

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**Evaluación del desempeño en proyectos de edificación integrando last
planner system, valor ganado y pronósticos. Caso práctico edificio
multifamiliar el parque. Trujillo 2022**

Línea de Investigación: Ingeniería de la construcción, Ingeniería Urbana,
Ingeniería estructural
Sub línea de investigación: Gestión De Proyectos De Construcción

Autores:

Celio Ramírez, Daniel Edwuar
Vásquez Alvares, Irvin Banner

Jurado Evaluador:

Presidente : Durand Orellana, Roció Del Pilar
Secretario : Gálvez Paredes, José Alcides
Vocal : Merino Martínez, Marcelo Edmundo

Asesor:

Chuquilín Delgado, María Florencia
Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1558-6369>

Trujillo-Perú
2023

Fecha de sustentación: 2023 / 12 / 13

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**Evaluación del desempeño en proyectos de edificación integrando last
planner system, valor ganado y pronósticos. Caso práctico edificio
multifamiliar el parque. Trujillo 2022**

Línea de Investigación: Ingeniería de la construcción, Ingeniería Urbana,
Ingeniería estructural
Sub línea de investigación: Gestión De Proyectos De Construcción

Autores:

Celio Ramírez, Daniel Edwuar
Vásquez Alvares, Irvin Banner

Jurado Evaluador:

Presidente : Durand Orellana, Roció Del Pilar
Secretario : Gálvez Paredes, José Alcides
Vocal : Merino Martínez, Marcelo Edmundo

Asesor:

Chuquilín Delgado, María Florencia
Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1558-6369>

Trujillo-Perú
2023

Fecha de sustentación: 2023 / 12 / 13

Evaluación del desempeño en proyectos de edificación integrando last planner system, valor ganado y pronostico. Caso práctico edificio multifamiliar el parque. Trujillo 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

3%

INDICE DE SIMILITUD

3%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.upao.edu.pe
Fuente de Internet



3%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 2%

Excluir bibliografía

Apagado

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, **CHUQUILIN DELGADO MARIA FLORENCIA**, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada **"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO EN PROYECTOS DE EDIFICACIÓN INTEGRANDO LAST PLANNER SYSTEM, VALOR GANADO Y PRONÓSTICOS. CASO PRACTICO EDIFICIO MULTIFAMILIAR EL PARQUE. TRUJILLO 2022"**, del (los) autor (es) **CELIO RAMIREZ DANIEL EDUAR** y **VASQUEZ ALVAREZ IRVIN BANNER**, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud del 3%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 24 de NOV. del 2023
- He revisado con detalle dicho reporte de la tesis **"EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO EN PROYECTOS DE EDIFICACIÓN INTEGRANDO LAST PLANNER SYSTEM, VALOR GANADO Y PRONÓSTICOS. CASO PRACTICO EDIFICIO MULTIFAMILIAR EL PARQUE. TRUJILLO 2022"**, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

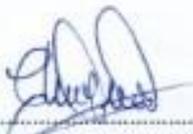
Ciudad y fecha: TRUJILLO 27 DE NOVIEMBRE 2023



CELIO RAMIREZ DANIEL EDUAR
DNI:41397396



VASQUEZ ALVAREZ IRVIN BANNER
DNI: 45992238



CHUQUILIN DELGADO MARIA FLORENCIA
DNI: 42317343
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1558-6369>



RESUMEN

El presente trabajo de investigación, tiene como objetivo fundamental desarrollar la evaluación del desempeño en el proyecto edificio multifamiliar el parque integrando last planner system, valor ganado y pronósticos.

El tipo de investigación fue del tipo cuantitativa y descriptiva con un diseño no experimental del tipo longitudinal de tendencia, el cual aplica para el primero, segundo y cuarto objetivo específico; y el tipo de diseño experimental del tipo preexperimento que aplica para nuestro tercer objetivo específico.

Se obtuvo como resultados para le plan maestro un total de total de 26 partidas globales las cuales van desde labores preliminares hasta la especialidad de aire acondicionado.

Para La determinación de la variación del costo y del cronograma, respecto a la línea, para la fecha de corte en el mes de julio, el proyecto presenta un costo real superior al costo planeado con un diferencial de S/. 140451.7, así mismo presenta un valor ganado acumulado de S/. 589007.76, una variación del costo de S/.172826.24 y una variación del cronograma de S/.32374.54 y un costo de completitud probable de S/. 1461334.59; lo cual indica que en términos generales el proyecto se está desarrollando de manera ineficiente a la fecha de corte.

Por su parte para los pronósticos se empleó la simulación Montecarlo y el simulador Crystal Ball a un nivel de confianza del 95%; y se determinó el impacto del incremento del costo de las partidas sobre la utilidad, el costo directo y la reducción de la utilidad del proyecto; obteniéndose que los tres casos de las variables de salida (utilidad, costo directo y reducción de utilidad), la variable más sensible está representada por la partida de estructuras con un impacto del 50.6% y en segundo lugar por la partida de arquitectura y acabados con un impacto de 47.2%.

Palabras clave: Evaluación del desempeño, last planner, valor ganado y pronósticos.

ABSTRACT

The main objective of this research work is to develop the evaluation of performance in the El Parque multifamily building project, integrating last planner system, earned value and forecasts.

The type of research was quantitative and descriptive with a non-experimental design of the longitudinal trend type, which applies to the first, second and fourth specific objective; and the type of experimental design of the pre-experiment type that applies to our third specific objective.

A total of 26 global items were obtained as results for the master plan, which range from preliminary work to the air conditioning specialty. For the determination of the variation of the cost and the schedule, with respect to the line, for the cut-off date in the month of July, the project presents a real cost higher than the planned cost with a differential of S/. 140451.7, likewise presents an accumulated earned value of S/. 589007.76, a cost variation of S/.172826.24 and a schedule variation of S/.32374.54 and a probable completion cost of S/. 1461334.59; which indicates that in general terms the project is being developed in an inefficient manner at the cut-off date.

On the other hand, for the forecasts, the Montecarlo simulation and the Crystal Ball simulator were used at a confidence level of 95%; and the impact of the increase in the cost of the items on the utility, the direct cost and the reduction of the utility of the project will be reduced; obtaining that the three cases of the output variables (utility, direct cost and utility reduction), the most sensitive variable is represented by the item of structures with an impact of 50.6% and secondly by the item of architecture and finishes with an impact of 47.2%.

Keywords: Performance appraisal, ultimate planner, earned value, and forecasting.

PRESENTACION

Distinguidos miembros del jurado:

De acuerdo con los requisitos de acorde con el reglamento de grados y títulos de la universidad Privada Antenor Orrego, nos complace presentarles esta tesis titulada: EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO EN PROYECTOS DE EDIFICACIÓN INTEGRANDO LAST PLANNER SYSTEM, VALOR GANADO Y PRONOSTICOS. CASO PRACTICO EDIFICIO MULTIFAMILIAR EL PARQUE. TRUJILLO 2022, para obtener el título de ingeniero civil.

INDICE GENERAL

RESUMEN	ii
ABSTRACT.....	iii
PRESENTACION.....	iv
INDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
1. INTRODUCCION	10
1.1 Planteamiento del problema	10
1.2 Formulación del problema	11
1.3 Objetivos.....	11
1.4 Justificación del estudio	12
2. MARCO DE REFERENCIA	13
2.1 Antecedentes.....	13
2.2 Marco Teórico.....	15
2.3 Marco Conceptual	21
2.4. Hipótesis	22
2.5 Variables.	22
2.6. Operacionalización de Variables	22
3. METODOLOGÍA EMPLEADA	24
3.1 Tipo y nivel de investigación	24
3.2 Población y muestra	24
3.3 Diseño de investigación	25
3.4 Técnicas e instrumentos de investigación.	27
3.5 Procesamiento y análisis de datos.....	27
4. PRESENTACION DE RESULTADOS	28
4.1 Desarrollo del objetivo número 1: Plan Maestro, Plan Intermedio y plan semanal.....	28
4.2. Desarrollo del objetivo número 2: Determinación de la variación del costo y cronograma del proyecto a través de la metodología del valor ganado.....	54
4.3. Desarrollo del objetivo número 3: Pronósticos para la variación del costo y su impacto sobre la utilidad del proyecto.	62

4.4. Desarrollo del objetivo número 4.	74
5. DISCUSION DE RESULTADOS	83
CONCLUSIONES	84
RECOMENDACIONES	86
REFERENCIAS.....	87
ANEXOS	89
1. INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION	89
2. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO.....	102
3. REPORTE DE RESULTADOS DE LA SIMULACION EN CRYSTAL BALL	112
4. RENDIMIENTOS EMPLEADOS PARA ESTIMAR LA DURACION DE LA OBRA.....	122

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables para la investigación.....	23
Tabla 2. Partida de concreto en sobrecimiento armado.....	30
Tabla 3. Semanas totales por partida.	32
Tabla 4. Plan maestro para el proyecto.	34
Tabla 5. Hitos principales del proyecto.	36
Tabla 6. <i>Plan intermedio detallado para la semana 1.</i>	40
Tabla 7. Avance programado por mes para el proyecto	41
Tabla 8. <i>Plan semanal para el proyecto.</i>	45
Tabla 9. <i>Porcentaje de plan cumplido (PPC).</i>	48
Tabla 10. <i>Porcentaje de plan cumplido para las 6 primeras semanas.</i>	49
Tabla 11. Interpretación del % de PPC.....	49
Tabla 12. <i>Causas de incumplimiento para las 10 primeras semanas del proyecto.</i>	52
Tabla 13. <i>Presupuesto resumido del proyecto.</i>	54
Tabla 14. <i>Valor planeado, valor real y valor ganado del proyecto.</i>	56
Tabla 15. <i>Costo real del proyecto por partida.</i>	57
Tabla 16. <i>Variación, índices y costo por completar del proyecto.</i>	58
Tabla 17. <i>Variables de entrada para la simulación Montecarlo con Cristal Ball.</i>	63
Tabla 18. <i>Variables de salida para la simulación Montecarlo con Cristal Ball.</i>	63
Tabla 19. <i>Distribución de probabilidad del tipo triangular para las variables de entrada.</i>	64
Tabla 20. Hoja de análisis para el plan maestro.	89
Tabla 21. Hoja de análisis para plan intermedio.	90
Tabla 22. Hoja de análisis para plan semanal.	91
Tabla 23. Hoja de análisis para variación del cronograma y costo.	92
Tabla 24. Hoja de análisis para variación de costo y utilidad.....	93
Tabla 25. Presupuesto detallado del proyecto.	96
Tabla 26. Presupuesto resumido del proyecto.....	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Plan intermedio global para semana 1-3.....	38
Figura 2. Plan Intermedio global para semana 4 a 6.....	39
Figura 3. <i>Levantamiento de restricciones en las actividades planificadas.</i>	43
Figura 4. <i>Metrados planificados y reales y % de cumplimiento y causas de incumplimiento.</i>	47
Figura 5. <i>% Cumplimiento (PPC)para las 6 primeras semanas del proyecto.</i>	50
Figura 6. <i>Total, de causas de incumplimiento por cada semana.</i>	53
Figura 7. <i>Frecuencias acumuladas de causas de incumplimiento.</i>	53
Figura 8. <i>Curvas para los principales indicadores del valor ganado.</i>	59
Figura 9. <i>Índices de desempeño de costo, cronograma y costo-programación.</i>	60
Figura 10. <i>Resumen final entre planeado y real.</i>	61
Figura 11. <i>Distribución de probabilidad para el impacto del costo de las partidas sobre la utilidad.</i>	65
Figura 12. <i>Gráfico de sensibilidad para el impacto del incremento del costo sobre la utilidad del proyecto.</i>	66
Figura 13. <i>Distribución de probabilidad para el impacto del incremento del costo sobre el costo directo del proyecto.</i>	67
Figura 14. <i>Gráfico de sensibilidad para el impacto del incremento del costo sobre el costo directo del proyecto.</i>	68
Figura 15. <i>Distribución de probabilidad para el impacto del incremento del costo sobre el % del costo directo del proyecto.</i>	69
Figura 16. <i>Distribución de probabilidad para el impacto del incremento del costo sobre la reducción de la utilidad del proyecto.</i>	70
Figura 17. <i>Gráfico de sensibilidad para el impacto del incremento del costo sobre la reducción de la utilidad del proyecto.</i>	71
Figura 18. <i>Distribución de probabilidad para el impacto del incremento del costo sobre el % de reducción de la utilidad del proyecto.</i>	72
Figura 19. <i>Gráfico de sensibilidad para el impacto del incremento del costo sobre el % de reducción de la utilidad del proyecto.</i>	73
Figura 20. <i>Pestaña resumen last planner 1-Plan maestro.</i>	75

Figura 21. <i>Pestaña resumen last planner 2, plan intermedio.</i>	76
Figura 22. <i>Pestaña resumen last planner 3, plan semanal.</i>	77
Figura 23. <i>Pestaña resumen last planner 4-Resumen de gráficos.</i>	78
Figura 24. <i>Pestaña resumen valor ganado 1-indicadores de valor ganado.</i>	79
Figura 25. <i>Pestaña resumen valor ganado 2-Grafico de los principales indicadores de valor ganado.</i>	80
Figura 26. <i>Pestaña resumen valor ganado 3-Grafico de los índices de desempeño de costo, cronograma y costo-programación.</i>	81
Figura 27. <i>Pestaña resumen valor ganado 4-Grafico de pronósticos para las variables de costo directo y utilidad del proyecto.</i>	82
Figura 28. <i>Hoja de análisis para resumen de last planner.</i>	94
Figura 29. <i>Hoja de análisis para resumen de valor ganado.</i>	95
Figura 30. <i>Plano de ubicación y localización del proyecto.</i>	108
Figura 31. <i>Distribución para la primera planta del proyecto.</i>	109
Figura 32. <i>Distribución típica del segundo al quinto piso.</i>	110
Figura 33. <i>Render de elevación del proyecto.</i>	111

1. INTRODUCCION

1.1 Planteamiento del problema

Es de conocimiento global que los niveles de estandarización e industrialización cambian con rapidez, empujando a las organizaciones a ser cada vez más eficientes en todas sus áreas funcionales, de modo tal que cualquier muestra de ineficiencia, tal como retrasos, desperdicios, labores no contributivas, sobrecostos, etc. deben minimizarse para generar valor a la empresa; bajo esta premisa la planificación y control en las empresas se tornan indispensables (Pineda y Urcia, 2021).

Así mismo, según el reporte de inflación del Banco Central de Reservas (BCR) para el año 2022; la actividad económica de la construcción bajo 0,5 % en enero, febrero y marzo del año 2022; debido a la menor ejecución de obras públicas (-9,9 %), lo cual fue equilibrado por las obras de autoconstrucción y también la continuidad de obras del sector privado; sin embargo, para fines del 2022 se espera un crecimiento del 0,5 % y para el año 2023 se prevé un crecimiento de 2,5%; lo proyecta un escenario optimista para la construcción civil.

En nuestro país, son muy pocas las empresas constructoras que emplean técnicas de planificación, control y uso de indicadores, en el desarrollo de sus operaciones, a pesar del gran avance en este campo y además de la abundante literatura disponible tal como Lean Construction, last planner system, la guía del PMbook, 7° edición, la metodología BIM, etc.; ocasionando una serie de deficiencias como la baja productividad, sobrecostos, ampliaciones de plazo, adendas al contrato inicial, retrasos en la entrega, baja calidad de los proyectos de construcción civil, etc. (Chuquilín, 2020).

En suma, la implementación de la metodología de la evaluación del desempeño de los proyectos que recomienda la guía del PMBOK; se vuelve indispensable dentro de la gestión de proyectos de construcción civil, independientemente del tipo; toda vez que incrementa la probabilidad del éxito de los proyectos.

Por tanto, es un imperativo; saber gestionar la planificación, el valor ganado y los pronósticos en cada entregable, etapa, o fase de los proyectos. (Guía PMBOK, 7° ed. 2017).

1.2 Formulación del problema

¿Cómo llevar a cabo la evaluación de desempeño en proyectos de edificación integrando las metodologías last planner system, valor ganado y pronósticos, caso práctico edificio multifamiliar el Parque, Trujillo 2022?

1.3 Objetivos

Objetivo general

Desarrollar la evaluación del desempeño para proyectos de edificación integrando last planner system, valor ganado y pronósticos, analizando el caso práctico del edificio multifamiliar el Parque. Trujillo 2022

Objetivos específicos

1. Realizar el plan maestro, la planeación intermedia, la planificación semanal y determinar el porcentaje de cumplimiento de actividades programadas, para el proyecto el edificio multifamiliar el parque; aplicando para ello los conceptos y lineamientos establecidos en la herramienta last planner system.
2. Determinar la variación del costo y del cronograma, respecto a la línea base y plantear sus respectivos índices de desempeño.
3. Realizar los pronósticos para la variación del costo y su impacto sobre la utilidad del proyecto.
4. Resumir y presentar la información de la evaluación del desempeño del proyecto empleando la hoja de cálculo Microsoft Excel 2022, de modo tal que nos permita visualizar de forma resumida las principales métricas e indicadores tanto del last planner system como del valor ganado y sus pronósticos.

1.4 Justificación del estudio

1.4.1. Técnicamente el proyecto es viable, puesto que el desarrollo de la tesis contribuye con el aporte de material práctico tal como plantillas de Excel, formatos, procedimientos, etc.; aplicables en la evaluación del desempeño de cualquier proyecto de edificación siguiendo los lineamientos basados en la guía del Pmbok 7° Ed; aplicando las técnicas de last planner system, valor ganado y pronósticos.

1.4.2. Desde el punto de vista social; también es importante, pues pone a disposición de la comunidad de ingenieril, material valioso que puede servir como una hoja de ruta a seguir en casos prácticos similares al de estudio (Edificios multifamiliares), colaborando con herramientas informáticas relevantes para realizar la evaluación del desempeño de proyectos de edificación.

1.4.3 Teóricamente se puede decir que condensa, sintetiza y aplica información teórica valiosa y actualizada como lo es las recomendaciones plasmadas en la guía del Pmbok en su 7° edición, referido a los apartados de last planner system, valor ganado y pronósticos, a la evaluación de desempeño en proyectos de edificación.

1.4.4 Económicamente se puede decir que se justifica pues ayuda a la toma de decisiones, presentando información oportuna que permite tomar decisiones para corregir las desviaciones detectadas en un cierto periodo de tiempo, incrementando así las posibilidades de éxito del proyecto tanto a nivel económico como en el tiempo.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 Antecedentes

2.1.1 Antecedentes Internacionales

(Moral & Martín, 2017) en su tesis de maestría en la universidad de Oviedo en España denominada “APLICACIÓN DEL MÉTODO DEL VALOR GANADO EN PROYECTOS DE OBRA PÚBLICA, tuvo por objetivo principal la aplicación de una serie de metodologías para efectuar el seguimiento y control a los proyectos de construcción públicos.

Concluyendo que el método aplicado en la predicción el coste final del proyecto no refleja la realidad, ya que existen falsificaciones de varios documentos que distorsionan la realidad teniendo como resultados, imprecisión en los cálculos de predicciones, mala fama, sobrecostos y retrasos en la ejecución del proyecto, no correspondiendo a la realidad de la obra.

(Palacios Tacuri, 2017) en su trabajo de investigación realizado en la universidad el Oro en Ecuador, titulada “METODOLOGÍA PARA EL CONTROL DE COSTOS EN PROCESOS DE MENOR CUANTÍA DE OBRAS APLICANDO LA TÉCNICA DEL VALOR GANADO”. Tuvo como finalidad la propuesta de una metodología aplicativa al control de costos en proyectos de bajo presupuesto aplicando la técnica del valor ganado, con el fin de identificar diferenciales entre el presupuesto ejecutado y el planificado.

Además, propuso un flujograma para el control de costos en los procesos adjudicados de reducido presupuesto en el cual se detalla los pasos a seguir para realizar el control de los costos aplicando la técnica del valor ganado.

El aporte de dicha investigación para nuestro estudio es la correcta identificación de indicadores para el monitoreo y control de los costos previamente clasificados.

(Greivin, 2017), en su investigación aplicación de Lean Construction a través de la metodología Último planificador para proyectos de vivienda de interés social; ejecutada en el Instituto Tecnológico de Costa Rica, tuvo como principal objetivo diseñar el procedimiento de aplicación de la metodología Last Planner System a proyectos de vivienda de interés social, para optimizar procesos claves como la planificación, el control y seguimiento al desempeño de las obras. Respecto a los resultados destaca que el informe detallado de la ejecución de obra, ayuda significativamente a la aplicación del LPS, así también resalta la importancia de involucrar a personal de distinta formación tal como ingenieros, arquitectos y obreros para la consecución de objetivos planteados.

2.1.2 Antecedentes nacionales

(Colque, et al. 2018), efectuó la investigación titulada: Implementación de Proceso de Gestión en la Construcción de Viviendas Multifamiliares Aplicando LPS, Valor Ganado en una MYPE constructora inmobiliaria en la Ciudad de Arequipa, teniendo como primordial objetivo la implementación de una gestión basada en procesos, integrando las filosofías del último planificador y del valor ganado con la finalidad de consolidar la mejora continua a lo largo de todo el proceso productivo.

Llego a la conclusión que la implementación de la gestión de procesos logra la eficiencia en la consecución de objetivos, al identificar el total de procesos; luego al graficarlos en el mapa de procesos nos permite identificar los procesos críticos que son los que más impactan a los distintos procesos de la empresa.

Obtuvo como resultados un costo final de \$ 423.80 / m². Teniendo en cuenta el valor de venta por metro cuadrado del proyecto en \$1050/ m², se avizora un escenario positivo a nivel inmobiliario.

(Vilcapaza Condori, 2018) en su tesis de pregrado, realizada en Puno-Perú denominada: “APLICACIÓN DE LA GESTIÓN DEL VALOR GANADO COMO HERRAMIENTA DE CONTROL DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN CIVIL EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO, 2017”, tuvo como principal objetivo la aplicación de la gestión del valor ganado como una herramienta para el control de los costos y el control de los tiempos en la

ejecución de proyectos de construcción civil para la universidad nacional del altiplano.

Llego a la conclusión de que, al aplicar la gestión del valor ganado como herramienta, se mejoró el control de tiempos y costos de la obra.

2.1.3 Antecedentes regionales.

(Aguirre gamboa, 2018), en su trabajo investigativo, efectuado en la ciudad de Huancayo-Perú, denominado: "MEJORA DEL CONTROL DE COSTOS Y TIEMPOS IMPLANTANDO LA METODOLOGÍA DEL VALOR GANADO EN LA CONSTRUCCIÓN"; tuvo como objeto primordial la evaluación del resultado obtenido en el control tiempos y costos empelando la técnica del valor ganado empleando reportes de frecuencia mensual para el control de partidas durante la realización del proyecto.

Obtuvo como conclusión que al implementar el método del valor ganado se logra la mejora en el control de los costos constructivos, contribuyendo a la estabilidad económica para la empresa y precisa que los reportes mensuales tienen una incidencia positiva ayudando a corregir las desviaciones en el presupuesto inicial, costo y fecha del proyecto.

2.2 Marco Teórico

Teorías relacionadas a la evaluación del desempeño del proyecto

Según la guía del Pmbok en su última versión; lanzada en el año 2021, el desempeño de los proyectos contempla una serie de medidas apropiadas para mantener un desempeño aceptable en los proyectos; ofreciendo un resultado de comprensión confiable respecto al estado del proyecto, así también proporciona datos procesables que sirven para facilitar la toma de decisiones u acciones oportunas para mantener el desempeño del proyecto de acuerdo a lo planeado, logrando el cumplimiento de sus objetivos y generando valor para el negocio, mediante la toma de decisiones informada y oportuna basadas en evaluaciones confiables y en pronósticos.

El dominio del desempeño de la medición detalla las métricas que se deben utilizar durante el proyecto; así mismo, proporciona información útil que sirve para realizar la evaluación del éxito de los proyectos después que hayan culminado, como es el caso de determinar si el proyecto logro la satisfacción del cliente, si se redujo el costo por m2 de construcción o si se incrementó la utilidad o rentabilidad por m2 construido, etc. (Pmbok, 7° edición).

Medidas Efectivas.

Cuando se efectúan mediciones efectivas en los proyectos, se garantiza la correcta medición de las variables de importancia y también permite informar de forma correcta a los interesados del proyecto; dichas mediciones facilitan también el monitoreo, la evaluación y la elaboración de información que explique el estado certero del proyecto, por otro lado, es posible también mejorar de forma oportuna el desempeño del proyecto ejecutando acciones que minimicen la probabilidad de fracaso y también permitan a los responsables del proyecto utilizar información que sirven en la toma de decisiones oportunas que permitan corregir oportunamente en caso se identifiquen desviaciones en relación a lo planeado inicialmente. (Pmbok, 7° edición).

Indicadores Claves de Desempeño.

También llamados KPI, por sus siglas en inglés (key performance indicator), son un grupo de mediciones que se pueden cuantificar y son empleadas para evaluar el éxito de un proyecto. (Pmbok, guide, 2021).

Según Riaño, 2020, los KPI, tienen varias ventajas entre las que destacan su versatilidad y facilidad para ser entendidos; lo posibilita la generación de gran cantidad de combinaciones posibles que miden el grado de consecución de objetivos de los proyectos, también son transversales, ya que son aplicables a diversas áreas funcionales lo que permite contar con información diversa y completa de todas las áreas funcionales evaluadas.

Existen dos tipos de indicadores clave de rendimiento: indicadores adelantados e indicadores rezagados. (Pmbok, guide, 2021).

Indicadores adelantados.

Los indicadores del tipo adelantados, predicen tendencias en el proyecto, si la tendencia en alguno de los indicadores evaluados es desfavorable, el jefe de proyecto, podrá evaluar la causa raíz de la medición del indicador y estará en la capacidad de tomar acciones para revertir la tendencia, de modo tal que este tipo de indicadores pueden reducir el riesgo de desempeño en un proyecto al identificar posibles variaciones de desempeño antes de que superen el nivel de referencia o línea base propuesta inicialmente. (Pmbok, guide, 2021).

Indicadores rezagados.

Los indicadores de este grupo, miden los entregables del proyecto y proporcionan información después de ocurrido los eventos; son de carácter reactivo y reflejan las condiciones pasadas. Respecto a su medición, es más sencilla que la del tipo adelantado; algunos ejemplos lo constituyen el número de entregables completados, la variación del costo, el cronograma y la cantidad de recursos consumidos en el proceso. (Pmbok, guide, 2021).

Qué variables se deben medir.

El método empleado para la medición, lo que se mide y los parámetros a tener en cuenta para la medición, dependen de los objetivos del proyecto, de los resultados previstos y del entorno de desarrollo del proyecto. Comúnmente las métricas incluyen: entregables, desempeño, entrega, recursos, valor de negocio, interesados, pronósticos, etc. (Pmbok, guide, 2021).

Las principales referencias o líneas base son el cronograma y el costo y del proyecto. Los proyectos que comparan los resultados reales, respecto a una línea base técnica pueden utilizar información de las medidas sobre entregables. La mayoría de las medidas de cronograma realizan un seguimiento del desempeño real contra el desempeño planificado con relación a:

Fecha de arranque y culminación.

Cuando se compara las fechas reales con las fechas planificadas se puede medir el grado de desempeño del proyecto inclusive si el desempeño no está en el camino más largo a través del proyecto (la ruta crítica), las fechas tardías tanto

de finalización como de arranque, nos indican que nuestro proyecto presenta desviaciones en relación a lo planeado. (Pmbok, guide, 2021).

Esfuerzo y duración.

Los esfuerzos y duración real de los proyectos en relación con lo planificado, nos permite evaluar si las estimaciones de la cantidad de trabajo y el tiempo empleados en el proyecto son válidas. (Pmbok, guide, 2021).

Variaciones en el cronograma planeado (SV).

Cuando se aplica la herramienta de la ruta crítica para el proyecto, es posible determinar las variaciones en el cronograma ejecutado; lo cual nos ayuda a la gestión del valor ganado, la cual se entiende como la diferencia entre el valor ganado y el valor planificado. (Pmbok, guide, 2021).

Índice de desempeño del cronograma (SPI).

Este indicador no es más que la medida de gestión del valor ganado y nos muestra con cuanta eficiencia se viene ejecutando el trabajo programado del proyecto. (Pmbok, guide, 2021).

Costo planificado comparado con el costo real del proyecto.

Como su propio nombre nos indica, este indicador compara el costo real del proyecto con el costo planificado; también es conocido como ratio de consumo. (Pmbok, guide, 2021).

Variaciones del costo del proyecto (CV).

El diferencial del costo es determinado comparando el costo planeado de uno de los entregables con el costo real del mismo; de modo tal que al emplearlo en la gestión del valor ganado se entiende como aquella diferencia entre el costo real y el valor ganado (Pmbok, guide, 2021).

Índice de desempeño del costo del proyecto (CPI).

Este indicador nos informa sobre la gestión del valor ganado pues señala la eficiencia que se tiene en el desarrollo del proyecto con respecto al costo planeado del mismo. (Pmbok, guide, 2021).

Teorías referidas a last planner system, valor ganado y pronósticos

El sistema del último planificador se usa para efectuar una programación a detalle del proyecto en cuestión; es decir se elabora a diferentes niveles jerárquicos con la finalidad de que los controles realizados logren una mayor eficacia y también la menor cantidad de restricciones.

Según Miranda, (2012), el plan maestro es una elaboración detallada del cronograma general del proyecto de construcción; para el caso de proyectos de construcción, se acostumbra realizar primero un plan general, en el que se especifican los objetivos previamente fijados; este cronograma se denomina cronograma maestro y en él se proyectan objetivos con fechas específicas y establece "hitos" para cada fase del proyecto.

Según Guzmán, (2014); se requiere también de una planificación intermedia (plan Look Ahead); esta planificación se realiza en un tiempo menor que la anterior, además aquí se garantizan las tareas de las siguientes semanas; también es preciso señalar que el número de semanas consideradas varía y depende básicamente de la variabilidad del proyecto y del tiempo necesario para eliminar las restricciones; por último el objetivo de este plan, como indica su abreviatura en inglés (look forward), es advertir de retrasos y dificultades en el desarrollo del proyecto, lo que ayudará a tomar decisiones acertadas para mejorar los resultados de tiempo y dinero invertidos en el proyecto.

La planificación semanal (weekly work plan) es aquella que emplea intervalos cortos de tiempo; sin embargo, es muy importante para los proyectos constructivos y se desglosa de una planificación más detallada que lo constituye el Look Ahead (Guzmán, 2014).

Por su parte la lista de tareas pendientes (ITE), es una lista de actividades pendientes que no tenían límites y podían realizarse positivamente como una secuencia de actividades.

En definitiva, el objetivo es crear una ITE que nos proporcione trabajo que puedan realizar los representantes de cada equipo, y además los subcontratistas de cada sitio deben tener una doble capacidad para desarrollar exitosamente los sitios especificados para evitar tiempos de inactividad; Por otro lado, si una actividad planificada no se realiza en el plazo de una semana, se denomina actividad o causa imprevista. (Corrales, 2008), citado en (Greivin, 2017, p. 19).

Greivin, (2017), precisa que el porcentaje de tareas realizadas (PAC) se focaliza en la predicción de nivel de cumplimiento de las tareas de todos los involucrados produciendo un feed back que aporte a la toma de decisiones de cara a las semanas próximas.

Por otro lado, (Vilcapaza Condori, 2018), señala que la técnica del valor ganado brinda un enfoque ideal para la medición del desempeño de un proyecto a partir de la comparación de su avance real frente a lo planificado, permitiendo evaluar tendencias para realizar pronósticos en términos de costo y tiempo.

Así mismo la guía del Pmbok en su 7° edición, señala que para implementar la técnica del valor ganado en un proyecto es prioridad definir la Línea Base de Medición del Desempeño, la cual integra alcance, cronograma y presupuesto.

(PMBOK GUIDE, 2021), precisa que la técnica del Valor ganado monitorea tres variables fundamentales para cada paquete de trabajo.

Valor Planificado (PV): Es el presupuesto inicialmente asignado para una actividad específica o un componente de la estructura desglosable de trabajo (EDT). Este presupuesto se establece a lo largo del proyecto, pero para un punto dado en el tiempo, representa el trabajo físico que se debería haber realizado hasta el momento; al Valor Planificado total se conoce como el presupuesto hasta la conclusión (BAC). (PMI, PMBOK GUIDE, 2021).

Valor Ganado (EV): Es el presupuesto asociado con el trabajo autorizado que se ha realizado, el Valor Ganado medido no puede ser mayor que el presupuesto aprobado del PV para un componente. El monitoreo del EV tanto en sus incrementos

sirve para determinar el estado actual y el estado acumulado para establecer las tendencias de desempeño a largo plazo. (PMI, PMBOK GUIDE, 2021).

Costo Real (AC): Es el costo incurrido por el trabajo llevado a cabo durante un periodo de tiempo específico. El Costo Real corresponde con lo que haya sido presupuestado por el PV y medido por EV. (PMI, PMBOK GUIDE, 2021).

2.3 Marco Conceptual

Alcance

Puntos acordados por todas las partes, refiriéndose a todos los requerimientos a satisfacer el proyecto. (Franco Pintor, 2020)

Análisis

Es el desglose de un tema en particular, en donde cada parte de ese todo será inspeccionado y estudiado de manera objetiva y minuciosa para su comprensión. (Martínez, 2020)

Control

El concepto de control es muy general y puede ser utilizado en el contexto organizacional para evaluar el desempeño general frente a un plan estratégico. (Cabrera, 2020)

Costo

Es el gasto económico que representa la fabricación de un producto o la prestación de un servicio. (Pérez Porto, 2008).

Gestión

Actividad profesional tendiente a establecer los objetivos y medios de su realización, a precisar la organización de sistemas, a elaborar la estrategia del desarrollo y a ejecutar la gestión del personal. (Rementeria, 2008).

Plan

Se trata de un modelo sistemático que se elabora antes de realizar una acción, con el objetivo de dirigirla y encauzarla. (Merino, 2009).

Métrica

Descripción de un atributo del proyecto y como medirlo (PMI, PMBOK GUIDE, 2021).

Línea base

Versión aprobada de un producto que se emplea como base comparativa o valor de referencia frente a resultados reales (PMI, PMBOK GUIDE, 2021).

Tablero

Conjunto de diagramas y gráficos que muestran el avance o rendimiento en relación con mediciones importantes del proyecto. (PMI, PMBOK GUIDE, 2021).

2.4. Hipótesis

Al integrar por un lado el desarrollo de los planes maestro, intermedio y semanal (last planner), con las variaciones del costo, cronograma y sus respectivos índices (valor ganado) y al realizar los pronósticos para la variación del costo y su impacto sobre la utilidad y rentabilidad del proyecto, se logrará una correcta evaluación del desempeño del proyecto.

2.5 Variables.

Presenta dos variables, una independiente representada por la Integración de last planner system, valor ganado y pronósticos y la otra dependiente representada por la evaluación del desempeño en Proyectos de edificación.

2.6. Operacionalización de Variables

Se identifican dos variables en nuestra investigación; la variable dependiente representada por Evaluación del desempeño en Proyectos de edificación y la variable independiente representada por Integración de last planner system, valor ganado y pronósticos.

Tabla 1.*Operacionalización de variables para la investigación*

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala medición
Evaluación del desempeño en Proyectos de edificación (VD)	Relación existente entre lo entregado y lo planeado (Pmbook 7° Ed.)	Se determinan a partir de la aplicación conjunta de last planner system, valor ganado y pronósticos	Alcance del proyecto	Alcance del proyecto	nominal
			Presupuesto de obra	Partidas del presupuesto	ordinal
			Programación de obra	Diagrama de Gantt	Intervalo
Integración de last planner system, valor ganado y pronósticos (VI)	Técnicas de gestión de proyectos que involucran planeamiento, control de costo, desempeño y elaboración de pronósticos (Pmbook 7° Ed.)	Se desarrollan a partir de la elaboración de planes, índices de desempeño y estimación de pronósticos	Last planner system	Plan maestro	Intervalo
			Valor ganado	Plan intermedio	Intervalo
				Plan semanal	Intervalo
				Porcentaje cumplimiento (PPC)	Razón
				Variación del costo	Razón
			Pronósticos	Variación del cronograma	Razón
				Índice desempeño de cronograma	Razón
Índice desempeño de costo	Razón				
			Pronóstico para variación del costo y su impacto sobre la utilidad del proyecto	Razón	
			Pronóstico para variación del costo y su impacto sobre la rentabilidad del proyecto	Razón	

Nota: Elaboración propia

3. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1 Tipo y nivel de investigación

Nuestra investigación es del tipo cuantitativa, pues recoge datos numéricos, los interpreta empleando la estadística descriptiva (objetivo 1,2) e inferencial (objetivo 3); así también se puede decir que es del tipo aplicada ya que empleara el conocimiento científico que existe para poder llegar a la mejor solución de los problemas relacionados a evaluación del desempeño en proyectos de edificación

También es descriptiva puesto que describe de forma detallada la elaboración del plan maestro, intermedio, semanal, así como la determinación de los índices de costos, cronograma, etc.

3.2 Población y muestra

Unidad de muestreo

Según Hernández (2018), lo primero es determinar cuál es la unidad de muestreo; es decir sobre “qué” o “quiénes” se recolectarán los datos; para nuestro caso, dado que tenemos un caso de estudio en particular, la unidad de muestreo es el proyecto multifamiliar “El Parque”.

Población

Según Hernández (2018), la población se compone de casos que se asemejen con delimitaciones, aquellas que deberán estar claramente establecidas por sus características en base a su contenido, tiempo y lugar.

Así mismo, para nuestro caso la población se considera como el total de las partidas de obra (trabajos preliminares, concreto simple, concreto armado, albañilería, revoques y enlucido, pisos y contrapisos, tarrajeo, etc.); toda vez que sobre estas se realizan el presupuesto y programación de obra; las cuales a su vez son evaluadas mediante las técnicas last planner system, valor ganado y pronósticos para evaluar su desempeño.

Muestra

Por otro lado, la muestra según Hernández y Mendoza (2018, p213) es un subgrupo de la población de interés sobre la cual se tomarán los datos y deberá ser representativa. Para tal fin, elegimos el tipo de muestreo no probabilístico o muestreo por conveniencia, puesto que tenemos acceso a la información técnica del proyecto tal como planos, cronogramas, presupuestos, etc. que nos permiten llevar a cabo la investigación; por ello se toma como muestra al total de la población, es decir el total de partidas de la obra.

3.3 Diseño de investigación

Para nuestro trabajo de investigación, empleamos la clasificación del diseño de investigación propuesto por (Hernandez, 2014); en su libro “Metodología de la investigación”.

Según Hernández (2018), el diseño de contrastación no experimental es aquel en el que no existe manipulación de las variables intencionalmente; así mismo dentro de este grupo se encuentra el tipo longitudinal de tendencia el cual los que se caracterizan por analizar cambios al paso del tiempo en categorías, conceptos o variables; teniendo como singularidad que se centran en la población.

Así mismo el mismo autor señala que los diseños experimentales manipulan variables independientes que pueden ser, datos numéricos, tratamientos, estímulos, influencias u otro similar; para observar sus efectos sobre las variables dependientes en una situación de control.

Por otro lado, una investigación experimental del tipo preexperimento, con una sola medición, presenta un mínimo grado de control y consiste en administrar un estímulo o tratamiento a un grupo y después aplicar una medición de una o más variables para observar cuál es el nivel del grupo en estas condiciones.

Para nuestro caso de estudio en particular y teniendo en cuenta nuestros objetivos específicos, tenemos dos tipos de diseños de investigación, el no

experimental del tipo longitudinal de tendencia, el cual aplica para el primero, segundo y cuarto objetivo específico; y el tipo de diseño experimental del tipo preexperimento que aplica para nuestro tercer objetivo específico.

Para efectos de realizar la representación simbólica del diseño de investigación, empleamos la siguiente nomenclatura:

G: grupo de variables, sujetos o casos.

X: tratamiento, estímulo o condición experimental.

O: medición de las variables, sujetos o casos de un grupo.

_ : ausencia de estímulo.

Para el caso de los objetivos específicos 1,2 y 4:

Objetivo 1.

Realizar el plan maestro, la planeación intermedia, la planificación semanal y determinar el porcentaje de cumplimiento de actividades programadas, para el proyecto el edificio multifamiliar el parque; aplicando para ello los conceptos y lineamientos establecidos en la herramienta last planner system.

Objetivo 2.

Determinar la variación del costo y del cronograma, respecto a la línea base y plantear sus respectivos índices de desempeño.

Objetivo 4.

Resumir y presentar la información de la evaluación del desempeño del proyecto empleando el programador de visual basic de Microsoft Excel 2022, de modo tal que nos permita visualizar de forma resumida las principales métricas e indicadores tanto del last planner system como del valor ganado.

Representación simbólica de la investigación para el objetivo 1,2 y 4.

G _ o

Para el caso del objetivo específico 3

Realizar los pronósticos para la variación del costo y su impacto sobre la utilidad y la rentabilidad del proyecto.

G....X....o

3.4 Técnicas e instrumentos de investigación.

Las técnicas empleadas para nuestra investigación fueron la observación y el análisis documental, con sus correspondientes instrumentos de recolección de datos, la hoja de observación y la hoja de análisis.

3.5 Procesamiento y análisis de datos

El procesamiento y análisis de datos en la parte de los resultados, se realiza a través de la aplicación de la estadística descriptiva, empleando medidas de tendencia central para los objetivos uno, dos y cuatro; y para el objetivo número tres referido a pronósticos se emplea la estadística inferencial y la técnica de simulación Montecarlo para determinar la correspondencia entre las variables de costo por partidas y utilidad del proyecto.

4. PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1 Desarrollo del objetivo número 1: Plan Maestro, Plan Intermedio y plan semanal

A continuación, se procede a desarrollar los distintos planes para el proyecto del edificio multifamiliar el parque; bajo la metodología del último planificador (Last planner system); para lo cual necesitamos en primer lugar necesitamos definir los hitos del proyecto.

Plan Maestro para el proyecto.

El plan maestro del proyecto tiene un horizonte de doce meses; y se elabora en la hoja de cálculo de Microsoft Excel; debido a su facilidad de uso y su compatibilidad con el simulador cristal ball, empleado en la etapa de pronósticos.

Para la elaboración del plan maestro es necesario definir las actividades a realizar según las partidas del proyecto; contar con los metrados, dimensionar la cuadrilla y haciendo uso del rendimiento de mano de obra promedio real que se tiene con la cuadrilla seleccionada estimar la cantidad de días necesarios para la ejecución de las actividades de cada una de las partidas del proyecto.

Es importante señalar que los rendimientos de la mano de obra en construcción civil son muy variados y dependen de diversas variables como condiciones geográficas, climatológicas, habilidad y experiencia del operario, actitud del operario en el trabajo, tecnología empleada, supervisión, etc.

Para nuestro caso, los rendimientos de mano de obra empleados en el cálculo de la cantidad de días requeridos para ejecutar una cierta actividad, son los rendimientos promedios reales que maneja el contratista; (ver anexo 4) pues es más recomendable emplear dichos rendimientos ya que los rendimientos que muestra la literatura como los rendimientos mínimos oficiales de CAPECO, resolución ministerial 175-09/04/68, para Lima y Callo, son referenciales y obedecen a una realidad diferente a la que nos ocupa.

Para explicar cómo es que se obtienen los datos de días requeridos para la realización de actividades, se analiza la partida 2.3.3 referida a concreto en sobrecimiento armado, extraída de la plantilla general de metrados, la cual se detalla en la tabla 2.

Tabla 2.*Partida de concreto en sobrecimiento armado*

ITEM	DESCRIPCION	METRADOS		RECURSOS			RENDIMIEN.		Tu (ds)	D (ds)	Sem.	No. Cuadrilla
		Unid	Cant	Oper	Ofic	Ayud.	Cant	Unid				
2.3.3	Concreto en sobrecimiento armado									3	1.00	
2.3.3.1	Acero en sobrecimiento armado fy =4200 Kg/cm2	Kg	650.0	3	1	3	600	Kg/d	1.08	1		1.08
2.3.3.2	Encofrado y Desencofrado en sobrecimiento armado	m2	53.0	4	1	3	60	m2/d	0.88	1		0.88
2.3.3.3	Concreto vibrado f'c=210 kg/cm2	m3	4.0	4	1	3	30	m3/d	0.13	1		0.13

Nota: Extraída de la plantilla general de metrados

Para la actividad de acero en sobrecimiento armado

Tal como se muestra en la tabla 2, se tiene un metrado de 650 Kg, para ello se emplean 07 recursos humanos, los cuales en conjunto tienen un rendimiento promedio de 600Kg/día; por lo cual los días calculados para esta actividad son:

$$650\text{Kg} \times (1\text{dia}/600\text{Kg}) = 1.08 \text{ días. (Tu).}$$

Por lo cual se redondea a 1 día. (D).

Para la actividad Encofrado y desencofrado

La tabla 2, muestra que se tiene un metrado de 53 m², para ello se emplean 08 recursos humanos, los cuales en conjunto tienen un rendimiento promedio de 60 m²/día; por lo cual los días calculados para esta actividad son:

$$53 \text{ m}^2 \times (1\text{dia}/60\text{m}^2) = 0.88 \text{ días. (Tu)}$$

Por lo cual se redondea a 1 día. (D).

Para la actividad concreto vibrado fc 210 Kg/cm².

La tabla 2, muestra que se tiene un metrado de 4 m³, para ello se emplean 08 recursos humanos, los cuales en conjunto tienen un rendimiento promedio de 30 m³/día; por lo cual los días calculados para esta actividad son:

$$4 \text{ m}^3 \times (1\text{dia}/30\text{m}^2) = 0.13 \text{ días. (Tu)}$$

Por lo cual se redondea a 1 día (D).

En conclusión, tenemos un total de 3 días requeridos para ejecutar la partida de concreto armado en sobrecimiento; por otro lado, la unidad establecida para mostrar el plan maestro es la semana; por ello convertimos este número de días en semanas, y redondeamos al inmediato superior, obteniendo de esta manera 0.5 semanas.

De esta manera obtenemos el total de semanas para cada partida, dicha información nos servirá para elaborar el plan maestro del proyecto.

Tabla 3.*Semanas totales por partida.*

ITEM	DESCRIPCION	D (ds)	Sem.
1	LABORES PRELIMINARES	6.00	1.00
2	Movimiento de Tierras	20.00	4.00
3	Concreto Simple	5.00	1.00
4	Zapatas	2.00	1.00
5	Vigas de cimentación	3.00	1.00
6	<u>Concreto en sobrecimiento armado</u>	<u>3.00</u>	<u>1.00</u>
7	Escalera de concreto armado	3.00	1.00
8	Cisterna de 10 mil litros	3.00	1.00
9	Columnas y placas	34.00	6.00
10	Vigas en losa	16.00	3.00
11	Losa aligerada	46.00	8.00
12	Tanque elevado de 6 mil litros	4.00	1.00
13	Asentado de ladrillo de soga/cabeza	31.00	6.00
14	Revoques y Enlucidos	60.00	10.00
15	Pisos y Pavimentos	25.00	5.00
16	ZOCALOS	14.00	3.00
17	OTROS	12.00	2.00
18	CARPINTERIA DE MADERA	14.00	3.00
19	CARPINTERIA METALICA	3.00	1.00
20	CERRAJERIA	10.00	2.00
21	GRIFERIA	12.00	2.00
22	PINTURA, TEMPPLE FINO, ACIDO Y SELLADOR	87.00	15.00
23	TUBERIA Y ACCESORIOS	10.00	2.00
24	EQUIPOS Y ACCESORIOS SANITARIOS	18.00	3.00
25	PARTE ELECTRICA	86.00	15.00
26	COMUNICACIONES	5.00	1.00
27	AIRE ACONDICIONADO	5.00	1.00

Nota. Se muestran un total de 27 actividades generales, con su respectiva duración en días y en semanas. Elaboración propia.

Cabe resaltar que las partidas que requieren subcontratistas son solo tres, la carpintería de madera, metálica y aire acondicionado; el resto de partidas son ejecutadas directamente por el contratista, con la finalidad de reducir costos, tiempos y riesgos en demoras.

Así por ejemplo para el caso de la carpintería de madera, solo se requiere del contratista para la elaboración de las puertas principales, es decir las de

ingreso a los departamentos, pues las puertas interiores son compradas hechas y solo se requiere la instalación.

Por otro lado, la especialidad de carpintería metálica solo se aplica a los protectores metálicos y pasamanos en escalera; así mismo el aire acondicionado se refiere específicamente a la instalación de dos equipos la unidad interna que contiene al evaporador y la unidad externa que contiene al condensador y compresor.

Los rendimientos de estas actividades son proporcionados por los contratistas.

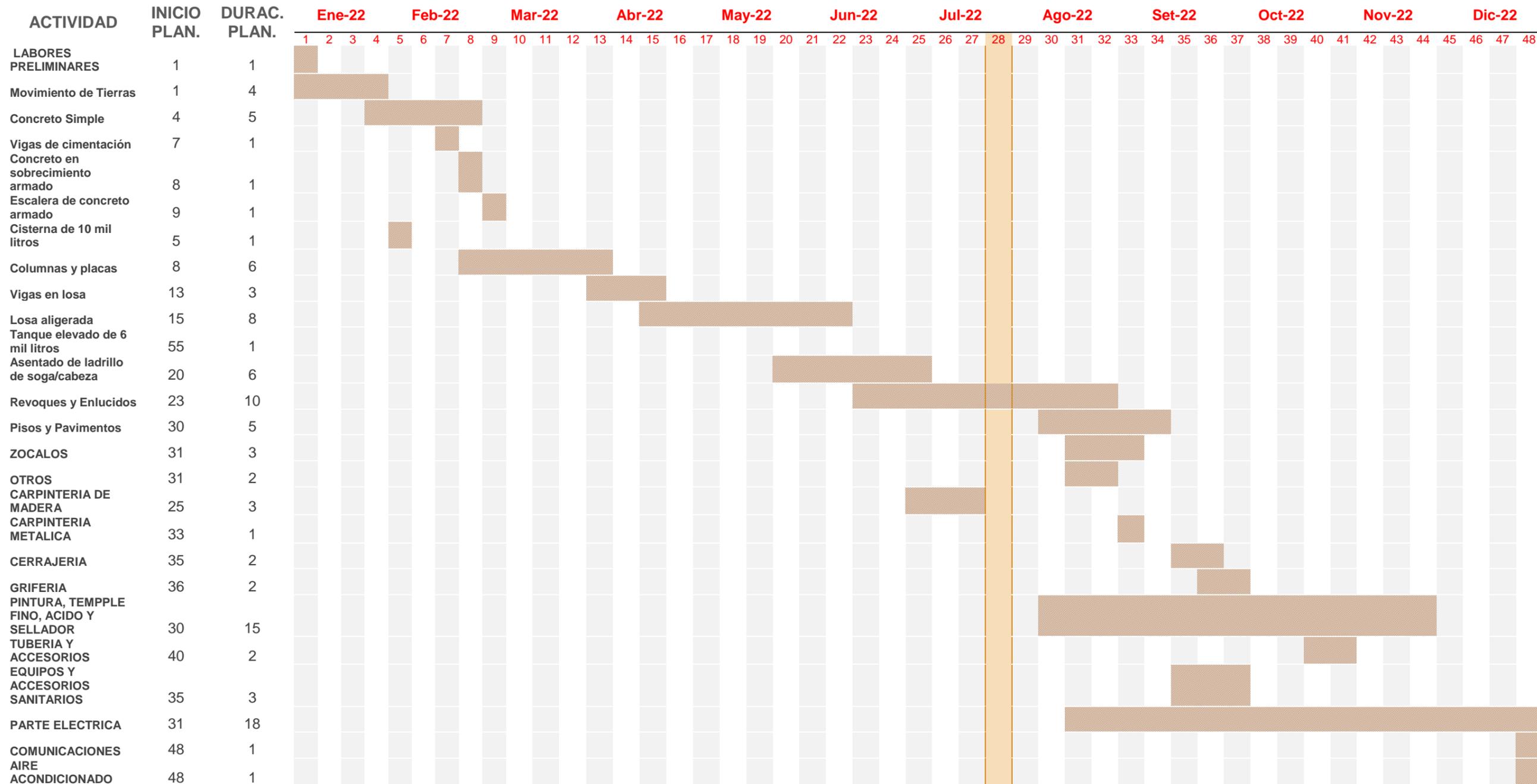
Con esta información se procede a elaborar el plan maestro para nuestro proyecto, tal como se muestra líneas abajo.

Tabla 4.

Plan maestro para el proyecto.

Seleccione un periodo para resaltarlo

28



Nota: Elaboración propia, elaborado con la información de la tabla 3.

Con esta información se procede a fijar los hitos del proyecto.

Hitos del proyecto

Se fracciona en hitos principales e hitos secundarios; los primeros se refieren a la fecha de inicio y culminación de la obra, y los segundos a los hitos intermedios, los cuales se desarrollan a lo largo del horizonte que define los hitos principales.

Para nuestro caso específico, tenemos como hitos principales:

Inicio de proyecto: enero-2022

Fin de proyecto: diciembre-2022

Y para los hitos secundarios, según la tabla 5.

Tabla 5.*Hitos principales del proyecto.*

Ítem	Entregable a nivel casco	Fecha programada	
		inicio	fin
1	Labores preliminares	sem-1	sem.1
2	Movimiento de Tierras	sem1	sem 4
3	Concreto Simple	sem 4	sem 8
4	Vigas de cimentación	sem 7	sem 7
5	Concreto en sobrecimiento	sem 8	sem 8
	armado		
6	Escalera de concreto armado	sem 9	sem 9
7	Cisterna de 10 mil litros	sem 5	sem 5
8	Columnas y placas	sem 8	sem 14
9	Vigas en losa	sem 13	sem 15
10	Losa aligerada	sem 15	sem 22
11	Tanque elevado de 6 mil litros	sem 23	sem 23
12	Asentado de ladrillo de soga/cabeza	sem 20	sem 25
13	Revoques y Enlucidos	sem 23	sem 32
14	Pisos y Pavimentos	sem 30	sem 34
15	Zócalos	sem 31	sem 33
16	Otros-varios	sem 31	sem 32
17	Carpintería de madera	sem 25	sem 27
18	Carpintería metálica	sem 33	sem 3
19	Cerrajería	sem 35	sem 36
20	Grifería	sem 36	sem 37
21	Pintura, temple fino, sellador	sem 30	sem 44
22	Tubería y accesorios	sem 40	sem 41
23	Equipos sanitarios	sem 35	sem 37
24	Parte eléctrica	sem 31	sem 48
25	Comunicaciones	sem 48	sem 48
26	Aire acondicionado	sem 48	sem 48

Nota. Hitos del proyecto en semanas. Elaboración propia.

Plan Intermedio para el proyecto. (lookahead).

El plan intermedio es un plan más detallado que el general, en él se muestran el total de actividades a realizar y se desarrolla para las seis primeras semanas de iniciado el proyecto.

Para realizar el lookahead, es necesario contar con información referida al ratio de horas hombre para cada partida, el cual se obtiene del análisis de costos unitarios, de la literatura consultada.

En la figura 1 y 2 se muestra de forma global el plan intermedio para las seis primeras semanas del proyecto en las cuales se realiza una planificación intermedia prorrateando el total de metrados en los seis días laborables de la semana, de modo tal que al realizar la sumatoria de estos metrados diarios se obtiene el metrado planificado semanal; posteriormente a ello al multiplicar este metrado planificado semanal por el ratio de horas hombre se obtiene el total de mano de obra prevista, (951.05) expresado en horas hombre. (H-H) y finalmente al dividir esta cantidad entre el total de horas hombre planificadas (28,885.02) se obtiene el porcentaje de avance programado que para la primera semana se calcula en 3.3%. de forma similar se realiza el cálculo para el resto de las semanas del proyecto, obteniendo los datos presentados en la tabla 7.

Tabla 6.*Plan intermedio detallado para la semana 1.*

DESCRIPCION	METRADOS		RATIO (H-H)	TOTAL H-H	L	M	S-1				Met.	
	Unid	Cant					X	J	V	S		
LABORES PRELIMINARES												
Cercado frontal en terreno con manta y palos	m	60.00	0.56	33.60	60							60.00
Limpieza manual de terreno	m2	170.00	0.20	33.60	170							170.00
Nivelación manual y compactación de terreno	m2	120.00	1.44	172.80		40	40	40				120.00
Trazo y replanteo en el terreno	m	90.00	0.37	33.60						90		90.00
ESTRUCTURAS												
Movimiento de Tierras												
Excavación y cuadro para de zanjas para zapatas	m3	52.00	8.27	429.87	6	6	6	6	6	12		42.00
Excavación y cuadro vigas cim., escalera y cimiento corrido	m3	28.00	8.27	231.47				6	6	12		24.00
Excavación y cuadro para cisterna de 10 m3	m3	5.00	8.27	41.33						5		5.00
Acarreo interno de material excedente	m3	25.00	4.96	124.00						8		8.00
Relleno y Compactación para cimentación	m3	15.00	3.31	49.60								0.00
Eliminación de desmonte con volquete	m3	24.00	2.07	49.60								0.00
Concreto Simple												
Solado (1:12), (vaciado manual), (zapatas)	m2	80.00	0.62	49.60								0.00
Cimientos Corridos 1:8 (C:H) +30% P.G	m3	25.00	1.98	49.60								0.00
Falso piso de concreto de 4" 1:10 C:H	m2	180.00	1.23	220.80								0.00
Concreto Armado												
Zapatas												
Acero en zapatas fy =4200 Kg/cm2	Kg	410	0.12	50.84						410		410.00
Mano Obra Prevista (H-H)											951.05	
% Avance Programado											3.3%	

Nota. *El ratio H-H se calcula multiplicando dividiendo el ratio de la partida entre el total del rendimiento.

Tabla 7.*Avance programado por mes para el proyecto*

Mes	% Avance programado		Avance de costo programado
Ene-22	11.8%	S/	123,215.76
Feb-22	7.9%	S/	82,502.86
Mar-22	8.5%	S/	88,768.90
Abr-22	8.9%	S/	92,946.26
May-22	9.3%	S/	97,123.62
Jun-22	7.0%	S/	73,103.80
Jul-22	9.3%	S/	97,123.62
Ago-22	6.5%	S/	67,882.10
Set-22	8.5%	S/	88,768.90
Oct-22	7.8%	S/	81,458.52
Nov-22	8.0%	S/	83,547.20
Dic-22	6.5%	S/	67,882.10
TOTALES	100.0%	S/	1,044,323.64

Nota. *El avance de costo programado se obtiene multiplicando el % Avance programado por el presupuesto inicial.

La tabla número 7, nos muestra el porcentaje de avance programado obtenido del lookahead y el avance de costo programado, obtenido al multiplicar el porcentaje de avance programado por el presupuesto inicial., para cada mes del proyecto; cabe resaltar que para obtener el % de avance programado mensual, realizamos la sumatoria de las cuatro primeras semanas obteniendo así dicho valor.

Según la tabla 6, en donde se muestra la programación intermedia para la primera semana, se obtiene un avance programado de 559.5 horas hombre; lo cual significa un 1.5% en relación al total; dicha información nos sirve como insumo para posteriormente determinar el porcentaje de plan cumplido.

Control de levantamiento de restricciones en las actividades planificadas

Con el lookahead completado, procedemos a realizar el control del levantamiento de las restricciones identificadas; para lo cual empleamos el instrumento de investigación conocido como la hoja de análisis, que para nuestro caso se denomina hoja de análisis de restricciones; tal ficha presenta un total de siete restricciones a controlar, para garantizar la continuidad del flujo de trabajo; estas son: dirección técnica de obra, mano de obra, subcontratistas, materiales, equipos y herramientas, frente de trabajo, externalidades; dichas restricciones se evalúan para cada actividad planificada para cada semana y se determina el % de liberación aplicando una regla de tres simple. Es decir, si se cumple con el levantamiento de 6 de ellas como en el caso de la actividad “*excavación y cuadro para zanjas de zapatas*”; entonces el porcentaje de liberación será del 86%, si por el contrario se cumplen con el levantamiento de las siete restricciones entonces, corresponde a un porcentaje de liberación del 100%.

Figura 3.

Levantamiento de restricciones en las actividades planificadas.

TEM	DESCRIPCION	METRADOS		Direccion de obra	Mano de obra	Subcontratistas	Materiales	Equipos y herram.	Frente de trabajo	Externalidades	% Liberacion	Listo?
		Unid	Cant									
1	LABORES PRELIMINARES											
1.1	Cercado frontal en terreno con manta y palos	m	60.00	si	si	si	si	si	si	si	100%	<input checked="" type="checkbox"/>
1.2	Limpieza manual de terreno	m2	170.00	si	si	si	si	si	si	si	100%	<input checked="" type="checkbox"/>
1.3	Nivelación manual y compactacion de terreno	m2	120.00	si	si	si	si	si	si	si	100%	<input checked="" type="checkbox"/>
1.4	Trazo y replanteo en el terreno	m	90.00	si	si	si	si	si	si	si	100%	<input checked="" type="checkbox"/>
2	ESTRUCTURAS											
2.1	Movimiento de Tierras											
2.1.1	Excavación y cuadro para de zanjas para zapatas	m3	52.00	si	si	si	si	no	si	si	86%	<input type="checkbox"/>
2.1.2	Excavación y cuadro vigas cim., escalera y cimiento corrido	m3	28.00	si	si	si	si	si	si	si	100%	<input checked="" type="checkbox"/>
2.1.4	Excavación y cuadro para cisterna de 10 m3	m3	5.00	si	si	si	si	si	si	si	100%	<input checked="" type="checkbox"/>
2.1.5	Acarreo interno de material excedente	m3	25.00	si	si	si	si	si	si	si	100%	<input checked="" type="checkbox"/>
2.1.6	Relleno y Compactación para cimentación	m3	15.00	si	si	si	si	si	si	si	100%	<input checked="" type="checkbox"/>
2.1.7	Eliminación de desmonte con volquete	m3	24.00	si	si	si	si	si	si	si	100%	<input checked="" type="checkbox"/>
2.2	Concreto Simple											
2.2.1	Solado (1:12), (vaciado manual), (zapatas)	m2	80.00	si	si	si	si	si	si	si	100%	<input checked="" type="checkbox"/>
2.2.2	Cimientos Corridos 1:8 (C:H) +30% P.G	m3	25.00	si	si	si	si	si	si	si	100%	<input checked="" type="checkbox"/>
2.2.3	Falso piso de concreto de 4" 1:10 C:H	m2	180.00	si	si	si	si	si	si	si	100%	<input checked="" type="checkbox"/>
2.3	Concreto Armado											
2.3.1	Zapatas											
2.3.1.1	Acero en zaptatas fy =4200 Kg/cm2	Kg	410	si	si	si	si	si	si	si	100%	<input checked="" type="checkbox"/>

Nota. El check list deberá completarse en todas las actividades para considerarse liberado. elaboración propia.

Plan semanal para el proyecto.

Una vez realizado el control de liberación de actividades, se procede a proyectar el plan semanal para el proyecto; siendo el día lunes de toda semana el día en que se presenta y expone el plan a los implicados (ingeniero supervisor, maestro de obra, operarios, oficiales y ayudantes) y el día sábado al medio día la fecha de revisión de la misma.

Tabla 8.*Plan semanal para el proyecto.*

ITEM	DESCRIPCION	METRADOS		L	M	X	S-1		
		Unid	Cantid.				J	V	S
1	LABORES PRELIMINARES								
1.1	Cercado frontal en terreno con manta y palos	m	60.00	60					
1.2	Limpieza manual de terreno	m2	170.00	170					
1.3	Nivelación manual y compactación de terreno	m2	120.00		40	40	40		
1.4	Trazo y replanteo en el terreno	m	90.00						90
2	ESTRUCTURAS								
2.1	Movimiento de Tierras								
2.1.1	Excavación y cuadro para de zanjas para zapatas	m3	52.00	6	6	6	6	6	12
2.1.2	Excavación y cuadro vigas cim., escalera y cimienta corrido	m3	28.00				6	6	12
2.1.4	Excavación y cuadro para cisterna de 10 m3	m3	5.00						5
2.1.5	Acarreo interno de material excedente	m3	25.00						8
2.1.6	Relleno y Compactación para cimentación	m3	15.00						
2.1.7	Eliminación de desmonte con volquete	m3	24.00						
2.2	Concreto Simple								
2.2.1	Solado (1:12), (vaciado manual), (zapatas)	m2	80.00						
2.2.2	Cimientos Corridos 1:8 (C:H) +30% P.G	m3	25.00						
2.2.3	Falso piso de concreto de 4" 1:10 C:H	m2	180.00						
2.3	Concreto Armado								
2.3.1	Zapatas								
2.3.1.1	Acero en zapatas fy =4200 Kg/cm2	Kg	410						410

Nota. Elaboración propia a partir del plan intermedio.

Porcentaje de plan cumplido para el proyecto. (PPC).

El porcentaje de plan cumplido es uno de los principales indicadores de la metodología last planner y tiene como finalidad mostrar el porcentaje de cumplimiento de las actividades programadas, haciendo un comparativo entre lo real y lo planeado; además de ello se analiza n las causas de incumplimiento, según sea el tipo, la causa y se especifica también la acción correctiva a tomar.

Figura 4.

Metrados planificados y reales y % de cumplimiento y causas de incumplimiento.

DESCRIPCION	METRADOS		S-1							Met. Planific	Met. Rea	CUMPLI	CUMPLIMIENT	ANALIS. CAUSAS INCUMPLIM.		
			L	M	X	J	V	S	Tipo					Causa	Correctivo	
	Unid	Cant														
LABORES PRELIMINARES																
Cercado frontal en terreno con manta y palos	m	60.00	60							60.00	60.00	100%	SI			
Limpieza manual de terreno	m2	170.00	170							170.00	170.00	100%	SI			
Nivelación manual y compactacion de terreno	m2	120.00		40	40	30				120.00	120.00	100%	SI	Frente trabajo	Falta F. T	Habilitar varios F.T
Trazo y replanteo en el terreno	m	90.00						80		90.00	90.00	100%	SI	Frente trabajo	Falta F. T	Habilitar varios F.T
ESTRUCTURAS																
Movimiento de Tierras																
Excavación y cuadro para de zanjas para zap	m3	52.00	10	10	5	5	4	4		42.00	38.00	90%	NO	Personal	ta personal sin avi	Agenciarse de personal
Excavación y cuadro vigas cim., escalera y c	m3	28.00			5	5	5	7		24.00	22.00	92%	NO	Personal	ta personal sin avi	Agenciarse de personal
Excavación y cuadro para cisterna de 10 m3	m3	5.00						5		5.00	5.00	100%	SI			
Acarreo interno de material excedente	m3	25.00						8		8.00	8.00	100%	SI			
Relleno y Compactación para cimentación	m3	15.00								0.00	0.00					
Eliminación de desmonte con volquete	m3	24.00								0.00	0.00					
Concreto Simple																
Solado (1:12), (vaciado manual), (zapatas)	m2	80.00								0.00	0.00					
Cimientos Corridos 1:8 (C:H) +30% P.G	m3	25.00								0.00	0.00					
Falso piso de concreto de 4" 1:10 C:H	m2	180.00								0.00	0.00					
Concreto Armado																
Zapatas																
Acero en zapatas fy =4200 Kg/cm2	Kg	410						410		410.00	410.00	100%	SI			

Nota. El porcentaje de cumplimiento se obtiene dividiendo el real entre lo planificado. Elaboracion propia.

Tabla 9.*Porcentaje de plan cumplido (PPC).*

H)	Mano Obra Ejecutada (H-	523.50	Act. Compl.	7
	% Avance Ejecutado	1.4%	Act. No Compl.	2
			Total	9
			PPC %	77.78%

Nota. Elaboración propia

Según la tabla 9; para la primera semana se obtuvo como un total de actividades programadas nueve; de las cuales se cumplieron siete y dos no se cumplieron, lo cual representa un 77.78% de cumplimiento.

De forma similar, se realiza el análisis para las siguientes 5 semanas, lo cual nos permite obtener la información tabulada y graficada.

Tabla 10.

Porcentaje de plan cumplido para las 6 primeras semanas.

	SEM	ACTIV. PLANIFICADAS	ACTIV. COMPLET.	% CUMPLIM	% CUMP. ACUM.
1	sem-	9	7	78%	78%
2	sem-	12	10	83%	83%
3	sem-	8	7	88%	88%
4	sem-	6	6	100%	100%
5	sem-	3	3	100%	100%
6	sem-	1	1	100%	100%

Nota. Elaboración propia

Según la tabla 10, la primera semana se tuvo un cumplimiento del 78%, la segunda semana 83%, la tercera semana 88% y de la cuarta a la sexta semana un cumplimiento del 100%.

Tabla 11. Interpretación del % de PPC.

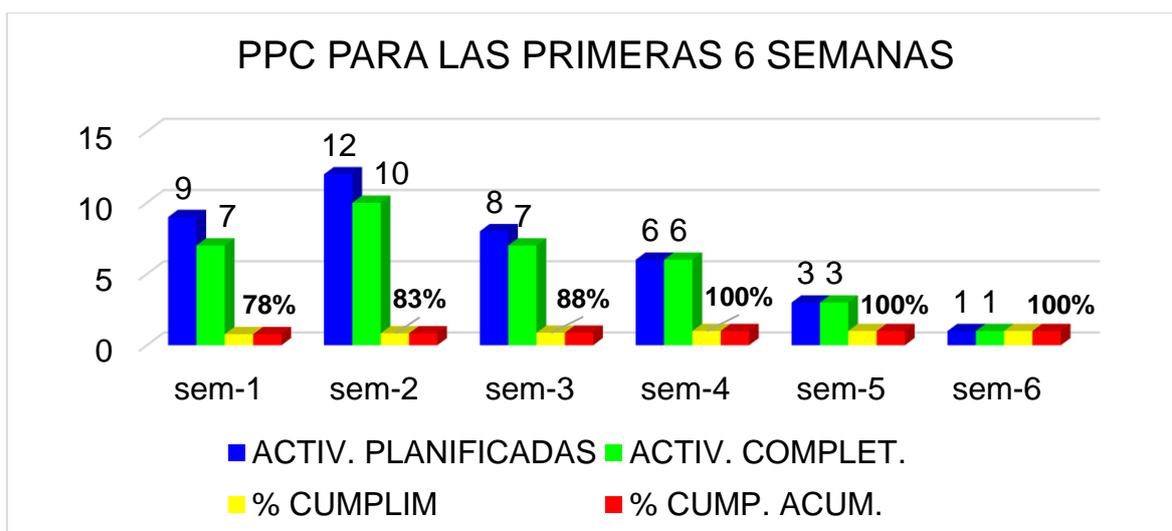
RANGO DEL PPC	INTERPRETACION
90% < PPC < 100%	Casi siempre se está ejecutando lo programado, señalando que la programación no se realiza correctamente. No se trabaja al máximo esfuerzo.
80% < PPC < 90%	Rango ideal de un buen desempeño.
PPC < 80%	Más del 20% de las actividades no se pueden realizar debidamente, lo cual representa un retraso en el tiempo de entrega

Nota. Guía del PMbook 7ed.

Según la tabla 11, de interpretación del rango del porcentaje de cumplimiento de actividades (PPC); solo en la primera semana presenta un valor de 73%, lo cual nos indica que hay retraso en el tiempo de entrega; por otro lado, las semanas dos y tres presentan un PPC de 83% y 88%, respectivamente, lo cual indica que un rango ideal de un buen desempeño; finalmente las semanas cuatro, cinco y seis presentan un PPC de 100%, lo cual demuestra que siempre se está ejecutando lo programado.

Figura 5.

% Cumplimiento (PPC) para las 6 primeras semanas del proyecto.



Nota. Se enlista también el total de actividades planificadas y completadas.

Según la figura 5, se muestra el histórico del comportamiento del porcentaje de plan completado para las primeras seis semanas; donde se observa de forma condensada la información referida a las actividades planificadas, completadas, cumplidas y el acumulado del cumplimiento; de modo tal que para la segunda semana se tiene 12 actividades programadas, 10 ejecutadas y un % de cumplimiento de 83%.

Determinación de las causas de no cumplimiento

A fin de determinar las principales causas de no cumplimiento se realiza la cuantificación de las frecuencias acumuladas de cada una de estas causas, durante el horizonte de seis semanas.

Tabla 12.

Causas de incumplimiento para las 10 primeras semanas del proyecto.

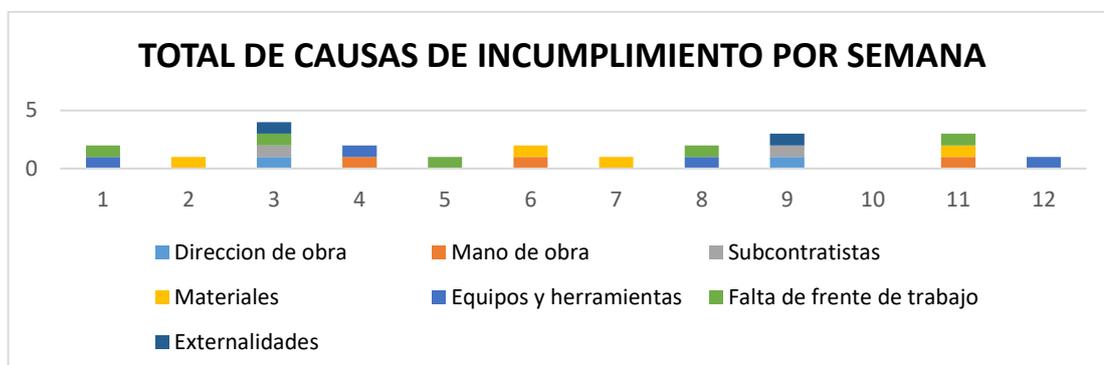
Ítem	Causas de incumplimiento	Nº semana												TOTAL, ACUM.	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	Dirección de obra	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
2	Mano de obra	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3
3	Subcontratistas	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
4	Materiales	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	4
5	Equipos y herramientas	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	4
6	Falta de frente de trabajo	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	5
7	Externalidades	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
	TOTAL, SEMANAL	2	1	4	2	1	2	1	2	3	0	3	1		

Nota. Elaboración propia.

En la tabla 12, se presenta la información ordenada, referido a las principales causas identificadas de incumplimiento, tales como dirección de obra, mano de obra, subcontratistas, materiales, equipos y herramientas, frente de trabajo y externalidades, para las doce primeras semanas del proyecto.

Figura 6.

Total, de causas de incumplimiento por cada semana.



Nota. elaboración propia.

En la figura 6, se muestra las causas de incumplimiento por semana, tal es así que en la semana tres, se presentaron 4 causas de incumplimiento, en la semana 9 y 11; se presentaron 3 causas de incumplimiento.

Figura 7.

Frecuencias acumuladas de causas de incumplimiento.



Nota. Este tipo de gráficos, también es llamado grafico de sensibilidad.
elaboración propia.

Según la figura 7, que muestra la gráfica de sensibilidad de las frecuencias acumuladas, se observa que la causa más recurrente de incumplimiento es la falta de frente de trabajo, seguido de la falta de equipos y herramientas y falta de materiales.

4.2. Desarrollo del objetivo número 2: Determinación de la variación del costo y cronograma del proyecto a través de la metodología del valor ganado.

Determinación del valor ganado para el proyecto

Para determinar el valor ganado del proyecto necesitamos como insumos o datos de entrada el presupuesto de obra y el cronograma del mismo, los cuales representan el costo planeado y el tiempo planeado del proyecto.

Presupuesto del proyecto

El presupuesto del proyecto, se condensa en el presupuesto del edificio multifamiliar El parque, el cual detalla el total del costo directo el cual asciende a S/ 1,044,340.00; así mismo se considera un porcentaje de 6% para gastos generales y 10% para utilidad y 18% de impuesto general a las ventas, haciendo un total de S/ 1,429,492.59.

Tabla 13.

Presupuesto resumido del proyecto.

ITEM	PARTIDA	PARCIAL
1	LABORES PRELIMINARES	S/ 3,500.00
2	ESTRUCTURAS	S/ 289,955.00
3	ARQUITECTURA	S/ 546,875.00
4	PARTE SANITARIA	S/ 66,380.00
5	PARTE ELECTRICA	S/ 92,430.00
6	COMUNICACIONES	S/ 2,700.00
7	AIRE ACONDICIONADO	S/ 42,500.00
	C. DIRECTO	S/ 1,044,340.00

Nota. Elaboración propia.

Con esta información procedemos a planificar el valor ganado por cada etapa del proyecto, considerando un horizonte de 12 meses y un porcentaje de gasto prorrateado según el avance planificado de obra; obteniendo la siguiente información.

Valor planeado, valor real y valor ganado del proyecto

Para determinar el valor planeado del proyecto, efectuamos la siguiente operación matemática:

Valor planeado (PV) = % Ejecución Planeada x Presupuesto inicial (BAC).

La ejecución planeada lo extraemos del Lookhead y el presupuesto inicial corresponde al presupuesto dado antes de iniciar la obra.

El valor real es un valor objetivo y se extraen de las valorizaciones mensuales elaboradas por el área de producción.

Para determinar el valor ganado del proyecto efectuamos la siguiente operación matemática:

Valor ganado (EV) = % Ejecución real x Presupuesto inicial (BAC)

Cabe resaltar que estas tres variables se determinan para un horizonte de doce meses.

Tabla 14.*Valor planeado, valor real y valor ganado del proyecto.*

Presupuesto	S/												
Inicial (BAC)	1,044,340.00												
Duración (días)	360.00	ene.	feb.	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	dic
14. Valor Planeado (PV)	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/
	89,813.24	82,502.86	88,768.90	92,946.26	97,123.62	73,103.80	97,123.62	88,768.90	88,768.90	90,857.58	86,680.22	67,882.10	
15. Valor Planeado Acumulado (PV)	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/
	89,813.24	172,316.10	261,085.00	354,031.26	451,154.88	524,258.68	621,382.30	710,151.20	798,920.10	889,777.68	976,457.90	1,044,340.00	
16. Valor real (AC)	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/
	131,273.72	106,448.73	118,472.41	105,026.23	117,120.73	112,869.42	70,622.73	63,622.73	78,266.23	61,938.42	65,855.94	75,111.33	
17. Valor Real Acumulado (AC)	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/
	131,273.72	237,722.45	356,194.87	461,221.10	578,341.84	691,211.26	761,834.00	825,456.73	903,722.97	965,661.39	1,031,517.34	1,106,628.67	
18. Valor Ganado (EV)	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/
	76,236.82	74,148.14	87,724.56	84,591.54	96,079.28	75,192.48	95,034.94	89,813.24	92,946.26	97,123.62	88,768.90	86,680.22	
19. Valor Ganado Acumulado (EV)	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/	S/
	76,236.82	150,384.96	238,109.52	322,701.06	418,780.34	493,972.82	589,007.76	678,821.00	771,767.26	868,890.88	957,659.78	1,044,340.00	

Nota. Elaboración propia.

Costo real del proyecto por partida

Para determinar el costo real del proyecto, por partida, nos apoyamos en las valorizaciones y en las facturas de compra de materiales.

Tabla 15.

Costo real del proyecto por partida.

Etapa	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Juni	Juli	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
LABORES	\$	\$ 0.00	\$	\$	\$	\$	\$	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
PRELIMINARES	3,593.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00					
ESTRUCTURAS	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00
	50,345.00	48,326.00	60,589.00	50,303.50	58,998.00	57,202.94	0.00					
ARQUITECTURA Y	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
ACABADOS	45,572.92	45,572.92	45,572.92	45,572.92	45,572.92	45,916.67	54,572.92	45,572.92	54,572.92	39,502.61	45,572.92	54,572.92
PARTE	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$ 4,508.64	\$	\$	\$
SANITARIA	13,276.00	4,827.64	4,827.64	4,827.64	4,827.64	4,827.64	4,827.64	2,827.64		4,827.64	3,827.64	10,941.24
PARTE	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$ 722.18
ELECTRICA	18,486.00	7,722.18	7,482.86	4,322.18	7,722.18	4,922.18	11,222.18	6,722.18	11,322.18	9,108.18	7,722.18	
COMUNICACIONE	\$	\$ 0.00	\$	\$	\$	\$	\$	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00	\$	\$ 0.00
S	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00				2,733.21	
AIRE	\$	\$ 0.00	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$ 7,862.50	\$	\$	\$
ACONDICIONADO	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8,500.00		8,500.00	6,000.00	8,875.00
Costo Real (AC)	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
	131,273.72	106,448.73	118,472.41	105,026.23	117,120.73	112,869.42	70,622.73	63,622.73	78,266.23	61,938.42	65,855.94	75,111.33
Costo Real	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
Acumulado (AC acumulado)	131,273.72	237,722.45	356,194.87	461,221.10	578,341.84	691,211.26	761,834.00	825,456.73	903,722.97	965,661.39	1,031,517.34	1,106,628.67

Nota. Elaboración propia.

Variaciones, índices y costo para completar el proyecto.

Para determinar y visualizar el total de indicadores que presenta la metodología del valor ganado, diseñamos una plantilla en Excel que toma información de las hojas de análisis anteriores (valor ganado y valor actual) y presenta el total de resultados obtenidos para los datos de entrada previamente ingresados.

Tabla 16.*Variación, índices y costo por completar del proyecto.*

Variaciones, índices y costo para completar el proyecto	ene.	feb.	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	dic
1. Variación del Costo (CV = EV - AC)	-S/ 55,036.90	-S/ 87,337.49	-S/ 118,085.35	-S/ 138,520.04	-S/ 159,561.50	-S/ 197,238.44	-S/ 172,826.24	-S/ 146,635.73	-S/ 131,955.71	-S/ 96,770.51	-S/ 73,857.56	-S/ 62,288.67
2. Variación del cronograma (SV = EV - PV)	-S/ 13,576.42	-S/ 21,931.14	-S/ 22,975.48	-S/ 31,330.20	-S/ 32,374.54	-S/ 30,285.86	-S/ 32,374.54	-S/ 31,330.20	-S/ 27,152.84	-S/ 20,886.80	-S/ 18,798.12	-S/ -
3. Índice de desempeño del costo (CPI = EV/AC)	0.58	0.63	0.67	0.70	0.72	0.71	0.77	0.82	0.85	0.90	0.93	0.94
4. Índice del desempeño del cronograma (SPI = EV/PV)	0.85	0.87	0.91	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	1.00
5. Índice de costo-programación (CSI=CPIXSPI)	0.49	0.55	0.61	0.64	0.67	0.67	0.73	0.79	0.82	0.88	0.91	0.94
6. Costo Estimado de completitud-probable (EAC=BAC/CPI)	S/ 1,798,270.09	S/ 1,650,850.36	S/ 1,562,258.19	S/ 1,492,624.92	S/ 1,442,248.97	S/ 1,461,334.59	S/ 1,350,769.50	S/ 1,269,933.43	S/ 1,222,899.82	S/ 1,160,650.71	S/ 1,124,882.59	S/ 1,106,628.67
7. Costo Estimado de completitud-optimista (EAC=AC+BAC-EV)	S/ 1,099,376.90	S/ 1,131,677.49	S/ 1,162,425.35	S/ 1,182,860.04	S/ 1,203,901.50	S/ 1,241,578.44	S/ 1,217,166.24	S/ 1,190,975.73	S/ 1,176,295.71	S/ 1,141,110.51	S/ 1,118,197.56	S/ 1,106,628.67
8. Costo Estimado de completitud -pesimista (EAC =AC +((BAC-EV) /CSI))	S/ 2,095,132.46	S/ 1,856,931.51	S/ 1,678,632.72	S/ 1,592,761.22	S/ 1,509,034.81	S/ 1,508,551.45	S/ 1,383,140.06	S/ 1,290,447.74	S/ 1,234,129.31	S/ 1,165,337.95	S/ 1,126,715.28	S/ 1,106,628.67
9. Estima. Índice desempeño para concluir-optimista (TCPI=(BAC-EV)/(BAC-AC))	1.06	1.11	1.17	1.24	1.34	1.56	1.61	1.67	1.94	2.23	6.76	0.00
10. Estima. Índice desempeño para concluir-probable (TCPI=(BAC-EV)/(EAC-AC))	0.58	0.63	0.67	0.70	0.72	0.71	0.77	0.82	0.85	0.90	0.93	#¡DIV/0!
11. Estimación del tiempo (TTC = duración total/SPI)	424.11	412.50	394.74	394.95	387.83	382.07	379.79	376.62	372.67	368.65	367.07	360.00
12. Costo restante (ETC=EAC-AC)	S/ 1,666,996.37	S/ 1,413,127.91	S/ 1,206,063.32	S/ 1,031,403.82	S/ 863,907.13	S/ 770,123.33	S/ 588,935.50	S/ 444,476.70	S/ 319,176.85	S/ 194,989.32	S/ 93,365.25	S/ -
13. Variación del costo a la terminación (VAC=BAC-EAC)	-S/ 753,930.09	-S/ 606,510.36	-S/ 517,918.19	-S/ 448,284.92	-S/ 397,908.97	-S/ 416,994.59	-S/ 306,429.50	-S/ 225,593.43	-S/ 178,559.82	-S/ 116,310.71	-S/ 80,542.59	-S/ 62288.67

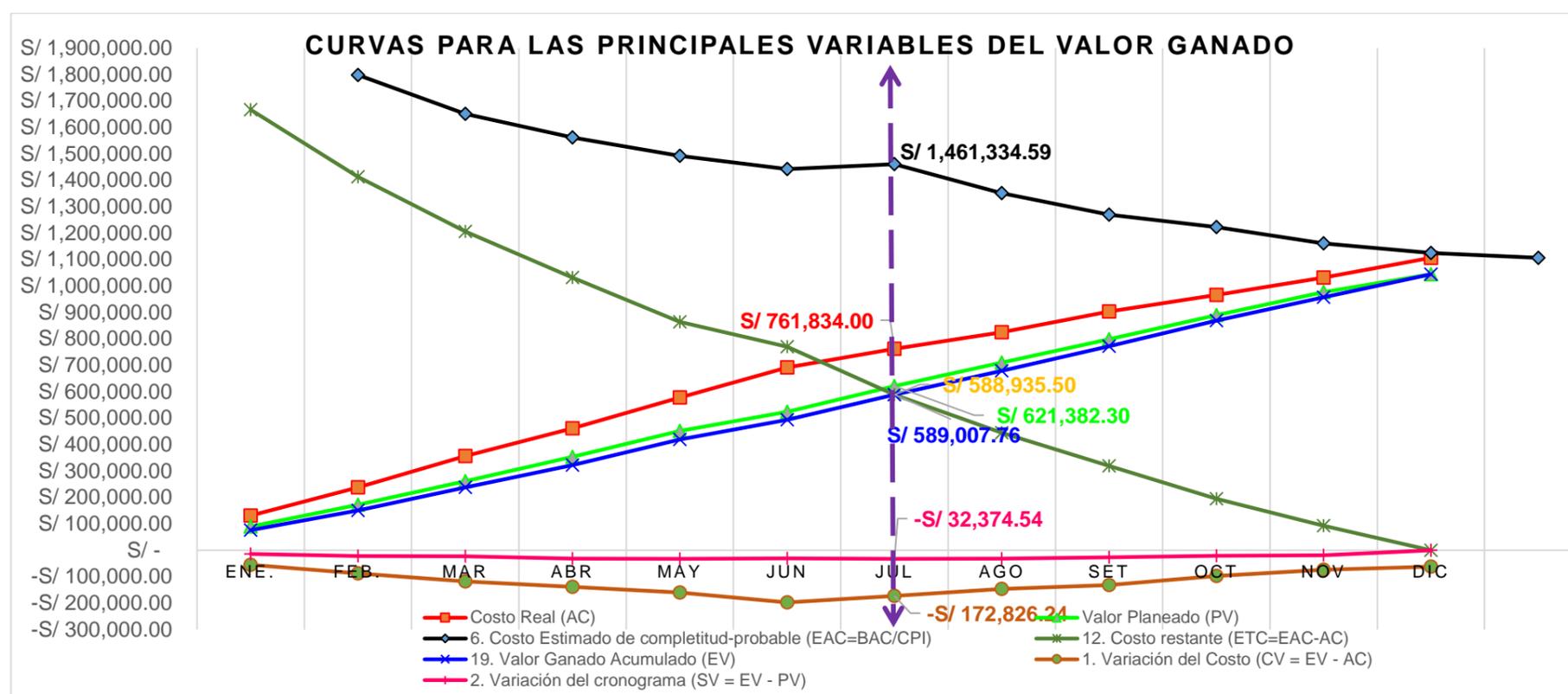
Nota. Elaboración propia.

Gráficos de los principales indicadores del valor ganado.

Para exponer de forma gráfica los resultados obtenidos en la tabla de la gestión ganada, graficamos los principales indicadores del valor ganado, tales como Costo real, valor planeado, costo estimado para completar el proyecto, costo restante, valor ganado acumulado, variación el costo y variación del cronograma.

Figura 8.

Curvas para los principales indicadores del valor ganado.



Nota. Valores a la fecha de corte en la última semana del mes de julio, la gráfica está vinculada a las plantillas de Excel, de modo que cualquier cambio en las celdas de la plantilla mostrada en la tabla 16, modifica el presente gráfico. elaboración propia.

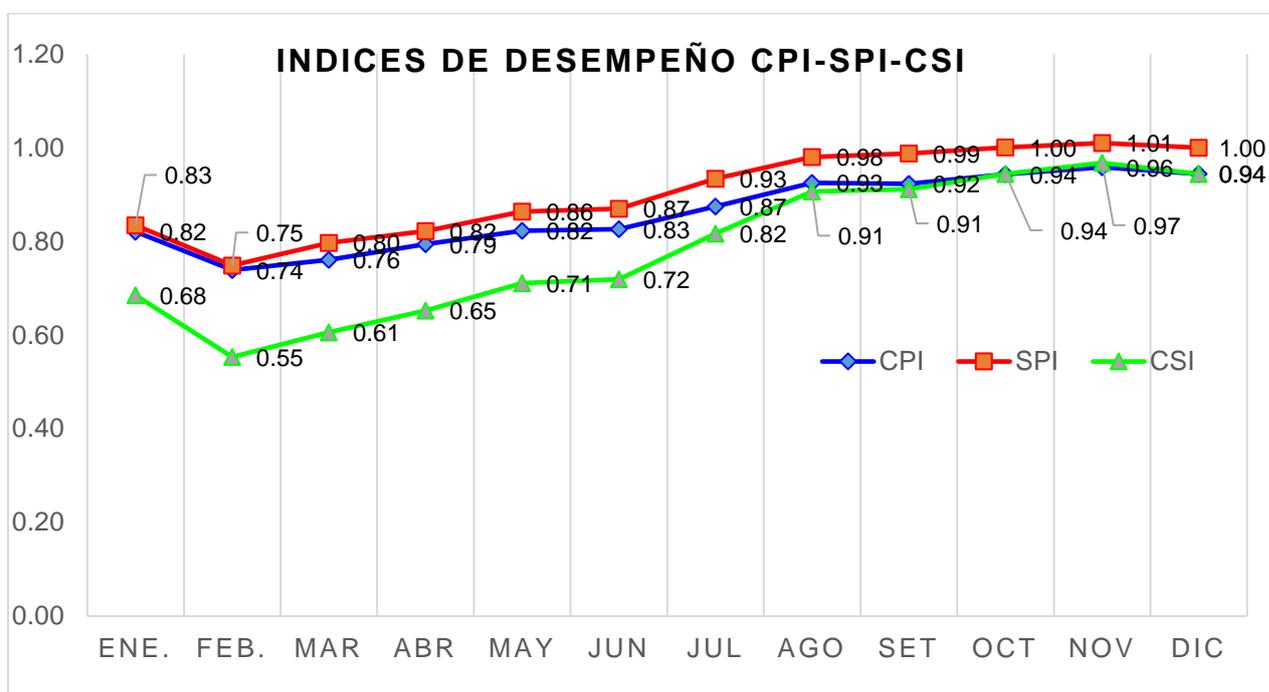
Según la figura 8, para la fecha de corte fue la última semana del mes de julio, el proyecto presenta un costo real superior al costo planeado con un diferencial de S/. 140451.7, así mismo presenta un valor ganado acumulado de S/. 589007.76, una variación del costo de 172826.24 y una variación del cronograma de 32374.54 y un costo de completitud probable de S/. 1461334.59; lo cual indica que en términos generales el proyecto se está desarrollando de manera ineficiente a la fecha de corte.

Índices de desempeño del costo, cronograma y costo programación del proyecto.

Se determinan y se muestra de forma gráfica los tres principales índices del desempeño del proyecto como lo son: el índice del desempeño del costo (CPI), del cronograma (SPI) y costo -programación (CSI).

Figura 9.

Índices de desempeño de costo, cronograma y costo-programación.



Nota. elaboración propia.

La figura 9, muestra los tres principales índices del proyecto, el índice del costo, del cronograma y el índice de costo programación.

Para el caso del índice de desempeño del costo (CPI), inicia con 0.82, en el mes de enero, cae a 0.74 en febrero y empieza ascender hasta llegar a 0.96 en el mes de diciembre; lo cual indica que el proyecto está atrasado.

Para el caso del índice de desempeño del cronograma (SPI), presenta un valor mínimo de 0.83 en el mes de enero y al igual que el caso anterior, va subiendo hasta llegar a un valor de 1 en el mes de diciembre, lo cual indica que el proyecto empezó atrasado en los primeros meses y termina al día en el mes de diciembre.

Finalmente, para el caso del índice costo- programación (CSI), presenta su valor más bajo en el mes de enero con 0.68 y luego sufre un ascenso gradual hasta llegar a 0.94 en el mes de diciembre; indicándonos que el proyecto empezó con un atraso del 40% y fue evolucionando y termino con un atraso de 6%.

Figura 10.

Resumen final entre planeado y real.

Item	Mes	Avance programado	Valor planeado	Avance real	Valor real	Valor ganado
1	Ene-22	11.8%	S/ 123,215.76	7.3%	S/ 131,273.72	S/ 76,236.82
2	Feb-22	7.9%	S/ 82,502.86	7.1%	S/ 106,448.73	S/ 74,148.14
3	Mar-22	8.5%	S/ 88,768.90	8.4%	S/ 118,472.41	S/ 87,724.56
4	Abr-22	8.9%	S/ 92,946.26	8.1%	S/ 105,026.23	S/ 84,591.54
5	May-22	9.3%	S/ 97,123.62	9.2%	S/ 117,120.73	S/ 96,079.26
6	Jun-22	7.0%	S/ 73,103.80	7.2%	S/ 112,869.42	S/ 75,192.48
7	Jul-22	9.3%	S/ 97,123.62	9.1%	S/ 70,622.73	S/ 95,034.94
8	Ago-22	6.5%	S/ 67,882.10	8.6%	S/ 63,622.73	S/ 89,813.24
9	Set-22	8.5%	S/ 88,768.90	8.9%	S/ 78,266.23	S/ 92,946.26
10	Oct-22	7.8%	S/ 81,458.52	9.3%	S/ 61,938.42	S/ 97,123.62
11	Nov-22	8.0%	S/ 83,547.20	8.5%	S/ 65,855.94	S/ 88,768.90
12	Dic-22	6.5%	S/ 67,882.10	8.3%	S/ 75,111.33	S/ 86,680.22
TOTALES		100.00%	S/ 1,044,323.64	100.00%	S/ 1,106,628.67	S/ 1,044,340.00
TOTAL PRESUPUESTADO			S/ 1,044,340.00			
TOTAL INVERTIDO			S/ 1,106,628.67			
VARIACION ENTRE REAL Y PLANIADO			S/ 62,305.03			
PORCENTAJE DE INCREMENTO			5.97%			

Nota: SACAR DEL LOOKHEAD SEMANAL Y PROYECTARLO A MENSUAL
NOTA: SE OBTIENE AL MULTIPLICAR AV. PROGRAMADO X PRES. INICIAL
Nota: SACAR DEL LOOKHEAD SEMANAL Y PROYECTARLO A MENSUAL
Nota: Extraido de las valorizaciones
NOTA: SE OBTIENE AL MULTIPLICAR AV. REAL X PRESUPTO. INICIAL

Fuente: Elaboración propia.

La figura 10, muestra el total invertido que asciende a S/. 1106628.67; el cual está por encima de lo planeado en un S/. 62305.03; lo que a su vez representa un 5.97% de incremento.

4.3. Desarrollo del objetivo número 3: Pronósticos para la variación del costo y su impacto sobre la utilidad del proyecto.

Teniendo como punto de partida que el mejor resumen del comportamiento de una variable aleatoria (que para nuestro caso estaría representada por la variación del costo y utilidad del proyecto) lo conforma su función de distribución de probabilidad; se realiza la simulación empleando el software Crystal Ball; en su versión 11.1 el cual es un complemento de la hoja de cálculo de Microsoft Excel y que nos permite evaluar un rango de posibles resultados y la probabilidad de alcanzar dichos resultados; presentándonos la información estadística mediante gráficos de pronósticos y de sensibilidad.

El tipo de simulación que emplea Crystal Ball se basa en la técnica de Simulación de Montecarlo, la cual emplea números aleatorios para medir los efectos de la incertidumbre en un modelo de hoja de cálculo; se emplean 5000 iteraciones y se considera un nivel de confianza del 95%; además se muestran las gráficas de distribución de probabilidad y sensibilidad para cada una de las variables de salida elegidas; teniendo en cuenta que se busca determinar el impacto del incremento del costo de las partidas del presupuesto sobre la utilidad del proyecto; para tal fin tenemos como variables de entrada el total de partidas del proyecto y como variables de salida el costo y la utilidad del mismo.

Las variables de entrada o de decisión se conforman por el total de partidas que conforman el presupuesto.

Tabla 17.

Variables de entrada para la simulación Montecarlo con Cristal Ball.

ITEM	VARIABLE
1	LABORES PRELIMINARES
2	ESTRUCTURAS
3	ARQUITECTURA Y ACABADOS
4	PARTE SANITARIA
5	PARTE ELECTRICA
6	COMUNICACIONES
7	AIRE ACONDICIONADO

Nota. Elaboración propia a partir del presupuesto resumido.

Y como variables de salida tenemos la utilidad, el incremento del costo directo, el porcentaje de incremento de costo directo, reducción de utilidad, y el porcentaje de reducción de utilidad.

Tabla 18.

Variables de salida para la simulación Montecarlo con Cristal Ball.

ITEM	VARIABLE
1	UTILIDAD
2	INCREMENTO DEL C. DIRECTO
3	PORCENTAJE DE INCREMENTO DEL C. DIRECTO
4	REDUCCION DE UTILIDAD
5	PORCENTAJE DE REDUCCION DE UTILIDAD

Nota. Elaboración propia.

La distribución de probabilidad para las variables de entrada; se considera como triangular, considerando como límite inferior un 10% menos que el valor real, como límite superior un 30% del valor real y como valor más probable el valor real invertido para cada partida.

Tabla 19.

Distribución de probabilidad del tipo triangular para las variables de entrada.

Nota. Se considera una distribución de probabilidad del tipo triangular. Elaboración propia.

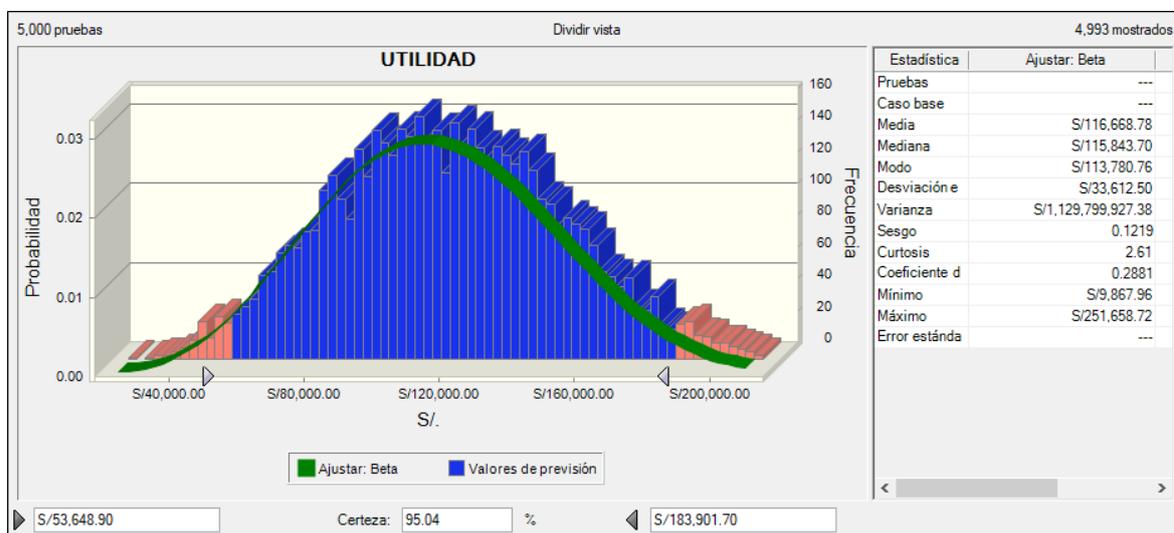
ITEM	PARTIDA	PARCIAL	REAL	MINIMO (10%)	MAXIMO (30%)
1	LABORES	S/	S/	S/	\$
	PRELIMINARES	3,500.00	3,593.80	3,150.00	3,850.00
2	ESTRUCTURAS	S/	S/	S/	\$
		289,955.00	325,764.44	260,959.50	376,941.50
3	ARQUITECTURA Y	S/	S/	S/	\$
	ACABADOS	546,875.00	568,148.44	492,187.50	601,562.50
4	PARTE SANITARIA	S/	S/	S/	\$
		66,380.00	69,174.60	59,742.00	73,018.00
5	PARTE ELECTRICA	S/	S/	S/	\$
		92,430.00	97,476.68	83,187.00	101,673.00
6	COMUNICACIONES	S/	S/	S/	\$
		2,700.00	2,733.21	2,430.00	2,970.00
7	AIRE	S/	S/	S/	\$
	ACONDICIONADO	42,500.00	39,737.50	38,250.00	46,750.00

Impacto de la variación del costo de las partidas sobre la utilidad

Para determinar el impacto de la variación del costo de las partidas sobre la utilidad del proyecto, procedemos a pronosticar el efecto de la variabilidad de las partidas, sobre la utilidad del proyecto, empleando el grafico de distribución de probabilidades y el grafico de sensibilidad, obtenidos mediante la simulación con Crystal Ball 11.1.

Figura 11.

Distribución de probabilidad para el impacto del costo de las partidas sobre la utilidad.

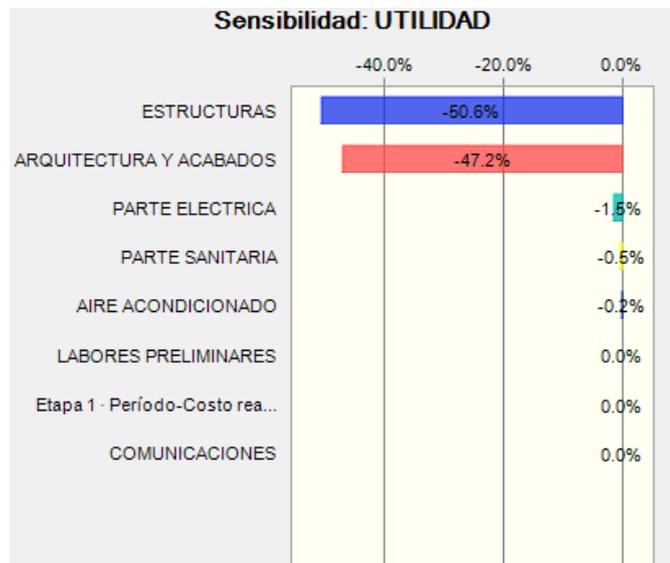


Nota. Gráfico obtenido con el programa crystal Ball, con 5000 iteraciones y una distribución de probabilidad triangular para las variables de entrada.

Según la información presentada en la figura 11; para un nivel de certeza del 95%, se tiene que el límite inferior de utilidad es de S/. 53648.90 y el superior es de S/. 183901.70; así mismo el gráfico de distribución de probabilidad, se ajusta mediante una distribución del tipo beta, con una desviación estándar de S/. 33612.50.

Figura 12.

Gráfico de sensibilidad para el impacto del incremento del costo sobre la utilidad del proyecto.



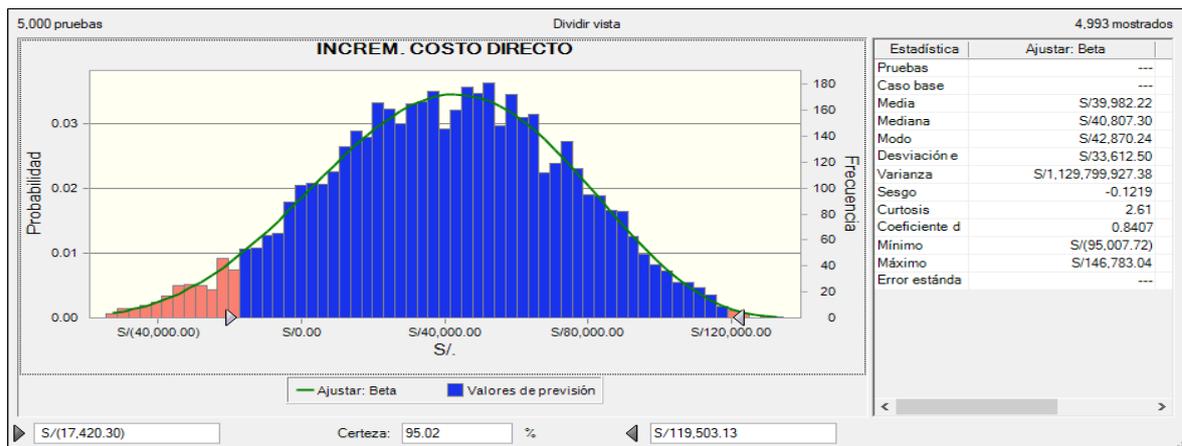
Nota. Gráfico obtenido con el programa crystal Ball, con 5000 iteraciones.

Por otro lado, según la información mostrada en la figura 12, nos indica que la partida estructuras y en segundo lugar la partida de arquitectura y acabados son las variables más sensibles a la utilidad, puesto que impactan en porcentajes de 50.6% y 47.2% respectivamente y la relación entre estas 02 variables y la utilidad es inversamente proporcional, pues muestran valores negativos; esto significa que a mayor incremento en dichas partidas menor utilidad en el proyecto; es preciso señalar que el resto de partidas muestran un impacto mínimo sobre la utilidad del proyecto, debido a la menor cuantía en sus respectivos montos.

Impacto de la variación del costo de las partidas sobre el incremento el costo directo.

Figura 13.

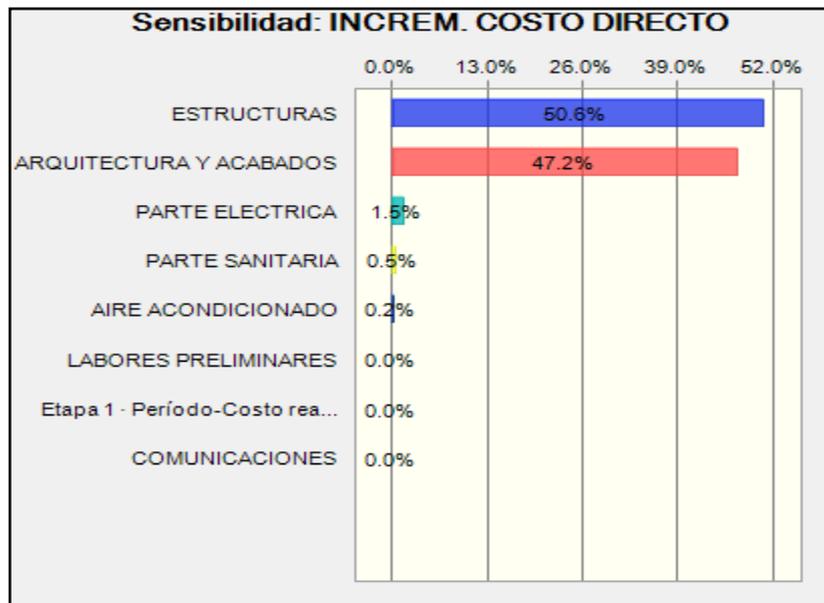
Distribución de probabilidad para el impacto del incremento del costo sobre el costo directo del proyecto.



Según la información mostrada en la figura 13; teniendo en cuenta un nivel de certeza del 95%, se tiene que el mínimo incremento del costo será 17420.30 soles y máximo 119503.13 soles; así mismo el gráfico de distribución de probabilidad, se ajusta mediante una distribución del tipo beta con una desviación estándar de S/. 33612.50.

Figura 14.

Gráfico de sensibilidad para el impacto del incremento del costo sobre el costo directo del proyecto.

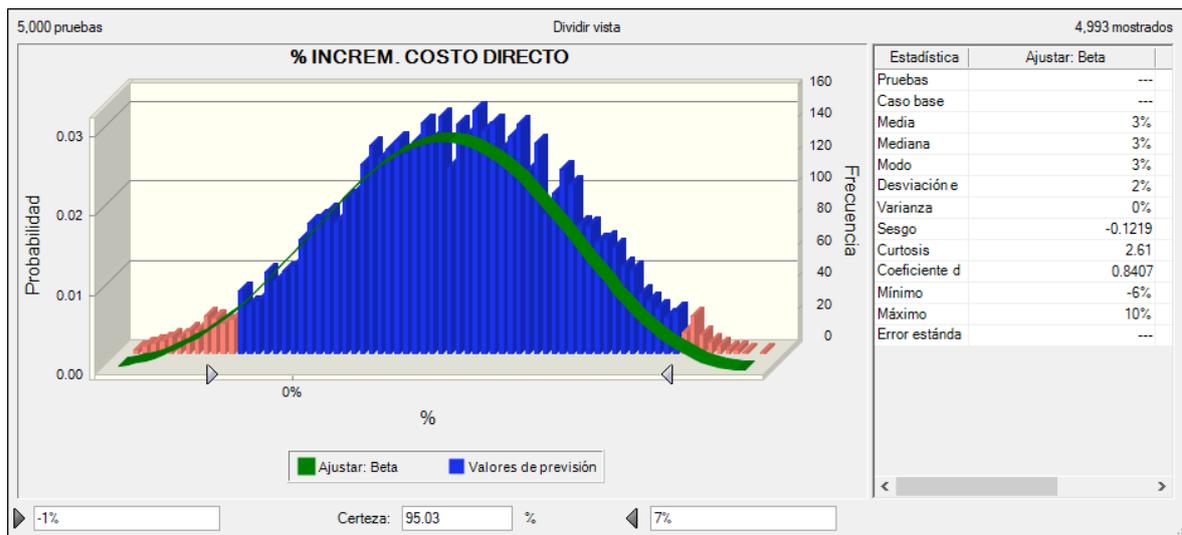


Por otro lado, según la figura 14, la variable más sensible al incremento del costo directo, es la partida de estructuras y la de arquitectura y acabados; puesto que presentan porcentajes de impacto de 50.6 % y 47.2%, respectivamente, y muestran una relación directamente proporcional con la variable incremento del costo directo; el resto de partidas tienen un porcentaje de impacto despreciable.

Impacto de la variación del costo de las partidas sobre el porcentaje de incremento del costo directo.

Figura 15.

Distribución de probabilidad para el impacto del incremento del costo sobre el % del costo directo del proyecto.

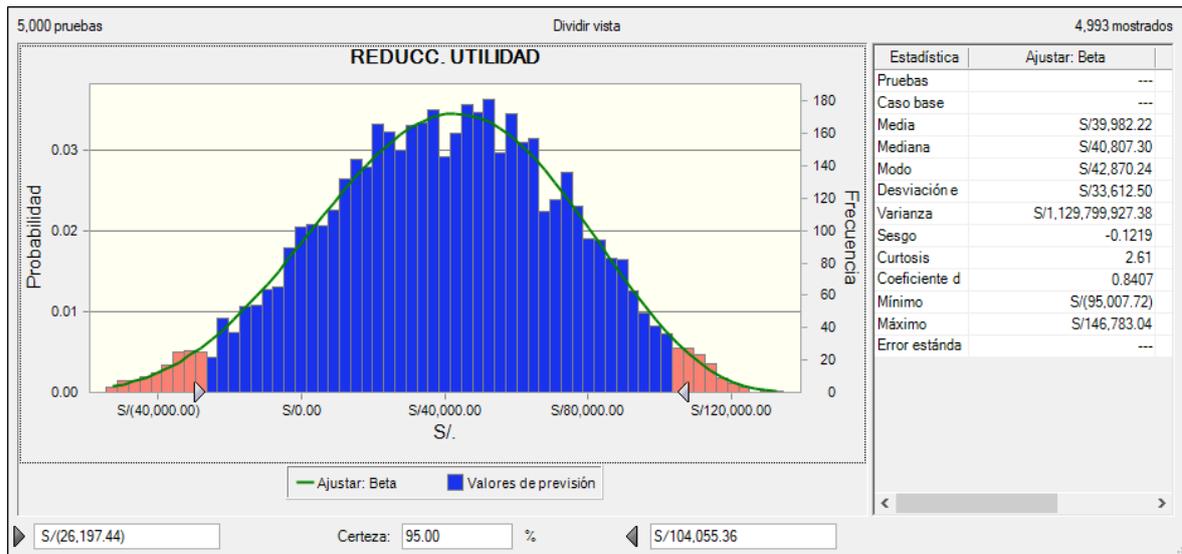


Según la información mostrada en la figura 15; teniendo en cuenta un nivel de certeza del 95%, se tiene que el mínimo incremento del porcentaje del costo directo será -1% y el máximo 7%; así mismo al igual que el caso anterior; el gráfico de distribución de probabilidad, se ajusta mediante una distribución del tipo beta, con una desviación estándar de 2%.

Impacto de la variación del costo de las partidas sobre la reducción de la utilidad.

Figura 16.

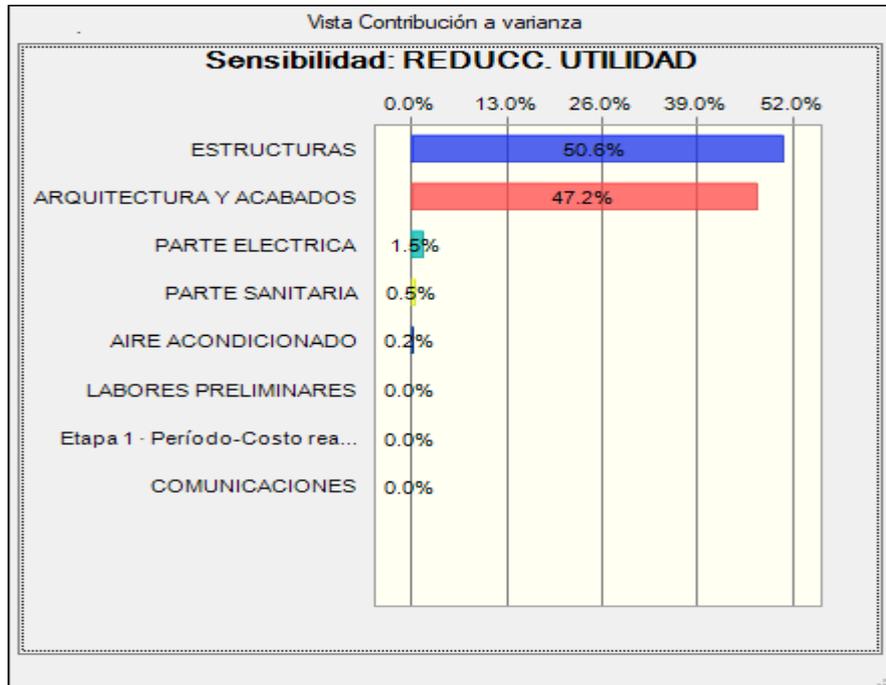
Distribución de probabilidad para el impacto del incremento del costo sobre la reducción de la utilidad del proyecto.



La figura 16; muestra que para un nivel de confianza del 95%, se tiene que la mínima reducción en la utilidad será S/. 26 197.44 y el máximo S/. 120 000.00; así mismo al igual que el caso anterior; el gráfico de distribución de probabilidad, se ajusta mediante una distribución del tipo beta, con una desviación estándar de S/. 33612.00.

Figura 17.

Gráfico de sensibilidad para el impacto del incremento del costo sobre la reducción de la utilidad del proyecto.

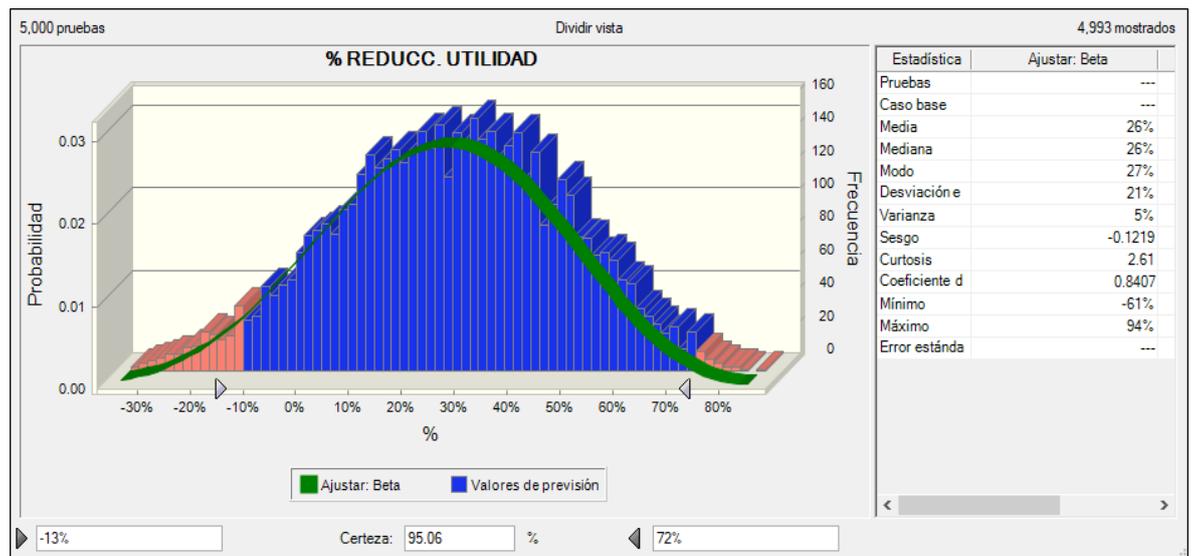


Por su parte, el gráfico de sensibilidad mostrado en la figura 17, muestra que las variables más sensibles a la reducción de la utilidad son las partidas de estructuras y la de arquitectura y acabados; puesto que presentan porcentajes de impacto de 50.6 % y 47.2%, mostrando una relación directamente proporcional con la variable reducción de utilidad; el resto de partidas tienen un porcentaje de impacto despreciable.

Impacto de la variación del costo de las partidas sobre el porcentaje de reducción de la utilidad.

Figura 18.

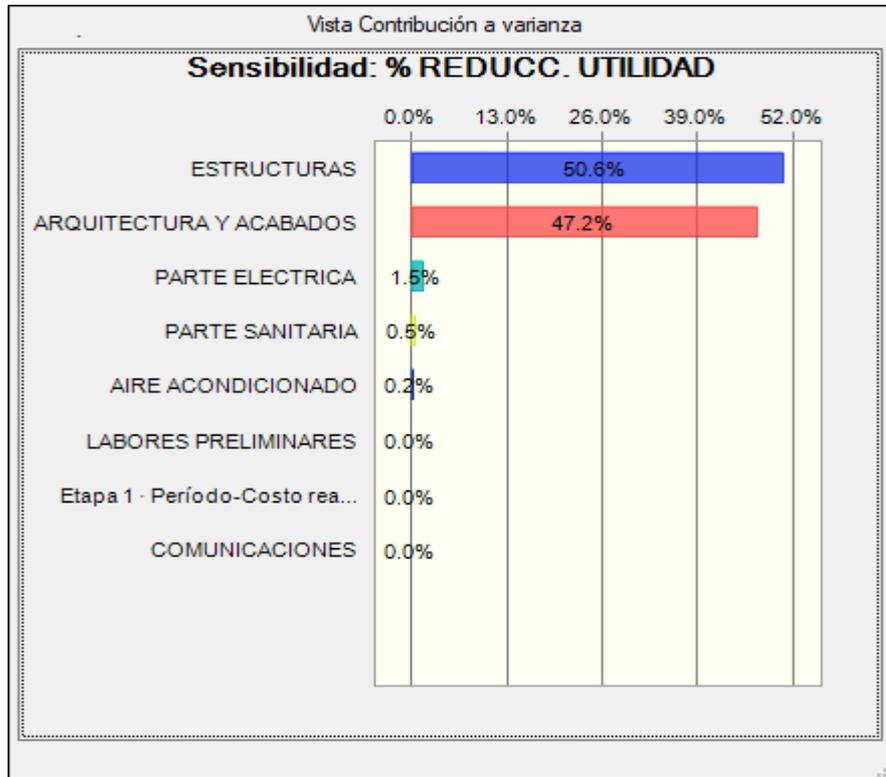
Distribución de probabilidad para el impacto del incremento del costo sobre el % de reducción de la utilidad del proyecto.



La figura 18; muestra que para un nivel de confianza del 95%, se tiene que el mínimo porcentaje de reducción de utilidad será 13% y el máximo de 72%; así el gráfico de distribución de probabilidad, se ajusta mediante una distribución del tipo beta, con una desviación estándar de 21%.

Figura 19.

Gráfico de sensibilidad para el impacto del incremento del costo sobre el % de reducción de la utilidad del proyecto.



La figura 19, muestra el gráfico de sensibilidad, ratificando que las variables más sensibles al porcentaje de reducción de la utilidad son las partidas de estructuras y la de arquitectura y acabados; puesto que presentan porcentajes de impacto de 50.6 % y 47.2%, mostrando una relación directamente proporcional con la variable porcentaje de reducción de utilidad; el resto de partidas tienen un porcentaje de impacto despreciable.

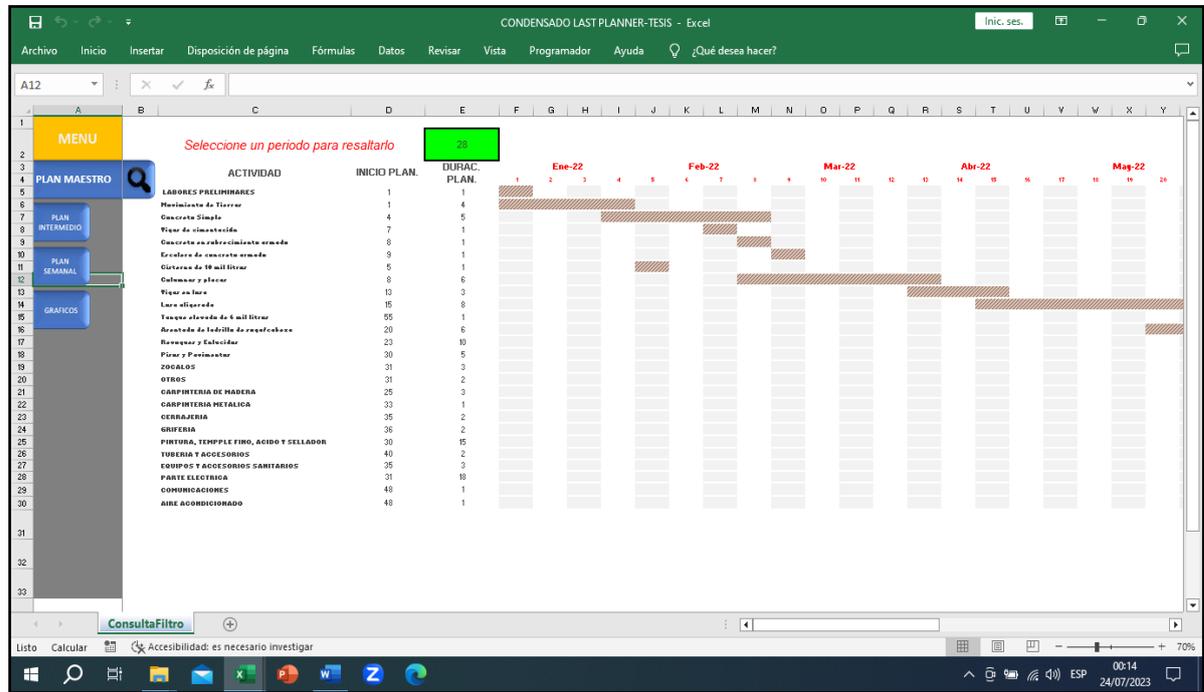
4.4. Desarrollo del objetivo número 4.

Condensación y automatización de la evaluación del desempeño del proyecto.

Para llevar a cabo la condensación y automatización de la evaluación del desempeño del proyecto, nos apoyamos en la hoja de cálculo de microsoft Excel, con la aplicación de macros, en la cual diseñamos una hoja interactiva que muestra de forma simplificada y grafica las principales variables de las metodologías last planner system, valor ganado y pronósticos.

Figura 20.

Pestaña resumen last planner 1-Plan maestro.



La figura 20, muestra la primera pestaña para la plantilla de last planner system, en la cual nos muestra el plan maestro y se accede haciendo clic en la primera casilla denominada plan maestro ubicada en la parte superior izquierda.

Figura 21.

Pestaña resumen last planner 2, plan intermedio.

LOOKHEAD										S-1						Met.			
ITEM DESCRIPCION	METRADOS		RECURSOS			RENDIMIENTO		Tu (ds)	D (ds)	No. Cuadrilla	RATIO (H/H)	TOTAL H-H	L	M	X	J	V	S	Met.
	Unid	Cant	Oper	Obr	Ayud.	Cant	Unid												
1 LABORES PRELIMINARES																			
11 Cercado frontal en terreno con manta y pat	m	60.00	1	1	2	60	m/d	1.00	1	1.00	0.50	30.00							60.00
12 Limpieza manual de terreno	m2	170.00	1	1	2	170	m2/d	1.00	1	1.00	0.30	51.00							170.00
13 Nivelación manual y compactación de terre	m2	120.00	2	1	4	40	m2/d	3.00	3	1.00	1.00	120.00		40	40	40			120.00
14 Trazo y replanteo en el terreno	m	30.00	2	1	1	30	m/d	1.00	1	1.00	0.30	27.00							30.00
2 ESTRUCTURAS																			
2.1 Movimiento de Tierras																			
2.1.1 Excavación y cuadro para de zapatas para za	m3	52.00	1	1	4	6	m3/d	8.67	3	0.96	4.00	208.00		6	6	6	6	6	42.00
2.1.2 Excavación y cuadro vigas cim. escalera y	m3	28.00	1	1	4	6	m3/d	4.67	5	0.93	3.50	88.00				6	6	6	24.00
2.1.4 Excavación y cuadro para sistema de 10m3	m3	5.00	1	1	4	6	m3/d	0.83	1	0.83	4.50	22.50							5.00
2.1.5 Acarreo interno de material excedente	m3	25.00	1	1	4	10	m3/d	2.50	3	0.83	2.00	50.00							8.00
2.1.6 Relleno y Compactación para cimentación	m3	15.00	1	1	4	15	m3/d	1.00	1	1.00	2.00	30.00							0.00
2.1.7 Eliminación de escombros con volquete	m3	24.00	1	1	4	24	m3/d	1.00	1	1.00	2.00	48.00							0.00
2.2 Concreto Simple																			
2.2.1 Soldado (112) (vacado manual) (zapatas)	m2	80.00	1	1	4	80	m2/d	1.00	1	1.00	2.00	160.00							0.00
2.2.2 Cimientos Corridos 18 (C.H.) <30x P.G	m3	25.00	1	1	4	25	m3/d	1.00	1	1.00	2.50	62.50							0.00
2.2.3 Falso piso de concreto de 4" 110 C.H	m2	180.00	4	1	4	60	m2/d	3.00	3	1.00	0.90	82.00							0.00
2.3 Concreto Armado																			
2.3.1 Zapatas																			
2.3.1.1 Acero en zapatas fy=4200 Kg/cm2	kg	410	1	1	4	400	Kg/d	1.02	1	1.02	0.30	41.00							410.00
2.3.1.2 Concreto Fc=210 Kg/cm2	m3	30.00	4	1	4	30	m3/d	1.00	1	1.00	5.00	150.00							0.00
2.3.2 Vigas de cimentación																			
2.3.2.1 Acero en vigas de cimentación fy=4200 Kg	kg	1260	2	1	4	600	Kg/d	2.10	2	1.05	0.30	126.00							0.00
2.3.2.2 Concreto vibrado Fc=210 Kg/cm2	m3	12	4	1	4	30	m3/d	0.40	1	0.40	5.00	60.00							0.00
2.3.3 Concreto en sobrecimiento armado																			
2.3.3.1 Acero en sobrecimiento armado fy=4200 K	kg	450.00	1	1	3	450	Kg/d	1.00	2	0.50	0.30	45.00							0.00
2.3.3.2 Encofrado y Desencofrado en sobrecimien	m2	53.00	4	1	3	60	m2/d	0.88	1	0.88	1.20	63.60							0.00
2.3.3.3 Concreto vibrado Fc=210 Kg/cm2	m3	4.00	4	1	3	30	m3/d	0.13	1	0.13	8.00	32.00							0.00
2.3.4 Escalera de concreto armado																			
2.3.4.1 Encofrado y Desencofrado de escalera	m2	84.00	4	1	3	45	m2/d	1.42	1	1.42	1.20	75.60							0.00
2.3.4.2 Acero en escalera fy=4200 Kg/cm2	kg	900.00	4	1	3	1200	Kg/d	0.75	1	0.75	0.30	90.00							0.00
2.3.4.3 Concreto Fc=210 Kg/cm2	m3	13.00	4	1	3	30	m3/d	0.43	1	0.43	9.00	117.00							0.00
2.3.5 Cisterna de 10 mil litros																			
2.3.5.1 Acero en sistema fy=4200 Kg/cm2	kg	460.00	4	1	3	1200	Kg/d	0.38	1	0.38	0.30	45.00							0.00
2.3.5.2 Encofrado y Desencofrado de sistema	m2	20.00	4	1	3	20	m2/d	1.00	1	1.00	1.50	30.00							0.00
2.3.5.3 Concreto vibrado Fc=210 Kg/cm2	m3	5.00	4	1	3	30	m3/d	0.17	1	0.17	9.00	45.00							0.00

La figura 21, muestra la segunda pestaña para la plantilla de last planner system, en la cual nos muestra el plan intermedio y se accede haciendo clic en la segunda casilla ubicada en la parte superior izquierda, la cual lleva el mismo nombre.

Figura 22.

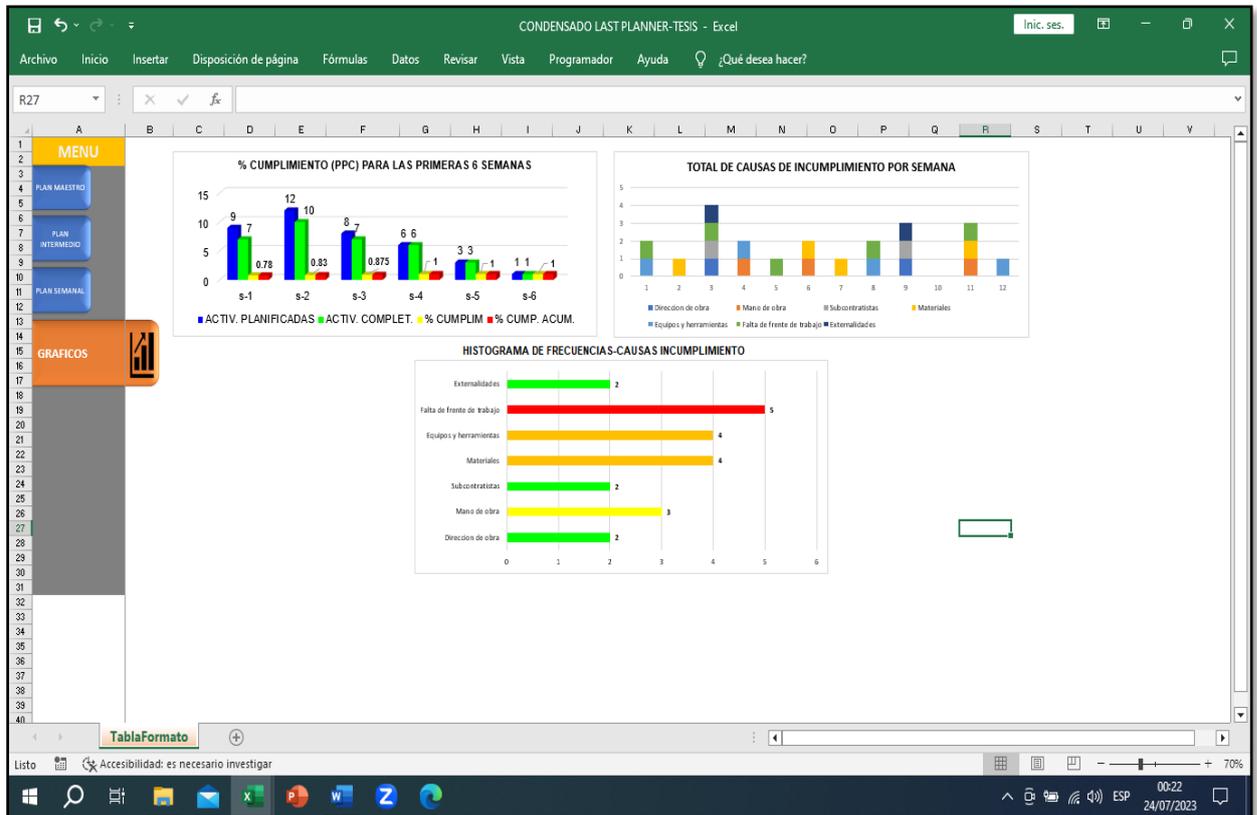
Pestaña resumen last planner 3, plan semanal.

ITEM	DESCRIPCION	METRADOS		Direccion	Mano de obra	Subcontrat	Materiales	Equipos y	Frente de	Externali	% Liberad	Listo?
		Unid	Cant									
LABORES												
1.1	Cercado frof	m	60.00	si	si	si	si	si	si	si	100%	<input checked="" type="checkbox"/>
1.2	Limpieza ma	m2	170.00	si	si	si	si	si	si	si	100%	<input checked="" type="checkbox"/>
1.3	Nivelación m	m2	120.00	si	si	si	si	si	si	si	100%	<input checked="" type="checkbox"/>
1.4	Trazo y repla	m	90.00	si	si	si	si	si	si	si	100%	<input checked="" type="checkbox"/>
ESTRUCTURAS												
2.1 Movimient												
2.11	Excavación	m3	52.00	si	si	si	si	no	si	si	86%	<input type="checkbox"/>
2.12	Excavación	m3	28.00	si	si	si	si	si	si	si	100%	<input checked="" type="checkbox"/>
2.14	Excavación	m3	5.00	si	si	si	si	si	si	si	100%	<input checked="" type="checkbox"/>
2.15	Acarreo inter	m3	25.00	si	si	si	si	si	si	si	100%	<input checked="" type="checkbox"/>
2.16	Relleno y Col	m3	15.00	si	si	si	si	si	si	si	100%	<input checked="" type="checkbox"/>
2.17	Eliminación	m3	24.00	si	si	si	si	si	si	si	100%	<input checked="" type="checkbox"/>
2.2 Concreto Simple												
2.21	Solado (15C)	m2	80.00	si	si	si	si	si	si	si	100%	<input checked="" type="checkbox"/>
2.22	Cimientos C	m3	25.00	si	si	si	si	si	si	si	100%	<input checked="" type="checkbox"/>
2.23	Falso piso d	m2	180.00	si	si	si	si	si	si	si	100%	<input checked="" type="checkbox"/>
2.3 Concreto Armado												
2.3.1 Zapatas												
2.3.11	Acero en zap	kg	410	si	si	si	si	si	si	si	100%	<input checked="" type="checkbox"/>

La figura 22, muestra la tercera pestaña para la plantilla de last planner system, en la cual nos muestra el plan semanal y se accede haciendo clic en la tercera casilla ubicada en la parte superior izquierda, la cual lleva el mismo nombre.

Figura 23.

Pestaña resumen last planner 4-Resumen de gráficos.



La figura 23, muestra la cuarta pestaña para la plantilla de last planner system, en la cual nos muestra los gráficos porcentaje de cumplimiento de actividades (PPC), total de causas de incumplimiento por semana y el histograma de frecuencias para las causas de incumplimiento y se accede haciendo clic en la tercera casilla ubicada en la parte superior izquierda, la cual lleva el mismo nombre.

Figura 24.

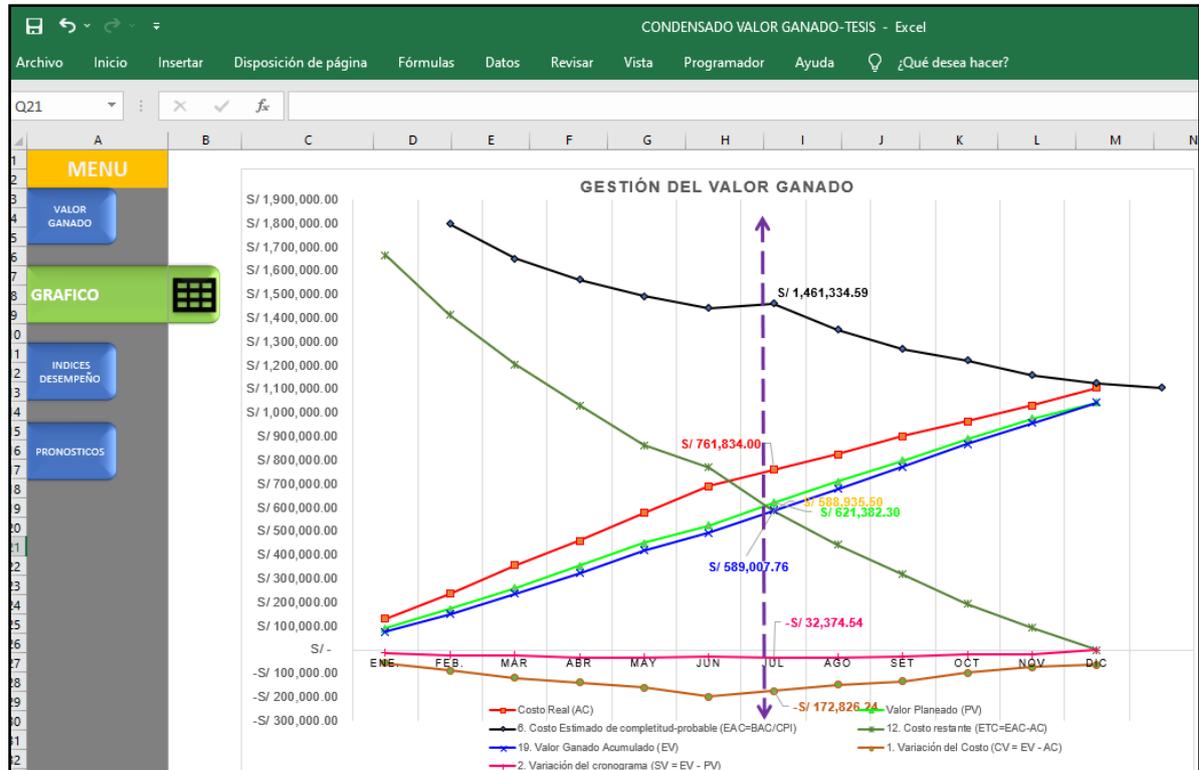
Pestaña resumen valor ganado 1-indicadores de valor ganado.

	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.
1. Variación del Costo (CV = EV - AC)	-S/ 55,036.90	-S/ 87,337.49	-S/ 118,085.35	-S/ 138,520.04	-S/ 159,561.50	-S/ 197,238.44	-S/ 172,811.11
2. Variación del cronograma (SV = EV - PV)	-S/ 13,576.42	-S/ 21,931.14	-S/ 22,975.48	-S/ 31,330.20	-S/ 32,374.54	-S/ 30,285.86	-S/ 32,211.11
3. Índice de desempeño del costo (CPI = EV/AC)	0.58	0.63	0.67	0.70	0.72	0.71	0.77
4. Índice de desempeño del cronograma (SPI = EV/PV)	0.85	0.87	0.91	0.91	0.93	0.94	0.95
5. Índice de costo-programación (CSI=CPV/SPI)	0.49	0.55	0.61	0.64	0.67	0.67	0.73
6. Costo Estimado de completitud-probable (EAC=BAC/CPI)	S/ 1,798,270.09	S/ 1,850,850.36	S/ 1,562,258.19	S/ 1,492,624.92	S/ 1,442,248.97	S/ 1,461,334.59	S/ 1,350,711.11
7. Costo Estimado de completitud-optimista (EAC=AC+BAC-EV)	S/ 1,099,376.90	S/ 1,131,677.49	S/ 1,162,425.35	S/ 1,182,860.04	S/ 1,203,901.50	S/ 1,241,578.44	S/ 1,217,111.11
8. Costo Estimado de completitud-pesimista (EAC=AC+(BAC-EV)/CSI)	S/ 2,095,132.46	S/ 1,856,931.51	S/ 1,678,632.72	S/ 1,592,761.22	S/ 1,509,034.81	S/ 1,508,551.45	S/ 1,383,111.11
9. Estim. Índice de desempeño para concluir-optimista (TCPI=(BAC-EV)/(EAC-AC))	1.06	1.11	1.17	1.24	1.34	1.56	1.61
10. Estim. Índice de desempeño para concluir-probable (TCPI=(BAC-EV)/(EAC-AC))	0.58	0.63	0.67	0.70	0.72	0.71	0.77
11. Estimación del tiempo (TTC = duración total/SPI)	424.11	412.50	394.74	394.95	387.83	382.07	379.79
12. Costo restante (ETC=EAC-AC)	S/ 1,666,996.37	S/ 1,413,127.91	S/ 1,206,063.32	S/ 1,031,403.82	S/ 863,907.13	S/ 770,123.33	S/ 588,611.11
13. Variación del costo a la terminación (VAC=BAC-EAC)	-S/ 753,930.09	-S/ 606,510.36	-S/ 517,918.19	-S/ 448,284.92	-S/ 397,908.97	-S/ 416,994.59	-S/ 306,411.11
Período-Costo planeado							
Duración	360.00						
	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.
14. Valor Planeado (PV)	S/ 89,813.24	S/ 82,502.86	S/ 88,768.90	S/ 92,946.26	S/ 97,123.62	S/ 73,103.80	S/ 97,111.11
15. Valor Planeado Acumulado (PV)	S/ 89,813.24	S/ 172,316.10	S/ 261,085.00	S/ 354,031.26	S/ 451,154.88	S/ 524,258.68	S/ 621,369.79
16. Valor real (AC)	S/ 131,273.72	S/ 106,448.73	S/ 118,472.41	S/ 105,026.23	S/ 117,120.73	S/ 112,869.42	S/ 70,611.11
17. Valor Real Acumulado (AC)	S/ 131,273.72	S/ 237,722.45	S/ 356,194.87	S/ 461,221.10	S/ 578,341.84	S/ 691,211.26	S/ 761,832.37
18. Valor Ganado (EV)	S/ 76,236.82	S/ 74,148.14	S/ 87,724.56	S/ 84,591.54	S/ 96,079.28	S/ 75,192.48	S/ 95,011.11
19. Valor Ganado Acumulado (EV)	S/ 76,236.82	S/ 150,384.96	S/ 238,109.52	S/ 322,701.06	S/ 418,780.34	S/ 493,972.82	S/ 588,983.93

La figura 24, muestra la primera pestaña para la plantilla resumen de valor ganado, en la cual nos muestra un total de trece indicadores que van desde las variaciones de costo y tiempo, los índices de costo y cronograma, el costo estimado para completar el proyecto para los tres escenarios (probable, optimista y pesimista), el índice de desempeño para concluir, el costo restante, y el costo a la terminación y se accede haciendo clic en la primera casilla ubicada en la parte superior izquierda, la cual lleva el mismo nombre.

Figura 25.

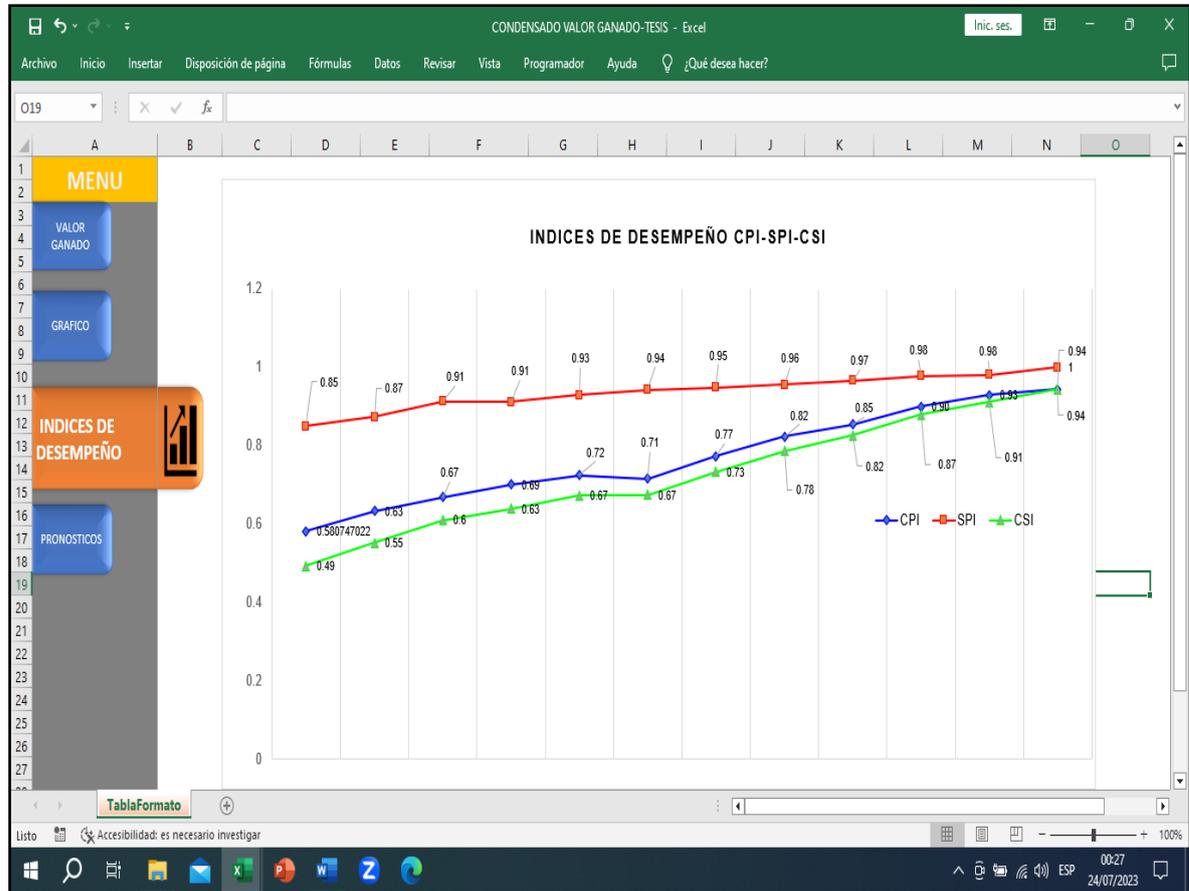
Pestaña resumen valor ganado 2-Grafico de los principales indicadores de valor ganado.



La figura 25, muestra la segunda pestaña para la plantilla resumen de valor ganado, en la cual nos muestra el gráfico que muestra el costo real, el costo estimado de completitud, el valor ganado acumulado, la variación del costo y cronograma, el valor planeado y el costo restante para terminar el proyecto; para acceder a tal información se hace clic en la segunda casilla ubicada en la parte superior izquierda, la cual lleva el nombre de gráfico.

Figura 26.

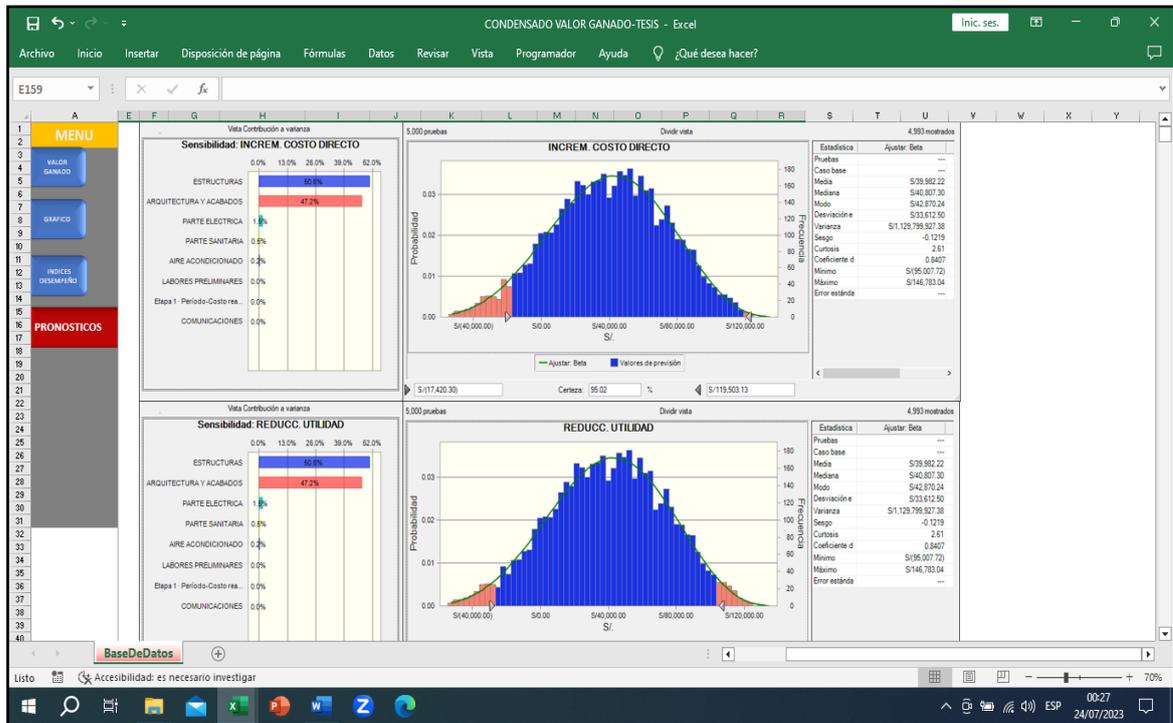
Pestaña resumen valor ganado 3-Grafico de los índices de desempeño de costo, cronograma y costo-programación.



La figura 26, muestra la tercera pestaña para la plantilla resumen de valor ganado, en la cual nos muestra los gráficos de los índices de desempeño para el costo, cronograma y costo programación; para acceder a tal información se hace clic en la tercera casilla ubicada en la parte superior izquierda, la cual lleva el nombre de índices de desempeño.

Figura 27.

Pestaña resumen valor ganado 4-Grafico de pronósticos para las variables de costo directo y utilidad del proyecto.



La figura 27, muestra la cuarta y última pestaña para la plantilla resumen de valor ganado, la cual muestra las gráficas de pronósticos para los casos previamente establecidos; para acceder a tal información se hace clic en la cuarta casilla ubicada en la parte superior izquierda, la cual lleva el nombre de pronósticos.

5. DISCUSION DE RESULTADOS

Moral & Martín, 2017; concluye que el método aplicado en la predicción el coste final del proyecto no refleja la realidad, ya que existen falsificaciones de varios documentos que distorsionan la realidad teniendo como resultados, imprecisión en los cálculos de predicciones, mala fama, sobrecostos y retrasos en la ejecución del proyecto, no correspondiendo a la realidad de la obra; en relación a nuestra investigación los datos obtenidos y mostrados son información de primera fuente que si reflejan la realidad del proyecto ejecutado, toda vez que los investigadores participaron en la ejecución de la obra, recolección y procesamiento de datos.

Palacios Tacuri, 2017; Tuvo como finalidad la propuesta de una metodología aplicativa al control de costos en proyectos de bajo presupuesto aplicando la técnica del valor ganado, con el fin de identificar diferenciales entre el presupuesto ejecutado y el planificado; por otro lado, nuestra investigación determinó la diferencia entre lo planeado y ejecutado encontrándose una desviación del 5.97% en relación al costo planeado.

Vilcapaza Condori, 2018; tuvo como principal objetivo la aplicación de la gestión del valor ganado como una herramienta para el control de los costos y el control de los tiempos en la ejecución de proyectos de construcción civil para la universidad nacional del altiplano. Llego a la conclusión de que, al aplicar la gestión del valor ganado como herramienta, se mejoró el control de tiempos y costos de la obra; en comparación con nuestra investigación, se puede afirmar que existe una gran similitud pues nuestra investigación concluye que la herramienta diseñada en la hoja de cálculo, permitió al proyecto tener una desviación de costo relativamente baja que ascendió a S/.62305, lo cual representó el 5.97% respecto al presupuesto planeado, puesto que proporcionó información relevante para la toma de decisiones que permitieron reducir el incremento en el costo del proyecto.

CONCLUSIONES

1. Al realizar el plan maestro para el proyecto se detectó un total de 26 partidas globales las cuales van desde labores preliminares hasta la especialidad de aire acondicionado; en lo referido a la planificación intermedia, nos permite visualizar con más detalle las actividades a realizar, obteniendo subpartidas para cada una de las partidas globales y además nos permite obtener el porcentaje de avance programado por semana, lo cual nos sirve como insumo para hacer el comparativo entre planeado y ejecutado y así obtener el indicador de porcentaje de actividades completadas; así también al completar el plan intermedio, procedemos a realizar el control del levantamiento de las restricciones identificadas.
2. La determinación de la variación del costo y del cronograma, respecto a la línea base, así como de los índices de desempeño se realiza de forma conjunta mediante el diseño y aplicación de una hoja de cálculo en Microsoft Excel que condensa un total de trece variables: variación del costo, del cronograma, índice desempeño del costo, del cronograma, índice costo programación, costo estimado de completitud para tres escenarios (optimista, pesimista y probable) , índice de desempeño para concluir, estimación del tiempo para concluir, costo restante y variación del costo a la terminación; esta información numérica del desempeño del proyecto mes a mes, se resume de forma gráfica para facilitar su comprensión.
3. Se realizó los pronósticos teniendo como variables de entrada las siete partidas resumidas del presupuesto y como variables de salida la utilidad, el costo directo y la reducción en la utilidad; obteniéndose con un nivel de confianza del 95% que para el caso de la utilidad se tuvo un límite inferior de S/. 53648.90 y superior es de S/. 183901.70; para el caso del costo directo los límites máximo y mínimo, S/. 17420.30 soles y S/.119503.13, respectivamente y para la reducción de la utilidad los límites máximo y mínimo de S/. 120 000.00 y S/. 26 197.44, respectivamente; además para los tres casos la variable más sensible está representada por la partida de estructuras con un impacto del 50.6% y en

segundo lugar por la partida de arquitectura y acabados con un impacto de 47.2%.

4. La elaboración de la herramienta en la hoja de cálculo de Microsoft Excel, la cual condensa todos los resultados y además permite visualizar de forma gráfica y simplificada los resultados de los principales indicadores tanto para last planner system, valor ganado y pronósticos, permitió al proyecto tener una desviación de costo relativamente baja que ascendió a S/.62305, lo cual representó el 5.97% respecto al presupuesto planeado, puesto que proporcionó información relevante para la toma de decisiones que permitieron reducir el incremento en el costo del proyecto.

RECOMENDACIONES

Al efectuar el plan maestro es conveniente realizarlo en base a un cálculo previo o preliminar para lo cual se recomienda estimar la cuadrilla según la realidad del personal disponible en obra y en base a rendimientos y metrados reales en obra, a fin de reducir el error en la estimación de días.

Para determinar las variaciones de costo y cronograma, se debe hacer de forma ágil empleando herramientas tales como la hoja de cálculo, y sus complementos como el solver o programas de simulación como el cristal ball; ¿que permiten realizar iteraciones en forma simultánea y posibilitan resolver la pregunta que pasa sí?; todo ello con la finalidad de obtener un panorama más completo de los resultados.

Para la parte de pronósticos es recomendable extender el cálculo incrementando la cantidad de variables tanto de entrada como de salida y también hacer análisis multivariantes que permitan obtener la respuesta ante la variación de dos o más variables de entrada de forma conjunta, para de esta manera obtener datos que se aproximen más a la realidad.

Para la presentación de los resultados principales agenciarnos de herramientas especializadas como lo son los reportes en el programa de procesamiento de datos **power bi**; u otro similar; a fin de mostrar de forma simplificada coherente, interactiva y atractiva visualmente los resultados de los índices relacionados con las metodologías last planner, valor ganado y pronósticos que permita tomar decisiones oportunamente a los directores de proyectos.

REFERENCIAS

Aguirre, F. A. (2018). *Mejora del control de costos y tiempos implantando la metodología del valor ganado en la construcción* [tesis de pregrado, Universidad Peruana los Andes]. Repositorio Institucional UPLA. <https://acortar.link/eGPiCf>.

Banco central de Reserva del Perú, (2022) *Reporte de Inflación*. Panorama actual y proyecciones macroeconómicas 2022-2023. ISSN 1728-5739

Chuquilin, M. F. (2020). *Propuesta del Proyecto Edificio multifamiliar country club de la empresa constructora E & D sac para su construcción*, Trujillo 2020. [tesis de maestría, Universidad Privada Antenor Orrego].

Culquichilcon, K. B. & Izquiero. R. (2016). *Mejora en la aplicación del EVM como sistema de control de costos de proyectos de construcción*. [Tesis de Pregrado Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <http://hdl.handle.net/10757/621005>.

Guía del PMBOK, Project Management Institute. (2021). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos*. Newtown Square, Pennsylvania, USA: Project Management Institute, Inc., editor

Greivin, A. (2017). *Aplicación de Lean Construction a través de la metodología Last Planner a proyectos de vivienda social de FUPROVI*. [tesis pregrado, Instituto Tecnológico de Costa Rica] Repositorio TEC. <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/7272>.

Guzmán, A. (2014). *Aplicación de la filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos*. [tesis pregrado Pontificia Universidad Católica del Perú].

Hernández, et al (2018) *Metodología de la Investigación*, 6° Ed. Mc Graw Hill. México D.F.

Vilcapaza, G. (2018). *Aplicación de la gestión del valor ganado como herramienta de control de proyectos de construcción civil* en la Universidad Nacional del Altiplano. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano, Puno].

Miranda, D. (2012). *Implementación del Sistema Last Planner en una habilitación urbana*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/1219>

Matos & Valderrama (2014). *Métodos de planificación y control de obras*. Isbn: 978-84-291-3104-8. Editorial Reverté . Barcelona España.

Palacios, V. (2017). *Metodología para el control de costos en procesos de menor cuantía de obras aplicando la técnica del valor ganado*. [Tesis Post Grado, Universidad Técnica de Machala. Ecuador].

Pineda, J. & Urcia, M. (2021). *Aplicación de la Metodología de Valor Ganado para determinar el valor final en la ejecución de la I.E. n° 80185 del caserío "Ahijadero"- distrito de Chugay, provincia de Sánchez Carrión, departamento de La Libertad*. [Tesis Pre Grado, Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo Perú].

Rementería, A. (2008). *Políticas Bibliotecarias: análisis y diagnóstico de las bibliotecas chilenas*. En A. Rementería, Políticas Bibliotecarias: análisis y diagnóstico de las bibliotecas chilenas (pág. 479). santiago: Universidad Bolivariana.

Nota. Elaboración propia.

Tabla 23.

Hoja de análisis para variación del cronograma y costo.

Hoja análisis cv y sv

ene. feb. mar abr may jun jul ago set oct nov dic

1. Variación del Costo ($CV = EV - AC$)
2. Variación del cronograma ($SV = EV - PV$)
3. Índice de desempeño del costo ($CPI = EV/AC$)
4. Índice del desempeño del cronograma ($SPI = EV/PV$)
5. Índice de costo-programación ($CSI = CPI \times SPI$)
6. Costo Estimado de completitud-probable ($EAC = BAC / CPI$)
7. Costo Estimado de completitud-optimista ($EAC = AC + BAC - EV$)
8. Costo Estimado de completitud -pesimista ($EAC = AC + ((BAC - EV) / CSI)$)
9. Estim. Índice desempeño para concluir-optimista ($TCPI = (BAC - EV) / (BAC - AC)$)
10. Estim. Índice desempeño para concluir-probable ($TCPI = (BAC - EV) / (EAC - AC)$)
11. Estimación del tiempo ($TTC = \text{duración total} / SPI$)
12. Costo restante ($ETC = EAC - AC$)
13. Variación del costo a la terminación ($VAC = BAC - EAC$)

Nota. Elaboración propia.

Tabla 24.*Hoja de análisis para variación de costo y utilidad.*

ITEM	PARTIDA	PARCIAL	REAL	10% abajo MINIMO	30% arriba MAXIMO
1	LABORES PRELIMINARES				
2	ESTRUCTURAS				
3	ARQUITECTURA Y ACABADOS				
4	PARTE SANITARIA				
5	PARTE ELECTRICA				
6	COMUNICACIONES				
7	AIRE ACONDICIONADO				
C.DIRECTO		S/	-	S/	-
G.G	6%	S/	-	S/	-
UTILIDAD	15%	S/	-	S/	-
			-		
SUB-TOTAL		S/	-	S/	-
IGV (18%)		S/	-	S/	-
COSTO TOTAL		S/	-	S/	-
INCREMENTO COSTO DIRECTO				S/	-
% INCREMENTO COSTO DIRECTO					
REDUCC. UTILIDAD				S/	-
% REDUCC. UTILIDAD					

Nota. Elaboración propia.

Figura 28.

Hoja de análisis para resumen de last planner.

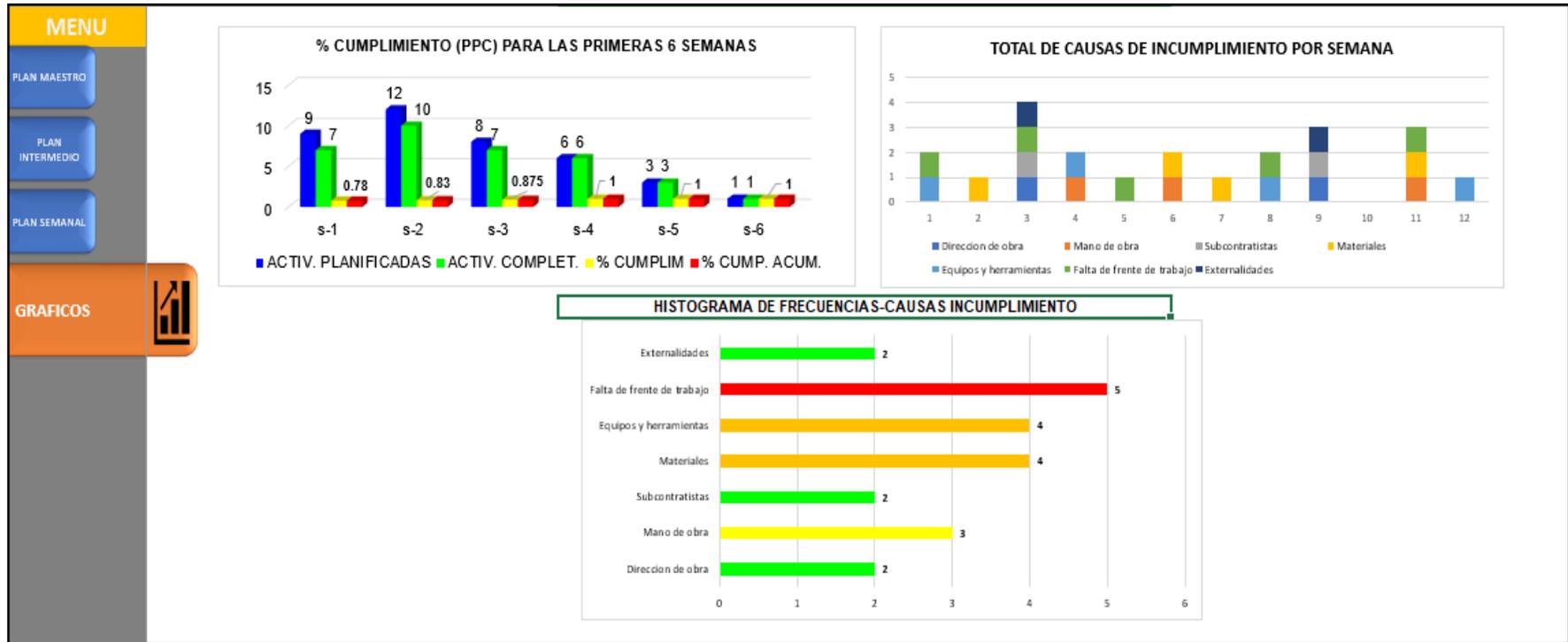


Figura 29.

Hoja de análisis para resumen de valor ganado.

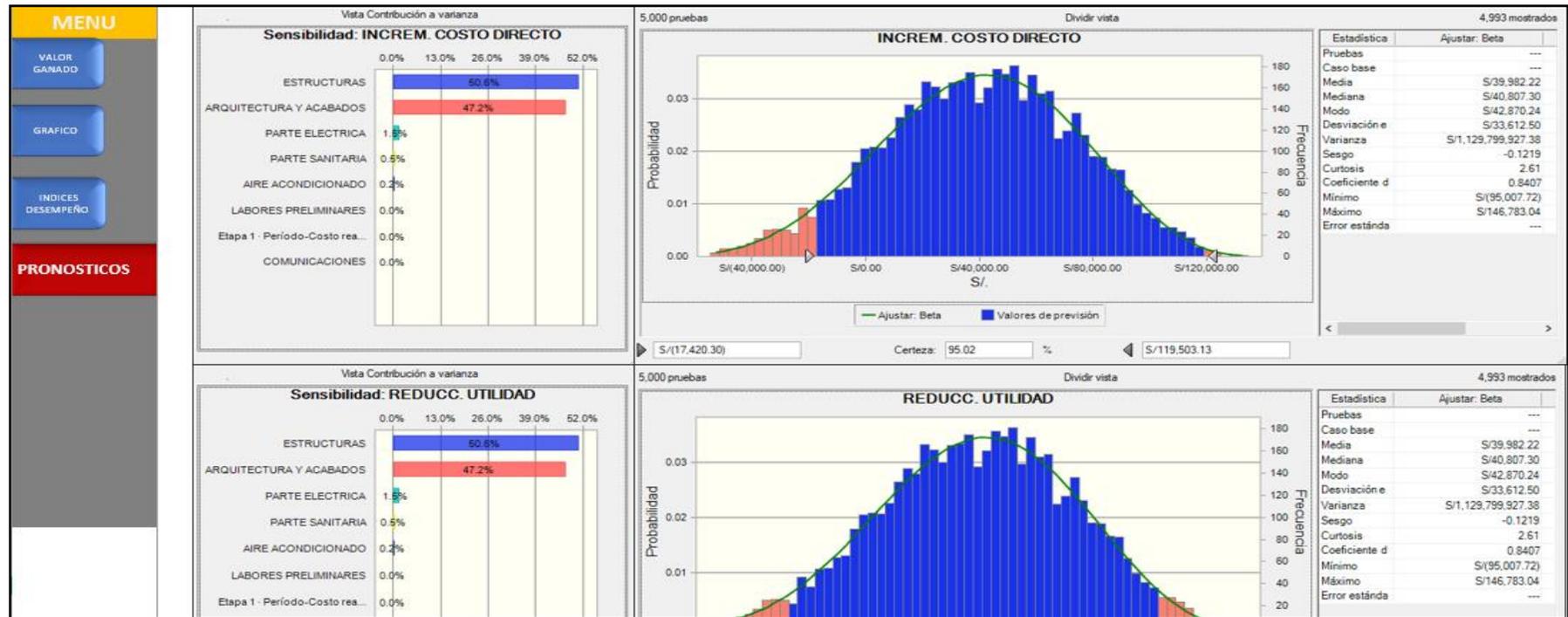


Tabla 25.*Presupuesto detallado del proyecto.*

ITEM	DESCRIPCION	UN.	METRADO	P.U	PARCIAL
1	LABORES PRELIMINARES				S/ 3,500.00
1.1	Cercado frontal en terreno con manta y palos	glob.	1.00	S/ 400.00	S/ 400.00
1.2	Limpieza manual de terreno	glob.	1.00	S/ 200.00	S/ 200.00
1.3	Nivelación manual y compactación de terreno	glob.	1.00	S/ 2,500.00	S/ 2,500.00
1.4	Trazo y replanteo en el terreno	glob.	1.00	S/ 400.00	S/ 400.00
2	ESTRUCTURAS				
2.1	Movimiento de Tierras				S/ 289,955.00
2.1.1	Excavación y cuadro para de zanjas para zapatas	m3	52.00	S/ 50.00	S/ 2,600.00
2.1.2	Excavación y cuadro para zanjas para vigas y cimiento corrido	m3	28.00	S/ 50.00	S/ 1,400.00
2.1.3	Excavación y cuadro para base de escalera	m3	1.00	S/ 50.00	S/ 50.00
2.1.4	Excavación y cuadro para cisterna de 10 m3	m3	5.00	S/ 50.00	S/ 250.00
2.1.5	Acarreo interno de material excedente	m3	25.00	S/ 30.00	S/ 750.00
2.1.6	Relleno y Compactación para cimentación	m3	15.00	S/ 40.00	S/ 600.00
2.1.7	Eliminación de desmonte	m3	25.00	S/ 25.00	S/ 625.00
2.2	Concreto Simple				
2.2.1	Solado (1:12), (vaciado manual), (zapatas)	m2	80.00	S/ 30.00	S/ 2,400.00
2.2.2	Cimientos Corridos 1:8 (C:H) +30% P.G	m3	25.00	S/ 380.00	S/ 9,500.00
2.2.3	Falso piso de concreto de 4" 1:10 C:H	m2	180.00	S/ 30.00	S/ 5,400.00
2.3	Concreto Armado				
2.3.1	Zapatas				
2.3.1.1	Acero en zaptatas fy =4200 Kg/cm2	Kg	410	S/ 5.00	S/ 2,050.00
2.3.1.2	Concreto f'c=210 kg/cm2	m3	30.00	S/ 450.00	S/ 13,500.00
2.3.2	Vigas de cimentación				
2.3.2.1	Acero en vigas de cimentacion fy =4200 Kg/cm2	Kg	1260	S/ 5.00	S/ 6,300.00
2.3.2.2	Concreto vibrado f'c=210 kg/cm2	m3	12	S/ 450.00	S/ 5,400.00
2.3.3	Concreto en sobrecimiento armado				
2.3.3.1	Acero en sobrecimiento armado fy =4200 Kg/cm2	Kg	450.00	S/ 5.00	S/ 2,250.00
2.3.3.2	Encofrado y Desencofrado en sobrecimiento armado	m2	53.00	S/ 30.00	S/ 1,590.00
2.3.3.3	Concreto vibrado f'c=210 kg/cm2	m3	4.00	S/ 450.00	S/ 1,800.00

2.3.4	Escalera de concreto armado				
2.3.4.1	Encofrado y Desencofrado de escalera	m2	45.00	S/ 50.00	S/ 2,250.00
2.3.4.2	Acero en escalera fy =4200 Kg/cm2	Kg	900.00	S/ 5.00	S/ 4,500.00
2.3.4.3	Concreto f'c=210 kg/cm2	m3	13.00	S/ 450.00	S/ 5,850.00
2.3.5	Cisterna de 10 mil litros				
2.3.5.1	Acero en cisterna fy =4200 Kg/cm2	Kg	460.00	S/ 5.00	S/ 2,300.00
2.3.5.2	Encofrado y Desencofrado de cisterna	m2	20.00	S/ 30.00	S/ 600.00
2.3.5.3	Concreto vibrado f'c=210 kg/cm2	m3	5.00	S/ 450.00	S/ 2,250.00
2.3.6	Columnas y placas				
2.3.6.1	Acero en columnas y placas fy =4200 Kg/cm2	Kg	4,880.00	S/ 5.00	S/ 24,400.00
2.3.6.2	Encofrado y Desencofrado de columnas y placas	m2	420.00	S/ 28.00	S/ 11,760.00
2.3.6.3	Concreto vibrado f'c=210 kg/cm2	m3	45.00	S/ 450.00	S/ 20,250.00
2.3.7	Vigas en losa				
2.3.7.1	Encofrado y Desencofrado de vigas en losa	m2	240.00	S/ 30.00	S/ 7,200.00
2.3.7.2	Acero en vigas de losa fy =4200 Kg/cm2	Kg	4,180.00	S/ 5.00	S/ 20,900.00
2.3.7.3	Concreto vibrado f'c=210 kg/cm2	m3	19.00	S/ 450.00	S/ 8,550.00
2.3.7	Losa aligerada				
2.3.7.1	Encofrado y Desencofrado de losa	m2	720.00	S/ 30.00	S/ 21,600.00
2.3.7.2	Acero en losa aligerada fy =4200 Kg/cm2	Kg	7,920.00	S/ 5.00	S/ 39,600.00
2.3.7.3	Ladrillo de techo n°15	u.	5,040.00	S/ 0.50	S/ 2,520.00
2.3.7.4	Parte sanitaria en losa	ptos	210.00	S/ 30.00	S/ 6,300.00
2.3.7.5	Parte electrica en losa	ptos	620.00	S/ 15.00	S/ 9,300.00
2.3.7.6	Concreto vibrado f'c=210 kg/cm2	m3	88.00	S/ 450.00	S/ 39,600.00
2.3.8	Tanque elevado de 6 mil litros				
2.3.8.1	Acero en cisterna fy =4200 Kg/cm2	Kg	380.00	S/ 5.00	S/ 1,900.00
2.3.8.2	Encofrado y Desencofrado de cisterna	m2	17.00	S/ 30.00	S/ 510.00
2.3.8.3	Concreto vibrado f'c=210 kg/cm2	m3	3.00	S/ 450.00	S/ 1,350.00
3	ARQUITECTURA Y ACABADOS				S/ 546,875.00
3.1	Albañilería				
3.1.1	Asentado de ladrillo de sogá/cabeza	m2	2790	S/ 67.00	S/ 186,930.00
3.2	Revoques y Enlucidos				
3.2.1	Tarrajeo frotachado en cieloraso	m2	900	S/ 25.00	S/ 22,500.00
3.2.2	Tarrajeo frotachado en paredes y muros	m2	3150	S/ 23.00	S/ 72,450.00

3.2.3	Tarrajeo en escaleras	m2	125	S/ 25.00	S/ 3,125.00
3.3	Pisos y Pavimentos				
3.3.1	Contrapiso de 2"-mezcla 1:5	m2	720.00	S/ 38.00	S/ 27,360.00
3.3.2	Piso ceramico nacional de 60x30	m2	300.00	S/ 80.00	S/ 24,000.00
3.3.3	Piso porcelanato importado de 60x60	m2	360.00	S/ 90.00	S/ 32,400.00
3.4	ZOCALOS				
3.4.1	zocalo de porcelanato de 60x10 cm	ml	1250	S/ 15.00	S/ 18,750.00
3.5	OTROS				
3.5.2	Barras de cocina	m	42.00	S/ 80.00	S/ 3,360.00
3.5.3	Detalles laterales de fachada interna y externa	glo.	1.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
3.5.4	Mesada de concreto armado para baños	m	24.00	S/ 80.00	S/ 1,920.00
3.6	CARPINTERIA DE MADERA				
3.6.1	Puerta principal, solida de 2 plg. espesor, madera tornillo	u	12.00	S/ 2,100.00	S/ 25,200.00
3.6.2	Puerta interior, contraplacada de 35 mm, triplay y madera	u	42.00	S/ 600.00	S/ 25,200.00
3.6.3	Marco madera tornillo de 2x6 plg. - puertas principales	u	12.00	S/ 650.00	S/ 7,800.00
3.6.4	Marco madera tornillo de 2x4 plg. - habitaciones y baños	u	42.00	S/ 400.00	S/ 16,800.00
3.7	CARPINTERIA METALICA				
3.7.1	Protectores metalicos, tubo de 1-1/4x1.5 mm, platina 3/16x 1plg.	u	6	S/ 400.00	S/ 2,400.00
3.7.2	Pasamanos de acero inox, tubo de 2 plgx1.5 mm, tejido 3/16x 1plg.	u	5	S/ 4,500.00	S/ 22,500.00
3.7.3	Jalador para tapa de cisterna en acero de inox, platina de 1 1/16	u.	1	S/ 50.00	S/ 50.00
3.8	CERRAJERIA				
3.8.1	Cerradura para puerta principal	u	12.00	S/ 200.00	S/ 2,400.00
3.8.2	Cerradura de bola para puertas interiores y baños	u	42.00	S/ 60.00	S/ 2,520.00
3.8.3	Bisagra de acero inox de 2x4 plg. Puerta principal	u	60.00	S/ 10.00	S/ 600.00
3.8.4	Bisagra capuchina aluminizada de 3.5 x3.5 plg	u.	210.00	S/ 3.00	S/ 630.00
3.9	GRIFERIA				
3.9.1	Mezcladora monocomando para ducha-marca trebol- pesada	u.	24.00	S/ 400.00	S/ 9,600.00
3.9.2	Mezcladora monocomando para lavacara-marca trebol- pesada	u.	24.00	S/ 400.00	S/ 9,600.00
3.9.3	Mezcladora monocomando cuello de cisne para cocina -trebol- pesada	u.	12.00	S/ 500.00	S/ 6,000.00
3.9.4	Llaves de paso marca zinc de 1/2 plg.- agua fria y caliente	u.	65.00	S/ 40.00	S/ 2,600.00
3.9.5	Caños tipo jardinero para lavadora y lavarropa	u.	12.00	S/ 40.00	S/ 480.00
3.10	PINTURA, TEMPPLE FINO, ACIDO Y SELLADOR				
3.10.1	Acido muriatico para curado de paredes	gl	30.00	S/ 30.00	S/ 900.00

3.10.2	Temple fino sinolit x 25Kg	bls.	80.00	S/ 55.00	S/ 4,400.00
3.10.3	Sellador -marca cpp	gl.	70.00	S/ 30.00	2100
3.10.4	Pintura latex -marca cpp	gl.	120.00	S/ 90.00	S/ 10,800.00
4	PARTE SANITARIA				S/ 66,380.00
4.1	TUBERIA Y ACCESORIOS				
4.1.1	Colocación de montantes de desagüe de 4"	ptos	36	S/ 50.00	S/ 1,800.00
4.1.2	Tendido de tubería desagüe 4"	m	12	S/ 90.00	S/ 1,080.00
4.1.3	Tendido de tubería desagüe 6"	m	6	S/ 250.00	S/ 1,500.00
4.1.4	Colocación de cajas de inspección - desagüe y remate mediacaña	u.	6	S/ 150.00	S/ 900.00
4.1.5	Baterías sanitarias para los baños desagüe agua caliente y fría	ptos	24	S/ 600.00	S/ 14,400.00
4.1.6	Baterías sanitarias para lavandería desagüe agua caliente y fría	ptos	12	S/ 400.00	S/ 4,800.00
4.1.7	Tanque elevado de pvc -eutotubo de 1200 litros	u.	4	S/ 450.00	S/ 1,800.00
4.2	EQUIPOS Y ACCESORIOS SANITARIOS				
4.2.1	Inodoro one pice-trebol-blanco-descarga rapida	u.	24.00	S/ 900.00	S/ 21,600.00
4.2.2	Kit de accesorios para instalacion de inodoro (tubo abasto, cuello de cera, pernos de anclaje)	u.	24.00	S/ 40.00	S/ 960.00
4.2.3	Lavacara tipo boll-trebol-blanco	u	24.00	S/ 300.00	S/ 7,200.00
4.2.4	accesorios de baño (jabonera, papelera toallera)	glob.	24.00	S/ 200.00	S/ 4,800.00
4.2.5	Desague de 1.5" tipo de cromado	u.	24.00	S/ 50.00	S/ 1,200.00
4.2.6	Trampa de 1.5 " vertical-marca metusa	u	24.00	S/ 60.00	S/ 1,440.00
4.2.7	Otros accesorios (acc. Bronce, alargadores, cinta teflon , etc)	glob.	1.00	S/ 500.00	S/ 500.00
4.2.8	Registros de 6 " de cromados-marca - metusa	u	4.00	S/ 60.00	S/ 240.00
4.2.9	Registros de 4 " de cromados - metusa	u	48.00	S/ 30.00	S/ 1,440.00
4.2.10	Sumideros de 3" cromados tipo trampa campana	u	48.00	S/ 15.00	S/ 720.00
5	PARTE ELECTRICA				S/ 92,430.00
5.1	Tendido de tubería para alimentador a tablero general	m	1	S/ 5.00	S/ 5.00
5.2	Tendido de tuberías para tomacorrientes e interruptore	m	250	S/ 5.00	S/ 1,250.00
5.3	Tendido de tuberías para puntos de luz	m	300	S/ 5.00	S/ 1,500.00
5.4	Colocación de cajas rectangulares para tomacorrientes e interruptores	u.	250	S/ 5.00	S/ 1,250.00
5.5	Colocación de cajas octogonales para puntos de luz	u.	350	S/ 5.00	S/ 1,750.00
5.6	Colocación de tableros eléctricos principales y secundarios	u.	24	S/ 90.00	S/ 2,160.00

5.7	Caja de paso metálica de 20x20x10	u.	16	S/ 30.00	S/ 480.00
5.8	Pozo a tierra-todo costo	u.	1	S/ 3,000.00	S/ 3,000.00
5.9	Cable electrico THW numero 14 color rojo-rollo 100 m	rollo	40	S/ 300.00	S/ 12,000.00
5.1	Cable electrico THW numero 14 color azul-rollo 100m	rollo	40	S/ 300.00	S/ 12,000.00
5.11	Cable electrico THW numero 14 color blanco rollo 100m	rollo	40	S/ 300.00	S/ 12,000.00
5.12	Cable electrico THW numero 14 color negro rollo 100m	rollo	40	S/ 300.00	S/ 12,000.00
5.13	Cable electrico THW numero 14 para tierra rollo 100m	rollo	25	S/ 300.00	S/ 7,500.00
5.14	Cable electrico THW numero 12 color rojo rollo 100m	rollo	12	S/ 500.00	S/ 6,000.00
5.15	Cable eléctrico THW numero 12 color azul rollo 100m	rollo	12	S/ 500.00	S/ 6,000.00
5.16	Cable electrico THW numero 10 color azul rollo 100m	rollo	6	S/ 700.00	S/ 4,200.00
5.17	Cable eléctrico THW numero 10, color azul rollo 100m	rollo	6	S/ 700.00	S/ 4,200.00
5.18	Interruptor termomagnetico monofasico marca SCHNEIDER de 32 A	u.	10	S/ 50.00	S/ 500.00
5.19	Interruptor termomagnetico monofasico marca SCHNEIDER de 25 A	u.	15	S/ 45.00	S/ 675.00
5.20	Interruptor termomagnetico monofasico marca SCHNEIDER de 20 A	u.	42	S/ 45.00	S/ 1,890.00
5.21	Interruptor Diferencial marca SCHNEIDER de 30 mA	u.	15	S/ 90.00	S/ 1,350.00
5.22	Cinta aislante grande marca 3M	u.	40	S/ 6.00	S/ 240.00
5.23	Tapas ciegas rectangulares color blanco cons sus pernos	u.	48	S/ 5.00	S/ 240.00
5.24	Tapas ciegas octogonales color blanco con sus pernos	u.	48	S/ 5.00	S/ 240.00
6	COMUNICACIONES				S/ 2,700.00
6.1	Parte civil, entubado y colocación de cajas para camaras de seguridad	glob.	1	S/ 900.00	S/ 900.00
6.2	Parte civil, entubado y colocación de cajas para intercomunicador	glob.	1	S/ 600.00	S/ 600.00
6.3	Parte civil, entubado y colocación de cajas para internet y cable TV	glob.	1	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00
7	AIRE ACONDICIONADO				S/ 42,500.00
7.1	Parte civil y entubado para aire acondicionado	glob.	1	S/ 3,500.00	S/ 3,500.00
7.1	Equipo de aire acondicionado Split Samsung 12,000 Btu	u.	15	S/ 2,500.00	S/ 37,500.00
7.1	Accesorios para equipo de aire acondicionado (bronce, aislantes, etc)	glob.	1	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
C. DIRECTO					S/ 1,044,340.00

G.G	6%	S/ 62,660.40
UTILIDAD	10%	S/ 104,434.00
SUB-TOTAL		S/ 1,211,434.40
IGV (18%)		S/ 218,058.19
COSTO TOTAL		S/ 1,429,492.59

Nota. Elaboración propia.

Tabla 26. Presupuesto resumido del proyecto.

ITEM	PARTIDA	PARCIAL
1	LABORES PRELIMINARES	S/ 3,500.00
2	ESTRUCTURAS	S/ 289,955.00
3	ARQUITECTURA Y ACABADOS	S/ 546,875.00
4	PARTE SANITARIA	S/ 66,380.00
5	PARTE ELECTRICA	S/ 92,430.00
6	COMUNICACIONES	S/ 2,700.00
7	AIRE ACONDICIONADO	S/ 42,500.00
	C. DIRECTO	S/ 1,044,340.00
G.G	6%	S/ 62,660.40
UTILIDAD	10%	S/ 104,434.00
SUB-TOTAL		S/ 1,211,434.40
IGV (18%)		S/ 218,058.19
COSTO TOTAL		S/ 1,429,492.59

Nota. Elaboración propia

2. MEMORIA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO

1. Alcance del proyecto

Descripción general del proyecto edificio multifamiliar el parque

El proyecto objeto de estudio consiste en la construcción del “edificio multifamiliar el parque”, ubicado en la urbanización la noria – Trujillo, provincia y departamento de la Libertad”, el cual fue desarrollado por una persona natural, el cual fue el único inversionista y gestor del proyecto; la obra fue ejecutado por la empresa contratista E&D SAC.

2. Memoria descriptiva de arquitectura del proyecto

OBRA: “VIVIENDA MULTIFAMILIAR-EDIFICIO EL PARQUE”

A. UBICACIÓN:

CALLE	:	PEDRO PERALTA 268
URBANIZACIÓN	:	LA NORIA
DISTRITO	:	TRUJILLO
PROVINCIA	:	TRUJILLO
DEPARTAMENTO	:	LA LIBERTAD

B. ARQUITECTURA

En el primer piso se accede a la vivienda multifamiliar, directamente desde la vereda proyectada con el frente.

DESCRIPCION DEL TERRENO

AREA DEL TERRENO

El área del terreno es de 1800.00 m².

AREA TECHADA TOTAL PARA LICENCIA DE OBRA NUEVA

La construcción del área techada del Proyecto, es de 165.70 m²

TOPOGRAFIA

El terreno presenta una superficie plana.

ACCESOS

El proyecto tiene una accesibilidad fluida y rápida; por la avenida América sur.

INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

Agua: El sistema de abastecimiento de agua potable es con la Calle Pedro peralta.

Desagüe: El sistema de desagüe es con la Calle Pedro Peralta.

Energía Eléctrica: La fuerza eléctrica es proporcionada por la Empresa Hidrandina, el voltaje de instalación es de 220v., con conexión monofásica.

PROGRAMACIÓN DE AMBIENTES POR PISO

Del PRIMER al QUINTO PISO

Dos departamentos, presentan una morfología del tipo flat, con un área de de 85 y 70 m² cada uno respectivamente, los cuales cuentan con Sala, Comedor, Cocina, dos baños, Dormitorio 1, Dormitorio 2, y Dormitorio Principal.

A.2 VIVIENDAS:

TOTAL, DE VIVIENDAS = 10 UNIDADES DE VIVIENDA

El proyecto tiene 10 unidades de Vivienda, y cada unidad de vivienda presenta los siguientes. ambientes:

- Una sala-comedor-cocina con puertas en:
 - Ingreso principal: P-1 = 1.0 m de ancho x 2.50m de alto. Será de Madera tornillo sólida.
 - Puerta de Dormitorio principal P-2 = 0.90m de ancho x 2.10m de alto. Será de madera contraplacada.
- Tres Dormitorios con puerta y ventana.
 - Puerta de Dormitorio 1 y 2; P-2 = 0.90m de ancho x 2.10m de alto. Será contra placada.
- Dos Servicios Higiénicos con puerta y ventana alta.
 - Puerta de servicio higiénico: P-3= 0.80m de ancho x 2.10m de alto. será contra placada (Ekonoordex HDF 3mm) con marco de madera, fresquillo en la parte superior.
 - La ventana del baño será de sistema directo.
 - En el baño, el piso fuera y dentro de la ducha será enchapado con cerámica de 0.60m x 0.60m.
 - En el baño, las paredes serán enchapadas con cerámica, en la zona de la ducha serán h=2.10m.; y en la zona de lavadero e inodoro serán h=1.20 m.

- El baño contará con los siguientes aparatos sanitarios: lavatorio e inodoro color blanco.
- En el baño se colocará una grifería para ducha con su respectivo brazo de ducha.
- El techo y Paredes serán tarrajeadas.
- En la zona húmeda del lavadero de ropa y el lavadero de platos en cocina, la pared será enchapada con cerámica.
- Contará con lavadero de ropa, de una poza.
- Contará con lavadero de platos, de acero inoxidable.
- Grifería del tipo pesada en marca nacional en baño, lavadero de platos y lavadero de ropa.
- El piso de los ambientes de la vivienda será de acabado pulido.
- Los muros serán de ladrillo maquinado.
- Derrames en los vanos serán tarrajeadas.
- Las columnas en fachada serán tarrajeadas.
- Contra zócalo exterior de cemento pulido H= 0.30 m.
- Cobertura de techo con ladrillo maquinado hueco 30x30x15cm
- Con respecto a los niveles, se tomará en cuenta el nivel de vereda como nivel +/- 0.00m y si no existiese se tomará nivel de la pista +0.20m, y si no existiese se considerará un punto referencial del buzón más cercano de allí se considera un nivel de +0.10m, en el interior de la vivienda.

AREA OCUPADA DE DEPARTAMENTO	AREA DE
CIRCULACION	AREA TECHADA TOTAL
PRIMER PISO:	165.7 m ²
SEGUNDO PISO:	166.5 m ²
TERCER PISO:	165.25 m ²
CUARTO PISO:	165.7 m ²
QUINTO PISO:	166.0 m ²
AZOTEA:	12.5 m ²
TOTAL	841.65 m²

Área neta techada de viviendas	829.15 m ²
Área techada total	841.65 m ²

Área de Terreno	180.00m ²
Área Libre	15.00 m ²
Porcentaje área libre	8.33 %

Nota: Si bien el porcentaje de área libre (8.33%), es menor que el especificado en el cuadro normativo (15%), se cumplen con las dimensiones mínimas para los vanos, garantizando así la correcta iluminación y ventilación de los ambientes.

1º Piso 1 Viviendas de 3 Dormitorios 1 x 3 = 3 Hab.

La Densidad = N° de Hab./ Has

$$D = 3 / 180 \text{ m}^2$$

$$D = 0.017 / \text{m}^2 \times \text{has}$$

$$D = 0.017 \text{ Hab/ Has} \times 10,000$$

$$D = 170 \text{ Hab / Has.}$$

Coeficiente de Edificación: Area Ocupada de Viviendas / Area de Terreno

Coeficiente de Edificación: 165.7 m²/ 180 m²

Coeficiente de Edificación: 0.92

Ubicación Geográfica del proyecto.

El proyecto de habitación urbana “Edificio Multifamiliar el Parque” se encuentra ubicada al suroeste de la ciudad de Trujillo en un área urbana ubicada en la urbanización la Noria, su descripción es en relación a la línea ecuatorial que se encuentra en las coordenadas 8° 06' 22" latitud Sur 79° 00 '36" longitud occidental, su altitud es de 44 m.s.n.m.

El distrito de Trujillo limita por el norte con el distrito de la Esperanza, el porvenir, Florencia de mora, por sur con el distrito de moche, por el este con el distrito de laredo, por oeste con el distrito de Víctor Larco Herrera y el distrito de huanchaco.

El clima en la costa de la provincia es templado, desértico y oceánico. La temperatura es una de las variables más importantes dentro de la caracterización meteorológica del área de influencia del desarrollo de las actividades ya que depende de ella el comportamiento de diferentes parámetros como las precipitaciones, evaporaciones, así como también la presencia de flora y fauna.

Figura 30.

Plano de ubicación y localización del proyecto.

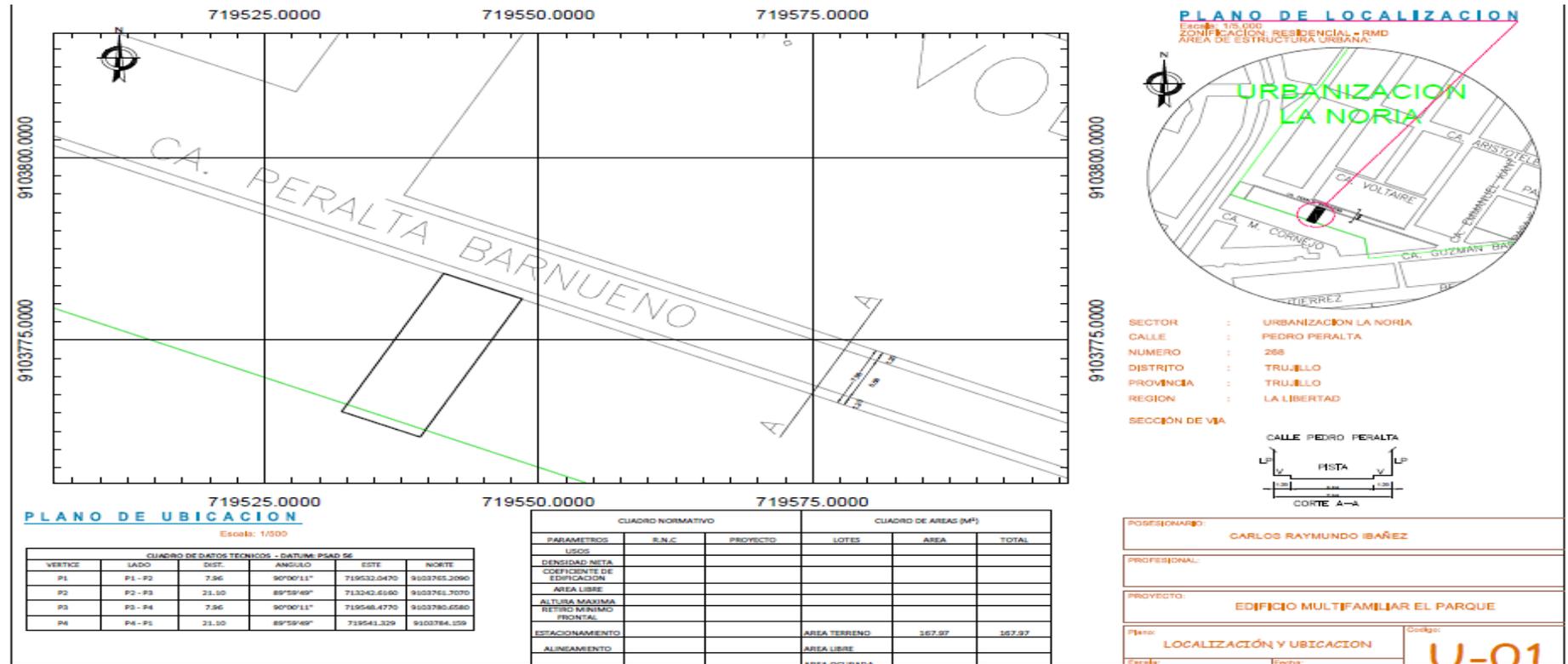


Figura 31.

Distribución para la primera planta del proyecto.

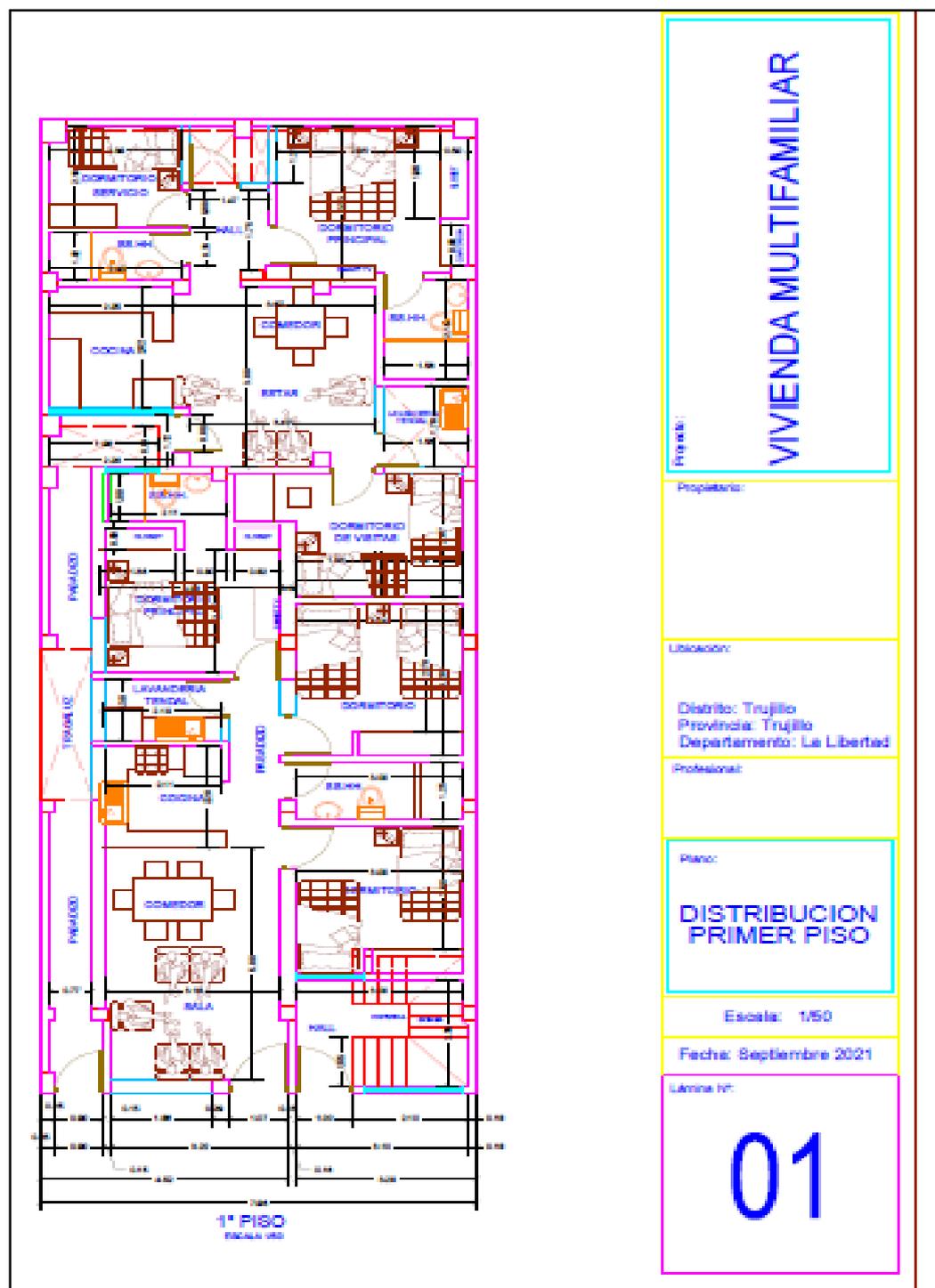
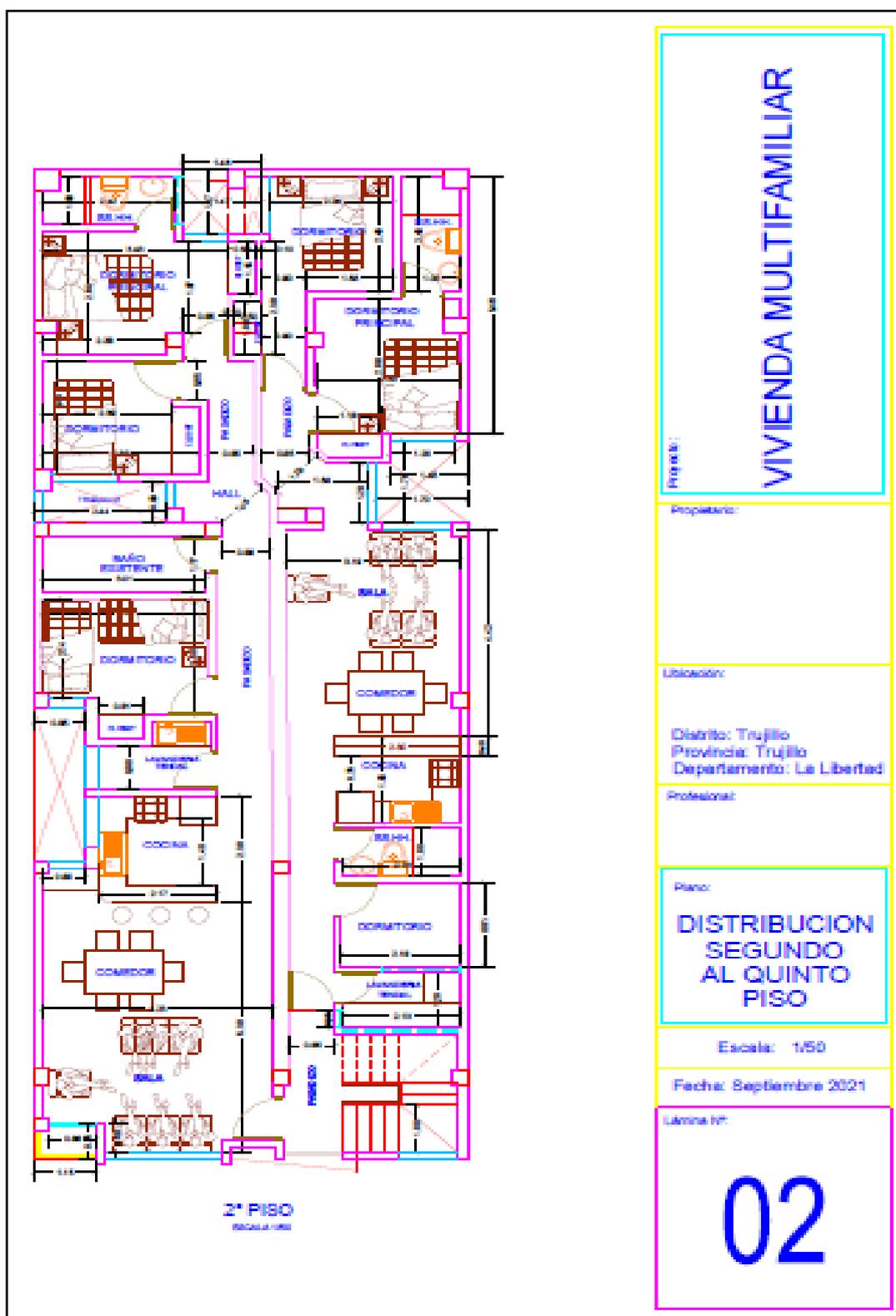


Figura 32.

Distribución típica del segundo al quinto piso.



VIVIENDA MULTIFAMILIAR

Propietario:

Propietario:

Ubicación:

Distrito: Trujillo
Provincia: Trujillo
Departamento: La Libertad

Profesional:

Piano:

**DISTRIBUCION
SEGUNDO
AL QUINTO
PISO**

Escala: 1/50

Fecha: Septiembre 2021

Lamina N°:

02

Figura 33.

Render de elevación del proyecto.



3. REPORTE DE RESULTADOS DE LA SIMULACION EN CRYSTAL BALL

Informe de Crystal: completo

Simulación iniciada el 11/07/2023 a las
11:04 a. m.

Simulación detenida el 11/07/2023 a las
11:05 a. m.

Número de pruebas ejecutadas	5,000
Monte Carlo Inicialización	999
Control de precisión activado	
Nivel de confianza	95.00%
Tiempo de ejecución total (seg)	22.19
Pruebas/segundo (promedio)	225
Números aleatorios por segundo	1,802
Suposiciones	8
Correlaciones	0
Matrices de correlación	0
Variables de decisión	0
Previsiones	5

Previsiones

Resumen:

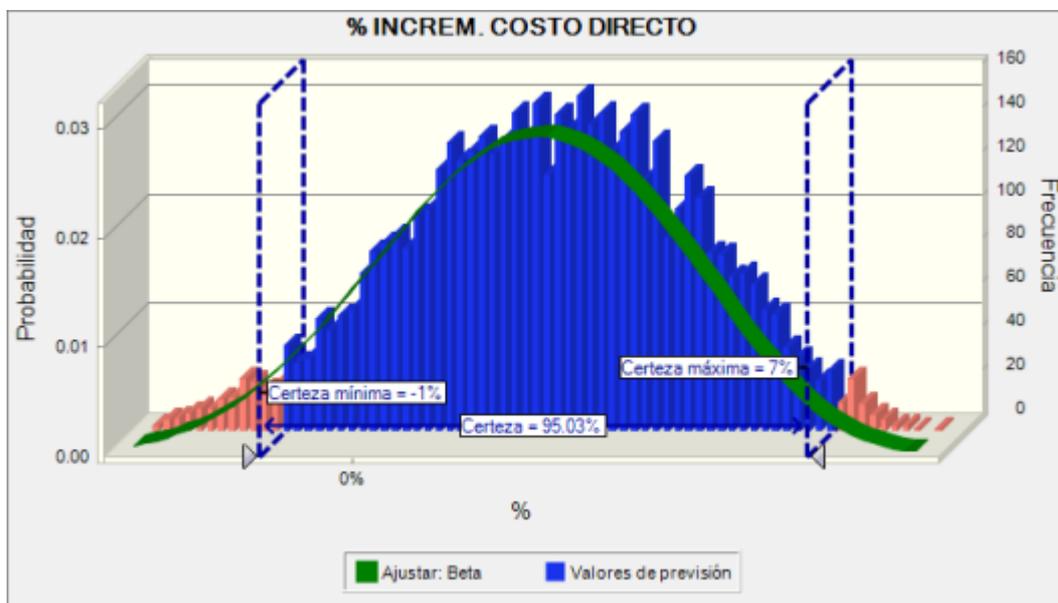
El nivel de certeza es
95.03%

El rango de certeza es de -1% a 7%

El rango completo es de -4% a 9%

El caso base es 4%

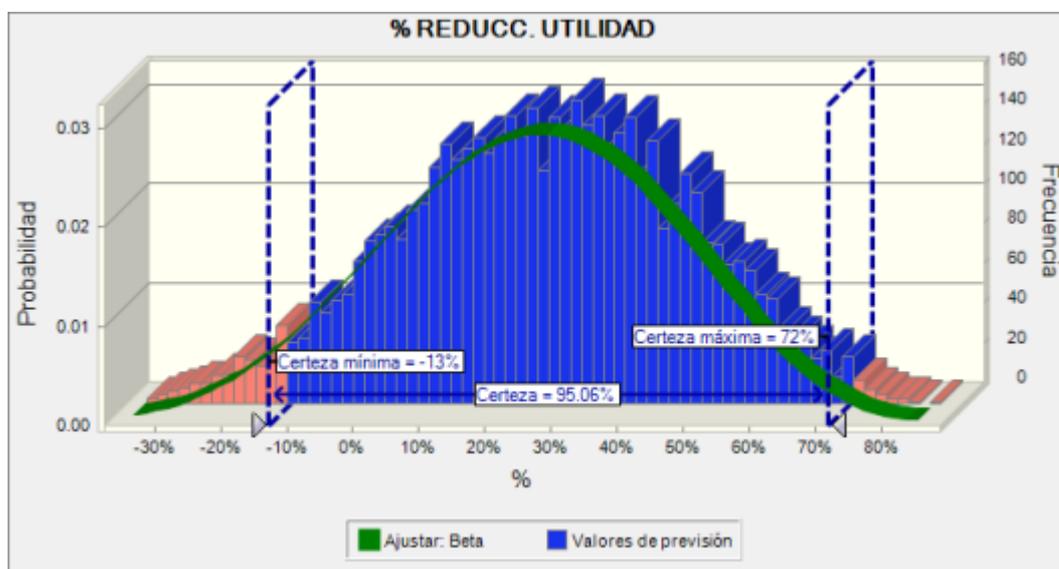
Después de 5,000 pruebas, el error estándar de la media es 0%



	Valores de previsión
Pruebas	5,000
Caso base	4%
Media	3%
Mediana	3%
Modo	---
Desviación estándar	2%
Varianza	0%
Sesgo	-0.1219
Curtosis	2.61
Coefficiente de variación	0.8408
Mínimo	-4%
Máximo	9%
Ancho de rango	13%
Error estándar medio	0%
	Valores de previsión
0%	-4%
10%	0%
20%	1%
30%	1%
40%	2%

50%	3%
60%	3%
70%	4%
80%	5%
90%	6%
100%	9%

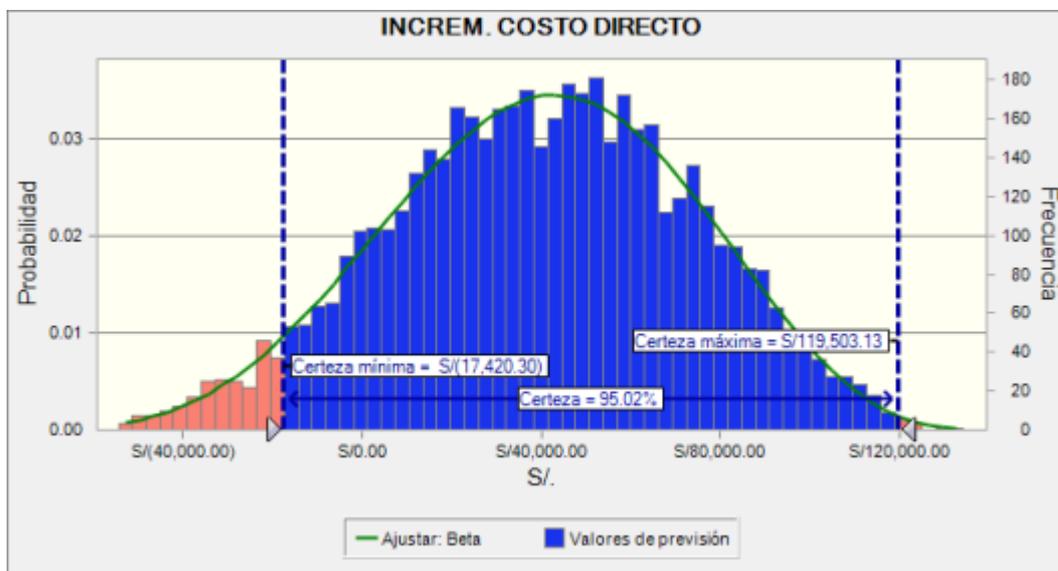
El nivel de certeza es 95.06%
 El rango de certeza es de -13% a 72%
 El rango completo es de -41% a 86%
 El caso base es 40%
 Después de 5,000 pruebas, el error estándar de la media es 0%



	Valores de previsión
Pruebas	5,000
Caso base	40%
Media	26%
Mediana	26%
Modo	---
Desviación estándar	21%
Varianza	5%
Sesgo	-0.1219
Curtosis	2.61
Coefficiente de variación	0.8408
Mínimo	-41%
Máximo	86%
Ancho de rango	127%
Error estándar medio	0%

	Valores de previsión
0%	-41%
10%	-3%
20%	7%
30%	14%
40%	20%
50%	26%
60%	32%
70%	38%
80%	45%
90%	53%
100%	86%

El nivel de certeza es 95.02%
 El rango de certeza es de S/(17,420.30) a S/119,503.13
 El rango completo es de S/(64,491.37) a S/134,398.59
 El caso base es S/62,288.67
 Después de 5,000 pruebas, el error estándar de la media es S/475.40

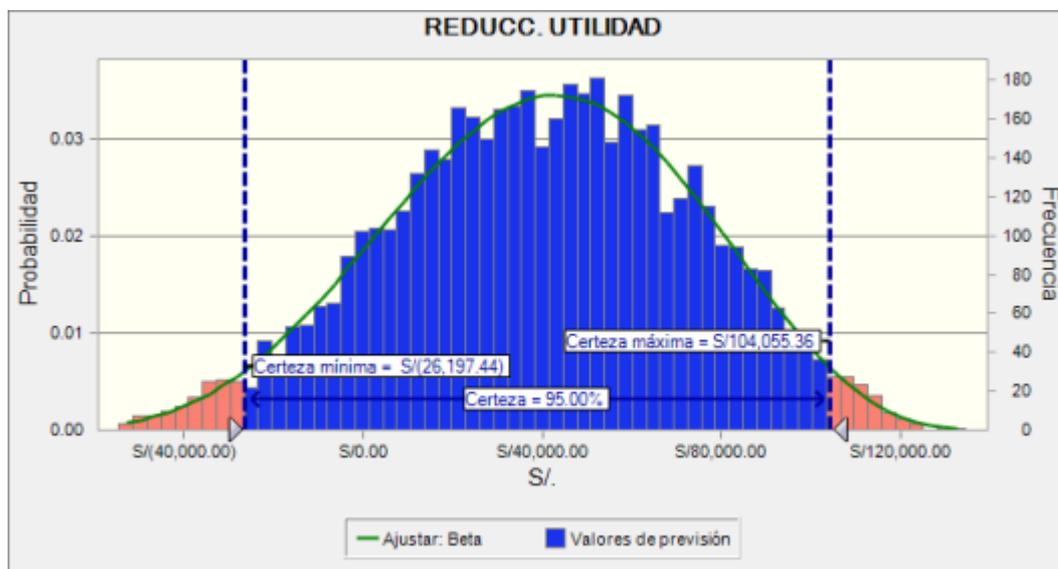


	Valores de previsión
Pruebas	5,000
Caso base	S/62,288.67
Media	S/39,982.22
Mediana	S/40,822.22
Modo	---

Desviación estándar	S/33,615.86
Varianza	S/1,130,025,932.57
Sesgo	-0.1219
Curtosis	2.61
Coefficiente de variación	0.8408
Mínimo	S/(64,491.37)
Máximo	S/134,398.59
Ancho de rango	S/198,889.95
Error estándar medio	S/475.40

	Valores de previsión
0%	S/(64,491.37)
10%	S/(3,952.66)
20%	S/10,896.87
30%	S/21,619.10
40%	S/31,475.43
50%	S/40,822.15
60%	S/49,801.24
70%	S/59,205.67
80%	S/70,087.19
90%	S/83,655.90
100%	S/134,398.59

El nivel de certeza es 95.00%
 El rango de certeza es de S/(26,197.44) a S/104,055.36
 El rango completo es de S/(64,491.37) a S/134,398.59
 El caso base es S/62,288.67
 Después de 5,000 pruebas, el error estándar de la media es S/475.40



	Valores de previsión
Pruebas	5,000
Caso base	S/62,288.67
Media	S/39,982.22
Mediana	S/40,822.22
Modo	---
Desviación estándar	S/33,615.86
Varianza	S/1,130,025,932.57
Sesgo	-0.1219
Curtosis	2.61
Coefficiente de variación	0.8408
Mínimo	S/(64,491.37)
Máximo	S/134,398.59
Ancho de rango	S/198,889.95
Error estándar medio	S/475.40

	Valores de previsión
0%	S/(64,491.37)
10%	S/(3,952.66)
20%	S/10,896.87
30%	S/21,619.10
40%	S/31,475.43
50%	S/40,822.15
60%	S/49,801.24
70%	S/59,205.67
80%	S/70,087.19
90%	S/83,655.90
100%	S/134,398.59

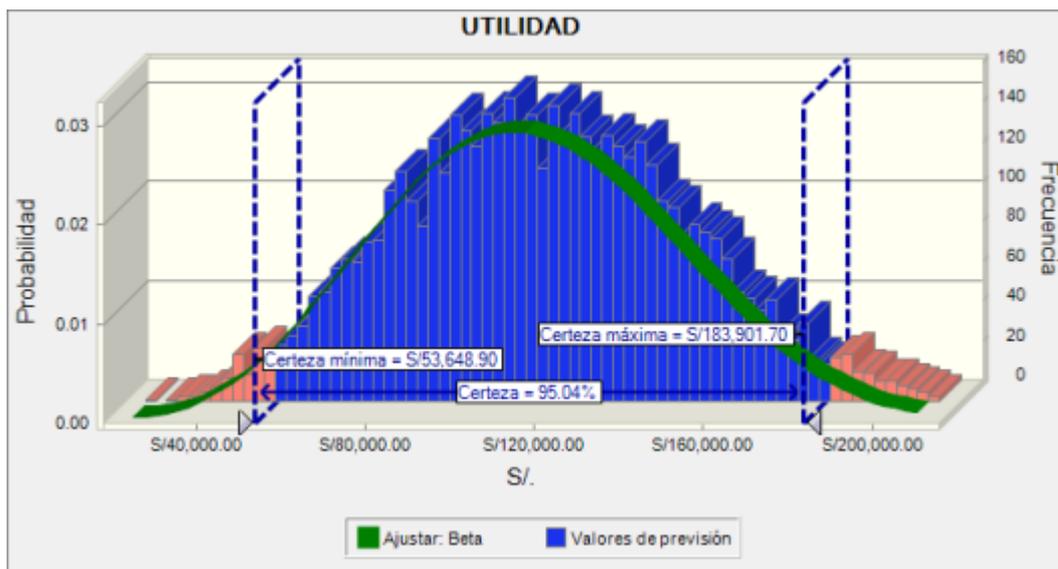
El nivel de certeza es 95.04%

El rango de certeza es de S/53,648.90 a S/183,901.70

El rango completo es de S/22,252.41 a S/221,142.37

El caso base es S/94,362.33

Después de 5,000 pruebas, el error estándar de la media es S/475.40



	Valores de previsión
Pruebas	5,000
Caso base	S/94,362.33
Media	S/116,668.78
Mediana	S/115,828.78
Modo	---
Desviación estándar	S/33,615.86
Varianza	S/1,130,025,932.57
Sesgo	0.1219
Curtosis	2.61
Coefficiente de variación	0.2881
Mínimo	S/22,252.41
Máximo	S/221,142.37
Ancho de rango	S/198,889.95
Error estándar medio	S/475.40

	Valores de previsión
0%	S/22,252.41
10%	S/72,978.52
20%	S/86,511.94
30%	S/97,387.27
40%	S/106,782.53
50%	S/115,828.71
60%	S/125,175.54
70%	S/135,028.71
80%	S/145,736.12
90%	S/160,593.35
100%	S/221,142.37

Suposiciones

Triangular distribución con parámetros:

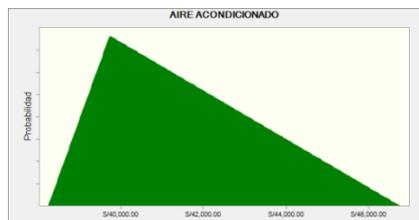
Mínimo	\$ 0.00
Más probable	\$ 5,000.00
Máximo	\$ 30,000.00

Triangular distribución con parámetros:

Mínimo	S/3,150.00
Más probable	S/3,593.80
Máximo	S/3,850.00

Triangular distribución con parámetros:

Mínimo	S/38,250.00	(=F13)
Más probable	S/39,737.50	(=E13)
Máximo	S/46,750.00	(=G13)



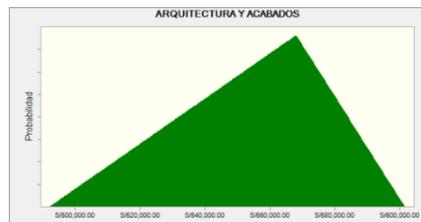
Triangular distribución con parámetros:

Mínimo	S/492,187.50	(=F9)
--------	--------------	-------

Más probable
Máximo

S/568,148.44
S/601,562.50

(=E9)
(=G9)

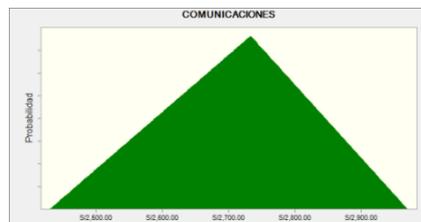


Triangular distribución con parámetros:

Mínimo
Más probable
Máximo

S/2,430.00
S/2,733.21
S/2,970.00

(=F12)
(=E12)
(=G12)

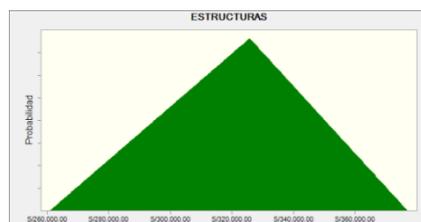


Triangular distribución con parámetros:

Mínimo
Más probable
Máximo

S/260,959.50
S/325,764.44
S/376,941.50

(=F8)
(=E8)
(=G8)



Triangular distribución con parámetros:

Mínimo
Más probable

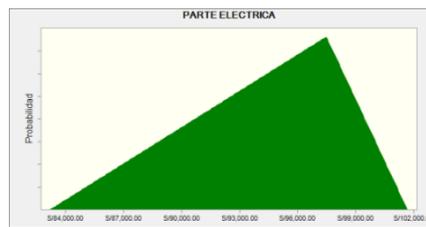
S/83,187.00
S/97,476.68

(=F11)
(=E11)

Máximo

S/101,673.00

(=G11)



Triangular distribución con parámetros:

Mínimo

S/59,742.00

(=F10)

Más probable

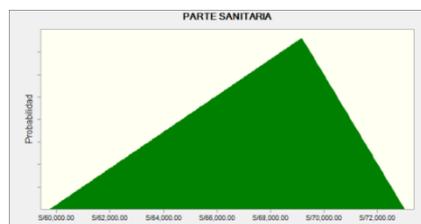
S/69,174.60

(=E10)

Máximo

S/73,018.00

(=G10)



4. RENDIMIENTOS EMPLEADOS PARA ESTIMAR LA DURACION DE LA OBRA

ITEM	DESCRIPCION	RECURSOS				RENDIMIEN.T.	
		Sup.	Oper	Ofic	Ayud.	Cant	Unid
1	LABORES PRELIMINARES						
1.1	Cercado frontal en terreno con manta y palos	0.2	1	1	2	60	m/d
1.2	Limpieza manual de terreno	0.2	1	1	2	170	m2/d
1.3	Nivelación manual y compactación de terreno	0.2	2	1	4	40	m2/d
1.4	Trazo y replanteo en el terreno	0.2	2	1	1	90	m/d
2	ESTRUCTURAS						
2.1	Movimiento de Tierras						
2.1.1	Excavación y cuadro para de zanjas para zapatas	0.2	1	1	4	6	m3/d
2.1.2	Excavación y cuadro vigas cim., escalera y cimiento corrido	0.2	1	1	4	6	m3/d
2.1.4	Excavación y cuadro para cisterna de 10 m3	0.2	1	1	4	6	m3/d
2.1.5	Acarreo interno de material excedente	0.2	1	1	4	10	m3/d
2.1.6	Relleno y Compactación para cimentación	0.2	1	1	4	15	m3/d
2.1.7	Eliminación de desmonte con volquete	0.2	1	1	4	24	m3/d
2.2	Concreto Simple						
2.2.1	Solado (1:12), (vaciado manual), (zapatas)	0.2	1	1	4	80	m2/d
2.2.2	Cimientos Corridos 1:8 (C:H) +30% P.G	0.2	1	1	4	25	m3/d
2.2.3	Falso piso de concreto de 4" 1:10 C:H	0.2	4	1	4	60	m2/d
2.3	Concreto Armado						
2.3.1	Zapatas						
2.3.1.1	Acero en zapatas $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$	0.2	1	1	4	400	Kg/d
2.3.1.2	Concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	0.2	4	1	4	30	m3/d
2.3.2	Vigas de cimentación						
2.3.2.1	Acero en vigas de cimentación $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$	0.2	2	1	4	600	Kg/d
2.3.2.2	Concreto vibrado $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	0.2	4	1	4	30	m3/d
2.3.3	Concreto en sobrecimiento armado						
2.3.3.1	Acero en sobrecimiento armado $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$	0.2	1	1	3	450	Kg/d
2.3.3.2	Encofrado y Desencofrado en sobrecimiento armado	0.2	4	1	3	60	m2/d
2.3.3.3	Concreto vibrado $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	0.2	4	1	3	30	m3/d
2.3.4	Escalera de concreto armado						
2.3.4.1	Encofrado y Desencofrado de escalera	0.2	4	1	3	45	m2/d
2.3.4.2	Acero en escalera $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$	0.2	4	1	3	1200	Kg/d
2.3.4.3	Concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	0.2	4	1	3	30	m3/d
2.3.5	Cisterna de 10 mil litros						
2.3.5.1	Acero en cisterna $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$	0.2	4	1	3	1200	Kg/d
2.3.5.2	Encofrado y Desencofrado de cisterna	0.2	4	1	3	20	m2/d
2.3.5.3	Concreto vibrado $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	0.2	4	1	3	30	m3/d

2.3.6	Columnas y placas						
2.3.6.1	Acero en columnas y placas fy =4200 Kg/cm2	0.2	4	1	3	1000	Kg/d
2.3.6.2	Encofrado y Desencofrado de columnas y placas	0.2	4	1	3	20	m2/d
2.3.6.3	Concreto vibrado f'c=210 kg/cm2	0.2	4	1	3	10	m3/d
2.3.7	Vigas en losa						
2.3.7.1	Encofrado y Desencofrado de vigas en losa	0.2	4	1	3	20	m2/d
2.3.7.2	Acero en vigas de losa fy =4200 Kg/cm2	0.2	4	1	3	1200	Kg/d
2.3.7.3	Concreto vibrado f'c=210 kg/cm2	0.2	4	1	3	30	m3/d
2.3.7	Losa aligerada						
2.3.7.1	Encofrado y Desencofrado de losa		4	1	3	40	m2/d
2.3.7.2	Acero en losa aligerada fy =4200 Kg/cm2	0.2	4	1	3	1200	Kg/d
2.3.7.3	Ladrillo de techo n°15	0.2	4	1	3	900	u/d
2.3.7.4	Parte sanitaria en losa	0.2	4	1	3	60	ptos/d
2.3.7.5	Parte eléctrica en losa	0.2	4	1	3	120	ptos/d
2.3.7.6	Concreto vibrado f'c=210 kg/cm2	0.2	4	1	3	30	m3/d
2.3.8	Tanque elevado de 6 mil litros						
2.3.8.1	Acero en cisterna fy =4200 Kg/cm2	0.2	4	1	3	300	Kg/d
2.3.8.2	Encofrado y Desencofrado de cisterna	0.2	4	1	3	17	m2/d
2.3.8.3	Concreto vibrado f'c=210 kg/cm2	0.2	4	1	3	30	m3/d
3	ARQUITECTURA	0.2					
3.1	Albañilería						
3.1.1	Asentado de ladrillo de soga/cabeza	0.2	4	1	3	90	m2/d
3.2	Revoques y Enlucidos						
3.2.1	Tarrajeo frotachado en cielorraso	0.2	4	1	3	60	m2/d
3.2.2	Tarrajeo frotachado en paredes y muros	0.2	4	1	3	80	m2/d
3.2.3	Tarrajeo en escaleras	0.2	4	1	3	30	m2/d
3.3	Pisos y Pavimentos						
3.3.1	Contrapiso de 2"-mezcla 1:5	0.2	4	1	3	80	m2/d
3.3.2	Piso cerámico nacional de 60x30	0.2	4	1	3	80	m2/d
3.3.3	Piso porcelanato importado de 60x60	0.2	4	1	3	80	m2/d
3.4	ZOCALOS						
3.4.1	zócalo de porcelanato de 60x10 cm		4	1	3	200	m/d
3.5	OTROS						
3.5.2	Barras de cocina	0.2	4	1	3	6	m/d
3.5.3	Detalles laterales de fachada interna y externa	0.2	4	1	3	1	glob./d
3.5.4	Mesada de concreto armado para baños	0.2	4	1	3	6	m/d
3.6	CARPINTERIA DE MADERA						
3.6.1	Puerta principal, solida de 2 plg. espesor, madera tornillo	0.2	3	1	2	6	u/d
3.6.2	Puerta interior, contraplacadas de 35 mm, triplay y madera	0.2	3	1	2	6	u/d
3.6.3	Marco madera tornillo de 2x6 plg. -puertas principales	0.2	3	1	2	12	u/d
3.6.4	Marco madera tornillo de 2x4 plg. - habitaciones y baños	0.2	3	1	2	12	u/d
3.7	CARPINTERIA METALICA						

3.7.1	Protectores metálicos, tubo de 1-1/4x1.5 mm, platina 3/16x 1plg.	0.2	3	0	2	6	u/d
3.7.2	Pasamanos de acero inox, tubo de 2 plgx1.5 mm, tejido 3/16x 1plg.	0.2	3	0	2	5	u/d
3.7.3	Jalador para tapa de cisterna en acero de inox, platina de 1 1/16	0.2	1	0	1	1	u/d
3.8	CERRAJERIA						
3.8.1	Cerradura para puerta principal	0.2	3	0	1	12	u/d
3.8.2	Cerradura de bola para puertas interiores y baños	0.2	3	0	1	12	u/d
3.8.3	Bisagra de acero inox de 2x4 plg. Puerta principal	0.2	3	0	1	60	u/d
3.8.4	Bisagra capuchina aluminizada de 3.5 x3.5 plg	0.2	3	0	1	60	u/d
3.9	GRIFERIA						
3.9.1	Mezcladora monocomando para ducha-marca trebol- pesada	0.2	3	0	1	12	u/d
3.9.2	Mezcladora monocomando para lavacara-marca trebol- pesada	0.2	3	0	1	12	u/d
3.9.3	Mezcladora monocomando cuello de cisne para cocina -trebol- pesada	0.2	3	0	1	12	u/d
3.9.4	Llaves de paso marca zinc de 1/2 plg.- agua fría y caliente	0.2	3	0	1	12	u/d
3.9.5	Caños tipo jardinero para lavadora y lavarropa	0.2	3	0	1	12	u/d
3.10	PINTURA, TEMPLE FINO, ACIDO Y SELLADOR						
3.10.1	Ácido muriático para curado de paredes	0.2	3	0	2	400	m2/d
3.10.2	Temple fino sinolit x 25Kg	0.2	3	0	2	150	m2/d
3.10.3	Sellador -marca cpp	0.2	3	0	2	200	m2/d
3.10.4	Pintura latex -marca cpp	0.2	3	0	2	200	m2/d
4	PARTE SANITARIA						
4.1	TUBERIA Y ACCESORIOS						
4.1.1	Colocación de montantes de desagüe de 4"	0.2	3	0	2	12	ptos/d
4.1.2	Tendido de tubería desagüe 4"	0.2	3	0	2	12	m/d
4.1.3	Tendido de tubería desagüe 6"	0.2	3	0	2	6	m/d
4.1.4	Colocación de cajas de inspección -desagüe y remate mediacaña	0.2	3	0	2	6	u/d
4.1.5	Baterías sanitarias para los baños desagüe agua caliente y fría	0.2	3	0	2	12	ptos/d
4.1.6	Baterías sanitarias para lavandería desagüe agua caliente y fría	0.2	3	0	2	12	ptos/d
4.1.7	Tanque elevado de pvc -eutotubo de 1200 litros	0.2	4	0	4	4	u/d
4.2	EQUIPOS Y ACCESORIOS SANITARIOS						
4.2.1	Inodoro one pice-trebol-blanco-descarga rápida	0.2	3	0	2	12	u/d
4.2.2	Kit de accesorios para instalación de inodoro (tubo abasto, cuello de cera, pernos de anclaje)	0.2	3	0	2	12	u/d
4.2.3	Lavacara tipo boll-trebol-blanco	0.2	3	0	2	12	u/d
4.2.4	accesorios de baño (jabonera, papelera toallera)	0.2	3	0	2	12	u/d
4.2.5	Desagüe de 1.5" tipo de cromado	0.2	3	0	2	12	u/d
4.2.6	Trampa de 1.5 " vertical-marca metusa	0.2	3	0	2	12	u/d

4.2.7	Otros accesorios (acc. Bronce, alargadores, cinta teflón , etc)	0.2	3	0	2	1	u/d
4.2.8	Registros de 6 " de cromados-marca - metusa	0.2	1	0	1	12	u/d
4.2.9	Registros de 4 " de cromados - metusa	0.2	3	0	2	24	u/d
4.2.10	Sumideros de 3" cromados tipo trampa campana	0.2	3	0	2	24	u/d
5	PARTE ELECTRICA						
5.1	Tendido de tubería para alimentador a tablero general	0.2	3	0	2	40	m/d
5.2	Tendido de tuberías para tomacorrientes e interruptore	0.2	3	0	2	50	m/d
5.3	Tendido de tuberías para puntos de luz	0.2	3	0	2	100	m/d
5.4	Colocación de cajas rectangulares para tomacorrientes e interruptores	0.2	3	0	2	80	u/d
5.5	Colocación de cajas octogonales para puntos de luz	0.2	3	0	2	60	u/d
5.6	Colocación de tableros eléctricos principales y secundarios	0.2	2	0	2	12	u/d
5.7	Caja de paso metálica de 20x20x10	0.2	2	0	2	16	u/d
5.8	Pozo a tierra-todo costo	0.2	1	0	2	1	u/d
5.9	Cableado eléctrico para puntos de luz	0.2	3	0	2	400	m/d
5.1	Cableado eléctrico para tomacorrientes	0.2	3	0	2	600	m/d
5.11	Cableado eléctrico para tablero principal	0.2	1	0	2	200	m/d
5.12	Cableado eléctrico para sub- tableros	0.2	3	0	2	450	m/d
5.13	Cableado eléctrico para automático- cisterna, tanque elevado	0.2	1	0	2	90	m/d
5.14	Cableado eléctrico para circuitos especiales	0.2	2	0	2	250	m/d
5.18	Interruptor termomagnético monofásico marca SCHNEIDER de 32 A	0.2	3	0	2	10	u/d
5.19	Interruptor termomagnético monofásico marca SCHNEIDER de 25 A	0.2	2	0	2	15	u/d
5.20	Interruptor termomagnético monofásico marca SCHNEIDER de 20 A	0.2	3	0	2	42	u/d
5.21	Interruptor Diferencial marca SCHNEIDER de 30 mA	0.2	1	0	2	15	u/d
5.23	Tapas ciegas rectangulares color blanco con sus pernos	0.2	3	0	2	50	u/d
5.24	Tapas ciegas octogonales color blanco con sus pernos	0.2	3	0	2	50	u/d
6	COMUNICACIONES						
6.1	Parte civil, entubado y colocación de cajas para cámaras de seguridad	0.2	1	0	2	12	ptos/d
6.2	Parte civil, entubado y colocación de cajas para intercomunicador	0.2	1	0	2	3	ptos/d
6.3	Parte civil, entubado y colocación de cajas para internet y cable TV	0.2	1	0	2	40	ptos/d
7	AIRE ACONDICIONADO						
7.1	Parte civil y entubado para aire acondicionado	0.2	2	0	1	6	ptos/d
7.2	Equipo de aire acondicionado Split Samsung 12,000 Btu	0.2	2	0	1	6	u/d
7.3	Accesorios para equipo de aire acondicionado (bronce, aislantes, etc)	0.2	1	0	1	1	ptos/d

Fuente: MAVEDYCK SAC