

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA
FACULTAD DE INGENIERÍA CULIACÁN
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN
INGENIERÍA DE LA CONSTRUCCIÓN



**“SISTEMA DE CONTROL DE OBRAS PÚBLICAS BASADO EN
INDICADORES CLAVE DE DESEMPEÑO BAJO ENFOQUE LEAN
PROJECT MANAGEMENT”**

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRA EN INGENIERÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**

PRESENTA:

ING. MIRIAM GAXIOLA GONZÁLEZ

DIRECTOR DE TESIS

DR. RAMÓN CORRAL HIGUERA

CO-DIRECTOR DE TESIS

M.I. JUAN CARLOS GALINDO ANGULO

Culiacán de Rosales, Sinaloa, septiembre de 2023



Dirección General de Bibliotecas
Ciudad Universitaria
Av. de las Américas y Blvd. Universitarios
C. P. 80010 Culiacán, Sinaloa, México.
Tel. (667) 713 78 32 y 712 50 57
dgbuas@uas.edu.mx

UAS-Dirección General de Bibliotecas

Repositorio Institucional Buelna

Restricciones de uso

Todo el material contenido en la presente tesis está protegido por la Ley Federal de Derechos de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

Queda prohibido la reproducción parcial o total de esta tesis. El uso de imágenes, tablas, gráficas, texto y demás material que sea objeto de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente correctamente mencionando al o los autores del presente estudio empírico. Cualquier uso distinto, como el lucro, reproducción, edición o modificación sin autorización expresa de quienes gozan de la propiedad intelectual, será perseguido y sancionado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial
Compartir Igual, 4.0 Internacional



Dedicatoria

Dedico esta tesis primeramente a Dios, por ser mi guía espiritual en este largo camino, gracias a él superé los momentos difíciles y me levanté para culminar con éxito.

Este logro no es solo mío, es también de mi madre, que es sin duda mi gran ejemplo a seguir, me ha llenado de valores y fuerzas para luchar por todos y cada uno de mis sueños, me ha apoyado y creído hasta en mis peores locuras y gracias a eso hoy puedo decir que no solo soy feliz, sino que además soy una persona de bien que tiene bastante claro lo que quiere en su vida. Nunca me cansaré de darle las gracias, este y absolutamente todos mis logros son y serán siempre en tu honor.

A mis amigos por ser mi fuente de inspiración y motivación durante los momentos más difíciles de esta tesis. Gracias por las risas y las charlas que me ayudaron a mantener la cordura.

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	15
1.1	Presentación	15
1.1.1	Misión	15
1.1.2	Visión.....	15
1.2	Análisis situacional.....	15
1.2.1	Panorama de la empresa	15
1.2.2	Ubicación organizacional	16
1.2.3	Descripción funcional y operativa	16
1.3	Definición del problema seleccionado	18
2	FUNDAMENTO TEÓRICO.....	21
2.1	Marco histórico y contextual	21
2.2	Estado del arte.....	24
2.3	Marco teórico	27
2.3.1	Metodologías ágiles	27
2.3.2	Metodologías tradicionales	28
2.3.3	PMI	31
2.3.4	PMBOK 6TH Edición.....	32
2.3.5	Norma ISO 21500	56
2.3.6	Metodología lean.....	57
2.3.6.1	Lean project management (LPM)	58
2.3.6.2	Last planner system (LPS).....	61
2.4	Marco legal.....	68
3	PROYECTO DE INTERVENCIÓN.....	69

3.1	Objetivo general.....	69
3.2	Objetivos específicos	69
3.3	Justificación.....	69
3.4	Metodología	71
3.4.1	Diagnóstico del proceso actual de control de ejecución de obras públicas.....	71
3.4.2	Organización de las funciones que establece el marco legal para el control de ejecución de obra bajo el enfoque lean.....	73
3.4.3	Desarrollo del sistema de control de ejecución de obras públicas basado en indicadores clave de desempeño bajo enfoque LPM	76
3.5	Análisis de resultados	76
3.5.1	Diagnóstico del proceso actual de control de ejecución de obras públicas.....	76
3.5.2	Organización de las funciones que establece el marco legal para el control de ejecución de obra bajo el enfoque lean.....	85
3.5.3	Sistema de control de ejecución de obras públicas basado en indicadores clave de desempeño bajo enfoque LPM	94
3.5.3.1	Características del sistema para la etapa “antes de iniciar la obra”	95
3.5.3.2	Características del sistema para la etapa “ejecución en campo”	99
3.5.3.3	Características del sistema para la etapa “ejecución en gabinete”	106
3.5.3.4	Características del sistema para la etapa “cierre de la obra”	118
3.5.3.5	Características de la sección de “información de contrato”	122
3.5.3.6	Características de la sección de Indicadores (dashboard) de las etapas del sistema de control de obra	125
3.5.3.7	Características de la sección de método de valor ganado (EVM) .	129

4	ESTRATEGIAS DE IMPLEMENTACIÓN.....	136
4.1	Plan de acción.....	136
4.2	Estrategias de implementación.....	136
5	ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO	138
5.1	Cronograma de actividades	138
5.2	Recursos	138
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	139
7	REFERENCIAS	140
8	ANEXOS.....	146

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama del Organismo de Cuenca Pacífico Norte [3].	16
Figura 2. Organigrama de la dirección de infraestructura hidroagrícola [3].	17
Figura 3. Línea de tiempo con los hitos en la historia del origen del lean.....	22
Figura 4. Grupo de procesos PMI [34]......	31
Figura 5. Interacción grupos de procesos [36]......	33
Figura 6. EVM rigor en función del riesgo del proyecto [39]......	39
Figura 7. Valor planificado (PV) acumulado [39].	40
Figura 8. Valor planificado (PV) acumulativo y valor ganado (EV) ejemplo de proyecto [39]......	41
Figura 9. Valor planificado (PV) acumulativo, valor ganado (EV) y costo real (AC). [39]......	45
Figura 10. Integración de la línea base de medición del desempeño.	46
Figura 11. Medidas de desempeño de EVM [39]......	46
Figura 12. Ejemplo de curva S típica de EVM [39].	54
Figura 13. Ejemplo de gráfica de barras utilizada en EVM [39].	55
Figura 14. Elementos de EVM dentro de la curva S. [39]......	56
Figura 15. Generación de la metodología lean project management [30].	59
Figura 16. Principales desperdicios asociados al lean project management [6]. ...	60
Figura 17. Esquema del DEBE – SE HARÁ – SE PUEDE. [5]......	62
Figura 18. Esquema del programa maestro [5].	63
Figura 19. Esquema de planificación intermedia [5]......	64
Figura 20. Esquema del plan semanal [5].	65
Figura 21. Ejemplo de plantilla para la identificación de restricciones [5].	66
Figura 22. Algunas causas de no cumplimiento [5].	67

Figura 23. Esquema de medición de porcentaje del plan completado [5].....	67
Figura 24. Estructura de la LOPSRM.	74
Figura 25. Estructura del RLOPSRM.....	75
Figura 26. Etapas del proceso administrativo de ejecución y control.....	75
Figura 27. Formato de avance físico de obra por conceptos.	79
Figura 28. Formato de avance físico de obra por partidas.	80
Figura 29. Formato de avance financiero de obra.....	81
Figura 30. Formato de reporte fotográfico.	82
Figura 31. Diagrama de flujo de ejecución de trabajos.	84
Figura 32. Procesos utilizados para el control de la ejecución de obra.	85
Figura 33. Secciones del capítulo cuarto de la ejecución.....	86
Figura 34. Funciones de la RSOP organizadas por categoría.	87
Figura 35. Modelo de los 5 grupos de procesos y las 10 áreas del conocimiento de PMBOK.....	91
Figura 36. Panel de inicio del sistema de control de obras públicas.....	94
Figura 37. Sub-panel de control para registrar o documentar las cinco actividades que la RSOP tiene como responsabilidad antes de iniciar la obra.....	95
Figura 38. Pestaña para la documentación de la actividad “acopio de la información legal y administrativo de la obra”.....	96
Figura 39. Pestaña para la documentación de la actividad “acopio de anexos de información técnica de la obra”.	96
Figura 40. Pestaña para la documentación de la actividad “acopio de anexos de información económica de la obra”.	97
Figura 41. Pestaña para la documentación de la actividad de “revisión de contrato de la obra”.	97

Figura 42. Pestaña para documentación de la actividad de la “planificación de la supervisión de la obra”.....	98
Figura 43. Pestaña para la documentación de la actividad de “análisis de riesgos de la obra”.....	98
Figura 44. Pestaña para la documentación de la actividad “identificación de los involucrados de la obra”.....	99
Figura 45 Sub-panel de control para registrar o documentar las cinco actividades que la RSOP tiene como responsabilidad durante la ejecución en campo de la obra.	100
Figura 46. Pestaña para la documentación de la actividad “el sitio de la obra”... ..	100
Figura 47. Pestaña para la documentación de la actividad “inspección de materiales de la obra”.....	101
Figura 48. Pestaña para la documentación de la actividad “inspección de mano de obra de la obra”.....	101
Figura 49. Pestaña para la documentación de la actividad “inspección de equipo en obra”.....	102
Figura 50. Pestaña para la documentación de la actividad “control de estimaciones de la obra”.....	102
Figura 51. Pestaña para la documentación de la actividad “estimaciones de la obra”.....	103
Figura 52. Pestaña para la documentación de la actividad “carátulas de estimaciones de la obra”.....	104
Figura 53. Pestaña para la documentación de la actividad “registro de bitácora de la obra”.....	105
Figura 54. Pestaña para la documentación de la actividad “minutas de juntas de trabajo de la obra”.....	105

Figura 55. Pestaña para la documentación de la actividad “inspección de la seguridad, higiene y limpieza de trabajo de la obra”.	106
Figura 56. Sub-panel de control para registrar o documentar las cinco actividades que la RSOP tiene como responsabilidad durante la ejecución en gabinete de la obra.	107
Figura 57. Pestaña para la documentación de la actividad “cambio de proyecto de la obra”.	107
Figura 58. Pestaña para la documentación de la actividad “conceptos y cantidades extras de la obra”.	108
Figura 59. Pestaña para la documentación de la actividad “control de convenios de la obra”.	109
Figura 60. Pestaña para la documentación de la actividad “control de retenciones de la obra”.	110
Figura 61. Pestaña para la documentación de la actividad “cálculo de retenciones de la obra”.	111
Figura 62. Pestaña para la documentación de la actividad “control de ajustes de costos de la obra”.....	112
Figura 63. Pestaña para la documentación de la actividad “cálculo del factor de ajustes de la obra”.....	113
Figura 64. Pestaña para la documentación de la actividad “estimación de sobre costo de la obra”.....	114
Figura 65. Pestaña para la documentación de la actividad “control de avance físico-financiero de la obra”.....	115
Figura 66. Pestaña para la documentación de la actividad “presupuesto programado vs. presupuesto real de la obra”	116
Figura 67. Pestaña para la documentación de la actividad “informe en formato E1 de la obra”	117

Figura 68. Sub-panel de control para registrar o documentar las cinco actividades que la RSOP tiene como responsabilidad durante el cierre de la obra.....	118
Figura 69. Pestaña para la documentación de la actividad “control de suspensión de la obra”	119
Figura 70. Pestaña para la documentación de la actividad “terminación anticipada de la obra”	120
Figura 71. Pestaña para la documentación de la actividad “rescisión de contrato anticipada de la obra”	120
Figura 72. Pestaña para la documentación de la actividad “recepción de obra” .	121
Figura 73. Pestaña para la documentación de la actividad “elaboración de finiquito de obra”	121
Figura 74. Pestaña para la documentación de la información base del contrato.	122
Figura 75. Pestaña para la documentación del presupuesto base del contrato. .	123
Figura 76. Pestaña para la documentación del presupuesto extra del contrato. .	123
Figura 77. Pestaña para la documentación del programa de ejecución de obra que se estipula en el contrato.	124
Figura 78. Pestaña con los indicadores de la sección “antes de iniciar la obra”..	125
Figura 79. Pestaña con los indicadores de la sección “ejecución en campo de la obra”	126
Figura 80. Pestaña con los indicadores de la sección “ejecución en gabinete de la obra”	127
Figura 81. Pestaña con los indicadores de la sección “cierre de la obra”.....	128
Figura 82. Pestaña con el informe por estimación de EVM.....	129
Figura 83. Pestaña con el control de EVM de los informes por estimación de la obra.	130
Figura 84. Cronograma de actividades para la implementación del sistema.	138.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diferencias entre metodologías ágiles vs. tradicionales [30].....	29
Tabla 2. Mapeo Áreas de conocimiento - Grupos de procesos. [36]	34
Tabla 3. EVM y Gestión de Proyectos [39].	37
Tabla 4. Técnicas de medición de EV. [39]	42
Tabla 5. El EVM y las preguntas básicas de gestión de proyectos [39].....	47
Tabla 6. Interpretaciones de las medidas básicas de desempeño de EVM [39]....	48
Tabla 7. Alternativas más comunes de calcular el EAC [39].	52
Tabla 8. Ejemplo de un formato de informe tabular EVM. [39].....	55
Tabla 9. Normas aplicables al proyecto.	68
Tabla 10. Funciones de la RSOP antes de iniciar la obra y durante la ejecución (en campo).....	88
Tabla 11. Funciones de la RSOP durante la ejecución (en gabinete).....	89
Tabla 12. Funciones de la RSOP al cierre de la obra.	90
Tabla 13. Modelo de gestión híbrido propuesto para el control de obras públicas	92
Tabla 14. Modelo de Gestión Híbrido.	93

RESUMEN

El presente proyecto de intervención propone un sistema de control de obras públicas basado en indicadores clave de desempeño bajo enfoque Lean Project Management. El objetivo es, medir, controlar y mejorar los procesos de control de ejecución de obras públicas llevando a cabo la evaluación con indicadores clave de desempeño bajo enfoque Lean Project Management, para así reducir la variabilidad de los resultados semanales del trabajo en obra. Los resultados esperados son que la obra se entregue a tiempo y con calidad establecida en las especificaciones particulares y generales, logrando una disminución de la pérdida de recursos y el aumento de la vida útil de los proyectos.

PALABRAS CLAVE

Lean Construction, Last Planner System, Gestión de proyectos, Lean Project Management, Dashboards.

ABSTRACT

This intervention project proposes a public works control system based on key performance indicators under a Lean Project Management approach. The objective is to measure, control and improve the control processes of public works execution, carrying out the evaluation with key performance indicators under a Lean approach, to reduce the variability of the weekly results of work on site. The expected results are that the work is delivered on time and with the quality established in the particular and general specifications, achieving a reduction in the loss of resources and an increase in the useful life of the projects.

KEYWORDS

Lean Construction, Last Planner System, Project Management, Lean Project Management, Dashboards.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Presentación

El presente proyecto de intervención se implementará dentro del Organismo de Cuenca Pacífico Norte. El propósito y el alcance de este trabajo es llevar a cabo el desarrollo de un sistema de control de obra pública basado en indicadores clave de desempeño bajo enfoque Lean Project Management, con el objetivo de incrementar la productividad de los procesos de obra. A continuación, se presentan la misión y visión del Organismo:

1.1.1 Misión

Administrar y preservar con la participación de la sociedad las aguas nacionales y sus bienes inherentes; promoviendo su uso eficiente y privilegiando el desarrollo sustentable en la Región Pacífico Norte [1].

1.1.2 Visión

Ser una organización con autoridad rectora y normativa comprometida con la calidad total que promueva la participación de la sociedad, de los órdenes de gobierno en la administración del agua por cuenca en la Región Pacífico Norte [1].

1.2 Análisis situacional

1.2.1 Panorama de la empresa

El Organismo de Cuenca Pacífico Norte es un organismo administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, que abrió sus puertas 16 de enero de 1989, el cual tiene la responsabilidad de administrar, regular, controlar y proteger las aguas nacionales en México. Según la Ley de Aguas Nacionales vigente, algunas de las atribuciones de la Comisión son: Programar, estudiar, construir, operar, conservar y mantener las obras hidráulicas federales, entre otras [2].

1.2.2 Ubicación organizacional

La oficina del Organismo de Cuenca Pacífico Norte está ubicada en Culiacán, Sinaloa. Con dirección en Av. Federalismo y Boulevard Culiacán, Edif. S/N, Col. Recursos Hidráulicos. C.P. 80105 [1].

1.2.3 Descripción funcional y operativa

A continuación, se muestra un organigrama del Organismo de Cuenca Pacífico Norte para describir su estructura organizacional en la Figura 1 [3].

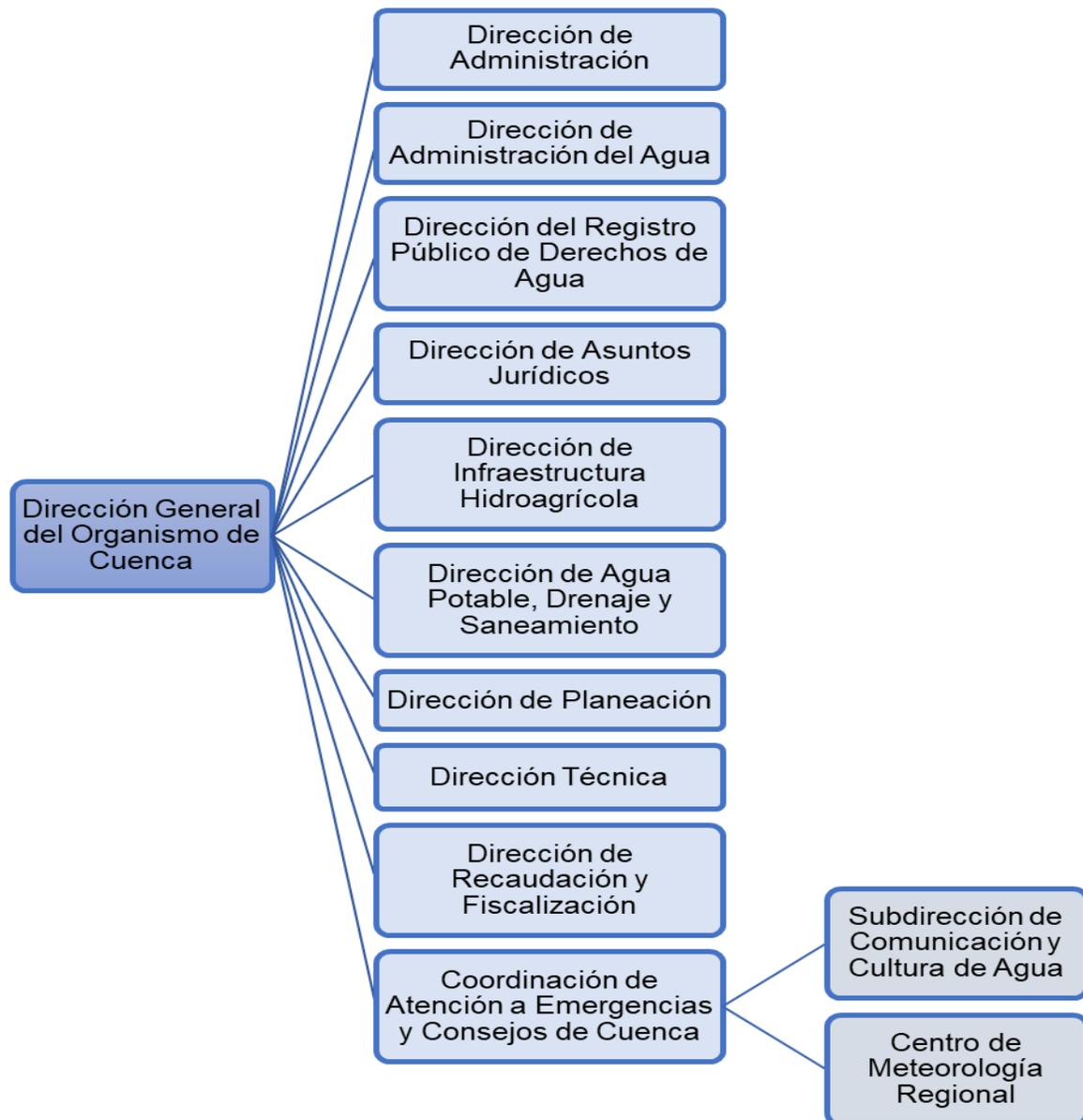


Figura 1. Organigrama del Organismo de Cuenca Pacífico Norte [3].

Dentro del Organigrama de la Figura 1 se encuentra la Dirección de Infraestructura Hidroagrícola, Dicha dirección cuenta con su propio organigrama el cual se muestra en la Figura 2 [3].

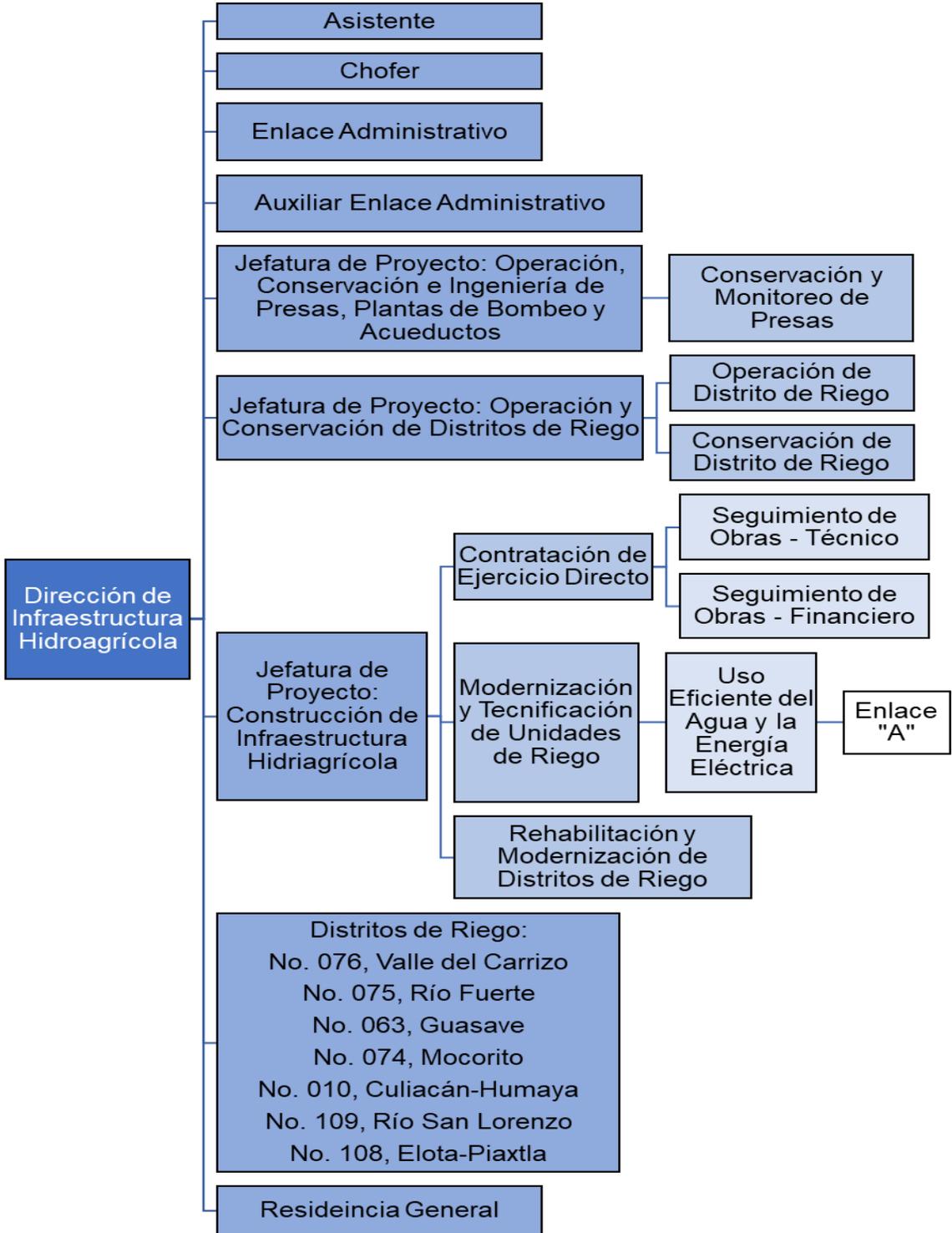


Figura 2. Organigrama de la dirección de infraestructura hidroagrícola [3].

1.3 Definición del problema seleccionado

La construcción es una de las actividades más importantes en el mundo, ya que es una de las ramas que maneja un porcentaje alto de la economía de un país y representa en gran parte el desarrollo de este. En la historia de la industria de la construcción se observa que cada proyecto es único, por lo tanto, cuentan con desafíos específicos por proyecto, pero al comparar los proyectos se puede concluir que uno de los factores en común que los afectan es la gestión de los proyectos. En el mundo el 2.5% de los proyectos terminan con éxito, pero la falta de coordinación de mano de obra es de un 25 a 50%, la ineficiencia administrativa genera un coste entre \$15.6 y \$36 mil millones por año a los clientes y se estima que los gastos de resolución por disputas y reclamos es entre \$4 mil millones y \$12 mil millones. Dentro de un análisis realizado en términos de desempeño de la construcción en Norteamérica se encontró que los proyectos cuentan con retraso en la culminación de proyectos con un promedio de 37%, con respecto al presupuesto de los proyectos cuentan con sobrecoste en promedio de un 28%, logrando así no obtener la satisfacción del cliente, por lo tanto, el promedio de porcentaje de reanudación de proyectos es de un 9%. Las organizaciones de la construcción han estado luchando con la prestación de servicios a tiempo, en el presupuesto, con una alta satisfacción del cliente. Por lo tanto, los factores que impactan principalmente el resultado final de un proyecto de cualquier tipo son el tiempo, el costo y la calidad [4].

Actualmente, la mayoría de los proyectos culminan ya sea con retraso, sobre costo y/o reprocesos en ellos, lo que significa que el factor en común que no permite terminar el proyecto en tiempo y forma es la mala gestión del proyecto. Los problemas como el uso de métodos obsoletos de planificación, control y gestión; falta de rigor en la materia de la seguridad; control de calidad ineficaz; incumplimiento sistemático de los plazos de entrega; falta de coordinación y transparencia entre las partes interesadas; poco control sobre la productividad; sobre costos; gran cantidad de retrabajos; etc. Los cuales provocan mayor incertidumbre y variabilidad, que son dos de los mayores peligros de cualquier inversión [5].

A pesar de que la evolución de la tecnología y los softwares (Groupware, Intranet, sistema tradicional, etc.) han facilitado el trabajo de gestión en la industria de la construcción durante las últimas décadas, no han tenido un impacto significativo sobre la mejora de la productividad, ni en la reducción de los desperdicios generados en las obras civiles. Es entonces que surgen mejores filosofías de gestión de proyectos, como lean construction la cual cuenta con herramientas (Lean Project Managemt [LPM], Last Planner System [LPS], Lean Project Delivery System [LPDS], etc.) que al implementarlas mejoran grandemente la gestión de proyectos.

La metodología LPM es la aplicación de principios de Lean Manufacturing al proceso de gestión de proyectos. Esto significa, basar los esfuerzos en alcanzar la misma meta, maximizar el valor mientras se minimizan los desperdicios y cumplir con los cinco principios básicos del Lean Production: definir el concepto de valor, identificar el flujo de valor, optimizar el flujo, pull frente a push y búsqueda continua de la perfección [6].

LPS es un método de control de producción, diseñado para entregar un flujo de trabajo fiable y un aprendizaje rápido, es un sistema holístico, lo que significa que cada una de sus partes es necesaria para apoyar la planificación y ejecución de proyectos ajustados. Estos tipos de gestiones de proyectos se ha aplicado en muchos países alrededor del mundo y de distintas formas [5].

En algunas empresas de México se implementó el pensamiento LEAN como consecuencia de la crisis económica que evidenció el país en los años 2008-2009, que incentivó al aumento de esfuerzos para mejorar la productividad de las empresas, y que fue un terreno propicio para la aplicación de filosofías como lean manufacturing [7].

Para proponer soluciones a los problemas crónicos de la construcción mencionados anteriormente, este proyecto tiene como objetivo implementar varios conceptos de la filosofía de Lean Construction y herramientas de la guía PMBOK en el proceso fase de construcción de obras públicas. Para ello, se desarrollarán y se plantearán las estrategias de implementación del sistema de control de

ejecución de obras públicas basado en indicadores de desempeño, lo cual permitirá reducir costos, plazos de entrega, eliminar restricciones, reclamaciones, administrar la incertidumbre y lograr mayor colaboración dentro del proyecto.

2 FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 Marco histórico y contextual

Es de la industria manufacturera japonesa que la industria de la construcción ha adoptado los principios (Hacerlo bien la primera vez, Eliminar las actividades que no agregan valor, Mejora continua, Procesos pull, Flexibilidad, Colaborar con los proveedores y Cambiar el proceso de ventas), los cuales transformó para ser aplicables a la construcción, para así, dar origen al Lean Construction. Posteriormente, múltiples sistemas de planificación orientados a la construcción se desarrollaron basados en este concepto [8].

El término “lean” se originó en Japón entre las décadas de 1930 y 1950, como resultado de la investigación realizada por ingenieros de Toyota Motor Corporation una empresa de ensamblaje de automóviles, con el objetivo de mejorar las líneas de producción. Sus creadores fueron Sakichi y Kiichiro Toyoda y el ingeniero Taiichi Ohno, encargado de la producción, quienes se involucraron totalmente en el Sistema de Producción Toyota (SPT) [9].

En la década de los 60, el sistema de producción Toyota era desconocido para el resto del mundo. En esta década fue cuando Toyota comenzó a enseñárselo a proveedores, dejando de ser únicamente desarrollado de manera interna. Tras la primera crisis del petróleo en 1973, el gobierno japonés se dio cuenta de que Toyota, a pesar de las dificultades, seguía teniendo éxito a diferencia del resto de empresas. En ese momento fue cuando comenzó a conocerse más acerca de su modelo de producción. También surge la Gestión del Control Total de la Calidad/ Total Quality Management (GCTC/TQM), que consiste en organizar las actividades de diseño y producción de una manera más matricial, sin abandonar la estructura formal de manera funcional. De este TQM se deriva, años más tarde (1985) el Six-Sigma [10].

Con las investigaciones se desarrollaron un conjunto de técnicas de producción japonesas por la Toyota Motors, el cual adoptó el término de Lean production o producción ajustada, que fue ideado por John Krafcik a finales de 1980, y difundido a nivel global en el año 1990 [9].

En 1992 Lauri Koskela empezó a poner en práctica esta filosofía en el sector de la construcción. Fruto resultado de ello es su trabajo “Aplicación de la nueva filosofía de producción a la construcción”, dando origen a Lean Construction, que se concibió en la Universidad de Stanford, California, USA, en su trabajo estableció los fundamentos teóricos del nuevo sistema de producción aplicado a la construcción. El trabajo pionero de Koskela fue un hito clave en el desarrollo de una corriente de investigación sobre la aplicación del sistema de producción Toyota y la filosofía Lean a la industria de la construcción [11]. En la Figura 3 se muestra una línea de tiempo de la historia de la filosofía Lean.

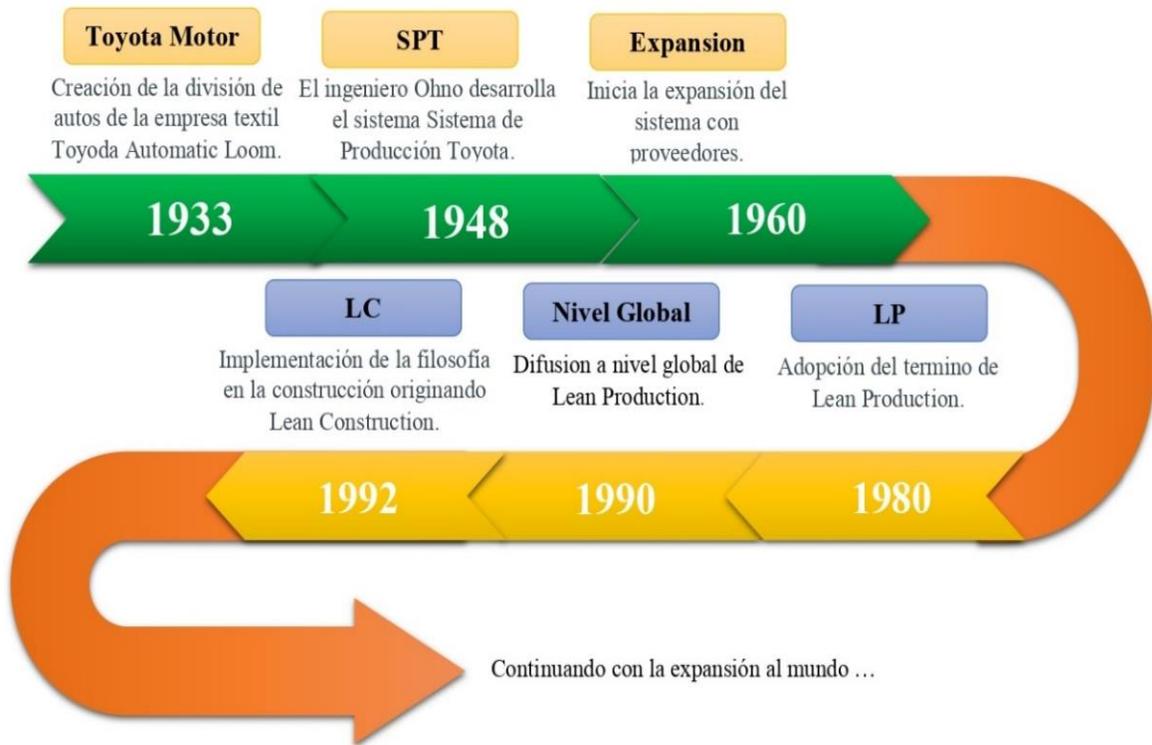


Figura 3. Línea de tiempo con los hitos en la historia del origen del lean. Es evidente que muchos de los principios de lean production se desarrollaron pensando en las empresas manufactureras, por lo que es difícil imaginar paralelismos entre este ámbito y el de la construcción. Asimismo, no debemos olvidar que el principio fundamental de lean production es la mejora continua, la cual fue desarrollada por la cultura japonesa a partir de un ethos oriental, muy diferente a la forma de creer occidental. Las culturas orientales están más

estructuradas y siempre están buscando ideas para llevar a cabo la mejora continua. Teniendo en cuenta todo esto, para poder poner en práctica los principios lean a la construcción se requiere un gran cambio, ante todo, en la actitud de los trabajadores de la construcción, para lo que, debe realizarse también un cambio social con mejoras de los ambientes de trabajo y condiciones laborales [8].

LPM es un pensamiento que nace de la evolución de Lean Thinking, Lean Production, Lean Manufacturing y lean construction, la cual considera que cualquier tipo de gasto que no tenga relación con agregar valor al cliente, es un desperdicio que debería ser eliminado [12].

Otros investigadores, como Glenn Ballard, han aportado herramientas para adaptar la producción “Lean” al sector de la construcción. Ballard fue pionero en el desarrollo del LPS en 1992 basado en el concepto de reducir los niveles jerárquicos de la gestión de la construcción para agilizar el proceso de asignación de los recursos disponibles en la planificación, programación y ejecución semanal del trabajo. Luego, en 1998, refino más el LPS, centrándose en la gestión de los flujos en el proceso de construcción [11].

LPS es un método de trabajo basado en la filosofía Lean, cuyo objetivo es conseguir un flujo de trabajo continuo y una disminución de las pérdidas o tareas que no aportan valor [13]. El principio es comenzar el análisis de lo más general a lo más específico, es decir, de los programas generales a los planes semanales. Entre medio, hay etapas, como la planificación intermedia, que ayudan a eliminar las incertidumbres que provocan discontinuidades en el flujo de trabajo. La idea no es solo tener una visión a corto plazo, sino también mirar hacia adelante y poder predecir los factores que dificultarán ejecutar las actividades llegado el momento. Incorporar el pensamiento preventivo a la construcción es nuevo y muy útil [8].

La metodología LPS supone una revolución en la construcción, dado que no se trata simplemente de otro método de control de la producción. Se introducen conceptos como la colaboración entre los diferentes agentes, se cambia la planificación de oficina por una planificación conjunta, donde todos los agentes

implicados (técnicos, capataces, subcontratos, encargado de materiales, técnico en prevención de riesgos) deciden qué, cómo y cuándo se realizarán los trabajos, consiguiendo un compromiso de los últimos planificadores (subcontratistas, capaces) del avance de las actividades que son posible realizar. En LPS el cliente no solo es el último beneficiario del producto sino cada uno de los agentes que en la cadena de producción recibirá un subproducto [13].

2.2 Estado del arte

La industria de la construcción es uno de los sectores económicos más importantes del mundo. La industria de la construcción de México es el cuarto mayor contribuyente al PIB del país y el cuarto mayor empleador, y juega un papel relevante en la economía del país. Desde los inicios de esta industria se aprecia que cada proyecto es singular, debido a lo cual, cuentan con desafíos específicos por proyecto, pero al contrastar los proyectos se puede deducir que uno de los factores en común que los afectan es la gestión de los proyectos. Actualmente, la mayoría de los proyectos culminan ya sea con retraso, sobre costo y/o reprocesos en ellos, lo que significa que el factor en común que no permite terminar el proyecto en a tiempo y forma es la mala gestión del proyecto. Es entonces que surgen mejores filosofías de gestión de proyectos, como lean constuction la cual cuenta con herramientas (Last Planner Syste[LPS], Lean Project Delivery System, Etc.) que al implementarlas mejoran grandemente la gestión de proyectos. LPS es una metodología de control de producción que permite un flujo de trabajo confiable y un aprendizaje rápido. Es un sistema holístico, lo que significa que cada parte debe apoyar la planificación y ejecución de proyectos Lean. Este tipo de gestión de proyectos se ha aplicado en muchos países alrededor del mundo y de distintas formas. Investigaciones previas han utilizado LPS como la gestión de su proyecto dentro de la construcción.

Aguilar [14] realizo un “estudio comparativo de la productividad de construcción de viviendas en serie, utilizando el método de planificación tradicional y el sistema del último planificador”, en la Universidad de San Carlos, Guatemala. Emplearon el sistema tradicional de planificación utilizando el diagrama de Gantt y el sistema del

último planificador utilizando el diagrama de Gantt en conjunto de los formatos y/o métodos de la filosofía define. Llegando a la conclusión de que, al introducir el sistema del último planificador, se redujeron las fluctuaciones en el período de construcción y las horas-hombre, y que el proceso de construcción de viviendas se mantuvo estable a pesar de que hubo poca variación en el período de construcción más eficaz y eficientemente.

Herrera y Sánchez [15] realizó “análisis de restricciones y productividad utilizando el LPS para mejorar el flujo de trabajo en el túnel de presión en la central hidroeléctrica quitaraca i - 2015”, en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Usaron un túnel de presión con dos frentes (uno con una planificación con LPS y otro con una planificación convencional) para enfocarse en comparar indicadores de productividad para ciclos de perforación y apoyo, realizaron un análisis a ambos lados. Llegaron a la conclusión de que LPS tenía el mejor desempeño en términos de productividad. Definitivamente menor deriva de tiempo de ejecución en comparación con Shapiringo. Este estudio proporciona un análisis importante sobre las restricciones, los PAC y las causas de incumplimiento (CNC). Con base en esto, se derivan recomendaciones para acciones correctivas y preventivas.

Bonilla [16] realizó un “estudio de la variabilidad en la implementación del LPS en proyectos que adoptan la herramienta por primera vez”, en la Universidad del Valle. El propósito de este estudio fue analizar la variabilidad del Porcentaje de Cumplimiento Planificado (PPC) para 14 proyectos que implementan LPS por primera vez y obtener un balance de las Causas de No Cumplimiento (CNC) más representativas de cada proyecto.

Martínez [17] llevó a cabo la “Metodología para el diseño de Dashboards orientado hacia el registro de evidencia en el proceso de evaluaciones institucionales” en la Universidad Internacional de La Rioja. En el cual se describe una metodología que proporciona información para el desarrollo y diseño de tableros de control (Dashboards) basado en métricas, diseñado para facilidad de uso y orientado a la recopilación de pruebas en el proceso de evaluación.

Aranguren-León [18] realizó “evaluación de la aplicación de la metodología LPS en proyectos de interés prioritario utilizando herramientas informáticas” en la Universidad Católica de Colombia. El propósito de este estudio fue evaluar uno de los sistemas de control y programación más avanzados en la construcción hoy en día llamado LPS. En primer lugar, se efectuó un estudio de referencias relacionadas con la tecnología LPS en la filosofía, metodología, beneficios de su aplicación y dificultades asociadas a la Lean Construction. Luego se buscó un software de apoyo para optimizar los recursos, maximizar el rendimiento y mejorar la comunicación de los participantes dentro del LPS. Luego se propuso una guía para el sistema propuesto y finalmente se implementó en dos proyectos de construcción en curso para comparar la metodología propuesta con la programación convencional.

Gómez, Miranda y Torobisco [19] realizaron “evaluación de la eficacia de la aplicación de LPS en un proyecto de construcción en la etapa de acabados - arquitectura en Perú en el año de 2019” en la Universidad Tecnológica del Perú. En este estudio se desarrolló la aplicación de la filosofía de Lean Construction basada en el enfoque LPS a edificios de tamaño medio. La información de campo se analizó, sugirió y recopiló durante 5 semanas para cuantificar el porcentaje de actividades semanales y actividades completadas. Esta implementación dio resultados cuantitativamente mejores en términos de tiempo de ejecución al usar este método en edificios de tamaño mediano.

Hamzeh [20] llevó a cabo un estudio titulado “Métricas avanzadas en planeación de la construcción”. En el cual se proponen nuevas métricas y detalla un método de cálculo para medir aspectos significativos del desempeño, dichas métricas proporcionan una detección proactiva de problemas y una visibilidad constante del estado de un proyecto, lo cual permite aplicar medidas de control más tempranas para la mejora de la planificación confiable y la reducción de retraso de los hitos.

Álvarez y Corral [21] desarrollaron un sistema informático basado en LPS para la gestión de proyectos de la empresa Concreti SA de CV.

Hamzeh [22] realizó una investigación titulada “Panel de alerta temprana para

métricas de planificación de construcción avanzada”, en el cual se propuso un nuevo sistema de tablero basado en métricas avanzadas. Esperando que en dicho panel de control se describa, supervise y controle mejor los diversos aspectos dinámicos de la planificación de la construcción dentro del LPS para el control de la producción.

Castillo [23] realizó un “Análisis y propuesta de aplicación de la metodología Lean Project Management” el cual ofrece una visión general de la evolución de la filosofía lean, desde sus inicios en la fabricación hasta su adaptación a la gestión de proyectos (lean project management). El objetivo principal es analizar y comprender la metodología Lean Project Management para la gestión de proyectos y hacer sugerencias para aplicar esta metodología en combinación con la guía PMBOK ampliamente reconocida.

Al, J. [24] realizó el estudio de “La efectividad de la gestión ágil en proyectos tradicionales dentro de las organizaciones públicas”, con objetivo investigar los efectos de las metodologías ágiles en los procesos tradicionales de gestión de proyectos y cómo estudiar sus metodologías, realizamos un análisis de efectividad. Permitiendo a los directores de proyectos evaluar la aplicabilidad del uso de metodologías ágiles en organizaciones del sector público, especialmente en proyectos de construcción e infraestructura.

2.3 Marco teórico

La metodología de gestión de proyectos es la disciplina de conocimiento encargado de desarrollar, definir y sistematizar las técnicas, métodos y procedimientos a seguir durante el desarrollo de un proyecto para la realización de los servicios asociados. Existen varios enfoques de gestión de proyectos dentro de esta metodología, que incluyen:

2.3.1 Metodologías ágiles

Las metodologías ágiles son las que buscan mejorar y agilizar los proyectos a un ritmo que se obtengan más beneficios en menos tiempo. Lo que hace atractivo a este tipo de metodología es su flexibilidad y capacidad de adaptación a las realidades de cada equipo y proyecto. Los tipos de metodologías ágiles más

utilizados se enumeran a continuación:

- **Kanban** es “un método productivo que permite mantener el flujo de trabajo, conservando la calidad en la fabricación del producto de forma rápida y garantizada para las organizaciones. Kanban aporta control y mejoramiento a los procesos, direcciona a la realización de tareas a través del trabajo en equipo y ayuda en la administración de los procesos, más específicamente en las líneas de producción” [25].
- **Scrum** lo define Navarro como “un marco de trabajo diseñado para lograr la colaboración eficaz de equipos en proyectos, que emplea un conjunto de reglas y artefactos y define roles que generan la estructura necesaria para su correcto funcionamiento” [26].
- **Extreme Programming (XP)** es “una metodología ágil centrada en potenciar las relaciones interpersonales como clave para el éxito en desarrollo de software, promoviendo el trabajo en equipo, preocupándose por el aprendizaje de los desarrolladores, y propiciando un buen clima de trabajo” [27].
- **Canvas** según Ferreira “creado con el fin de establecer una relación lógica entre cada uno de los componentes de la organización y todos los factores que influyen para que tenga o no éxito. A través de un “lienzo” se detallan desde la idea de negocios, hasta los diferentes factores que influirán en ella al momento de ponerla en marcha” [28].
- **Agile Project Management** que “es una metodología real para el desarrollo de tu negocio con gestión de proyectos. Introduce el concepto de un proceso lean estandarizado que requiere un pensamiento Lean Thinking como una parte clave del proceso normal para que las estrategias para entregar proyectos y los beneficios comerciales asociados se personalicen para la entrega de la propuesta de valor específica que el cliente necesita” [29].

2.3.2 Metodologías tradicionales

También existen las metodologías tradicionales que se define “así se concibe un

solo proyecto, de grandes dimensiones y estructura definida; se sigue un proceso secuencial en una sola dirección y sin marcha atrás; el proceso es rígido y no cambia; los requerimientos son acordados de una vez y para todo el proyecto, demandando grandes plazos de planeación previa y poca comunicación con el cliente una vez ha terminado esta” [26].

Para comprender las diferencias entre los conceptos de metodología ágil y tradicional, la comparación se muestra en la Tabla 1 [30].

Tabla 1. Diferencias entre metodologías ágiles vs. tradicionales [30].

Metodologías Ágiles	Metodologías Tradicionales
Basadas en heurísticas provenientes de prácticas de producción de código	Basadas en normas provenientes de estándares seguidos por entorno de desarrollo
Especialmente preparados para cambios durante el proyecto	Cierta resistencia a los cambios
Impuestas internamente (por el equipo de desarrollo)	Impuestas externamente
Proceso menos controlado, con pocos principios	Proceso mucho más controlado, con numerosas políticas/normas.
No existe contrato tradicional o al menos es bastante flexible	Existe un contrato prefijado
El cliente es parte del equipo de desarrollo	El cliente interactúa con el equipo de desarrollo mediante reuniones
Grupos pequeños (menos de 10 integrantes) y trabajo en el mismo sitio	Grupos grandes y posiblemente distribuidos
Pocos artefactos	Más artefactos
Pocos roles	Más roles
Menos énfasis en la arquitectura del software	La arquitectura del software es esencial y se expresa mediante modelos

- **Metodología CCPM**

La metodología Critical Chain Project Management (CCPM) se traduce como "Gestión de Proyectos de Cadena Crítica". Según Eliyahu Goldratt, se basa en la Teoría de las Restricciones (TOC) para la Planificación de la Capacidad [7].

De cualquier manera, CCPM tiene un claro enfoque en la gestión del tiempo del proyecto. Esto no significa que se ignoren las consideraciones de presupuesto y alcance. La primera premisa básica de CCPM es que una buena gestión del tiempo proporciona beneficios significativos tanto en el alcance como en la reducción de costos (por ejemplo, los retrasos en los proyectos aumentan los costos o se reducen las especificaciones originales) [30]. Una segunda premisa básica es que la forma tradicional de agregar seguridad a las actividades individuales de un proyecto es la raíz de los problemas observados en las prácticas de gestión del tiempo [7].

- **Metodología lean six sigma**

Lean Six Sigma “Es una metodología rigurosa de mejoramiento desarrollada por Motorola en los años 80, cuyo principio fundamental es el enfoque al cliente. Utiliza el proceso DMAIC y métodos estadísticos con el fin de: Definir los problemas y situaciones a mejorar, Medir para obtener información y datos, Analizar la información recolectada, Implementar mejoras a los procesos y finalmente, Controlar los procesos o productos con el objetivo de alcanzar resultados sostenidos, lo que a su vez genera un ciclo de mejoramiento continuo” [31].

- **Metodología en cascada**

La metodología Cascada (waterfall), conocida como System Development Life Cycle (SDLC), traducida al español como “desarrollo de sistema de ciclo de vida”, es la más antigua y conocida. [30] “Este modelo es ampliamente utilizado en proyectos gubernamentales y en muchas empresas importantes. La característica especial de este modelo son sus pasos secuenciales que va hacia abajo a través de las fases de análisis de requisitos, diseño, codificación, prueba y mantenimiento. Además, garantiza los defectos de diseño antes del desarrollo de un producto. Este modelo funciona bien para proyectos en los que el control de calidad es una preocupación importante debido a su documentación y planificación intensivas. Las etapas que construyen este modelo no son etapas superpuestas, lo que significa que el modelo en cascada comienza y termina una etapa antes de

comenzar la siguiente” [32].

- **Metodología PRINCE2**

PRINCE2 es una metodología que pone gran énfasis en la planificación, la justificación comercial, el análisis de costos y la mitigación de riesgos, y es un marco increíblemente completo para ejecutar proyectos empresariales grandes y predecibles [33].

2.3.3 PMI

PMI (Project Management Institute) es una organización profesional dedicada a crear y actualizar lineamientos para una buena gestión de proyectos, la cual ha creado la Guía PMBOK. Esta guía es comúnmente utilizada por gobiernos, agencias y otros organismos que desean garantizar un buen desempeño en todas las etapas de un proyecto. PMI ofrece certificaciones que garantizan a los interesados, obtener los conocimientos y recursos necesarios para ser el director de cualquier proyecto en cualquier área [34].

Procesos de PMI

PMI se divide en cinco grupos de procesos; Iniciación, Planificación, Ejecución Control y Cierre. Estos cubren diez áreas de conocimiento y se ilustran en la Figura 4 [34].

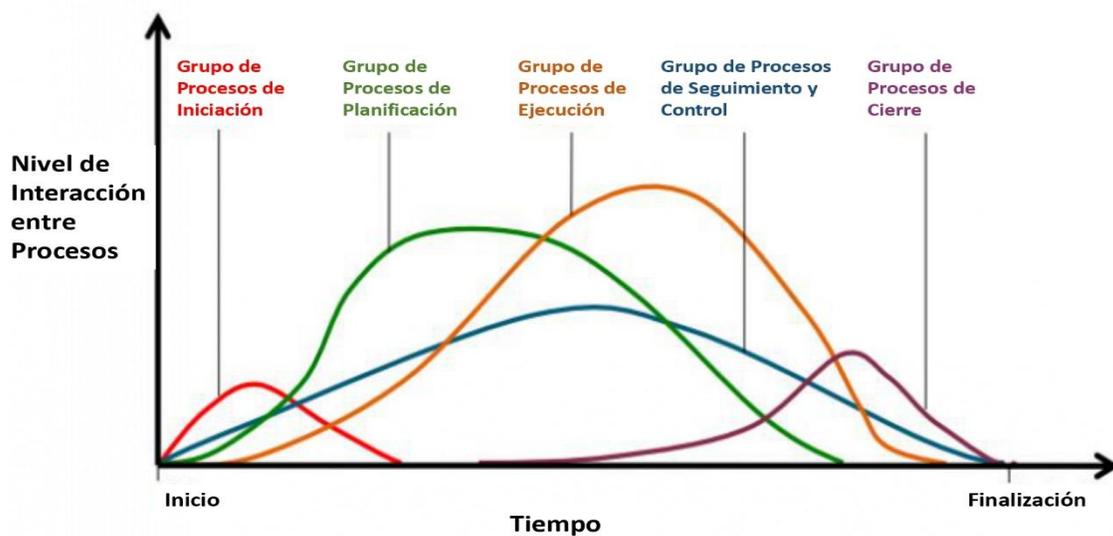


Figura 4. Grupo de procesos PMI [34].

- **Proceso de Inicio:** Este proceso permite realizar una reunión para definir un nuevo proyecto, teniendo en cuenta el acuerdo de todas las partes para iniciar el proyecto.
- **Proceso de Planificación:** Este proceso permite definir y administrar el alcance de su proyecto y trazar un camino hacia el cumplimiento.
- **Proceso de Ejecución:** Este proceso permite establecer controles, equipos de trabajo y otros factores que intervienen en el plan de trabajo definido por la dirección de proyectos.
- **Proceso de Control:** Este proceso permite monitorear y rastrear los diversos controles y regulaciones vigentes, monitorear el progreso del proyecto y determinar si se necesitan cambios en cualquier etapa del proyecto.
- **Proceso de Cierre:** Este proceso permite terminar todas las actividades de todos los grupos de procesos, es el cierre de actividades, presentar reportes y resultados [34].

2.3.4 PMBOK 6TH Edición

“PMBOK es un conjunto de conocimientos que se conoce como los Fundamentos para la Dirección de Proyectos, para los cuales el Project Management Institute (PMI) produjo una línea base de diagramas y glosarios para el PMBOK. Los directores de proyecto comprendieron que un solo libro no podría contener el PMBOK completo. Por lo tanto, el PMI desarrollo y publico la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®)” [35].

PMI establece que la gestión de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para satisfacer las necesidades del proyecto. La dirección de proyectos permite a las organizaciones ejecutar proyectos de manera eficaz y eficiente [35].

“La gestión de las operaciones se ocupa de la producción continua de bienes y/o servicios. Asegura que las operaciones de negocio se desarrollan de manera eficiente, mediante el uso de los recursos óptimos necesarios para cumplir con la demanda de los clientes. Trata de la gestión de procesos que transforman

entradas (materiales, componentes, energía y mano de obra) en salidas (productos, bienes y/o servicios)” [35].

Se requiere un conjunto de procesos de gestión de proyectos para lograr los objetivos específicos de un proyecto. Esto lo describe PMI en PMBOK [35] y se divide en cinco categorías conocidas como Grupos de Procesos de Gestión de Proyectos, los cuales se describen en la sección de PMI (Procesos de PMI) [36].

Los grupos de procesos de gestión/ Dirección de proyectos están relacionados por los resultados obtenidos. Un grupo de procesos rara vez es un evento separado o incluso un solo evento. Cuando el proyecto está dividido en fases, los grupos de procesos interactúan dentro de cada fase (Figura 5) [36].

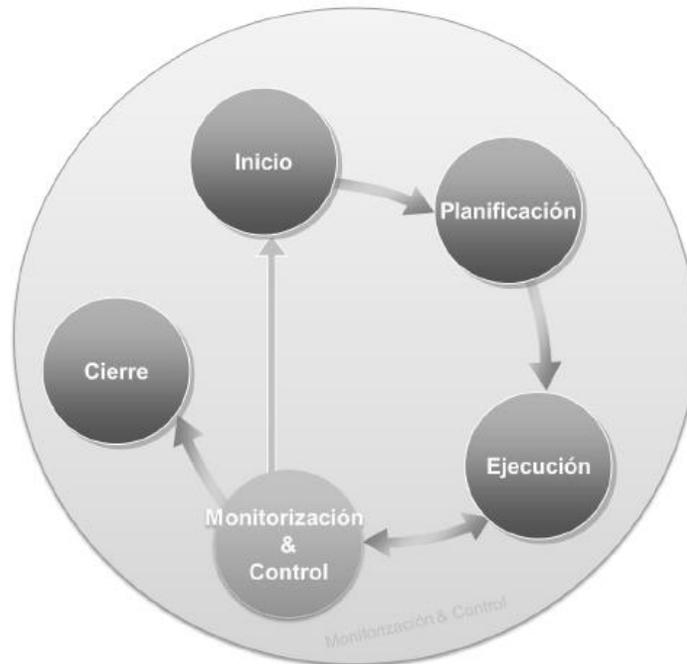


Figura 5. Interacción grupos de procesos [36].

El proyecto está oficialmente aprobado en el grupo de inicio. Una vez que se aprueba el proyecto, el grupo del proceso de planificación comienza a desarrollar un plan sobre cómo se planificará, ejecutará, monitoreará, controlará y cerrará el proyecto. Entonces comienza el proceso de ejecución y el equipo completa el trabajo descrito en el plan de gestión. Mientras se está realizando el trabajo, se está monitorizando y controlando, para asegurarse de que el proyecto sigue las

líneas definidas en el plan de proyecto. Si se requiere un cambio, se analiza el impacto en el proyecto y se considera la mejor manera de abordarlo. Después de implementar los cambios, el plan del proyecto se modifica y se vuelve a ejecutar. Si el proyecto difiere significativamente de lo acordado originalmente, se puede repetir el proceso de inicio. Por último, cuando el trabajo ya está hecho, se ejecutan los procesos de cierre [36].

Para PMBOK, una buena forma de abordar los procesos es agruparlos en áreas de conocimiento. Un área de conocimiento representa el conjunto completo de conceptos, términos y actividades que componen una disciplina, área de gestión de proyectos o área de especialización. En la Tabla 2 se muestra las interrelaciones entre los grupos y las áreas de conocimiento [36].

Tabla 2. Mapeo áreas de conocimiento - grupos de procesos [36].

Áreas De Conocimiento	GRUPOS DE PROCESOS				
	Inicio	Planificación	Ejecución	Monitorización y Control	Cierre
Integración	Elaborar acta de constitución del proyecto	Elaborar Plan de gestión del proyecto	Dirigir y gestionar la ejecución del proyecto	Monitorizar y controlar el trabajo del proyecto	Cerrar el proyecto
				Realizar control integrado de cambios	
Alcance		Elaborar plan de alcance		Verificar el alcance	
		Recopilar requisitos			
		Definir el alcance		Controlar el alcance	
		Crear la EDT			
Tiempo		Elaborar gestión cronograma		Controla el cronograma	
		Definir las actividades			

Áreas De Conocimiento	GRUPOS DE PROCESOS				
	Inicio	Planificación	Ejecución	Monitorización y Control	Cierre
Tiempo		Secuenciar las actividades			
		Estimar recursos de las actividades			
		Estimar duración de las actividades			
		Desarrollar cronograma			
Costes		Elaborar plan de costes		Controlar los costes	
		Estimar costes			
		Determinar presupuesto			
Calidad		Elaborar plan de calidad	Asegurar calidad del proyecto	Controlar la calidad	
Recursos Humanos		Elaborar plan de recursos humanos	Adquirir el equipo del proyecto		
			Desarrollar el equipo del proyecto		
Recursos Humanos			Gestionar el equipo del proyecto		
Comunicación		Elaborar plan de comunicación	Gestionar la comunicación	Controlar las comunicaciones	
Riesgo		Elaborar plan de riesgos		Controlar los riesgos	
		Identificar riesgos			

Áreas De Conocimiento	GRUPOS DE PROCESOS				
	Inicio	Planificación	Ejecución	Monitorización y Control	Cierre
Riesgo		Realizar un análisis cualitativo de los riesgos			
		Realizar un análisis cuantitativo de los riesgos			
		Elaborar plan de respuesta a los riesgos			
Adquisiciones		Elaborar plan de las adquisiciones	Efectuar adquisiciones	Controlar las adquisiciones	Cerrar adquisiciones
Interesados	Identificar interesados	Elaborar plan de gestión de los intereses	Gestionar expectativas de los interesados	Controlar las expectativas de los interesados	

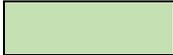
- **Método de valor ganado**

El Método del Valor Ganado (MVG) o Earned Value Management (EVM), se define como “un método objetivo para medir el desempeño de un proyecto en términos de alcance, tiempo y costo” [37]. También se llama "gestión con las luces encendidas" porque ayuda a aclarar dónde está el proyecto, hacia dónde va y hacia dónde debería ir. EVM se basa en la lógica de que los patrones y tendencias del pasado pueden ser buenos predictores del futuro [38]. Dichas herramientas han demostrado ser una de las herramientas de medición y retroalimentación del desempeño más efectivas para la gerencia. Ya que permite a los gerentes cerrar el círculo en el ciclo de gestión planificar-hacer-verificar-actuar [39].

La gestión de proyectos es principalmente una cuestión de planificación, ejecución y control del trabajo. La Tabla 3 indica las áreas de gestión de proyectos en las que EVM es fundamentalmente más aplicable [39].

Tabla 3. EVM y gestión de proyectos [39].

Áreas de conocimiento	Grupos de procesos				
	Inicio	Planificación	Ejecución	Control	Cierre
Integración	Yellow	Green	Green	Green	Yellow
Alcance	Red	Green	Red	Green	Red
Tiempo	Red	Green	Red	Green	Red
Costo	Red	Green	Red	Green	Red
Calidad	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Red
Recurso Humano	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Red
Comunicaciones	Red	Green	Green	Green	Red
Riesgos	Red	Green	Red	Green	Red
Obtención	Red	Green	Yellow	Green	Yellow

 Uno o más procesos de gestión de proyectos para los que EVM es fundamentalmente aplicable.

 Uno o más procesos de gestión de proyectos para los que EVM tiene poca importancia.

 Aquí no se mapea ningún proceso de gestión de proyectos.

El proceso de la planificación de un proyecto es principalmente una cuestión de determinar los conceptos de alcance (que trabajo se debe realizar), estructura de desglose del trabajo (en que partes), matriz de asignación de responsabilidades (quien realizará y administrará el trabajo), programa (cuando se realizará) y costo (cuanto mano de obra, material y recursos requerirá el trabajo). La ejecución de un proyecto es principalmente una cuestión de hacer el trabajo planificado y mantener trabajadores y directivos informados. Y el control de un proyecto se enfoca principalmente en monitorear e informar la ejecución de los planes de gestión de proyectos relacionados con el alcance, el cronograma y el costo, junto con calidad y el riesgo. Siendo así un proceso para mantener el desempeño y los resultados

del trabajo dentro de un rango tolerable del plan de trabajo [39].

EVM, como metodología de gestión del desempeño, incluye varias prácticas clave, como objetivos para medir, analizar, pronosticar y reportar datos de rendimiento de costos y cronogramas para la evaluación y acción por parte de los empleados, gerentes y otras partes interesadas clave en su proceso de gestión de proyectos. Asimismo, debe adaptarse para encajarse a la situación específica del proyecto para que sea eficaz y eficiente. Por ese motivo existe una escala de EVM para adaptarse a diversas situaciones. Dichas situaciones del proyecto varían en dos dimensiones fundamentales, la importancia y la incertidumbre del proyecto [39].

La importancia y la incertidumbre del proyecto tienen una relación con el impacto y probabilidad de éxito o fracaso del mismo. Dentro de los factores que influyen se encuentran las consideraciones financieras, políticas y ambientales, mientras que los factores que contribuyen a la incertidumbre son su tamaño, complejidad y duración. A medida que aumenta la importancia y la incertidumbre del proyecto, también debe aumentar el rigor en la aplicación de EVM. Hay dos dimensiones básicas para el rigor de EVM, la granularidad y la frecuencia de la medición del desempeño del proyecto [39].

La granularidad se refiere al nivel de detalle en el que se desglosa el alcance del trabajo del proyecto utilizando una estructura de desglose de trabajo (WBS). La frecuencia es el intervalo de tiempo en el que se evalúa, analiza e informa el desempeño del proyecto, que va desde diario hasta mensual o más. Las implementaciones de EVM se pueden escalar a lo largo de las dimensiones de granularidad y frecuencia para lograr el nivel de precisión requerido para la importancia y la incertidumbre del proyecto. La Figura 6 muestra un modelo hipotético de la relación entre “riesgo y rigor” [39].

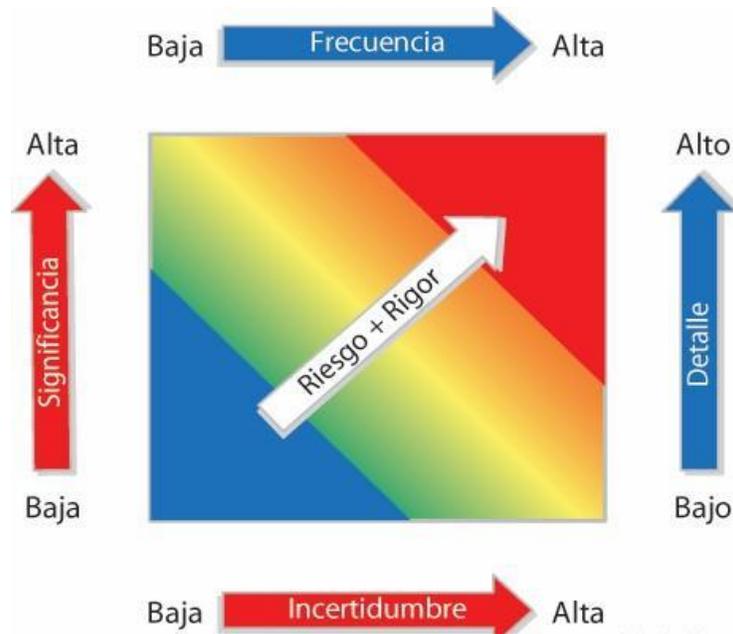


Figura 6. EVM rigor en función del riesgo del proyecto [39].

Cada proceso dentro de EVM requiere datos específicos, como el proceso de planificación. Esto requiere establecer un medio para evaluar el progreso del trabajo físico y asignar valores de desempeño basados en el presupuesto. Además del plan de gestión del proyecto diario, las técnicas de medición del valor ganado se seleccionan en función del alcance, el cronograma y las consideraciones de costo y se aplican a cada elemento de trabajo. El proceso de ejecución del proyecto requiere registrar el consumo de recursos (mano de obra, materiales, etc.) del trabajo realizado como parte de cada elemento de trabajo incluido en el plan de gestión del proyecto. El proceso de gestión de proyectos también debe evaluar el progreso del trabajo físico y dar cuenta del valor ganado presupuestado (utilizando la técnica de medición del valor ganado seleccionada) como se especifica en el plan de gestión del proyecto. Con estos datos de valor ganado, los datos de valor planificado de la línea base de medición del desempeño y los datos de costo real del sistema de seguimiento de costos del proyecto, se puede realizar un análisis EVM en la cuenta de control y otros niveles de la estructura de desglose del trabajo del proyecto, así también informe de los resultados de EVM según sea necesario [39].

El análisis de EVM se realiza puntualmente para medir el estado del proyecto, esto sucede a través de las respuestas a tres preguntas (¿Qué tanto trabajo se planificó?, ¿Qué tanto trabajo actualmente se ha completado? Y ¿Qué tanto ha costado completar el trabajo actual?) las cuales dan como resultado tres puntos de datos en los que se basa (Valor Planeado, Valor Ganado y Costo Actual) [37].

➤ **El valor planeado (PV)**

El Valor Planeado o Planificado (PV) describe que tan avanzado se supone que debe estar el trabajo del proyecto en un punto determinado en el cronograma del proyecto. Es un reflejo numérico del trabajo presupuestado que está programado para realizarse, y es la línea base establecida (también conocida como la línea base de medición del desempeño o PMB) contra la cual se mide el progreso real del proyecto. Una vez establecida, esta línea base solo puede cambiar para reflejar los cambios de costo y cronograma necesarios por los cambios en el alcance del trabajo. También conocido como el costo presupuestado del trabajo programado (BCWS), el PV generalmente se representa en un gráfico que muestra los recursos acumulados presupuestados en el cronograma del proyecto. Se muestra un ejemplo en la Figura 7 [39].



Figura 7. Valor planeado (PV) acumulado [39].

➤ **El valor ganado (EV)**

El valor agregado o el valor ganado (EV) es una instantánea del progreso del trabajo en un momento determinado. También conocido como costo de ejecución presupuestado (BCWP), refleja la cantidad de trabajo realmente completado hasta el momento (o dentro de un período de tiempo específico), expresado como el PV de ese trabajo. A continuación, se muestra un ejemplo de un gráfico EV de proyecto en comparación con PV en la Figura 8 [39].

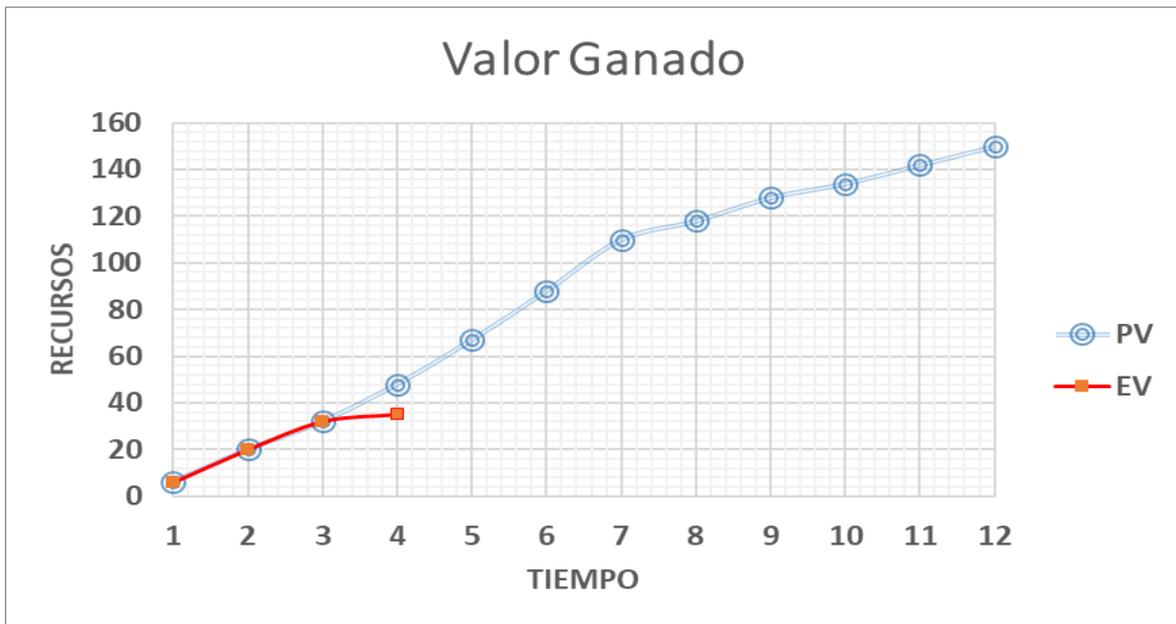


Figura 8. Valor planificado (PV) acumulativo y valor ganado (EV) ejemplo de proyecto [39].

Las técnicas de medición de EV deben elegirse en función de las características clave del trabajo, principalmente la duración del trabajo y, en segundo lugar, la especificidad del producto. La técnica EV |seleccione para medir el desempeño del esfuerzo discreto depende de su período y del número de períodos de medición que contenga. La Tabla 4 proporciona pautas para elegir una técnica de medición de EV [39].

Tabla 4. Técnicas de medición de EV. [39]

Producto del trabajo	Duración del esfuerzo de trabajo	Técnica recomendada para la medición del EV recomendado	
Tangible	1-2 períodos de medición	fórmula fija	
	>2 períodos de medición	Hito ponderado	
	>2 períodos de medición Cualquier duración	Porcentaje completado	
		Porcentaje completado	% De duración completada
			% De trabajo completado
% De unidades físicas completadas			
% Físico completado			
Intangible	Cualquier duración	Esfuerzo Proporcional	
		Nivel de Esfuerzo	

A continuación, se definen y/o describen las técnicas de medición de EV:

La técnica de fórmula fija cuenta con diferentes variaciones como 50/50, 25/75 y 0/100, dicha técnica se utiliza con mayor eficacia en tareas pequeñas y de corta duración. Un ejemplo de esta técnica es el método de 50/50, que cuenta el primer 50 por ciento del trabajo realizado durante el período de medición al comienzo del trabajo, independientemente de cuánto trabajo se haya realizado realmente. El 50% restante se acreditará después de completar el pedido [40].

- El método de hitos ponderados divide el trabajo a completar en segmentos, cada segmento termina con un hito observable. Luego asigne un valor a cada logro de hito. Adecuado para tareas a largo plazo con resultados tangibles a medio plazo [40].

- El método de porcentaje completo es uno de los más simples y fáciles, siempre que haya una métrica objetiva que se pueda usar para determinar el porcentaje completo. Esta es una técnica potencialmente más útil [40].

$\% \text{ de Duración completada} = \text{Duración real a la fecha} / \text{Duración total}$

Se recomienda para tareas cuyo rendimiento es lineal (igualmente proporcional) en el tiempo.

$\% \text{ de Trabajo completado} = \text{Trabajo real a la fecha} / \text{Trabajo total}$

Recomendado para tareas en las que el progreso parcial es una relación entre el tiempo de trabajo real y el tiempo de trabajo total (en horas).

$\% \text{ de Unidades físicas completadas} = \text{Unidades físicas reales a la fecha} / \text{Unidades totales}$

Se recomienda para tareas en las que el progreso parcial se estima en función de las unidades físicas proporcionadas con relación a las totales; por ejemplo, metros cúbicos de concreto colados o toneladas de acero montadas.

$\% \text{ Físico completado} = \text{Evaluación del avance físico a la fecha de corte}$

Se recomienda para tareas donde el progreso parcial se evalúa por cantidades físicas logradas y ninguna de las tres técnicas anteriores es aplicable.

- Esfuerzo repartido: si una tarea tiene una relación de apoyo directo con otra tarea que tiene un valor propio, el valor de la tarea de apoyo puede determinarse en función de (o proporcional a) el EV de la actividad de referencia. Ejemplos de tareas proporcionales son las actividades de aseguramiento de calidad e inspección [40].
- Nivel de esfuerzo: Algunas actividades del proyecto no conducen a resultados tangibles y objetivamente medibles. Estas actividades consumen recursos del proyecto y deben incluirse en la planificación y medición de EVM. En tales casos, la técnica de Nivel de Esfuerzo (LOE) se utiliza para

determinar EV. A cada tarea LOE se le asigna un VP para cada período de medición. Este PV se acredita automáticamente como EV al final del período de medición. Solo se usa cuando la tarea no se presta a las técnicas que realmente miden el progreso del trabajo físico. Las tareas de LOE no tienen variación de tiempo y los datos del proyecto no están sesgados hacia las condiciones planificadas. También puede reflejar variaciones de costos engañosas si no se realiza con las estimaciones de costos subyacentes de recursos humanos y los valores planificados para las líneas base de medición del desempeño [40].

Si bien el valor se planifica y mide utilizando la técnica EV descrita anteriormente, el valor se logra mediante la ejecución del trabajo planificado. Se acreditará EV si se demuestra progreso de acuerdo con la técnica EV seleccionada para el trabajo propuesto. El trabajo discreto requiere un producto concreto o evidencia observable de progreso [39].

➤ **El costo real (AC)**

El Costo Real (AC), también conocido como costo real del trabajo realizado (ACWP), indica la cantidad de recursos gastados para obtener el trabajo que realmente se ha realizado hasta la fecha (o dentro de un período de tiempo específico). Para determinar el AC, una organización debe implementar un sistema que realice un seguimiento de los costos por componente del proyecto a lo largo del tiempo. La sofisticación y la complejidad de este sistema variarán según la organización y el proyecto, pero al menos se debe implementar algún tipo de sistema de seguimiento de costos que pueda relacionar los costos al plan y a la forma en que se acredita el EV. Una vez que se han determinado PV, EV y AC, los gerentes pueden usar estos puntos de datos para analizar el estado del proyecto y predecir la dirección del proyecto [40]. En la Figura 9 se muestra un gráfico de ejemplo que muestra el AC de un proyecto en un periodo de cuatro meses en la Figura 9 [39].

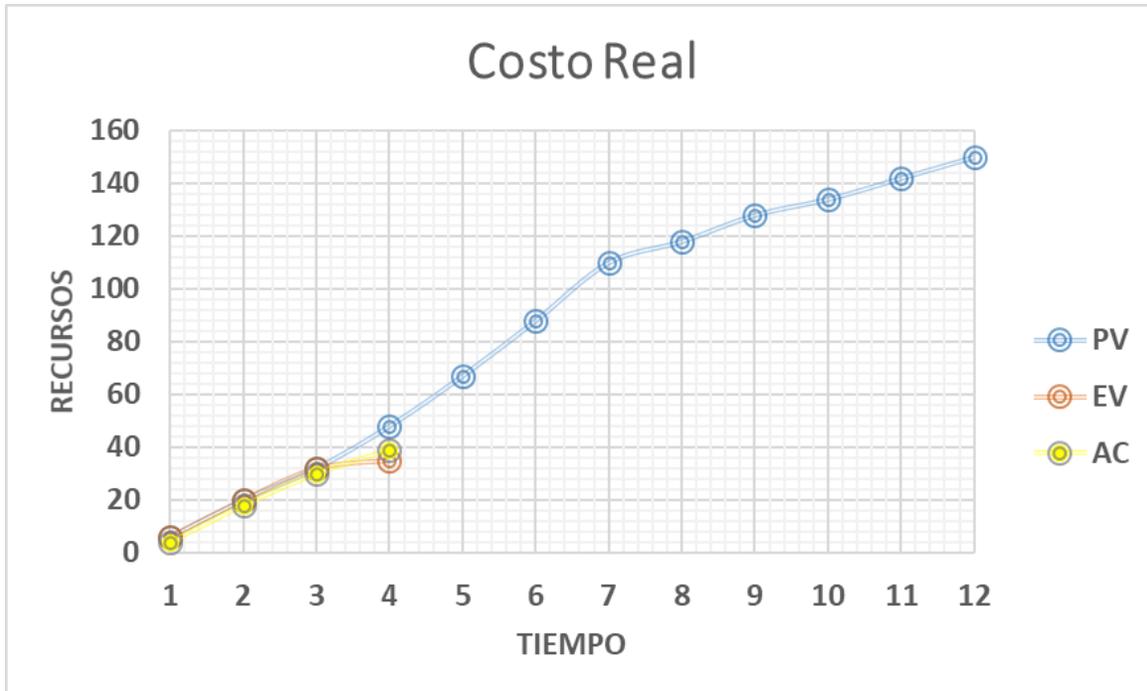


Figura 9. Valor planificado (PV) acumulativo, valor ganado (EV) y costo real (AC). [39]

➤ **Análisis y previsión del desempeño de EVM**

Los datos de PV, EV y AC se pueden utilizar para analizar el estado actual de un proyecto y pronosticar su futuro probable. EVM analiza el desempeño del proyecto para el período actual y el desempeño acumulado hasta la fecha. También existe un cuarto punto de datos, el cual es el Presupuesto al finalizar (BAC), que es el punto de datos final en la línea de base de medición del desempeño (PMB). El presupuesto al finalizar representa el VP total para el proyecto [39].

La línea base de medición del desempeño (PMB) se integra de la descripción del trabajo a realizar (alcance), los plazos para su realización (cronograma) y el cálculo de sus costos y de los recursos requeridos para su ejecución (costo) (Figura 10).

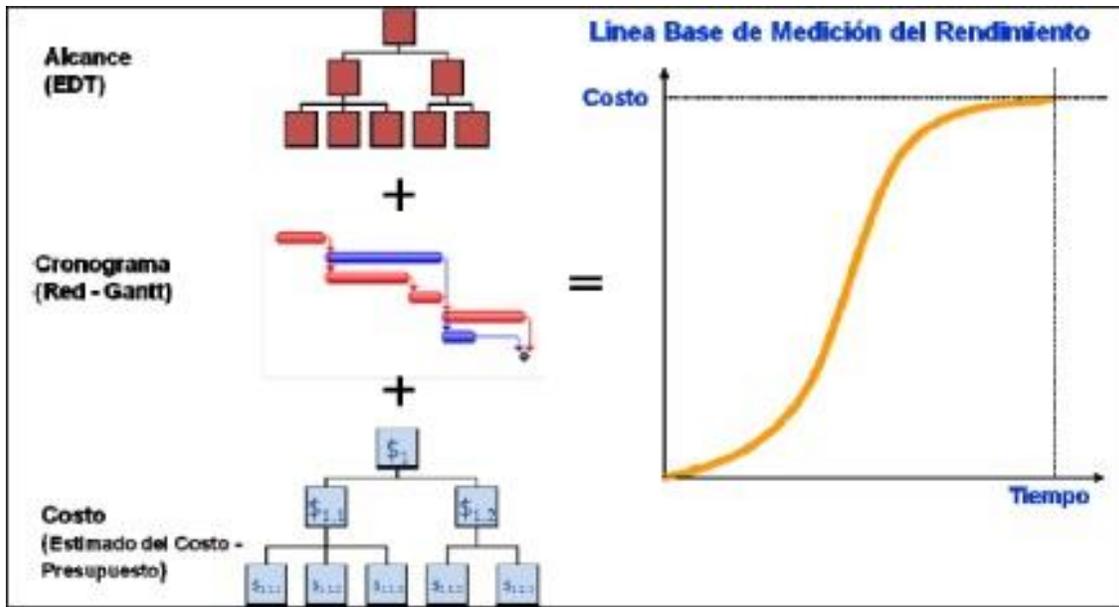


Figura 10. Integración de la línea base de medición del desempeño.
 Dentro de las medidas básicas de desempeño de EVM se encuentran las variaciones como variación de Horario (SV); Variación de Costo (CV); y Varianza al Finalizar (VAC); también los índices como Índice de Desempeño Horario (SPI); índice de desempeño de costos (CPI); y para completar el índice de desempeño (TCPI); y asimismo los pronósticos como Estimación de Tiempo al Finalizar (EAC_t); Estimación al Finalizar (EAC); y Estimación para completar (ETC). La Figura 11 se muestra las relaciones entre las medidas básicas de desempeño de EVM [39].

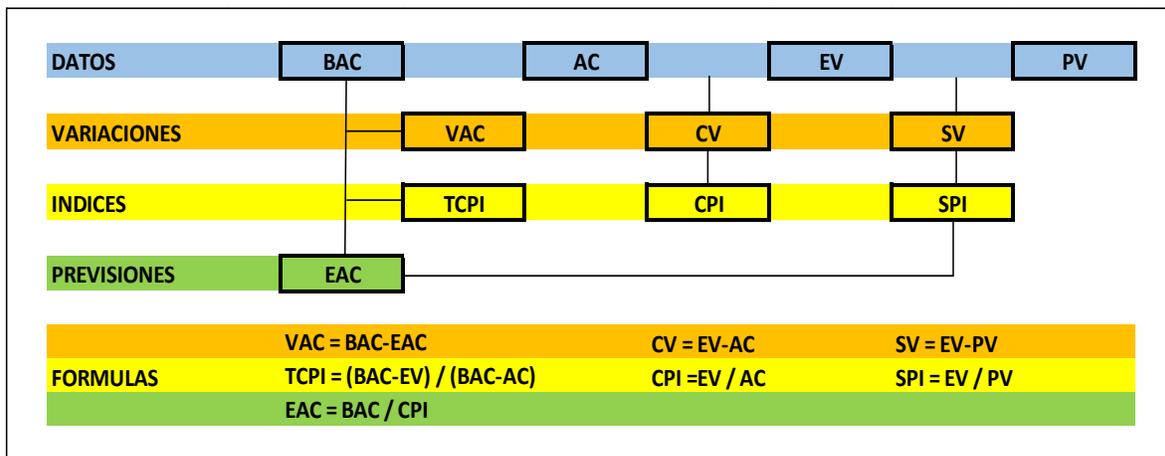


Figura 11. Medidas de desempeño de EVM [39].

Estas variaciones, índices y pronósticos se pueden usar para responder las preguntas clave de gestión de proyectos ya planteadas. La Tabla 5 muestra la relación entre esas preguntas de gestión de proyectos y las medidas de desempeño de EVM [39].

Tabla 5. El EVM y las preguntas básicas de gestión de proyectos [39].

Preguntas de Dirección de Proyectos	Medición del desempeño - EVM
¿Como estamos en el tiempo?	Análisis y proyección del cronograma
¿Estamos en programa o atrasados?	Varianza del cronograma (SV)
¿Qué tan eficiente somos utilizando el tiempo?	Índice del desempeño del cronograma (SPI)
¿Cuándo esperamos terminar el proyecto?	Estimado al finalizar (EAC _t)
¿Como estamos en el costo?	Análisis y proyección del costo
¿Estamos en presupuesto o desfasado?	Varianza del costo (CV)
¿Qué tan eficiente somos utilizando los recursos?	Índice de desempeño de los costos (CPI)
¿Qué tan eficientemente debemos usar nuestros recursos restantes?	Índice de desempeño para completar (TCPI)
¿Cuánto nos costara al final el proyecto?	Estimado al Finalizar (EAC)
¿Estaremos por debajo o por encima del presupuesto?	Variación al finalizar (VAC)
¿Cuánto costará el trabajo restante?	Estimado para completar (ETC)

La Tabla 6 muestra lo que indican las medidas de desempeño de EVM sobre un proyecto con respecto a su cronograma de trabajo planificado y presupuesto de recursos [39].

Tabla 6. Interpretaciones de las medidas básicas de desempeño de EVM [39].

Medidas de desempeño		Calendario		
		SV > 0 Y SPI > 1	SV = 0 Y SPI = 1	SV < 0 Y SPI < 1
Costo	CV > 0	antes de lo previsto dentro del presupuesto	a tiempo dentro del presupuesto	atrasado por debajo del presupuesto
	CPI > 1			
	CV = 0	antes de lo previsto en el presupuesto	a tiempo dentro del presupuesto	atrasado en el presupuesto
	CPI = 1			
	CV < 0	antes de lo previsto por encima del presupuesto	a tiempo por encima del presupuesto	atrasado por encima del presupuesto
	CPI < 1			

Análisis y proyección del cronograma (Tiempo)

Este análisis responde a la pregunta ¿Cómo lo estamos haciendo en cuanto al tiempo?, esto se descubre al determinar las siguientes medidas de desempeño [39]:

Variación del cronograma (SV), que determina si un proyecto está adelantado o atrasado. Se calcula restando PV de EV (Ecuación 1). Los valores positivos indican buenas condiciones, los valores negativos indican condiciones desfavorables. También se puede expresar como un porcentaje dividiendo la variación del cronograma (SV) por el PV (Ecuación 2) [39].

$$SV = EV - PV$$

(1)

$$SV\% = EV/PV$$

(2)

Índice de desempeño del cronograma (SPI), muestra la eficiencia con la que los equipos de proyectos utilizan su tiempo. También da información sobre la eficiencia promedio del trabajo por día en porcentaje. El SPI se calcula dividiendo EV por PV (Ecuación 3) [39].

$$SPI = EV/PV$$

(3)

Estimación de tiempo al finalizar (EAC_t), se puede realizar al utilizando el índice de desempeño del cronograma (SPI) y el PV promedio por unidad de tiempo (Ecuación 4). La terminación ocurre cuando las tendencias actuales continúan en comparación con cuando se asumió originalmente la terminación. Es posible que el análisis de EV no muestre ninguna desviación del cronograma, pero el proyecto todavía está retrasado. Por ejemplo, cuando las tareas programadas para completarse en el futuro se completan antes que las tareas en la ruta crítica [39].

$$EAC_t = (BAC/SPI)/(BAC/meses)$$

(4)

Análisis y proyección del costo

Este análisis responde a la pregunta ¿Cómo lo estamos haciendo en términos de costos?, esto se contesta al definir las siguientes medidas de desempeño [39]:

Variación de costos (CV) de un proyecto indica si el proyecto está por debajo o por encima del presupuesto. Esta medida se determina restando el AC del EV (Ecuación 5). También se puede expresar como un porcentaje dividiendo la variación del costo (CV) por el EV (Ecuación 6) [39].

$$CV = EV - AC$$

(5)

$$CV\% = CV/EV$$

(6)

Índice de desempeño de costos (CPI), que se puede calcular utilizando EV y costo, es uno de los indicadores más claros de la rentabilidad acumulada de un proyecto. El CPI mide la eficiencia con la que un equipo emplea los recursos. Se encuentra dividiendo EV por AC (Ecuación 7) [39].

$$CPI = EV/AC$$

(7)

Índice de desempeño para completar (TCPI), es una medida de cómo un proyecto cumple con un punto final específico, como el Presupuesto al finalizar

(BAC) o la Estimación al Finalizar (EAC) revisada del equipo. El TCPI para lograr el BAC se calcula dividiendo el trabajo restante por el presupuesto restante (Ecuación 8) [39]:

$$TCPI = (BAC - EV)/(BAC - AC)$$

(8)

Estimación al finalizar (EAC) calculada proyecta para el equipo el costo final del proyecto si continúan las tendencias de desempeño actuales. Un método para calcular el EAC es dividir BAC por CPI acumulativo (Ecuación 9). Esta fórmula de pronóstico asume que es probable que el desempeño acumulativo reflejado en el CPI continúe durante la duración del proyecto [39].

$$EAC = BAC/CPI$$

(9)

Variación al finalizar (VAC) se puede calcular con los datos obtenidos de EAC, lo cual demuestra si el proyecto terminará por debajo o por encima del presupuesto, restando el EAC del BAC (Ecuación 10). Esto se puede expresar como un porcentaje dividiendo VAC por BAC (Ecuación 11) [39].

$$VAC = BAC - EAC$$

(10)

$$VAC\% = VAC/BAC$$

(11)

Estimación para completar (ETC) muestra cuanto costara el trabajo restante, y existen dos formas de desarrollarse. Una manera es una ETC de gestión desarrollada por trabajadores y/o gerentes con base a un análisis del trabajo restante. El ETC de gestión se puede agregar al AC para derivar la estimación de gestión al finalizar (EAC) del costo total del proyecto al finalizar (Ecuación 12) [39].

$$EAC = AC + ETC$$

(12)

Como verificación de estas estimaciones de gestión, las organizaciones pueden utilizar un ETC calculado en función de la eficiencia hasta la fecha medida por el CPI (Ecuación 13). El ETC calculado se puede emplear para determinar el

Estimado al finalizar (EAC) calculado, que el equipo puede comparar con el EAC de gestión [39].

$$ETC = (BAC - EV)/CPI$$

(13)

$$EAC = AC + ETC$$

(14)

Se tiene que tomar en cuenta que esta fórmula EAC es equivalente a la siguiente (Ecuación 15) [39]:

$$EAC = AC + \left\{ \frac{BAC - EV}{CPI} \right\} = BAC/CPI$$

(15)

Cálculos alternativos de la estimación al finalizar (EAC)

El sello distintivo de las medidas de EVM es que brindan información objetiva utilizada para "verificar" un proyecto como parte del ciclo de gestión planificar-hacer-verificar-actuar. Las medidas de EVM sirven para comprobar el progreso con respecto a los planes usando el EV y sus variaciones e índices derivados. La previsión con medidas EVM debe tener en cuenta los patrones y tendencias de desempeño del proyecto. El cálculo simple de EAC asume que el CPI acumulativo refleja adecuadamente el desempeño pasado que continuará hasta el final del proyecto. Puede haber razones para concluir lo contrario y, por lo tanto, utilizar un cálculo alternativo. Una consideración es el desempeño del cronograma. Si el proyecto tiene un desempeño deficiente en este sentido, puede haber una razón para incluir el SPI en el cálculo del pronóstico suponiendo que se incurrirá en costos adicionales en un intento de recuperar y hacer que el proyecto vuelva a programarse [39].

Otra consideración de pronóstico es la tendencia exhibida en el desempeño de costos. Un examen del desempeño de costos periódicos puede mostrar un mejor predictor del desempeño futuro. Todos los cálculos de EAC son estimaciones del costo de hacer el trabajo menos el trabajo realizado, que se captura en la expresión: BAC-EV. En la Tabla 7 se muestran algunas de las formas alternativas más comunes de calcular el EAC [39].

Tabla 7. Alternativas más comunes de calcular el EAC [39].

Suposición	Fórmula de ejemplo
El desempeño futuro de los costos será el mismo que el desempeño de todos los costos pasados	$EAC = AC + \{(BAC - EV) / CPI\} = BAC / CPI$
El desempeño futuro de los costos será el mismo que los últimos tres períodos de medición (i,j,k)	$EAC = AC + \{(BAC - EV) / ((EV_i + EV_j + EV_k) / (AC_i + AC_j + AC_k))\}$
El desempeño futuro de los costes se verá influido adicionalmente por el desempeño de la programación pasada	$EAC = AC + \{(BAC - EV) / (CPI * SPI)\}$
El comportamiento futuro de los costes se verá influido conjuntamente en alguna proporción por ambos índices	$EAC = AC + \{(BAC - EV) / (0.8CPI + 0.2SPI)\}$

Gestión por excepción

EVM proporciona a una organización la capacidad de practicar la "gestión por excepción" en sus proyectos. Esta práctica contribuye en gran medida a la eficiencia y eficacia de la gestión de proyectos, al permitir que los gerentes y otros se concentren en la ejecución del proyecto e invoquen acciones de control solo cuando y donde se necesiten. Las medidas de desempeño de EVM, utilizadas junto con la estructura de desglose del trabajo del proyecto (WBS), brindan los datos objetivos necesarios para practicar la "administración por excepción" [39].

Usando EVM, una organización puede establecer niveles aceptables de desempeño para un proyecto y sus tareas de trabajo. Los porcentajes de varianza y los índices de eficiencia son los más utilizados. Mientras que una variación negativa es potencialmente problemática, una variación positiva puede representar una oportunidad. Debido a que EVM ocurre primero en el nivel de tareas, donde

se planifican y controlan el alcance, el cronograma y el costo del trabajo, la "administración por excepción" también comienza en este nivel. Los gerentes usan medidas de desempeño de EVM para determinar si se han alcanzado los umbrales de acción para sus tareas y cuentas de control. Y con el uso de una estructura de desglose del trabajo, que une las tareas y las cuentas de control de un proyecto, EVM y la "administración por excepción" se pueden emplear en cualquier nivel del proyecto (especificado en la WBS) [39].

Si bien los umbrales de varianza y eficiencia se usan comúnmente en EVM, las tendencias en las medidas de desempeño de un proyecto pueden ayudar a un gerente de proyecto a descifrar o anticipar un posible problema de desempeño. Por ejemplo, un índice de desempeño de costos (CPI) acumulativo que se encuentra dentro de un rango aceptable, pero que ha tenido una tendencia a la baja hacia el umbral de eficiencia durante varios períodos de medición, puede ser motivo de preocupación y provocar un examen de la causa subyacente de la tendencia. Si la tendencia se observa a nivel de proyecto, una EDT permitirá al gerente "profundizar" a niveles más bajos para ver qué subyace a la tendencia [39].

Los gráficos de datos de varianza y eficiencia son herramientas útiles para realizar este tipo de análisis de valor ganado. Graficar el porcentaje de CV o el IPC a lo largo del tiempo, por ejemplo, indicará sus valores y mostrará sus tendencias. El software de computadora, especialmente algunos desarrollados específicamente para la gestión de proyectos y EVM, es capaz de producir tales gráficos. Existen ciertos tipos básicos de pantallas de informes y gestión del desempeño que se utilizan con frecuencia en EVM. Dentro de los informes de desempeño se ha visto la evolución de varios métodos diferentes para presentar los datos de EVM. Estos métodos están diseñados para abordar las diversas necesidades de las partes interesadas. Varios de estos métodos se pueden utilizar en un proyecto determinado para satisfacer las necesidades de las diferentes audiencias de partes interesadas. Los métodos más utilizados incluyen [39]:

Curvas S

Las curvas S se han utilizado a lo largo de este estándar de práctica para ilustrar las métricas de desempeño acumuladas de la gestión del EV. La curva S típica de EVM se muestra en un eje X-Y con el tiempo en la parte inferior y los recursos en el lateral. Un ejemplo es la Figura 12, que muestra las líneas PV, EV y AC. Este tipo de visualización puede ser muy eficaz para proporcionar una vista rápida del desempeño general de una tarea, una cuenta de control o un proyecto [39].

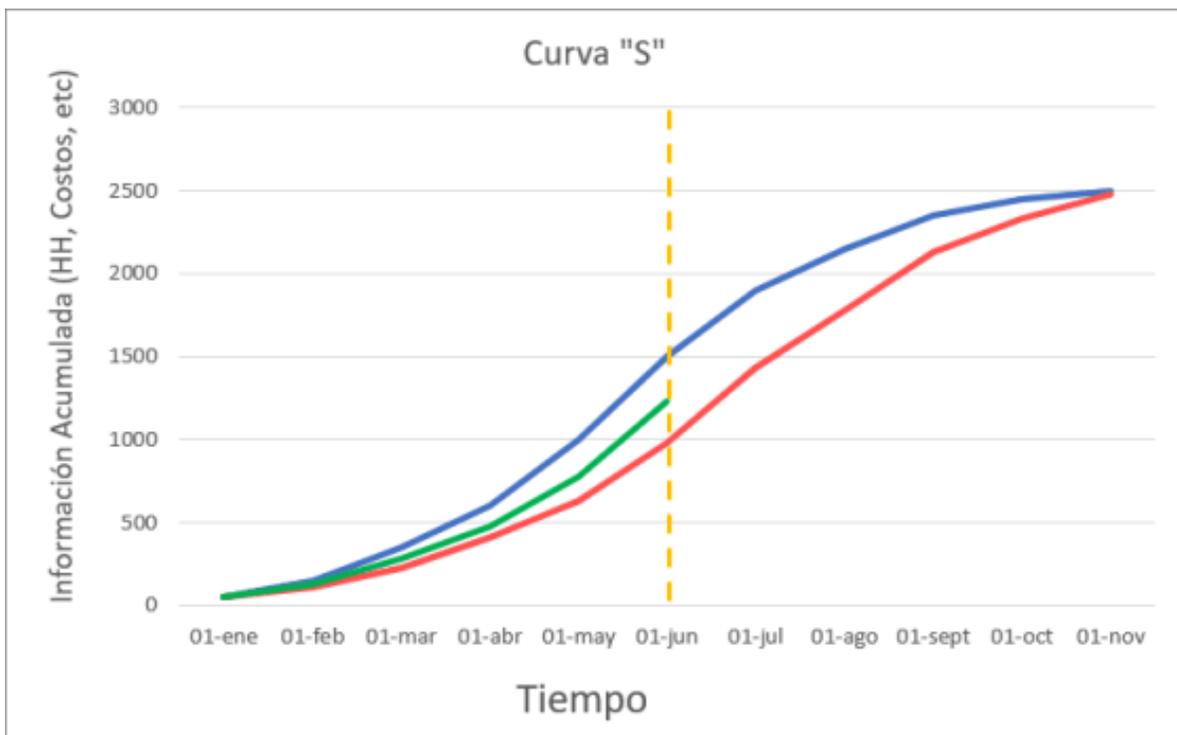


Figura 12. Ejemplo de curva S típica de EVM [39].

Tablas

Un formato tabular puede ser un método eficaz para mostrar los resultados de EVM por componente del proyecto. Por ejemplo, los componentes individuales de un proyecto podrían enumerarse en un lado con varios cálculos de EVM que se cruzan; PV, EV, AC, Variación de costos, Variación de programación, Índice de desempeño de costos, Índice de desempeño de programación, Índice de desempeño para completar, Presupuesto al finalizar, Estimación al finalizar y Variación al finalizar. Un formato de tabla proporciona al director del proyecto y otras partes interesadas de alto nivel una imagen completa y concisa de lo que

está sucediendo con cada componente principal del proyecto. Se puede utilizar como una continuación lógica de una curva en S para proporcionar más detalles sobre dónde se encuentra el proyecto en un momento determinado. Un ejemplo de este tipo de formato de muestra en la Tabla 8 [39].

Tabla 8. Ejemplo de un formato de informe tabular EVM [39].

Elemento de la EDT	Valores			Variación		Índice de Desempeño	
	Valor Planificado	Valor Ganado	Costo Real	Cronograma	Costo	Cronograma	Costo
	(PV)	(EV)	(AC)	EV-PV	EV-AC	EV/PV	EV/AC
1 Plan pre-piloto							
2 Listas de Control							
3 Currículo							
4 Evaluación intermedia							
5 Apoyo a la Implementación							
6 Manual de Practica							
7 Plan de Lanzamiento							
Totales							

Gráfica de barras

Los gráficos de barras pueden ser una herramienta útil para comparar datos como el PV con el EV, como se muestra en la Figura 13 [39].

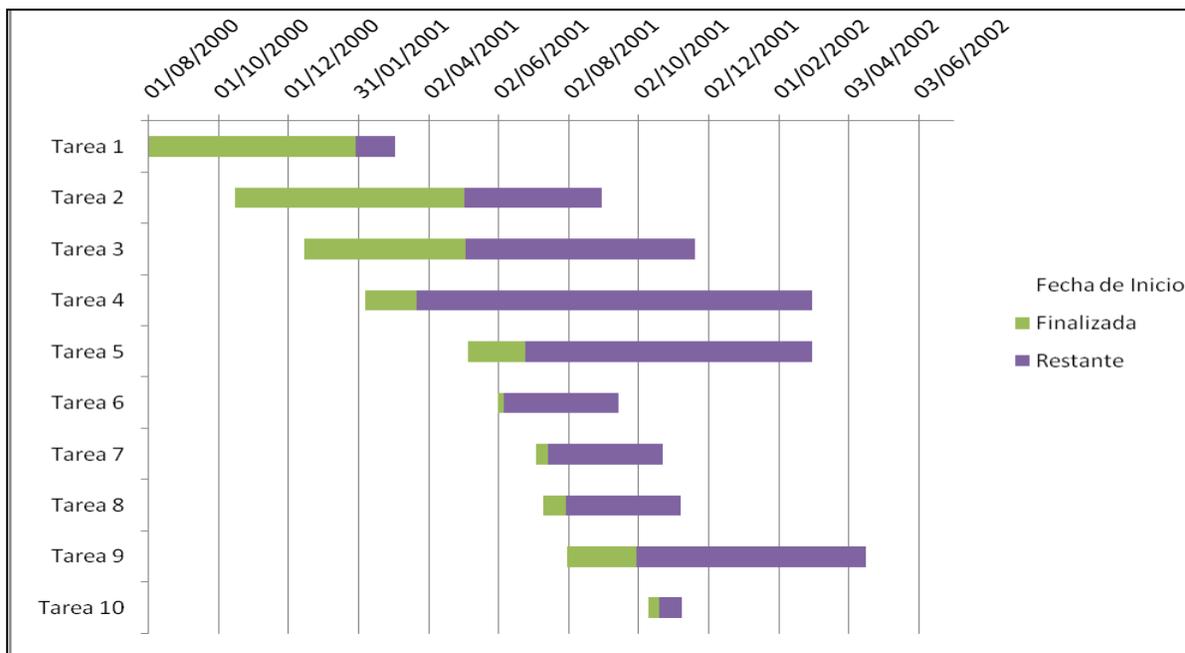


Figura 13. Ejemplo de gráfica de barras utilizada en EVM [39].

los directores de proyectos y equipos de proyectos proporcionando metodologías y herramientas comunes. Esta norma establece la necesidad de la división del proyecto en fases, como herramienta de gestión, planificación, verificación y control a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Para ISO, el ciclo de vida del proyecto debe cubrir el período desde el inicio del proyecto hasta su finalización e incluir puntos de control o hitos de toma de decisiones para facilitar la gestión del proyecto. Cada fase debería tener su propio producto que pueda controlar los cambios de fase, pero al final de la última fase el proyecto debería haber proporcionado todos los productos finales [42].

En una comparación de la Norma ISO 21500 con la guía PMBOK se encontraron grandes similitudes como que [30]:

- El proceso ISO21500 coincide casi por completo con el proceso principal del PMBOK. Esto no es nada nuevo, ya que la Guía del PMBOK fue uno de los documentos de entrada para ISO21500 y el proceso de desarrollo para ambos documentos fue el mismo.
- El 90% de los nombres de procesos utilizados son los mismos.
- La implementación en ISO 21500 es el término de práctica más comúnmente aceptado en la Guía del PMBOK. Esto se debe a que este último es más traducible en general.
- Las pautas del PMBOK dividen la evaluación de riesgos en análisis de riesgos cualitativos y cuantitativos más detallados pero equivalentes.

Por lo que se determinó que el PMBOK 6th Edición y la norma ISO21500 son herramientas similares y claves en la gestión de proyecto [30].

2.3.6 Metodología lean

Lean Construction es una filosofía que cambia la forma de pensar el trabajo convencional en el sector de la construcción a través de innovadores sistemas de gestión basados en el análisis de pérdidas, la planificación de actividades encaminadas a mejorar la productividad de la construcción y la eliminación de actividades que no contribuyen a los resultados del trabajo. El principio del

concepto "LEAN" se basa en el hecho de que no hay "desperdicio", y "valor" y "desperdicio" son dos palabras que definen el enfoque de gestión de proyectos. El objetivo es maximizar el valor del proyecto y eliminar los desperdicios contenidos en el proyecto [43].

El objetivo principal de Lean es eliminar todos los desperdicios, según Gavilán y Torres [30]: “Lean es un modelo diseñado para mejorar los procesos tanto en los sistemas de producción como de servicio, enfocado principalmente a eliminar mudas” [30].

En las empresas manufactureras y especialmente en el sector de la construcción se evidencian 7 tipos de desperdicios en la operación, que deben ser eliminados o minimizados por medio de la filosofía Lean [43]:

- Retrabajos: colección de errores, se repiten con frecuencia.
- Sobreproducción: se hace más de lo necesario en el momento, se adelanta en una actividad que posteriormente debe esperar para ser alcanzada por su actividad sucesora.
- Inventarios: dinero estancado en la obra que se traduce en desperdicio.
- Movimiento excesivo: mover constantemente elementos que no son necesarios en el momento.
- Procesamiento: haciendo actividades que no requiere el usuario final.
- Transporte: actividades que involucran a la logística al no planear de manera correcta los materiales que deben estar en obra, y se incurre en sobre costos de transporte para hacerlos llegar a tiempo.
- Espera: esperas en material, planos, información, contratistas son desperdicios.

2.3.6.1 Lean project management (LPM)

La metodología **Lean Project Management (LPM)** es la aplicación de los principios del Lean Manufacturing al proceso de dirección de proyectos. Esto significa, basar los esfuerzos en alcanzar la misma meta, maximizar el valor mientras se minimizan los desperdicios y cumplir con los cinco principales básicos del Lean Production (Definir el concepto de valor, identificar el flujo de valor,

optimizar el flujo, Pull frente a Push y búsqueda continua de la perfección) [6].

LPM proviene de la unión entre la metodología de Lean Production y la metodología de Management of Projects, lo cual se indica en la Figura 15 [30].

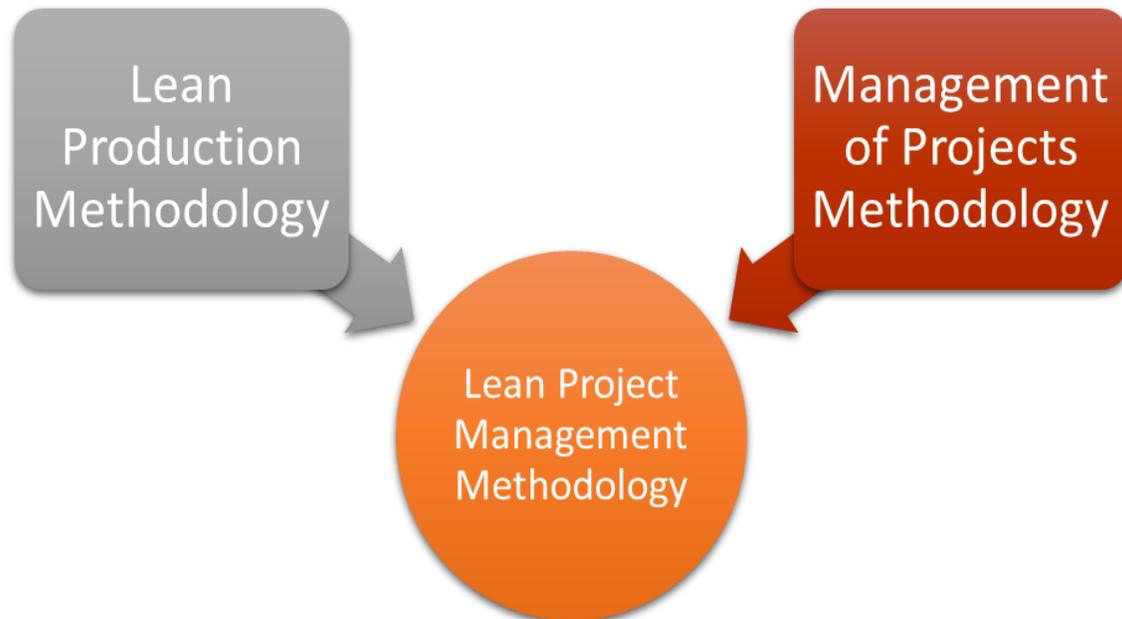


Figura 15. Generación de la metodología lean project management [30].

La metodología de **Lean Production** se define por documentar el flujo y valor a sus elementos a medida que avanza en su cadena de producción, que actividades como espera, inspección y movimiento no agregan valor, pero existe a lo largo del proceso y además como vital importancia son los requerimientos del cliente [44].

La metodología **Management of Projects** tiene la función de supervisar un proyecto que requiere la gestión de todos los factores que impactan en el proyecto además de tiempo, costo y calidad y factores como el alcance, definición del proyecto, los recursos humanos, la comunicación, el riesgo, las adquisiciones y el medio ambiente que se incorporan al ámbito de la preocupación de gestión y, por lo tanto, forman los nuevos métodos de gestión [44].

Una definición clara de LPM es "Adaptar principios de gestión de producción lean, a la gestión de los proyectos, para lograr el mismo objetivo: maximizar el valor mientras se minimiza el desperdicio. Gestionar un proyecto en vez de una fábrica

de automóviles, por ejemplo, asimilar un flujo continuo del proceso de producción en automóviles a un flujo continuo de la ejecución del proyecto en general, como también en la ingeniería concurrente, o sea invitar a diseñar, no solamente el producto, sino también el proceso por el cual lo voy a ejecutar, la organización que voy a usar, al mismo tiempo, es decir (sistemático, coordinado y simultáneo). Esas ideas son las que están plasmadas en muchas de las prácticas actuales en esta área del Lean Project Management”.

Dentro de LPM existen siete categorías de desperdicios de fabricación a la información, los cuales se pueden observar en la Figura 16 [6].

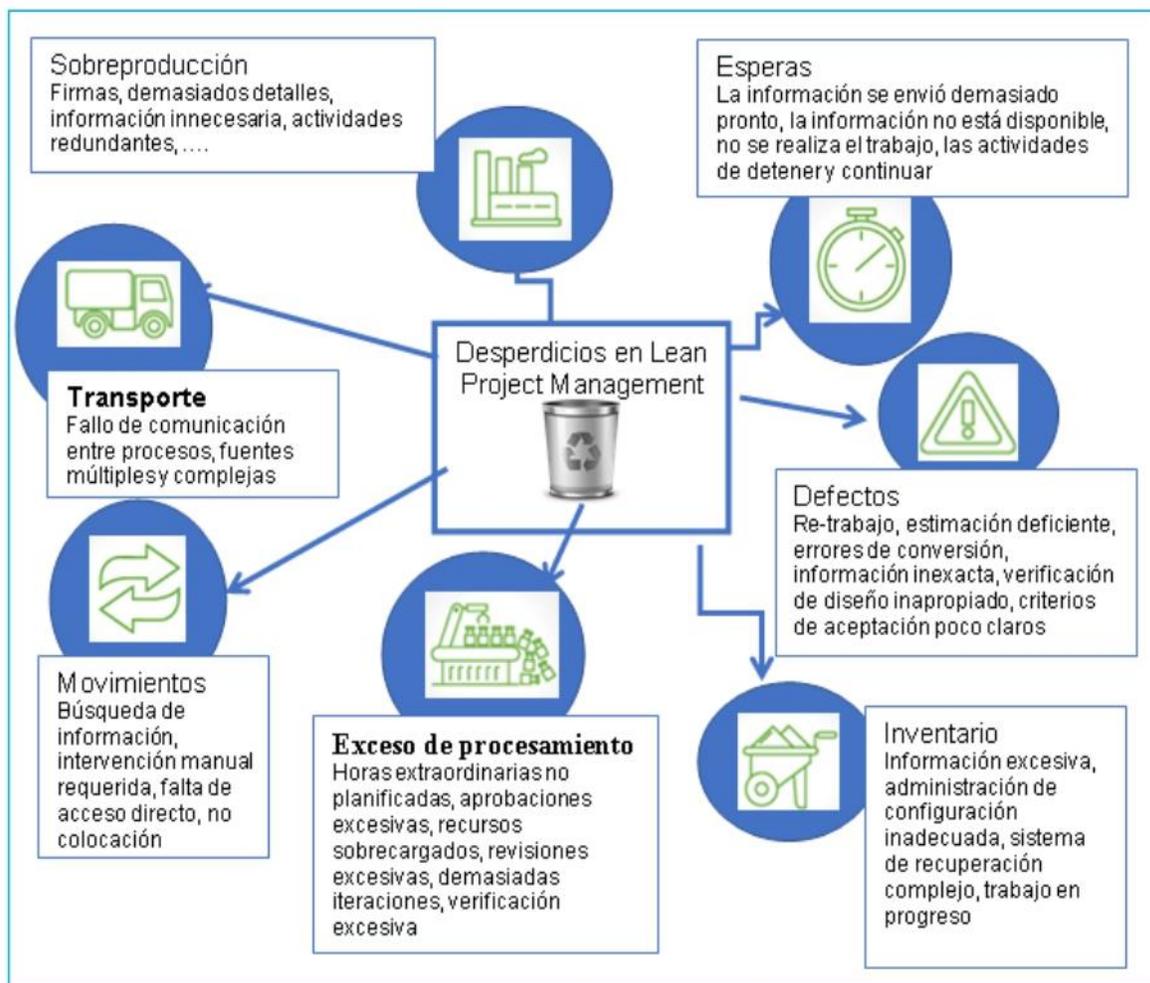


Figura 16. Principales desperdicios asociados al lean project management [6].

Según Ibarra-Balderas [46] menciona los principales beneficios LPM se

encuentran:

- Mejora de la Productividad
- Disminución de desperdicios
- Los tiempos de ejecución se ven disminuidos
- Mejora del servicio al cliente

El LPM tiene principios que se deben tomar en cuenta y no olvidar a la hora de llevar a cabo un proyecto [30]:

1. Falta de Efectividad
2. Falta de Eficiencia
3. Esperas en proyectos
4. Sobreproducción
5. Re-trabajo en proyectos
6. Movimientos innecesarios en proyectos
7. Pasos innecesarios
8. Inventario relacionado con el desperdicio
9. Transporte relacionado con el desperdicio

El objetivo de Lean Project Management es lograr los mejores resultados con la menor cantidad de esfuerzo. Se alienta a los directores, las partes interesadas y todos los involucrados en el proyecto a eliminar actividades innecesarias, reducir costos, reducir procesos innecesarios y, lo que es más importante, reducir la burocracia en el proceso [30].

2.3.6.2 Last planner system (LPS)

Otra de las metodologías del enfoque Lean es el sistema de LPS. Es un método de control y planificación de la producción destinado a maximizar el valor del proceso de construcción y reducir la variabilidad del flujo de trabajo. Este método pretende llevar los objetivos generales de proyecto a la realidad del día a día, transformando las ideas generales a programas reales subdividiendo la programación por ámbito y zonas aplicando herramientas de programación en cascada [47].

LPS es un control de producción diseñado para integrar “lo que debería hacerse”, “lo que se puede hacer”, “lo que se hará” y “lo que se hizo realmente” de la planificación y asignación de tareas (Figura 17). Su objetivo es permitir flujos de trabajo fiables y un aprendizaje rápido. En un proceso de planificación regular, los planificadores e implementadores de actividades primero deben identificar qué se puede hacer y luego acordar qué hacer para la semana. De esta forma evitas que tu actividad se detenga por restricciones no liberadas [5].

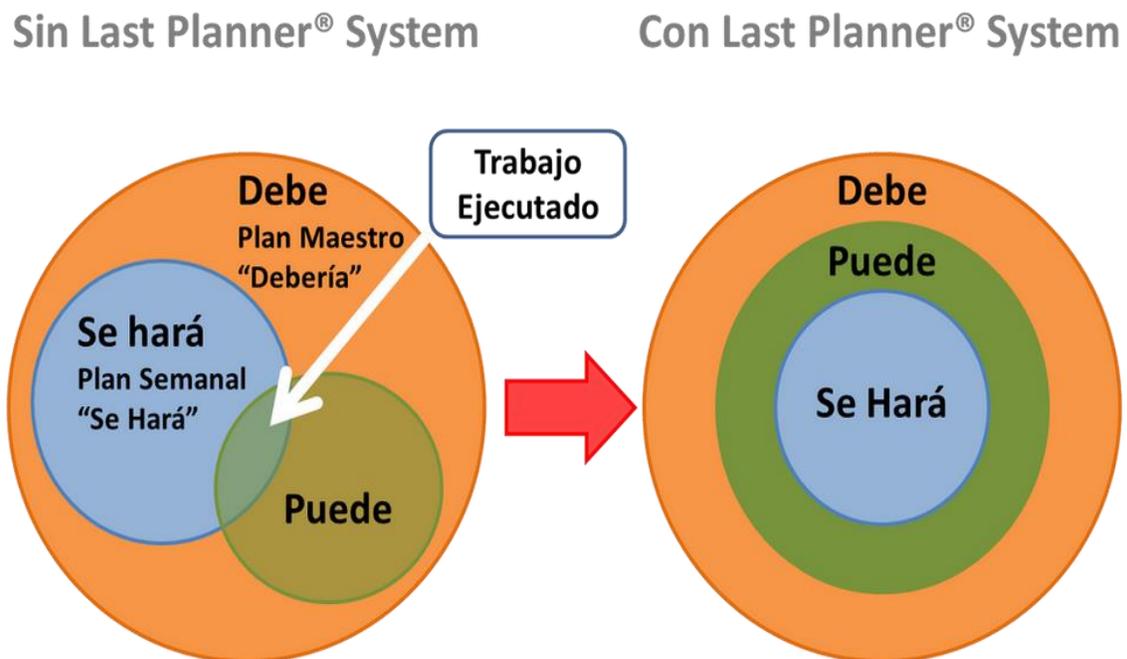


Figura 17. Esquema del DEBE – SE HARÁ – SE PUEDE [5].

Esta situación ayuda notoriamente a la productividad de las tareas, ya que evita las molestas interrupciones en el trabajo por falta de materiales, mano de obra, equipos y medios auxiliares; y evita que enviemos recursos innecesarios si sabemos de antemano que alguna restricción o necesidad no quedará resuelta a tiempo [5].

El sistema LPS cuenta con tres tipos de planificación, iniciando con el plan a largo plazo que es el Plan Maestro (Figura 18) que es el primer eslabón en la cadena jerárquica del LPS. Uno de los objetivos más importantes es establecer hitos, que consisten en identificar los momentos clave de la obra, los capítulos principales y

los subcapítulos. Asimismo, se establecen las fechas de comienzo y fin de las actividades y la relación de dependencia entre las mismas [5].

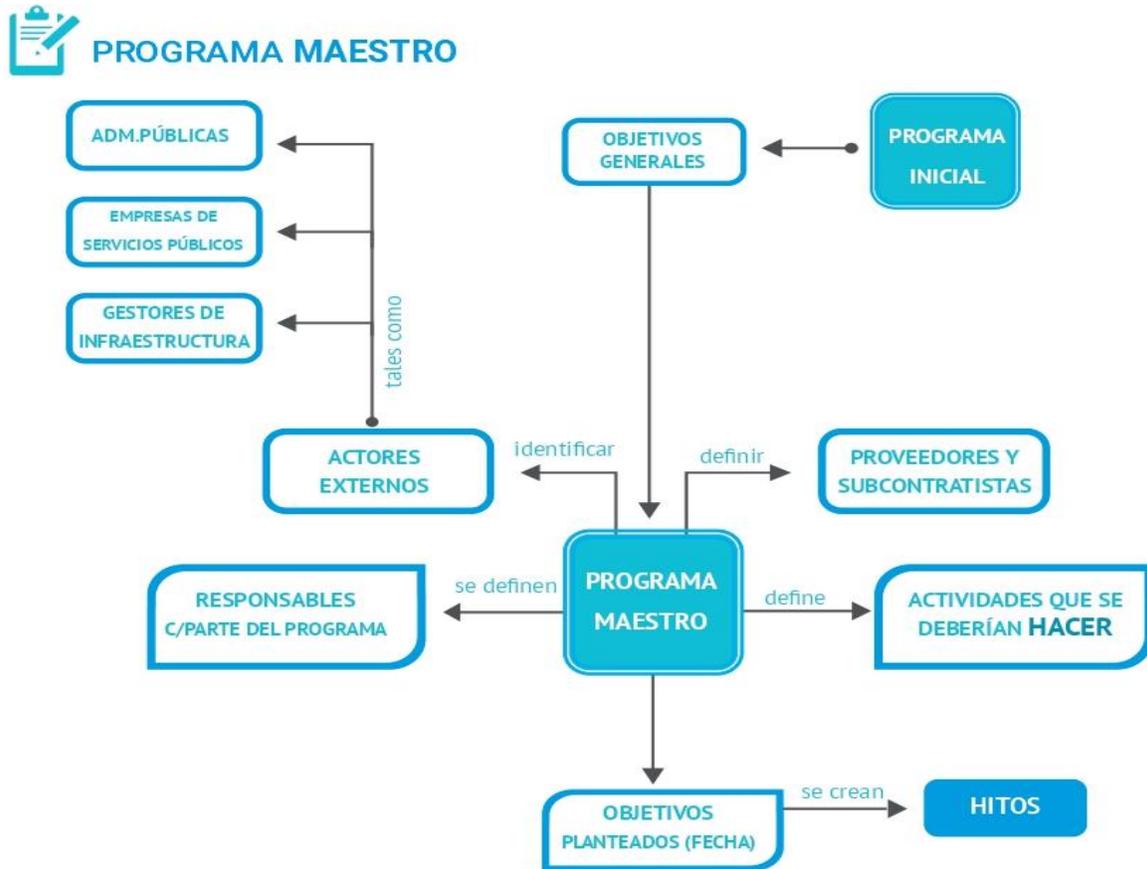


Figura 18. Esquema del programa maestro [5].

Por lo tanto, el Plan Maestro está estrechamente relacionado con el plan de trabajo tradicional y es un insumo importante para la preparación de este plan. En este nivel de planificación se define la estrategia de ejecución del proyecto, la secuencia de actividades y el ritmo al cual se ejecutarán [13]. En conjunto al plan maestro se lleva a cabo la Planificación De Fases que es el proceso de definir y validar el trabajo a realizar para cumplir cada fase de la obra [5].

El segundo tipo de planificación es la de medio plazo (Look Ahead Plan) (Figura 19) que es realmente un plan de producción en el que se identifica cada tarea concreta que necesita ser completada y sus asignaciones y solapes con otras tareas. Permite mantener bajo control un plan de trabajo realizable en el medio

plazo, identificando nuevas restricciones y condiciones necesarias para que esas tareas puedan ser realmente ejecutadas en el plazo previsto [5].

 **PLANIFICACIÓN INTERMEDIA** Según Díaz, 2007; Rodríguez, Alarcón y Pellicer, 2011 indican que:

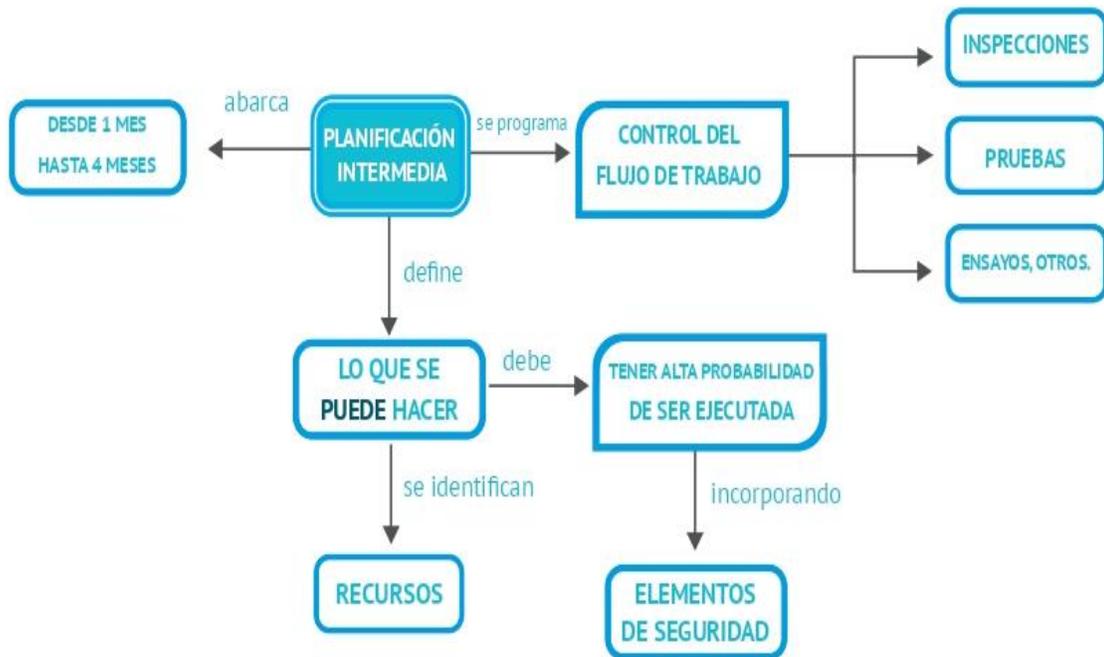


Figura 19. Esquema de planificación intermedia [5].

El último tipo es el plan a corto plazo, que se centra en un plan de trabajo centrado en actividades específicas a realizar con objetivos cuantitativos claros. Las tareas por comprometer deben ser aquellas incluidas en el Inventario de Trabajo Ejecutable (ITE) creado durante la fase Look Ahead. Esto hace que la planificación sea más confiable cuando el trabajo está comprometido con actividades. Puede haber algunas "zonas grises" donde las actividades están actualmente restringidas, pero es muy probable que estas restricciones se levanten antes de que finalice el período. Dentro de los tipos de planeación con los que cuenta el sistema de LPS se utilizan un conjunto de técnicas y herramientas para poder llevar a cabo su mejor proceso [5].

Este tipo de Plan semanal (Figura 20) es el nivel de planificación con mayor nivel

de detalle. Básicamente, consta de dos tareas diferentes, una donde se realiza el análisis del cumplimiento de la programación atrasada y otra donde se realizan las tareas de planificación de la próxima semana. Métricas como el “porcentaje de actividades completadas” (PAC), que indican cuántas actividades de campo se ejecutaron realmente en comparación con las planificadas, se utilizan para medir el cumplimiento y la eficacia del trabajo anterior. Este análisis también incluye identificar las causas de las ineficiencias del período pasado para corregirlas en el siguiente período [23].

PLANIFICACIÓN SEMANAL PREVIO

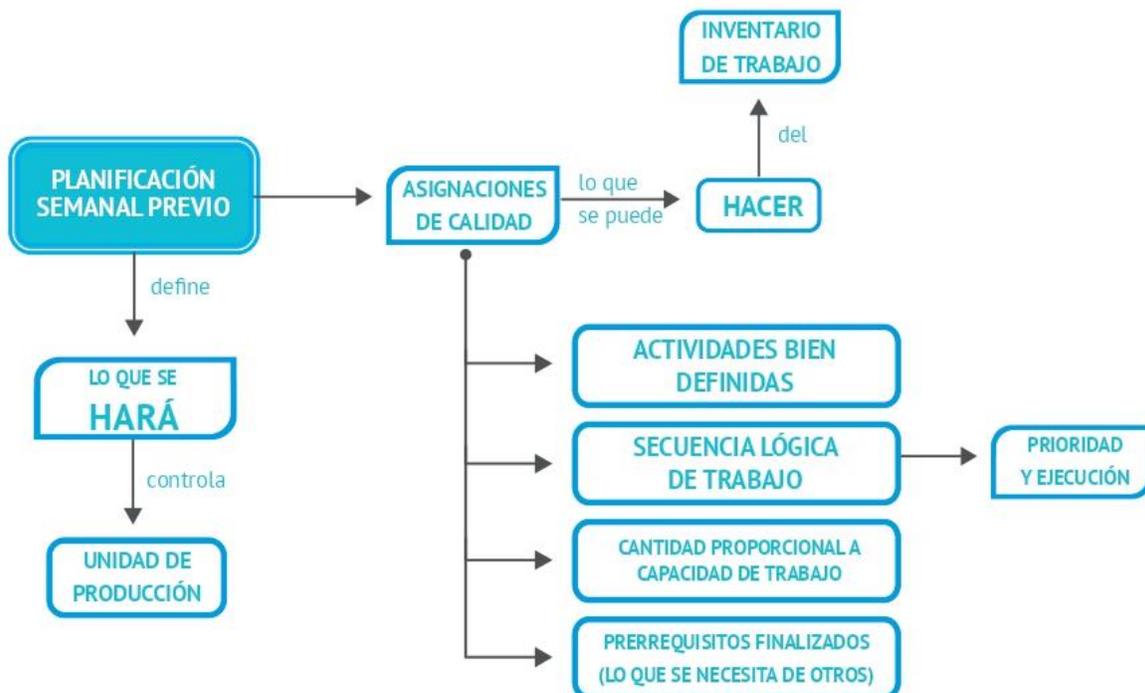


Figura 20. Esquema del plan semanal [5].

La primera técnica utilizada en los sistemas LPS es la Pull Session Es un enfoque colaborativo que involucra a los responsables directos de supervisar las actividades del proyecto y consiste en desarrollar un plan coordinado o un mapa estratégico. Esto se puede definir como planificación de actividades de atrás hacia adelante y aparece como lo opuesto a la planificación tradicional de adelante hacia atrás llamada Push Planning o planificación empujada. El objetivo es igualar los recursos por adelantado para evitar la sobreproducción y la mala planificación del

proceso de construcción. Su desarrollo se logra a través de la interacción de todos los profesionales que intervienen en la ejecución del contrato. Las actividades propuestas deben servir como hitos o puntos de referencia en la realización del trabajo. Deben ser de carácter general, a largo plazo y suficientes para crear y/o actualizar un plan maestro de la obra [13]. De esta manera, se llama a la actividad predecesora a que asuma su compromiso con su cliente y acuerden las condiciones de satisfacción de ese compromiso (especificación de cuál es el trabajo por ejecutar, fechas, duración, calidad, etc.) de entrega [5].

Otra técnica es el análisis de restricciones (Figura 21) la cual es evaluar las condiciones necesarias para que una actividad pueda ser ejecutada, identificando cuáles son las restricciones que impidan realizarla. Esto debe ir acompañado de una estrategia que permita una resolución oportuna para mantener las actividades en marcha. El análisis de restricciones también requiere que los proveedores de bienes y servicios gestionen mejor la producción y entrega de servicios y materiales, y brinden alertas tempranas con tiempo suficiente para completar las tareas [5].

LISTA DE RESTRICCIONES						FECHA CONTROL
OBRA: _____						
SECTOR	ACTIVIDAD AFECTADA	TIPO RESTRICCIÓN	DESCRIPCIÓN DE RESTRICCIÓN	RESPONSABLE LIBERACIÓN	FECHA COMPROMETIDA LIBERACIÓN	FECHA REAL DE LIBERACIÓN

Figura 21. Ejemplo de plantilla para la identificación de restricciones [5].

Así también obteniendo las causas de no cumplimiento (Cnc) (Figura 22) resultante del análisis del cumplimiento de los compromisos, así se podrá identificar la causa raíz para tomar acciones en el proceso correcto y generar los impactos deseados, así como disponer de un listado de las causas de no cumplimiento más frecuente que nos permita aprender de los errores [5].

- ❌ Mala Programación
- ❌ Falta de Cancha (Prerrequisitos)
- ❌ Planos defectuosos
- ❌ Falta de mano de obra
- ❌ Problemas con subcontratistas
- ❌ Problemas con proveedores
- ❌ Falta o falla de equipos
- ❌ Bajo rendimiento mano de obra
- ❌ Falta de materiales
- ❌ Indefinición o cambio de proyectos
- ❌ Cambio en prioridades
- ❌ Motivos climáticos
- ❌ Falta de permisos
- ❌ Mal diseño

Figura 22. Algunas causas de no cumplimiento [5].

Continuando con la medición de porcentaje del plan completado (Ppc) (Figura 23) lo que es un indicador clave para medir la confiabilidad del equipo planificando. Se calcula como el “número de tareas comprometidas completadas” dividido por el “número total de tareas comprometidas planificadas para la semana” en curso. Mide el porcentaje de asignaciones que se completan al 100% tal y como se había previsto, y se usan criterios binarios de SI/NO [5].

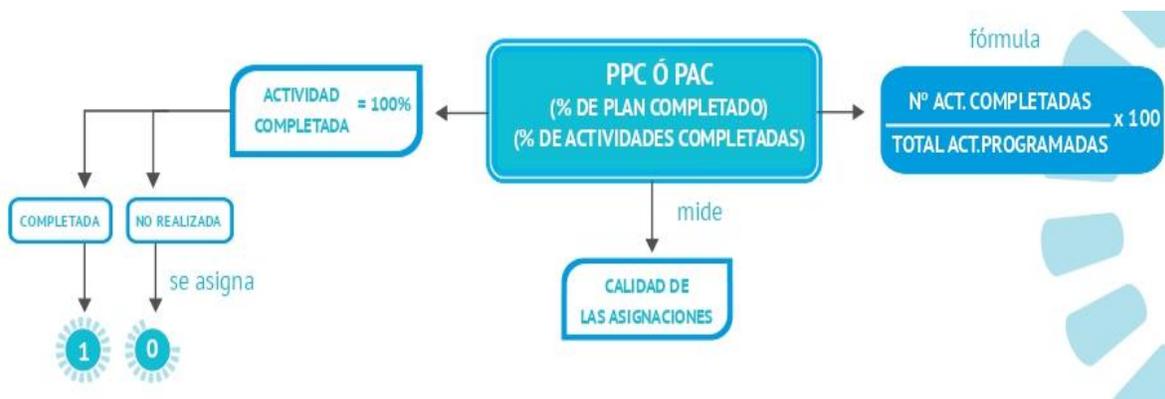


Figura 23. Esquema de medición de porcentaje del plan completado [5].

También se utiliza la implementación de reuniones como las reuniones de planificación semanales. En esta reunión, los últimos planificadores se reúnen para evaluar el desempeño del período anterior, analizar los planes a mediano plazo y establecer y validar los planes para la próxima semana. Otra opción es una stand-Up meeting o reuniones diarias de pie. Esta es una reunión periódica que se lleva a cabo frente al panel de administración visual del equipo, que suele durar entre 5 y 10 minutos. El propósito de la Stand-up meeting es proporcionar un foro donde los equipos discuten su progreso de forma regular, hacen compromisos de trabajo, revisan los indicadores de desempeño y el progreso de las acciones de mejora, y mantienen actualizada la información que se llevará a la reunión semanal, con lo cual esta se acortará [5].

2.4 Marco legal

En este proyecto se desarrollará un sistema de control, de acuerdo con la etapa de ejecución de un proyecto de construcción de obras públicas, por lo tanto, todas las actividades y decisiones de la obra deben cumplir con los estatutos de las leyes Federales, así mismo con los Reglamentos relacionados que le competan al respecto. Así también obedecer la guía establecida por Lean Construction para la implementación de esta. En la Tabla 9 se muestra la lista de las normas que conforman el marco legal de este proyecto.

Tabla 9. Normas aplicables al proyecto.

NOMBRE	REFERENCIA
Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionadas con Las Mismas	[48]
Reglamento de la Ley Obras Públicas y Servicios Relacionadas con Las Mismas	[49]
Guía del PMBOK	[35]
Norma ISO 21500	[42]

3 PROYECTO DE INTERVENCIÓN

3.1 Objetivo general

Desarrollar un sistema de control de ejecución de obras públicas basado en indicadores clave de desempeño bajo enfoque Lean Project Management.

3.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar el proceso actual de control de ejecución de obras públicas.
- Organizar las funciones que establece el marco legal para el control de ejecución de obra bajo el enfoque Lean.
- Desarrollar el sistema de control de ejecución de obras públicas basado en indicadores clave de desempeño bajo enfoque Lean Project Management.
- Definir estrategias para la implementación del sistema del control desarrollado en la dependencia para la ejecución de otras obras públicas.

3.3 Justificación

Uno de los principales problemas que enfrentan los proyectos de construcción en la actualidad es la dificultad para cumplir con los plazos preestablecidos, los presupuestos establecidos originalmente y/o la calidad planificada como resultado de la finalización del proyecto. La razón principal de esto es que los proyectos son una serie de disciplinas interrelacionadas que son complejas para lograr una adecuada colaboración. Estos son problemas constantes en esta área, por lo que las técnicas tradicionales de planificación se han utilizado durante muchos años y ciertamente han ayudado mucho durante décadas. Estos son la esencia misma de la planificación y nunca deben olvidarse. Sin embargo, los grandes cambios que han sufrido los proyectos también han supuesto cambios en los métodos constructivos, algo totalmente esperable dado que el desarrollo de nuevos avances tecnológicos ha permitido una importante modernización del sector. Estos cambios han dado lugar a la aparición de nuevas técnicas de planificación que buscan adaptarse mejor a los cambios de la industria. Por este motivo, las empresas intentan solucionar estos problemas utilizando diversos métodos.

Por lo tanto, la principal motivación de esta investigación es medir, administrar y mejorar el proceso de control de ejecución de proyectos de obras públicas utilizando métodos de filosofía Lean, incluido LPM, que ejecuta la ejecución de proyectos aguas arriba en comparación con las metodologías tradicionales. Esto cambia fundamentalmente el proyecto y mejora el éxito general.

El trabajo del LPM es asegurarse de que todo el equipo funcione como un todo y que cada contribución se optimice globalmente. De acuerdo con la metodología LPM, un proyecto debe considerar las siguientes fases: Definición del Proyecto, Diseño Lean, Suministro Lean y Ensamblaje Lean. Asimismo, esta metodología realiza la evaluación, medición y control a través de Método de Valor Ganado.

Otra metodología es LPS. Con LPS, puede investigar, medir y controlar su proceso evaluando el Porcentaje de Planificación Cumplida (PPC) completados semanalmente, identificando las causas de NO cumplimiento, mejorando los procesos utilizando la planificación semanal e intermedia y reduciendo la variabilidad de los resultados semanales del trabajo en obra. La reducción de esta variabilidad garantiza que el trabajo se entregue dentro de los plazos planificados, la calidad planificada y los costos correctos, lo que reduce la pérdida de recursos y aumenta las ganancias.

Por medio de este estudio se permitirá plantear e implementar un adecuado y eficiente sistema de ejecución de obras públicas, con lo cual se logrará la ejecución de obra en menor tiempo y con menor o el presupuesto establecido, así mismo, a través de la participación eficiente de las partes interesadas con liderazgo, compromiso, y garantía sin paralizaciones ni retrasos que interfieran una buena productividad para cualquier proyecto.

Por ello, en esta investigación se pretende desarrollar un sistema de control de ejecución de obras públicas basado en indicadores clave de desempeño bajo enfoque LPM, lo cual permitirá aplicar las buenas prácticas que se ha logrado con dicho enfoque, el cual ya es utilizado en varios países del mundo, pero es un enfoque que no ha sido difundido ampliamente en nuestro país.

El Organismo de Cuenca Pacífico Norte es un organismo administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y tiene experiencia en planes de estudio que respaldan resultados positivos para futuras obras públicas, el cual tiene la responsabilidad según la Ley de Aguas Nacionales vigente, de programar, estudiar, construir, operar, conservar y mantener las obras hidráulicas federales, entre otras. Esta investigación tiene como objetivo desarrollar un sistema de control de ejecución de obras públicas implementando de la metodología antes mencionada, lo cual nos sumará indicadores que nos permitan comprender la visión de la sanidad de los proyectos durante el inicio de obra, a lo largo de la obra y al finiquitar la obra en ejecución.

3.4 Metodología

3.4.1 Diagnóstico del proceso actual de control de ejecución de obras públicas

Para llevar a cabo el diagnóstico del proceso de control de ejecución en la dependencia se realizó un levantamiento de información mediante entrevistas al personal involucrado, con la cual se obtuvieron datos sobre que indicadores se controlan, como se controlan y que técnicas o herramientas se utilizan para llevar a cabo la medición de los indicadores.

Las preguntas realizadas en las entrevistas son las siguientes:

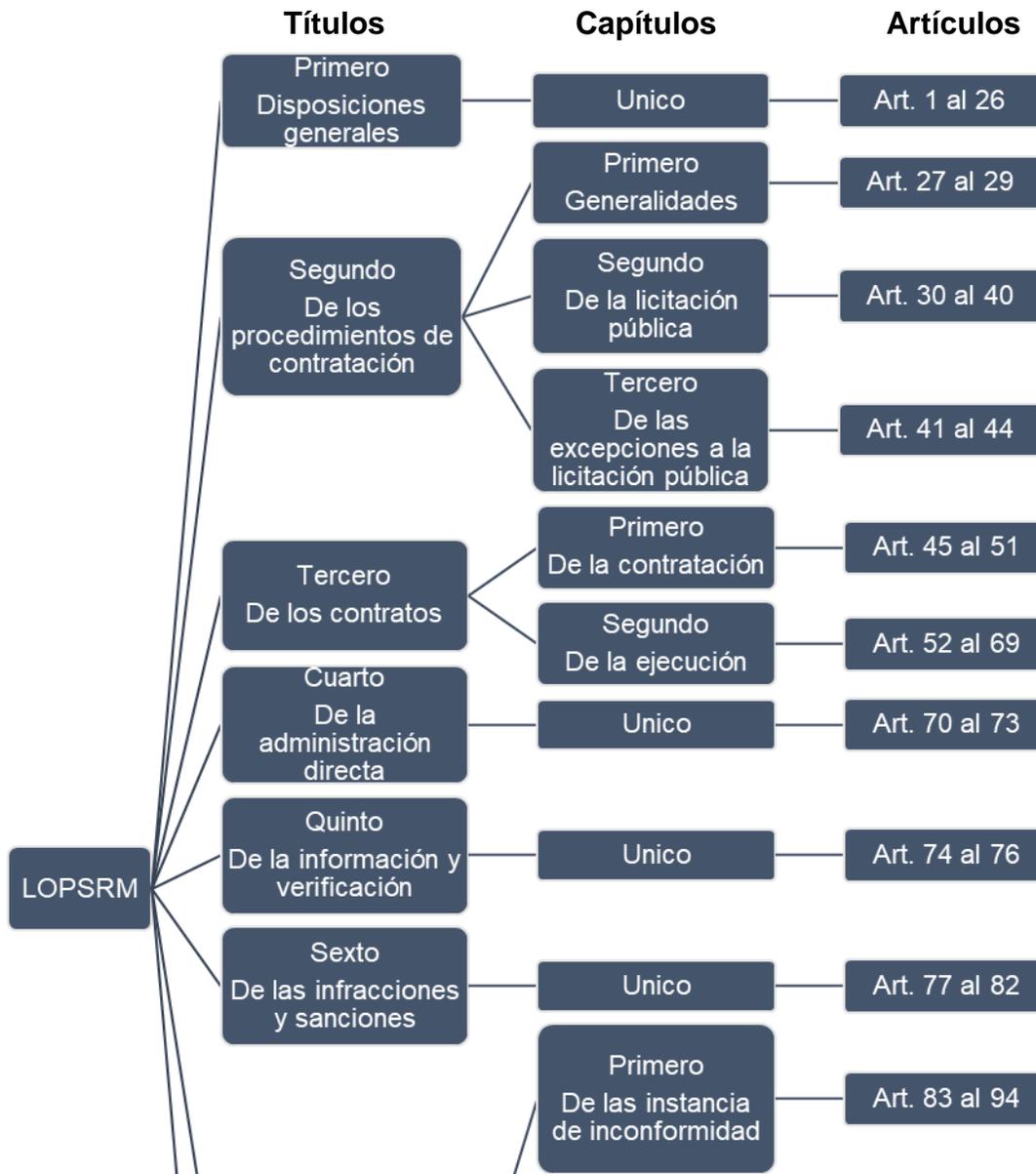
1. En el proceso de control de ejecución que utilizan en la dependencia ¿Qué es lo que se controla?
2. Si es por áreas, ¿Qué áreas aplican dentro del control de ejecución? (Ejemplo: Suministro de materiales de obra, ejecución de obra, mano de obra, etc.)
3. ¿Cuál es el proceso con el que se lleva a cabo el control de ejecución de obras públicas en la dependencia?
4. ¿Qué herramientas utilizan para el proceso?
5. ¿Cuáles son los indicadores que utilizan para poder realizar el proceso de control de ejecución de obras públicas?

6. ¿Cuál es el proceso del flujograma del control de ejecución de obras públicas?
7. ¿Cuáles son los procesos dentro del control de ejecución de obras para la revisión y aceptación del pago de estimaciones?

También se llevó a cabo la revisión de manuales que se utilizan para el control de obras públicas como el Manual Administrativo de Aplicación General en Materia de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas [41], el cual es utilizado dentro del Organismo de Cuenca Pacífico Norte, asimismo, se consultó en el documento de Diagramas de Procesos de Manual Administrativo de Aplicación General en Materia de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas [45], el cual nos proporcionara los diagramas de flujo de los procesos del Manual mencionado anteriormente, del cual se consultaran los diagramas que correspondan al proceso de control de ejecución de Obras Públicas.

3.4.2 Organización de las funciones que establece el marco legal para el control de ejecución de obra bajo el enfoque lean

Posteriormente del diagnóstico del proceso de control de ejecución se realizó la revisión de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas (LOPSRM), la cual se divide en diferentes títulos, capítulos y artículos. En la Figura 24 se muestra la estructuración de la LOPSRM.



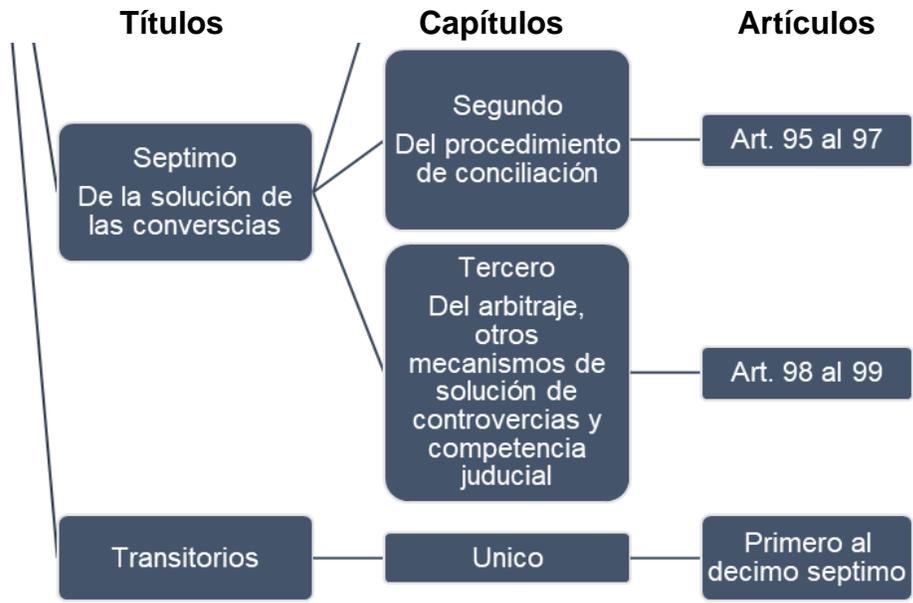
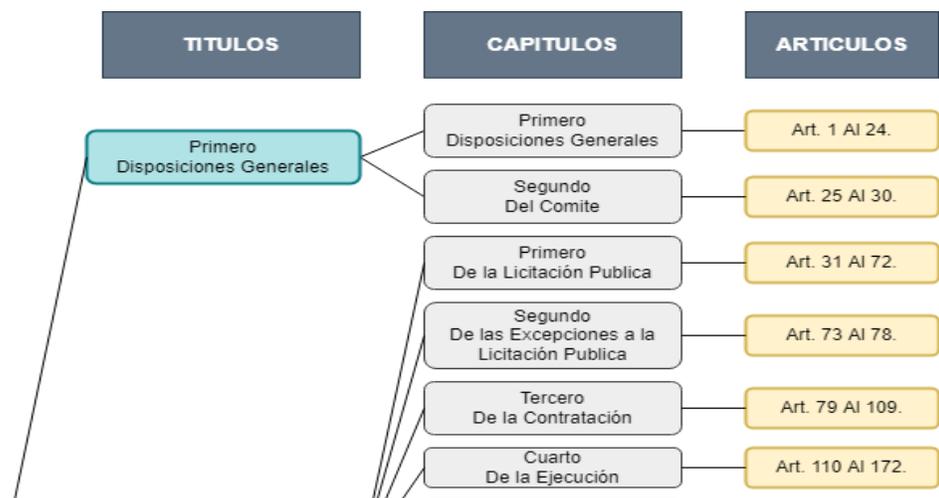


Figura 24. Estructura de la LOPSRM.

Se llevó a cabo una revisión del título tercero “de los contratos”, con especial enfoque en el Capítulo Segundo “De la Ejecución”. Todo esto para extraer los Artículos correspondientes a las funciones que recaen sobre la Residencia y la Supervisión de las Obras Públicas (RSOP).

Asimismo, se llevó a cabo la revisión del Reglamento de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas (RLOPSRM), del cual se extraerán detalladamente las funciones, procesos y pasos a seguir que recaen sobre la RSOP. En la Figura 25 se muestra la estructura del RLOPSRM.



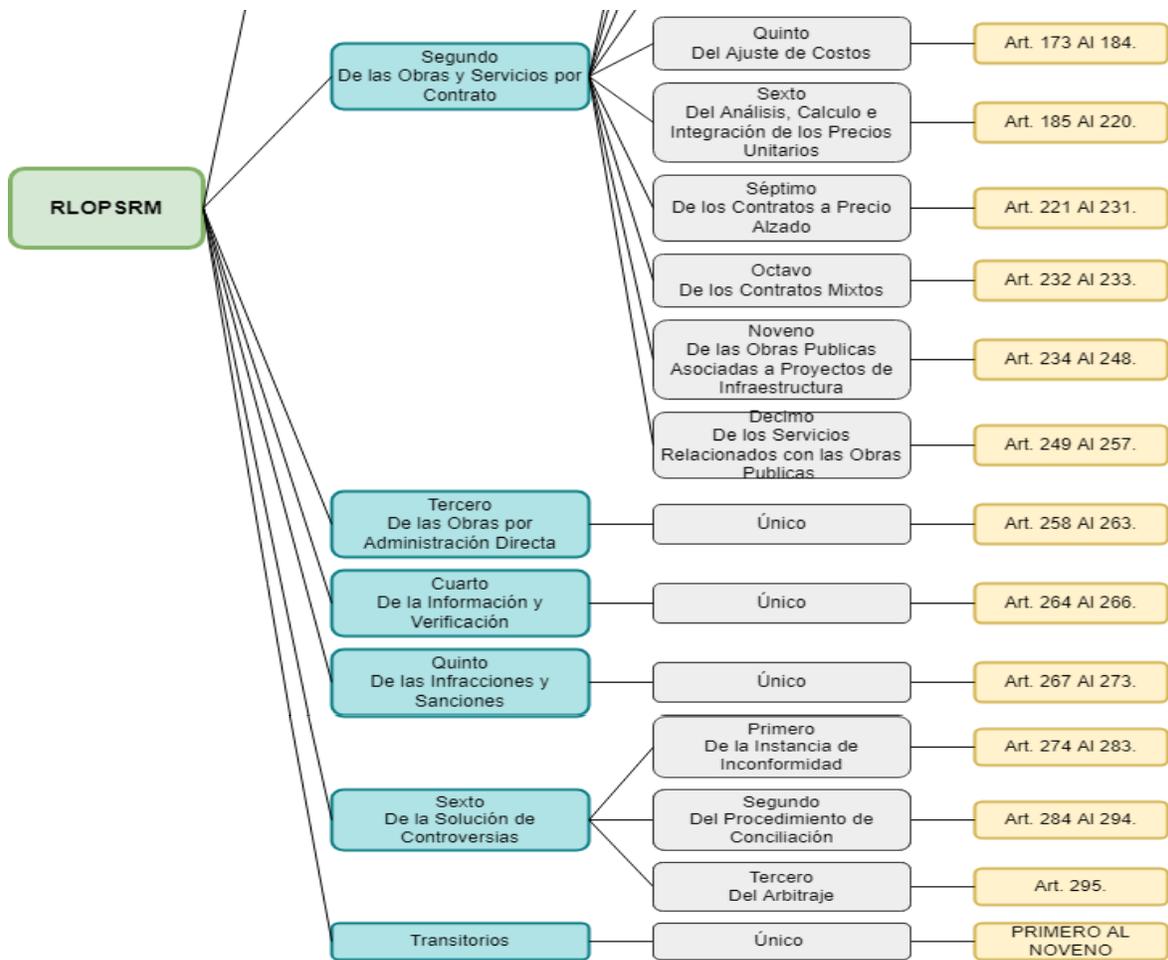


Figura 25. Estructura del RLOPSRM.

Una vez analizadas a detalle las funciones de la RSOP, se continuó con la organización de las funciones por etapa dentro del proceso administrativo de ejecución y control de los trabajos. En la Figura 26 se muestran las etapas del proceso de ejecución y control.



Figura 26. Etapas del proceso administrativo de ejecución y control.

Una vez organizadas las funciones de la RSOP por etapa del proceso, se procedió a la selección e inclusión de funciones que no establece la LOPSRM, pero que son prácticas recomendadas por PMBOK del PMI y LPM, las cuales permitirán mediciones de indicadores de desempeño para dictaminar en tiempo real el estado de salud de las Obras Públicas que se estén ejecutando por la dependencia.

3.4.3 Desarrollo del sistema de control de ejecución de obras públicas basado en indicadores clave de desempeño bajo enfoque LPM

Una vez realizada la organización de las funciones que establece el marco legal y la inserción de las funciones recomendadas por PMI y LPM, se llevó a cabo la integración de dichas funciones dentro del flujograma de procesos técnico-administrativos actual de la dependencia, tomando en cuenta la organización de las funciones bajo el enfoque Lean (PMI y LPM).

Por último, se desarrolló un sistema de control de ejecución de Obras Públicas basado en recopilación de información mediante los propios formatos utilizados por el Organismo de Cuenca Pacífico Norte, y haciendo algunas modificaciones para lograr la medición de los indicadores de desempeño seleccionados de PMI y LPM. El sistema desarrollado está basado en Microsoft Excel, el cual contiene una interfaz interactiva que permitirá una navegación amigable y eficiente para el usuario. Para complementar el sistema de control se desarrolló además un manual de usuario gráfico para su fácil interpretación.

3.5 Análisis de resultados

3.5.1 Diagnóstico del proceso actual de control de ejecución de obras públicas

Los resultados obtenidos del diagnóstico del proceso de control de ejecución de obras públicas actuales se obtuvieron de la realización de entrevistas al personal involucrado, lo que permitió identificar los datos que nos permitirá integrar indicadores clave de desempeño recomendados por PMI y LPM.

Con base en las entrevistas realizadas se encontró que en el proceso de ejecución de obra del Organismo de Cuenca Pacifico Norte lleva a cabo el control, la revisión y comprobación de las especificaciones de técnicas y calidad de los trabajos ejecutados de las Obras Públicas. Con el objetivo principal de garantizar que la ejecución de los trabajos contratados se realice con base en las especificaciones contenidas en el contrato y sus anexos.

El control de ejecución que implementa la dependencia, el cual se encuentra fundamentado en la Ley, Reglamento y Manual de OPSRM, dirigen el enfoque del control de ejecución sobre los programas de ejecución y suministros o utilización, términos de referencia y alcance de servicios; también al catálogo de conceptos con sus análisis de precios unitarios, alcance de las actividades de obra o servicio; y las especificaciones de calidad de los materiales, especificaciones generales y particulares de construcción; lo cual permite la revisión, control y comprobación de que los materiales, la mano de obra, la maquinaria y equipos sean de la calidad y características pactadas en el contrato; todo esto especificado en el Art. 113 fracciones VII y VIII del Reglamento.

Para llevar a cabo el control de ejecución es necesario realizar un proceso específico, el que utiliza el Organismo de Cuenca Pacifico Norte se describe en el Manual Administrativo de Aplicación General en Materia de OPSRM, dicho Manual cuenta con capítulos dependiendo del proceso a utilizar, de los cuales el que es de interés para este proceso es el capítulo cuatro con el título de “Macro proceso De Obras Públicas Y Servicios Relacionados Con Las Mismas”, que cuenta con el subcapítulo “4.3 Ejecución de los trabajos” en el cual contiene el objetivo, los insumos requeridos, y la descripción del proceso en el cual indica al responsable, la explicación de la actividad y menciona la normativa aplicable en el proceso, además de indicar los productos obtenidos en dicho proceso.

Durante el proceso de control de ejecución es necesario utilizar ciertas herramientas que permitan garantizar que dicho proceso se realice con la mejor eficiencia posible, por lo tanto, la dependencia se basa en la Ley, Reglamento y

Manual de OPSRM para sustentar las herramientas como controles preventivos, detectivos y correctivos, igualmente formatos de control.

Para el uso de ciertas herramientas que son utilizadas en el proceso de control de ejecución de obras públicas, es necesario obtener ciertos indicadores que la dependencia emplea en dicho control, los indicadores son obtenidos de la documentación que desempeña soporte al informe de avance físico-financiero, que contiene la Cédula informativa, Características generales del proyecto, Avance general de obra, Avance físico-financiero (Figura 27), Gráfica de avance físico en obra (Figura 28), Gráfica de avance financiero (Figura 29), Relación de estimaciones de obra y ajustes de costos pagados (obra), Estimaciones pagadas (supervisión), Reporte fotográfico (Figura 30), e Informe de control de calidad. Los cuales proporcionan los datos necesarios para realizar los procesos correspondientes.

AVANCE FINANCIERO DE OBRA

CONTRATO: OBJETO: EMPRESA:										CONCEPTO		CONTRATO		FECHAS DE PROGRAMA	
										IMPORTE				INICIO:	
										I.V.A.				TERMINACIÓN:	
IMPORTE TOTAL				DURACIÓN:											
ANTICIPO SI/VA															

No.	CONCEPTOS DE TRABAJO POR PARTIDAS	IMPORTE POR PARTIDAS	% DE AVANCE FINANCIERO										PAGADO ANTERIOR		PAGADO EN PERIODO		PAGADO ACUMULADO		AVANCE PONDERADO			
			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	IMPORTE	AVANCE EN %	IMPORTE	AVANCE EN %	IMPORTE	AVANCE EN %				
	TOTALES																					

AVANCE FÍSICO DE OBRA EJECUTADA POR MONTOS:				
AVANCE FÍSICO DE OBRA EJECUTADA PORCENTUAL:				
AVANCE PROGRAMADO POR MONTOS:				
AVANCE PROGRAMADO PORCENTUAL:				
ADELANTO POR MONTOS:				
ADELANTO PORCENTUAL:				

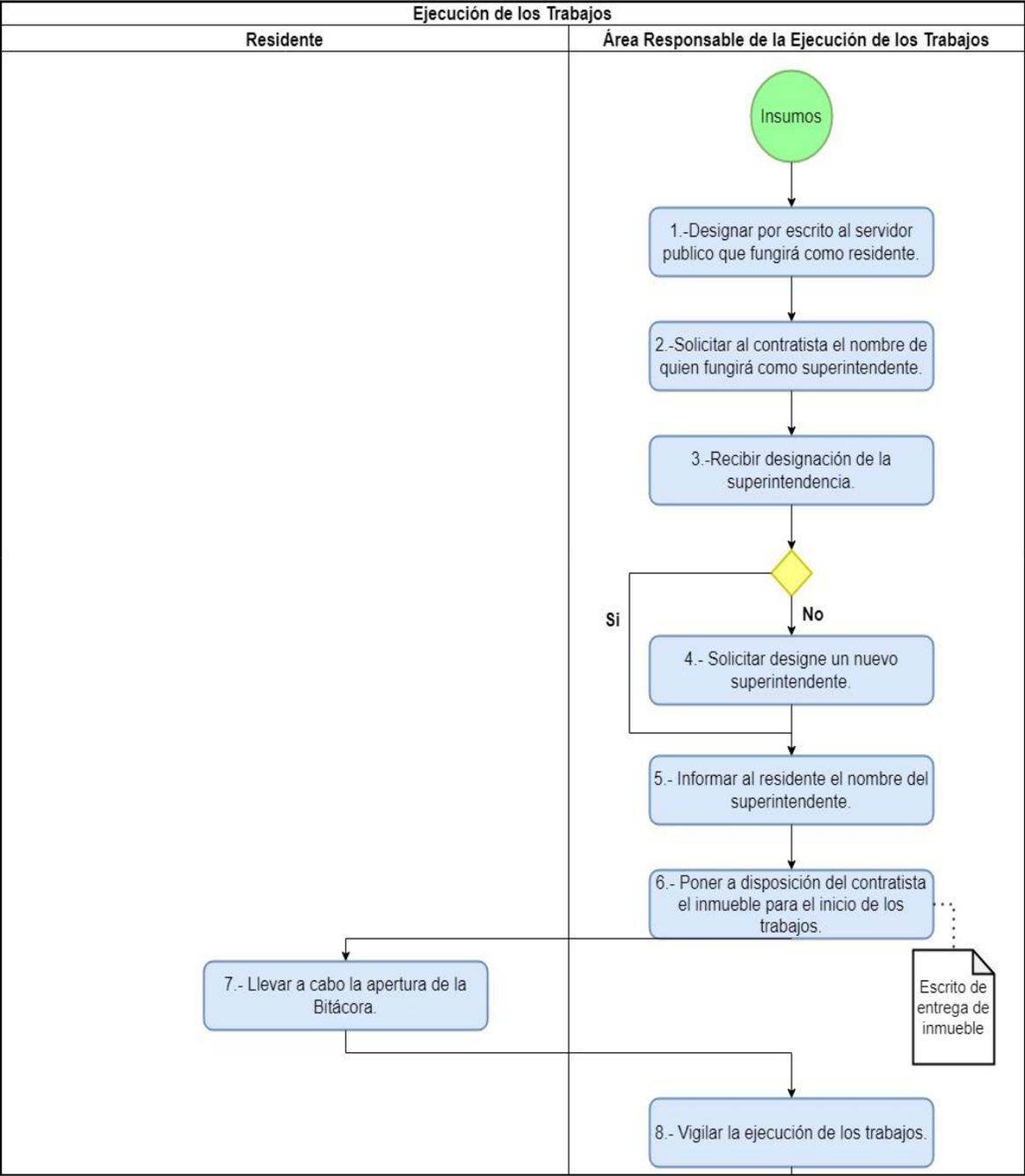
SUPERINTENDENTE DE SERVICIOS

Figura 29. Formato de avance financiero de obra.

ESTIMACION DE OBRA		ESTIMACION No.
CONTRATISTA:		FECHA:
		PERIODO:
		HOJA:
<p style="text-align: center;">ANTES</p>		<p style="text-align: center;">DURANTE</p>
CLAVE:	DESCRIPCION:	<p style="text-align: center;">DESPUES</p>
ELABORÓ:		REVISÓ:
ING. CONTRATISTA		AUTORIZÓ:
		ENCARGADO DE OBRA

Figura 30. Formato de reporte fotográfico.

La ejecución de trabajos de obras públicas del Organismo de Cuenca Pacifico Norte considera catorce procesos a través de la ejecución de trabajos, los cuales se describen en el flujograma que se muestra en la Figura 31, explicando el flujo de procesos que sigue la superintendencia, dicho diagrama de flujo se adquirió del documento de Diagramas de Procesos del Manual Administrativo de Aplicación General en Materia de OPSRM.



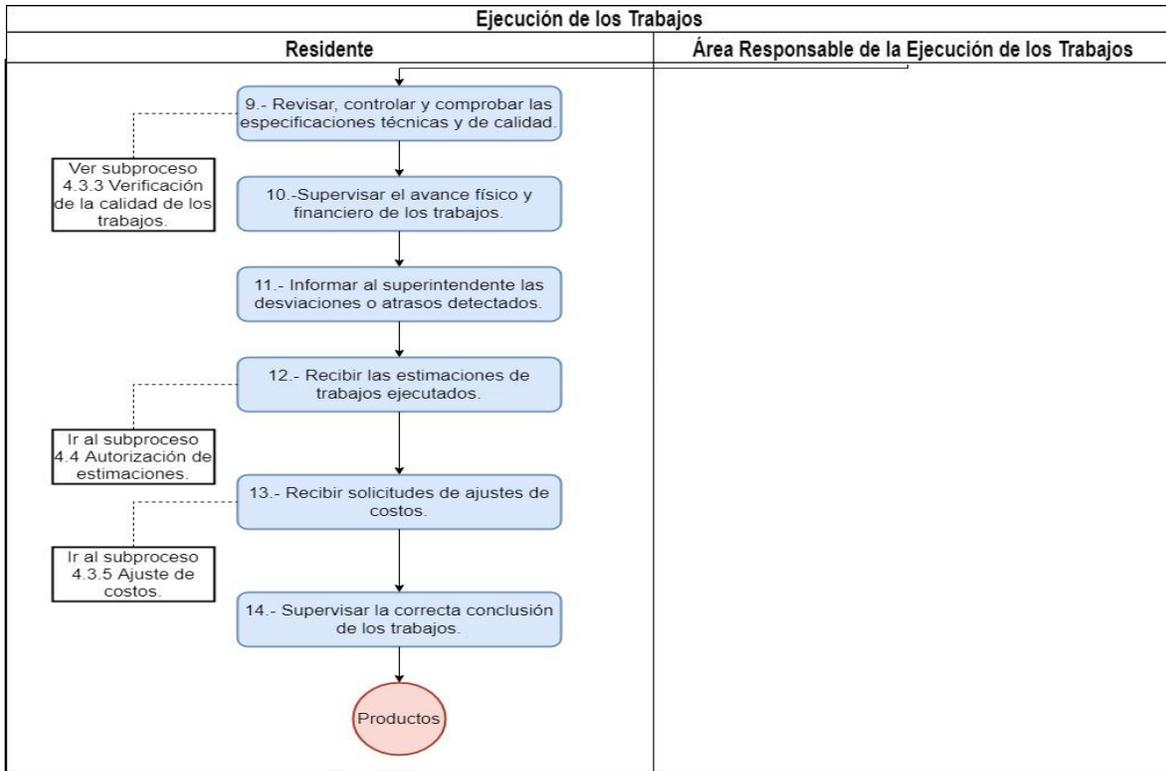


Figura 31. Diagrama de flujo de ejecución de trabajos.

De los catorce procesos que contiene el flujograma anteriormente mencionado, se puede observar que el noveno, décimo y doceavo proceso que corresponden a la ejecución de trabajos, los cuales realizan el control de la ejecución de obra, ya que son procesos donde se lleva a cabo la revisión, el control, la comprobación y supervisión de los avances físicos y financieros de los trabajos. Los procesos mencionados anteriormente son los que permiten realizar el control de ejecución de obras públicas, los cuales se presentan en la Figura 32.

El control de ejecución de obra interviene en la autorización de las estimaciones, ya que la autorización depende de la revisión de los avances físicos y financieros que se establecen en la estimación, la cual incluye las cantidades de trabajos correspondientes a la secuencia y tiempo previsto en el programa de ejecución convenido, así como a los estándares de desempeño que, en su caso, se establezcan en la convocatoria a la licitación pública y en el contrato. Posteriormente de la revisión de la estimación y documentación de soporte, y concluyendo favorablemente se continúa con el proceso para la realización del

pago de estimación. Dicho proceso se encuentra en doceavo paso del flujograma de la ejecución de trabajos, el cual se muestra en la Figura 32.

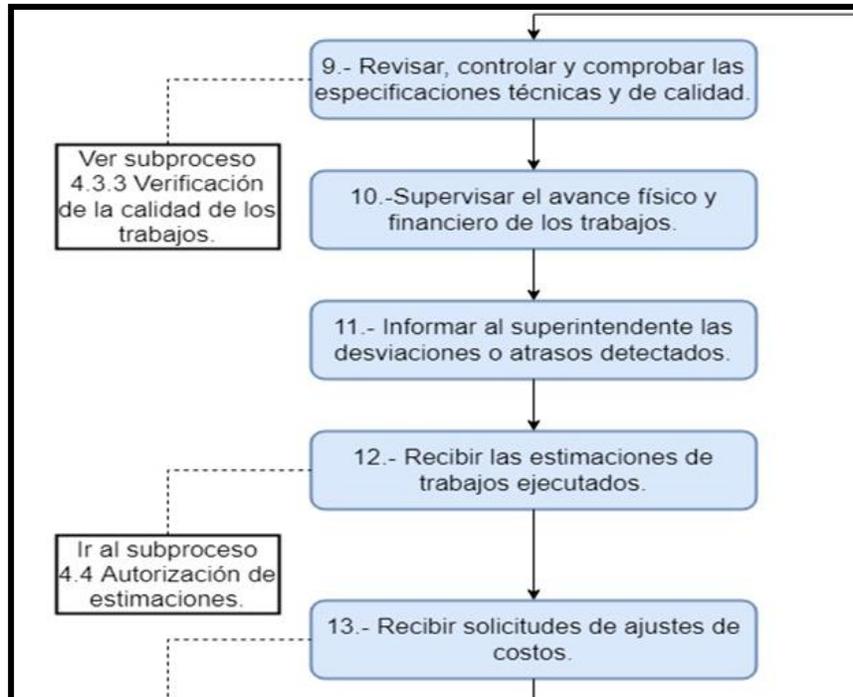


Figura 32. Procesos utilizados para el control de la ejecución de obra.

3.5.2 Organización de las funciones que establece el marco legal para el control de ejecución de obra bajo el enfoque lean

Dentro del Organismo de Cuenca Pacífico Norte se utiliza la LOPSRM, la cual tiene como objeto regular las acciones relativas a la planeación, programación, presupuestación, contratación, gasto, ejecución y control de obras públicas.

Dentro de la LOPSRM se encuentra una sección específica para la ejecución de las obras públicas, la cual cuenta con los artículos 52 al 69 de dicha ley, la cual regula la ejecución de los contratos de obras públicas. Esta sección norma los derechos y obligaciones de las dependencias y entidades en su calidad de contratantes y a los particulares en su calidad de contratistas.

Dentro del RLOPSRM, en el Título Segundo "De las obras y servicios por contrato" cuenta con el Capítulo Cuarto titulado "De la ejecución", en dicho capítulo se encuentran sesenta y tres artículos que explican ampliamente las funciones,

procesos y pasos a seguir para llevar a cabo la ejecución de los trabajos con la secuencia y en el tiempo previsto en el programa de ejecución establecido en el contrato, ya sea público o privado. El Capítulo Cuarto se divide en secciones como se muestran en la Figura 33.

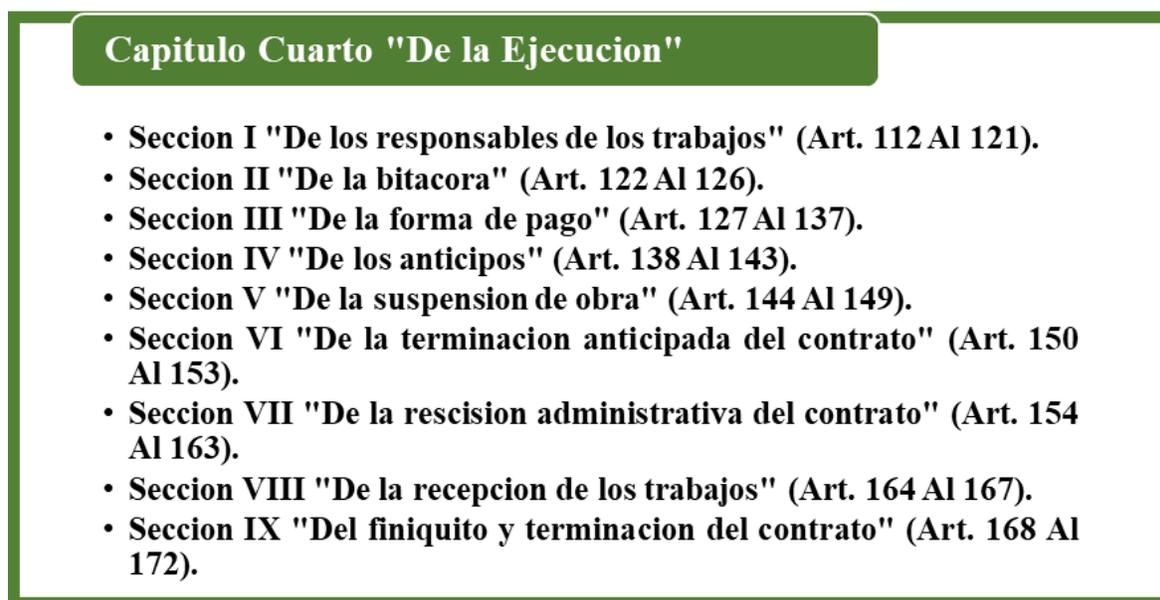


Figura 33. Secciones del capítulo cuarto de la ejecución.

De las secciones que integran el capítulo cuarto la primera que tiene como título “De los responsables de los trabajos” nos proporciona las funciones correspondientes a la residencia en el artículo 113, en el artículo 115 en el cual se indican las funciones para la supervisión y así también se menciona las previsiones que se realizan si las supervisiones son realizadas por terceros.

Derivado del análisis de las funciones de la RSOP conforme a la LOPSRM y el RLOPSRM, se realizó la organización de las funciones que se describen en los artículos 113, 115 y 116 del RLOPSRM, clasificándolas por categoría y según la etapa del proceso de ejecución y control de los trabajos.

En la Figura 34 se muestran las funciones de la RSOP clasificadas por categoría, donde puede observarse que para el control actual de las obras es necesario la toma de decisiones basadas en información de estimaciones, avances físicos y

financieros y que las medidas de apremio para ejercer el control son las retenciones y penalidades.



Figura 34. Funciones de la RSOP organizadas por categoría.

En las Tablas 10, 11 y 12 se muestran las funciones o responsabilidades de la RSOP organizadas por etapa del proceso de ejecución. Estas tablas son de elaboración propia y se les añadió la periodicidad aproximada de cada

responsabilidad o función, así como el tipo de formato recomendado para evidenciar las actividades o funciones realizadas.

Tabla 10. Funciones de la RSOP antes de iniciar la obra y durante la ejecución (en campo).

Etapa de la Obra	Responsabilidades (Actividad)	Periodicidad	Evidencia (Tipo de formato)
Antes de Iniciar	1. Acopio de Info. Legal, Técnica y Económica (Expediente de licitación, permisos, licencias, dictámenes, etc.)	Una sola vez	Check List
	2. Revisión del Contrato.	Una sola vez	Libre - Resumen
	3. Elaboración de Plan de Supervisión.	Una sola vez	Cronograma
	4. Análisis de Riesgos.	Una sola vez	Matriz
	5. Identificación de Involucrados.	Una sola vez	Matriz
Durante ejecución (Campo)	6. Entrega del sitio de la obra.	Una sola vez	Acta, Registro de bitácora
	7. Inspección de suministros (materiales, mano de obra y equipo), ejecución (calidad, costo y tiempo) y toma de decisiones.	Diario	Check List y Registro en Bitácora.
	8. Revisión y autorización de estimaciones.	Semanal (según contrato)	Check List y Oficio de Autorización.

Etapa de la Obra	Responsabilidades (Actividad)	Periodicidad	Evidencia (Tipo de formato)
Durante ejecución (Campo)	9. Registros en bitácora de obra y elaboración de minutas de juntas.	Diario	Bitácora y Minutas.
	10. Inspección de Seguridad, Higiene y Limpieza en la obra.	Diario	Check List y Registro de Bitácora.

Tabla 11. Funciones de la RSOP durante la ejecución (en gabinete).

Etapa de la Obra	Responsabilidades (Actividad)	Periodicidad	Evidencia (Tipo de formato)
Durante Ejecución (Gabinete)	11. Gestión de cambios al proyecto (cantidades extra, Conceptos fuera de Catálogo y cambios solicitados)	Cuando lo soliciten	Oficios de solicitud, oficio de respuesta y Registro de bitácora.
	12. Elaboración de Convenios (para cada cambio que modifique tiempo o costo).	Cuando haya cambios autorizados.	Convenio modificadorio y registro de bitácora.
	13. Retenciones y penalizaciones según lo establecido en contrato.	Cuando incumpla el Contratista.	Oficio informando causas y registro de bitácora.

Etapa de la Obra	Responsabilidades (Actividad)	Periodicidad	Evidencia (Tipo de formato)
Durante Ejecución (Gabinete)	14. Ajuste de costos	Cuando haya alza de precio en insumos	Cálculo del Factor de Ajuste, Estimación del sobre costo y Registro en Bitácora
	15. Redacción de Informes (avance programático y presupuestal), comparar desempeño actual vs. metas, toma de decisiones correctivas o preventivas	Semanal (en cada periodo de estimación)	Informe, Notificación de las decisiones y registro de bitácora.

Tabla 12. Funciones de la RSOP al cierre de la obra.

Etapa de la Obra	Responsabilidades (Actividad)	Periodicidad	Evidencia (Tipo de formato)
Al cierre	16. Suspensión de los trabajos	En caso fortuito o fuerza mayor	Oficio, Acta y Registro en bitácora
	17. Terminación anticipada	Por causa de fuerza mayor	Oficio, Acta y Registro en bitácora
	18. Rescisión de contrato	Cuando el contratista incumpla reiteradamente	Oficio, Acta y Registro en bitácora

Etapa de la Obra	Responsabilidades (Actividad)	Periodicidad	Evidencia (Tipo de formato)
Al cierre	19.Recepción de obra	Una sola vez	Oficio, Acta y Registro en bitácora
	20.Elaboración de finiquito	Una sola vez	Oficio, Acta y Registro en bitácora
	Elaboración de Acta de Extinción de derechos y obligaciones	Una sola vez	Oficio y Acta

Por otro lado, el PMBOK del PMI sugiere un modelo de gestión de proyectos basado en cinco procesos y diez áreas del conocimiento como el que se muestra en la Figura 35.

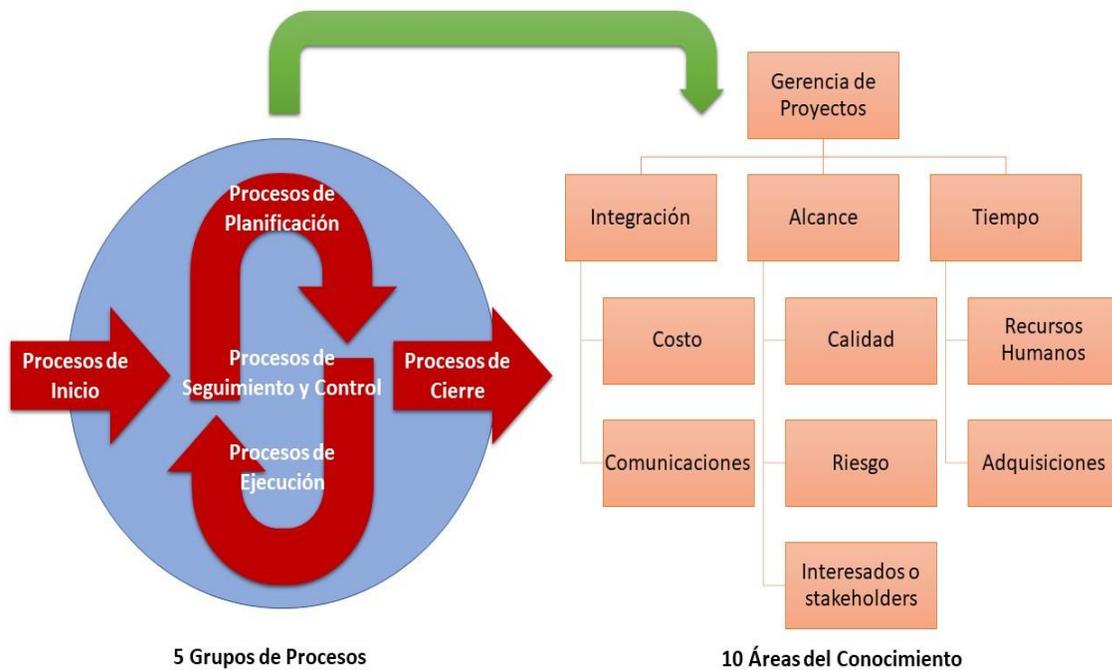


Figura 35. Modelo de los 5 grupos de procesos y las 10 áreas del conocimiento de PMBOK.

Se puede observar en la Figura 35 que el modelo incluye procesos de planificación que no contempla la LOPSRM para ejercer la RSOP. De igual manera, el modelo incluye áreas del conocimiento que no están contempladas dentro de las funciones legales de la RSOP. Por ejemplo, la gestión de riesgos y la gestión de interesados.

En Tabla 13 se muestra el modelo de gestión híbrido propuesto (funciones de la LOPSRM, cinco grupos de procesos y diez áreas del conocimiento PMBOK) que permitirá contar con información útil para hacer mediciones de indicadores de desempeño para dictaminar en tiempo real el estado de salud de las Obras Públicas que se estén ejecutando por la dependencia.

Tabla 13. Modelo de gestión híbrido propuesto para el control de obras públicas

Áreas de conocimiento	Responsabilidades (LOP – RLOP)	I	P	E	S	C
1. Integración	Planificación de la Supervisión	X				
2. Alcance	Acopio de la información Legal y Técnica					
	Archivo de la realización de los trabajos					
	Contrato – Cambios del Proyecto					
	Cantidades y Conceptos Extras		X	X	X	X
	Convenios – Avance Físico					
	Terminación – Recisión de Contratos					
	Suspensión temporal de los trabajos					
	Entrega – Recepción – Finiquito					
3. Tiempo	Toma de Decisiones					
	Ejecución en Tiempo		X	X	X	X
4. Costos	Ejecución en Costos					
	Retenciones y Penalidades Económicas		X	X	X	X
	Ajustes de Costos					
	Estimaciones – Avance Financiero					

Áreas de conocimiento	Responsabilidades (LOP – RLOP)	I	P	E	S	C
5. Calidad	Ejecución con Calidad Seguridad, Higiene y Limpieza		X	X	X	X
6. Recursos Humanos	Personal		X	X	X	X
7. Comunicaciones	Bitácora de Obra Minutas de Junta de trabajo Informes		X	X	X	X
8. Riesgo	Análisis de Riesgos		X	X	X	X
9. Adquisiciones	Suministros - Equipo		X	X	X	X
10. Involucrados	Identificación de los involucrados		X	X	X	X

I = Inicio	P = Planeación	E = Ejecución	S = Seguimiento	C = Cierre
------------	----------------	---------------	-----------------	------------

Por último, en la Tabla 14 se muestra el modelo de gestión híbrido unificando algunas funciones y clasificándolas por etapa del proceso de ejecución.

Tabla 14. Modelo de gestión híbrido.

Ámbito de realización	Responsabilidades (LOP – RLOP) + Modelo de Gestión de Proyectos
Antes de Iniciar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Acopio de la información Legal y Técnica de la Obra 2. Revisión del Contrato 3. Planificación de la Supervisión 4. Análisis de Riesgos 5. Identificación de los Involucrados
Ejecución en Campo	<ol style="list-style-type: none"> 1. El Sitio de la Obra 2. Toma de Decisiones, Suministros, Personal, Equipo y Ejecución 3. Estimaciones 4. Bitácora de Obra y Minutas de Juntas de trabajo 5. Seguridad, Higiene y Limpieza

Ámbito de realización	Responsabilidades (LOP – RLOP) + Modelo de Gestión de Proyectos
Ejecución en Gabinete	1. Cambios al Proyecto (Cantidades – Conceptos – Archivos de los trabajos) 2. Ajuste de Costos 3. Convenios 4. Retenciones y Penalidades Económicas 5. Informes (Avance Físico – Avance Financiero)
Cierre	1. Suspensión de los trabajos 2. Terminación anticipada de Contratos 3. Rescisión de Contratos 4. Entrega – Recepción 5. Finiquito

3.5.3 Sistema de control de ejecución de obras públicas basado en indicadores clave de desempeño bajo enfoque LPM

El sistema de control desarrollado se organizó en un libro Excel siguiendo la estructura del modelo de gestión híbrido planteado en la Tabla 14. El sistema de control cuenta con un panel de inicio, el cual se muestra en la Figura 36.



Figura 36. Panel de inicio del sistema de control de obras públicas.

En el panel de inicio del sistema de control se encuentran las funciones en la RSOP dividido en etapas, así también se encuentra la sección de información de contrato, EVM e Indicadores por etapa.

3.5.3.1 Características del sistema para la etapa “antes de iniciar la obra”

La primera parte del sistema de control consta de una serie de pestañas donde se registran o documentan las cinco actividades que la RSOP tiene como responsabilidad antes de iniciar la obra. En las Figuras 37 a 44 se muestran las partes del sistema propuestas para documentar dichas actividades.

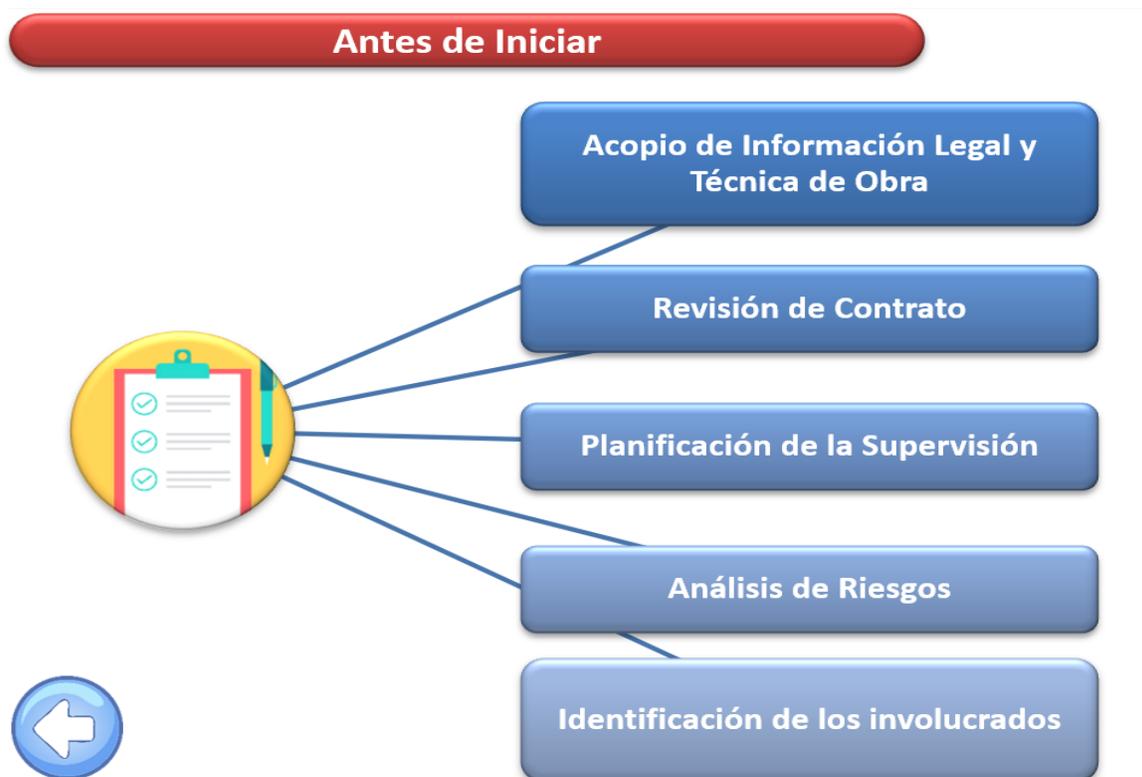


Figura 37. Sub-panel de control para registrar o documentar las cinco actividades que la RSOP tiene como responsabilidad antes de iniciar la obra.

Dentro de la etapa “antes de iniciar la obra” que la RSOP indica, se encuentran cinco actividades, las cuales se muestran en el Sub-panel de control de la etapa con título “Antes de Iniciar”, las cuales canalizan a las pestañas correspondientes para registrar o documentar la información necesaria. Dentro de la actividad de Acopio de Información Legal y Técnica de Obra se encuentran tres pestañas las cuales se muestran de la Figura 38 a la 40.

← Antes de Iniciar Documentos Legales y Administrativos Anexos Técnicos Anexos Económicos

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
ORGANISMO DE CUENCA PACIFICO NORTE
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA

OBJETO:	RESTITUCION DE LA SECCION HIDRAULICA MEDIANTE LIMPIEZA Y DESAZOLVE DEL RIO MOCORITO EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 2.7 KM, EN EL MUNICIPIO DE ANGOSTURA, ESTADO DE SINALOA.	
CONTRATO:	2020-B05-B28-RM-25-FN-LP-A-OR-0027	
CONTRATISTA:	CONSTRUCCIONES Y ESAZOLVES BEET, S.A. DE C.V.	
	PERIODO DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS:	06 DE AGOSTO AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2020
IMPORTE:	\$	21,096,217.06

CHECK LIST

DOCUMENTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS

Estatus	Clave	Descripción	Nota
✓	DLA 1	Escrito en el que señale el licitante domicilio completo y dirección de correo electrónico, autorizando a dos personas para oír y recibir todo tipo de notificaciones y documentos que deriven de los actos del procedimiento de licitación y, en su caso, del contrato de obra pública incluyendo las relacionadas con la calificación de las fianzas, mismo que servirá para	Tratándose de agrupación de personas que participen mediante una proposición conjunta, será suficiente que el representante de la agrupación presente este escrito.
✓	DLA 2	Escrito con la manifestación, "Bajo protesta de decir verdad", de quien pretenda solicitar aclaraciones a los aspectos contenidos en la licitación, en el que exprese su interés en participar en la licitación, por sí o en representación de un tercero.	Este escrito deberá presentarse al inicio de la junta de aclaraciones, si el licitante participa en forma presencial; si se participa a través de CompraNet, el documento debe ser enviado electrónicamente, para lo cual se ajustará a lo señalado en el numeral 2.9 de esta licitación.

Tratándose de participación conjunta, cualquiera de los representantes podrá

Figura 38. Pestaña para la documentación de la actividad "acopio de la información legal y administrativo de la obra".

← Antes de Iniciar Documentos Legales y Administrativos Anexos Técnicos Anexos Económicos

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
ORGANISMO DE CUENCA PACIFICO NORTE
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA

OBJETO:	RESTITUCION DE LA SECCION HIDRAULICA MEDIANTE LIMPIEZA Y DESAZOLVE DEL RIO MOCORITO EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 2.7 KM, EN EL MUNICIPIO DE ANGOSTURA, ESTADO DE SINALOA.	
CONTRATO:	2020-B05-B28-RM-25-FN-LP-A-OR-0027	
CONTRATISTA:	CONSTRUCCIONES Y ESAZOLVES BEET, S.A. DE C.V.	
	PERIODO DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS:	06 DE AGOSTO AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2020
IMPORTE:	\$	21,096,217.06

CHECK LIST

ANEXOS TECNICOS

Estatus	Clave	Descripción	Nota
✓	AT1	Manifestación escrita, "Bajo protesta de decir verdad", de conocer el sitio o sitios de realización de los trabajos y sus condiciones socioeconómicas, ambientales; conocer el contenido de la convocatoria sus anexos, las modificaciones y juntas de aclaraciones, así como haber considerado las normas de calidad de los materiales y las especificaciones generales y particulares que "La CONAGUA" les hubiere proporcionado, así como de	Tratándose de participación conjunta de personas, deberá presentarse en forma individual este escrito por cada una de las personas físicas y/o morales que forman parte de la agrupación.
✓	AT2	Descripción de la planeación integral del licitante para realizar la obra, incluyendo el procedimiento constructivo de ejecución de los trabajos, considerando, en su caso, las restricciones técnicas que procedan conforme	
✓	AT3	Escrito de proposición de los profesionales técnicos y administrativos al servicio del licitante, anexando el currículum del profesional técnico; adjuntando copia de la cédula profesional, grados académicos obtenidos,	

Figura 39. Pestaña para la documentación de la actividad "acopio de anexos de información técnica de la obra".

← Antes de Iniciar Documentos Legales y Administrativos Anexos Técnicos Anexos Económicos

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
ORGANISMO DE CUENCA PACIFICO NORTE
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA

OBJETO:	RESTITUCION DE LA SECCION HIDRAULICA MEDIANTE LIMPIEZA Y DESAZOLVE DEL RIO MOCORITO EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 2.7 KM, EN EL MUNICIPIO DE ANGOSTURA, ESTADO DE SINALOA.	
CONTRATO:	2020-B05-B28-RM-25-FN-LP-A-OR-0027	
CONTRATISTA:	CONSTRUCCIONES Y ESAZOLVES BEET, S.A. DE C.V.	
PERIODO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS:	06 DE AGOSTO AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2020	
IMPORTE:	\$	21,096,217.06

CHECK LIST

ANEXOS ECONOMICOS

Estatus	Clave	Descripción	Nota
✓	AE 1	Listado de insumos que intervienen en la integración de la proposición, con la descripción y especificaciones técnicas de cada uno de ellos, indicando las cantidades a utilizar, el precio puesto en la obra, sus respectivas unidades de medición y sus importes: A)Costos de materiales y equipo de instalación permanente; B)Costos del mano de obra; C)Costo de la maquinaria y equipo ligero de construcción; D)La suma de los listados de los insumos referidos en los incisos A + B +	
✓	AE 2	Análisis, cálculo e integración del Factor de Salario Real conforme a lo previsto en el Reglamento de "La LOPSRM", anexando el tabulador de salarios base de mano de obra por jornada diurna de ocho horas e integración de los costos...	

Figura 40. Pestaña para la documentación de la actividad “acopio de anexos de información económica de la obra”.

Dentro de la actividad de Revisión de Contrato se encuentra la pestaña que se muestra en la Figura 41.

← Antes de Iniciar **Instrucciones:**
Ingresar los datos correspondientes en las celdas de color gris claro, para mantener el resumen de la información dentro del contrato.

Revisión de Contrato - Resumen del Clausulado de Contrato

	Contratante:	COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
	Número de contrato:	2020-B05-B28-RM-25-FN-LP-A-OR-0027
	Nombre de la obra:	RESTITUCION DE LA SECCION HIDRAULICA MEDIANTE LIMPIEZA Y DESAZOLVE DEL RIO MOCORITO EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 2.7 KM, EN EL MUNICIPIO DE ANGOSTURA, ESTADO DE SINALOA.
	Ubicación de la obra:	MUNICIPIO DE ANGOSTURA, ESTADO DE SINALOA.
	Fecha y lugar de elaboración:	
	Contratista:	CONSTRUCCIONES Y ESAZOLVES BEET, S.A. DE C.V.

I. CONTRATANTE	
Representante de la Institución	ING. BALMED URALY VALENZUELA MEDINA
Medio por el cual se cubrirán las erogaciones	
Visita(s) al sitio de obra, Junta(s) de Aclaraciones	

II. CONTRATISTA	
Datos Generales	
OBJETO DEL CONTRATO	RESTITUCION DE LA SECCION HIDRAULICA MEDIANTE LIMPIEZA Y DESAZOLVE DEL RIO MOCORITO EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 2.7 KM, EN EL MUNICIPIO DE ANGOSTURA, ESTADO DE SINALOA.
MONTO DEL CONTRATO	\$ 21,096,217.06
PLAZO DE EJECUCION	06 DE AGOSTO AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2020
DISPONIBILIDAD DEL SITIO O	

Figura 41. Pestaña para la documentación de la actividad de “revisión de contrato de la obra”.

Dentro de la actividad de Planificación de la Supervisión se encuentra la pestaña que se muestra en la Figura 42.

←
Antes de Iniciar

Instrucciones:
Ingresar los datos correspondientes en las celdas de color gris claro y seleccionar al responsable dentro del menú desplegable de la celda correspondiente.

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
ORGANISMO DE CUENCA PACIFICO NORTE
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA

OBJETIVO:	CONTRATO:	2020-B05-B28-RM-25-FN-LP-A-OR-0027
RESTITUCION DE LA SECCION HIDRAULICA MEDIANTE LIMPIEZA Y DESAZOLVE DEL RIO MOCORITO EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 2.7 KM. EN EL MUNICIPIO DE ANGOSTURA, ESTADO DE SINALOA.	CONTRATISTA:	CONSTRUCCIONES Y ESAZOLVES BEET, S.A. DE C.V.
	PERIODO DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS:	
	06 DE AGOSTO AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2020	
	IMPORTE:	21096217.06

Plan general de supervisión (cronograma)							2020									
Elemento	Actividad	Responsable	Fecha Inicio	7 días												
				Días	Fecha Fin	may					jun					
						02	09	16	23	30	06	13	20	27		
Expediente Información Legal y Técnica	Registro - actualización - seguimiento	LOURDES	02/05/2020	15	17/05/2020											
Contrato	Registro - actualización - seguimiento	LOURDES	03/05/2020	6	09/05/2020											
Plan General	Estudio General - Cronograma - Seguimiento / Actualización - Actividades de Control	LOURDES	04/05/2020	7	11/05/2020											
Análisis de Riesgos	Registro - actualización - seguimiento	LOURDES	05/05/2020	8	13/05/2020											
Involucrados	Registro - actualización - seguimiento	LOURDES	06/05/2020	9	15/05/2020											
Suministros	Inspección / Seguimiento	LOURDES	07/05/2020	10	17/05/2020											
Personal	Inspección / Seguimiento	LOURDES	08/05/2020	11	19/05/2020											
Equipo	Inspección / Seguimiento	PEDRO	09/05/2020	12	21/05/2020											

Figura 42. Pestaña para documentación de la actividad de la “planificación de la supervisión de la obra”.

Dentro de la actividad de Análisis de Riesgos se encuentra en la pestaña que se muestra en la Figura 43.

←
Antes de Iniciar

Instrucciones:
Seleccionar el rango correspondiente de las columnas **PROBABILIDAD** y **IMPACTO**, así mismo elegir dentro de la columna **RESPONSABLE** a la persona encargada. Dentro de la columna **ACCION** redactar las acciones pertinentes.

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
ORGANISMO DE CUENCA PACIFICO NORTE
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA

OBJETIVO:	RESTITUCION DE LA SECCION HIDRAULICA MEDIANTE LIMPIEZA Y DESAZOLVE DEL RIO MOCORITO EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 2.7 KM. EN EL MUNICIPIO DE ANGOSTURA, ESTADO DE SINALOA.
CONTRATO:	2020-B05-B28-RM-25-FN-LP-A-OR-0027
CONTRATISTA:	CONSTRUCCIONES Y ESAZOLVES BEET, S.A. DE C.V.
PERIODO DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS:	06 DE AGOSTO AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2020
IMPORTE:	\$ 21,096,217.06

Análisis de riesgos (Matriz de Riesgos)						Plan de acción	
ID	Tipo	Descripción	Probabilidad [1-5]	Impacto [1-5]	Nivel	Acción	Responsable
R001	Naturales	Terremotos	5	2	Alto		LOURDES
R002	Naturales	Inundación	2	1	Bajo		RAMON
R003	Naturales	Fuego	3	1	Bajo		RAMON
R004	Naturales	Tormentas eléctricas	4	1	Bajo		RAUL
R005	Naturales	Deslizamientos de tierras	5	1	Medio		PEDRO
R006	Físicas	Daños a la estructura	5	2	Alto		LAURA
R007	Físicas	Daños a los equipos	4	2	Medio		LAURA
R008	Físicas	Accidentes laborales	3	2	Bajo		PEDRO
R009	Físicas	Incendio de materiales	2	2	Bajo		MARIO
R010	Físicas	Robo o pérdidas	1	2	Bajo		MARTIAS
R011	Financiera y Económica	Disponibilidad de fondos	1	3	Bajo		LAURA

Figura 43. Pestaña para la documentación de la actividad de “análisis de riesgos de la obra”.

Dentro de la actividad de Identificación de los Involucrados se encuentra en la pestaña que se muestra en la Figura 44.

Antes de Iniciar

Instrucciones:
Ingresar los datos correspondientes de los involucrados dentro del proyecto.

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
ORGANISMO DE CUENCA PACIFICO NORTE
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA

OBJETO:	RESTITUCION DE LA SECCION HIDRAULICA MEDIANTE LIMPIEZA Y DESAZOLVE DEL RIO MOCORITO EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 2.7 KM, EN EL MUNICIPIO DE ANGOSTURA, ESTADO DE SINALOA.
CONTRATO:	2020-B05-B28-RM-25-FN-LP-A-OR-0027
CONTRATISTA:	CONSTRUCCIONES Y ESAZOLVES BEET, S.A. DE C.V.
PERIODO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS:	06 DE AGOSTO AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2020
IMPORTE:	\$ 21,096,217.06

Datos generales de identificación de todos aquellos que pudieran tener interés o que se pudieran beneficiar directa e indirectamente la obra.

Responsable	Puesto	Empresa / Dependencia	Dirección	Teléfono	Rol/Interés/Poder relativo/ Capacidad de Participación
LAURA					
LOURDES					
MARIO					
PEDRO					
RAMON					
RAUL					

Figura 44. Pestaña para la documentación de la actividad “identificación de los involucrados de la obra”.

3.5.3.2 Características del sistema para la etapa “ejecución en campo”

La segunda parte del sistema de control consta de una serie de pestañas donde se registran o documentan las cinco actividades que la RSOP tiene como responsabilidad durante la ejecución en campo durante la obra. En las Figuras 44 a 53 se muestran las partes del sistema propuestas para documentar dichas actividades.

Dentro de la etapa “durante la ejecución en Campo” que la RSOP indica, se encuentran cinco actividades, las cuales se muestran en el Sub-panel de control de la etapa con título “Ejecución en Campo”, las cuales canalizan a las pestañas correspondientes para registrar o documentar la información necesaria, el cual se muestra en la Figura 45.

Ejecución en Campo



Figura 45 Sub-panel de control para registrar o documentar las cinco actividades que la RSOP tiene como responsabilidad durante la ejecución en campo de la obra.

Dentro de la actividad de registro de la entrega del sitio de Obra se encuentra la pestaña de la Figura 46.

←

Durante la ejecución

Instrucciones:
Redactar la información solicitada referente a la entrega del sitio de la obra..

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
ORGANISMO DE CUENCA PACIFICO NORTE
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA

OBJETO:	RESTITUCION DE LA SECCION HIDRAULICA MEDIANTE LIMPIEZA Y DESAZOLVE DEL RIO MOCORITO EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 2.7 KM. EN EL MUNICIPIO DE ANGOSTURA. ESTADO DE SINALOA.
CONTRATO:	2020-B05-B28-RM-25-FN-LP-A-OR-0027
CONTRATISTA:	CONSTRUCCIONES Y ESAZOLVES BEET, S.A. DE C.V.
PERIODO DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS:	06 DE AGOSTO AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2020
IMPORTE:	\$ 21,096,217.06

Registro de la Entrega del sitio de la Obra

a) Descripción de los Eventos realizados

Figura 46. Pestaña para la documentación de la actividad “el sitio de la obra”.

Dentro de la actividad de Toma de decisiones de Materiales, Mano de Obra, Equipo y ejecución se encuentran las pestañas de la Figura 47 a 49.

← Durante la ejecución **Materiales** Mano de Obra Equipos Bitácora



SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA
ORGANISMO DE CUENCA PACÍFICO NORTE
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA

OBJETO:	RESTITUCION DE LA SECCION HIDRAULICA MEDIANTE LIMPIEZA Y DESAZOLVE DEL RIO MOCORITO EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 2.7 KM, EN EL MUNICIPIO DE ANGOSTURA, ESTADO DE SINALOA.
CONTRATO:	2020-B05-B28-RM-25-FN-LP-A-OR-0027
CONTRATISTA:	CONSTRUCCIONES Y ESAZOLVES BEET, S.A. DE C.V.
PERIODO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS:	06 DE AGOSTO AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2020
IMPORTE:	\$ 21,096,217.06

Check list
Inspección de Materiales

Código	Estimación	Fecha	Descripción	Responsable	Estatus	Especificaciones	Pruebas	Bitácora	Restricción
	ESTIMACIÓN No.05(Cinco)		Block	RAUL	RETRASADO				
	ESTIMACIÓN No.02(Dos)		Arena	PEDRO	A TIEMPO				
	ESTIMACIÓN No.03(Tres)		Grava	RAMON	RETRASADO				
	ESTIMACIÓN No.04(Cuatro)		Cemento	RAMON	RETRASADO				
	ESTIMACIÓN No.05(Cinco)		Vigas acero	MARIO	A TIEMPO				
	ESTIMACIÓN No.01(Una)		Trabes acero	RAMON	A TIEMPO				
	ESTIMACIÓN No.02(Dos)		Columnas acero	LOURDES	A TIEMPO				
	ESTIMACIÓN No.03(Tres)		Puertas	RAMON	A TIEMPO				
	ESTIMACIÓN No.04(Cuatro)		Ventanas	LAURA	RETRASADO				
	ESTIMACIÓN No.05(Cinco)		Vitropiso	RAMON	A TIEMPO				
	ESTIMACIÓN No.01(Una)		Yeso	MARTIAS	RETRASADO				

Figura 47. Pestaña para la documentación de la actividad “inspección de materiales de la obra”.

← Durante la ejecución **Materiales** **Mano de Obra** Equipos Bitácora



SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
ORGANISMO DE CUENCA PACÍFICO NORTE
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA

OBJETO:	RESTITUCION DE LA SECCION HIDRAULICA MEDIANTE LIMPIEZA Y DESAZOLVE DEL RIO MOCORITO EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 2.7 KM, EN EL MUNICIPIO DE ANGOSTURA, ESTADO DE SINALOA.
CONTRATO:	2020-B05-B28-RM-25-FN-LP-A-OR-0027
CONTRATISTA:	CONSTRUCCIONES Y ESAZOLVES BEET, S.A. DE C.V.
PERIODO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS:	06 DE AGOSTO AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2020
IMPORTE:	\$ 21,096,217.06

Check List
Inspección de Mano de Obra

Clave	Categoría de Personal	Nombre	Existe	experiencia	Capacidad	Bitácora
	Jefe de Obra		SI			
	Arquitecto		NO			
	Arquitecto técnico o aparejador		SI			
	Delineante		SI			
	Topógrafo		NO			
	Albañil		SI			
	Electricista		SI			
	Alicatador		NO			
	Encofrador		SI			
	Encofrador		SI			
	Escayolista		NO			
	Ferrallista		SI			

Figura 48. Pestaña para la documentación de la actividad “inspección de mano de obra de la obra”.



OBJETO:	RESTITUCION DE LA SECCION HIDRAULICA MEDIANTE LIMPIEZA Y DESAZOLVE DEL RIO MOCORITO EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 2.7 KM. EN EL MUNICIPIO DE ANGOSTURA, ESTADO DE SINALOA.
CONTRATO:	2020-B05-B28-RM-25-FN-LP-A-OR-0027
CONTRATISTA:	CONSTRUCCIONES Y ESAZOLVES BEET, S.A. DE C.V.
PERIODO DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS:	06 DE AGOSTO AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2020
IMPORTE:	\$ 21,096,217.06

Check list						
Inspección de Equipo						
Clave	Descripción	Nota	En Tiempo	Especificación	Cantidad	Bitácora
	Allanadoras		RETRASADO			
	Apisonadores (Baillarinas)		A TIEMPO			
	Carretillas		RETRASADO			
	Cortadora de concreto y asfalto		RETRASADO			
	Martillos rompedores		A TIEMPO			
	Placas compactadoras		A TIEMPO			
	Reglas vibratorias para equipos de construcción		A TIEMPO			
	Revolvedoras para equipos de construcción para		A TIEMPO			
	Rodillos compactadores		RETRASADO			
	Vibradores de concreto		A TIEMPO			
			RETRASADO			

Figura 49. Pestaña para la documentación de la actividad “inspección de equipo en obra”.

Dentro de la actividad de Estimaciones se encuentran las pestañas de las Figuras 50, 51 y 52.

Control de Estimaciones						
Estimación 1						
Estimación 2						
Estimación 3						
Estimación 4						
Estimación 5						
Caratulas						

Figura 50. Pestaña para la documentación de la actividad “control de estimaciones de la obra”.

Control de Estimaciones Caratula 1 Caratula 2 Caratula 3 Caratula 4 Caratula 5

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
ORGANISMO DE CUENCA PACIFICO NORTE
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA

ESTIMACIÓN.No.01(Uno)	TRABAJOS EJECUTADOS
	DE CANTIDADES ADICIONALES O DE CONCEPTOS NO PREVISTOS EN EL CATÁLOGO ORIGINAL
	GASTOS NO RECUPERABLES
	CONVENIOS
	AJUSTE DE COSTOS

CONTRATO: 2020-B05-B28-RM-25-FN-LP-A-OR-0027	RFC: BCA0711166RT2	Hoja: _____
OBJETO: RESTITUCION DE LA SECCION HIDRAULICA MEDIANTE LIMPIEZA Y DESAZOLVE DEL RIO MOCORITO EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 2.7 KM, EN EL MUNICIPIO DE ANGOSTURA, ESTADO DE SINALOA.	PERIODO: _____	
CONTRATISTA: CONSTRUCCIONES Y ESZOLVES BEET, S.A. DE C.V.	FUENTE DE RECURSOS : FONDEN	
	ACUERDO DE AUTORIZACIÓN SHCP: SE.X.09/2018	
	OFICIO DE NOTIFICACIÓN BANOBRAS: DGAF/DASF/GASF/153400/2530/2018	
	RADICACIÓN: PAGADURIA LOCAL	

Número de concepto	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe	Notas
	TRABAJOS ORDINARIOS					ESTADO DEL CONTRATO: ESTIMADO ACUMULADO ANTERIOR: + IMPORTE DE ESTA ESTIMACIÓN: ✓ IMPORTE ACUMULADO: \$;VALOR! IMPORTE CONTRATADO \$ 21,096,217.06 SALDO A EJERCER: \$;VALOR!
	TRABAJOS EXTRAORDINARIOS					
IMPORTE TOTAL DE LOS SERVICIOS:						

IMPORTE EJECUTADO	\$ -
AMORTIZACIÓN TOTAL DEL ANTICIPO (-)	\$ -
SUBTOTAL	\$ -

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
ORGANISMO DE CUENCA PACIFICO NORTE
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA

ESTIMACIÓN.No.01(Uno)	TRABAJOS EJECUTADOS
	DE CANTIDADES ADICIONALES O DE CONCEPTOS NO PREVISTOS EN EL CATÁLOGO ORIGINAL
	GASTOS NO RECUPERABLES
	CONVENIOS
	AJUSTE DE COSTOS

CONTRATO: 2020-B05-B28-RM-25-FN-LP-A-OR-0027	RFC: BCA0711166RT2	Hoja: _____
OBJETO: RESTITUCION DE LA SECCION HIDRAULICA MEDIANTE LIMPIEZA Y DESAZOLVE DEL RIO MOCORITO EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 2.7 KM, EN EL MUNICIPIO DE ANGOSTURA, ESTADO DE SINALOA.	PERIODO: _____	
CONTRATISTA: CONSTRUCCIONES Y ESZOLVES BEET, S.A. DE C.V.	FUENTE DE RECURSOS : FONDEN	
	ACUERDO DE AUTORIZACIÓN SHCP: SE.X.09/2018	
	OFICIO DE NOTIFICACIÓN BANOBRAS: DGAF/DASF/GASF/153400/2530/2018	
	RADICACIÓN: PAGADURIA LOCAL	

Número de concepto	Concepto	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Importe	Notas
--------------------	----------	--------	----------	-----------------	---------	-------

Figura 52. Pestaña para la documentación de la actividad “caratulas de estimaciones de la obra”.

Dentro de la actividad de Bitácora de Obra y Minutas de Juntas de Trabajo se encuentran las pestañas de las Figuras 53 y 54.

← Durante la ejecución Registro Bitacora Minuta



SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
ORGANISMO DE CUENCA PACIFICO NORTE
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA GIDROAGRÍCOLA

OBJETO:	RESTITUCION DE LA SECCION HIDRAULICA MEDIANTE LIMPIEZA Y DESAZOLVE DEL RIO MOCORITO EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 2.7 KM, EN EL MUNICIPIO DE ANGOSTURA, ESTADO DE SINALOA.		
CONTRATO:	2020-B05-B28-RM-25-FN-LP-A-OR-0027		
CONTRATISTA:	CONSTRUCCIONES Y ESAZOLVES BEET, S.A. DE C.V.		
PERIODO DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS:	06 DE AGOSTO AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2020		
IMPORTE TOTAL:	\$		21,096,217.06

Nota: Seleccionar en la cinta de opciones la pestaña con titulo "Ingreso de Bitacora", continúe seleccionando la primera celda de la tabla y después seleccionar formulario, seleccionar el boton nuevo e ingresar los datos.

No. Folio	Tipo de Nota	Nota	Apertura Fecha	Cierre Fecha	Atendida (si=1 y no=0)	Pendiente	Resultado
Total		0			0	0	

Figura 53. Pestaña para la documentación de la actividad “registro de bitácora de la obra”.

← Durante la ejecución Registro Bitacora Minuta



SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
ORGANISMO DE CUENCA PACIFICO NORTE
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA GIDROAGRÍCOLA

OBJETO:	RESTITUCION DE LA SECCION HIDRAULICA MEDIANTE LIMPIEZA Y DESAZOLVE DEL RIO MOCORITO EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 2.7 KM, EN EL MUNICIPIO DE ANGOSTURA, ESTADO DE SINALOA.		
CONTRATO:	2020-B05-B28-RM-25-FN-LP-A-OR-0027		
CONTRATISTA:	CONSTRUCCIONES Y ESAZOLVES BEET, S.A. DE C.V.		
PERIODO DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS:	06 DE AGOSTO AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2020		
IMPORTE TOTAL:	\$		21,096,217.06

Minuta de Junta de Trabajo

No. Minuta	Asistentes:	Orden del día:	Desarrollo	Asunto / Comentarios/ Acuerdos / Conclusión:	E.Cierre:
Total		0			0

Figura 54. Pestaña para la documentación de la actividad “minutas de juntas de trabajo de la obra”.



Figura 56. Sub-panel de control para registrar o documentar las cinco actividades que la RSOP tiene como responsabilidad durante la ejecución en gabinete de la obra.

Dentro de la actividad de Cambio de Proyecto se encuentran las pestañas de las Figuras 57 y 58.

← Ejecución en Gabinete Cambio de Proyecto Conceptos y Cantidades Extra

 SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
ORGANISMO DE CUENCA PACIFICO NORTE
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA

OBJETO:	RESTITUCION DE LA SECCION HIDRAULICA MEDIANTE LIMPIEZA Y DESAZOLVE DEL RIO MOCORITO EN UNA LONGITUD
CONTRATO:	2020-B05-B28-RM-25-FN-LP-A-OR-0027
CONTRATISTA:	CONSTRUCCIONES Y ESAZOLVES BEET, S.A. DE C.V.
PERIODO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS:	06 DE AGOSTO AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2020
IMPORTE TOTAL:	\$ 21,096,217.06

Registro, trámite y actualización de Cambios al Proyecto

No.	Descripción	Tipo	Fecha Solicitud	Fecha Autorizado	Expediente	Bitacora Solicitud	Bitacora Autorizada

Figura 57. Pestaña para la documentación de la actividad “cambio de proyecto de la obra”.



Ejecución en Gabinete

Cambio de Proyecto

Conceptos y Cantidades Extra



SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
 COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
 ORGANISMO DE CUENCA PACIFICO NORTE
 DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA

OBJETO:	RESTITUCION DE LA SECCION HIDRAULICA MEDIANTE LIMPIEZA Y DESAZOLVE DEL RIO MOCORITO EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 2.7 KM, EN EL MUNICIPIO DE ANGOSTURA, ESTADO DE SINALOA.		
CONTRATO:	2020-B05-B28-RM-25-FN-LP-A-OR-0027		
CONTRATISTA:	CONSTRUCCIONES Y ESAZOLVES BEET, S.A. DE C.V.		
PERIODO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS:	06 DE AGOSTO AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2020		
IMPORTE TOTAL:	\$		21,096,217.06

Registro, trámite y actualización de Conceptos y Cantidades extras										
Clave	Desc. Concepto	Cantidad	P.U.	Total	Fecha Solicitud	Fecha Autorizacion	Expediente	Bitacora Solicitud	Bitacora Autoriza	Observaciones
				\$ -						
				\$ -						
				\$ -						
				\$ -						
				\$ -						
Total				\$ -						0

Figura 58. Pestaña para la documentación de la actividad “conceptos y cantidades extras de la obra”.

Dentro de la actividad de Convenios se encuentra la pestaña de la Figura 59.

Ejecución en Gabinete

Control de Convenios

CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
ORGANISMO DE CUENCA PACIFICO NORTE
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA

OBJETO:	RESTITUCION DE LA SECCION HIDRAULICA MEDIANTE LIMPIEZA Y DESAZOLVE DEL RIO MOCORITO EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 2.7 KM. EN EL MUNICIPIO DE ANGOSTURA, ESTADO DE SINALOA.
CONTRATO:	2020-B05-B28-RM-25-FN-LP-A-OR-0027
CONTRATISTA:	CONSTRUCCIONES Y ESAZOLVES BEET, S.A. DE C.V.
PERIODO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS:	06 DE AGOSTO AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2020
IMPORTE TOTAL:	21096217.06

Registro, trámite y actualización de Convenios							Oficio		Bitacora				Nota
Folio	Descripción	Programado		Modificacion		Diferencia	Fecha		Solicitud		Autorizacion		
		Dias P	Monto P	Dias M	Monto M		Solicitud	Autorizacion	Fecha S.	No. Folio	Fecha A.	No. Folio A.	
						\$ -							
						\$ -							
						\$ -							
						\$ -							
						\$ -							

Figura 59. Pestaña para la documentación de la actividad “control de convenios de la obra”.



Ejecución en Gabinete

Control de Retenciones

Retencion 1



SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
 COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
 ORGANISMO DE CUENCA PACIFICO NORTE
 DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA

OBJETO:	RESTITUCION DE LA SECCION HIDRAULICA MEDIANTE LIMPIEZA Y DESAZOLVE DEL RIO MOCORITO EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 2.7 KM, EN EL MUNICIPIO DE ANGOSTURA, ESTADO		
CONTRATO:	2020-B05-B28-RM-25-FN-LP-A-OR-0027		
CONTRATISTA:	CONSTRUCCIONES Y ESAZOLVES BEET, S.A. DE C.V.		
PERIODO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS:	06 DE AGOSTO AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2020		
IMPORTE TOTAL:	\$		21,096,217.06

CÁLCULO DE RETENCIÓN

INICIO DEL CONTRATO:		TÉRMINO DEL CONTRATO:		INICIO CONVENIO:		TÉRMINO DEL CONVENIO:		
06/08/2020		30/12/2020						
No. DE ESTIMACIÓN	PERIODO	MONTO	MONTO EJECUTADO ACUMULADO	MONTO PROGRAMADO ACUMULADO	MONTO PROGRAMADO MENOS MONTO EJECUTADO ACUMULADO	5%	MESES (PROPORCION)	RETENCIÓN
		\$ 100,000.00	\$ 50,000.00	\$ 98,000.00	\$ 48,000.00	\$ 2,400.00	2.00	\$ 4,800.00
					\$ -	\$ -		\$ -
					\$ -	\$ -		\$ -
					\$ -	\$ -		\$ -
					\$ -	\$ -		\$ -
					\$ -	\$ -		\$ -
					\$ -	\$ -		\$ -
SUMA								\$4,800.00
NUMERO DE ESTIMACIÓN:		PERIODO:		IMPORTE DE DEVOLUCIÓN:		IMPORTE DE RETENCIÓN:		
0		0		\$0.00		\$4,800.00		
IMPORTE DE RETENCIÓN CON LETRA:		CUATRO MIL OCHOCIENTOS PESOS M.N.						

Figura 61. Pestaña para la documentación de la actividad “cálculo de retenciones de la obra”.

Dentro de la actividad de Ajustes de Costos se encuentran las pestañas de la Figura 62 a 64.

←

Ejecución en Gabinete

Control de Ajustes de Costos

Calculo del Factor de Ajuste

Estimacion de Sobrecosto



SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
 COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
 ORGANISMO DE CUENCA PACIFICO NORTE
 DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA

OBJETO:	RESTITUCION DE LA SECCION HIDRAULICA MEDIANTE LIMPIEZA Y DESAZOLVE DEL RIO MOCORITO EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 2.7 KM, EN EL MUNICIPIO DE ANGOSTURA, ESTADO DE SINALOA.		
CONTRATO:	2020-B05-B28-RM-25-FN-LP-A-OR-0027		
CONTRATISTA:	CONSTRUCCIONES Y ESAZOLVES BEET, S.A. DE C.V.		
PERIODO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS:	06 DE AGOSTO AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2020		
IMPORTE TOTAL:	\$		21,096,217.06

Registro, trámite y Actualización de ajustes de costos						Bitacora			
Folio	Descripción	P.U.		Fecha		Folio B.	Fecha		Nota
		Programado	Modificado	Solicitud	Autorizacion		Solicitud B.	Autorizacion B.	

Figura 62. Pestaña para la documentación de la actividad “control de ajustes de costos de la obra”.



SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
 COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
 ORGANISMO DE CUENCA PACIFICO NORTE
 DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA

OBJETO:	RESTITUCION DE LA SECCION HIDRAULICA MEDIANTE LIMPIEZA Y DESAZOLVE DEL RIO MOCORITO EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 2.7 KM, EN EL MUNICIPIO DE ANGOSTURA, ESTADO DE SINALOA.
CONTRATO:	2020-B05-B28-RM-25-FN-LP-A-OR-0027
CONTRATISTA:	CONSTRUCCIONES Y ESAZOLVES BEET, S.A. DE C.V.
PERIODO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS:	06 DE AGOSTO AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2020
IMPORTE TOTAL:	21096217.06

Clave	Descripcion	tipo	costo original	Indice Apertura	Indice Actualizar	Costo Ajustado	Bitacora	Observaciones

Figura 63. Pestaña para la documentación de la actividad “cálculo del factor de ajustes de la obra”.



Ejecución en Gabinete

Control de Ajustes de Costos

Calculo del Factor de Ajuste

Estimacion de Sobre costo



SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
ORGANISMO DE CUENCA PACIFICO NORTE
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA

OBJETO:	RESTITUCION DE LA SECCION HIDRAULICA MEDIANTE LIMPIEZA Y DESAZOLVE DEL RIO MOCORITO EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 2.7 KM, EN EL MUNICIPIO DE ANGOSTURA, ESTADO DE SINALOA.
CONTRATO:	2020-B05-B28-RM-25-FN-LP-A-OR-0027
CONTRATISTA:	CONSTRUCCIONES Y ESAZOLVES BEET, S.A. DE C.V.
PERIODO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS:	06 DE AGOSTO AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2020

SUBTOTAL	\$	7.00
TOTALES	\$	7.00

Clave	Concepto	Unidad	PU	Cantidad	Importe
			\$ 1.00	1.00	\$ 1.00
			\$ 1.00	1.00	\$ 1.00

CONCEPTO		CONTRATO		FECHAS DE PROGRAMA	
IMPORTE		\$7.00		INICIO	06/08/2020
IVA		\$1.12		TERMINACIÓN	30/12/2020
IMPORTE TOTAL		\$8.12		DURACIÓN	146 Dias
ANTICIPO S/IVA		\$2.10			
TOTAL	\$ -	TOTAL	\$ -		

EJECUTADO ANTERIOR		EJECUTADO EN EL PERIODO		EJECUTADO ACUMULADO		AVANCE PONDERADO
						%
\$ -		\$ -	0.00%	0.00	\$ -	0.00%
\$ -		\$ -	0.00%	0.00	\$ -	0.00%
\$ -		\$ -	0.00%	0.00	\$ -	0.00%
\$ -		\$ -	0.00%	0.00	\$ -	0.00%
\$ -		\$ -	0.00%	0.00	\$ -	0.00%
\$ -		\$ -	0.00%	0.00	\$ -	0.00%
\$ -		\$ -	0.00%	0.00	\$ -	0.00%

Figura 64. Pestaña para la documentación de la actividad “estimación de sobre costo de la obra”.

Dentro de la actividad de Informes se encuentran las pestañas de la Figura 65 a 67.



SECRETARIA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
COMISION NACIONAL DEL AGUA
ORGANISMO DE CUENCA PACIFICO NORTE
DIRECCION DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRICOLA

OBJETO:	RESTITUCION DE LA SECCION HIDRAULICA MEDIANTE LIMPIEZA Y DESAZOLVE DEL RIO MOCORITO EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 2.7 KM, EN EL MUNICIPIO DE ANGOSTURA, ESTADO DE SINALOA.	CONCEPTO	CONTRATO	FECHAS DE PROGRAMA
CONTRATO:	2020-B05-B28-RM-25-FN-LP-A-OR-0027	IMPORTE	\$20,666,333.86	INICIO:
CONTRATISTA:	CONSTRUCCIONES Y ESAZOLVES BEET, S.A. DE C.V.	I.V.A.	\$3,306,613.42	TERMINACION:
PERIODO DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS:	06 DE AGOSTO AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2020	IMPORTE TOTAL	\$23,972,947.28	DURACION:
		ANTICIPO SI/VA	\$6,199,900.16	146 Dias

Clave	Conceptos de Trabajo por Partidas	TOTALES \$20,666,333.86 Importe	% DE AVANCE FINANCIERO		PAGADO ANTERIOR		PAGADO EN PERIODO		PAGADO ACUMULADO		AVANCE CUMPLIDO %
			41%		Total=	\$	Total=	\$ 8,518,190.40	Total=	\$ 8,518,190.40	
7	RECTIFICACION Y CONTROL DE RIOS										
7.1	TERRACERIAS										
7.1.1	DESMONTE Y DESPALME										
7.1.1.1	DESMONTE, LIMPIA, RETIRO DE ARBOLES Y VEGETACION CON ACARREO LIBRE A 200 METROS.	\$ 104,458.57		50.50%	0.00%	\$ 52,748.98	50.50%	\$ 52,748.98	50.50%		0.26%
7.1.2.1	EXCAVACION PARA FORMAR LA CUBETA DEL CAUCE, EN MATERIAL COMUN CON EQUIPO MECANICO, INCLUYE TRASPALO Y ACARREO HASTA 200 METROS.	\$ 9,371,658.83		43.96%	0.00%	\$ 4,119,375.02	43.96%	\$ 4,119,375.02	43.96%		19.93%
7.1.5	ACARREOS										
7.1.5.1	ACARREOS EN EL PRIMER KILOMETRO, DE LOS MATERIALES CORRESPONDENTES A LOS CONCEPTOS 7.1.1.1 Y 7.1.2.1	\$ 4,390,158.47		40.86%	0.00%	\$ 1,793,727.24	40.86%	\$ 1,793,727.24	40.86%		8.68%
7.1.6.1	ACARREOS EN LOS KILOMETROS AL PRIMERO DE LOS MATERIALES CORRESPONDIENTES A LOS CONCEPTOS 7.1.1.1 Y 7.1.2.1	\$ 6,246,865.80		40.86%	0.00%	\$ 2,552,339.16	40.86%	\$ 2,552,339.16	40.86%		12.35%
7.2	MEDIDAS DE MITIGACION Y COMPENSACION										
7.2.1	CONSTRUCCION DE VIVEROS PARA DESARROLLO DE PLANTAS	\$ 47,665.80		0.00%	0.00%		0.00%		0.00%		0.00%
7.2.2	PESTAUACION DE AREAS VERDES ALEDAÑAS A LA OBRA, INCLUYE: INSUMOS, PERSONAL E INFORME	\$ 505,526.40		0.00%	0.00%		0.00%		0.00%		0.00%

AVANCE FISICO DE OBRA EJECUTADA POR MONTOS:	\$ -	\$ 8,518,190.40	\$ 8,518,190.40
AVANCE FISICO DE OBRA EJECUTADA PORCENTUAL:	0.00%	41.22%	41.22%
AVANCE PROGRAMADO POR MONTOS:	\$ -	\$ 4,104,771.17	\$ 4,104,771.17
AVANCE PROGRAMADO PORCENTUAL:	0.00%	19.86%	19.86%
ADELANTO POR MONTOS:	\$ -	\$ 4,413,419.23	\$ 4,413,419.23
ADELANTO PORCENTUAL:	0.00%	21.36%	21.36%

Figura 65. Pestaña para la documentación de la actividad “control de avance físico-financiero de la obra”.

Objetivo:		Contrato:		Contratista:		2020-B05-E28-FM-25-FNLP-A-OP-0027	
RESTITUCIÓN DE LA SECCIÓN HIDRÁULICA MEDIANTE LIMPIEZA Y DESAZOLVE DEL RÍO MOCORTO EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 27 KM. EN EL MUNICIPIO DE ANIGOSTURA, ESTADO DE SINALOA.				CONSTRUCCIONES Y ENSAZOLVES BRET, S.A. DE C.V.		CONSTRUCCIONES Y ENSAZOLVES BRET, S.A. DE C.V.	
		IMPORTE:				PERIODO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS: 06 DE AGOSTO AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2020	
						21096,217.06	

Inicio de proyecto:		% Avance Planificado:		% Avance Real:		Costo Total presupuestado BAC	
		100%		102%		\$ 210,962,170.86	
Clave							
7							
7.1							
7.1.1							
7.1.1.1	Total VP	\$ 5,863,958.81	\$ 7,036,750.58	\$ 7,260,098.08	\$ 252,763.20	\$ 252,763.20	
7.1.1.1	Total VG	\$ 8,518,190.40	\$ 3,916,221.24	\$ 3,855,000.48	\$ 4,301,278.55	\$ 505,526.40	
7.1.1.1	Total CR	\$ 8,518,190.40	\$ 3,916,221.24	\$ 3,855,000.48	\$ 4,301,278.55	\$ 505,526.40	
7.1.5		25.00	30.00	31.00	30.00	30.00	
7.1.5.1		31/08/2020	30/09/2020	31/10/2020	30/11/2020	30/12/2020	
7.1.6.1	% VP	28%	34%	35%	1%	1%	
7.2	% VG	41%	19%	19%	21%	2%	
7.2.1	% CR	41%	19%	19%	21%	2%	
7.2.2	VP	\$ 47,481.17	\$ 56,977.40				
7.2.2	VG	\$ 52,748.98	\$ 23,776.02	\$ 13,122.28	\$ 14,811.29	\$ -	
7.2.2	CR	\$ 52,748.98	\$ 23,776.02	\$ 13,122.28	\$ 14,811.29	\$ -	
7.2.1	VP	\$ 2,724,319.43	\$ 3,269,183.31	\$ 3,378,156.09			
7.2.1	VG	\$ 4,119,375.02	\$ 1,865,338.20	\$ 1,696,561.34	\$ 1,690,384.28	\$ -	
7.2.1	CR	\$ 4,119,375.02	\$ 1,865,338.20	\$ 1,696,561.34	\$ 1,690,384.28	\$ -	
7.1.6.1	VP	\$ 1,276,208.86	\$ 1,531,450.63	\$ 1,582,498.98			
7.1.6.1	VG	\$ 1,793,727.24	\$ 836,636.34	\$ 865,751.58	\$ 894,043.30	\$ -	
7.1.6.1	CR	\$ 1,793,727.24	\$ 836,636.34	\$ 865,751.58	\$ 894,043.30	\$ -	
7.1.6.1	VP	\$ 1,815,949.36	\$ 2,179,139.23	\$ 2,251,777.21			
7.1.6.1	VG	\$ 2,552,339.16	\$ 1,190,470.68	\$ 1,231,899.48	\$ 1,272,156.48	\$ -	
7.1.6.1	CR	\$ 2,552,339.16	\$ 1,190,470.68	\$ 1,231,899.48	\$ 1,272,156.48	\$ -	
7.1.6.1	VP			\$ 47,665.80			
7.1.6.1	VG	\$ -	\$ -	\$ 47,665.80	\$ -	\$ -	
7.1.6.1	CR	\$ -	\$ -	\$ 47,665.80	\$ -	\$ -	
7.1.6.1	VP				\$ 252,763.20	\$ 252,763.20	
7.1.6.1	VG	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 505,526.40	
7.1.6.1	CR	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 505,526.40	
7.1.6.1	VP						
7.1.6.1	VG	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 429,883.20	\$ -	
7.1.6.1	CR	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 429,883.20	\$ -	

Figura 66. Pestaña para la documentación de la actividad “presupuesto programado vs. presupuesto real de la obra”



Ejecución en Gabinete

Control de Avance Físico - Financiero

Cronograma Prog. VS Real

Informe 1

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
 COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
 ORGANISMO DE CUENCA PACIFICO NORTE
 DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA

ESTADO FINANCIERO DE OBRA												
		OBRA:	RESTITUCION DE LA SECCION HIDRAULICA MEDIANTE LIMPIEZA Y DESAZOLVE DEL RIO MOCORITO EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 2.7 KM, EN EL MUNICIPIO DE ANGOSTURA, ESTADO DE SINALOA.					FECHA:				
		CONTRATO:	2020-B05-B28-RM-25-FN-LP-A-OR-0027					PERIODO DEL:			AL:	
						CONTRATISTA:	CONSTRUCCIONES Y ESAZOLVES BEET, S.A. DE C.V.					
FORMATO E1												
No. Estimacion	Fecha de Entrega	No. De Factura	Monto Contrato	Adicional	Extra	Deductiva	Amortizacion de Anticipo	Saldo Retenido	Total a Pagar	IVA 0.0%	Total con IVA	
1			\$ 20,666,333.86				\$ 6,199,900.16	\$ -	\$ 14,466,433.70	\$ 2,314,629.39	\$ 16,781,063.09	
							\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
							\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
							\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
							\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
			\$ -				\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	
			\$ 20,666,333.86	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 6,199,900.16	\$ -	\$ 14,466,433.70	\$ 2,314,629.39	\$ 16,781,063.09	
				ANTICIPO				FONDO GARANTIA				
				PORCENTAJE ANTICIPO 30.00%				PORCENTAJE RETENCION 0.0%				
MONTO CONTRATADO		\$	20,666,333.86	ANTICIPO OTORGADO		\$	6,199,900.16	RETENCION CONTRATO		\$	-	
MONTO ADICIONALES				ANTICIPO ADICIONALES		\$	-	RETENCION ADICIONAL		\$	-	
MONTO EXTRAS				ANTICIPO EXTRAS		\$	-	RETENCION EXTRAS		\$	-	
MONTO DEDUCTIVAS								RETENCION DEDUCTIVAS		\$	-	
TOTAL		\$	20,666,333.86	TOTAL		\$	6,199,900.16	TOTAL		\$	-	
ESTIMADO A LA FECHA		\$	20,666,333.86	AMORTIZADO A LA FECHA		\$	6,199,900.16	RETENCION A LA FECHA		\$	-	
SALDO POR ESTIMAR		\$	-	SALDO POR AMORTIZAR		\$	-	POR RETENER		\$	-	
REVISÓ				AUTORIZÓ				ACEPTÓ				
				ADMINISTRACION				CONTRATISTA				

Figura 67. Pestaña para la documentación de la actividad “informe en formato E1 de la obra”

3.5.3.4 Características del sistema para la etapa “cierre de la obra”

La cuarta parte del sistema de control consta de una serie de pestañas donde se registran o documentan las cinco actividades que la RSOP tiene como responsabilidad antes de iniciar la obra. En las Figuras 68 a 73 se muestran las partes del sistema propuestas para documentar dichas actividades.

Dentro de la etapa “Cierre de la Obra” que la RSOP indica, se encuentran cinco actividades, las cuales se muestran en el Sub-panel de control de la etapa con título “Cierre”, las cuales canalizan a las pestañas correspondientes para registrar o documentar la información necesaria, el cual se muestra en la Figura 68.



Figura 68. Sub-panel de control para registrar o documentar las cinco actividades que la RSOP tiene como responsabilidad durante el cierre de la obra.

A continuación, se muestran las pestañas correspondientes a cada actividad en la etapa de Cierre de la Obra.

←
Cierre



CONAGUA
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
ORGANISMO DE CUENCA PACIFICO NORTE
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA

OBJETO:	RESTITUCION DE LA SECCION HIDRAULICA MEDIANTE LIMPIEZA Y DESAZOLVE DEL RIO MOCORITO EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 2.7 KM, EN EL MUNICIPIO DE ANGOSTURA, ESTADO DE SINALOA.	
CONTRATO:	2020-B05-B28-RM-25-FN-LP-A-OR-0027	
CONTRATISTA:	CONSTRUCCIONES Y ESAZOLVES BEET, S.A. DE C.V.	
PERIODO DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS:	06 DE AGOSTO AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2020	
IMPORTE CONTRATADO:	\$	20,666,333.86

Registro y actualización del proceso de suspensión temporal de los trabajos										
Folio	Causa	Autorizo	Fecha		Acciones a Realizar	Bitácora	Acta	Convenio	Gastos No Recuperables	
			Inicio	Fin						

Figura 69. Pestaña para la documentación de la actividad “control de suspensión de la obra”

← Cierre



SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
ORGANISMO DE CUENCA PACIFICO NORTE
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA

OBJETO:	RESTITUCION DE LA SECCION HIDRAULICA MEDIANTE LIMPIEZA Y DESAZOLVE DEL RIO MOCORITO EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 2.7 KM, EN EL MUNICIPIO DE ANGOSTURA, ESTADO DE SINALOA.		
CONTRATO:	2020-B05-B28-RM-25-FN-LP-A-OR-0027		
CONTRATISTA:	CONSTRUCCIONES Y ESAZOLVES BEET, S.A. DE C.V.		
PERIODO DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS:	06 DE AGOSTO AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2020		
IMPORTE CONTRATADO:	\$		20,666,333.86

Registro y actualización del proceso de terminación anticipado del contrato			
CAUSA:			
FECHA DE INICIO:			
NOMBRE DE QUIEN AUTORIZA:			

Estatus	Actividad	Observación
✓	OFICIO INFORMATIVO AL CONTRATISTA	
✓	REGISTRO EN BITACORA	
✓	ACTA CIRCUNSTANCIADA	
✓	CALCULO DE LOS GASTOS NO RECUPERABLES	
✓	DEVOLUCION DE DOCUMENTOS DEL CONTRATISTA	
✓	CITA PARA CONCILIAR EL FINQUITO	

Figura 70. Pestaña para la documentación de la actividad “terminación anticipada de la obra”

← Cierre



SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
ORGANISMO DE CUENCA PACIFICO NORTE
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA

OBJETO:	RESTITUCION DE LA SECCION HIDRAULICA MEDIANTE LIMPIEZA Y DESAZOLVE DEL RIO MOCORITO EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 2.7 KM, EN EL MUNICIPIO DE ANGOSTURA, ESTADO DE SINALOA.		
CONTRATO:	2020-B05-B28-RM-25-FN-LP-A-OR-0027		
CONTRATISTA:	CONSTRUCCIONES Y ESAZOLVES BEET, S.A. DE C.V.		
PERIODO DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS:	06 DE AGOSTO AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2020		
IMPORTE CONTRATADO:	\$		20,666,333.86

REGISTRO Y ACTUALIZACION DEL PROCESO DE RESCISION DEL CONTRATO			
CAUSA:			
FECHA DE INICIO:			
NOMBRE DE QUIEN AUTORIZA:			

Estatus	Actividad	Observación
✓	OFICIO INFORMATIVO AL CONTRATISTA	
✓	REGISTRO EN BITACORA	
✓	ACTA CIRCUNSTANCIADA	
✓	CALCULO DE LOS GASTOS NO RECUPERABLES	
✓	DEVOLUCION DE DOCUMENTOS DEL CONTRATISTA	
✓	CITA PARA CONCILIAR EL FINQUITO	

Figura 71. Pestaña para la documentación de la actividad “rescisión de contrato anticipada de la obra”


SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
ORGANISMO DE CUENCA PACIFICO NORTE
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA

OBJETO:	RESTITUCION DE LA SECCION HIDRAULICA MEDIANTE LIMPIEZA Y DESAZOLVE DEL RIO MOCORITO EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 2.7 KM, EN EL MUNICIPIO DE ANGOSTURA, ESTADO DE SINALOA.
CONTRATO:	2020-B05-B28-RM-25-FN-LP-A-OR-0027
CONTRATISTA:	CONSTRUCCIONES Y ESAZOLVES BEET, S.A. DE C.V.
PERIODO DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS:	06 DE AGOSTO AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2020
IMPORTE CONTRATADO:	\$ 20,666,333.86

Registro y actualizaciones del proceso de entrega-recepción de los trabajos		
Estatus	Actividad	Observación
✓	REGISTRO EN BITACORA	
✓	ACTA ENTREGA-RECEPCION	
✓	CONSTANCIA DE ENTREGA DEL EXPEDIENTE DE LOS TRABAJOS	
	GARANTIAS	
	CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO	
	VICIOS OCULTOS	
	DEVOLUCION DE DOCUMENTOS POR PARTE DEL CONTRATISTA	
✓	CITA PARA CONCILIAR EL FINIQUITO	

Figura 72. Pestaña para la documentación de la actividad “recepción de obra”


SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA
ORGANISMO DE CUENCA PACIFICO NORTE
DIRECCIÓN DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA

OBJETO:	RESTITUCION DE LA SECCION HIDRAULICA MEDIANTE LIMPIEZA Y DESAZOLVE DEL RIO MOCORITO EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 2.7 KM, EN EL MUNICIPIO DE ANGOSTURA, ESTADO DE SINALOA.
CONTRATO:	2020-B05-B28-RM-25-FN-LP-A-OR-0027
CONTRATISTA:	CONSTRUCCIONES Y ESAZOLVES BEET, S.A. DE C.V.
PERIODO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS:	06 DE AGOSTO AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2020
IMPORTE CONTRATADO:	\$ 20,666,333.86

Registro y actualización del proceso del finiquito de los trabajos		
Estatus	Actividad	Observación
✓	1-REGISTRO EN BITACORA	
	2-ACATA DE FINIQUITO	
	3-ESTIMACION FINAL	
	4-DECLARATORIA DE RENUNCIA	

Figura 73. Pestaña para la documentación de la actividad “elaboración de finiquito de obra”

3.5.3.5 Características de la sección de “información de contrato”

La sección de Información de Contrato consta de una serie de pestañas donde se registran o documentan la información que proporciona el contrato para el llenado de la información requerida en ciertas secciones dentro del sistema de Control. En las Figuras 74 a 77 se muestran las partes de la sección de Información de Contrato.

Dentro de la Figura 74 se concentra la información básica para el llenado del encabezado de cada pestaña del sistema de Control.

ENCABEZADO	
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES	
COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA	
ORGANISMO DE CUENCA PACIFICO NORTE	
DIRECCION DE INFRAESTRUCTURA HIDROAGRÍCOLA	
DATOS GENERALES DEL CONTRATO	
OBJETO:	RESTITUCION DE LA SECCION HIDRAULICA MEDIANTE LIMPIEZA Y DESAZOLVE DEL RIO MOCORITO EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 2.7 KM, EN EL MUNICIPIO DE ANGOSTURA, ESTADO DE SINALOA.
CONTRATO:	2020-B05-B28-RM-25-FN-LP-A-OR-0027
CONTRATISTA:	CONSTRUCCIONES Y ESAZOLVES BEET, S.A. DE C.V.
PERIODO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS:	06 DE AGOSTO AL 30 DE SEPTIEMBRE DE 2020
IMPORTE TOTAL:	\$ 21,096,217.06
IMPORTE CONTRATADO:	\$ 20,666,333.86
TRABAJOS EXTRAORDINARIOS:	\$ 429,883.20
AJUSTES DE COSTOS:	\$ -
INICIO CONTRATO:	06/08/2020
TERMINO CONTRATO:	30/12/2020
DURACION DIAS NATURALES:	146
UBICACIÓN DE LA OBRA	MUNICIPIO DE ANGOSTURA, ESTADO DE SINALOA.
DATOS DEL CONTRATISTA	
CONTRATISTA:	CONSTRUCCIONES Y ESAZOLVES BEET, S.A. DE C.V.
RFC:	BCA0711166RT2
FUENTE DE RECURSOS :	FONDEN
ACUERDO DE AUTORIZACIÓN SHCP:	SE.X.09/2018
OFICIO DE NOTIFICACIÓN BANOBRAS:	DGAF/DASF/GASF/153400/2530/2018
RADICACIÓN:	PAGADURIA LOCAL

Figura 74. Pestaña para la documentación de la información base del contrato.

La pestaña “Presupuesto” es en la que se ingresa el presupuesto Base, el cual se encuentra en el contrato original y se muestra en la Figura 75.

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	PU	Importe
7	RECTIFICACION Y CONTROL DE RIOS				
7.1	TERRACERIAS				
7.1.1	DESMONTE Y DESPALME				
	DESMONTE, LIMPIA, RETIRO DE ARBOLES Y VEGETACION CON ACARREO LIBRE A 200 METROS.	HA	8.04	\$ 12,992.36	\$ 104,458.57
7.1.1.1					
7.1.2.1	EXCAVACION PARA FORMAR LA CUBETA DEL CAUCE, EN MATERIAL COMUN CON EQUIPO MECANICO, INCLUYE TRASPALO Y ACARREO HASTA 200 METROS.	M3	223,934.50	\$ 41.85	\$ 9,371,658.83
7.1.5	ACARREOS				
7.1.5.1	ACARREOS EN EL PRIMER KILOMETRO, DE LOS MATERIALES CORRESPONDENTES A LOS CONCETOS 7.1.1.1 Y 7.1.2.1	M3	247,891.50	\$ 17.71	\$ 4,390,158.47
7.1.6.1	ACARREOS EN LOS KILOMETROS AL PRIMERO DE LOS MATERIALES CORRESPONDIENTES A LOS CONCEPTOS 7.1.1.1 Y 7.1.2.1	M3-KM	743,674.50	\$ 8.40	\$ 6,246,865.80
7.2	MEDIDAS DE MITIGACION Y COMPENSACION				
7.2.1	CONSTRUCCION DE VIVEROS PARA DESARROLLO DE PLANTAS	M2	108.00	\$ 441.35	\$ 47,665.80
7.2.2	PESTAURACION DE AREAS VERDES ALEDAÑAS A LA OBRA, INCLUYE: INSUMOS, PERSONAL E INFORME	PZA	1,080.00	\$ 468.08	\$ 505,526.40
Total					\$ 20,666,333.86

Figura 75. Pestaña para la documentación del presupuesto base del contrato.

La Figura 76 muestra la pestaña para documentar el Presupuesto Extra que se solicite dentro de la realización de la obra.

Clave	Concepto	Unidad	Cantidad	PU	Importe
7	RECTIFICACION Y CONTROL DE RIOS				
7.1	TERRACERIAS				
7.1.1	DESMONTE Y DESPALME				
	DESMONTE, LIMPIA, RETIRO DE ARBOLES Y VEGETACION CON ACARREO LIBRE A 200 METROS.	HA		\$ 12,992.36	\$ -
7.1.1.1					
7.1.2.1	EXCAVACION PARA FORMAR LA CUBETA DEL CAUCE, EN MATERIAL COMUN CON EQUIPO MECANICO, INCLUYE TRASPALO Y ACARREO HASTA 200 METROS.	M3	10272.00	\$ 41.85	\$ 429,883.20
7.1.5	ACARREOS				
7.1.5.1	ACARREOS EN EL PRIMER KILOMETRO, DE LOS MATERIALES CORRESPONDENTES A LOS CONCETOS 7.1.1.1 Y 7.1.2.1	M3		\$ 17.71	\$ -
7.1.6.1	ACARREOS EN LOS KILOMETROS AL PRIMERO DE LOS MATERIALES CORRESPONDIENTES A LOS CONCEPTOS 7.1.1.1 Y 7.1.2.1	M3-KM		\$ 8.40	\$ -
7.2	MEDIDAS DE MITIGACION Y COMPENSACION				
7.2.2	PESTAURACION DE AREAS VERDES ALEDAÑAS A LA OBRA, INCLUYE: INSUMOS, PERSONAL E INFORME	PZA		\$ 468.08	\$ -
Total					\$ 429,883.20

Figura 76. Pestaña para la documentación del presupuesto extra del contrato.

La pestaña “Programa” muestra el programa de ejecución programado que se anexa en el contrato de obra, el cual se muestra en la Figura 77.

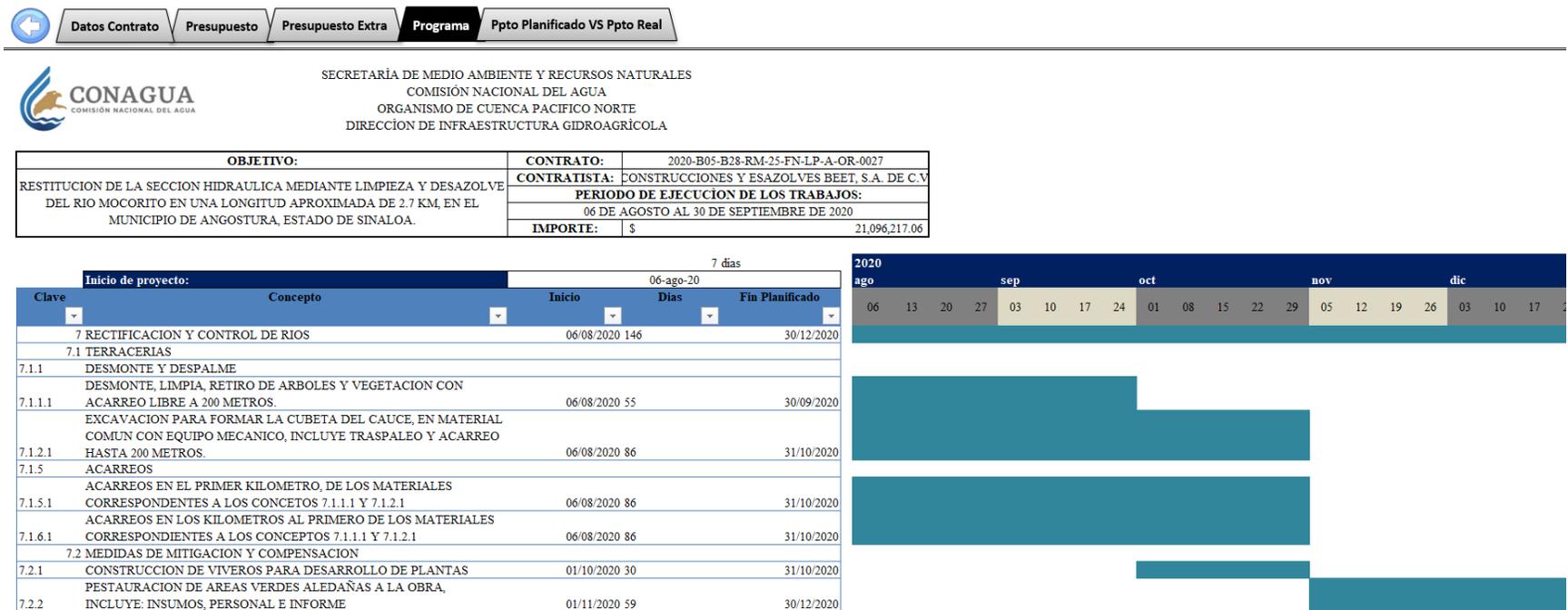


Figura 77. Pestaña para la documentación del programa de ejecución de obra que se estipula en el contrato.

3.5.3.6 Características de la sección de Indicadores (dashboard) de las etapas del sistema de control de obra

La sección de indicadores se segmenta en cuatro partes, semejantes a las partes que comprenden al sistema de control. En las Figuras 78 a 81 se muestran las partes que componen la sección de indicadores.

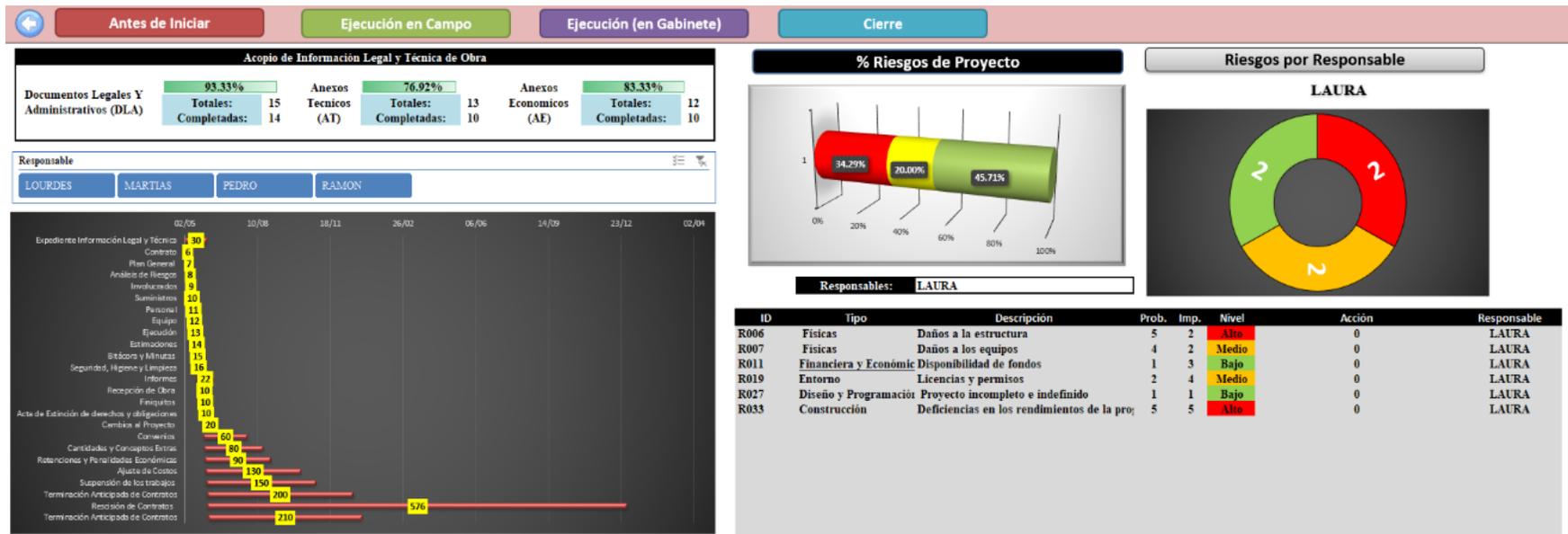


Figura 78. Pestaña con los indicadores de la sección “antes de iniciar la obra”.



Figura 79. Pestaña con los indicadores de la sección "ejecución en campo de la obra".

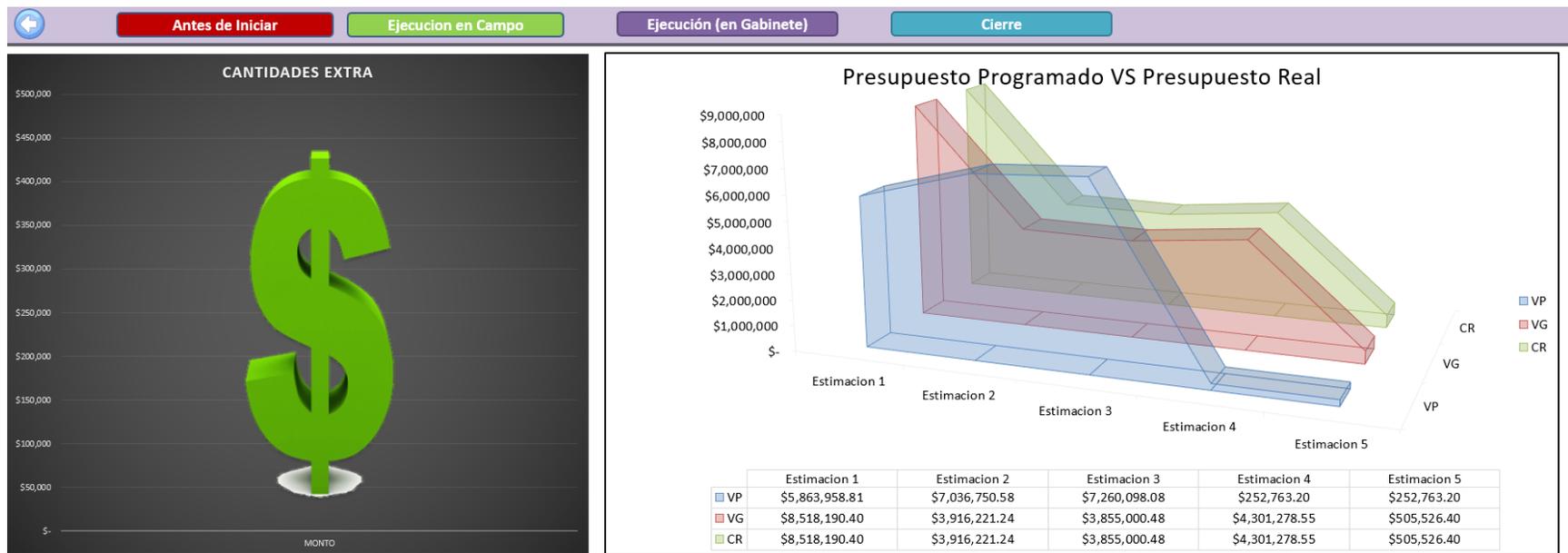


Figura 80. Pestaña con los indicadores de la sección “ejecución en gabinete de la obra”.

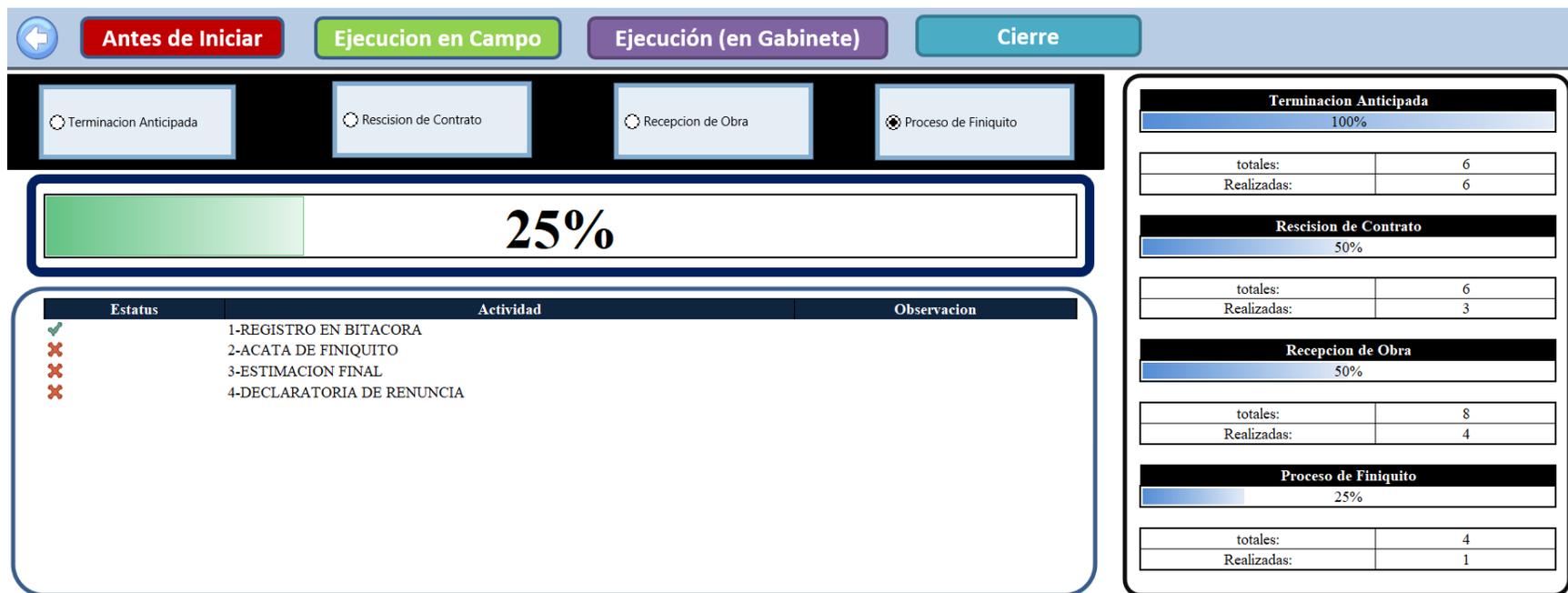


Figura 81. Pestaña con los indicadores de la sección “cierre de la obra”.

3.5.3.7 Características de la sección de método de valor ganado (EVM)

Dentro de la sección de EVM se encuentran los informes (Figura 82) y el control de EVM (Figura 83) que se muestran en las figuras.

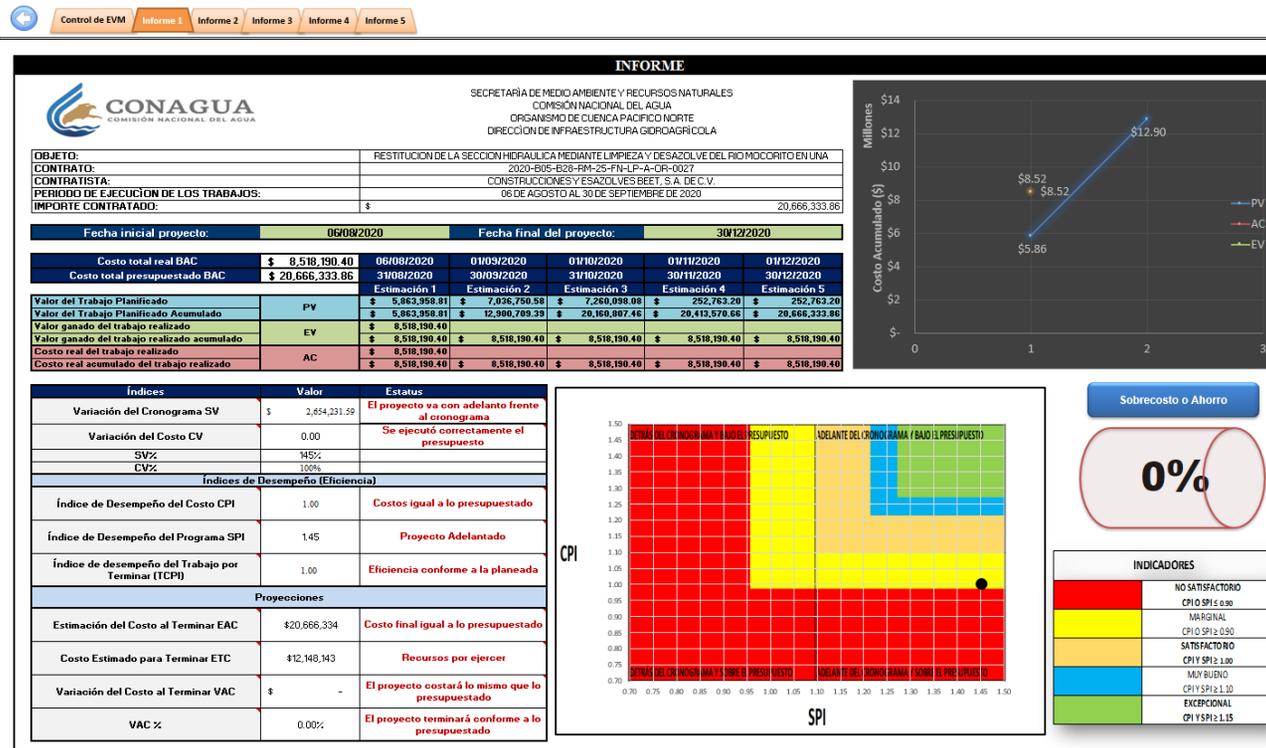


Figura 82. Pestaña con el informe por estimación de EVM.

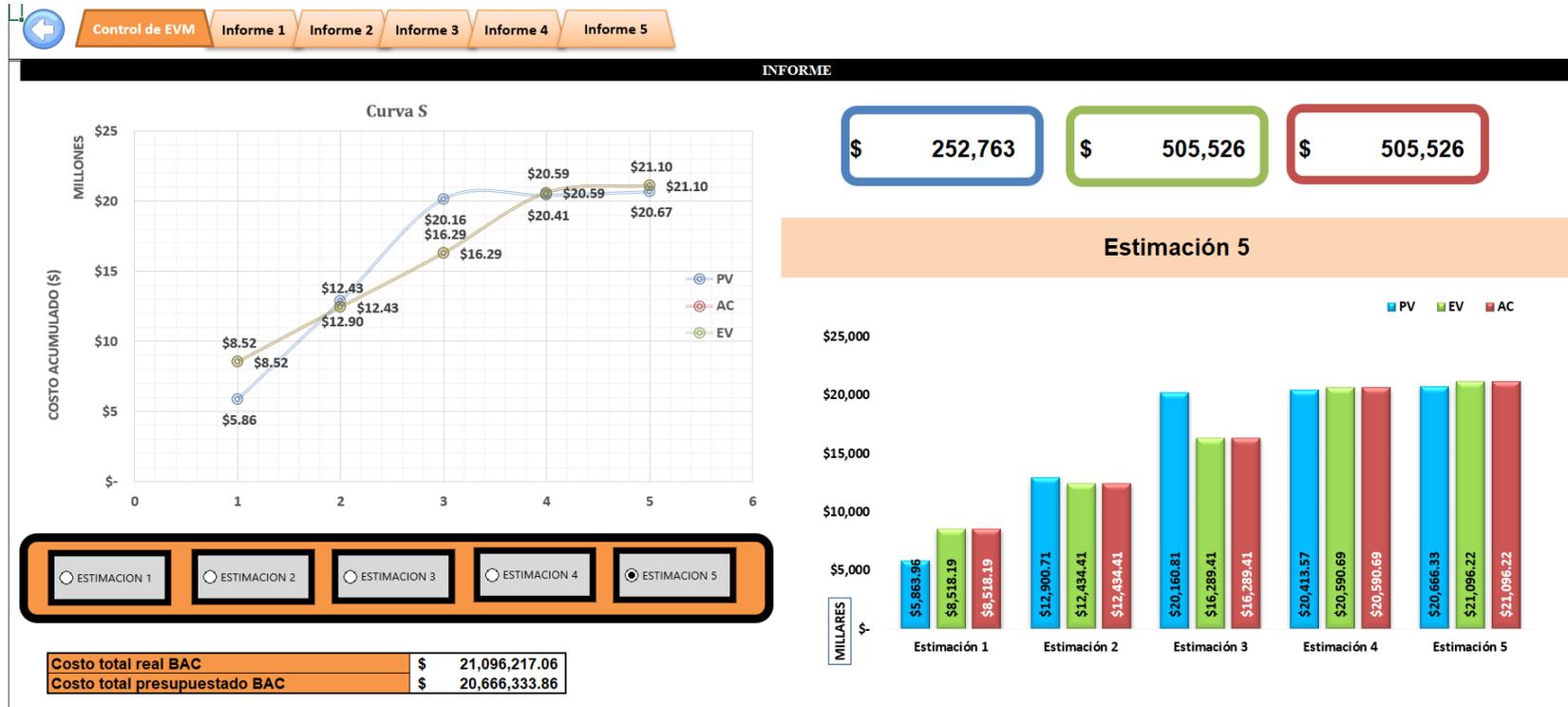


Figura 83. Pestaña con el control de EVM de los informes por estimación de la obra.

Los índices utilizados con el método EVM dentro de este sistema son los siguientes:

1. Análisis del Cronograma (¿Estamos detrás o adelante del cronograma?)

- **La variación SV (Schedule Variance).** Compara el progreso del trabajo del proyecto (expresado en costo) con el progreso del trabajo planificado (expresado en costo) a lo largo del tiempo. Indica si la programación está adelantada o atrasada.

$$SV = EV - PV \quad (16)$$

Donde:

EV: Avance Real a Precio Presupuestado

PV: Avance Programado a la fecha de corte

Entonces:

SV = 0	SV > 0	SV < 0
El proyecto va al día con el cronograma	El proyecto va adelanto frente al cronograma	El proyecto va con atraso frente al cronograma

2. Análisis del Costo (¿Estamos sobre o bajo el presupuesto?)

- **La variación CV (Cost Variance).** Una comparación de la cantidad de trabajo realizado y la cantidad de trabajo gastado durante un período de tiempo. Indica si los costos fueron superiores o inferiores a lo presupuestado.

$$CV = EV - AC \quad (17)$$

Donde:

EV: Avance Real a Precio Presupuestado

AC: Avance Real a Precio Real

CV = 0	CV > 0	CV < 0
Se ejecutó correctamente el presupuesto	Se gastó menos de lo presupuestado	Se gastó más de lo presupuestado

3. Índice de Desempeño de Costo (¿Qué tan eficiente estamos usando los recursos?)

- **El Índice CPI (Cost Performance Index)** Representa el factor de desviación entre el presupuesto y el progreso del precio real.

$$\text{CPI} = \text{EV} / \text{AC} \quad (18)$$

Donde:

EV: Avance Real a Precio Presupuestado

AC: Avance Real a Precio Real

CPI = 1	CV > 1	CV < 1
El proyecto está costando igual a lo presupuestado (bueno).	El proyecto está costando menos de lo presupuestado (muy bueno).	El proyecto está costando más de lo presupuestado (malo).

4. Índice de Desempeño de Cronograma (¿Qué tan eficiente estamos usando el tiempo?)

- **El Índice SPI (Schedule Performance Index)** representa un factor de la variación en el tiempo, entre el avance real y el avance programado.

$$\text{SPI} = \text{EV} / \text{PV} \quad (19)$$

Donde:

EV: Avance Real a Precio Presupuestado

PV: Programado a la fecha de corte

SPI = 1	CV > 1	CV < 1
El proyecto va en tiempo tal y como se planeó (bueno).	El proyecto tiene un adelanto conforme a lo planeado (muy bueno).	El proyecto tiene un retraso conforme a lo planeado (malo).

5. Índice de desempeño para completar. (¿Qué tan eficientemente tenemos que usar los recursos que nos quedan para terminar dentro de lo presupuestado?)

- **El índice TCPI.** Es una proyección calculada de la relación costo-eficacia que debe alcanzar el trabajo restante para lograr ciertos objetivos de gestión tales como BAC o EAC. Esta métrica mide la relación entre lo que se necesita trabajar y los fondos restantes y muestra la eficiencia de los costos para alcanzar el BAC. También muestra la eficiencia del costo para llegar a la EAC cuando se realizan los ajustes aprobados por las desviaciones incurridas (en particular, retrasos y sobre costos permitidos) cuando sea necesario.

$$\text{TCPI} = (\text{BAC} - \text{EV}) / (\text{BAC} - \text{AC}) \quad (20)$$

Donde:

BAC: Costo Total Programado

EV: Avance Real a Precio Presupuestado

AC: Avance Real a Precio Real

TCPI > 1	TCPI < 1
Implica que habría que ejercer un esfuerzo sobre la planificación original para poder restablecer la ejecución del proyecto conforme a lo planificado para no exceder el presupuesto. (es malo)	Implica que existe un valor sobrante de los fondos asignados. Lo cual indica que se ha ejecutado adecuadamente el presupuesto. (es bueno)

6. Proyección al finalizar. (¿Cuánto es más probable que cueste el proyecto?)

- **EAC (Estimated cost At Completion)** Representa el costo estimado al terminar el Proyecto.

$$\text{EAC} = \text{BAC} / \text{CPI} \quad (21)$$

Donde:

BAC: Costo Total Programado.

CPI: Índice de Desempeño del Costo

EAC = BAC	EAC > BAC	EAC < BAC
El proyecto costará lo mismo que lo presupuestado (Bueno)	El proyecto costará más de lo presupuestado (Malo)	BAC El proyecto costará menos de lo presupuestado (Muy bueno)

7. Proyección para completar. ¿Cuánto costará el trabajo restante?

- **ETC (Estimated To Completion).** Representa cuánto falta por gastar para terminar, a partir de la fecha de corte.

$$\text{ETC} = \text{EAC} - \text{AC} \quad (22)$$

Donde:

EAC: Estimación del Costo al Terminar

AC: Avance Real a Precio Real

8. Variación al finalizar o a la conclusión. (¿Al terminar, estaremos sobre o bajo el presupuesto?)

- **VAC (Variation cost At Completion).** Representa la diferencia entre el Costo Total Presupuestado y el Costo Estimado al Terminar.

$$\text{VAC} = \text{BAC} - \text{EAC} \quad (23)$$

Donde:

BAC: Costo Total Presupuestado.

EAC: Costo Estimado al Terminar.

VAC = 0	VAC > 0	VAC < 0
El proyecto costará lo mismo que lo presupuestado (Bueno)	El proyecto costará menos de lo presupuestado (Muy bueno)	El proyecto costará más de lo presupuestado (Malo)

- La VAC (Variation at Completion) que es la diferencia entre el presupuesto BAC y el nuevo estimado EAC, el cual, seguramente una vez lograda una nueva autorización de línea de base, se convertirá en el próximo BAC2. La variación relativa al presupuesto aprobado calculado como porcentaje sería:

$$\text{VAC\%} = \text{VAC} / \text{BAC} \quad (24)$$

Donde:

VAC: Variación a la conclusión.

BAC: Costo Total Presupuestado.

VAC% > 0	VAC%=0
<p>Implica que se ha excedido en el presupuesto autorizado y nos indica el porcentaje del mismo. (es malo)</p>	<p>Implica que no existe un exceso en el presupuesto autorizado en porcentaje. (es bueno)</p>

4 ESTRATEGIAS DE IMPLEMENTACIÓN

4.1 Plan de acción

El sistema desarrollado busca integrar todas las funciones de la residencia de obra pública de tal manera que quede un registro o evidencia ordenada en cada obra que se pretenda controlar.

Para implementarlo con éxito se requiere de colaboración e integración de las partes interesadas del proyecto.

Se prevee que una de las mayores dificultades en la implementación no tendrá que ver con la herramienta en sí misma sino con el cambio cultural que significa pasar de un modelo de control tradicional a uno basado en indicadores de desempeño cualitativos y sobre todo cuantitativos que en cada periodo de estimación mostrará el estado de salud real de la obra.

4.2 Estrategias de implementación

Para lograr la implementación del sistema a los procesos de control actuales de la dependencia no será necesario modificar procesos, sino solamente reorganizarlos y para ello se elaboraron formatos de seguimiento y control nuevos y modificados que permitirán lograr resultados o indicadores claves medibles.

Se sugiere que la dependencia adopte las siguientes acciones para lograr la implementación del nuevo sistema de control:

1. Llevar a cabo una reunión con directivos de la dependencia para que se les explique el funcionamiento del sistema de control basado en indicadores de desempeño y puedan observar claramente las ventajas de adoptarlo.
2. Una vez persuadidos los directivos y acepten la implementación, reunir a los residentes de obra de la dependencia para que se les explique el funcionamiento del sistema de control basado en indicadores de desempeño y puedan observar claramente las ventajas de adoptarlo.

3. Llevar a cabo un taller de capacitación con los residentes de obra de la dependencia para que comprendan el uso y manejo del sistema de control.
4. Una vez que el nuevo sistema de control sea adoptado por los residentes en alguna obra, brindar asesoría y soporte técnico hasta que lo dominen.

5 ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO

5.1 Cronograma de actividades

El tiempo estimado para implementar el sistema de control a la dependencia es de 6 meses de acuerdo con el cronograma de la Figura 84.

PLAN MAESTRO		MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6			
		FECHA				FECHA				FECHA				FECHA				FECHA				FECHA			
ID	ACTIVIDAD	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Llevar a cabo una reunión con directivos de la dependencia para que se les explique el funcionamiento del sistema de control basado en indicadores de desempeño y puedan observar claramente las ventajas de adoptarlo.	█	█																						
2	Una vez persuadidos los directivos y acepten la implementación, reunir a los residentes de obra de la dependencia para que se les explique el funcionamiento del sistema de control basado en indicadores de desempeño y puedan observar claramente las ventajas de adoptarlo.			█	█																				
3	Llevar a cabo un taller de capacitación con los residentes de obra de la dependencia para que comprendan el uso y manejo del sistema de control.					█	█	█	█																
4	Una vez que el nuevo sistema de control sea adoptado por los residentes en alguna obra, brindar asesoría y soporte técnico hasta que lo dominen.									█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█

Figura 84. Cronograma de actividades para la implementación del sistema.

5.2 Recursos

Para la implementación del sistema de control no se requieren recursos técnicos ni personal adicional al que ya tiene la dependencia según su organigrama. El único recurso que se debe invertir es el tiempo conforme al cronograma.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

Con el diagnóstico del proceso actual de control de ejecución de obras públicas y la organización de las funciones establecidas por el marco legal bajo el enfoque Lean se consiguió desarrollar el sistema de control de ejecución de obras públicas basado en indicadores claves de desempeño bajo enfoque LPM, el cual al incluir indicadores con base en LPS y EVM permiten tener una visión concentrada de la información recaudada dentro del área de control de obra, para así poder disminuir la incertidumbre y variabilidad en obra, lo cual se refleja en el aumento de productividad, por consiguiente, disminución de costos. Asimismo, haciendo uso de este sistema se puede adquirir mayor provecho a la información ingresada, ya que los datos se pueden interpretar para realizar proyecciones futuras de tiempos, costos, etc. El sistema desarrollado en este proyecto en un libro de Excel ayuda a mejorar la RSOP con su sistematización, simplificación, control, etc.

Recomendaciones:

Utilizar el libro de Excel desarrollado para así dar seguimiento a este proyecto, el cual se desarrollará en una obra real en la que se lleve a cabo el seguimiento tradicional vs. el seguimiento con el sistema de control de obras públicas basado en indicadores claves de desempeño bajo enfoque LPM.

La mejora continua de este sistema, haciendo uso de la tecnología que se encuentran al alcance, lo cual permitirá adquirir más beneficios de este sistema, siempre y cuando se invierta tiempo, esfuerzo y capacitación en el personal técnico.

7 REFERENCIAS

- [1] Comisión nacional del agua | gobierno | gov.mx. *El portal Unico del gobierno. | gov.mx* [en línea]. [sin fecha]. Disponible en: <https://www.gob.mx/conagua/que-hacemos#:~:text=Visión%20Ser%20una%20institución%20de,seguridad%20hídrica%20de%20la%20población.>
- [2] AGUA, México Comisión Nacional del. *Semblanza histórica del agua en México*. México, D.F: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2009.
- [3] DOF - diario oficial de la federación. *DOF - Diario Oficial de la Federación* [en línea]. [sin fecha]. Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5389764&fecha=22/04/2015&print=true
- [4] RIVERA, Alfredo; LE, Nguyen; KAPSIKAR, Kedar; KASHIWAGI, Jacob.y Yasir ALHAMMADI. Identifying the global performance of the construction industry. *Journal for the Advancement of Performance Information and Value* [en línea]. 2016, **8**(2), 7. ISSN 2169-0464. Disponible en: doi:10.37265/japiv.v8i2.61
- [5] PONS ACHELL, Juan Felipe y Iván RUBIO PÉREZ. *Lean construction y la planificación colaborativa metodología del last planner system* [en línea]. España: Consejo General de la Arquitectura Técnica de España, 2019. Disponible en: <https://www.cgate.es/pdf/LEAN%20CONSTRUCTION%20PDF%20Web.pdf>
- [6] BAELO ALVAREZ, Héctor. *Aplicabilidad del lean project management* [en línea]. Trabajo Fin de Máster, Universidad de Oviedo, 2018. Disponible en: https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/47850/TFM_HectorBaeloAlvarez.pdf?isAllowed=y&sequence=3
- [7] ROJAS LUIZ, João Victor, Fernando BERNARDI DE SOUZA y Bernardi de Souza ROJAS LUIZ. PMBOK and Critical Chain practices: antagonisms and opportunities for complementation. *PMBOK and Critical Chain practices...* [en línea]. 2017, **24**(3), 464–476. Disponible en: doi:10.1590/0104-530X1510-16
- [8] DÍAZ, Montecino Daniela Andrea. *Aplicación del sistema de planificación 'Last planner' a la construcción de un edificio habitacional de mediana altura* [en línea]. Tesis, Universidad de Chile, 2007. Disponible en: <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/104607>
- [9] MERCADO BAQUERO, Boris Gregorio. *Estrategias de Lean Construction para pymes con procesos críticos hacia el crecimiento productivo* [en línea]. Trabajo Final de Máster, UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA, 2019. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/152828>
- [10] LATORRE URIZ, Asier. *Filosofía Lean en la construcción* [en línea]. Master, UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA, 2015. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/50732/LATORRE%20->

[%20Filosofía%20Lean%20en%20la%20construcción.pdf?sequence=2&isAllo wed=y](#)

[11] PORRAS DÍAZ, Hernán, Omar Giovanni SÁNCHEZ RIVERA y José Alberto GALVIS GUERRA. Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción. *Avances Investigación en Ingeniería* [en línea]. 2014, **11**(1), 32 [consultado el 10 de julio de 2023]. ISSN 1794-4953. Disponible en: doi:10.18041/1794-4953/avances.1.298

[12] LLEDÓ, Pablo. *GESTIÓN LEAN y ÁGIL DE PROYECTOS* [en línea]. 2ª ed. Estados Unidos: Pablo Lledó, 2013. ISBN 978-1-4669-2120-7. Disponible en: https://kupdf.net/download/geston-lean-y-agilpdf_59687d44dc0d60f869a88e7b_pdf

[13] VEGA TRUJILLO, Tomás. *Implementación de last planner system y building information modeling en proyectos de construcción* [en línea]. Trabajo de grado, Universidad EAFIT, 2017. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10784/13327>

[14] AGUILAR BARILLAS, Manuel Alejandro. *Estudio comparativo de la productividad de construcción de casas en serie, utilizando el método de planificación tradicional y el sistema del último planificador*. TRABAJO DE GRADUACIÓN, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, 2010.

[15] HERRERA MAGNO, Orlando Emanuel. *Análisis de restricciones y productividad utilizando el sistema last planner para mejorar el flujo de trabajo en el túnel de presión en la central hidroeléctrica quitaracsa i - 2015*. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2016.

[16] BONILLA MORALES, Ana Lucía. *Estudio de la variabilidad en la implementación del last planner system (lps) en proyectos que adoptan la herramienta por primera vez*. Trabajo de grado, UNIVERSIDAD DEL VALLE, 2017.

[17] MARTÍNEZ-ROBALINO, Daniel Andrés. *Metodología para el diseño de Dashboards orientado hacia el registro de evidencias en el proceso de evaluaciones institucionales* [en línea]. Trabajo Fin de Máster, UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LA RIOJA, 2017. Disponible en: <https://reunir.unir.net/handle/123456789/6171>

[18] ARANGUREN, Diego; ORTIZ, Carlos; QUIROGA, Oscar y Hernán SOLANO. *Evaluación de la aplicación de la metodología Last Planner en proyectos de interés prioritario utilizando herramientas informáticas* [en línea]. Proyecto de Grado, Universidad Católica de Colombia, 2018. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10983/16080>

[19] MIRANDA_MEJIA, Maykol, Esmeralda TOROBISCO_VILCA y Rosmery GOMEZ_MINAYA. Evaluación de la eficacia de la aplicación de last planner system en un proyecto de construcción en la etapa de acabados - arquitectura en Perú en el año de 2019. *INVESTIGACION & DESARROLLO* [en línea].

2020, **20**(1), 193–213 [consultado el 10 de julio de 2023]. ISSN 2518-4431. Disponible en: doi:10.23881/idupbo.020.1-14i

[20] HAMZEH, Farook R., Ghali EL SAMAD y Samir EMDANAT. Advanced metrics for construction planning. *Journal of Construction Engineering and Management* [en línea]. 2019, **145**(11), 04019063. ISSN 1943-7862. Disponible en: doi:10.1061/(asce)co.1943-7862.0001702

[21] ÁLVAREZ TOVAR, José Manuel. *Diseño de plantilla de cálculo para automatización de sistema del último planificador y desarrollo de manual de usuario para implementación en la empresa concretti S.A. de C.V.* Trabajo Fin de Máster, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA, 2020.

[22] HAMZEH, Farook et al. Early warning dashboard for advanced construction planning metrics. *Congreso de Investigación de la Construcción, ASCE, CRC2020 en: Tempe, AZ* [en línea]. 2020, 11. Disponible en: doi:10.1061/9780784482889.008

[23] CASTILLO ÁLVAREZ, Ana. *Análisis y propuesta de aplicación de la metodología Lean Project Management* [en línea]. Máster en Dirección de Proyectos, Universidad De Valladolid, 2021. Disponible en: <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/49311>

[24] MAAMZI, J. J. Al y T. TAWFIK. The effectiveness of agile management on traditional projects within public organizations. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [en línea]. 2022, **1218**, 14. Disponible en: doi:10.1088/1757-899X/1218/1/012037

[25] FUERTES, Yolfaris y Jorge SEPÚLVEDA. Scrum, kanban and canvas in the commercial, industrial and educational sector-a literature review. *Revista Antioqueña De Las Ciencias Computacionales*. 2016, 6(1), 46–50.

[26] NAVARRO CADAVID, Andrés, Juan Daniel FERNÁNDEZ MARTÍNEZ y Jonathan MORALES VÉLEZ. Revisión de metodologías ágiles para el desarrollo de software. *Sistema de Información Científica* [en línea]. 2013, 11(2), 30–39. ISSN 1692-8261. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4962/496250736004.pdf>

[27] CANÓS, José H., Patricio LETELIER y M^a Carmen PENADÉS. *Metodologías ágiles para el desarrollo de software*. 2012.

[28] FERREIRA-HERRERA, Diana Carolina. El modelo CANVAS en la formulación de proyectos. *Cooperativismo & Desarrollo* [en línea]. 2016, 23(107). ISSN 2382-4220. Disponible en: doi:10.16925/co.v23i107.1252

[29] MELTON, Trish. To lean or not to lean? (that is the question!). *Chemical Engineer -London then Rugby*. 2004, 34–37.

[30] ABRIL JARAMILLO, David Felipe. *Análisis de la metodología lean project management* [en línea]. Trabajo Fin de Máster, UNIVERSIDAD DE SEVILLA,

2019. Disponible en: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/95083/TFM-1542-ABRIL%20JARAMILLO.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=Es%20una%20de%20las%20metodologías,claros%20y%20responsabilidades%20bien%20definidas.>

[31] MANTILLA CELIS, Olga Lucía y José Manuel SÁNCHEZ GARCÍA. Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma. Estudios Gerenciales [en línea]. 2012, 28(124), 23–43. ISSN 0123-5923. Disponible en: doi:10.1016/s0123-5923(12)70214-0

[32] ALSHAMRANI, Adel y Abdullah BAHATTAB. A comparison between three SDLC models waterfall model, spiral model, and incremental/iterative model. IJCSI International Journal of Computer Science Issues [en línea]. 2015, 12(1), 106–111. ISSN 1694-0784. Disponible en: <https://www.ijcsi.org/papers/IJCSI-12-1-1-106-111.pdf>

[33] BINDER, L., 2019. *The top project management methodologies: Which is right for you?* Disponible en: <https://monday.com/blog/top-project-management-methodologies/>.

[34] VILLÓN OSTAIZA, Christian Julián. *Estudio comparativo del proceso de desarrollo de software, basado en estándares pmi e iso 21500, utilizando una aplicación común elaborada por estudiantes de últimos niveles de diferentes universidades*. PROYECTO DE TITULACIÓN, UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL, 2017.

[35] PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, ed. *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)*. 6ª ed. Project Management Institute, 2017. ISBN 9781628253924.

[36] AMEIJIDE GARCÍA, Laura. *Gestión de proyectos según el PMI*. TRABAJO DE GRADUACIÓN, UNIVERSIDAD DE CATALUYA, 2016.

[37] ALBA, John. Método del valor ganado (earned value management). 2011, 1–3.

[38] NEYRA RAMOS, Aaron David. *Implementación de la constructabilidad del cronograma de obra para la reducción de reclamos en proyectos de construcción Fast-Track: Caso de estudio proyecto de construcción de una planta industrial en Arequipa* [en línea]. Tesis de maestría, UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN, 2021. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12773/11913>

- [39] PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, INC. *Practice standard for earned value management*. Project Management Institute, Inc., 2005. ISBN 1-930699-42-5.
- [40] ALVARADO TRUJILLO, Louis Jhonnatan. *Gestión de avance de obra utilizando el método del valor ganado y tecnologías de información* [en línea]. Tesis para Titulación, UNIVERSIDAD SAN PEDRO, 2021. Disponible en: <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/20.500.129076/20523>
- [41] SECRETARIA DE LA FUNCIÓN PÚBLICA. *Manual administrativo de aplicación general en materia de obras públicas y servicios relacionados con las mismas*. México: Diario Oficial de la Federación, 2010.
- [42] GARCÍA RUIZ-ESPIGA, Adolfo. *Metodología específica aplicando la norma internacional ISO 21500 en la gestión de licencias del ayuntamiento de madrid, para la optimización del proceso edificatorio*. [en línea]. Tesis Doctoral, E.T.S. Arquitectura (UPM), 2018. Disponible en: doi:10.20868/UPM.thesis.54776.
- [43] ROJAS LÓPEZ, Miguel David, Mariana HENAO GRAJALES y María Elena VALENCIA CORRALES. Lean construction – LC bajo pensamiento Lean. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín* [en línea]. 2017, **16**(30), 115–128 [consultado el 11 de julio de 2023]. ISSN 1692-3324. Disponible en: doi:10.22395/rium.v16n30a6
- [44] HORMAN, Michael y Russell KENLEY. The application of lean production to project management. *Faculty of Architecture, Building and Planning* [en línea]. [sin fecha]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/229021871_The_application_of_lean_production_to_project_management
- [45] SECRETARIA DE LA FUNCIÓN PÚBLICA. Diagrama de procesos de manual administrativo de aplicación general en materia de obras públicas y servicios relacionados con las mismas. México: Diario Oficial de la Federación, [sin fecha].
- [46] IBARRA-BALDERAS, Víctor Manuel y Laura Lorena BALLESTEROS-MEDINA. Laura lorena. *Conciencia Tecnológica* [en línea]. 2017, (53), 7. ISSN 1405-5597. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94453640004>
- [47] SANCHIS MESTRE, Inmaculada. *Last planner system* [en línea]. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA, 2013. Disponible

en: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/29693/LPS%20Un%20Caso%20de%20estudio_%20Sanchis%20Mestre%20Inmaculada.pdf?sequence=1

[48] JURIDICA, La Biblioteca. *Ley de obras públicas y servicios relacionados con las mismas (México) (edición 2019)*. Independently Published, 2019. ISBN 9781794100107.

[49] MÉXICO. CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN. Reglamento de la ley de obras públicas y servicios relacionados con las mismas. Reglamento de 24 de febrero de 2023. *Diario Oficial de la Federación* [en línea]. [sin fecha]. Disponible en: http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LOPSRM.pdf

8 ANEXOS

Artículo 52	Especifica que la ejecución de los trabajos deberá iniciar en la fecha señalada en el contrato, así mismo la dependencia pondrá a disposición el o los inmuebles en que deban llevarse a cabo. También indica que el programa de ejecución convenido en el contrato será la base con la cual se medirá el avance en la ejecución de los trabajos.
Artículo 52 Bis	Precisa que en caso previsto en el artículo 19 bis, el contratista deberá realizar la adquisición los bienes inmuebles para ejecutar la obra pública. Así también el contratista deberá transmitir la propiedad o titularidad de los derechos a la dependencia.
Artículo 53	Indica que la dependencia establecerá la residencia de obra con anterioridad a la iniciación de la misma, que recaerá en un servidor público establecido por la dependencia, el cual será su representante y será responsable directo de a supervisión, vigilancia, control y revisión de los trabajos, incluyendo la aprobación de las estimaciones.
Artículo 54	Especifica los periodos en que las estimaciones de los trabajos ejecutados se deberán realizar, así también el periodo para su presentación y especificación de los documentos correspondiente de sustento. Precisa el periodo para la revisión y autorización por parte de la residencia, también hace mención del periodo para el pago de las estimaciones por parte de la dependencia.
Artículo 55	Explica los procesos a seguir en caso de incumplimientos de pagos de estimaciones, de ajustes de costos, sobre los pagos en exceso que haya recibido el contratista, el reconocimiento por ajuste de costos en aumento o reducción, entre otros.

<p>Artículo 56</p>	<p>Indica los pasos a seguir para realizar un aumento o reducción de los costos directos de los trabajos aún no ejecutados conforme al programa convenido dependiendo la situación siempre y cuando se allí realizado el acto de la presentación.</p>
<p>Artículo 57</p>	<p>Explica los procedimientos para llevar a cabo el ajuste de costos directos dividido en tres fracciones. Así también indica que la primera y segunda fracción son procedimientos que caen bajo la responsabilidad de los contratistas con respecto a la promoción de los ajustes de costos para que la dependencia lleve a cabo la revisión.</p>
<p>Artículo 58</p>	<p>Explica que la aplicación de los procedimientos de ajuste de costos directos se sujeta a cuatro fracciones. Dentro de las fracciones especifica la fecha a partir de la cual se realizará el incremento o decremento, así también hablan sobre los índices de precios para el ajuste de costos e indica donde se aplicará el ajuste de costos, entre otros.</p>
<p>Artículo 59</p>	<p>Explica que la dependencia podrá modificar los contratos si son a precio unitario y/o mixtos en su parte correspondiente, siempre y cuando este dentro de su presupuesto autorizado, asimismo explica los pasos a seguir dependiendo las modificaciones y también con respecto a los convenios dependiendo el caso.</p>
<p>Artículo 60</p>	<p>Indica que la dependencia podrá suspender temporalmente, en todo o en parte los trabajos contratados por cualquier causa justificada. Asimismo, podrán dar por terminados anticipadamente los contratos siempre y cuando existan causas justificadas que demuestre que de continuar con las obligaciones pactadas se ocasionaría un daño o perjuicio grave al Estado. En caso de realizarse la suspensión indica lo que le corresponde a la dependencia realizar al respecto.</p>

<p>Artículo 61</p>	<p>Explica el procedimiento a realizar para la rescisión administrativa de los contratos en caso de incumplimiento de las obligaciones a cargo de los contratistas.</p>
<p>Artículo 62</p>	<p>Indica las observaciones que deberán realizarse en los contratos a los cuales se les efectuara una suspensión, rescisión administrativa o terminación anticipada.</p>
<p>Artículo 63</p>	<p>Explica el procedimiento para comunicar si se lleva a cabo la suspensión, rescisión o terminación anticipada del contrato.</p>
<p>Artículo 64</p>	<p>Indica los pasos que tiene que seguir el contratista para comunicar a la dependencia la conclusión de los trabajos que fueron encomendados, para que esta verifique la debida terminación de los mismos conforme a las condiciones establecidas en el contrato dentro del plazo pactado.</p>
<p>Artículo 65</p>	<p>Explica que al concluir las obras públicas las dependencias deberán registrar en las oficinas de Catastro y del Registro Público de la Propiedad de las entidades federativas, los títulos de propiedad correspondientes de los inmuebles que se adquirieron para así incluirlos en el Catálogo e Inventario de los Bienes y Recursos de la Nación.</p>
<p>Artículo 66</p>	<p>Indica las obligaciones que tendrá el contratista al concluir los trabajos de la obra pública, así como el plazo en el cual tendrán dichas obligaciones. También explica los documentos legales necesarios para la recepción de los trabajos que garantizaran el cumplimiento de sus obligaciones. Una vez terminado el periodo establecido se cancelarán automáticamente los documentos legales, según sea el caso.</p>

<p>Artículo 67</p>	<p>Especifica claramente que el único responsable de la ejecución de los trabajos es el contratista, el cual deberá sujetarse a todos los reglamentos y ordenamientos en materia de construcción, seguridad, uso de la vía pública, protección ecológica y de medio ambiente que rijan en el ámbito federal, estatal o municipal, así como las instrucciones que señale la dependencia y en caso de que existan daños y perjuicios por su inobservancia serán a cargo del contratista.</p>
<p>Artículo 68</p>	<p>Indica que al concluir una obra o una parte utilizable de la misma la dependencia vigilara que los responsables de su operación reciban de parte del contratista el inmueble en condiciones de operación, así también los planos, normas y especificaciones utilizados para su ejecución. También manuales e instructivos de operación y mantenimiento, y la garantía de calidad y funcionamiento.</p>
<p>Artículo 69</p>	<p>Explica que la dependencia es responsable de una obra concluida, también estará obligada a mantenerla en niveles apropiados de funcionamiento. Y los órganos internos de control vigilarán que su uso, operación y mantenimiento se realice conforme a los objetivos y acciones para las que fueron diseñadas.</p>