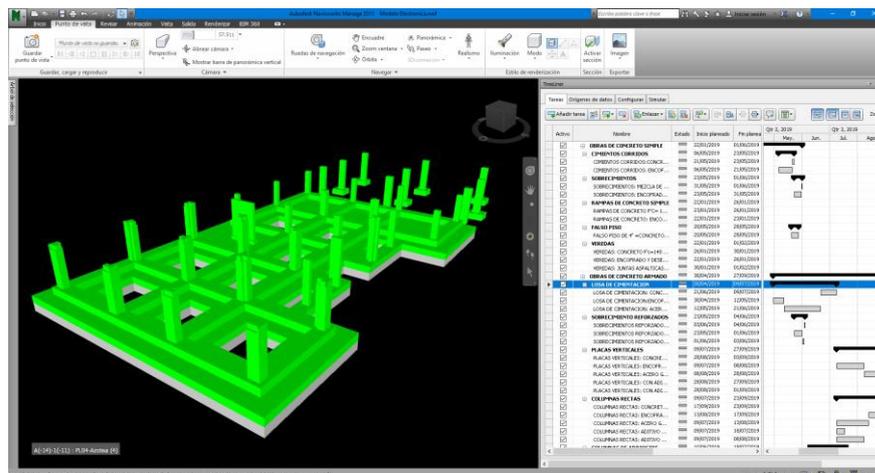
Figura 90
Simulación constructiva del nivel Enrocado



Nota: La figura 90 muestra la simulación constructiva del volumen enrocado en el nivel de cimentación del proyecto. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

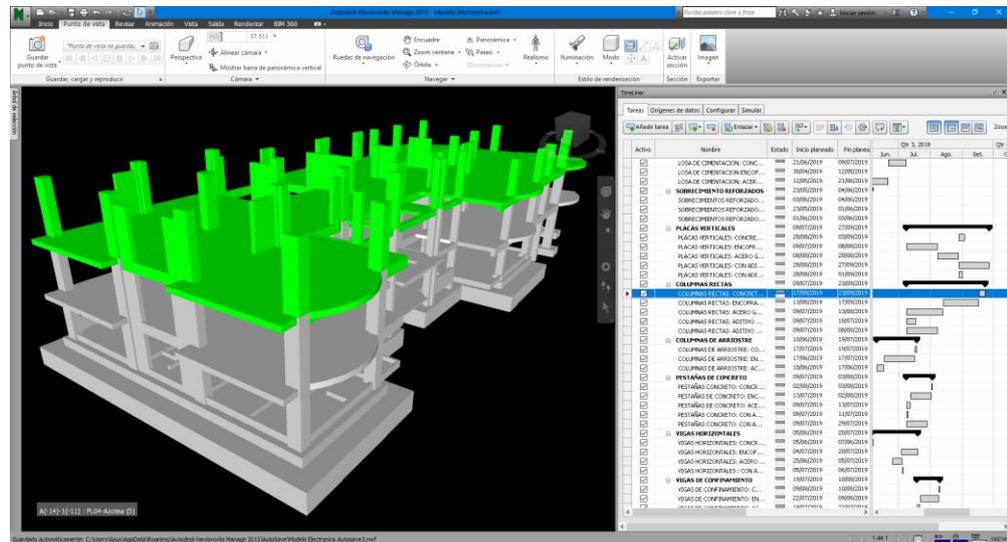
Para la selección de elementos nuevos es necesario la creación de filtros en el que se puede diferenciar del resto de los elementos, para este caso se diferenció mediante un filtro por nivel y color aquellos elementos 3D que pertenezcan a un mismo nivel según los parámetros asignados en Revit.

Figura 91
Simulación constructiva del nivel de Cimentación



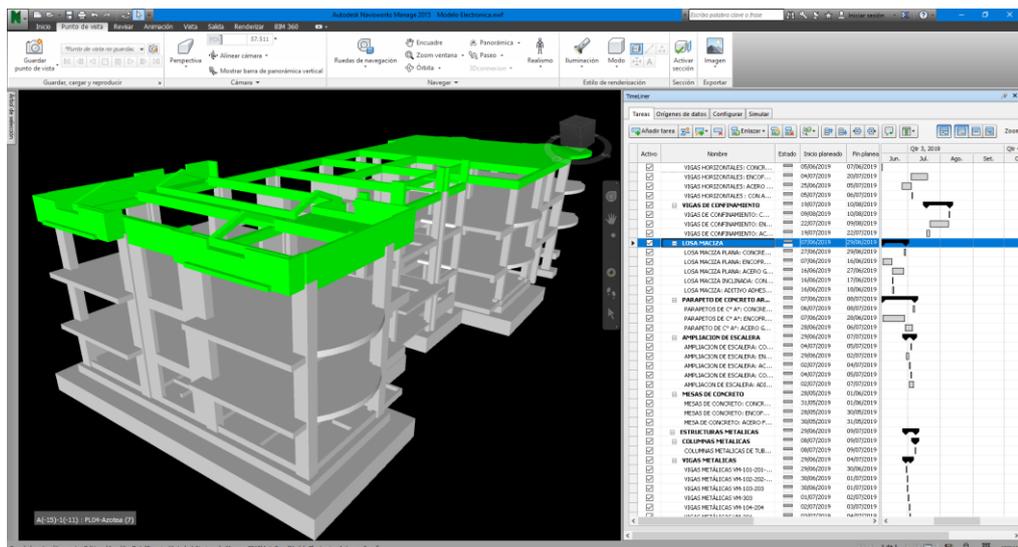
Nota: La figura 91 muestra la simulación constructiva de los elementos construidos con base en la Losa de Cimentación incluido el encamisado de columnas entre los ejes 1-4 y A-F. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Figura 94
Simulación Constructiva del Tercer Nivel



Nota: La figura 94 muestra la simulación constructiva de los elementos del Tercer nivel tales como volumen de placas verticales, columnas nuevas y encamisadas, vigas, y losas macizas entre los ejes 1-4 y A-F. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Figura 95
Simulación Constructiva del nivel Azotea



Nota: La figura 95 muestra la simulación constructiva de los elementos del nivel Azotea tales como volumen de vigas, losas macizas y parapetos de concreto armado. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

4.2. RESULTADOS OBTENIDOS DE LA PLANIFICACIÓN LAST PLANNER SYSTEM

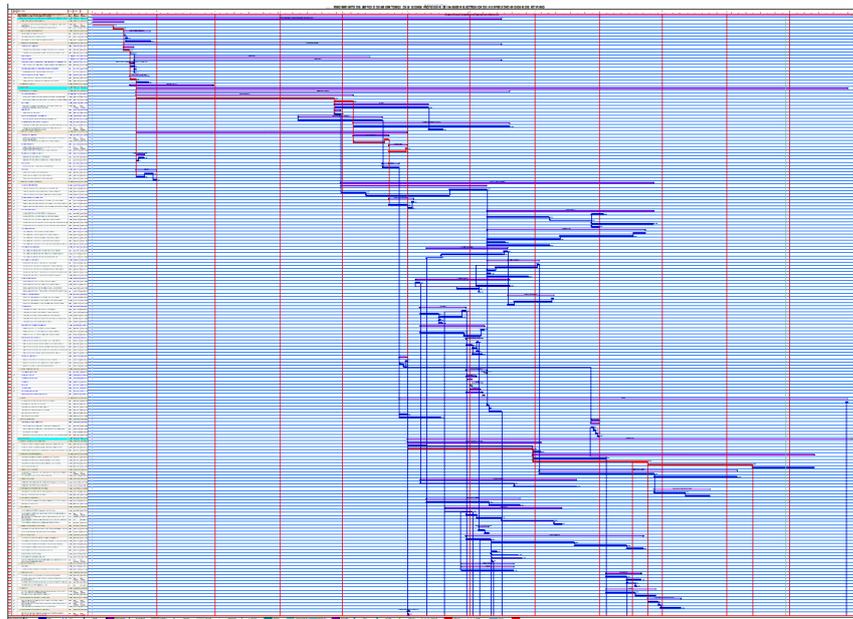
4.2.1. DESARROLLO DEL PROGRAMA MAESTRO

El Plan maestro resulta de las actividades que comprenden el proyecto “Mejoramiento del servicio de laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional del Altiplano”, esta primera planificación se desarrolló a partir de la semana 14 de ejecución al iniciar la presente investigación con una visión global y bajo nivel de detalle por cada actividad.

Para la selección de las actividades de estudio se recopiló y analizó todas las partidas que comprenden la ejecución del proyecto, los cuales están agrupados en Obras provisionales, Estructuras, Arquitectura, Instalaciones sanitarias, Instalaciones Eléctricas y Plan de mitigación.

Figura 96

Cronograma de obra según Expediente Técnico



Nota: En la figura 96 se puede apreciar de manera completa el diagrama Gantt del proyecto, con una duración de 12 meses expresada en las columnas. Extraído del Expediente Técnico.



Las actividades más representativas que están dentro de obra gruesa son:

- Movimiento de tierras
- Enrocado y Losa de cimentación
- Encamisado de columnas verticales
- Pacas verticales y columnas de arriostre
- Muros y tabiquería
- Tarrajeo en interiores y exteriores
- Pisos

Con el listado general de las actividades se identificó aquellas actividades o partidas que se realizaran realmente en un mediano a largo plazo durante la ejecución del proyecto previa verificación y compatibilización en campo.

Como segundo paso se realizó la secuenciación de actividades para así tener las dependencias entre las actividades del proyecto.

Tabla 73

Relación de dependencia entre partidas de estudio para Plan Maestro

N°	Ítem	Partida	Unidad	Dependencia
1	01.03.03	REMOSIONES	m2	---
2	01.03.04	DEMOLICIONES	m3	1
3	01.03.06	APUNTALAMIENTO DE CONSTRUCCIONES EXISTENTES	m2	---
4	01.03.07	TRAZO Y REPLANTEO	m2	---
5	02.01.01	EXCAVACION SIMPLES	m3	2
6	02.01.02	RELLENOS	m2	9
7	02.01.03	ENROCADO	m3	5
8	02.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	5
9	02.02.01	CIMENTOS CORRIDOS	m3	11
10	02.02.02	SOBRECIMENTOS	m3	9
11	02.03.01.01	CONCRETO EN LOSA DE CIMENTACION	m3	12
12	02.03.01.02	ENCOFRADO DE LOSA DE CIMENTACION	m2	13
13	02.03.01.03	ACERO EN LOSA DE CIMENTACION	kg	7



14	02.03.03.01	CONCRETO EN PLACAS VERTICALES	m3	15
15	02.03.03.02	ENCOFRADO DE PLACAS VERTICALES	m2	16
16	02.03.03.03	ACERO EN PLACAS VERTICALES	kg	11
17	02.03.04.01	CONCRETO EN COLUMNAS VERTICALES	m3	18
18	02.03.04.02	ENCOFRADO DE COLUMNAS VERTICALES	m2	19
19	02.03.04.03	ACERO EN COLUMNAS VERTICALES	kg	11
20	02.03.05	COLUMNAS DE ARRIOSTRE	m3	11
21	02.03.07.01	CONCRETO EN VIGAS HORIZONTALES	m3	23
22	02.03.07.02	ENCOFRADO DE VIGAS HORIZONTALES	m2	17
23	02.03.07.03	ACERO EN VIGAS HORIZONTALES	kg	22
24	02.03.09.01	CONCRETO EN LOSA MACIZA	m3	26
25	02.03.09.02	ENCOFRADO DE LOSA MACIZA	m2	17
26	02.03.09.03	ACERO EN LOSA MACIZA	kg	25
27	03.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA	m2	10

Nota: En la tabla 73 se describe las partidas de estudio con su respectivo ítem del presupuesto, unidad de metrado y su relación de dependencia para su ejecución según el número asignado. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Obtenida la relación de dependencia entre las partidas de estudio del Expediente Técnico se procedió a estimar la duración de las actividades en periodos laborables que se necesita para la ejecución de cada actividad.

Tabla 74

Duración estimada para cada partida de estudio

N°	Ítem	Partida	Unidad	Duración Estimada
1	01.03.03	REMOSIONES	m2	4 días
2	01.03.04	DEMOLICIONES	m3	14 días
3	01.03.06	APUNTALAMIENTO DE CONSTRUCCIONES EXISTENTES	m2	2 días
4	01.03.07	TRAZO Y REPLANTEO	m2	5 días
5	02.01.01	EXCAVACION SIMPLES	m3	35 días
6	02.01.02	RELLENOS	m2	15 días
7	02.01.03	ENROCADO	m3	15 días
8	02.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	10 días
9	02.02.01	CIMENTOS CORRIDOS	m3	8 días
10	02.02.02	SOBRECIMENTOS	m3	15 días
11	02.03.01.01	CONCRETO EN LOSA DE CIMENTACION	m3	5 días
12	02.03.01.02	ENCOFRADO DE LOSA DE CIMENTACION	m2	21 días
13	02.03.01.03	ACERO EN LOSA DE CIMENTACION	kg	21 días



14	02.03.03.01	CONCRETO EN PLACAS VERTICALES	m3	14 días
15	02.03.03.02	ENCOFRADO DE PLACAS VERTICALES	m2	21 días
16	02.03.03.03	ACERO EN PLACAS VERTICALES	kg	21 días
17	02.03.04.01	CONCRETO EN COLUMNAS VERTICALES	m3	14 días
18	02.03.04.02	ENCOFRADO DE COLUMNAS VERTICALES	m2	21 días
19	02.03.04.03	ACERO EN COLUMNAS VERTICALES	kg	21 días
20	02.03.05	COLUMNAS DE ARRIOSTRE	m3	4 días
21	02.03.07.01	CONCRETO EN VIGAS HORIZONTALES	m3	2 días
22	02.03.07.02	ENCOFRADO DE VIGAS HORIZONTALES	m2	7 días
23	02.03.07.03	ACERO EN VIGAS HORIZONTALES	kg	7 días
24	02.03.09.01	CONCRETO EN LOSA MACIZA	m3	2 días
25	02.03.09.02	ENCOFRADO DE LOSA MACIZA	m2	7 días
26	02.03.09.03	ACERO EN LOSA MACIZA	kg	7 días
27	03.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA	m2	60 días

Nota: En la tabla 74 se describe las partidas de estudio con su respectivo ítem del presupuesto, unidad de metrado y la estimación en días calendario para la ejecución de la actividad. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Con la duración estimada se determinó las fechas de inicio y fin planificadas para cada actividad teniendo como base la dependencia y disponibilidad de recursos, finalmente se desarrolló el cronograma del Plan Maestro (véase Anexo 2), el cual es el paso final de la primera etapa del Last Planner System.

4.2.2. PRESENTACIÓN DE LOS MODELOS 3D

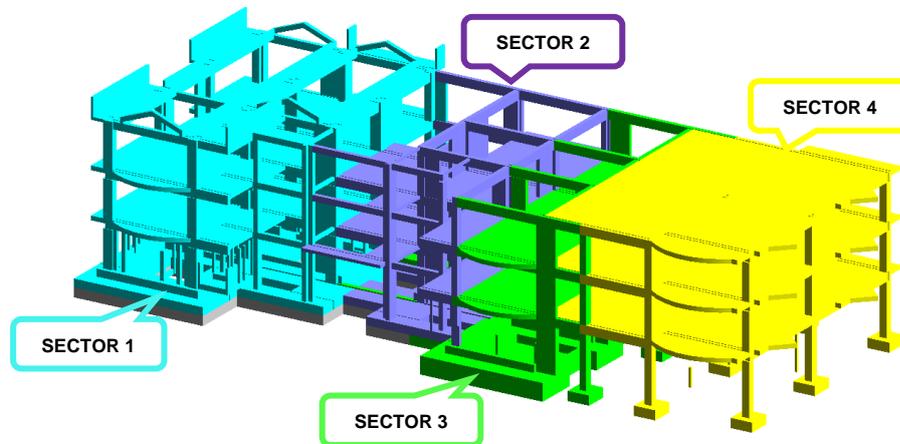
Como paso intermedio entre la Planificación Maestra y la Planificación Intermedia (Lookahead) se realizó la sectorización del área de la infraestructura para una mejor distribución de frentes de trabajo y ejecutar diferentes partidas. Para una sectorización óptima se realizó 3 propuestas de distribución que contengan la misma carga de trabajo:

PROPUESTA 1

Debido a la geometría en planta de la edificación se procedió se evalúa dividir los sectores de trabajo entre los ejes secundarios A, B, C, D, E, F, G, H e I. Se sectorizo tomando el criterio de áreas similares y el menor número de sectores los cuales son Sector 1, Sector 2, Sector 3 Y Sector 4 tal como se aprecia en la Figura 97.

Figura 97

Propuesta 1 de Sectorización del Modelo 3D



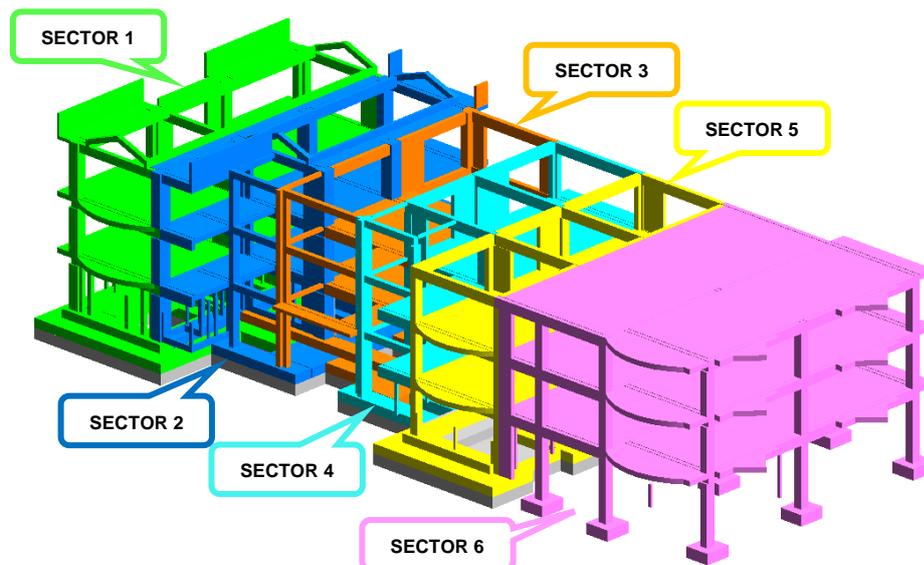
Nota: En la figura 97 se realiza la presentación visual de la Propuesta 1 para la sectorización de la infraestructura divididos en 4 sectores. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

PROPUESTA 2

El criterio principal de esta propuesta fue la cantidad de trabajo a realizar en el primer nivel, ya que ahí se desarrollarán la mayor cantidad de partidas de concreto armado. Es así que se opta por dividir en 6 sectores como se parecía en la Figura 56.

Figura 98

Propuesta 2 de Sectorización del Modelo 3D



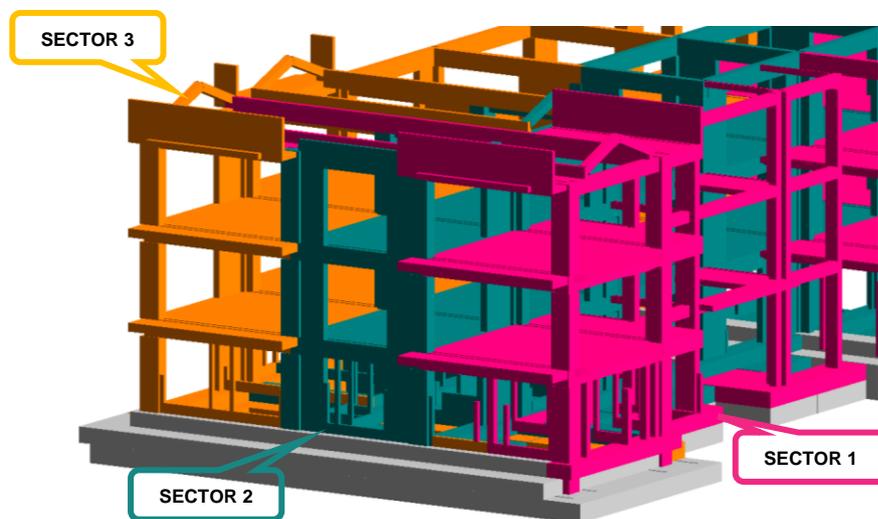
Nota: En la figura 98 se realiza la presentación visual de la Propuesta 2 para la sectorización de la infraestructura divididos en 6 sectores. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

PROPUESTA 3

El criterio de esta propuesta fue la de dar continuidad a los trenes de trabajo que se optaron en la programación maestra y desarrollarlo entre los ejes 1, 2, 3 y 4 de manera que la distribución del trabajo sea de 33% aproximadamente en cada sector. Se generó 3 sectores horizontales como se aprecia en la Figura 99.

Figura 99

Propuesta 3 de Sectorización del Modelo 3D



Nota: En la figura 99 se realiza la presentación visual de la Propuesta 3 para la sectorización de la infraestructura divididos en 3 sectores. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Después de la evaluación de las propuestas, se opta por elegir la **Propuesta 2**, debido a que asegura un flujo continuo de trabajo y cantidad de metrado distribuido para facilitar los lotes de transferencia. En cuanto a los niveles 2 y 3 la distribución es similar y no afectaría los trenes de trabajos.

4.2.3. PLANIFICACIÓN INTERMEDIA (LOOK AHEAD)

En esta etapa se hizo un análisis más detallado a mediano y corto plazo, el horizonte de planificación del Look ahead se realizó en base a 4 semanas para un mejor análisis. El Look ahead se compone de actividades que se puedan realizar gracias a la gestión de restricciones.



planificador siendo en este caso el maestro de obra. El propósito de la reunión fue la de planificar las actividades que pueden “can” ejecutarse y están contempladas en la Planificación Maestra previendo la disponibilidad de recursos y que estén libre de restricciones. Las partidas del Expediente Técnico de las que se hicieron seguimiento en la planificación intermedia (Lookahead) fueron:

Tabla 75

Partidas de seguimiento para la Planificación Intermedia (Lookahead)

Ítem	Partida	Unidad
01.03.03	REMOSIONES	m2
01.03.04	DEMOLICIONES	m3
01.03.06	APUNTALAMIENTO DE CONSTRUCCIONES EXISTENTES	m2
01.03.07	TRAZO Y REPLANTEO	m2
02.01.01	EXCAVACION SIMPLES	m3
02.01.02	RELLENOS	m2
02.01.03	ENROCADO	m3
02.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3
02.02.01	CIMENTOS CORRIDOS	m3
02.02.02	SOBRECIMENTOS	m3
02.03.01.01	CONCRETO EN LOSA DE CIMENTACION	m3
02.03.01.02	ENCOFRADO DE LOSA DE CIMENTACION	m2
02.03.01.03	ACERO EN LOSA DE CIMENTACION	kg
02.03.03.01	CONCRETO EN PLACAS VERTICALES	m3
02.03.03.02	ENCOFRADO DE PLACAS VERTICALES	m2
02.03.03.03	ACERO EN PLACAS VERTICALES	kg
02.03.04.01	CONCRETO EN COLUMNAS VERTICALES	m3
02.03.04.02	ENCOFRADO DE COLUMNAS VERTICALES	m2
02.03.04.03	ACERO EN COLUMNAS VERTICALES	kg
02.03.05	COLUMNAS DE ARRIOSTRE	m3
02.03.07.01	CONCRETO EN VIGAS HORIZONTALES	m3
02.03.07.03	ACERO EN VIGAS HORIZONTALES	kg
02.03.07.02	ENCOFRADO DE VIGAS HORIZONTALES	m2
02.03.07.03	ACERO EN VIGAS HORIZONTALES	kg
02.03.09.01	CONCRETO EN LOSA MACIZA	m3
02.03.09.02	ENCOFRADO DE LOSA MACIZA	m2
02.03.09.03	ACERO EN LOSA MACIZA	kg
03.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA	m2

Nota: En la tabla 75 se aprecia los títulos de partidas que conforman el Lookahead. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Conocido las partidas de seguimiento se procedió a la distribución semanal con fechas de inicio y fin de la Planificación Intermedia (Lookahead) el cual fue según la siguiente tabla resumen:

Tabla 76

Distribución de Planificación Intermedia

LOOKAHEAD	INICIO		FIN	
	SEMANA	FECHA	SEMANA	FECHA
01	Semana 14	30-09-2019	Semana 17	26-10-2019
02	Semana 18	28-10-2019	Semana 21	23-11-2019
03	Semana 22	25-11-2019	Semana 25	21-12-2019

Nota: En la tabla 76 se aprecia las fechas de inicio y fin por semana de cada Lookahead. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

En este punto la sectorización previa del modelo BIM 3D ayudó a diferenciar visualmente los 6 sectores de la Propuesta 2 seleccionada para la correcta distribución equitativa de la carga de trabajo en cada uno de los sectores. Los Look ahead generados pueden apreciarse en el Anexo 3 de la presente investigación.

4.2.4. ANÁLISIS DE RESTRICCIONES

Luego de conformado el Lookahead se realizó el Análisis de Restricciones por cada semana el cual permitió a los involucrados del proyecto identificar y buscar soluciones anticipadamente a las restricciones posibles que impidan que la actividad sea ejecutada en la fecha programada.

Como análisis de restricciones primero se procedió a la identificación de las mismas considerando las siguientes:

- Restricciones de Programación

Se considera una restricción de programación aquellas que por falta de información técnica no pueden programarse la actividad, o en contraposición, una mala asignación de recursos o cambios a último momento.



- Restricciones de Trabajo Previo

Son restricciones de trabajo previo cuando la actividad programada depende exclusivamente de la culminación de otra para iniciar y no puede liberarse hasta completar la actividad previa.

- Restricciones de Almacenamiento

Se refiere a la restricción de disponibilidad inmediata para almacenar los materiales necesarios para la ejecución de las actividades.

- Restricciones de Mano de obra

Son aquellas restricciones en las que existe déficit o ausencia de mano de obra calificada, también es considerado el bajo rendimiento para las tareas específicas.

- Restricciones de Materiales

Cuando no existen o faltan los materiales en obra para la realización de las actividades programadas, incluye también las demoras en la entrega de dichos bienes.

- Restricciones de Equipos

Cuando no se encuentran disponible u operativos los equipos necesarios que intervienen en la ejecución de las actividades.

- Restricciones Administrativas

Son restricciones administrativas cuando no se pueden ejecutar las actividades por falta de permisos, licencias, autorizaciones, etc., incluye también las paralizaciones por falta de presupuesto.



- Restricciones Externas

Se consideran restricciones externas aquellas ajenas a la ejecución propia de la obra, tales como eventos climáticos, eventos político-sociales, manifestaciones, visitas gubernamentales, etc.

- Restricciones de Espacio

Son restricciones de espacio en aquellas actividades que se requiera necesariamente un espacio libre de trabajo para maniobrar con equipos, maquinaria o traslado de materiales.

En las tablas de Análisis de restricciones se identifica las partidas a ejecutarse durante la semana, el tipo de restricción, descripción de la restricción, el estado de la restricción si esta Levantada o Pendiente, responsable y gestión para el levantamiento de la restricción. En el Anexo 4 se muestra el Análisis de Restricciones de todas las semanas.

Figura 101

Ejemplo de Análisis de Restricciones de la semana 16

PLANIFICACIÓN LAST PLANNER SYSTEM													
ANÁLISIS DE RESTRICCIONES													
NOMBRE DEL PROYECTO		UBICACIÓN	LOOK AHEAD	FECHA	Entidad							SEMANA 16	
MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE LABORATORIOS EN LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE LA UNA		PUNO - PUNO	N° 1	12/10/2019	Oficina General de Infraestructura Universitaria								
					Procesos:								
					Elaboración:								
					Ibach - Jhonson Mario Quenta Quispe								
ÍTEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	SEMANA 16 del 14/10/19 AL 20/10/19							NÚMERO TOTAL DE RESTRICCIONES			
			LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	14				
			34-Oct	15-Oct	16-Oct	17-Oct	18-Oct	19-Oct	DESCRIPCIÓN DE LA RESTRICCIÓN		ESTADO	RESPONSABLES	GESTIÓN DE LA RESTRICCIÓN
PRIMER NIVEL													
01.03.04	DEMOLICIONES												
	Demolicion de cimientos y sobrecimientos	m3	P.1	P.2	P.3						LEVANTADO	OF. Control Apaza	Seguimiento del trab. previo
	Demolicion de piso y falso piso	m2	P.1	P.2	P.3						LEVANTADO	Maestro de obra Javier	Coordinación con operador
02.01.01	EXCAVACION SIMPLES												
	Excavacion de zargas para losa de cimentacion	m3	P.1	P.2	P.3	P.1	P.2	P.3			LEVANTADO	Maestro de obra Javier	Despejar área
02.01.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE												
	Eliminacion de tierra y escombros	m3					P.2	P.2			PENDIENTE	Maestro de obra Javier	Coordinación con operador
							P.2	P.2			PENDIENTE	Maestro de obra Javier	Coordinación con operador
02.03.01	LOSA DE CIMENTACION												
	Habilitacion de acero longitudinal y transversal	kg	EJE B3	EJE B4	EJE 44	EJE 33	EJE 22	EJE CC			LEVANTADO	Asistente Técnico	Verificación de metrados
	Encofrado de Losa de cimentacion	m2	P.2	P.1	P.1	P.2	P.1	EJE CC			LEVANTADO	Maestro de obra Javier	Seguimiento del operario
02.03.03	PLACAS VERTICALES												
	Habilitacion de acero longitudinal	kg	PLACA B2	PLACA B4	PLACA B6	PLACA C4	PLACA C3	PLACA C2			LEVANTADO	Asistente Técnico	Verificación de metrados
											LEVANTADO	Dr. Javari Gomez	Seguimiento del trab. previo
02.03.04	COLUMNAS VERTICALES												
	Habilitacion de acero longitudinal	kg	COL B3	COL B2	COL B1	COL C4	COL C3	COL C2			LEVANTADO	Asistente Técnico	Verificación de metrados
											LEVANTADO	Maestro de obra Javier	Evaluar y designar personal

Nota: En la figura 101 se muestra el formato de Análisis de Restricciones empleado, en la parte izquierda se muestran las actividades distribuidas en por sectores de la semana a ejecutarse tomada del Lookahead y a la derecha el Análisis de Restricciones en el cual se indica el tipo de restricción, la descripción, estado, responsable y la gestión de la restricción. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Para las diferentes actividades de estudio se obtuvo 189 restricciones repartidas entre programación, trabajo previo, almacenamiento, mano de obra, materiales, equipos, externo y de espacio como se puede resumir en la siguiente tabla:

Tabla 77

Resumen de restricciones por cada semana de estudio

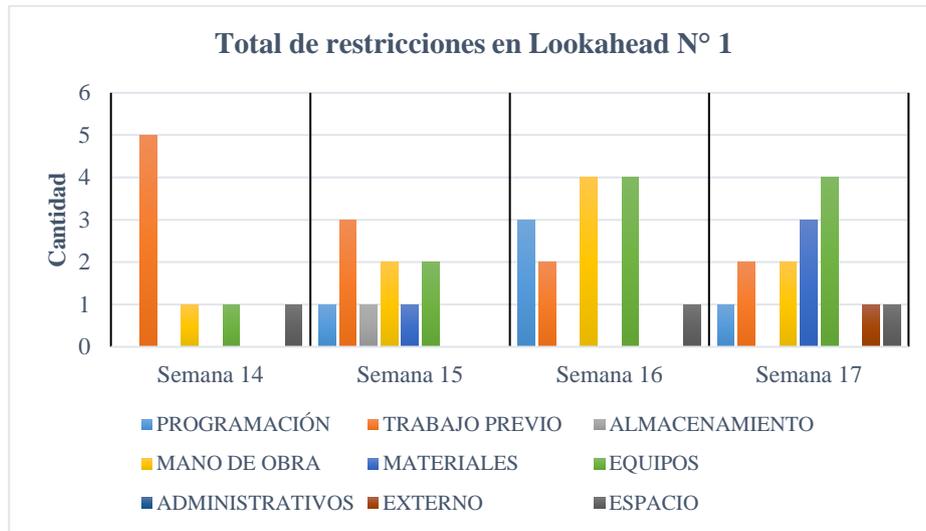
Código	Restricción	Lookahead N° 1				Lookahead N° 2				Lookahead N° 3				TOTAL
		Semana 14	Semana 15	Semana 16	Semana 17	Semana 18	Semana 19	Semana 20	Semana 21	Semana 22	Semana 23	Semana 24	Semana 25	
PRO	PROGRAMACIÓN	0	1	3	1	0	0	0	0	1	1	1	0	8
TPR	TRABAJO PREVIO	5	3	2	2	6	5	11	15	10	1	2	6	68
ALM	ALMACENAMIENTO	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	4
MO	MANO DE OBRA	1	2	4	2	0	3	1	1	2	1	4	0	21
MAT	MATERIALES	0	1	0	3	3	3	7	5	3	1	1	2	29
EQ	EQUIPOS	1	2	4	4	6	3	9	6	2	1	2	3	43
ADM	ADMINISTRATIVOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EXT	EXTERNO	0	0	0	1	0	0	0	2	2	0	1	2	8
ESP	ESPACIO	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	8
	TOTAL	8	10	14	14	17	15	30	30	20	6	12	13	189

Nota: La tabla 77 muestra la cantidad la cantidad de restricciones detectadas y agrupadas por semana y tipo de restricción. Hubo mayor número de restricciones de Trabajo Previo que el resto y se identificaron mayor cantidad de restricciones durante las semanas 20 a 22 lo cual establece una relación directa que a mayores actividades nuevas mayores restricciones. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

En el Lookahead N° 1 con horizonte de 4 semanas comprendida entre la semana 14 y la semana 17 se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 102

Total de restricciones en Lookahead N° 1

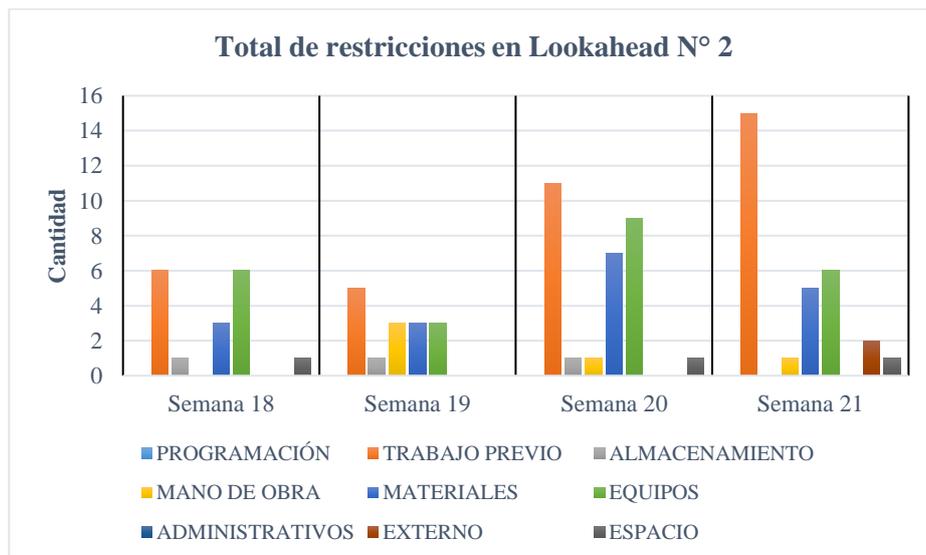


Nota: La figura 102 representa la cantidad de restricciones por tipo de las 4 semanas del Lookahead N° 1. Se nota mayor incidencia de las restricciones de Trabajo Previo y Mano de Obra. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

En el Lookahead N° 2 con horizonte de 4 semanas comprendida entre la semana 18 y la semana 21 se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 103

Total de restricciones en Lookahead N° 2

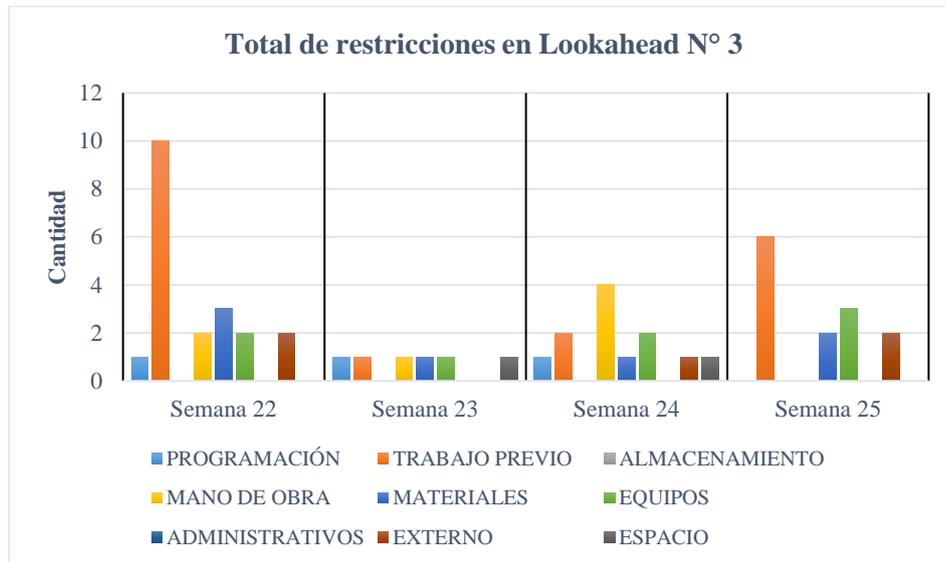


Nota: La figura 103 representa la cantidad de restricciones por tipo de las 4 semanas del Lookahead N° 2. Se nota mayor incidencia de las restricciones de Trabajo Previo, Mano de Obra y Materiales. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

En el Lookahead N° 3 con horizonte de 4 semanas comprendida entre la semana 22 y la semana 25 se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 104

Total de restricciones en Lookahead N° 3



Nota: La figura 104 representa la cantidad de restricciones por tipo de las 4 semanas del Lookahead N° 3. Se nota mayor incidencia de las restricciones de Trabajo Previo, Mano de Obra y Equipos. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

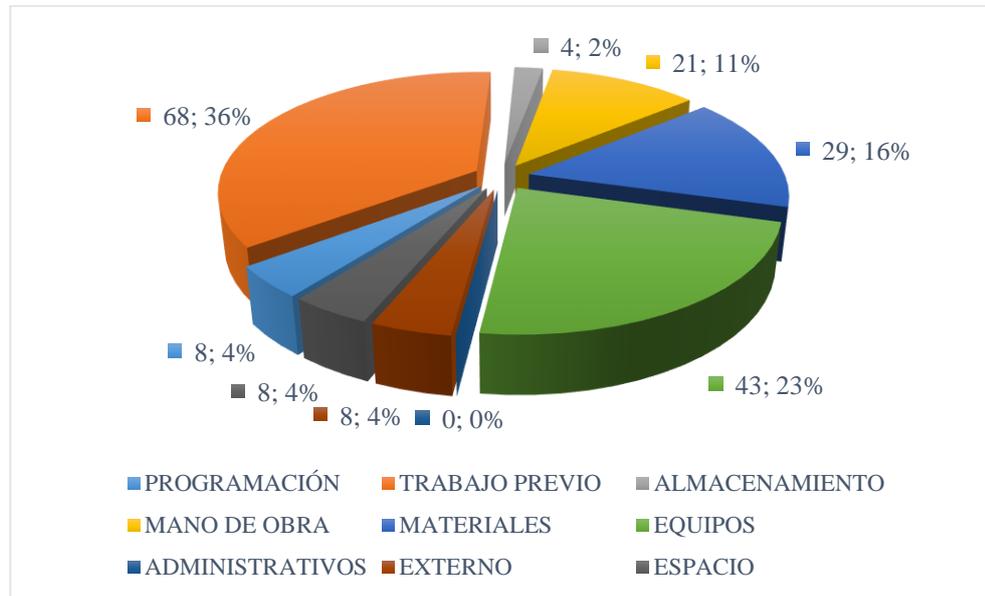
De los resultados obtenidos en el Análisis de Restricciones en las 3 Planificaciones Intermedias (Lookahead) se puede concluir que el Trabajo Previo es la restricción más frecuente identificada para la ejecución de las partidas de seguimiento, por ejemplo, para la ejecución del vaciado de concreto en columnas, vigas y losas es necesario el encofrado y a su vez debe haberse culminado la habilitación de acero longitudinal y transversal.

En segundo lugar, la restricción más frecuente es Equipos, la razón es que los equipos y maquinaria no están siempre disponibles y deben ser solicitados con anticipación debido a que la obra es realizada bajo la modalidad de Administración Directa y comparte los recursos patrimoniales con otras obras de la UNA.

La distribución por tipo de restricción durante la ejecución de las actividades de estudio en el horizonte de los 3 Lookahead se puede apreciar en la siguiente figura.

Figura 105

Distribución de Restricciones



Nota: La figura 105 representa la cantidad total de restricciones distribuida por tipo de restricción y su porcentaje respecto al total. Con mayor influencia se encuentra 68 restricciones de Trabajo Previo que representa un 36%, 43 restricciones de Equipos con 23% y 29 restricciones de Materiales con 16%. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

4.2.5. PLANIFICACIÓN SEMANAL

Los planes de trabajo semanal son las planificaciones más detalladas del Last Planner System que se llevaron a cabo en las reuniones semanales. El propósito de estos planes fue la de asignar compromisos y responsabilidades a los jefes de equipo y supervisores encargados de la ejecución directa del trabajo.

La implementación de la Planificación Semanal se realizó a partir de la semana N° 14 (30 de setiembre al 05 de octubre del 2019) de iniciada la obra, puesto que a partir de esa fecha se conformó un equipo obrero estable y se iniciaban las partidas de mayor incidencia del presupuesto.

Las reuniones se llevaron a cabo los días viernes de cada semana, en la que se programaron los trabajos de la siguiente semana acorde al Lookahead, enseguida se



dispuso el Porcentaje de Plan Completado (PPC) de la semana anterior y las Causas de No Cumplimiento (CNC) que llevaron al no cumplimiento total de las actividades programadas.

La estructura de cada reunión semanal fue de:

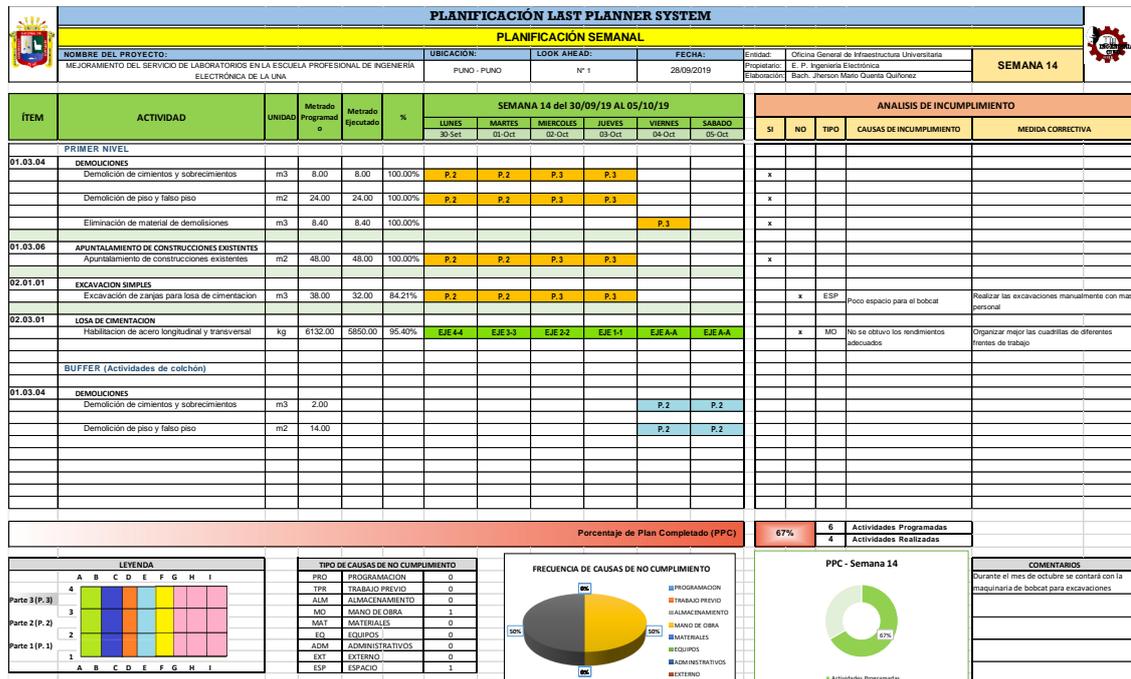
- Obtención y análisis del PPC de la semana anterior.
- Recopilación de las causas de no cumplimiento de la semana anterior y elaboración de una evolución en el tiempo.
- Propuesta de acciones para evitar que se repita las causas de no cumplimiento.
- Determinación del inventario de trabajo ejecutable de la siguiente semana.

En el plan semanal se programaron actividades del look ahead que hayan sido liberadas y que puedan hacerse realmente sin ninguna restricción. A su vez estas partidas son desagregadas en actividades sectorizadas, es decir que la distribución de trabajo sea lo más óptima para un flujo de trabajo continuo.

En el Anexo 5 se puede apreciar los instrumentos de cada Planificación Semanal con su respectivo análisis de incumplimiento y cálculo de Porcentaje de Plan Completado (PPC) de todas las semanas de estudio.

Figura 106

Ejemplo de Planificación Semanal por sectores y actividad



Nota: La figura 106 representa el formato utilizado para la distribución de la Planificación Semanal en la que se consignan las actividades liberadas del Lookahead a ejecutarse durante la semana, la distribución por sectores para día de la semana y el Análisis de Incumplimiento. A su vez se calculan las frecuencias y el Porcentaje de Plan Completado en la semana. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

La planificación semanal fue lo suficientemente clara para que se puede llevar a cabo sin ningún problema y controlando que las asignaciones no sean demasiado abultadas para que no se cumplan completamente ni muy poco para que unidades de producción queden libres al completar las actividades fácilmente.

Este nivel de planificación es el más detallado del Last Planner System y por lo cual las actividades deben realizarse sin ningún problema, sin embargo, al ser una metodología nueva es evidente que se requiere de un tiempo de adaptación en el que no se obtengan resultados alentadores. Superado este periodo, los resultados comenzaron a evidenciarse ya que una gran ventaja es la retroalimentación constante durante la aplicación del LPS.

Figura 107

Exposición de las actividades a ejecutarse durante la semana al personal obrero



Nota: En la figura 107 se muestra la reunión con los jefes de cuadrilla y personal obrero. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

4.2.6. REVISIÓN DEL PLAN SEMANAL

La revisión del plan semanal trata de controlar y aprender sobre las actividades que “se hicieron” a través del Análisis de Porcentaje de Plan Completado y Análisis de Plan Completado.

4.2.6.1. Análisis del Porcentaje de Plan Completado (PPC)

Se realizó el análisis de las actividades que realmente se lograron ejecutar en un 100% sobre el total de las actividades que se programaron durante cada semana.

Como indica Araque (2010) los desempeños pueden clasificarse de acuerdo a los siguientes intervalos:

- Desempeño Bueno: Mayor al 80%
- Desempeño Regular: Entre 60% y 80%
- Desempeño Pobre: Menor al 60%



Lookahead N° 1 (30-Sep. – 26-Oct.)

Durante el primer Lookahead de 4 semanas de horizonte se programaron las actividades que se detallan en la Tabla 78.

Tabla 78

Actividades Programadas del Lookahead N° 1

Actividades	Semana 14	Semana 15	Semana 16	Semana 17
Primer Nivel				
Demoliciones	x	x	x	x
Trazo y replanteo				x
Excavación simples	x		x	
Eliminación de material excedente				x
Enrocado		x		
Apuntalamiento de construcciones existentes	x			
Losa de cimentación	x	x	x	x
Placas verticales		x	x	x
Columnas verticales		x	x	x

Nota: La tabla 78 muestra las actividades programadas del Lookahead N° 1 desde la semana 14 hasta la semana 17 en las que se priorizaron demoliciones, losa de cimentación, placas y columnas. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Dentro de las partidas título se programaron una cantidad de actividades definida durante cada semana. La Tabla 7 muestra los resultados del PPC que se obtuvo por cada semana de la primera planificación intermedia.

Tabla 79

Porcentaje de Plan Completado del Lookahead N°1

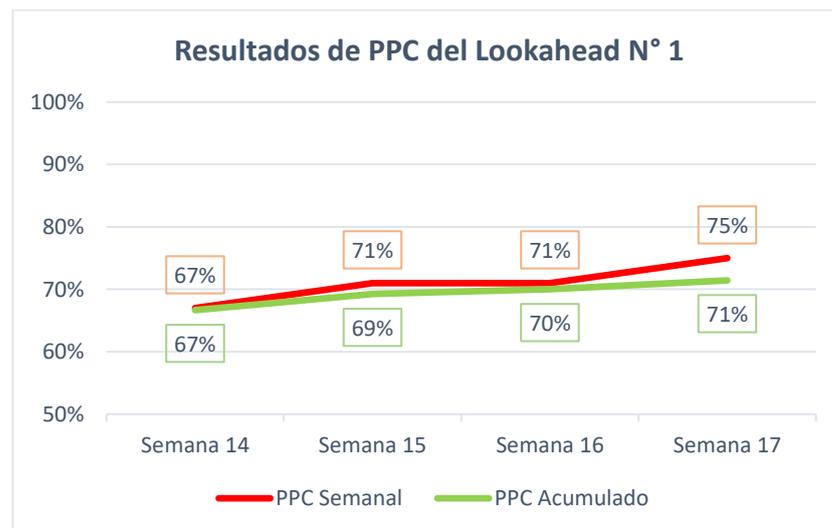
SEMANA	Actividades Programadas	Actividades Realizadas	PPC Semanal	Actividades Acumuladas	Actividades Realizadas Acumuladas	PPC Acumulado
Semana 14	6	4	67%	6	4	67%
Semana 15	7	5	71%	13	9	69%
Semana 16	7	5	71%	20	14	70%
Semana 17	8	6	75%	28	20	71%

Nota: La tabla 79 muestra el Porcentaje de Plan Completado semanal y acumulado, obteniéndose un PPC semanal mínimo de 67% en la semana 14 y máximo de 75% en la semana 17. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

En la figura 108 se puede apreciar que en la primera semana de aplicación se obtuvo el nivel más bajo de PPC de las 4 semanas, esto se debe a que el personal técnico y obrero no venía realizando los trabajos con una meta establecida y que aún realizaban los trabajos bajo el enfoque “push” es decir las actividades más próximas determinaban la realización y/o culminación de las demás actividades.

Figura 108

Resultados de PPC del Lookahead N° 1



Nota: En la figura 108 se muestra el nivel de Porcentaje de Plan Completado semanal y acumulado por cada semana del Lookahead N° 1. La curva es ascendente producto de la mejora continua. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Lookahead N° 2 (28-Oct. – 23-Nov.)

Durante el segundo Lookahead de 4 semanas de horizonte se programaron las actividades que se detallan en la Tabla 80.

Tabla 80*Actividades Programadas del Lookahead N° 2*

Actividades	Semana 18	Semana 19	Semana 20	Semana 21
Primer Nivel				
Demoliciones	X		X	
Trazo y replanteo	X	X		
Excavación simples	X		X	X
Eliminación de material excedente	X		X	X
Rellenos	X	X	X	X
Enrocado		X	X	X
Cimientos corridos				X
Sobrecimientos			X	X
Placas verticales	X		X	
Columnas verticales	X	X	X	
Columnas de arriostre				X
Muros y tabiques de albañilería				X
Segundo Nivel				
Placas verticales		X	X	X
Columnas verticales		X	X	X
Tercer Nivel				
Placas verticales			X	X
Columnas verticales			X	X

Nota: La tabla 80 muestra las actividades programadas del Lookahead N° 2 desde la semana 18 hasta la semana 21 en las que se priorizaron demoliciones, enrocado, placas y columnas. “Elaborado por el equipo de trabajo”.



En la Tabla 81 se puede apreciar los resultados de PPC obtenidos en el segundo intervalo de planificación, cabe indicar que en la semana 21 se pudo programar la mayor cantidad de actividades ejecutables.

Tabla 81

Porcentaje de Plan Completado del Lookahead N° 2

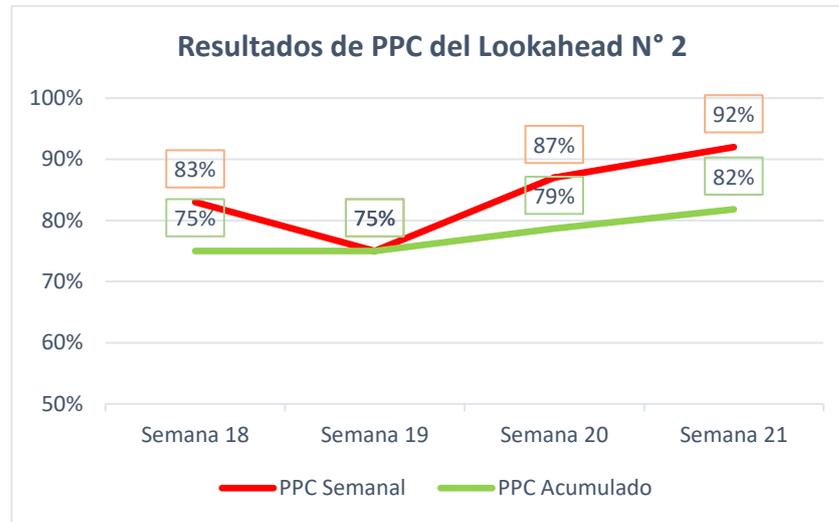
SEMANA	Actividades Programadas	Actividades Realizadas	PPC Semanal	Actividades Acumuladas	Actividades Realizadas Acumuladas	PPC Acumulado
Semana 18	12	10	83%	40	30	75%
Semana 19	12	9	75%	52	39	75%
Semana 20	23	20	87%	75	59	79%
Semana 21	24	22	92%	99	81	82%

Nota: La tabla 81 muestra el Porcentaje de Plan Completado semanal y acumulado, obteniéndose un PPC semanal mínimo de 75% en la semana 19 y máximo de 92% en la semana 21 debido a que se liberaron la mayor cantidad de restricciones en dicha semana y se presentaron pocas causas de incumplimiento. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

En la semana 19 se evidencia una baja de PPC respecto al progreso natural, debido a que se ejecutan trabajos de vaciado de concreto en elementos verticales y además se retorna a los trabajos luego de un feriado largo que influyo en los rendimientos. En la semana 21 se pudo alcanzar un pico de 92% de PPC debido a que se pudo liberar la mayor cantidad de restricciones y completar la mayor cantidad posible de actividades como se observa en la Figura 62.

Figura 109

Resultados de PPC del Lookahead N° 2



Nota: En la figura 109 se muestra el nivel de Porcentaje de Plan Completado semanal y acumulado por cada semana del Lookahead N° 2. La curva decae en la semana 19 debido a los bajos rendimientos del personal obrero, sin embargo, logra recuperarse el ritmo en las siguientes semanas. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Lookahead N° 3 (25-Nov. – 21-Dic.)

Durante el tercer Lookahead de 4 semanas de horizonte se programaron las actividades que se detallan en la Tabla 82.

Tabla 82

Actividades Programadas del Lookahead N° 3

Actividades	Semana 22	Semana 23	Semana 24	Semana 25
Primer Nivel				
Remociones			X	
Demoliciones			X	X
Excavación simples		X		
Eliminación de material excedente		X		
Rellenos	X			
Losa de cimentación	X	X	X	



Columnas verticales		X		
Columnas de arriostre	X			
Muros y tabiques de albañilería	X		X	X
Segundo Nivel				
Muros y tabiques de albañilería		X		
Tercer Nivel				
Placas verticales	X			
Columnas verticales	X			
Vigas horizontales	X	X	X	X
Losa maciza			X	X

Nota: La tabla 82 muestra las actividades programadas del Lookahead N° 3 desde la semana 22 hasta la semana 25 en las que se priorizaron losa de cimentación, muros de albañilería, vigas y losas. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

En la Tabla 83 se observa los resultados de PPC obtenidos del Lookahead N° 3, en el cual se mantiene un PPC constante por encima de 80% lo que indica una planificación semanal buena.

Tabla 83

Porcentaje de Plan Completado del Lookahead N° 3

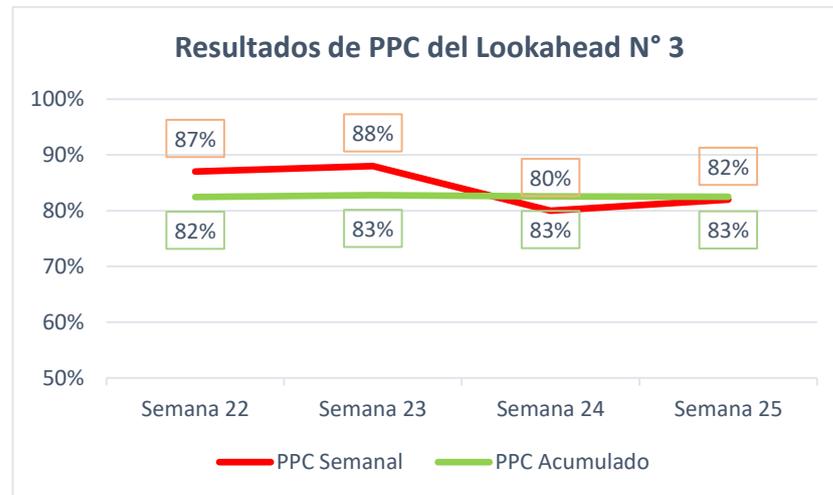
SEMANA	Actividades Programadas	Actividades Realizadas	PPC Semanal	Actividades Acumuladas	Actividades Realizadas Acumuladas	PPC Acumulado
Semana 22	15	13	87%	114	94	82%
Semana 23	8	7	88%	122	101	83%
Semana 24	10	8	80%	132	109	83%
Semana 25	11	9	82%	143	118	83%

Nota: La tabla 83 muestra el Porcentaje de Plan Completado semanal y acumulado, obteniéndose un PPC semanal mínimo de 80% en la semana 24 y máximo de 88% en la semana 23. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Durante el último Lookahead se pudo observar una disminución de PPC en las últimas semanas como se observa en la figura 110 debido a que hubo restricciones al ingreso de la universidad debido a las protestas estudiantiles.

Figura 110

Resultados de PPC del Lookahead N° 3

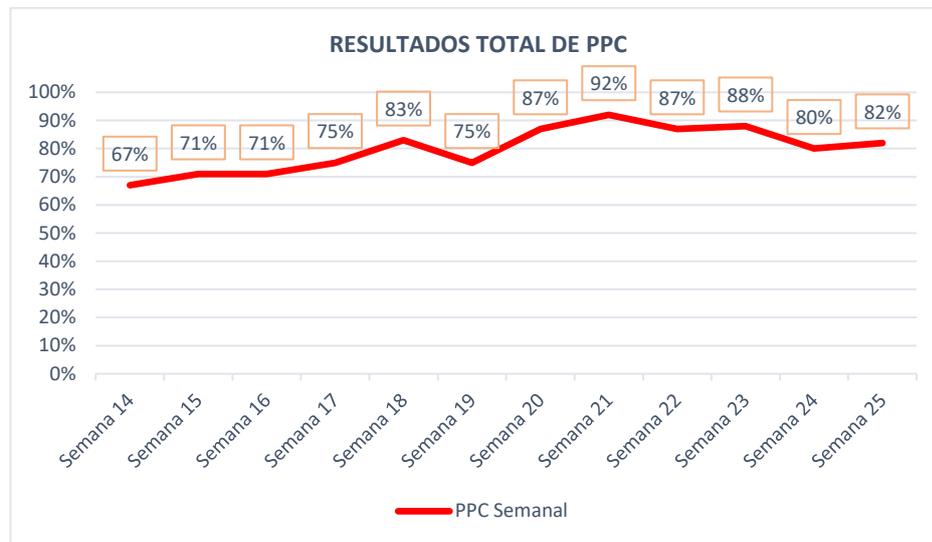


Nota: En la figura 110 se muestra el nivel de Porcentaje de Plan Completado semanal y acumulado por cada semana del Lookahead N° 3. La curva decae en la semana 24 debido al acceso restringido a la universidad debido a protestas estudiantiles, sin embargo, el desempeño se mantiene por encima del 80%. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Como se observa en la Figura 111 durante las primeras 4 semanas de aplicación el porcentaje de plan completado es por debajo de 80%, el cual según Araque (2010) el desempeño es Regular. A partir de la semana 18 la liberación de restricciones hizo que las actividades programadas se cumplan en mayor cantidad logrando un pico de 92% de PPC en la semana 21 considerado Bueno.

Figura 111

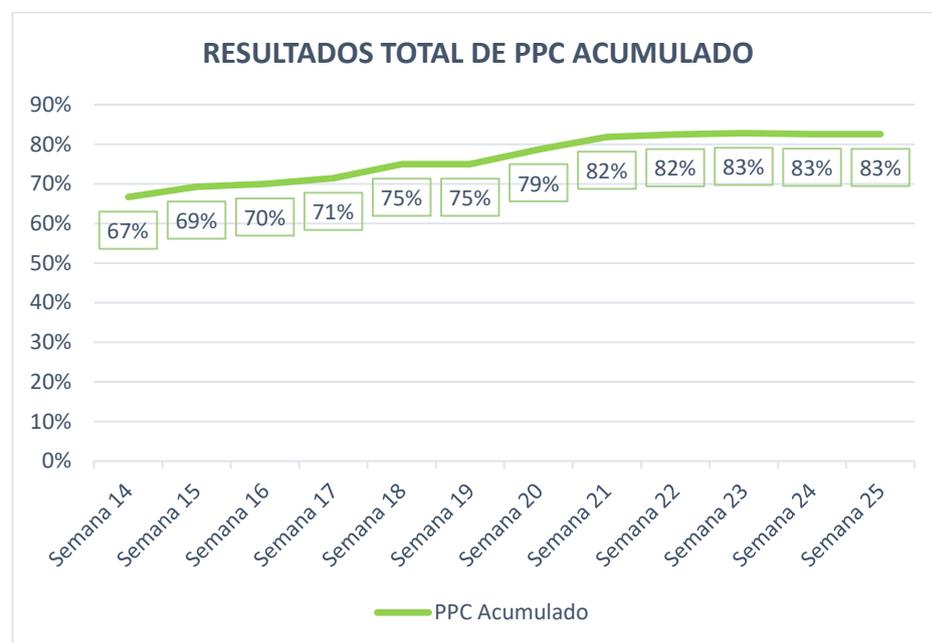
Resultados Totales de PPC



Nota: En la figura 111 se muestra el resumen de Porcentaje de Plan Completado semanal por cada semana de estudio. Se tuvo un mínimo de 67% y máximo de 92%. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

Figura 112

Resultados de PPC Acumulado



Nota: En la figura 112 se muestra el resumen de Porcentaje de Plan Completado semanal acumulado en cada semana de estudio. Al inicio se tuvo 67% de PPC, sin embargo, con la retroalimentación y mejora continua se logró mantener un 83% de PPC acumulado hasta la semana 25. “Elaborado por el equipo de trabajo”.

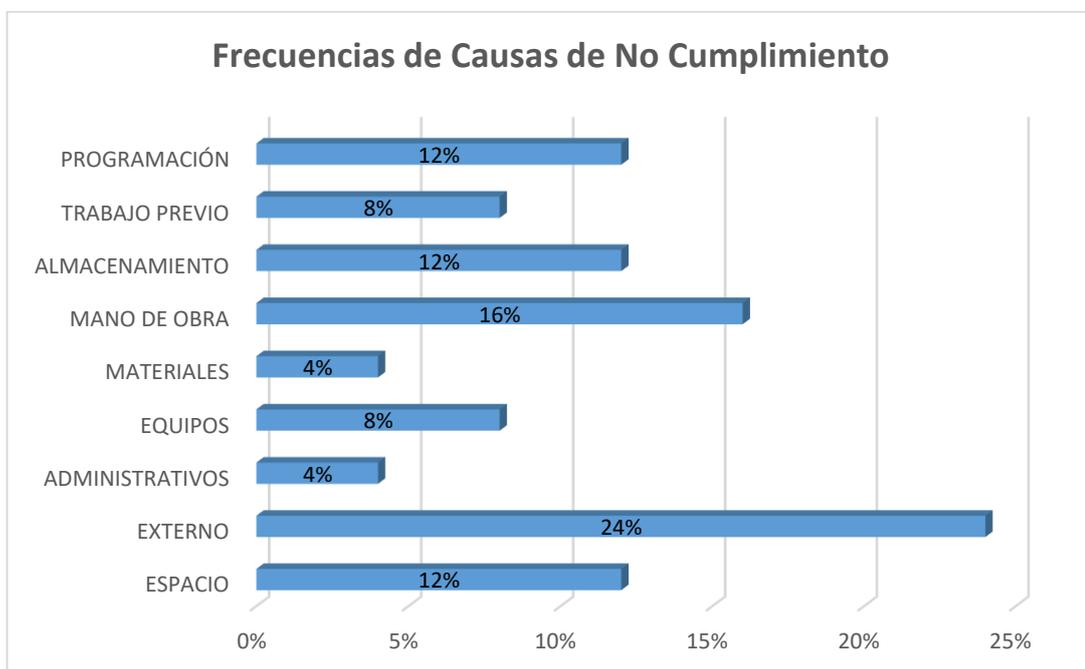
La Figura 112 nos muestra un avance progresivo de la cantidad de actividades realizadas respecto a las planificadas, dando como resultado así una curva de aprendizaje positiva. Para valores de PPC mayores a 80% se considera buena, obteniéndose este desempeño en las últimas 5 semanas de estudio.

4.2.6.2. Análisis de Frecuencia de Causas de No Cumplimiento (CNC)

En la planificación intermedia se identificó y clasifíco las restricciones que puedan detener las realizaciones de las tareas. Y como parte de la retroalimentación se realizó un análisis de frecuencias de las Causas de No Cumplimiento para en un corto plazo implementar una gestión técnica y administrativa para reducir o eliminar dichas restricciones.

Figura 113

Frecuencias de Causas de No Cumplimiento



Nota: La figura 113 representa la distribución de las Causas de No Cumplimiento identificadas en cada semana de estudio siendo la más frecuente lo Externo con un 24% del total de CNC debido a las protestas estudiantiles que restringieron el acceso a la universidad y en segundo lugar la Mano de Obra con un 16% debido a rendimientos regulares a bajos. “Elaborado por el equipo de trabajo”.



4.3. MARCO NORMATIVO Y LEGAL

La implementación de la metodología BIM en las obras públicas se han venido realizando de manera independiente desde hace unos años, sin embargo, debido a los excelentes resultados que demuestran la eficiencia de su aplicación el gobierno peruano recientemente viene incorporando normativas para su aplicación formal en las obras públicas, tal como se detalla a continuación:

Decreto Legislativo N° 1444

“Decreto que modifica la Ley N° 30225 Ley de Contrataciones del Estado”

La implementación de la metodología BIM a la obra pública caso de estudio “Mejoramiento del servicio de laboratorios en la escuela profesional de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional del Altiplano” está respaldada en el Artículo 3 de este Decreto Legislativo en el que incorporan diversas disposiciones a la Ley N° 30225 Ley de Contrataciones del Estado, en cuya Decimotercera disposición anuncia el Decreto Supremo para establecer los criterios para la incorporación progresiva de herramientas obligatorias de modelamiento digital de información para la ejecución de obras públicas.

Decreto Supremo N° 289-2019-EF

“Aprueban disposiciones para la incorporación progresiva de BIM en la inversión pública”

- La aplicación de BIM en el trabajo de investigación se realizó en conformidad al Artículo 3 Principios para la adopción y uso de BIM, lográndose: Eficiencia que genera ahorros en el uso de los fondos públicos en términos de reducción de sobrecostos y atrasos en la ejecución de la infraestructura pública.
- En concordancia con el Artículo 4 Criterios y articulación para la incorporación de BIM, la incorporación de BIM en la obra caso de estudio se realizó de manera Progresiva desde la semana 14 acorde a las partidas de mayor incidencia durante la ejecución, así también para las Condiciones de la Organización se tomó en



cuenta los recursos técnicos y humanos para la gestión de la información generada.

- En la misma línea, la implementación de la metodología BIM en este trabajo de investigación cumplió el mismo propósito del acápite 5.1 el cual indica que el Plan BIM Perú tiene como propósito reducir los sobrecostos y atrasos en la ejecución de la infraestructura pública.
- Finalmente, acerca del Artículo 6 Financiamiento, los gastos para la adopción y uso de BIM no fueron financiados con cargo al presupuesto institucional de la Universidad Nacional del Altiplano debido a que se desarrolló en un proyecto ya en marcha y más aún porque no se aprueba todavía la implementación de BIM en las Directivas de la entidad.

Decreto Legislativo N° 1486

“Decreto Legislativo que establece disposiciones para mejorar y optimizar la ejecución de las inversiones públicas”

La aplicación de BIM en la obra caso de estudio está amparada bajo el Artículo 5 Utilización de Metodologías Building Information Modeling (BIM) u otras en las inversiones públicas, en el que establece que las entidades públicas del gobierno nacional pueden aprobar la aplicación de metodologías Building Information Modeling (BIM) u otras en las inversiones públicas que se encuentren en el ámbito de su responsabilidad funcional.

Por otra parte, la implementación de la herramienta de planificación Last Planner System aún no cuenta con marco normativo y legal, pese a los buenos resultados de su aplicación, debido a que al ser una herramienta derivada de la filosofía Lean Construction primero debe organizarse e impulsar iniciativas de implementación del Lean Construction a nivel nacional, lo cual hasta la fecha todavía no se hace efectiva.



4.4. DISCUSIÓN

La metodología BIM se implementó en una etapa temprana de la ejecución del proyecto con la participación de todos los involucrados lo que facilitó la visualización de las metas físicas y se obtuvo como resultado un modelo paramétrico más confiable sin interferencias ni incompatibilidades de gran impacto y con un presupuesto más preciso. Este resultado guarda relación con lo concluido por Mateu (2015), el cual afirma que los modelos BIM detectan en una fase temprana las interferencias y ayudan de forma gráfica en la secuencia constructiva, Mojica & Valencia (2012), donde afirma que la correcta utilización de las herramientas BIM sirve como apoyo visual para la integración de proyectos, gestionar cambios y modificaciones en diseños, Almonacid et al. (2015), donde afirma que la implementación de la metodología BIM permite corregir a tiempo las deficiencias y optimizar costos y tiempos durante la etapa de ejecución, Ulloa & Salinas (2013), donde afirma que el modelo único deberá ser beneficiado por todos los involucrados del proyecto. Así como Alcántara (2013) afirma que un modelo BIM-3D permite cometer errores virtualmente en el modelo 3D y no en campo ahorrando costos por procesos mal diseñados.

Con respecto a la evaluación del modelo paramétrico generado, este ayudó a la detección de 7 interferencias lo que no se logra hacer eficazmente con la documentación CAD y como resultado de la cuantificación de materiales en la producción de las actividades de estudio de las especialidades de Arquitectura y Estructuras se obtuvo un ahorro total de S/. 47,357.44 en Costo lo que representa un 2.06% del costo directo y 57 días calendario en Tiempo lo que representa un 15.83% del tiempo de ejecución total de la obra. Estos resultados guardan relación con Goyzueta & Puma (2016) quienes afirman que la aplicación de la metodología BIM mejora el sistema de coordinación del proyecto y se obtiene un ahorro en tiempo y costo, Ramos (2019), donde afirma que la metodología



BIM contribuye de manera positiva en los costos y tiempos de la ejecución de obra, Madariaga & Ccapa (2019) quienes detectaron 9 y 18 interferencias en ambos proyectos y que determino una variación en el presupuesto de las partidas.

Como herramienta tecnológica, ayudo a entender mejor la planificación basada en el Last Planner System que requiere de identificar cada elemento y una secuenciación constructiva posible de realizar lo que ratifica lo concluido por Huatuco (2017) quien afirma que los modelos BIM para Last Planner System facilita la evaluación de la programación tentativa de tareas.

En cuanto a la optimización de la planificación mediante Last Planner System, esta influyo de manera positiva en la programación debido a que se redujo la incertidumbre de las partidas mediante modelos BIM, planificación Lookahead por 4 semanas y liberación de restricciones. Estos resultados coinciden con Becker (2017) quien afirma que la sinergia BIM y LPS tiene sus mayores beneficios en la etapa de Lookahead plannig mediante la proyección de trabajo sobre las cuatro semanas en el futuro.

Los niveles de productividad obtenidos fueron de 83% de PPC acumulado lo cual es considerado bueno con relación a la investigaciones de Madariaga & Ccapa (2019) quien obtuvo 58%, Esteba & Vilca (2017) con 73.05% y Aguirre (2013) quien alcanza un 85% de PPC acumulado.



V. CONCLUSIONES

- La aplicación de modelos BIM optimizó la información en la etapa de ejecución de la obra “Mejoramiento del servicio de laboratorios en la escuela profesional de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional del Altiplano” identificando 7 interferencias y así corregir estos errores en una etapa temprana de construcción sin que se incurrieran en trabajos rehecho o mayores esfuerzos, así también la cuantificación de materiales fue más precisa. La planificación con Last Planner System logró optimizar la programación de tareas en los niveles de Planificación Maestra, Planificación Intermedia (Lookahead) y Planificación semanal obteniéndose una mejora de 67% de PPC al comienzo a 83% al término de la investigación.
- El modelo paramétrico BIM influyo positivamente en la optimización de información ayudando a identificar 7 interferencias que se resolvieron a tiempo en la etapa de construcción para evitar la duplicidad de esfuerzos. Por otra parte, se obtuvo un metrado más exacto con respecto al expediente técnico lo que se traduce en S/. 22,702.08 y 46 días de ahorro en Arquitectura y S/. 24,655.36 y 11 días en Estructuras obteniéndose un ahorro total de S/. 47,357.44 en Costo lo que representa un 2.06% del costo directo y 57 días calendario en Tiempo lo que representa un 15.83% del tiempo de ejecución total de la obra.
- La aplicación del Last Planner fue positiva ya que se realizó un análisis más detallado de las actividades que debieron ejecutarse mediante los tres niveles de planificación y el Análisis de Restricciones que permitió liberar más actividades conforme se identificaban las Causas de No Cumplimiento lográndose un Porcentaje Plan Cumplido (PPC) de 83% acumulado en la programación de las



actividades con mayor incidencia logrando así un desempeño Bueno por encima del 80% en las últimas 5 semanas.

- Las principales ventajas de los modelos BIM son ofrecer una interfaz colaborativa en la que se puede extraer información en tiempo real, la confiabilidad de metrados es mucho más eficiente debido a que cada cambio o interferencia encontrada la generación de metrados es automática, también integra toda la información en un solo archivo transportable, los modelos BIM proporcionan una ayuda visual y permite tomar decisiones con más detalle. Las desventajas es que al ser una herramienta tecnológica reciente necesita de una capacitación sobre el uso de herramientas y además consume un tiempo significativo el proceso de modelamiento mientras más altos son los niveles de desarrollo (LOD), así también al ser una metodología nueva en el sector público existe una resistencia natural al cambio en la forma de trabajo.

En cuanto al LPS la principal ventaja es que permitió identificar y solucionar las restricciones de cada partida, llevando así un análisis detallado actividad por actividad y tener una mejor comprensión de las tareas del proyecto, por otra parte, es una herramienta de fácil aplicación para cualquier tipo de proyecto independiente de su magnitud. Una desventaja es que al ser una forma de trabajo conjunta en la que se involucra al personal técnico y obrero, no se logra implementar al 100% como en sistema de producción industrial ya que es dependiente de los compromisos y responsabilidades de cada uno de los involucrados.



VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que, en la elaboración de Expedientes Técnicos de obras de remodelación y ampliación, los proyectistas deberán de solicitar toda la información posible de los planos de replanteo de la construcción existente con la finalidad de diseñar elementos estructurales reales y sin interferencias.
- En la actualidad el gobierno peruano ya viene implementado gradualmente políticas de impulsión de la metodología BIM, por lo que el sector público y privado tiene que empezar a adaptarse a esta nueva forma de trabajo que trae múltiples beneficios partiendo por las altas gerencias y oficinas jerárquicas.
- Se recomienda difundir la aplicación de modelos BIM y Last Planner System en obras del sector público para construir obras de mayor calidad con un uso eficiente de recursos y los plazos establecidos. Además, es importante que los profesionales involucrados empiecen a capacitarse y tengan pleno conocimiento del manejo y aprovechamiento de estas herramientas.
- Se recomienda a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil fomentar la enseñanza de temas relacionados al BIM y Last Planner System, puesto que son estas metodologías las que condicionarán en mediano y largo plazo la competencia en el sector construcción y que además en la actualidad son escasos los profesionales que cuentan con los conocimientos y capacitación apropiada.



VII. REFERENCIAS

- Aguirre, C. R. (2013). *Implementación del Sistema del Último Planificador para la optimización de la programación en la construcción de viviendas masivas en el proyecto Nueva Fuerabambas - Apurímac*. (Trabajo de grado). Universidad de San Martín de Porres, Lima, Perú.
- Alcántara, P. V. (2013). *Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la Construcción Virtual usando tecnologías BIM*. (Trabajo de grado). Universidad Nacional del Ingenieria, Lima, Perú.
- Almonacid, K. L., Navarro, J. K., & Rodas, I. (2015). *Propuesta de metodología para la implementación de la tecnología BIM en la empresa constructora e inmobiliaria "IJ Proyecta"*. (Tesis de maestría). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Araque, G. A. (2010). *Planeación e Implementación de la filosofía Lean Construction en base al estudio de pérdidas y aplicación del sistema Last Planner en un proyecto constructivo de la empresa MARVAL S.A.* (Vol. 9). (Trabajo de grado). Universidad Pontificia Bolivariana, Bogotá, Colombia.
- Becker, E. S. (2017). *Sinergia entre BIM Y Last Planner System Para La Eficiente Integración Contratista-Subcontratista en la etapa de equipamiento de sótanos en un proyecto de edificación*. (Trabajo de grado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.



- Bimética. (2019). Auditoría Técnica y Legal de Archivos BIM. Recuperado 23 de noviembre de 2019, de <http://fabricantes.bimetica.com/auditoria-tecnica-y-legal-de-archivos-bim/>
- Botero, L., & Alvarez, M. (2005). Last planner, un avance en la planificación y control de proyectos de construcción: Estudio del caso de la ciudad de Medellín. *Ingeniería y desarrollo: revista de la División de Ingeniería de la Universidad del Norte*, (17), 148-159.
- Chávez, J. R., & De la Cruz, C. A. (2014). *Aplicación de la filosofía Lean Construction en una obra de edificación (Caso : Condominio Casa Club Recrea – El Agustino)*. (Trabajo de grado). Universidad de San Martín de Porres, Lima, Perú.
- Congreso de La República. Decreto Legislativo N° 1444 que Modifica la Ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado. , Pub. L. No. D. L. N° 1444, Diario oficial El Peruano 9 (2018).
- Esteba, E. R., & Vilca, R. (2017). *Aplicación del Lean Construction y algoritmos de flujo de redes en la evaluación del costo y duración de proyectos de edificación*. (Trabajo de grado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Eyzaguirre, R. R. (2015). *Potenciando La Capacidad De Análisis Y Comunicación De Los Proyectos De Construcción, Mediante Herramientas Virtuales Bim 4D Durante La Etapa De Planificación* ((Trabajo de grado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú). <https://doi.org/10.19083/tesis/624662>
- Goyzueta, G. J., & Puma, H. (2016). *Implementación De La Metodología BIM Y El Sistema Last Planner 4D Para La Mejora De Gestion De La Obra “Residencial Montesol-Dolores”*.



- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, M. del P. (2014). *Metodología de la Investigación* (McGRAW-JILL/INTERMAERICANA, Ed.). México D. F.
- Huatuco, R. G. (2017). *Mejorando la visualización y la comunicación en el last planner system a través del uso de modelos BIM*. (Trabajo de grado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Ibarra, L. I. (2011). *Lean Construction*. (Trabajo de grado). Universidad Nacional Autónoma de México, D.F., México.
- ITeC. (2018). Qué es el BIM. Recuperado 21 de noviembre de 2019, de <https://itec.es/servicios/bim/>
- Lean Construction Institute. (2012). Glossary | Lean Construction Institute | Design & Delivery Techniques. Recuperado 22 de noviembre de 2019, de <https://www.leanconstruction.org/learning/education/glossary/#l>
- Madariaga, J. R., & Ccapa, D. P. (2019). *Evaluación de la ejecución de proyectos de edificación de concreto armado en torno al BIM y Lean Construction*. (Trabajo de grado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Mateu, D. (2015). *Building Information Modeling 4D aplicado a una planificación con Last Planner System*. (Trabajo de grado). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.
- Meana, V., Bello, A., & García, R. (2019). Análisis de la implantación de la metodología BIM en los grados de ingeniería industrial en España bajo la perspectiva de las competencias. *Revista ingeniería de construcción*, 34(2), 169-180. <https://doi.org/10.4067/s0718-50732019000200169>



- Ministerio de Economía y Finanzas. (2019a). Estrategia BIM-Perú. Recuperado 1 de diciembre de 2019, de <https://www.mef.gob.pe/es/estrategia-bim-peru>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2019b). Plan BIM - PERÚ. Recuperado 27 de noviembre de 2019, de <https://www.mef.gob.pe/es/estrategia-bim-peru/plan-bim-peru>
- Ministro de Economía y Finanzas. Decreto Supremo N° 289-2019-EF. , Diario Oficial “El Peruano” § (2019).
- Mojica, A., & Valencia, D. F. (2012). *Implementación de las Metodologías BIM como herramienta para la planificación y control del proceso constructivo de una edificación en Bogotá*. (Trabajo de grado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Monfort, C. (2015). *Impacto del BIM en la gestión del proyecto y la obra de arquitectura*. (Trabajo de grado). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.
- Müller, J. (1988). SMED aplicado a matrices de conformado en frío en una autopartista. *Universidad Nacional de Córdoba*, 13-74.
- National Institute of Building Sciences. (2010). New Terms and Definitions for BIMS-US V3. Recuperado 10 de noviembre de 2019, de <https://www.nibs.org/news/news.asp?id=107128&hhSearchTerms=%22BIM+and+definition%22>
- Orihuela, P., Canchaya, L., & Rodriguez, E. (2015). Gestión Visual del Sistema Last Planner mediante El Modelado BIM. *Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção*, 545-553.



- Pons, J. F. (2014). Introducción a Lean Construction. En Fundación Laboral de la Construcción Navarra (Ed.), *Fundación Laboral de la Construcción* (1ra ed.). Madrid, España.
- Ramos, J. F. (2019). *Eficiencia de la Metodología BIM a través de la simulación 4D, 5D en el control de tiempos y costos para la obra Mejoramiento del Servicio de Seguridad Ciudadana en el Distrito de Puno, 2017 - 2018*. (Trabajo de grado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Rodríguez, A. D., Cárdenas, L. F., & Alarcón, E. P. (2011). La gestión de la obra desde la perspectiva del último planificador. *Revista de Obras Publicas*, 158(3518), 35-44.
- Ruiz, P. L. (2015). *Propuesta de técnicas y herramientas para optimizar la gestión visual y de las comunicaciones durante la etapa de diseño de un proyecto de construcción*. (Trabajo de grado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Sacks, R., Koskela, L., Dave, B. A., & Owen, R. (2010). The interaction of lean and building information modeling in construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 136(9), 968-980. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000203](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000203)
- Sonda. (2016). ¿Qué es BIM? | Building Information Modeling | Autodesk. Recuperado 21 de noviembre de 2019, de <https://www.sonda-mcolatam.com/bim-mas/>
- SUMA. (2017). 10 Beneficios del BIM en proyectos Multifamiliares Peruanos. Recuperado 26 de noviembre de 2019, de <http://www.suma.pe/2017/07/18/10-beneficios-bim/>



Ulloa, K., & Salinas, J. (2013). *Mejoras en la implementación de BIM en los procesos de diseño y construcción de la empresa MARCAN*. (Tesis de maestría). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.

Usaquén. (2019). Dibujo de planos autocad revit solidworks sketchup renders vray. Recuperado 26 de noviembre de 2019, de https://bogota.locanto.com.co/ID_3802025812/dibujo-de-planos-autocad-revit-solidworks-sketchup-renders-vray.html

Vargas, C. (2019). Lean Manufacturing. Recuperado 23 de noviembre de 2019, de <http://leanperu.zoomblog.com/>

Villanueva, S. (2015). *Iniciativas Bim Peru Inconet –Reunión Fiic Mexico*.

Wakyma. (2017). Construyendo un plan de negocio LEAN STARTUP para nuestro Centro Veterinario. Recuperado 22 de noviembre de 2019, de <https://wakyma.com/wakymavets/blog/2017/08/25/construyendo-plan-negocio-lean-startup-centro-veterinario/construyendo-un-plan-de-negocio-lean-startup-para-nuestro-centro-veterinario-3/>



ANEXOS



ANEXO 1

Request For Information de Arquitectura A-RFI-001

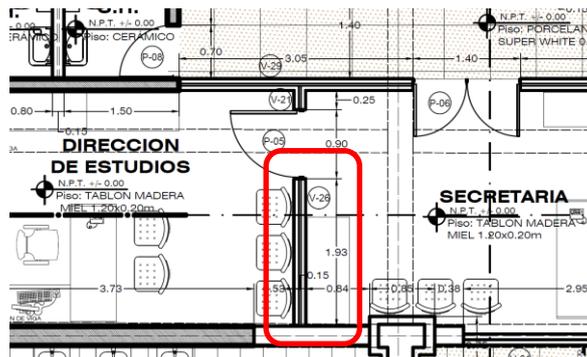
	REGISTRO - GESTIÓN DE PROYECTOS	Revisión: 1	A-RFI-001
	RFI	09/10/2019	
	Request for Information - Solicitud de Información	Página 1 de 1	

I. Información General			
SOLICITUD DE INFORMACIÓN	001	SOLICITANTE	Bach. Jherson Mario Quenta Qui
TÍTULO	VENTANAS	CARGO	Tesista
PROYECTO	Mejoramiento de laboratorios Ing. Electrónica	BMAIL	jherson_09@hotmail.com
TIPO DE EJECUCIÓN PRESUPUEST	Ejecución Presupuestaria Directa	PARA	Ing. Hector Nicanor Romero Yanque
DOCUMENTOS DE REFERENCIA	Modelo BIM de Arquitectura	FECHA	09/10/2019
	Plano de Arquitectura A-12	ESPECIALIDAD	ARQUITECTURA

II. Impacto Generado										
a) Costo	Muy Bajo	<input checked="" type="checkbox"/>	Bajo	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Alto	<input type="checkbox"/>	Muy Alto	<input type="checkbox"/>
b) Plazo	Muy Bajo	<input checked="" type="checkbox"/>	Bajo	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Alto	<input type="checkbox"/>	Muy Alto	<input type="checkbox"/>
c) Alcance	Muy Bajo	<input checked="" type="checkbox"/>	Bajo	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Alto	<input type="checkbox"/>	Muy Alto	<input type="checkbox"/>

III. Categoría de Consulta		
Falta o error en la información	<input type="checkbox"/>	LOCALIZACIÓN
Falta de interpretación geométrica	<input checked="" type="checkbox"/>	Primer Piso entre ejes 2-2 y B-B
Cruce Físico	<input type="checkbox"/>	
Falta de Coordinación	<input type="checkbox"/>	
Propuesta y/o sugerencia de mejora	<input type="checkbox"/>	FRECUENCIA 1

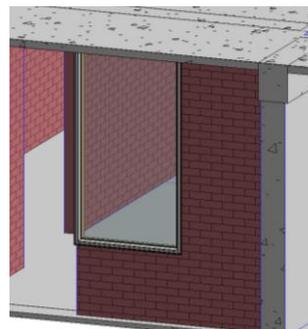
IV. Descripción del Problema
El ancho de la ventana proyectada V-26 sobre el muro ubicado entre los ambientes de Dirección de Estudios y Secretaria en la distribución de primer nivel, no coincide con el ancho detallado en el cuadro de vanos.



Plano de arquitectura A-12: Distribución de Primer Nivel (Ancho de ventana 1.93 m)

	V-21	0.25	2.25	0.62	1.00
	V-24	6.16	2.25	0.62	2.00
	V-24A	6.05	2.25	0.62	2.00
	V-25	3.10	1.68	0.85	1.00
	V-26	1.05	1.91	0.62	1.00
	V-27	0.70	1.91	0.62	1.00
	V-28	2.43	1.91	0.62	1.00
	V-29	3.05	2.25	0.62	1.00
	V-30	3.55	2.25	0.62	1.00

Cuadro de Vanos en plano A-12



Modelo BIM 3D: Ventana sobre muro con ancho de 1.05 m

V. Solicitud y/o Propuesta de Mejora
Se solicita la actualización de las dimensiones de los vanos en el cuadro de vanos a fin de evitar incoherencias entre los planos.

VI. Respuesta
Fecha:

Request For Information de Arquitectura A-RFI-002

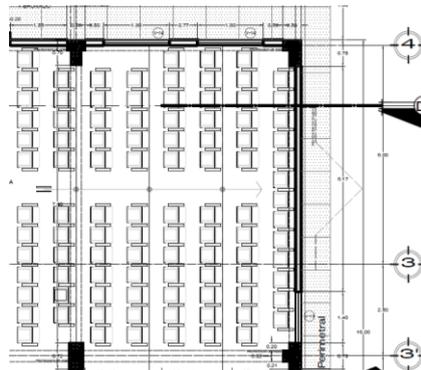
	REGISTRO - GESTIÓN DE PROYECTOS	Revisión: 1	A-RFI-002
	RFI	09/10/2019	
	Request for Information - Solicitud de Información	Página 1 de 1	

I. Información General			
SOLICITUD DE INFORMACIÓN	002	SOLICITANTE	Bach. Jherson Mario Quenta Qui
TÍTULO	MUROS	CARGO	Tesista
PROYECTO	Mejoramiento de laboratorios Ing. Electrónica	EMAIL	jherson_09@hotmail.com
TIPO DE EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA	Ejecución Presupuestaria Directa	PARA	Ing. Hector Nicanor Romero Yanque
DOCUMENTOS DE REFERENCIA	Modelo BIM de Arquitectura	FECHA	09/10/2019
	Plano de Arquitectura A-12	ESPECIALIDAD	ARQUITECTURA

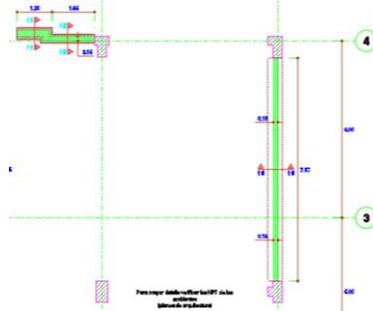
II. Impacto Generado										
a) Costo	Muy Bajo		Bajo	X	Moderado		Alto		Muy Alto	
b) Plazo	Muy Bajo		Bajo	X	Moderado		Alto		Muy Alto	
c) Alcance	Muy Bajo		Bajo	X	Moderado		Alto		Muy Alto	

III. Categoría de Consulta		
Falta o error en la información		LOCALIZACIÓN
Falta de interpretación geométrica		Muros de soga en el eje I-I entre los ejes 4-4 y 1-1.
Cruce Físico		
Falta de Coordinación	X	
Propuesta y/o sugerencia de mejora		FRECUENCIA 2

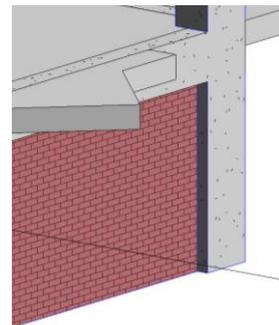
IV. Descripción del Problema
La ubicación del muro proyectado en los planos de arquitectura A-12 en el eje I-I no coinciden con los sobrecimientos proyectados en el plano de estructuras E-05.



Plano de arquitectura A-12: El muro está alineado a la cara exterior de las columnas



Plano de Estructuras A-05: sobrecimiento alineado a la cara interior de las columnas



Modelo BIM 3D: Muro alineado a los sobrecimientos

V. Solicitud y/o Propuesta de Mejora
Se solicita la coordinación entre especialidades a fin de obtener una sola alineación de muros en el eje I-I.

VI. Respuesta
Fecha:

Request For Information de Arquitectura A-RFI-003

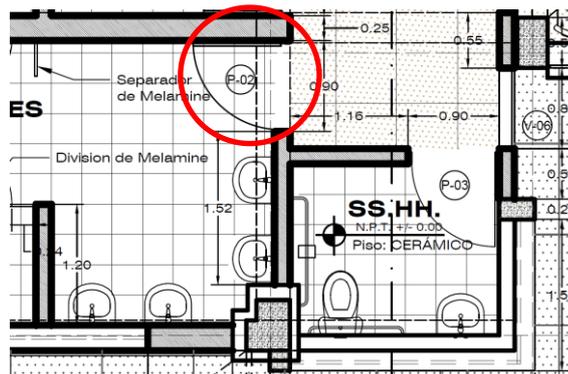
	REGISTRO - GESTIÓN DE PROYECTOS	Revisión: 1	A-RFI-003
	RFI	09/10/2019	
	Request for Information - Solicitud de Información	Página 1 de 1	

I. Información General			
SOLICITUD DE INFORMACIÓN	003	SOLICITANTE	Bach. Jherson Mario Quenta Qui
TÍTULO	PUERTAS	CARGO	Tesista
PROYECTO	Mejoramiento de laboratorios Ing. Electrónica	BMAIL	jherson_09@hotmail.com
TIPO DE EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA	Ejecución Presupuestaria Directa	PARA	Ing. Hector Nicanor Romero Yanque
DOCUMENTOS DE REFERENCIA	Modelo BIM de Arquitectura	FECHA	09/10/2019
	Plano de Arquitectura A-12	ESPECIALIDAD	ARQUITECTURA

II. Impacto Generado										
a) Costo	Muy Bajo		Bajo	X	Moderado		Alto		Muy Alto	
b) Plazo	Muy Bajo		Bajo	X	Moderado		Alto		Muy Alto	
c) Alcance	Muy Bajo		Bajo	X	Moderado		Alto		Muy Alto	

III. Categoría de Consulta		
Falta o error en la información	LOCALIZACIÓN	
Falta de interpretación geométrica	Puertas en el primer nivel que estan ubicadas en los ejes B-B, 2-2, 3-3.	
Cruce Físico		X
Falta de Coordinación		
Propuesta y/o sugerencia de mejora	FRECUENCIA 4	

IV. Descripción del Problema
La altura de las puertas disminuye, ya que el nivel de piso terminado se elevó en +0.25 debido a la existencia de las Vigas de Cimentación.



Plano de arquitectura A-12: El muro está alineado a la cara exterior de las columnas

TIPO	ANCHO	ALTURA	ALFEIZER	CANTIDAD
P-01	4.90	2.54	--	1.00
P-02	0.90	2.54	--	2.00
P-03	0.90	2.87	--	1.00
P-04	0.80	2.87	--	1.00
P-05	0.90	2.87	--	1.00
P-06	1.40	2.87	--	1.00
P-07	0.90	2.54	--	9.00
P-08	0.70	2.87	--	2.00
P-09	0.90	2.87	--	1.00



Cuadro de vanos en el que especifica la altura de las puertas sin considerar el nuevo NPT. +0.25 Modelo BIM 3D: Puerta que sobrepasa la viga existente

V. Solicitud y/o Propuesta de Mejora
Se propone la actualización del cuadro de vanos para acondicionar los ambientes con las dimensiones correctas de las puertas.

VI. Respuesta
Fecha:

Request For Information de Arquitectura A-RFI-004

	REGISTRO - GESTIÓN DE PROYECTOS	Revisión: 1	A-RFI-004
	RFI	09/10/2019	
	Request for Information - Solicitud de Información	Página 1 de 1	

I. Información General			
SOLICITUD DE INFORMACIÓN	004	SOLICITANTE	Bach. Jherson Mario Quenta Qui
TÍTULO	PUERTAS	CARGO	Tesista
PROYECTO	Mejoramiento de laboratorios Ing. Electrónica	EMAIL	jherson_09@hotmail.com
TIPO DE EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA	Ejecución Presupuestaria Directa	PARA	Ing. Hector Nicanor Romero Yanque
DOCUMENTOS DE REFERENCIA	Modelo BIM de Arquitectura	FECHA	09/10/2019
	Plano de Arquitectura A-12	ESPECIALIDAD	ARQUITECTURA

II. Impacto Generado										
a) Costo	Muy Bajo	<input checked="" type="checkbox"/>	Bajo	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Alto	<input type="checkbox"/>	Muy Alto	<input type="checkbox"/>
b) Plazo	Muy Bajo	<input checked="" type="checkbox"/>	Bajo	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Alto	<input type="checkbox"/>	Muy Alto	<input type="checkbox"/>
c) Alcance	Muy Bajo	<input checked="" type="checkbox"/>	Bajo	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Alto	<input type="checkbox"/>	Muy Alto	<input type="checkbox"/>

III. Categoría de Consulta		
Falta o error en la información		LOCALIZACIÓN
Falta de interpretación geométrica		Pueta en el ambiente: Depósito de Limpieza en el primer nivel
Cruce Físico		
Falta de Coordinación	<input checked="" type="checkbox"/>	
Propuesta y/o sugerencia de mejora		
	FRECUENCIA	1

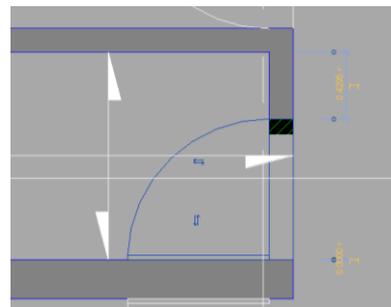
IV. Descripción del Problema
El ancho de la puerta P-15 en el plano es de 0.80 m., mientras que en el cuadro de vanos es de 0.90 m.



Plano de arquitectura A-12: el ancho de la puerta P-15 es de 0.80 m

	P-08	0.70	2.87	-	2.00
	P-09	0.90	2.87	-	1.00
	P-10	1.20	2.87	-	1.00
	P-11	1.20	2.56	-	1.00
	P-12	1.88	2.87	-	1.00
	P-13	1.50	2.87	-	1.00
	P-14	1.20	2.87	-	1.00
➔	P-15	0.90	2.54	-	1.00

Cuadro de vanos : Ancho de P-15 es 0.90 m.



Modelo BIM 3D: Puerta con ancho de 0.90

V. Solicitud y/o Propuesta de Mejora
Se propone la actualización del cuadro de vanos para acondicionar los ambientes con las dimensiones correctas de las puertas.

VI. Respuesta
Fecha:

Request For Information de Estructuras E-RFI-001

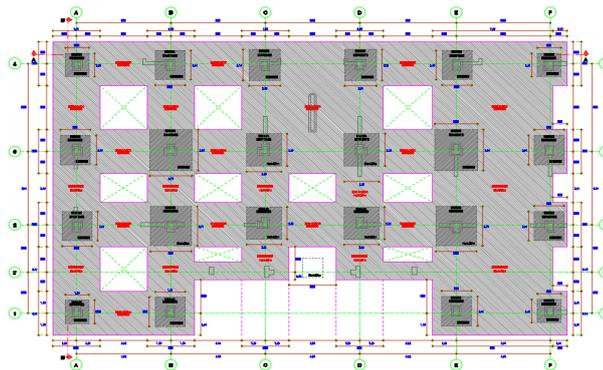
	REGISTRO - GESTIÓN DE PROYECTOS	Revisión: 1	E-RFI-001
	RFI	02/10/2019	
	Request for Information - Solicitud de Información	Página 1 de 1	

I. Información General			
SOLICITUD DE INFORMACIÓN	001	SOLICITANTE	Bach. Jherson Mario Quenta Qui
TÍTULO	VIGAS DE CIMENTACION	CARGO	Tesista
PROYECTO	Mejoramiento de laboratorios Ing. Electrónica	EMAIL	jherson_09@hotmail.com
TIPO DE EJECUCIÓN PRESUPUES	Ejecución Presupuestaria Directa	PARA	Ing. Hector Nicanor Romero Yanque
DOCUMENTOS DE REFERENCIA	Modelo BIM de Estructuras	FECHA	02/10/2019
	Plano de Estructuras E-01	ESPECIALIDAD	ESTRUCTURAS

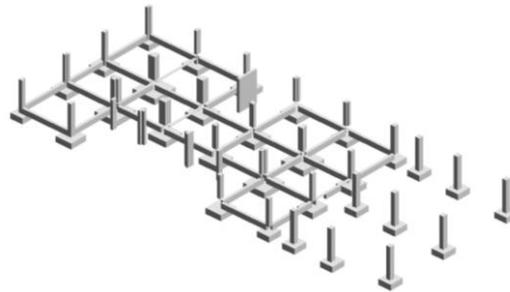
II. Impacto Generado										
a) Costo	Muy Bajo	<input type="checkbox"/>	Bajo	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Alto	<input type="checkbox"/>	Muy Alto	<input checked="" type="checkbox"/>
b) Plazo	Muy Bajo	<input type="checkbox"/>	Bajo	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Alto	<input type="checkbox"/>	Muy Alto	<input checked="" type="checkbox"/>
c) Alcance	Muy Bajo	<input type="checkbox"/>	Bajo	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Alto	<input type="checkbox"/>	Muy Alto	<input checked="" type="checkbox"/>

III. Categoría de Consulta		
Falta o error en la información	<input checked="" type="checkbox"/>	LOCALIZACIÓN
Falta de interpretación geométrica	<input type="checkbox"/>	Entre ejes principales y secundarios
Cruce Físico	<input type="checkbox"/>	
Falta de Coordinación	<input type="checkbox"/>	
Propuesta y/o sugerencia de mejora	<input type="checkbox"/>	
	FRECUENCIA	32

IV. Descripción del Problema
Para la construcción de la Losa de Cimentación (LC-01) no se considero la existencia de vigas de cimentacion de 30x60cm entre los ejes principales y secundarios, los cuales comparten el mismo espacio que la Losa de Cimentacion



Plano de estructuras E-01: Enrocado sin vigas de cimentación.



Modelo BIM 3D: Vigas de Cimentación Existentes

V. Solicitud y/o Propuesta de Mejora
Se solicita la reformulación de los planos de estructuras considerando las vigas de cimentación, ya sea por omisión o por superposición de la Losa de Cimentación en las vigas de cimentación.

VI. Respuesta
Fecha: _____

Request For Information de Estructuras E-RFI-002

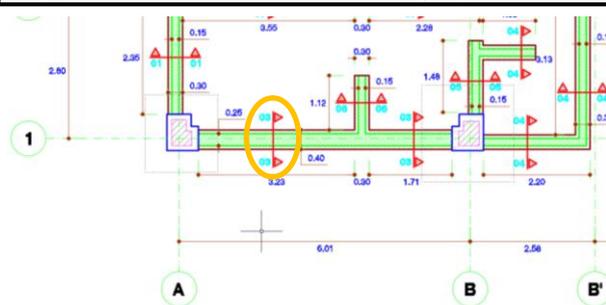
	REGISTRO - GESTIÓN DE PROYECTOS	Revisión: 1	E-RFI-002
	RFI	09/10/2019	
	Request for Information - Solicitud de Información	Página 1 de 1	

I. Información General			
SOLICITUD DE INFORMACIÓN	002	SOLICITANTE	Bach. Jherson Mario Quenta Qui
TÍTULO	CIMENTOS CORRIDOS	CARGO	Tesista
PROYECTO	Mejoramiento de laboratorios Ing. Electrónica	BMAIL	jherson_09@hotmail.com
TIPO DE EJECUCIÓN PRESUPUEST	Ejecución Presupuestaria Directa	PARA	Ing. Hector Nicanor Romero Yanque
DOCUMENTOS DE REFERENCIA	Modelo BIM de Estructuras	FECHA	09/10/2019
	Plano de Estructuras E-05	ESPECIALIDAD	ESTRUCTURAS

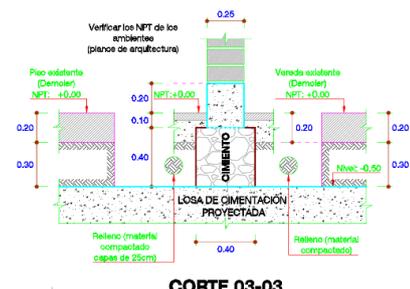
II. Impacto Generado										
a) Costo	Muy Bajo		Bajo		Moderado	X	Alto		Muy Alto	
b) Plazo	Muy Bajo		Bajo		Moderado	X	Alto		Muy Alto	
c) Alcance	Muy Bajo		Bajo		Moderado	X	Alto		Muy Alto	

III. Categoría de Consulta			
Falta o error en la información		LOCALIZACIÓN	
Falta de interpretación geométrica		Entre ejes principales (17) y secundarios (16).	
Cruce Físico		Ejemplo: Corte 03-03 del eje 1-1 entre ejes A y B.	
Falta de Coordinación			
Propuesta y/o sugerencia de mejora	X	FRECUENCIA	33

IV. Descripción del Problema
Los Cimientos Corridos proyectados en los planos E-05 y detallados en E-06 en los ejes principales y secundarios se superponen con la Losa de Cimentación corregida por la existencia de vigas de cimentación.

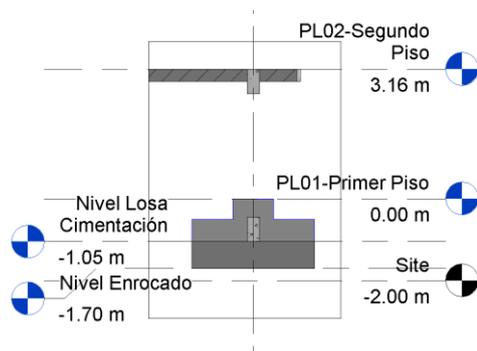


E-05: Cimiento y Sobrecimiento

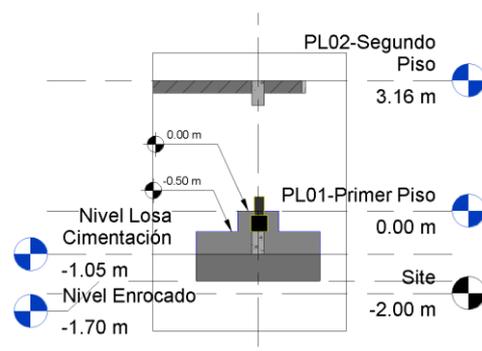


CORTE 03-03

E-06: Cimiento y Sobrecimiento sin considerar la Viga de Cimentación Existente



Modelo BIM 3D: Corte Eje 1-1 entre ejes A y B.



Modelo BIM 3D: Proyección de Cimiento y Sobrecimiento

V. Solicitud y/o Propuesta de Mejora
Se solicita la reformulación de los planos de estructuras correspondientes para adoptar nuevos niveles de Cimiento Corrido y Sobrecimiento que están proyectados sobre los ejes principales y secundarios.

VI. Respuesta
Fecha:

Request For Information de Estructuras E-RFI-003

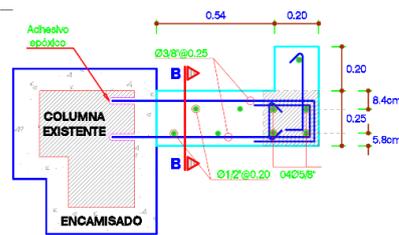
	REGISTRO - GESTIÓN DE PROYECTOS	Revisión: 1	E-RFI-003
	RFI	11/10/2019	
	Request for Information - Solicitud de Información	Página 1 de 1	

I. Información General			
SOLICITUD DE INFORMACIÓN	003	SOLICITANTE	Bach. Jherson Mario Quenta Qui
TÍTULO	CIMENTOS CORRIDOS	CARGO	Testista
PROYECTO	Mejoramiento de laboratorios Ing. Electrónica	BMAIL	jherson_09@hotmail.com
TIPO DE EJECUCIÓN PRESUPUEST	Ejecución Presupuestaria Directa	PARA	Ing. Hector Nicanor Romero Yanque
DOCUMENTOS DE REFERENCIA	Modelo BIM de Estructuras	FECHA	11/10/2019
	Plano de Estructuras E-10	ESPECIALIDAD	ESTRUCTURAS

II. Impacto Generado										
a) Costo	Muy Bajo	<input checked="" type="checkbox"/>	Bajo	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Alto	<input type="checkbox"/>	Muy Alto	<input type="checkbox"/>
b) Plazo	Muy Bajo	<input checked="" type="checkbox"/>	Bajo	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Alto	<input type="checkbox"/>	Muy Alto	<input type="checkbox"/>
c) Alcance	Muy Bajo	<input checked="" type="checkbox"/>	Bajo	<input type="checkbox"/>	Moderado	<input type="checkbox"/>	Alto	<input type="checkbox"/>	Muy Alto	<input type="checkbox"/>

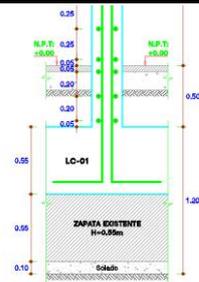
III. Categoría de Consulta		LOCALIZACIÓN	
Falta o error en la información			
Falta de interpretación geométrica	<input checked="" type="checkbox"/>	Intersección C - 4, altura de placa hasta losa de cimentación.	
Cruce Físico	<input type="checkbox"/>		
Falta de Coordinación	<input type="checkbox"/>		
Propuesta y/o sugerencia de mejora	<input type="checkbox"/>	FRECUENCIA	1

IV. Descripción del Problema
La altura de la Placa PL-10 es de 2.51 m., sin embargo en el modelado se evidencia un desfase en la parte inferior de 0.55 m por completar para estar anclado completamente a la Losa de Cimentación.



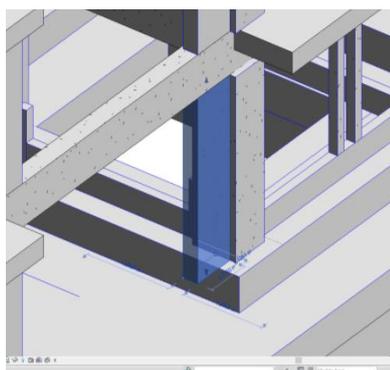
PLACA: PL-10
ESCALA: 1/20

E-10: Corte y Planta de Placas

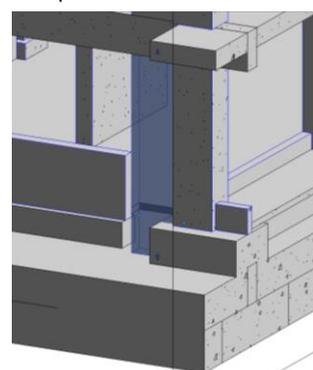


CORTE B-B
ESCALA: 1/25

E-10: Corte B-B, placa inicia desde la parte superior de la losa de cimentación



Modelo BIM 3D: Placa PL-10 en intersección C-4



Modelo BIM 3D: Prpuesta de corrección

V. Solicitud y/o Propuesta de Mejora
Se solicita la actualización de la altura de la Placa PL-10 para unir el elemento estructural a la Losa de Cimentación.

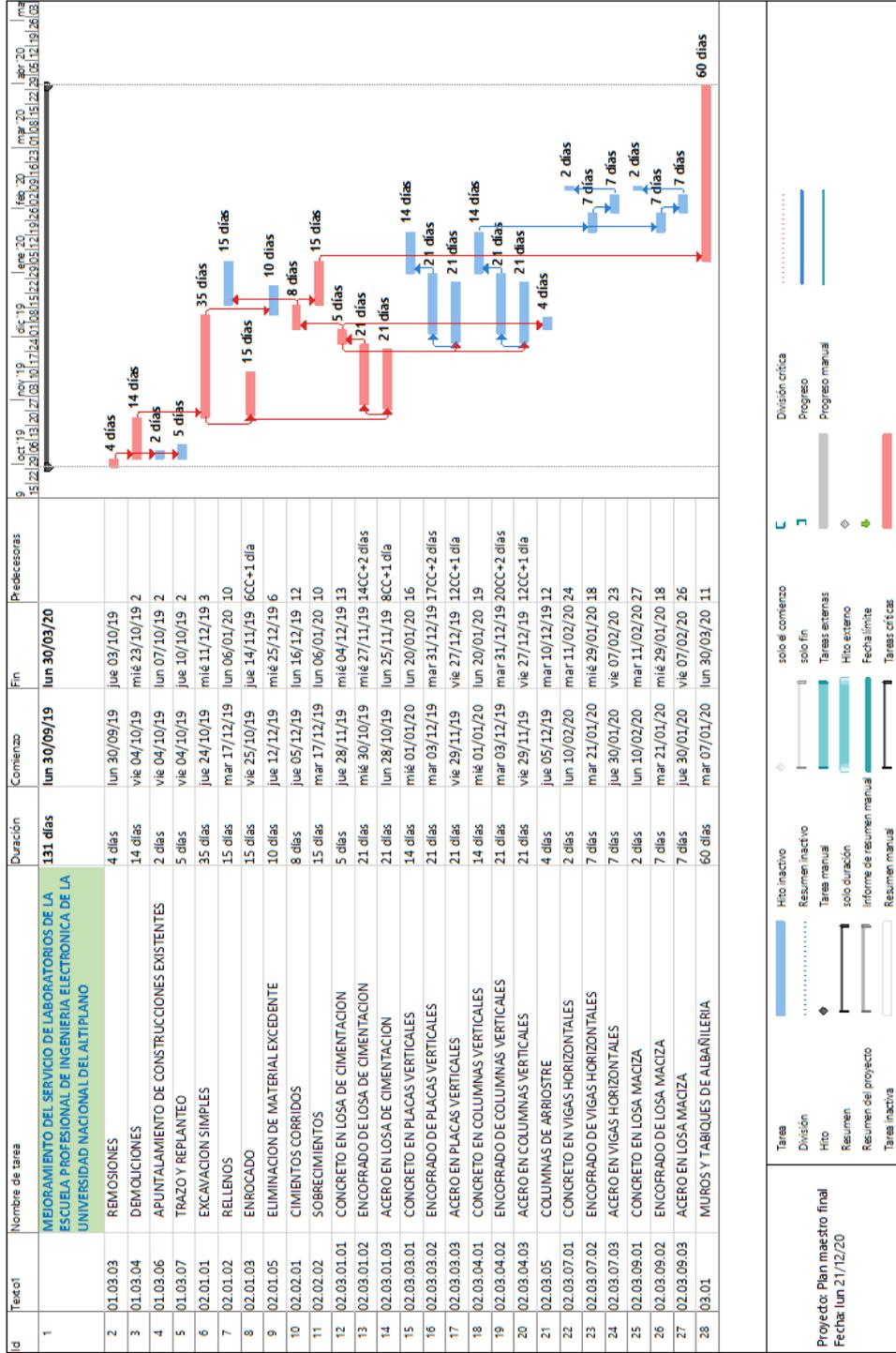
VI. Respuesta
Fecha:



ANEXO 2

Planificación Maestra de las partidas de estudio para la planificación con Last Planner System de la obra ‘Mejoramiento del Servicio de

Laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional del Altiplano





ANEXO 3



ANEXO 4

Análisis de Restricciones de la Semana 16 (14 de octubre al 19 de octubre)

PLANIFICACIÓN LAST PLANNER SYSTEM													
ANÁLISIS DE RESTRICCIONES													
NOMBRE DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE LABORATORIOS EN LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE LA UNA													
UBICACION:		LOOK AHEAD:		FECHA:		Entidad:		Proprietario:		Elaboración:		SEMANA 16	
PUNO - PUNO		N° 1		12/10/2019		Oficina General de Infraestructura Universitaria		E. P. Ingeniería Electrónica		Bach. Jherson Mario Cuentea Quiñonez			
ÍTEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	SEMANA 16 del 14/10/19 AL 20/10/19							NÚMERO TOTAL DE RESTRICCIONES			GESTIÓN DE LA RESTRICCIÓN
			LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	DESCRIPCIÓN DE LA RESTRICCIÓN	ESTADO	RESPONSABLES	
PRIMER NIVEL													
01.03.04	DEMOLICIONES												
	Demolición de cimientos y sobrecimientos	m3	P.1	P.2	P.3								
	Demolición de piso y falso piso	m2	P.1	P.2	P.3								
02.01.01	EXCAVACION SIMPLES												
	Excavación de zanjas para base de cimentación	m3	P.1	P.2	P.3	P.1	P.2	P.3					
02.01.03	ELIMINACION DE MATERIALEXCEDENTE												
	Eliminación de tierra y escombros	m3				P.2	P.2	P.2					
02.03.01	LOSA DE CIMENTACION												
	Habilitación de acero longitudinal y transversal	kg	EJEB-B	EJE-B-B	EJE-B	EJE-B-3	EJE-4	EJE-4-4	EJE-2-2	EJEC-C			
	Encofrado de Losa de cimentación	m2	P.2	P.1	P.3	P.2	P.2	P.1	P.1	EJEC-C			
02.03.03	PLACAS VERTICALES												
	Habilitación de acero longitudinal	kg	PLACA A-2	PLACA B-4	PLACA B-2	PLACA C-4	PLACA C-3	PLACA C-2					
02.03.04	COLUMNAS VERTICALES												
	Habilitación de acero longitudinal	kg	COL-B-3	COL-B-2	COL-B-1	COL-C-4	COL-C-3	COL-C-2					

Análisis de Restricciones de la Semana 18 (28 de octubre al 02 de noviembre)

PLANIFICACIÓN LAST PLANNER SYSTEM														
ANÁLISIS DE RESTRICCIONES														
NOMBRE DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE LABORATORIOS EN LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE LA UNA		UBICACIÓN: PUÑO - PUÑO		LOOK AHEAD: N° 2		FECHA: 26/10/2019		Entidad: Oficina General de Infraestructura Universitaria E. P. Ingeniería Electrónica		SEMANA 18				
Elaboración: Bach. Jerson Mario Quenta Quiñonez														
ÍTEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	SEMANA 18 del 28/10/19 AL 02/11/19							NÚMERO TOTAL DE RESTRICCIONES	ESTADO	RESPONSABLES	GESTIÓN DE LA RESTRICCIÓN	
			LUNES 28-Oct	MARTES 29-Oct	MIERCOLES 30-Oct	JUEVES 31-Oct	VIERNES 01-Nov	SABADO 02-Nov	DESCRIPCIÓN DE LA RESTRICCIÓN					
PRIMER NIVEL														
01.03.04	DEMOLICIONES													
	Demolición de cimientos y sobrecimientos	m3	P.3				P.3					LEVANTADO	Or. Cefelino Apaza	Seguimiento del trab. previo
			P.3				P.3					LEVANTADO	Maestro de obra Javier	Coordinación con operador
	Demolición de piso y falso piso	m2	P.3				P.3					LEVANTADO	Maestro de obra Javier	Coordinación con operador
			P.3				P.3							
01.03.07	TRAZO Y REPLANTEO													
	Trazo de losa de cimentación	m2	P.2											
			P.2											
02.01.01	EXCAVACION SIMPLES													
	Excavación de zapatas para losa de cimentación	m3		P.3	P.3		P.3					LEVANTADO	Maestro de obra Javier	Despejar área
				P.3	P.3		P.3							
02.01.03	ENROCADO													
	Enrocado de zapatas más concreto simple	m2										PENDIENTE	Maestro de obra Javier	Organizar zona de descarga
													Maestro de obra Javier	Solicitar agregados en obra
02.01.05	ELIMINACIÓN DE MATERIA EXCEDENTE													
	Eliminación de tierra y escombros	m3										LEVANTADO	Maestro de obra Javier	Coordinación con operador
02.01.02	RELLENOS													
	Relleno y compactado manual	m2		P.3	P.3		P.3					LEVANTADO	Op. Javier Gomez	Seguimiento del trab. previo
				P.2	P.2		P.2						Op. Walter Laura	Operar plancha compactadora
02.03.03	PLACAS VERTICALES													
	Habilitación de acero transversal (estribos)	kg	PLACAS A-2	PLACAS A-3			PLACAS B-4							
		m2					PLACAS A-2							
	Encofrado de placas verticales	m2										LEVANTADO	Op. Javier Gomez	Seguimiento del trab. previo
	Vaciado de concreto en placas verticales	m3										LEVANTADO	Maestro de obra Javier	Verificación de encofrado
													Op. Mariano Ari	Seguimiento de insumos
													Op. Jose Asqui	Instalar el equipo liviano
02.03.04	COLUMNAS VERTICALES													
	Habilitación de acero transversal (estribos)	kg	COL. B-2	COL. B-1	COL. B-1	COL. B-1	COL. B-4							
		m2	COL. B-2	COL. A-4	COL. A-1	COL. A-1						LEVANTADO	Op. Javier Gomez	Seguimiento del trab. previo
	Encofrado de columnas verticales	m2												
	Vaciado de concreto en columnas verticales	m3	COL. B-2	COL. A-4	COL. A-1	COL. A-1						LEVANTADO	Maestro de obra Javier	Verificación de encofrado
													Op. Mariano Ari	Seguimiento de insumos
													Op. Jose Asqui	Instalar el equipo liviano

Análisis de Restricciones de la Semana 20 (11 de noviembre al 16 de noviembre) Primer Nivel

PLANIFICACIÓN LAST PLANNER SYSTEM																
ANÁLISIS DE RESTRICCIONES																
NOMBRE DEL PROYECTO:		UBICACIÓN:		LOOK AHEAD:		FECHA:		SEMANA 20								
MEJORAMIENTO DEL SERVIDO DE LABORATORIOS EN LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE LA UNA		PUNO - PUNO		N° 2		09/11/2019										
Emisión:		Propietario:		Elaboración:		Entidad:										
		E. P. Ingeniería Electrónica		Bach. Jherson Mario Quenta Quiñonez		Oficina General de Infraestructura Universitaria										
ÍTEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	SEMANA 20 del 11/11/19 AL 16/11/19							NÚMERO TOTAL DE RESTRICCIONES			GESTIÓN DE LA RESTRICCIÓN			
			LUNES 11-Nov	MARTES 12-Nov	MIERCOLES 13-Nov	JUEVES 14-Nov	VIERNES 15-Nov	SABADO 16-Nov	DESCRIPCIÓN DE LA RESTRICCIÓN	ESTADO	RESPONSABLES					
PRIMER NIVEL													30			
01.03.04	DEMOLICIONES	m3	P.2	P.2		P.1	P.1						Requiere equipo Bob cat	LEVANTADO	Maestro de obra Javier	Coordinación con operador
			P.2	P.2		P.1	P.1						Requiere equipo Bob cat	LEVANTADO	Maestro de obra Javier	Coordinación con operador
			P.2	P.2		P.1	P.1									
			P.2	P.2		P.1	P.1									
02.01.01	EXCAVACION SIMPLIS	m3			P.2	P.2	P.2	P.2						LEVANTADO	Maestro de obra Javier	Despajar área
	Excavación de zanjas para losa de cimentación				P.2	P.2	P.2	P.2								
02.01.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3						P.2	P.2							
	Eliminación de tierra y escombros							P.2	P.2							
02.01.02	RELLENOS	m2	P.3	P.3	P.2	P.2	P.2	P.1	P.1					LEVANTADO	Op. Javier Gomez	Seguimiento del trab. previo
	Relleno y compactado manual															
02.01.03	ENROSCADO	m2								P.2				LEVANTADO	Maestro de obra Javier	Organizar zona de desampa
	Enroscado de zapatas más concreto simple									P.2						Solicitar agregados en obra
02.02.02	SOBRECIMENTOS	m2	EJE A-A P.3	EJE A-A P.2	EJE A-A P.1	EJE 1-1	EJE 3-3	EJE 2-2								
	Encofrado de sobrecimientos															
	Vaciado de concreto en sobrecimientos	m3	EJE A-A P.3	EJE A-A P.2	EJE A-A P.1	EJE 1-1	EJE 3-3	EJE 2-2						LEVANTADO	Maestro de obra Javier	Verificación de encofrado
															Op. Mariano Ari	Seguimiento de insumos
															Op. Jose Asqui	Instalar el equipo liviano
02.03.03	PLACAS VERTICALES	m2	PLACA B-2													
	Encofrado de placas verticales															
	Vaciado de concreto en placas verticales	m3	PLACA B-2											LEVANTADO	Op. Wilson Jilapa	Seguimiento del trab. previo
														LEVANTADO	Maestro de obra Javier	Verificación de encofrado
															Op. Mariano Ari	Seguimiento de insumos
															Op. Jose Asqui	Instalar el equipo liviano

Análisis de Restricciones de la Semana 20 (11 de noviembre al 16 de noviembre) Segundo y Tercer Nivel

PLANIFICACIÓN LAST PLANNER SYSTEM													
ANÁLISIS DE RESTRICCIONES													
NOMBRE DEL PROYECTO:		UBICACIÓN:		LOOK AHEAD:		FECHA:		SEMANA 20					
MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE LABORATORIOS EN LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE LA UNA		PUNO - PUNO		N° 2		09/11/2019							
Entidad: Oficina General de Infraestructura Universitaria		Proprietario: E. P. Ingeniería Electrónica		Elaboración: Bach. Jherson Mario Quenta Quiñonez									
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	SEMANA 20 del 11/11/19 AL 16/11/19							NÚMERO TOTAL DE RESTRICCIONES			
			LUNES	MARTES	MIRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DESCRIPCIÓN DE LA RESTRICCIÓN	ESTADO	RESPONSABLES	GESTIÓN DE LA RESTRICCIÓN	
02.03.04	COLUMNAS VERTICALES Encofrado de columnas verticales	m2	COL. B-2								LEVANTADO	Op. Wilson Jilapa	Seguimiento del trab. previo
	Vaciado de concreto en columnas verticales	m3	COL. B-2								LEVANTADO	Maestro de obra Javier	Verificación de encofrado
03.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA Muro de soga con ladrillo King Kong	m2										Op. Mariano Ari	Seguimiento de insumos
												Op. Jose Asqui	Instalar el equipo liviano
												Maestro de obra Javier	Verificación de desencofrado
												Maestro de obra Javier	Evaluar y designar personal
												Asistente Administrativo	Seguimiento de materiales
SEGUNDO NIVEL													
02.03.03	PLACAS VERTICALES Habilitación de acero longitudinal	kg	PLACA C-1	PLACA B-4			PLACA B-2	PLACA C-3					
	Habilitación de acero transversal (estribos)	kg		PLACA A-2	PLACA A-3	PLACA B-4							
	Encofrado de placas verticales	m2		PLACA A-2	PLACA A-3	PLACA B-4	PLACA B-4						
	Vaciado de concreto en placas verticales	m3		PLACA A-2	PLACA A-3	PLACA B-4	PLACA B-4						
02.03.04	COLUMNAS VERTICALES Habilitación de acero longitudinal	kg	COL. C-4	COL. B-3	COL. B-4	COL. B-2	COL. C-3						
	Habilitación de acero transversal (estribos)	kg	COL. A-4	COL. B-3	COL. B-4	COL. B-4							
	Encofrado de columnas verticales	m2	COL. A-1	COL. A-4	COL. A-3	COL. B-4	COL. B-4	COL. B-2					
	Vaciado de concreto en columnas verticales	m3	COL. A-1	COL. A-2	COL. A-3	COL. A-3	COL. B-4						
TERCER NIVEL													
02.03.03	PLACAS VERTICALES Habilitación de acero transversal (estribos)	kg											
02.03.04	COLUMNAS VERTICALES Habilitación de acero transversal (estribos)	kg											

Análisis de Restricciones de la Semana 21 (18 de noviembre al 23 de noviembre) Primer Nivel

PLANIFICACIÓN LAST PLANNER SYSTEM													
ANÁLISIS DE RESTRICCIONES													
NOMBRE DEL PROYECTO:		UBICACIÓN:		LOOK A HEAD:		FECHA:		SEMANA 21					
MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE LABORATORIOS EN LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE LA UNA		PUNO - PUNO		N° 2		16/11/2019							
Emisión:		Elaboración:		Espacio		Externo		Administrativos		Equipos			
Oficina General de Infraestructura Universitaria		E. P. Ingeniería Electrónica		Bach. Jherson Mario Quenma Quiroz									
ÍTEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	SEMANA 21 del 18/11/19 AL 23/11/19							NÚMERO TOTAL DE RESTRICCIONES		GESTIÓN DE LA RESTRICCIÓN	
			LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DESCRIPCIÓN DE LA RESTRICCIÓN	ESTADO	RESPONSABLES		
PRIMER NIVEL													
02.01.01	EXCAVACION SIMPLES Excavación de zanjas para losa de cimentación	m3	P.1	P.1								30	Despajar área
			P.1	P.1									
02.01.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE Eliminación de tierra y escombros	m3			P.1								Coordinación con operador
					P.1								
02.01.02	RELLENOS Relleno y compactado manual	m2		P.1									Coordinación con operador
				P.1									
02.01.03	ENROCADO Enrocado de zapatas más concreto simple	m2			P.1								
				P.1									
02.02.01	CIMENTOS CORRIDOS Vacado de concreto en cimientos	m3	P.2	P.1	P.3	P.2	P.1						Seguimiento del trab. previo
			P.2	P.1	P.3	P.2	P.1						
02.02.02	SORRECIPIENTOS Encofrado de sobrecimientos	m2		P.2	P.1	P.3	P.2	P.1					
				P.2	P.1	P.3	P.2	P.1					
02.03.01	LOSA DE CIMENTACION Habilitación de acero de Losa de cimentación	kg				P.3	P.3	P.3					Verificación de encofrado
						P.3	P.3	P.3					Seguimiento de insumos
						P.3	P.3	P.3					Instalar el equipo liviano
						P.3	P.3	P.3					Designar personal
02.03.05	COLUMNAS DE ARROSTRE Habilitación de acero en columnas de arrioste	kg	EJE A-A P.3	EJE A-A P.2	EJE A-A P.1	EJE I-I	EJE 2-2						
			EJE A-A P.3	EJE A-A P.2	EJE A-A P.1	EJE I-I	EJE 2-2						
			EJE A-A P.3	EJE A-A P.2	EJE A-A P.1	EJE I-I	EJE 2-2						
			EJE A-A P.3	EJE A-A P.2	EJE A-A P.1	EJE I-I	EJE 2-2						
03.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA Muro de soga con ladrillo King Kong	m2			P.1	P.1	P.2	P.2					Verificación de desencofrado
					P.1	P.1	P.2	P.2					
						P.1	P.1	P.2					Verificación de desencofrado

Análisis de Restricciones de la Semana 21 (18 de noviembre) Segundo y Tercer Nivel

PLANIFICACIÓN LAST PLANNER SYSTEM												
ANÁLISIS DE RESTRICCIONES												
NOMBRE DEL PROYECTO:		UBICACIÓN:		LOOK AHEAD:		FECHA:		Entidad:		SEMANA 21		
MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE LABORATORIOS EN LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE LA UNA		PUNO - PUNO		N° 2		16/11/2019		Oficina General de Infraestructura Universitaria E. P. Ingeniería Electrónica Bach. Jherson Mario Quenta Quiñonez				
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	SEMANA 21 del 18/11/19 AL 23/11/19							NÚMERO TOTAL DE RESTRICCIONES		
			LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DESCRIPCIÓN DE LA RESTRICCIÓN	ESTADO	RESPONSABLES	GESTIÓN DE LA RESTRICCIÓN
SEGUNDO NIVEL												
02.03.03	PLACAS VERTICALES	kg	PLACA C-4	PLACA C-3	PLACA C-2							
	Habilitación de acero transversal (estribos)											
	Encofrado de placas verticales	m2	PLACA B-2	PLACA C-4	PLACA C-3	PLACA C-2						
	Vaciado de concreto en placas verticales	m3	PLACA B-2	PLACA C-4	PLACA C-3	PLACA C-2						
02.03.04	COLUMNAS VERTICALES	kg	COL. C-4	COL. C-3	COL. C-2							
	Habilitación de acero transversal (estribos)											
	Encofrado de columnas verticales	m2	COL. B-2	COL. C-4	COL. C-3	COL. C-2						
	Vaciado de concreto en columnas verticales	m3	COL. B-2	COL. C-4	COL. C-3	COL. C-2						
TERCER NIVEL												
02.03.03	PLACAS VERTICALES	kg		PLACA A-3	PLACA B-4	PLACA B-2	PLACA C-2	PLACA C-3				
	Habilitación de acero transversal (estribos)											
	Encofrado de placas verticales	m2	PLACA A-2				PLACA A-3	PLACA B-4	PLACA C-2	PLACA B-1		
	Vaciado de concreto en placas verticales	m3	PLACA A-2				PLACA A-3	PLACA B-4	PLACA C-2	PLACA B-1		
02.03.04	COLUMNAS VERTICALES	kg	COL. B-1	COL. A-1	COL. A-4	COL. A-3	COL. B-4	COL. B-2				
	Habilitación de acero transversal (estribos)											
	Encofrado de columnas verticales	m2	COL. A-2	COL. B-1	COL. A-1	COL. B-3	COL. A-4	COL. C-2				
	Vaciado de concreto en columnas verticales	m3	COL. A-2	COL. B-1	COL. A-1	COL. B-3	COL. A-4	COL. C-2				



ANEXO 5

Planificación Semanal – Semana 14

PLANIFICACIÓN LAST PLANNER SYSTEM																																																																																																																		
PLANIFICACIÓN SEMANAL																																																																																																																		
NOMBRE DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE LABORATORIOS EN LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRONICA DE LA UNA		UBICACIÓN: PUÑO - PUÑO		LOOK AHEAD: N° 1		FECHA: 28/09/2019		SEMANA 14																																																																																																										
ENTIDAD: Oficina General de Infraestructura Universitaria PROPIETARIO: E. P. Ingeniería Electrónica ELABORACIÓN: Bach. Jherson Mario Quenta Quiñonez																																																																																																																		
ÍTEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	Metrado Programado	Metrado Ejecutado %	SEMANA 14 del 30/09/19 AL 05/10/19							ANÁLISIS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA																																																																																																					
					LUNES 30-SET	MARTES 01-OCT	MIERCOLES 02-OCT	JUEVES 03-OCT	VIERNES 04-OCT	SABADO 05-OCT	SI			NO	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO																																																																																																		
PRIMER NIVEL																																																																																																																		
01.03.04	DEMOLICIONES Demolición de cimientos y sobrecimientos	m3	8.00	100.00%	P.2	P.2	P.3	P.3	P.3			x																																																																																																						
	Demolición de piso y falso piso	m2	24.00	100.00%	P.2	P.2	P.3	P.3				x																																																																																																						
	Eliminación de material de demoliciones	m3	8.40	100.00%					P.3			x																																																																																																						
01.03.06	APUNTALAMIENTO DE CONSTRUCCIONES EXISTENTES Apuntalamiento de construcciones existentes	m2	48.00	100.00%	P.2	P.2	P.3	P.3				x																																																																																																						
02.01.01	EXCAVACION SIMPLIS Excavación de zanjas para losa de cimentación	m3	38.00	84.21%	P.2	P.2	P.3	P.3					x	ESP	Poco espacio para el bobcat	Realizar las excavaciones manualmente con mas personal																																																																																																		
02.03.01	LOSA DE CIMENTACION Habilitación de acero longitudinal y transversal	kg	6132.00	95.40%	EJE 4-4	EJE 3-3	EJE 2-2	EJE 1-1	EJE A-A	EJE A-A			x	MO	No se obtuvo los rendimientos adecuados	Organizar mejor las cuadrillas de diferentes frentes de trabajo																																																																																																		
	BUFFER (Actividades de colchón)																																																																																																																	
01.03.04	DEMOLICIONES Demolición de cimientos y sobrecimientos	m3	2.00						P.2	P.2																																																																																																								
	Demolición de piso y falso piso	m2	14.00						P.2	P.2																																																																																																								
Porcentaje de Plan Completado (PPC)																																																																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>TIPO DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO</th> <th>PRO</th> <th>TPR</th> <th>ALM</th> <th>IMO</th> <th>IMAT</th> <th>FEQ</th> <th>ADM</th> <th>EXT</th> <th>ESP</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PROGRAMACION</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>TRABAJO PREVIO</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>ALMACENAMIENTO</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>MANO DE OBRA</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>MATERIALES</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>EQUIPOS</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>ADMINISTRATIVOS</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>EXTERNOS</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>ESPACIO</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>												TIPO DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO	PRO	TPR	ALM	IMO	IMAT	FEQ	ADM	EXT	ESP	PROGRAMACION	0	0	0	0	0	0	0	0	1	TRABAJO PREVIO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ALMACENAMIENTO	0	0	0	1	0	0	0	0	0	MANO DE OBRA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	MATERIALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	EQUIPOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ADMINISTRATIVOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	EXTERNOS	0	0	0	0	0	0	0	0	1	ESPACIO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	FRECUENCIA DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO 	PPC - Semana 14 	COMENTARIOS Durante el mes de octubre se contará con la maquinaria de bobcat para excavaciones
TIPO DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO	PRO	TPR	ALM	IMO	IMAT	FEQ	ADM	EXT	ESP																																																																																																									
PROGRAMACION	0	0	0	0	0	0	0	0	1																																																																																																									
TRABAJO PREVIO	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																									
ALMACENAMIENTO	0	0	0	1	0	0	0	0	0																																																																																																									
MANO DE OBRA	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																									
MATERIALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																									
EQUIPOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																									
ADMINISTRATIVOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																									
EXTERNOS	0	0	0	0	0	0	0	0	1																																																																																																									
ESPACIO	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																									

Planificación Semanal – Semana 18

PLANIFICACIÓN LAST PLANNER SYSTEM																																											
PLANIFICACIÓN SEMANAL																																											
NOMBRE DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE LABORATORIOS EN LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRONICA DE LA UNA.		UBICACIÓN: PLANO- PUNO		LOOK AHEAD: N° 2		FECHA: 28/10/2019		SEM ANA 18																																			
Entidad: Oficina General de Infraestructura Universitaria		Proprietario: E. P. Ingeniería Electrónica		Elaboración: Bach. Johnson Mario Quenta Quiroz		SEM ANA 18																																					
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	Metrado Programado	Metrado ejecutado	%	SEMANA 18 del 28/10/19 AL 02/11/19							ANÁLISIS DE INCUMPLIMIENTO																														
						LUNES 28-OCT	MARTES 29-OCT	MIERCOLES 30-OCT	JUEVES 31-OCT	VIERNES 01-NOV	SABADO 02-NOV	SI	NO	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEIDA CORRECTIVA																											
PRIMER NIVEL																																											
01.03.04	DEMOLICIONES	m3	6.30	6.30	100.00%	P.3																																					
	Demolición de cimentados y sobrecimentados					P.3																																					
	Demolición de piso y falso piso	m2	18.00	18.00	100.00%	P.3																																					
						P.3																																					
01.03.07	TRAZO Y REPLANTEO	m2	50.00	50.00	100.00%	P.2																																					
	Trazo de losa de cimentación					P.2																																					
02.01.01	EXCAVACION SIMPLIES	m3	48.00	48.00	100.00%		P.3	P.3	P.3	P.3																																	
	Excavación de zapatas para losa de cimentación						P.3	P.3	P.3	P.3																																	
02.01.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	50.00	0.00	0.00%																																						
	Eliminación de tierra y escombros																																										
02.01.02	RELLENOS	m2	44.00	38.00	86.36%		P.3	P.3	P.3	P.3																																	
	Relevo y compactado manual						P.2	P.2	P.2	P.2																																	
02.03.03	PLACAS VERTICALES	kg	97.30	97.30	100.00%																																						
	Habilitación de acero transversal (estríbo)																																										
	Encofrado de placas verticales	m2	7.00	7.00	100.00%																																						
	Vaciado de concreto en placas verticales	m3	0.77	0.77	100.00%																																						
02.03.04	COLUMNAS VERTICALES	kg	66.00	66.00	100.00%																																						
	Habilitación de acero transversal (estríbo)																																										
	Encofrado de columnas verticales	m2	34.40	34.40	100.00%																																						
	Vaciado de concreto en columnas verticales	m3	3.90	3.90	100.00%																																						
02.01.03	BUFFER (Actividades de conchón)	m2	58.00																																								
	Encofrado de zapatas más concreto simple																																										
Porcentaje de Plan Completado (PPC)																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">TIPO DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">PRECUCENCIA DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO</td> </tr> <tr> <td>PROG</td> <td>PROGRAMACION</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>TRP</td> <td>TRABAJO PREVIO</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>ALM</td> <td>ALMACENAMIENTO</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>MO</td> <td>MANDO DE OBRA</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>MAT</td> <td>MATERIALES</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>EQ</td> <td>EQUIPOS</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>ADM</td> <td>ADMINISTRATIVOS</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>EXT</td> <td>EXTERNO</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>ESP</td> <td>ESPACIO</td> <td>0</td> </tr> </table>															TIPO DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO	PRECUCENCIA DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO	PROG	PROGRAMACION	0	TRP	TRABAJO PREVIO	0	ALM	ALMACENAMIENTO	0	MO	MANDO DE OBRA	0	MAT	MATERIALES	1	EQ	EQUIPOS	1	ADM	ADMINISTRATIVOS	0	EXT	EXTERNO	0	ESP	ESPACIO	0
TIPO DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO	PRECUCENCIA DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO																																										
PROG	PROGRAMACION	0																																									
TRP	TRABAJO PREVIO	0																																									
ALM	ALMACENAMIENTO	0																																									
MO	MANDO DE OBRA	0																																									
MAT	MATERIALES	1																																									
EQ	EQUIPOS	1																																									
ADM	ADMINISTRATIVOS	0																																									
EXT	EXTERNO	0																																									
ESP	ESPACIO	0																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">LEYENDA</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">COMENTARIOS</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>Ingresa 1000 bolsas de cemento como parte de la entrega total</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>Ya se cuenta con un winche para el vaciado de columnas verticales</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td></td> </tr> <tr> <td>D</td> <td></td> </tr> <tr> <td>E</td> <td></td> </tr> <tr> <td>F</td> <td></td> </tr> <tr> <td>G</td> <td></td> </tr> <tr> <td>H</td> <td></td> </tr> <tr> <td>I</td> <td></td> </tr> </table>															LEYENDA	COMENTARIOS	A	Ingresa 1000 bolsas de cemento como parte de la entrega total	B	Ya se cuenta con un winche para el vaciado de columnas verticales	C		D		E		F		G		H		I										
LEYENDA	COMENTARIOS																																										
A	Ingresa 1000 bolsas de cemento como parte de la entrega total																																										
B	Ya se cuenta con un winche para el vaciado de columnas verticales																																										
C																																											
D																																											
E																																											
F																																											
G																																											
H																																											
I																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">PRECUCENCIA DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">PPC - Semana 18</td> </tr> <tr> <td>PROGRAMACION</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>TRABAJO PREVIO</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>ALMACENAMIENTO</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>MANDO DE OBRA</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>MATERIALES</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>EQUIPOS</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>ADMINISTRATIVOS</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>EXTERNO</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>ESPACIO</td> <td>0%</td> </tr> </table>															PRECUCENCIA DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO	PPC - Semana 18	PROGRAMACION	0%	TRABAJO PREVIO	0%	ALMACENAMIENTO	0%	MANDO DE OBRA	0%	MATERIALES	50%	EQUIPOS	50%	ADMINISTRATIVOS	0%	EXTERNO	0%	ESPACIO	0%									
PRECUCENCIA DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO	PPC - Semana 18																																										
PROGRAMACION	0%																																										
TRABAJO PREVIO	0%																																										
ALMACENAMIENTO	0%																																										
MANDO DE OBRA	0%																																										
MATERIALES	50%																																										
EQUIPOS	50%																																										
ADMINISTRATIVOS	0%																																										
EXTERNO	0%																																										
ESPACIO	0%																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">ACTIVIDADES PROGRAMADAS</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">ACTIVIDADES REALIZADAS</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>10</td> </tr> </table>															ACTIVIDADES PROGRAMADAS	ACTIVIDADES REALIZADAS	12	10																									
ACTIVIDADES PROGRAMADAS	ACTIVIDADES REALIZADAS																																										
12	10																																										

Planificación Semanal – Semana 19

PLANIFICACIÓN LÁST PLANNER SYSTEM																																						
PLANIFICACIÓN SEMANAL																																						
NOMBRE DEL PROYECTO:		UBICACIÓN:		FECHA:		LOOK AHEAD:		FECHA:		SEMANA 19																												
MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE LABORATORIOS EN LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE LA UNA		PUNO - PUNO		01/11/2019		N° 2		01/11/2019																														
Elaborado: E. P. Ingeniería Electrónica		Elaborado: E. P. Ingeniería Electrónica		Elaborado: E. P. Ingeniería Electrónica		Elaborado: E. P. Ingeniería Electrónica		Elaborado: E. P. Ingeniería Electrónica		Elaborado: E. P. Ingeniería Electrónica																												
Bach. Jhonatan Mario Quispe Curiñanez		Bach. Jhonatan Mario Quispe Curiñanez		Bach. Jhonatan Mario Quispe Curiñanez		Bach. Jhonatan Mario Quispe Curiñanez		Bach. Jhonatan Mario Quispe Curiñanez		Bach. Jhonatan Mario Quispe Curiñanez																												
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	Metrado Programado	Metrado Ejecutado	%	LUNES 04-Nov	MARTES 05-Nov	MIERCOLES 06-Nov	JUEVES 07-Nov	VIERNES 08-Nov	SABADO 09-Nov	ANÁLISIS DE INCUMPLIMIENTO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MECIDA CORRECTIVA																								
PRIMER NIVEL																																						
01.03.07	TRAZO Y REPANTEO Trazo de losa de cimentación	m2	42.00	42.00	100.00%						P.1																											
											P.1																											
02.01.02	RELLENOS Relleno y compactado manual	m2	30.00	30.00	100.00%		P.3 P.2	P.1	P.1	P.3 P.2																												
02.01.03	ENFOCADOR Enrocado de zapatas más concreto simple	m2	58.00	58.00	100.00%						P.3 P.3																											
02.03.03	PLACAS VERTICALES Habilitación de acero (estribos)	kg	46.00	46.00	100.00%		PLACA C3	PLACA C2	PLACA C4																													
							PLACA A3	PLACA C2	PLACA C3	PLACA C4																												
							PLACA B4																															
							PLACA A3	PLACA B4	PLACA C3	PLACA C2	PLACA C4																											
02.03.04	COLUMNAS VERTICALES Habilitación de acero (transversal) (estribos)	kg	305.00	305.00	100.00%		COL B3	COL C3	COL C4																													
							COL C3	COL C2	COL C4																													
							COL B4	COL C2	COL C4																													
							COL A3	COL B4	COL C3																													
							COL A3	COL B3	COL C3	COL C2	COL C4																											
							COL B4	COL B4																														
SEGUNDO NIVEL																																						
02.03.03	PLACAS VERTICALES Habilitación de acero longitudinal	kg	217.00		0.00%				PLACA C2	PLACA A3	PLACA A2																											
02.03.04	COLUMNAS VERTICALES Habilitación de acero longitudinal	kg	1365.00		0.00%			COL A4	COL A3	COL A2	COL A1																											
								COL C2	COL B1																													
										COL A3	COL A1																											
										COL A3	COL A1																											
										COL B4	COL B4																											
Porcentaje de Plan Completado (PPC)																																						
75% 12 Actividades Programadas 9 Actividades Realizadas																																						
<p>PPC - Semana 19</p> <ul style="list-style-type: none"> Actividades Programadas: 12 Actividades Realizadas: 9 																																						
<p>COMENTARIOS</p> <p>Durante este mes ya no se cuenta con el Bobcat Se registra el ingreso de tuberías de PVC y secciónes zambidas de obra Se realizaron trabajos complementarios como el corte de agregados y muestreo Se realizó la entrega de la ordenación de O/C por parte de Abastecimientos El día lunes se decretó feriado local para el sector público.</p>																																						
<p>FRECUENCIA DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO</p>																																						
<p>TIPO DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO</p> <table border="1"> <tr><td>PRO</td><td>PROGRAMACION</td><td>1</td></tr> <tr><td>TPR</td><td>TRABAJO PREVIO</td><td>1</td></tr> <tr><td>ALM</td><td>ALMACENAMIENTO</td><td>0</td></tr> <tr><td>MO</td><td>MANO DE OBRRA</td><td>1</td></tr> <tr><td>MA</td><td>MATERIALES</td><td>0</td></tr> <tr><td>E</td><td>EQUIPOS</td><td>0</td></tr> <tr><td>ADM</td><td>ADMINISTRATIVOS</td><td>0</td></tr> <tr><td>EXT</td><td>EXTERNO</td><td>0</td></tr> <tr><td>ESP</td><td>ESPACIO</td><td>0</td></tr> </table>												PRO	PROGRAMACION	1	TPR	TRABAJO PREVIO	1	ALM	ALMACENAMIENTO	0	MO	MANO DE OBRRA	1	MA	MATERIALES	0	E	EQUIPOS	0	ADM	ADMINISTRATIVOS	0	EXT	EXTERNO	0	ESP	ESPACIO	0
PRO	PROGRAMACION	1																																				
TPR	TRABAJO PREVIO	1																																				
ALM	ALMACENAMIENTO	0																																				
MO	MANO DE OBRRA	1																																				
MA	MATERIALES	0																																				
E	EQUIPOS	0																																				
ADM	ADMINISTRATIVOS	0																																				
EXT	EXTERNO	0																																				
ESP	ESPACIO	0																																				
<p>LEYENDA</p> <table border="1"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>G</td><td>H</td><td>I</td></tr> <tr><td>4</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>												A	B	C	D	E	F	G	H	I	4	3	2	1														
A	B	C	D	E	F	G	H	I																														
4	3	2	1																																			

Planificación Semanal – Semana 20 Segundo y Tercer Nivel

PLANIFICACIÓN LAST PLANNER SYSTEM																					
PLANIFICACION SEMANAL																					
NOMBRE DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE LABORATORIOS EN LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRONICA DE LA UNA		UBICACION: PUÑO - PUÑO	LOOK AHEAD: N° 2	FECHA: 09/11/2019	SEMANA 20																
Entidad: Oficina General de Infraestructura Universitaria Propietario: E. P. Ingeniería Electrónica Elaboración: Bach. Jherson Mario Quenta Quiñonez																					
ÍTEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	Metrado Programado	Metrado Ejecutado	%	SEMANA 20 del 11/11/19 AL 16/11/19															
						LUNES 11-Nov	MARTES 12-Nov	MIÉRCOLES 13-Nov	JUEVES 14-Nov	VIERNES 15-Nov	SABADO 16-Nov	SI	NO	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA					
SEGUNDO NIVEL																					
02.03.03	PLACAS VERTICALES																				
	Habilitación de acero longitudinal	kg	454.00	454.00	100.00%	PLACA C-4	PLACA B-4		PLACA B-2	PLACA C-3											
	Habilitación de acero transversal (estribos)	kg	76.00	76.00	100.00%		PLACA A-2	PLACA A-3	PLACA B-4												
	Encofrado de placas verticales	m2	21.50	21.50	100.00%			PLACA A-2	PLACA A-3	PLACA B-4											
02.03.04	Vaciado de concreto en placas verticales	m3	2.40	2.40	100.00%			PLACA A-2	PLACA A-3	PLACA B-4											
	COLUMNAS VERTICALES																				
	Habilitación de acero longitudinal	kg	1684.00	1684.00	100.00%	COL C-4	COL B-3	COL B-4	COL B-2	COL C-3											
	Habilitación de acero transversal (estribos)	kg	186.00	186.00	100.00%	COL A-4	COL A-2	COL B-3	COL B-4												
02.03.03	PLACAS VERTICALES																				
	Habilitación de acero transversal (estribos)	kg	40.00	40.00	100.00%																
	Encofrado de columnas verticales	m2	60.00	46.00	76.67%		COL A-1	COL A-4	COL A-3	COL B-4	COL B-2										
	Vaciado de concreto en columnas verticales	m3	7.00	7.00	100.00%		COL B-1	COL A-2	COL A-3	COL B-4											
TERCER NIVEL																					
02.03.03	PLACAS VERTICALES																				
	Habilitación de acero transversal (estribos)	kg	40.00	40.00	100.00%																
02.03.04	COLUMNAS VERTICALES																				
	Habilitación de acero transversal (estribos)	kg	48.00	48.00	100.00%																
Porcentaje de Plan Completado (PPC)																					
											23	Actividades Programadas									
											20	Actividades Realizadas									
											87%										

LEVEDA	
A	B
4	3
2	1
A	B

TIPO DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO	
PRO	0
TPR	1
ALM	0
MD	0
WAT	0
ECQ	0
ADM	1
EXT	0
ESP	1

FRECUENCIA DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO	
PROGRAMACION	0%
TRABAJO PREVIO	34%
ALMACENAMIENTO	33%
MANDO DE OBRA	0%
MATERIALES	0%
EQUIPOS	0%
ADMINISTRATIVOS	10%
EXTERNO	33%

PPC - Semana 20	
87%	Actividades Programadas
20	Actividades Realizadas

COMENTARIOS	
Se realizó la instalación del winche en el eje A-A para mejorar accesibilidad al concreto.	
Los operarios fierros habilitan el acero con suficiente antelación	

Planificación Semanal – Semana 21 Primer y Segundo Nivel

PLANIFICACION LAST PLANNER SYSTEM																						
PLANIFICACIÓN SEMANAL																						
NOMBRE DEL PROYECTO:		UBICACION:		LOOK AHEAD:		FECHA:		SEMANA 21														
MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE LABORATORIOS EN LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRONICA DE LA UNA		PUNO - PUNO		N° 2		16/11/2019																
Entidad: Oficina General de Infraestructura Universitaria		Preparado: E. P. Invernada Erazoza		Elaborado: Bach. Jherson Mario Quenta Quiñonez																		
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	Metrado Programado	Metrado Ejecutado	%	SEMANA 21 del 18/11/19 AL 23/11/19							MEDIDA CORRECTIVA									
						LUNES 18-Nov	MARTES 19-Nov	MIERCOLES 20-Nov	JUEVES 21-Nov	VIERNES 22-Nov	SABADO 23-Nov	SI		NO	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO						
PRIMER NIVEL																						
02.01.01	EXCAVACION SIMPLES Excavación de zanjas para losa de cimentación	m3	40.00	40.00	100.00%	P.1	P.1															
02.01.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE Eliminación de tierra y escombros	m3	45.00	45.00	100.00%			P.1	P.1													
02.01.02	RELLENOS Relleno y compactado manual	m2	11.00	11.00	100.00%	P.1																
02.01.03	ENROCADO Enrocado de zapatas más concreto simple	m2	52.00	52.00	100.00%			P.1														
02.02.01	CINTIENTOS CONCRETOS Vaciado de concreto en cimientos	m3	4.68	4.68	100.00%	P.2	P.1	P.3	P.2	P.1												
02.02.02	SOBRRECIMENTOS Encofrado de sobrecimientos	m2	12.44	12.44	100.00%			P.2	P.1	P.3	P.2	P.1										
02.03.05	COLUMNAS DE ARROSTRE Habilitación de acero en columnas de arrostre	kg	220.00	220.00	100.00%	EJEAAP.3	EJEAAP.2	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	
	Encofrado de columnas de arrostre	m2	16.00	16.00	100.00%	EJEAAP.3	EJEAAP.2	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	
	Vaciado de concreto en columnas de arrostre	m3	2.40	2.40	0.00%	EJEAAP.3	EJEAAP.2	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	EJEAAP.1	
02.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA Muro de soga con ladrillo King Kong	m2	16.00	16.00	100.00%				P.1	P.1	P.2	P.2										
	Muro de cabeza con ladrillo King Kong	m2	8.30	8.30	100.00%				P.1	P.1	P.2	P.2										
SEGUNDO NIVEL																						
02.03.03	PLACAS VERTICALES Habilitación de acero transversal (estribos)	kg	80.00	80.00	100.00%	PLACA C-4	PLACA C-3	PLACA C-2														
	Encofrado de placas verticales	m2	35.00	35.00	100.00%	PLACA B-2	PLACA C-4	PLACA C-3	PLACA C-2													
	Vaciado de concreto en placas verticales	m3	3.88	3.88	100.00%	PLACA B-2	PLACA C-4	PLACA C-3	PLACA C-2													
02.03.04	COLUMNAS VERTICALES Habilitación de acero transversal (estribos)	kg	142.00	142.00	100.00%	COL. C-4	COL. C-3	COL. C-2														
	Encofrado de columnas verticales	m2	36.00	36.00	100.00%	COL. B-2	COL. C-4	COL. C-3	COL. C-2													
	Vaciado de concreto en columnas verticales	m3	4.19	4.19	100.00%	COL. B-2	COL. C-4	COL. C-3	COL. C-2													

Planificación Semanal – Semana 21 Tercer Nivel

PLANIFICACIÓN LAST PLANNER SYSTEM																																												
PLANIFICACIÓN SEMANAL																																												
NOMBRE DEL PROYECTO: MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE LABORATORIOS EN LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRONICA DE LA UNA		UBICACION: PUNO - PUNO		LOOK AHEAD: Nº 2		FECHA: 16/11/2019		Entidad: Oficina General de Infraestructura Universitaria Propietario: E. P. Ingeniería Electronica Elaboración: Bach. Jherson Mario Quenia Quiñonez		SEMANA 21																																		
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	Metrado Programado	Metrado Efectuado	%	SEMANA 21 del 18/11/19 AL 23/11/19							ANÁLISIS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA																														
						LUNES 18-Nov	MARTES 19-Nov	MIÉRCOLES 20-Nov	JUEVES 21-Nov	VIERNES 22-Nov	SABADO 23-Nov	SI			NO	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO																											
TERCER NIVEL																																												
02.03.03	PLACAS VERTICALES Habilitación de acero transversal (estribos)	kg	139.00	139.00	100.00%		PLACA A-3	PLACA B-4	PLACA B2	PLACA C-2	PLACA C-3																																	
	Encofrado de placas verticales	m2	27.00	27.00	100.00%		PLACA A-2				PLACA A-3	PLACA B-4																																
	Vaciado de concreto en placas verticales	m3	2.42	1.85	76.45%		PLACA A-2				PLACA A-3	PLACA B-4																																
02.03.04	COLUMNAS VERTICALES Habilitación de acero transversal (estribos)	kg	461.00	461.00	100.00%		COL B-1	COL A-1	COL A-3	COL B-4	COL B-2																																	
	Encofrado de columnas verticales	m2	68.70	68.70	100.00%		COL A-2	COL B-1	COL B-3	COL A-3	COL B-4																																	
	Vaciado de concreto en columnas verticales	m3	10.17	8.94	87.91%		COL A-2	COL B-1	COL B-3	COL A-3	COL B-4																																	
BUFFER (Actividades de conchón)																																												
02.03.01	LOSA DE CIMENTACION Habilitación de acero de Losa de cimentación	kg	2845.00						P.3	P.3	P.3																																	
Porcentaje de Plan Completado (PPC)																																												
92%												24	Actividades Programadas	22	Actividades Realizadas																													
LEYENDA A B C D E F G H I 4 Parte 3 (P. 3) 3 Parte 2 (P. 2) 2 Parte 1 (P. 1) 1 A B C D E F G H I												PPC - Semana 21 		FRECUENCIA DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO 		TIPO DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO <table border="1"> <tr><td>PRO</td><td>PROGRAMACION</td><td>0</td></tr> <tr><td>TPR</td><td>TRABAJO PREVIO</td><td>0</td></tr> <tr><td>ALM</td><td>ALMACENAMIENTO</td><td>0</td></tr> <tr><td>MO</td><td>MANO DE OBRA</td><td>0</td></tr> <tr><td>MAT</td><td>MATERIALES</td><td>0</td></tr> <tr><td>EQ</td><td>EQUIPOS</td><td>0</td></tr> <tr><td>ADM</td><td>ADMINISTRATIVOS</td><td>0</td></tr> <tr><td>EXT</td><td>EXTERNO</td><td>2</td></tr> <tr><td>ESP</td><td>ESPACIO</td><td>0</td></tr> </table>		PRO	PROGRAMACION	0	TPR	TRABAJO PREVIO	0	ALM	ALMACENAMIENTO	0	MO	MANO DE OBRA	0	MAT	MATERIALES	0	EQ	EQUIPOS	0	ADM	ADMINISTRATIVOS	0	EXT	EXTERNO	2	ESP	ESPACIO	0
PRO	PROGRAMACION	0																																										
TPR	TRABAJO PREVIO	0																																										
ALM	ALMACENAMIENTO	0																																										
MO	MANO DE OBRA	0																																										
MAT	MATERIALES	0																																										
EQ	EQUIPOS	0																																										
ADM	ADMINISTRATIVOS	0																																										
EXT	EXTERNO	2																																										
ESP	ESPACIO	0																																										
COMENTARIOS Se incorporan 4 obreros, entre ellos 1 Operario, 1 oficial y 2 Peones. El día 22 se aproximaron personal de la OGIU para revisar el estado de seguridad en obra. Durante la inspección recomiendo el despeje de áreas libres y señalar toda la obra.																																												

Planificación Semanal – Semana 24

PLANIFICACIÓN LÁST PLANNER SYSTEM													
PLANIFICACIÓN SEMANAL													
NOMBRE DEL PROYECTO:		UBICACION:		FECHA:		LOOK AHEAD:		FECHA:		SEMANA 24			
MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE LABORATORIOS EN LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ELECTRONICA DE LA LINA		PUNO - PUNO		07/12/2019		N° 3		07/12/2019		SEMANA 24			
Entidad: Oficina General de Infraestructura Universitaria		Propietario: E. P. Ingeniería Electrónica		Elaboración: Bach. Jhonson Mario Oquendo Quiroz									
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	Metrado Programado	Metrado Ejecutado	%	LUNES 09-DIC	MARTES 10-DIC	MIERCOLES 11-DIC	JUEVES 12-DIC	VIERNES 13-DIC	SABADO 14-DIC	ANÁLISIS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA
PRIMER NIVEL													
01.03.03	REMOCIONES												
	Desmontaje de puertas	m2	4.80	4.80	100.00%				P.1	P.1	P.2		
	Desmontaje de ventanas	m2	12.00	12.00	100.00%				P.1	P.1	P.2		
01.03.04	DEMOLICIONES												
	Demolicion de muros	m2	35.00	35.00	100.00%				P.1	P.1	P.2		
	Demolicion de sobrecimientos	m2	3.40	3.40	100.00%				P.1	P.1	P.2		
02.03.01	LOSA DE CIMENTACION												
	Habilitacion de acero de losa de cimentacion	kg	3068.00	3068.00	100.00%	P.1							
						P.1							
	Encofrado de losa de cimentacion	m2	15.00	15.00	100.00%	P.1							
	Vaciado de concreto en losa de cimentacion	m3	84.00	84.00	100.00%	P.1							
						P.2							
						P.3							
SEGUNDO NIVEL													
03.01	MUROS Y FABRICOS DE ALUMINERIA												
	Muro de soga con ladrillo King Kong	m2	18.60	18.60	100.00%				EJE 44	EJE 44			
TERCER NIVEL													
02.03.07	VIGAS HORIZONTALES												
	Encofrado de vigas horizontales	m2	36.00	31.00	86.11%				EJE 44	EJE 44	EJE 44		
									EJE 11	EJE 11	EJE 11		
									EJE 22	EJE 22	EJE 22		
									EJE 44	EJE 44	EJE 44		
02.03.09	LOSA MACIZA												
	Encofrado de los maciza	m2	58.00	52.00	89.66%				EJE 44	EJE 44	EJE 44		
BUFFER (Actividades de conchun)													
PRIMER NIVEL													
03.01	MUROS Y FABRICOS DE ALUMINERIA												
	Muro de soga con ladrillo King Kong	m2	12.50						P.2	P.3			

Porcentaje de Plan Completado (PPC)											
										80%	10 Actividades Programadas
										8	Actividades Realizadas

FRECUECIA DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO											
PROG	PROGRAMACION	0									
TRAB	TRABAJO PERDIDO	0									
ADM	ADMICION PERDIDO	0									
MAT	MATERIALES	2									
EQU	EQUIPOS	0									
ADM	ADMINISTRATIVOS	0									
EXT	EXTERNO	0									
ESP	ESPACIO	0									

TIPO DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO											
PROG	PROGRAMACION	0									
TRAB	TRABAJO PERDIDO	0									
ADM	ADMICION PERDIDO	0									
MAT	MATERIALES	2									
EQU	EQUIPOS	0									
ADM	ADMINISTRATIVOS	0									
EXT	EXTERNO	0									
ESP	ESPACIO	0									

PPC - Semana 24											
										80%	10 Actividades Programadas
										8	Actividades Realizadas

COMENTARIOS											
Durante los días de vacación de losa de cimentación se destina todo el personal.											

Planificación Semanal – Semana 25

PLANIFICACIÓN LAST PLANNER SYSTEM																																																										
PLANIFICACIÓN SEMANAL																																																										
NOMBRE DEL PROYECTO:		UBICACION:		FECHA:		LOOK AREA:		SEMANA 24 del 16/12/19 AL 21/12/19		SEMANA 25		ANÁLISIS DE INCUMPLIMIENTO																																														
MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA DE LA LINA		PUNO - PUNO		14/12/2019		N° 3		LUNES 16-Dic		MIÉRCOLES 17-Dic		JUEVES 19-Dic		VIERNES 20-Dic		SÁBADO 21-Dic		MEYDIA CORRECTIVA																																								
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	Metrado Programado	Metrado Ejecutado	%	PRIMER NIVEL		SEGUNDO NIVEL		TERCER NIVEL		SI	NO	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEYDIA CORRECTIVA																																										
01.03.04	DEMOLICIONES	Demolicion de muros	m2	22.00	22.00	100.00%																																																				
		Demolicion de sobrecimientos	m2	2.20	0.00	0.00%																																																				
		Demolicion de piso y falso piso	m2	43.00	38.00	88.37%																																																				
03.01	MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑERIA	Muro de soga con ladrillo King Kong	m2	12.60	12.60	100.00%																																																				
02.03.07	VIGAS HORIZONTALES	Habilitacion de acero longitudinal	kg	1318.00	1318.00	100.00%																																																				
02.03.09	LOSA MACIZA	Encostrado de los maciza	m2	47.00	47.00	100.00%																																																				
		Habilitacion de acero longitudinal	kg	1074.00	1074.00	100.00%																																																				
		Habilitacion de acero transversal (estribos)	kg	1072.00	1072.00	100.00%																																																				
	Vaciado de concreto en Losa Maciza	m3	19.27	19.27	100.00%																																																					
Porcentaje de Plan Completado (PPC)																																																										
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="2">TIPO DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO</th> <th>PIRO</th> <th>PROGRAMACION</th> <th>TRABAJO PREVIO</th> <th>ALMACENAMIENTO</th> <th>MANO DE OBRA</th> <th>MATERIALES</th> <th>EQUIPOS</th> <th>ADMINISTRATIVOS</th> <th>ESPACIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>															TIPO DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO		PIRO	PROGRAMACION	TRABAJO PREVIO	ALMACENAMIENTO	MANO DE OBRA	MATERIALES	EQUIPOS	ADMINISTRATIVOS	ESPACIO	4	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0																						
TIPO DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO		PIRO	PROGRAMACION	TRABAJO PREVIO	ALMACENAMIENTO	MANO DE OBRA	MATERIALES	EQUIPOS	ADMINISTRATIVOS	ESPACIO																																																
4	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0																																																
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="2">LEYENDA</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>C</th> <th>D</th> <th>E</th> <th>F</th> <th>G</th> <th>H</th> <th>I</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Parie 3 (p. 3)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Parie 2 (p. 2)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Parie 1 (p. 1)</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>															LEYENDA		A	B	C	D	E	F	G	H	I	Parie 3 (p. 3)											Parie 2 (p. 2)											Parie 1 (p. 1)										
LEYENDA		A	B	C	D	E	F	G	H	I																																																
Parie 3 (p. 3)																																																										
Parie 2 (p. 2)																																																										
Parie 1 (p. 1)																																																										
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="2">FRECUENCIA DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO</th> <th>PROGRAMACION</th> <th>TRABAJO PREVIO</th> <th>ALMACENAMIENTO</th> <th>MANO DE OBRA</th> <th>MATERIALES</th> <th>EQUIPOS</th> <th>ADMINISTRATIVOS</th> <th>ESPACIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6%</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>															FRECUENCIA DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO		PROGRAMACION	TRABAJO PREVIO	ALMACENAMIENTO	MANO DE OBRA	MATERIALES	EQUIPOS	ADMINISTRATIVOS	ESPACIO	6%																																	
FRECUENCIA DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO		PROGRAMACION	TRABAJO PREVIO	ALMACENAMIENTO	MANO DE OBRA	MATERIALES	EQUIPOS	ADMINISTRATIVOS	ESPACIO																																																	
6%																																																										
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="2">PPC - Semana 25</th> <th>Actividades Programadas</th> <th>Actividades Realizadas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>82%</td> <td>11</td> <td>9</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>															PPC - Semana 25		Actividades Programadas	Actividades Realizadas	82%	11	9																																					
PPC - Semana 25		Actividades Programadas	Actividades Realizadas																																																							
82%	11	9																																																								
<p>COMENTARIOS</p> <p>Las cuadrillas de acero y encostrado mantienen mejoras en la curva de aprendizaje. Se veon los elementos horizontales del tercer nivel en forma monolitica</p>																																																										



ANEXO 6

PANEL FOTOGRÁFICO

Obra: “Mejoramiento del Servicio de Laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional del Altiplano”



Excavación de zanjas para Losa de Cimentación en Sector 1, Sector 2 y Sector 3.



Habilitación de acero longitudinal y transversal para Losa de Cimentación.



Excavación de zanjas con equipo Bob Cat en Sector 4 y Sector 5.



Preparación de insumos para la producción de concreto para Losa de Cimentación.



Vaciado de concreto en Losa de Cimentación de Sector 1, Sector 2 y Sector 3



Encamisado de columnas A-1 y A-2 del Sector 1 en el primer nivel.



Excavación de zanjas y demolición de piso para Enrocado del Sector 4 y Sector 5.



Relleno con material propio y apisonado con plancha compactadora en Sector 1.



Vaciado de concreto en columnas encamisadas y placas A-3 y A-4 del Sector 1 en el Segundo Nivel.



Enrocado con piedra grande y concreto en el Sector 4 y Sector 5.



Encofrado y habilitación de columnas y placas del Sector 2 en el primer nivel.



Habilitación de acero para encamisado de columnas y placas verticales adyacentes A-2 y A-3 del Sector 1 en el Segundo nivel.



Habilitación de acero en columnas C-2 y A-2 en el Tercer nivel



Excavación de zanjas para cemento corrido en el Sector 2



Encofrado de sobrecimientos y sobrecimientos reforzados en el Sector 1, Sector 2 y Sector 3.



Concreto en sobrecimientos y liberación para asentamiento de muros de ladrillo KK.



Habilitación de acero y concreto en columnas nuevas C-2' del Sector 2.



Excavación de zanjas para enrocado entre los ejes 1 y 2 del Sector 4.



Enrocado y preparación de acero para Losa de Cimentación entre los ejes 1 y 2 del Sector 4.



Levantamiento de muros de ladrillo KK en Sector 1.



Habilitación de acero longitudinal y transversal en Losa de Cimentación y columnas encamisadas del Sector 4 y Sector 5.



Habilitación de acero longitudinal y transversal sobre vigas de cimentación existentes para Losa de Cimentación y columnas encamisadas del Sector 4 y Sector 5.



Encofrado de Losa de Cimentación y columnas encamisadas del Sector 4 y Sector 5.



Levantamiento de muros del ladrillo KK del Sector 2 en el Segundo nivel.



Encofrado de vigas horizontales del Sector 1 y Sector 2 en el Tercer nivel.



Descarga y distribución de agregados para la producción de concreto.



Vista Frontal y posterior de la obra durante el periodo de ejecución.