

**EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO EMPLEADO EN
SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN MODULAR INDUSTRIALIZADO**

DIEGO HERNANDO VERA VALERO

SANTIAGO ESCOBAR ESPINOSA



UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y EMPRESARIALES

ESPECIALIZACIÓN GERENCIA DE PROYECTOS

BOGOTÁ, COLOMBIA

2022

**EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO EMPLEADO EN
SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN MODULAR INDUSTRIALIZADO**

DIEGO HERNANDO VERA VALERO

SANTIAGO ESCOBAR ESPINOSA

Tesis presentada como requisito para obtener el título de:

ESPECIALISTA EN GERENCIA DE PROYECTOS

Entregado a:

DOCENTE. DIANA PATRICIA GARCÍA OCAMPO



UNIVERSIDAD PILOTO DE COLOMBIA

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y EMPRESARIALES

ESPECIALIZACIÓN GERENCIA DE PROYECTOS

BOGOTÁ, COLOMBIA

2022

Dedicatoria

Mi tesis la dedico a mi futuro hijo Maximiliano Vera Santos, por ser mi fuente de motivación para poder superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depare un mejor futuro.

A mi esposa por dedicarme amor, tiempo y paciencia para afrontar este gran reto y apoyarme en cada decisión de mi vida, a mi amada madre quien ha estado presente en cada etapa de mi vida, y que, con sus palabras de apoyo, no me ha dejado decaer ante las adversidades.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todos mis amigos, por apoyarme cuando más los necesito, por extender su mano en momentos difíciles.”

Diego Vera Valero

Mi tesis la dedico con todo amor y cariño a mi amada Madre Doris Espinosa Manrique, por su sacrificio y esfuerzo por darme una carrera para nuestro futuro y crecer en mi capacidad, aunque hemos pasado momentos difíciles, siempre ha estado brindándome cariño y comprensión, cariño y amor, a mis amados hijos Alison Sofía y David Santiago, por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superar cada día más y así poder superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

A mi tía Mercedes Espinosa Manrique y hermano Oscar Enrique Escobar Espinosa, quienes que con sus palabras de aliento no me dejaron decaer para que siguiera adelante y siempre fuera perseverante y cumpla con mis ideales, a mis compañeros como Ricardo Manrique Cornejo y amigos presentes especialmente Maura Argote quienes que sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas y a todas aquellas personas que estuvieron conmigo este último año apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

Santiago Escobar Espinosa

Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos a sus padres: Mery Valero, Doris y Santiago, quienes nos han brindado su apoyo incondicional en todo momento. A la especialización de Gerencia de Proyectos de la Universidad Piloto de Colombia. A los ingenieros Manuel Antonio Lascarro, Mauricio García Jaramillo, Diego Jaramillo Porto, directivos de la Cámara Colombiana de Cemento y concreto "PROCEMCO". Al ingeniero Wilson Maldonado, director del departamento de Operaciones de Concreto, CONCREMACK S.A.S. Al ingeniero Carlos A. Arcila López, CONSULTOR, quienes me orientaron para emprender la investigación del proyecto Mario Elver Becerra Segura, gerente de MEBS CONSTRUCCIONES, Edgar Nieto Umaña, a los funcionarios de las instituciones quienes contribuyeron con sus conocimientos y aportes.

Tabla de Contenido

Dedicatoria.....	3
Agradecimientos	4
Índice de tablas	11
Índice de Figuras	14
Resumen	16
Palabras claves	16
Abstract.....	17
Introducción.....	18
Objetivos	20
1. Antecedentes organizacionales	21
1.1. Descripción de la organización ejecutora.....	21
1.2. Objetivos estratégicos	22
1.3. Misión, visión y valores.....	23
1.4. Mapa estratégico.....	24
1.5. Cadena de valor	25
1.6. Estructura organizacional	26
2. Evaluación del proyecto a través de la metodología del marco lógico.....	27
2.1. Planteamiento del problema o necesidad.....	27
2.2. Árbol de problemas	30
2.3. Árbol de objetivos.....	31

2.4.	Árbol de acciones	32
2.5.	Determinación de alternativas	33
2.6.	Evaluación de alternativas.....	33
2.7.	Descripción de la alternativa seleccionada	34
3.	Marco metodológico.....	35
3.1.	Tipos y métodos de investigación	35
3.2.	Herramientas para la recolección de información	36
3.3.	Fuentes de información.....	36
4.	Estudio técnico.....	37
4.1.	Diseño conceptual de la Solución.....	37
4.2.	Análisis y descripción del proceso	37
4.3.	Definición del tamaño y localización del proyecto.....	38
4.4.	Requerimientos para el desarrollo del proyecto.....	39
5.	Estudio de mercado	40
5.1.	Población	40
5.2.	Dimensionamiento de la demanda	40
5.3.	Dimensionamiento de la oferta.....	40
6.	Estudio de viabilidad financiera	41
6.1.	Estimación de costos de inversión del proyecto	41
6.2.	Definición de costos de operación y mantenimiento del proyecto	41
6.3.	Análisis de tasa de interés para costos de oportunidad.....	42

6.4.	Análisis de tasas de interés para costos de financiación.....	45
6.5.	Tablas de amortización y / o capitalización.....	46
6.6.	Flujo de Caja	47
7.	Estudio ambiental y social.....	52
7.1.	Análisis y categorización de riesgo	52
7.2.	Análisis Ambiental del ciclo de vida del proyecto	54
7.3.	Responsabilidad social empresarial (RSE)	57
8.	Gestión de la integración del proyecto.....	58
8.1.	Acta de constitución de proyecto.....	58
8.2.	Registro de supuestos y restricciones	62
8.3.	Plan de gestión de beneficio	63
8.4.	Plan de gestión de cambio.....	65
	Objetivo: Definir el proceso para la gestión de cambios del proyecto	65
9.	Gestión de los Interesados del Proyecto	67
9.1.	Registro de los Interesados	67
9.2.	Plan de involucramiento de los interesados	68
10.	Gestión del alcance del proyecto.....	73
10.1.	Plan de gestión del alcance	73
10.2.	Plan y matriz de trazabilidad de requisitos	74
10.3.	Enunciado del alcance	76
10.4.	Estructura de descomposición del trabajo (EDT)	77

10.5.	Diccionario de la EDT.....	78
11.	Gestión del cronograma del proyecto	82
11.1.	Plan de gestión del cronograma.....	82
11.2.	Listado de actividades con análisis PERT.....	84
11.3.	Diagrama de red del proyecto.....	86
11.4.	Línea base del cronograma	87
11.5.	Técnicas de desarrollar el cronograma aplicadas	89
12.	Gestión de costos del proyecto.....	92
12.1.	Plan de gestión de costos del proyecto.....	92
12.2.	Estimación de costos en MS Project.....	99
12.3.	Estimación ascendente y determinación del presupuesto.....	102
13.	Gestión de Recursos del Proyecto	104
13.1.	Plan de Gestión de Recursos	104
13.2.	Estimación de Recursos.....	105
13.3.	Estructura de desglose de Recursos (Edre)	107
13.4.	Asignación de Recursos	108
13.5.	Calendario de Recursos	109
13.6.	Plan de Capacitación y desarrollo del equipo	110
14.	Gestión de comunicaciones del proyecto.....	111
14.1.	Plan de gestión de las comunicaciones	111
14.1.1.	Canales de Comunicación.....	113

14.1.2.	Sistemas de información de las comunicaciones	113
14.1.3.	Diagramas de flujo.....	114
14.1.4.	Matriz de comunicaciones.....	115
14.1.5.	Estrategia de comunicaciones.....	116
15.	Gestión de la calidad del proyecto.....	117
15.1.	Plan de gestión de la calidad	117
15.2.	Métricas de calidad	138
15.3.	Documentos de pruebas y evaluación	147
15.4.	Entregables verificables.....	149
16.	Gestión del riesgo del proyecto	150
16.1.	Plan de gestión de riesgos	150
16.2.	Matrices de probabilidad – impacto (inicial y residual)	160
16.3.	Matriz de riesgos	163
17.	Gestión de adquisiciones del proyecto	165
17.1.	Plan de gestión de las adquisiciones	165
17.2.	Matriz de las adquisiciones	167
17.3.	Cronograma de compras	169
18.	Gestión del valor ganado	172
18.1.	Indicadores de medición de desempeño	172
18.2.	Análisis de valor ganado y curva S.....	174
19.	Informe de avance del proyecto	176

Conclusiones	179
Bibliografía	183
Referencias.....	185
Anexos.....	187

Índice de tablas

Tabla 1.....	21
Tabla 2. <i>Evaluación de alternativas</i>	33
Tabla 3. <i>Estimación presupuesta del proyecto</i>	41
Tabla 4. <i>Definición de costos por actividades del proyecto</i>	41
Tabla 5. <i>Tasas de CDT</i>	43
Tabla 6. <i>Resumen tasa interés efectiva mensual de entidades bancarias</i>	45
Tabla 7. <i>Análisis de tasa de interés para financiación</i>	46
Tabla 8. <i>Capitalización del Proyecto</i>	47
Tabla 9. <i>Flujo de Caja Proyecto</i>	48
Tabla 10. <i>Costo / Beneficio por mes</i>	49
Tabla 11. <i>VAN – TIR Proyecto</i>	50
Tabla 12. <i>Tabla de análisis PESTLE</i>	52
Tabla 13. <i>Presupuesta de alto nivel</i>	59
Tabla 14. <i>Registro Solicitud de Cambio</i>	65
Tabla 15. <i>Participación de los interesados</i>	70
Tabla 16. <i>Matriz de trazabilidad de requisitos</i>	74
Tabla 17. <i>Diccionario EDT</i>	78
Tabla 18. <i>Análisis PERT</i>	84
Tabla 19. <i>Involucrados en la Gestión de Costos</i>	93
Tabla 20. <i>Unidades de medida, niveles de precisión, reservas, metodologías y técnicas, financiamiento</i>	95
Tabla 21. <i>Reglas de medición</i>	97

Tabla 22. <i>Estimación Ascendente y determinación de presupuesto</i>	102
Tabla 23. <i>Estimación de Recursos</i>	105
Tabla 24. <i>Asignación de Recursos</i>	108
Tabla 25. <i>Capacitaciones</i>	110
Tabla 26. <i>Plan desarrollo de equipos de trabajo</i>	110
Tabla 27. <i>Matriz de comunicaciones</i>	115
Tabla 28. <i>Roles y responsabilidades de calidad</i>	118
Tabla 29. <i>Matriz indicadores de gestión – Sistema de gestión de calidad</i>	121
Tabla 30. <i>Actividades Plan auditoría Interna</i>	128
Tabla 31. <i>Procedimiento Plan de no conformidad</i>	132
Tabla 32. <i>Métricas de Calidad Producto Ensayo de compresión</i>	138
Tabla 33. <i>Métricas de Calidad Producto Ensayo Flexión</i>	139
Tabla 34. <i>Métricas de Calidad Producto Ensayo masa unitaria</i>	139
Tabla 35. <i>Métricas de Calidad Producto Ensayo modulo elasticidad del concreto</i>	140
Tabla 36. <i>Métricas de Calidad Producto Ensayo Porcentaje de vacíos</i>	140
Tabla 37. <i>Métricas de Calidad Producto Entrevistas</i>	141
Tabla 38. <i>Métricas de Calidad Producto Textos, Libros y Vídeos</i>	142
Tabla 39. <i>Métricas de Calidad Producto Resultados ensayos a la compresión</i>	142
Tabla 40. <i>Métricas de Calidad Producto Resultados ensayos a la flexión</i>	143
Tabla 41. <i>Métricas de Calidad Producto Resultados ensayos a la flexión</i>	144
Tabla 42. <i>Métricas de Calidad Producto Resultados ensayos porcentaje de vacíos</i>	144
Tabla 43. <i>Métricas de Calidad Producto Resultados ensayos masa unitaria</i>	145
Tabla 44. <i>Métricas de Calidad Producto conclusiones del diseño final</i>	145
Tabla 45. <i>Lista de Verificación entregables</i>	149

Tabla 46. <i>Proceso Gestión del Riesgo</i>	150
Tabla 47. <i>Tolerancia al riesgo de los interesados</i>	151
Tabla 48. <i>Roles y responsabilidades</i>	152
Tabla 49. <i>Probabilidad</i>	160
Tabla 50. <i>Matriz de Impacto – Amenazas</i>	161
Tabla 51. <i>Matriz de Impacto – Riesgo Oportunidades</i>	161
Tabla 52. <i>Matriz de probabilidad e impacto - Amenazas</i>	162
Tabla 53. <i>Matriz de Adquisiciones</i>	167
Tabla 54. <i>Resumen Costos Agregados</i>	171
Tabla 55. <i>Indicadores de medición de desempeño</i>	172

Índice de Figuras

Figura 1. <i>Mapa Estratégico</i>	24
Figura 2. <i>Cadena de valor</i>	25
Figura 3. <i>Estructura Organizacional CONCREMACK</i>	26
Figura 4. <i>Árbol de problemas</i>	30
Figura 5. <i>Árbol de Objetivos</i>	31
Figura 6. <i>Árbol de acciones</i>	32
Figura 7. <i>Flujograma Elaboración mezcla de concreto</i>	37
Figura 8. <i>Localización del Proyecto</i>	38
Figura 9. <i>Cronograma de Alto Nivel</i>	59
Figura 10. <i>Procedimiento Solicitud de Cambio</i>	66
Figura 11. <i>Matriz de Poder/ influencia</i>	69
Figura 12. <i>EDT</i>	77
Figura 13. <i>Diagrama de red</i>	86
Figura 14. <i>Línea base del cronograma</i>	87
Figura 15. <i>Actividades sobreasignadas</i>	89
Figura 16. <i>Actividades Sobreasignadas resueltas</i>	90
Figura 17. <i>Actividades sobreasignadas</i>	90
Figura 18. <i>Actividades Sobreasignadas resueltas</i>	91
Figura 19. <i>Alcance Plan de Gestión de Costos</i>	93
Figura 20. <i>Estimación de costos</i>	99
Figura 21. <i>Informe Costos vs Costos Acumulado</i>	101
Figura 22. <i>Estructura de desglose de recursos</i>	107
Figura 23. <i>Calendario de Recursos</i>	109

Figura 24. <i>Diagrama de Flujo comunicaciones</i>	114
Figura 25. <i>Diagrama de Flujo Auditoria</i>	130
Figura 26. <i>Diagrama de Flujo Control producto no conforme</i>	134
Figura 27. <i>RisK Breakdown Structure RBS</i>	153
Figura 28. <i>Matriz de Riesgo</i>	163
Figura 29. <i>Cronograma de adquisición</i>	169
Figura 30. <i>Recursos Elaboración de la mezcla.</i>	170
Figura 30. <i>Análisis del valor ganado y Curva S</i>	174

Resumen

Debido a la problemática que se presenta en la adquisición de vivienda a bajo costo y de buena calidad fue necesario buscar, indagar y explorar las posibles opciones para encontrar una mezcla de concreto que satisfaga las condiciones necesarias para el sistema de construcción modular industrializado en Bogotá D.C, para obtener las respuestas requeridas se llevaron a cabo pruebas de laboratorio que permitieron seleccionar la mezcla de concreto óptima para responder apropiadamente a los estándares de calidad exigidos por la industria concretera de nuestro país, obteniendo una mezcla de concreto de 3500 PSI, que será utilizada para la implementación de sistema de construcción modular industrializado en Bogotá D.C, y que sea amigable con el medio ambiente.

Palabras claves

Mezcla de concreto, modular, industrializado, PSI, medio ambiente

Abstract

Due to the problematic present in the acquisition of low cost and good quality housing, it was necessary to look, search and explore the possible options to find a concrete mixture that satisfies the necessary conditions to the industrialized modular construction system in Bogotá D.C. To obtain the required answers, laboratory tests were carried out on columns, beams, plates and walls that allowed selecting the amount of the different elements that make up the optimal concrete mixture to answer appropriately to the required quality standards by the concrete industry of our country obtaining a concrete mixture of 3500 PSI. It will be used in the implementation of the industrialized modular construction system in Bogotá D.C, and it will be friendly to the environment.

Keywords:

Concrete mix, modular, industrialized, PSI, environment

Introducción

Garantizar una vivienda digna, de calidad y a bajo costo es uno de los principales objetivos a la hora de realizar un proyecto de este tipo y pese a que este ha sido un tema de discusión y análisis permanente, a la hora en que muchos ciudadanos deciden adquirir un inmueble, se enfrentan a una gran barrera debido a los elevados costos y la corrupción que bordean estos proyectos. Para el caso específico de la ciudad de Bogotá, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE (2022), reporta que “el Índice de precios de la vivienda nueva - IPVN, registró una variación de 2,40% en el primer trimestre de 2022, en comparación con el cuarto trimestre de 2021. Esta tasa es superior en 0,85 puntos porcentuales a la registrada en el mismo trimestre del año anterior, cuando presentó un crecimiento de 1,55%” impactando negativamente a la población con menores ingresos mensuales, que día a día aumenta la brecha para conseguir vivienda propia.

Al analizar alternativas que son utilizadas en diferentes lugares del mundo, como Europa y Norte América, se busca implementar un nuevo sistema de construcción, el cual en Colombia no es muy utilizado debido a la falta de investigación en el medio. Específicamente, se trata del sistema de la construcción modular que según el Modular Building Institute (2022) “La construcción modular es un proceso en el que un edificio se construye fuera del sitio, bajo condiciones de planta controladas, utilizando los mismos materiales y diseñando con los mismos códigos y estándares que las instalaciones construidas convencionalmente, pero en aproximadamente la mitad del tiempo. Los edificios se producen en "módulos" que, cuando se ensamblan en un espacio determinado, reflejan la intención de diseño y las especificaciones idénticas de la instalación construida de forma sofisticada”, lo que genera no sólo beneficios en la parte constructiva respecto a costos y tiempo, sino también al retorno de la inversión utilizada para edificar con este sistema.

Como parte de la solución, este proyecto es un aporte a la búsqueda de la innovación y bases para implementar un sistema de construcción modular industrializado en la ciudad de Bogotá, iniciando con la evaluación de la mezcla utilizada, la cual posteriormente se utilizará para la ejecución de proyectos constructivos.

Al realizar los diferentes estudios y pruebas de laboratorio se obtendrán los resultados para la elaboración de concretos aptos en la fundición de módulos industrializados, que viabilizarán una solución de vivienda a bajos costos de buena calidad y en el menor tiempo de construcción. Por tanto, debido a la problemática que presentan las estructuras de concretos, es necesario buscar, indagar y explorar las posibles opciones para encontrar un material que satisfaga las condiciones del módulo de elasticidad, la durabilidad y la resistencia exigidas en los diseños para los sistemas de construcción modular industrializado en Bogotá, de acuerdo con la normatividad existente.

De esta manera, se realizan algunos aportes para el desarrollo de los procedimientos de los sistemas de construcción modular industrializada en Bogotá D.C. estas aplicaciones también se podrán desarrollar en otras regiones, conociendo las características de los materiales y la pluviosidad de la zona.

Objetivos

Objetivo General

Determinar el comportamiento del concreto hidráulico utilizado en el sistema constructivo modular industrializado de resistencias entre 210 Kg/cm^2 (3000 PSI) y 280 Kg/cm^2 (4000 PSI)

Objetivos Específicos

Realizar los ensayos de laboratorio para determinar los niveles de calidad de las mezclas de concreto teniendo en cuenta las Normas Técnicas Colombianas (NTC) para utilizar en el sistema de construcción modular industrializado.

Presentar informe sobre los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio que se practican en los diseños de concreto.

Ilustrar por medio de tablas los resultados de laboratorio realizados para el proyecto.

Verificar que los resultados obtenidos en las resistencias correspondan a los estándares de calidad exigidos por las normas técnicas colombianas.

Proponer la metodología de diseño de mezcla del concreto acorde con las características de los materiales seleccionados en el presente proyecto según el ACI 212

1. Antecedentes organizacionales

1.1. Descripción de la organización ejecutora

CONCREMACK (2021), “es especialista en proyectos industriales de alto contenido tecnológico, desarrollando sus actividades en tres líneas de negocio: facilidades para el oil & gas, generación fotovoltaica, transmisión de redes. La capacidad de gestión y liderazgo de estos proyectos incluye todas sus fases: ingeniería básica y de detalle, personalización y tecnología en materiales de construcción, montaje, puesta en marcha, operación y mantenimiento; CONCREMACK hace posible ofrecer a los clientes, un modelo de negocio único que abarca desde la contratación de un servicio individual, hasta la posibilidad de realizar la gestión completa de sus actividades.”

La empresa CONCREMACK S.A.S. se encuentra situada en el departamento Cundinamarca en la ciudad de Bogotá, en la localidad Usaquén y su dirección postal es AVENIDA CARRERA 15 106 32 oficina 505, Bogotá, Bogotá. CONCREMACK SAS está constituida como una sociedad por acciones simplificada. La actividad a la que se dedica la empresa CONCREMACK SAS es Fabricación de artículos de hormigón cemento y yeso, en la Tabla 1, se presenta resumen actualizado de la empresa.

Tabla 1.

Información CONCREMACK S.A.S

CONCREMACK S.A.S.	NIT 900558342
Razón social de la sociedad:	CONCREMACK SAS
Objeto social principal:	FABRICACIÓN DE HORMIGÓN CEMENTO Y YESO
Clasificación Industrial Internacional Uniforme Versión 4 A.C:	C2395- Fabricación de artículos de hormigón cemento y yeso
Estado actual:	ACTIVA
Tipo societario:	08. SOCIEDAD POR ACCIONES SIMPLIFICADA SAS
Dirección de notificación judicial registrada en Cámara de Comercio:	AV CRA 15106 32 OF 505

Departamento de la dirección de notificación judicial:	BOGOTÁ D.C.
Ciudad de la dirección de notificación judicial:	USAQUÉN-BOGOTÁ D.C.
Teléfono del domicilio:	2150482
Celular corporativo:	3183585013
E-mail de la sociedad:	contabilidad@concremack.com
Matricula mercantil número:	238989

Fuente: Autor, basado en CONCREMACK (2021)

1.2. Objetivos estratégicos

CONCREMACK S.A.S, cuenta con los siguientes objetivos estratégicos que buscan la implementación de una cultura de mejora continua y entrega de excelentes resultados en los diferentes proyectos donde intervenga la empresa.

1.2.1. Asegurar la sostenibilidad de la organización en el tiempo

1.2.2. Garantizar Excelencia operativa

1.2.3. Crear relaciones sólidas y duraderas con nuestros clientes

1.2.4. Gestionar el conocimiento al interior de la organización

1.2.5. Gestionar felicidad en el trabajo

1.2.6. Afianzar el relacionamiento con proveedores u contratistas

1.2.7. Incrementar la participación en el mercado a través de la construcción modular industrializada

1.2.8. Incrementar las ventas

1.3. Misión, visión y valores

Misión

“CONCREMACK S.A.S., empresa líder en la aplicación de soluciones industriales y tecnológicas para el diseño de productos y servicios diversificados que incluyen la ingeniería básica y de detalle; la personalización y tecnificación de materiales de construcción; el montaje, puesta en marcha, operación y mantenimiento de proyectos de infraestructura civil, facilidades en oil & gas, generación fotovoltaica, transmisión de redes e instalaciones mediante prácticas de investigación y desarrollo rentables, sostenibles y seguras, que permiten garantizar la excelencia operacional y la transparencia a través de relaciones de mutuo beneficio con sus grupos de interés.”

Visión

“En el 2025 CONCREMACK S.A.S., se posicionará como una de las tres mejores empresas a nivel nacional, siendo reconocida por su servicio, calidad, innovación y excelencia operacional”. dedicada al diseño y ejecución de proyectos de infraestructura civil, facilidades oil & gas y de producción y comercialización de concretos premezclados de alta calidad,

Valores

“La empresa enfatiza su laboriosidad, abanderando responsabilidad, pasión, honestidad, transparencia, trabajo en equipo, innovación, creatividad y compromiso con el personal interno y los clientes.”

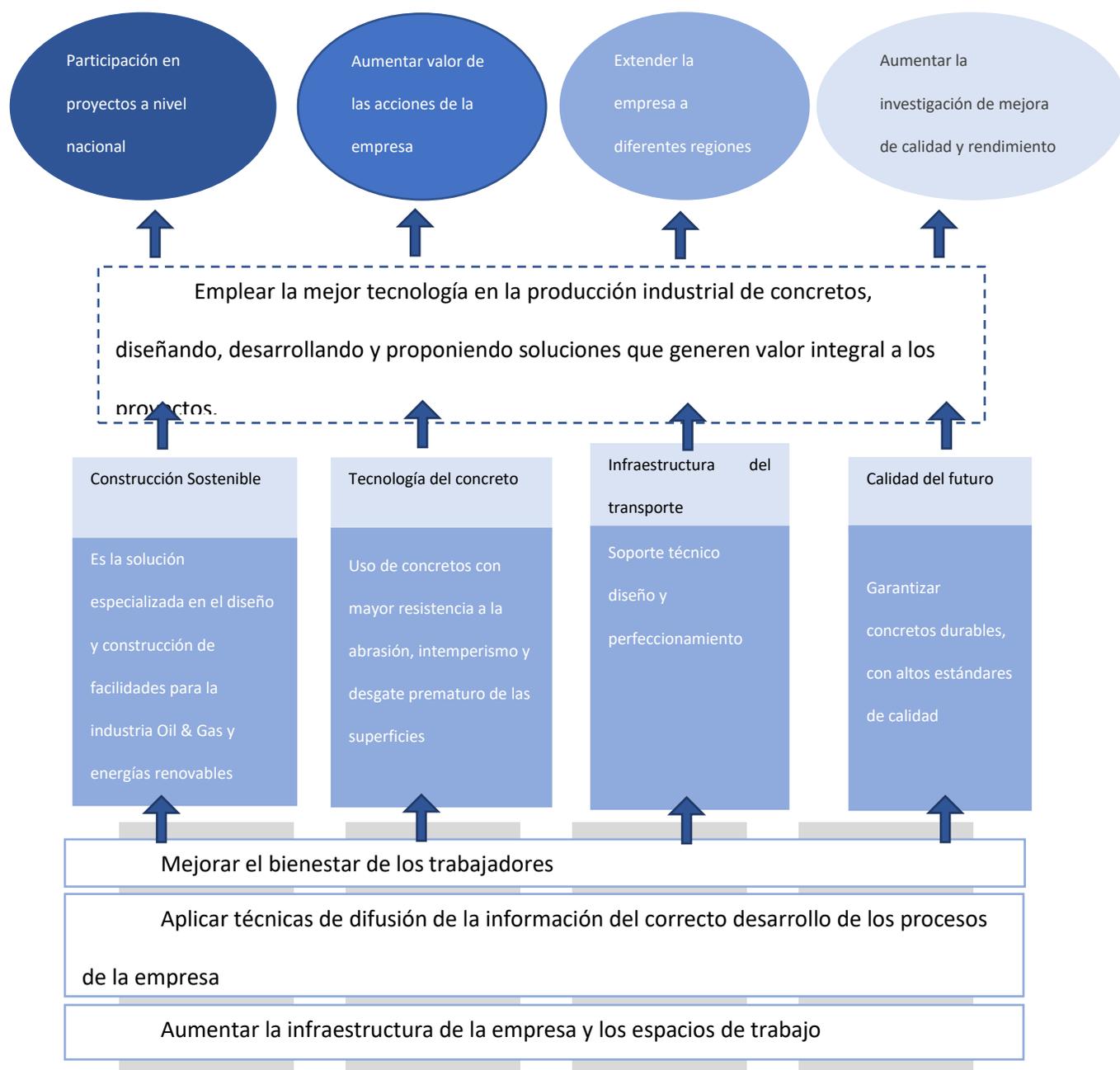
Fuente de Información: CONCREMACK S.A.S (2021)

1.4. Mapa estratégico

En la figura 1 podemos observar el mapa estratégico de la organización.

Figura 1.

Mapa Estratégico



Fuente: Autor

1.5. Cadena de valor

En la figura 2 se observa la cadena de valor del proyecto.

Figura 2.

Cadena de valor



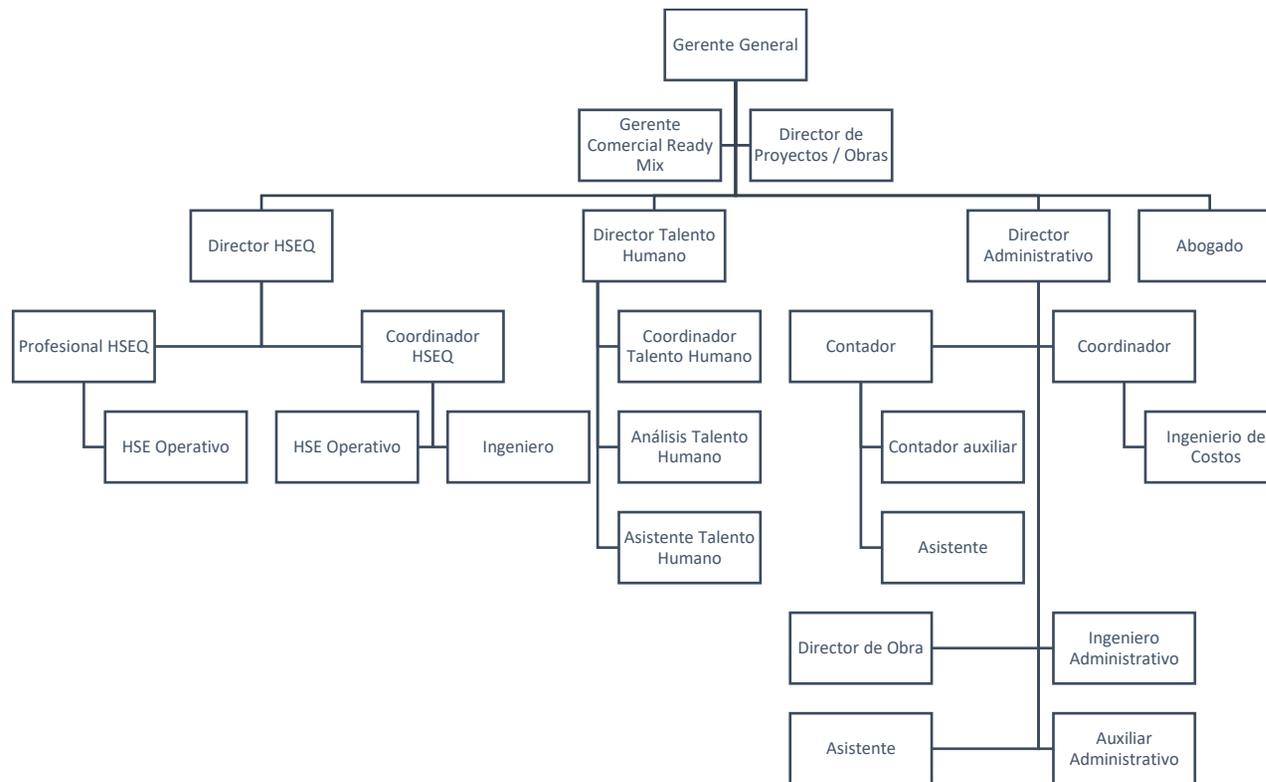
Fuente: Autor

1.6. Estructura organizacional

En la figura 3 se puede observar la estructura organizacional de la empresa CONCREMARK.

Figura 3.

Estructura Organizacional CONCREMARK



Fuente: Autor, basado en CONCREMARK (2021)

2. Evaluación del proyecto a través de la metodología del marco lógico

2.1. Planteamiento del problema o necesidad

Una problemática frecuente, para conseguir vivienda económica con calidad y rapidez, es la falta de acceso a los sistemas de construcción tradicional, que generan altos costos impidiendo la facilidad de adquisición. Adicionalmente, en algunas ocasiones se sacrifica calidad por costos del producto que se pretende ofrecer, para ello, se realizará un estudio de mezcla de concreto, que conllevará a la implementación de un nuevo sistema de construcción industrializada modular en Bogotá, que permita abordar la problemática anteriormente descrita, generando oportunidades de mejora en la calidad de vida de las personas que podrán adquirir vivienda propia a menores costos y tiempo, ceñida a altos estándares de calidad.

La construcción modular industrializada, trae consigo beneficios verdes, rápidos e inteligentes en el área de la construcción, tales como la gran cantidad de posibilidades de diseño, una mayor sostenibilidad y eficiencia energética.

De acuerdo con el Modular Building Institute (2022) la construcción modular tiene los siguientes beneficios:

El proceso controlado por la fábrica genera menos residuos, crea menos perturbaciones en el sitio y permite una construcción más estricta.

Mayor flexibilidad y reutilización: Los edificios modulares se pueden desmontar y los módulos reubicados o renovados para un nuevo uso, reduciendo la demanda de materias primas y minimizando la cantidad de energía gastada para crear un edificio que satisfaga la nueva necesidad.

Menos desperdicio de material: Al construir en una fábrica, los residuos se eliminan reciclando materiales, controlando el inventario y protegiendo los materiales de construcción.

Mejora de la calidad del aire: Debido a que la estructura modular se completa sustancialmente en un entorno controlado por la fábrica utilizando materiales secos, se elimina la posibilidad de que se atrapen altos niveles de humedad en la nueva construcción.

La construcción de edificios modulares ocurre simultáneamente con el trabajo en el sitio, lo que permite que los proyectos se completen en la mitad del tiempo de la construcción tradicional.

Cronograma de construcción reducido: Debido a que la construcción de edificios modulares puede ocurrir simultáneamente con el sitio y el trabajo de cimentación, los proyectos se pueden completar entre un 30% y un 50% antes que la construcción tradicional.

Eliminación de retrasos climáticos: 60 - 90% de la construcción se completa dentro de una fábrica, lo que mitiga el riesgo de retrasos climáticos. Los edificios se ocupan antes, creando un retorno de la inversión más rápido.

Construidos según el código con materiales de calidad: Los edificios modulares se construyen para cumplir o exceder los mismos códigos y estándares de construcción que las estructuras construidas en el sitio, y los mismos materiales especificados por el arquitecto utilizados en edificios construidos convencionalmente se utilizan en proyectos de construcción modular: madera, concreto y acero.

Los edificios modulares se construyen con los mismos materiales y con los mismos códigos de construcción y especificaciones arquitectónicas que la construcción tradicional. Una vez ensamblados, son prácticamente indistinguibles de sus contrapartes construidas en el sitio.

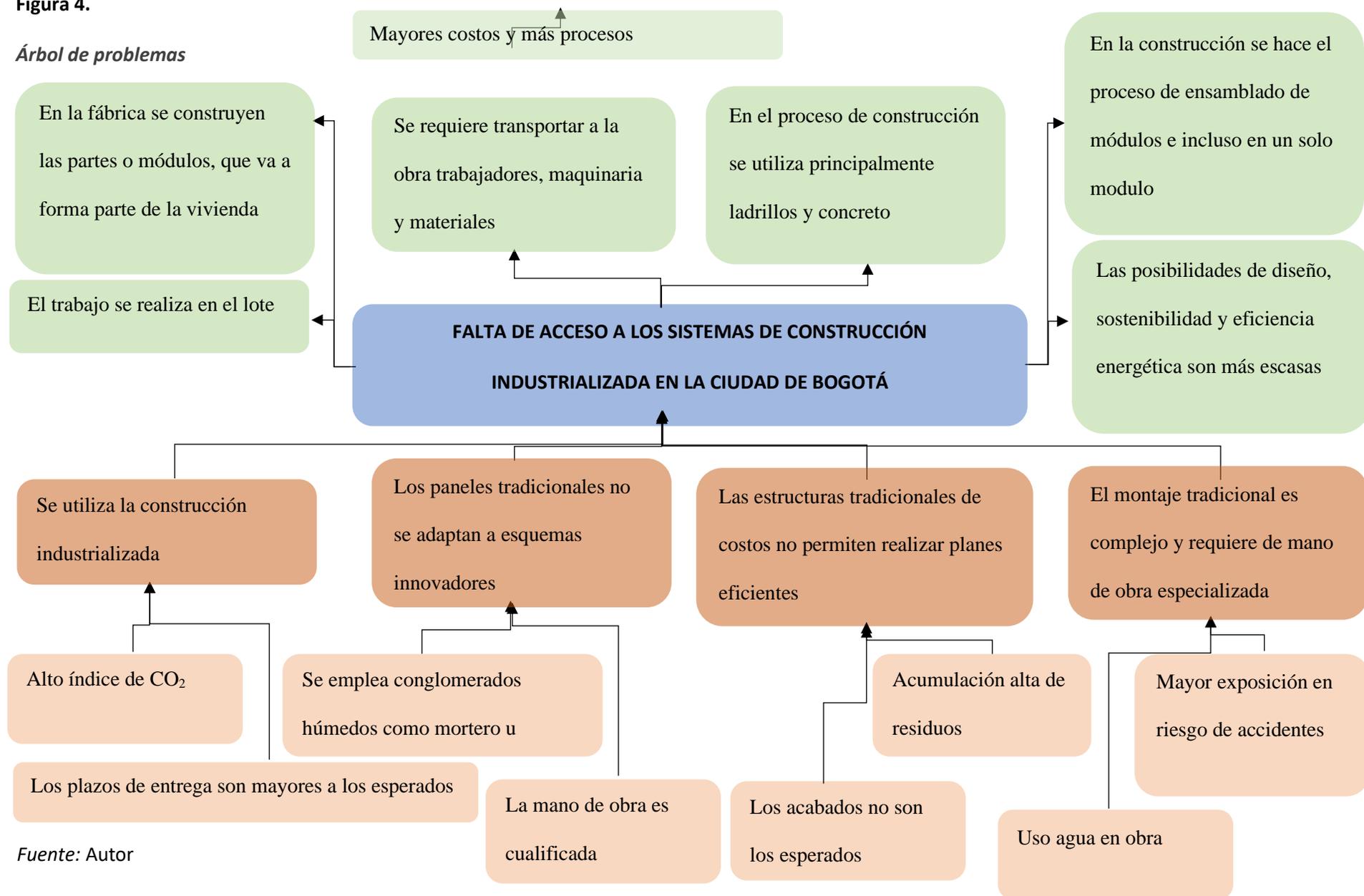
Construcción más segura: El entorno de construcción interior reduce los riesgos de accidentes y responsabilidades relacionadas para los trabajadores.

Oportunidades de diseño ilimitadas: Las unidades modulares pueden diseñarse para adaptarse a la estética externa de cualquier edificio existente y las unidades modulares, una vez ensambladas, son prácticamente indistinguibles de sus contrapartes construidas en el sitio.

2.2. Árbol de problemas

Figura 4.

Árbol de problemas

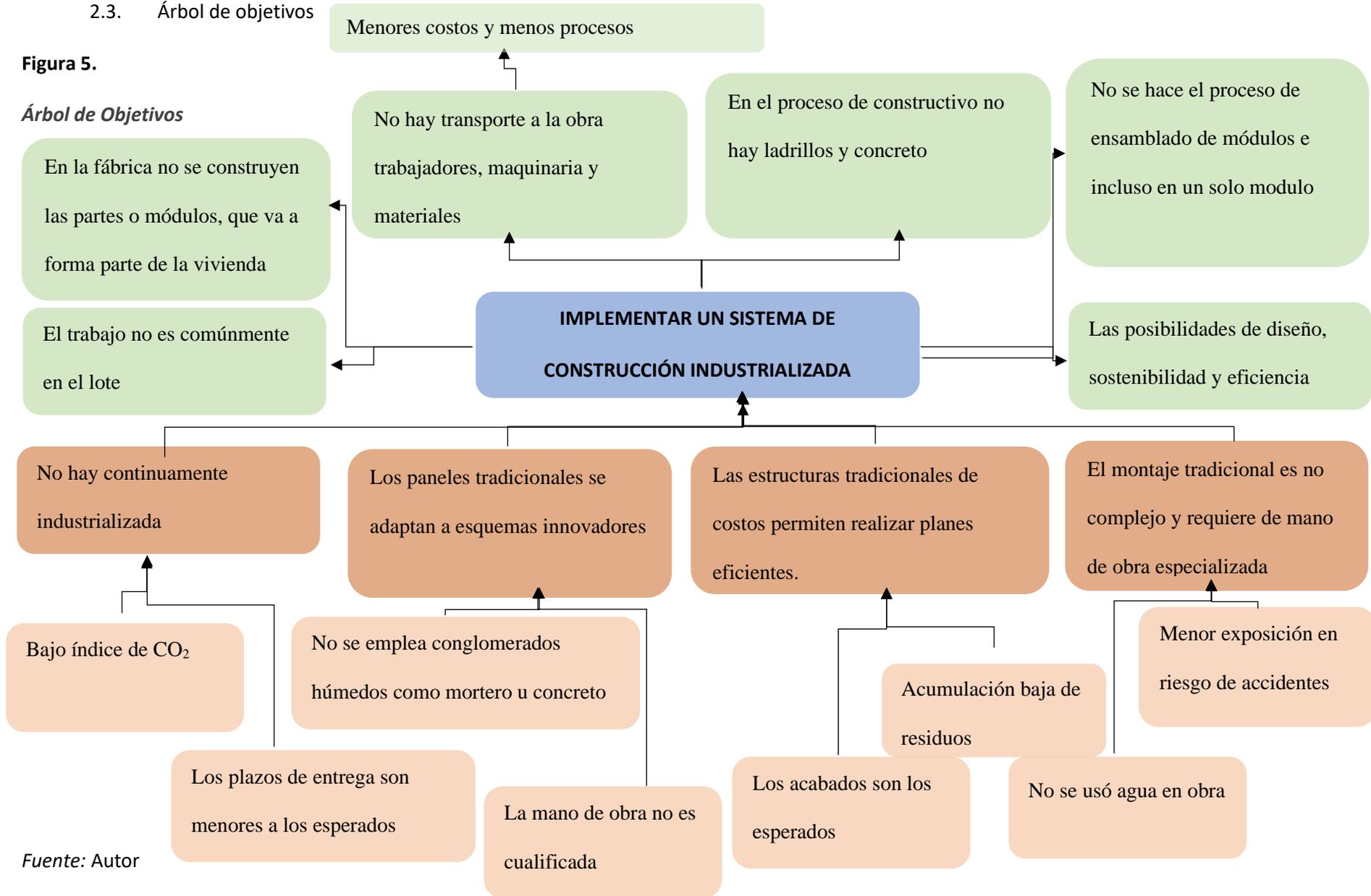


Fuente: Autor

2.3. Árbol de objetivos

Figura 5.

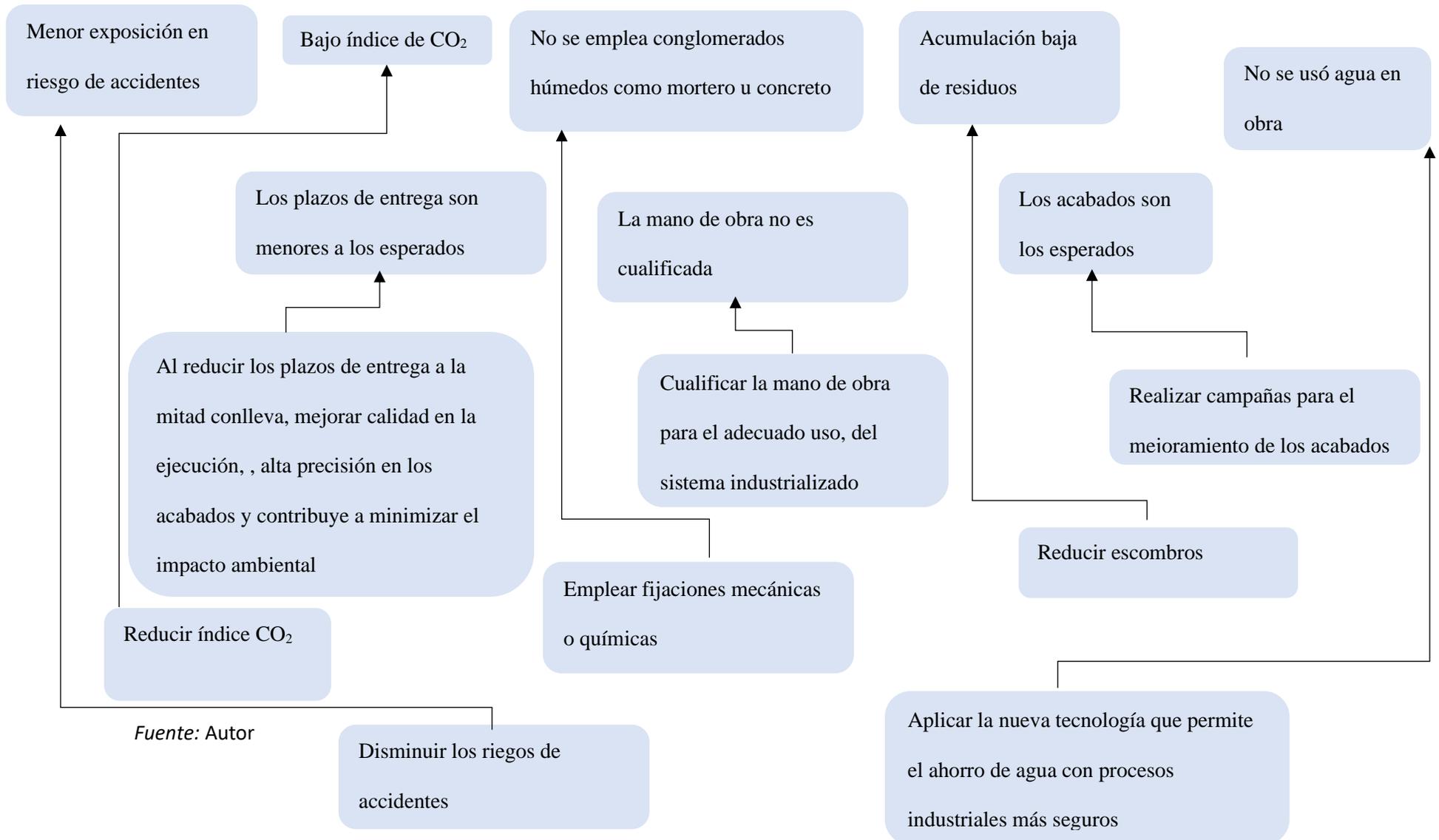
Árbol de Objetivos



Fuente: Autor

2.4. Árbol de acciones

Figura 6.

Árbol de acciones

2.5. Determinación de alternativas

Alternativa A. El cemento utilizado ayuda a Reducir índice CO₂, al reducir los plazos de entrega a la mitad conlleva, mejorar calidad en la ejecución, alta presión en los acabados y contribuye a minimizar el impacto ambiental

Alternativa B. Al Emplear fijaciones mecánicas o químicas, cualificar la mano de obra para el adecuado uso, del sistema industrializado modular

Alternativa C. Reducir escombros, realizar campañas para el mejoramiento de los acabados

Alternativa D. Disminuir los riesgos de accidentes, aplicar la nueva tecnología que permite el ahorro de agua con procesos industriales más seguros

2.6. Evaluación de alternativas

A continuación, se realiza la evaluación de las alternativas generadas a partir del análisis del árbol de problemas, objetivos y acciones, reflejando los resultados en la tabla 2 Evaluación de alternativas.

Tabla 2.

Evaluación de alternativas

No. Alternativa	Efecto Bajo	Efecto Medio	Efecto Alto
Alternativa A		2	
Alternativa B	1		
Alternativa C	1		
Alternativa D			3

Fuente: Autor

2.7. Descripción de la alternativa seleccionada

Disminuir los riesgos de accidentes, aplicar la nueva tecnología que permite el ahorro de agua con procesos industriales más seguros para la construcción modular, además de mejorar la calidad de los procesos que se entregan al finalizar el producto al cliente, garantizando el cumplimiento de la normatividad y supliendo las necesidades básicas de la demanda del producto.

3. Marco metodológico

3.1. Tipos y métodos de investigación

Este trabajo de investigación es de tipo proyecto factible, se tendrá un primer contacto con los involucrados directamente en el tema de desarrollo de las últimas tecnologías, tales como el sistema de construcción modular industrializada a nivel nacional e internacional, consultando diferentes fuentes de información tales como revistas, publicaciones, noticias y artículos.

Las empresas que serán consultadas, en el sector de la construcción son reconocidas nivel nacional e internacional por su trayectoria técnica y profesional, las cuales tienen relación directa con el tema de investigación y que brindan importantes aportes para la comprensión y el mejoramiento de las prácticas constructivas.

Alcance de los resultados:

Se propone trabajar con mezclas en estudio y comportamiento en construcción industrializada teniendo en cuenta los conceptos, ensayos de laboratorio, sus características, recomendaciones en la instalación, aplicabilidad y resistencias a la compresión entre 210 kg/cm^2 (3000psi) y 280 kg./cm^2 (4000 psi) las cuales no se han investigado en nuestro medio.

La empresa que apoya este proyecto es CONCREMACK, desde donde se suministraron insumos para a la investigación y los siguientes aportes: materiales: granulares, cemento, agua, aditivo, escoria; elementos de laboratorio, como máquinas, recipientes, balanza, cuarto de curado; y asesoría técnica

3.2. Herramientas para la recolección de información

Se realizará una evaluación técnica, a través de los ensayos de laboratorio de los materiales que sirven de base para sistema de construcción modular industrializada en Bogotá.

Las variables que se estudiarán durante los ensayos de laboratorio del concreto propuesto son:

Resistencia a la compresión	NTC	504 y 673
Resistencia a la flexión	NTC	2871
Masa unitaria	NTC	1926
Modulo Elástico	NTC	2018
Porcentaje de vacíos	NTC	92

Los ensayos se realizarán siguiendo la metodología formulada en las normas técnicas colombianas (NTC)

3.3. Fuentes de información

Para el desarrollo de la presente investigación se consultara la Norma Colombiana Sismo resistente NSR-10 con sus respectivas actualizaciones; las normas técnicas colombianas para el diseño de mezclas y ensayos en laboratorio; manuales de diseño de concreto; manuales de construcción modular; revistas de ingeniería civil con los nuevos avances tecnológicos implementados en la construcción y cualquier otro documento que presente juicios de valor, para desarrollar la mezcla de concreto de los sistemas de construcción modular industrializada en la ciudad de Bogotá, de acuerdo a los agregados y características de los mismos característicos del sector.

4. Estudio técnico

4.1. Diseño conceptual de la Solución

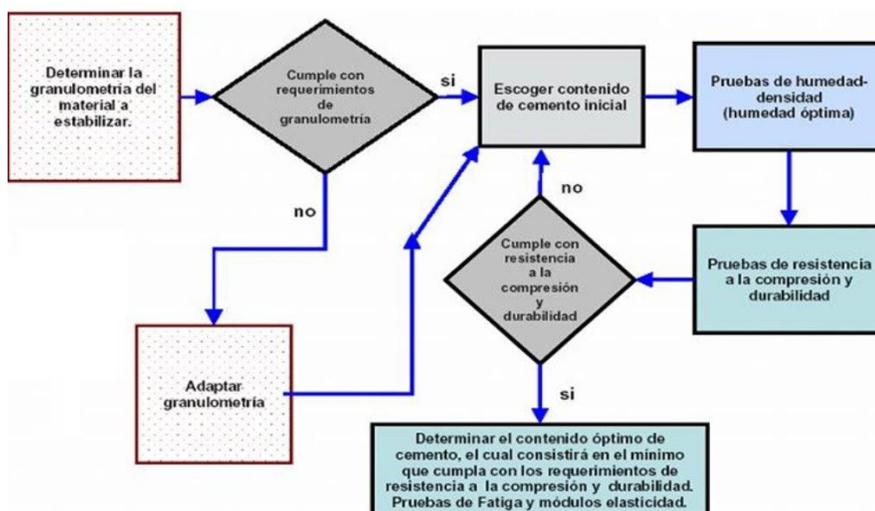
Se analizarán diferentes mezclas de concreto, con el fin de garantizar resistencias entre 210 Kg/cm² (3000 PSI) y 280 Kg/cm² (4000 PSI) que permita utilizarla posteriormente en la construcción industrializada modular, como un sistema de edificación que utiliza técnicas y procesos más innovadores y precisos. Mejorando en calidad constructiva a la tradicional y recorta los plazos de ejecución.

Se analizará, como la mezcla se comporta con los diferentes elementos estructurales utilizados para la implementación del sistema de construcción modular, en el cual, su mayor parte se realizará en una fábrica, que permite procesos estandarizados, controlados y de alta calidad. Posteriormente se transportan a su ubicación definitiva, donde previamente se ha realizado la cimentación, y allí se ensamblan.

4.2. Análisis y descripción del proceso

Figura 7.

Flujograma Elaboración mezcla de concreto



Fuente: Teoría del concreto. <http://ingenieriasalva.blogspot.com/>

4.3. Definición del tamaño y localización del proyecto

Se realizarán mezclas con resistencias a la compresión entre 210 kg/cm² (3000psi) y 280 kg./cm² (4000 psi) las cuales no se han investigado en nuestro medio, para ello se utilizarán los siguientes materiales, cemento, triturado, arena agua y aditivos en las proporciones que el estudio de mezcla exija.

Dichas mezclas se utilizarán, en algunos elementos modulares estructurales que permitan el análisis de estos elementos, para ser implementados en la construcción Definición del tamaño y localización del proyecto que posterior a esta investigación que ofrezca calidad y seguridad para su uso.

El proyecto se realizará en instalaciones de la planta de concreto de CONCREMACK Ubicada en la ciudad de Bogotá, Localidad Puente Aranda, en un terreno de 20 m², en donde se fundirán las estructuras y se fallarán bajo condiciones controladas en laboratorio, este proyecto se considera de gran tamaño, ya que posteriormente será utilizado en nuevos servicios que la organización podrá ofrecer a diversos clientes.

Figura 8.

Localización del Proyecto



Fuente: Google.maps

4.4. Requerimientos para el desarrollo del proyecto

Para el desarrollo del proyecto y su respectiva investigación, se requiere de personal técnico calificado y materiales que a continuación se relacionan. Debido a que no todo el personal, que aparece en el listado aporta de manera significativa al proyecto, posteriormente se definirán y estudiara el perfil del personal operativo, a quienes se les generará el presupuesto del proyecto y de esta manera, se realizara el diseño de mezcla y análisis de resultados. Estos son:

Capacidad Técnica:

Ingeniero de control de calidad	Ingeniero de proyectos
Ingeniero jefe de planta	Almacenista
Ingeniero jefe de laboratorio	Laboratorista

Maquinaria:

Planta de concreto

Equipo de laboratorio:

Balanzas	Cuarto de curado
Prensa hidráulica	

Materiales:

Cemento	
Grava	Agua
Arena	Aditivos

5. Estudio de mercado

5.1. Población

El proyecto inicial del diseño de mezcla para el sistema de construcción modular industrializada, estará centrado para implementar en un proyecto de y Se analizaran diferentes mezclas de concreto, con el fin de garantizar resistencias entre 210 Kg/cm² (3000 PSI) y 280 Kg/cm² (4000 PSI) .

5.2. Dimensionamiento de la demanda

Inicialmente este proyecto está dirigido a la gerencia de la empresa, con el fin de Determinar el comportamiento del concreto hidráulico utilizado en el sistema constructivo modular industrializado de resistencias entre 210 Kg/cm² (3000 PSI) y 280 Kg/cm² (4000 PSI) que serán ofrecidos a la población de la ciudad de Bogotá distrito

5.3. Dimensionamiento de la oferta

La oferta del proyecto incluye un diseño de mezcla, con análisis de resultados de pruebas de concreto, que será implementado en la construcción modular industrializada, con el fin de implementarse en proyectos de vivienda familiar donde el cliente de este nuevo sistema de construcción, obtenga beneficios en cuanto a facilidad los procesos, disminución de precios y entrega de manera oportuna los productos, lo que reduce las reclamaciones en el periodo de postventa; un gran avance en la reducción de periodos de entrega y conlleva mejor calidad en la ejecución y altos acabados, además contribuye a minimizar el impacto ambiental.

6. Estudio de viabilidad financiera

6.1. Estimación de costos de inversión del proyecto

De acuerdo con el proyecto, cuya duración es de 304 días, y con un presupuesto de \$135'484.305, contamos con las siguientes tasas de interés, las cuales se encuentran actualizadas a mes de octubre en la paginas de internet de los bancos analizados, de acuerdo con la tabla 3.

Tabla 3. Estimación presupuesta del proyecto

Investigación del diseño de mezcla	\$ 25.000.000
Suministro de materiales	\$ 20.000.000
Realización de los ensayos	\$ 45.000.000
Entrega de resultados	\$ 15.000.000
Presupuesto Inicial	\$ 105.000.000

Fuente: Autor

6.2. Definición de costos de operación y mantenimiento del proyecto

A continuación, se relaciona cada una de las actividades a desarrollar en el proyecto con el fin de demostrar el presupuesto necesario para realizar el proyecto.

Tabla 4.

Definición de costos por actividades del proyecto

Cuenta de Control	Paquete de trabajo	ID Actividad	Costo por actividad	Costo por paquete de trabajo	Costo por cuenta de Control
CC1	1.1.1	A	\$ 3.600.000	\$ 14.400.000	\$ 27.600.000
		B	\$ 6.000.000		
		C	\$ 4.800.000		
	1.1.2	D	\$ 4.800.000	\$ 13.200.000	
		E	\$ 8.400.000		
CC2	1.2.1	F	\$ 2.848.500	\$ 5.520.500	\$ 23.570.500
		G	\$ 48.000		
		H	\$ 1.344.000		
		I	\$ 1.280.000		

	1.2.2	J	\$ 2.848.500	\$ 5.520.500	
		K	\$ 48.000		
		L	\$ 1.344.000		
		M	\$ 1.280.000		
	1.2.3	N	\$ 2.848.500	\$ 4.176.500	
		O	\$ 48.000		
		P	\$ 1.280.000		
	1.2.4	Q	\$ 2.848.500	\$ 4.176.500	
		R	\$ 48.000		
		S	\$ 1.280.000		
	1.2.5	T	\$ 2.848.500	\$ 4.176.500	
		U	\$ 48.000		
		V	\$ 1.280.000		
CC3	1.3.1	W	\$ 48.000	\$ 2.608.000	\$ 9.200.000
		X	\$ 2.560.000		
	1.3.2	Y	\$ 48.000	\$ 2.608.000	
		Z	\$ 2.560.000		
	1.3.3	AA	\$ 48.000	\$ 1.328.000	
		AB	\$ 1.280.000		
	1.3.4	AC	\$ 48.000	\$ 1.328.000	
		AD	\$ 1.280.000		
	1.3.5	AE	\$ 48.000	\$ 1.328.000	
		AF	\$ 1.280.000		
CC4	1.4.1	AG	\$32.400.000	\$39.600.000	\$ 51.600.000
		AH	\$ 7.200.000		
	1.4.2	AI	\$ 9.600.000	\$12.000.000	
		AJ	\$ 2.400.000		

Fuente: Autor

6.3. Análisis de tasa de interés para costos de oportunidad

TASAS DE CDT – TASA FIJA ENTIDADES BANCARIAS

Se analizaron 5 bancos, donde la información utilizada se encuentra en la página de internet de cada uno de ellos y en la que las tasas son expresadas de acuerdo con la cantidad de días en el que se realizara el CDT y la suma de este por un valor de \$ 124.287.255, correspondiente al resultado de la definición de costos por actividad del proyecto reflejada en la tabla 5.

Tabla 5.

Tasas de CDT

ENTIDAD	TASA DE INTERÉS	
FINANCIERA		
Banco de Bogotá	7,38%	E.A.
Bancolombia	7,30%	E.A.
Banco Popular	8,08%	E.A.
Banco Av Villas	7,45%	E.A.
Bango Agrario	7,15%	E.A.

Fuente: Autor, información basada en página web de las entidades financieras

Posteriormente se realiza la conversión de la tasa efectiva anual a tasas efectivas mensuales, obteniendo los siguientes resultados.

Banco de Bogotá

$$(1 + 7,38\%)^1 = (1 + i)^{12}$$

$$(1 + 7,38\%)^{\frac{1}{12}} = (1 + i)$$

$$(1 + 7,38\%)^{\frac{1}{12}} - 1 = i$$

$$i = 0,595\% \text{ Efectivo Mensual}$$

Bancolombia

$$(1 + 7,30\%)^1 = (1 + i)^{12}$$

$$(1 + 7,30\%)^{\frac{1}{12}} = (1 + i)$$

$$(1 + 7,30\%)^{\frac{1}{12}} - 1 = i$$

$$i = 0,589\% \text{ Efectivo Mensual}$$

Banco Popular

$$(1 + 8,08\%)^1 = (1 + i)^{12}$$

$$(1 + 8,08\%)^{\frac{1}{12}} = (1 + i)$$

$$(1 + 8,08\%)^{\frac{1}{12}} - 1 = i$$

$$i = 0,650\% \text{ Efectivo Mensual}$$

Banco Av Villas

$$(1 + 7,45\%)^1 = (1 + i)^{12}$$

$$(1 + 7,45\%)^{\frac{1}{12}} = (1 + i)$$

$$(1 + 7,45\%)^{\frac{1}{12}} - 1 = i$$

$$i = 0,601\% \text{ Efectivo Mensual}$$

Banco Agrario

$$(1 + 7,15\%)^1 = (1 + i)^{12}$$

$$(1 + 7,15\%)^{\frac{1}{12}} = (1 + i)$$

$$(1 + 7,15\%)^{\frac{1}{12}} - 1 = i$$

$$i = 0,577\% \text{ Efectivo Mensual}$$

Tabla 6.

Resumen tasa interés efectiva mensual de entidades bancarias

ENTIDAD FINANCIERA	TASA DE INTERÉS	
BANCO DE BOGOTÁ	0,595%	E.M.
BANCOLOMBIA	0,589%	E.M.
BANCO POPULAR	0,650%	E.M.
BANCO AV VILLAS	0,601%	E.M.
BANGO AGRARIO	0,577%	E.M.

Fuente: Autor

De acuerdo con las conversiones anteriores se puede determinar que el banco que ofrece mejor tasa para un CDT es el Banco Popular.

6.4. Análisis de tasas de interés para costos de financiación

Para efectos del ejercicio se proyectó financiación del proyecto en \$ 60'000.000,00, con la tasa de interés más baja del mercado, que corresponde al banco agrario cuyo interés es del 0,557 % Efectivo mensual.

En la tabla No. 7 se puede evidenciar el desarrollo del préstamo y los pagos mensuales a treves de cuota fija para finalizar al pago al término del proyecto.

Para el proyecto no se requiere tal procedimiento, ya que la empresa cuenta con el recurso para financiar el recurso y no es necesario ningún tipo de crédito.

Tabla 7.

Análisis de tasa de interés para financiación

COSTO DE FINANCIACIÓN - COTA FIJA					
VP =	\$	60.000.000			
n =		10			
Periodicidad =		Mensual			
i =		0,58%			
R =					
I =					
VK =	\$	6.000.000			
Periodos	Valor del Credito (VP)	Abono Capital (VK)	Interés (I)	Renta (R)	Saldo
0	\$ 60.000.000				\$ 60.000.000
1	\$ 60.000.000	\$ 5.845.853	\$ 346.200	\$ 6.192.053	\$ 54.154.147
2	\$ 54.154.147	\$ 5.879.584	\$ 312.469	\$ 6.192.053	\$ 48.274.563
3	\$ 48.274.563	\$ 5.913.509	\$ 278.544	\$ 6.192.053	\$ 42.361.054
4	\$ 42.361.054	\$ 5.947.630	\$ 244.423	\$ 6.192.053	\$ 36.413.424
5	\$ 36.413.424	\$ 5.981.948	\$ 210.105	\$ 6.192.053	\$ 30.431.477
6	\$ 30.431.477	\$ 6.016.464	\$ 175.590	\$ 6.192.053	\$ 24.415.013
7	\$ 24.415.013	\$ 6.051.179	\$ 140.875	\$ 6.192.053	\$ 18.363.834
8	\$ 18.363.834	\$ 6.086.094	\$ 105.959	\$ 6.192.053	\$ 12.277.741
9	\$ 12.277.741	\$ 6.121.211	\$ 70.843	\$ 6.192.053	\$ 6.156.530
10	\$ 6.156.530	\$ 6.156.530	\$ 35.523	\$ 6.192.053	\$ 0
Total Pagado		\$ 60.000.000	\$ 1.920.532	\$	61.920.532

Fuente: Autor

De acuerdo con el análisis realizado, para financiar un porcentaje del proyecto a través de una entidad financiera y pactando un pago a cuota fija durante 10 meses de desarrollo del proyecto, se puede concluir que se pagara finalmente \$61'920,532,00

6.5. Tablas de amortización y / o capitalización

Tomando como referencia la mejor tasa que ofrece los bancos seleccionados, es decir la tasa del 0,65% del Banco Popular, realizamos la tabla de capitalización invirtiendo el presupuesto total del proyecto en un periodo de 11 meses, tiempo en el que se desarrollara el proyecto, a continuación, en la tabla No. 8 se refleja el procedimiento para determinar el total del valor capitalizado al finalizar el proyecto.

construcción y entrega de las casas, donde se espera que en los primeros 6 meses se vendan el total de las viviendas a un promedio de 9 casas por mes.

Para el análisis del flujo de caja y con el fin de identificar el retorno del dinero, se analizará el proyecto 6 meses proyectados contando como ingreso el 40% de valor de cada casa vendida que corresponden a beneficios del proyecto constructivo.

Tabla 9.

Flujo de Caja Proyecto

FLUJO DE CAJA				
Conceptos	mes 1	mes 2	mes 3	mes 4
INGRESOS				
VENTA VIVIENDA (40%)				
Total Ingresos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
EGRESOS				
RESERVA (INVERSIÓN)	\$ 23.513.802			
PAGO DE NOMINA	\$ 10.320.000	\$ 10.080.000	\$ 7.920.000	\$ 9.648.003
COMPRA DE AGREGADOS			\$ 14.242.500	
Total Egresos	\$ 33.833.802	\$ 10.080.000	\$ 22.162.500	\$ 9.648.003
<i>Flujo Neto del Periodo</i>	-\$ 33.833.802	-\$ 10.080.000	-\$ 22.162.500	-\$ 9.648.003
<i>Saldo Inicial del Efectivo</i>	\$ -	-\$ 33.833.802	-\$ 43.913.802	-\$ 66.076.302
Saldo Final de Caja este periodo	-\$ 33.833.802	-\$ 43.913.802	-\$ 66.076.302	-\$ 75.724.305

mes 5	mes 6	mes 7	mes 8	mes 9	mes 10	mes 11
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 3.808.000	\$ 7.952.000	\$ 14.400.000	\$ 12.960.000	\$ 11.040.000	\$ 9.600.000	
\$ 3.808.000	\$ 7.952.000	\$ 14.400.000	\$ 12.960.000	\$ 11.040.000	\$ 9.600.000	\$ -
-\$ 3.808.000	-\$ 7.952.000	-\$ 14.400.000	-\$ 12.960.000	-\$ 11.040.000	-\$ 9.600.000	\$ -
-\$ 75.724.305	-\$ 79.532.305	-\$ 87.484.305	-\$ 101.884.305	-\$ 114.844.305	-\$ 125.884.305	-\$ 135.484.305
-\$ 79.532.305	-\$ 87.484.305	-\$ 101.884.305	-\$ 114.844.305	-\$ 125.884.305	-\$ 135.484.305	-\$ 135.484.305

mes 12 (proy)	mes 13 (proy)	mes 14 (proy)	mes 15 (proy)	mes 16 (proy)	mes 17 (proy)
\$ 396.000.000	\$ 396.000.000	\$ 396.000.000	\$ 396.000.000	\$ 396.000.000	\$ 220.000.000
\$ 396.000.000	\$ 396.000.000	\$ 396.000.000	\$ 396.000.000	\$ 396.000.000	\$ 220.000.000
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
\$ 396.000.000	\$ 396.000.000	\$ 396.000.000	\$ 396.000.000	\$ 396.000.000	\$ 220.000.000
-\$ 135.484.305	\$ 260.515.695	\$ 656.515.695	\$ 1.052.515.695	\$ 1.448.515.695	\$ 1.844.515.695
\$ 260.515.695	\$ 656.515.695	\$ 1.052.515.695	\$ 1.448.515.695	\$ 1.844.515.695	\$ 2.064.515.695

Fuente: Autor

Posteriormente se realiza la comparativa de beneficio / costo del proyecto y se compara respecto al IPC que se maneja para este año en el Banco Nacional que corresponde al 9,23%

Tabla 10.

Costo / Beneficio por mes

Concepto	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
Beneficios	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costos	\$ 33.833.802	\$ 10.080.000	\$ 22.162.500	\$ 9.648.003	\$ 3.808.000
Beneficio / Costo B/C					
Tasa mínima alternativa de retorno (9,23% de IPC)					
Costo de Capital					
Indice de Beneficio					

Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 396.000.000	\$ 396.000.000
\$ 7.952.000	\$ 14.400.000	\$ 12.960.000	\$ 11.040.000	\$ 9.600.000	\$ -	\$ -	\$ -

Mes 14	Mes 15	Mes 16	Mes 17	Σ Sumatoria	Costo del Capital 9,23%	Netos
\$ 396.000.000	\$ 396.000.000	\$ 396.000.000	\$ 220.000.000	\$ 2.200.000.000	\$ 203.060.000	\$ 1.996.940.000
\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 135.484.305		\$ 135.484.305
				16,24		14,74
				9,23%		
				0,09		
				14,74		14,74

Fuente: Autor

Al analizar los resultados, podemos concluir que el proyecto financieramente es viable ya que el índice de beneficio nos da superior a 1, además que el capital invertido en el proyecto se recuperara en el mes 12 con la venta de las primeras casas del proyecto.

6.7. Evaluación financiera y análisis de indicadores

Finalmente se analiza cada uno de los periodos y se halla el VAN y la TIR del proyecto obteniendo los siguientes resultados reflejados en la tabla 11.

Tabla 11.

VAN – TIR Proyecto

PROYECTO					
FLUJO DE EFECTIVO					
PERIODO	DINERO				
			15	\$	396.000.000
0	-\$	23.513.802	16	\$	396.000.000
1	-\$	33.833.802	17	\$	220.000.000
2	-\$	10.080.000	COK	0,65%	
3	-\$	22.162.500			
4	-\$	9.648.003	FCN1	-\$	33.833.802
5	-\$	3.808.000	FCN2	-\$	10.080.000
6	-\$	7.952.000	FCN3	-\$	22.162.500
7	-\$	14.400.000	FCN4	-\$	9.648.003
8	-\$	12.960.000	FCN5	-\$	3.808.000
9	-\$	11.040.000	FCN6	-\$	7.952.000
10	-\$	9.600.000	FCN7	-\$	14.400.000
11	\$	-	FCN8	-\$	12.960.000
12	\$	396.000.000	FCN9	-\$	11.040.000
13	\$	396.000.000	FCN10	-\$	9.600.000
14	\$	396.000.000	FCN11	\$	-

FCN12	\$	396.000.000	VP	-\$	12.305.372,58
FCN13	\$	396.000.000	(8)		
FCN14	\$	396.000.000	VP	-\$	10.414.659,14
FCN15	\$	396.000.000	(9)		
FCN16	\$	396.000.000	VP	-\$	8.997.740,03
FCN17	\$	220.000.000	(10)		
i	0,0065		VP	\$	-
lo	-\$	23.513.802	(11)		
(Inversión)			VP	\$	366.378.377,65
			(12)		
			VP	\$	364.012.297,71
			(13)		
VP	-\$	33.615.302,53	VP	\$	361.661.497,97
(1)			(14)		
VP	-\$	9.950.226,66	VP	\$	359.325.879,75
(2)			(15)		
VP	-\$	21.735.889,17	VP	\$	357.005.345,01
(3)			(16)		
VP	-\$	9.401.178,81	VP	\$	197.055.442,41
(4)			(17)		
VP	-\$	3.686.617,19	VAN	\$	1.850.407.737
(5)			> 0		
VP	-\$	7.648.806,88			\$ 1.850.407.737
(6)			TIR	27%	
VP	-\$	13.761.508,34			
(7)					

Fuente: Autor

Como conclusión, se puede analizar que los primeros 11 meses que corresponden a la investigación, los flujos de caja son negativos, pero posteriormente con la proyección de la venta de viviendas la tasa de flujo final es positiva y se puede analizar que al ser mayor la TIR que la tasa de descuento COK, el proyecto es Viable.

7. Estudio ambiental y social

7.1. Análisis y categorización de riesgo

En la tabla 12 se evidencia el análisis PESTLE del proyecto

Tabla 12.

Tabla de análisis PESTLE

Componente	Factor	Descripción del factor en el entorno del proyecto	Fase de análisis						Nivel de incidencia				¿Describa cómo incide en el proyecto?	¿Cómo potenciaría los efectos positivos y disminuiría los negativos?		
			I	P	Im	C	Cr	Mn	N	I	P	Mp				
Político	Cambio de dirigentes	ambio de dirigentes de la implementación del proyecto en diversas comunidades	X						X						Las contrataciones pueden quedar suspendidas	Se debe realizar una explicación detallada de los beneficios de realizar el proyecto en la actualidad y no postergarlo.
Económico	Recursos	Se utilizarán materiales de muy buena calidad para la fabricación el diseño y análisis de la mezcla de concreto a utilizar en el sistema industrializado	X											X	Con la utilización de agregados de buena calidad mejorara la calidad	Diseñando un sistema de construcción eficiente, que cumpla con toda la normatividad colombiana y las Normas técnicas para calidad en la construcción de vivienda.
Ambiental	Precipitación	En la zona se presentan dos periodos de lluvia, el más fuerte en FEBRERO, MARZO Y ABRIL El segundo en octubre, noviembre.	X	X					X						Es un aspecto decisivo en la construcción del cronograma.	Se identificarán las actividades que pueden ser afectadas por la lluvia, se realizará un cronograma que tenga en cuenta estos aspectos. De

							ser necesario se tendrá el equipo (motobombas) para no interrumpir las actividades.	
Ambiental	Inundaciones		X	X		X	Puede retrasar las actividades de excavación y fundición, debido a inundaciones.	Las actividades de fundición las puede afectar por exceso de agua en la mezcla y la resistencia puede variar
Ambiental	Derrumbes	Realizar estudios específicos previos y durante la obra, para conocer estabilidad del terreno, identificar las zonas de peligro al realizar los trabajos	X	X		X	Pueden ocasionar daños a la obra	Atrasa las actividades por días, semanas o meses de los ensayos
Ambiental	Residuos de aceite		X	X		X	Utilizar con productos biodegradables	Puede contaminar las muestras de concreto y dañar la mezcla
Tecnológico	Equipos para la mezcla de concreto	Se utilizan nuevos equipos para la caracterización de elementos y la mezcla	X	X		X	Trabajar con equipos de última tecnología en la planta de concreto	El concreto se puede contaminar y dar resistencias bajas

Categoría:

Político
Económico
Social
Tecnológico
Ambiental

Fase:

I: Iniciación
P: Planificación
Im: Implementación
C: Control
Cr: Cierre

Nivel de incidencia:

Mn: Muy negativo
N: Negativo
I: Indiferente
P: Positivo
Mp: Muy positivo

El análisis PESTLE nos permite determinar qué factores generarán mayor influencia en nuestro proyecto, tomando medidas para reducir riesgos que afecten el desarrollo de nuestro proyecto en cuanto tiempo, costos y calidad de los productos que se van a entregar al finalizar el proyecto.

Uno de los factores más determinantes en los resultados de la mezcla de concreto es la calidad de la misma que se puede ver afectada por los tipos de agregados y procesos utilizados para la conformación de la mezcla, por ende, se deben conseguir agregados de buena calidad y garantizar una correcta disposición alejada de elementos contaminantes que puedan generar que el concreto no cumpla con los parámetros indicados en las Normas Técnicas Colombianas

La utilización de nuevas tecnologías en cuanto a equipos, permitirán generar un mejor análisis y resultados de las pruebas a realizar durante el desarrollo del proyecto, esto nos dará a conocer con mayor acierto la proporciones a utilizar para los diseños de las mezclas y obtener mayores resistencias que cumplan con la normatividad.

A partir de este análisis, se puede determinar que acciones tomar para minimizar los riesgos que puedan generar afectaciones en los costos, tiempos y calidad del proyecto a desarrollar. Dicha matriz se ve reflejada en el Anexo A. del documento Matriz análisis y categorización del Riesgo.

Finalmente, se evidencia la importancia de cumplir con la normatividad para las construcciones y que se cumpla, con los estándares de calidad, buscando el reconocimiento del cliente y de empresas constructoras a nivel nacional e internacional, innovando en sistemas constructivos que agilicen la creación de espacios familiares, nuevas tendencias en la construcción y alternativas económicas para la obtención de vivienda.

7.2. Análisis Ambiental del ciclo de vida del proyecto

En el Anexo B. podemos encontrar el análisis del ciclo de vida del proyecto a través de los impactos ambientales que el proyecto genera, en el Anexo C. el cálculo de la huella de carbón del proyecto y Anexo D. la matriz de sostenibilidad de este, que nos permite generar estrategias para reducir al máximo los efectos perjudiciales de este proyecto al medio ambiente.

Para el proyecto del análisis y diseño de mezcla para la construcción industrializada modular que se pretende implementar por parte de la empresa CONCREMARK S.A.S. se analizan los siguientes aspectos importantes en la obtención de las materias primas.

Respecto al suelo, presenta alteración fundamentalmente por los residuos, ya sean sólidos, líquidos y/o peligrosos, generados en la industria y que están asociados a actividades de desmonte, limpieza, descapote, excavaciones, demoliciones, obras hidráulicas y construcción de vías, entre otras. La disposición final de desechos y escombros de la construcción tiene numerosos efectos negativos en el medio ambiente, entre otros: contaminación, utilización excesiva de materiales con la consecuente pérdida de recursos naturales, degradación de la calidad del paisaje y alteración de drenajes naturales. Por otra parte, el despilfarro de material, mano de obra y transporte que implican los residuos, tiene así mismo consecuencias negativas, puesto que eleva los costos finales de construcción.

En cuanto al aire, sus alteraciones están asociadas al polvo, el ruido, las emisiones de CO₂ como consecuencia de, entre otras actividades, el uso de combustibles fósiles, uso de minerales, realización de excavaciones, corte de taludes y operación de máquinas y herramientas. Para el caso específico del dióxido de azufre, se plantea que este es producto del uso de los combustibles fósiles, mientras que el uso de minerales como material de construcción genera finas partículas de polvo durante su proceso de degradación, de acuerdo con la dispersión, posteriormente estas partículas duras no son detenidas por las vías respiratorias superiores de los humanos; por lo tanto, pueden pasar desapercibidos con enfermedades de las vías respiratorias tales como la nariz, la tráquea, los bronquios, que despiertan reacciones inflamatorias y con el tiempo alteraciones crónicas. Más tarde, la gente contrae enfermedades de las vías respiratorias, como bronquitis, traqueítis y neumonía (esclerosis difusa de los pulmones). El aporte de la contaminación que el ruido hace al aire es producto, principalmente, de la operación de máquinas y equipos utilizados en actividades de excavación, apertura de vías, transporte y descargue de materiales. Los elevados niveles de contaminación por ruido alteran a trabajadores y el

entorno. En este sentido, plantea que el ruido producido por una obra de construcción puede afectar el derecho al silencio, la comodidad y la salud de residentes y la población visitante, y puede influir en la actividad normal de las escuelas cercanas, hospitales y otros servicios, y que las principales fuentes de ruido en una obra de construcción son martillos neumáticos, compresores, hormigoneras y maquinaria

El siguiente aspecto para inspeccionar es el agua, recurso hídrico que está asociado a los movimientos de tierra, excavaciones y eliminación de la cubierta vegetal, generando así alteración de los cuerpos de agua, que en ocasiones son atravesados por la construcción de vías y, en consecuencia, se presenta la modificación de los flujos y calidad de agua. Lo anterior también está acompañado de los consumos de agua que se presentan en la preparación de materiales, lavado de máquinas y equipos, y en el proceso que se general.

Respecto al resultado final de la mezcla de concreto, que se convertirá en estructuras de construcción ya sean para viviendas u oficinas, durante el ciclo de vida de las mismas, generaran efectos al ambiente de acuerdo a la contaminación que generen los residentes de dichos productos, también por ser utilizada en una construcción de mayor rapidez y más económica que la convencional, permitirá acceder a una mayor parte de la sociedad a vivienda lo cual es fundamental para el desarrollo de una sociedad con los servicios necesarios para su desarrollo.

Con el fin de garantizar el trabajo, el ciclo de vida de la mezcla se diseña para construcciones de más de 25 años, que posteriormente solo requiera reforzamiento con el fin de cumplir las normatividades actualizadas con el paso del tiempo, aunque con un correcto mantenimiento de las estructuras donde se utilizara la mezcla, aumentara la vida útil de esta.

Finalmente, las obras de construcción incluyen desde la etapa de estudios y diseños los requerimientos técnicos necesarios con el fin de lograr la utilización de elementos reciclados, en un porcentaje no inferior al 20 % del total del volumen o peso del material usado en la obra a construir.

Respecto a los concretos se puede utilizar un porcentaje entre el 5% y un 10 % para el diseño de las mezclas, mientras que el resto del concreto obtenido de la demolición de estructuras se puede utilizar en rellenos para mejorar terrenos que permitan nuevas obras de construcción.

Del proyecto de la evaluación de la resistencia mecánica del concreto utilizado en la construcción industrializada modular se puede concluir que la huella de carbón del proyecto será de 3 ton de CO₂ durante el desarrollo del proyecto, donde la principal fuente de contaminación será la fase de ensayos y resultados de laboratorio, puesto que necesitara mayor cantidad de equipos y energía eléctrica para lograr entregar los resultados y así realizar la evaluación de la mezcla para este sistema de construcción.

Con el fin de disminuir las afectaciones al medio ambiente que el proyecto pueda generar, se utilizaran recursos amigables al medio ambiente y en la cantidad requeridas, se reutilizara materiales tales como el agua con el fin de evitar mayores afectaciones.

7.3. Responsabilidad social empresarial (RSE)

Finalmente se reflejará en la responsabilidad social empresarial (RSE) aplicable al proyecto, se encuentra definida mediante, las estrategias de sostenibilidad del proyecto Anexo E, los indicadores de desempeño de sostenibilidad del proyecto Anexo F donde se garantiza la reducción de los impactos ambientales en el desarrollo de las actividades que se contemplan para la entrega de resultados.

8. Gestión de la integración del proyecto

8.1. Acta de constitución de proyecto

LUGAR: Bogotá D.C 28 de noviembre de 21

Descripción de Proyecto

Este proyecto constituye un aporte fundamental, en la búsqueda de soluciones para resolver algunos de los problemas de los diseños constructivos en la ingeniería de obras, en general. Se propone trabajar con mezclas en estudio y comportamiento en construcción industrializada teniendo en cuenta los conceptos, ensayos de laboratorio, sus características, recomendaciones en la instalación y aplicabilidad y resistencias a la compresión entre 210 kg/cm² (3000psi) y 280 kg./cm² (4000 psi) las cuales no se han investigado en nuestro medio.

CRONOGRAMA DE ALTO NIVEL

FASE 1 Presentar una síntesis de la información obtenida sobre el tema, investigado, trabajos similares realizados en otros países en donde se emplea este concreto. Especialmente la experiencia europea. (DICIEMBRE – FEBRERO)

FASE 2 Realizar los ensayos de laboratorio con el propósito de determinar niveles de calidad, teniendo en cuenta la Normas Técnicas Colombianas (N.T.C) (MARZO – JUNIO)

FASE 3 Ilustrar por medio de tablas los resultados de los ensayos de laboratorio realizados para el proyecto (JULIO – AGOSTO)

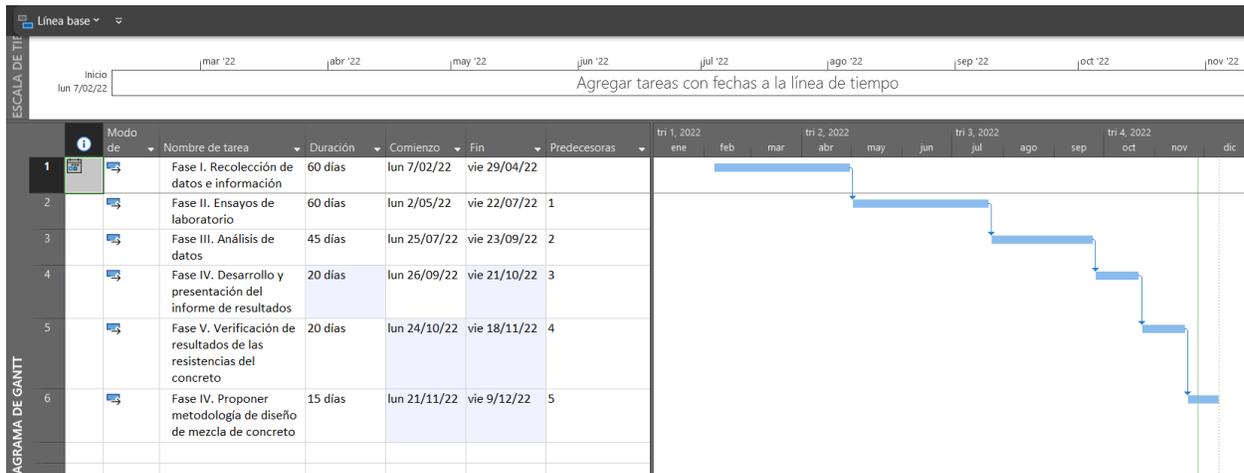
FASE 4 Presentar un informe sobre los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio que se practican en los dos diseños de concreto industrializado modular (SEPTIEMBRE- OCTUBRE)

FASE 5 Verificar que los resultados obtenidos en la resistencia de concreto industrializado modular respondan a los estándares de calidad exigidos en las normas técnicas colombianas o especificaciones constructivas. (SEPTIEMBRE –OCTUBRE)

FASE 6 Proponer la metodología de diseño de mezcla del concreto Industrializado modular acorde con las características de los materiales seleccionados en el presente proyecto, según al A.C.I 211 (SEPTIEMBRE. OCTUBRE)

Figura 9.

Cronograma de Alto Nivel



Fuente: Autor

Tabla 13. Presupuesta de alto nivel

Recolección de datos	\$ 25.000.000
Ensayos de laboratorio	\$ 45.000.000
Análisis de datos	\$ 20.000.000
Desarrollo y presentaciones del informe de resultados	\$ 15.000.000
verificación resultados de las resistencias de los concretos	\$ 20.000.000
Proponer metodología de diseño	\$ 11.000.000
Presupuesto Inicial	\$ 105.000.000

Fuente: Autor

Presupuesto de alto nivel con un valor de 136'000.000 millones de pesos

La empresa suministrara a la investigación, los siguientes aportes: materiales: granulares, cemento, agua, aditivo, escoria; elementos de laboratorio, como máquinas, recipientes, balanza, cuarto de curado; y asesoría técnica.

Designación del nivel de autoridad del proyecto

Gerente del proyecto Ing. Santiago Escobar Espinosa

Estudio y conocimiento del proyecto.

Revisión de cantidades materiales.

Obtención de diseños de la entidad y entrega de estos, (cuando se trate de obra).

Estudio de sugerencias, consultas y aclaraciones.

Acta de iniciación.

Inspección y control de calidad de los materiales.

Control en forma permanente.

Control de personal y equipo exigido, (estudiar el tipo de equipo).

Control de cantidades de obra, bien o servicio recibido. (inspección final).

Estudio, concepto o aprobación de modificaciones de cantidades y precios unitarios

Archivo de documentos e informes técnicos.

Informe final

LUIS ENRIQUE JARAMILLO

Gerente General Concremack SAS

8.2. Registro de supuestos y restricciones

Supuestos

Supuesta No. 1. La empresa suministrara a la investigación, los siguientes aportes: Materiales tales como material granular, cemento, agua, aditivo, elementos de laboratorio, como máquinas, recipientes, balanza, cuarto de curado, prensa hidráulica y el personal que realizará asesoría técnica, tales como: Ingeniero jefe de mantenimiento, Ingeniero jefe de laboratorio, Ingeniero de control de calidad, Ingeniero jefe de planta, Laboratorista, Maquinaria, Planta de concreto y prestará las instalaciones para realizar los ensayos de laboratorio.

Supuesto No. 2. La empresa no suministra materiales, para la investigación deberán ser adquiridos por recurso propio y la concretera presta equipos e instalaciones para el desarrollo del proyecto.

Supuesto No. 3. La empresa suministrará recursos para la investigación, pero se deberá contratar laboratorio externo para el desarrollo de las pruebas de concreto.

Restricciones

Tiempo para presentar la síntesis de la información obtenida sobre el tema, investigado.

Que al realizar los ensayos de laboratorio con el propósito de determinar niveles de calidad no se cumplan.

Que al tabular los resultados de los ensayos de laboratorio se anoten mal los resultados del proyecto.

Que, al presentar los informe sobre los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio, no sean los reales.

Que la metodología propuesta para el diseño de mezcla del concreto Industrializado modular, no sea la esperada.

8.3. Plan de gestión de beneficio

Beneficio 1

Con el proyecto se pretende, alcanzar a incursionar en el mercado de vivienda industrializada con altos estándares de calidad en la ejecución

Alineación estratégica: Incrementar la participación en el mercado

Plazo para obtener beneficios: 2 año

Dueños de los beneficios: CONCREMARK

Métricas: 9% implantación del sistema constructivo industrializado

Supuestos: Módulos prefabricados dispuestos para el uso de construcción industrializada

Riesgos: No cumplir con la meta establecida en el desarrollo del proyecto

Beneficio 2

El proyecto generará mayores oportunidades de adquisición de vivienda en la ciudad de Bogotá.

Alineación estratégica: Crear relaciones sólidas y duraderas con nuestros clientes

Plazo para obtener beneficios: 3 año

Dueños de los beneficios: CONCREMARK

Métricas: 15% de ventas de proyectos con la nueva tecnología

Supuestos: generar diversos proyectos de vivienda familiar

Riesgos: No contar con los recursos necesarios para realizar el proyecto

Beneficio 3

Reconocimiento a nivel nacional e internacional, en implementación de nuevos sistemas de construcción modular

Alineación estratégica: Asegurar la sostenibilidad de la organización en el tiempo

Plazo para obtener beneficios: 3 año

Dueños de los beneficios: CONCREMARK

Métricas: 20% de participación proyectos a nivel nacional

Supuestos: Obtener reconocimiento y licencias para la implantación de sistemas constructivos modulares industrializados en Colombia y en el exterior.

Riesgos: No alcanzar los estándares de calidad de material para dicho

8.4. Plan de gestión de cambio

Objetivo y alcance

Objetivo: Definir el proceso para la gestión de cambios del proyecto.

Alcance: Definir los formatos de las solicitudes y los involucrados en la aprobación o no de los cambios solicitados en el desarrollo del proyecto

Detalle plan de gestión de cambio

Para la solicitud de cambios se deberá realizar de manera formal, a través de correo electrónico, explicando las razones del cambio para ser evaluadas y aprobadas por el nivel superior del área que solicita la modificación.

En la tabla No. 14 se llevará el registro de cada uno de los cambios realizados a través del proyecto.

Tabla 14.

Registro Solicitud de Cambio

No.	Fecha solicitud	Solicitud de Cambio	Aprobación	Fecha Aprobación

Líder del Proyecto

Gerente del Proyecto

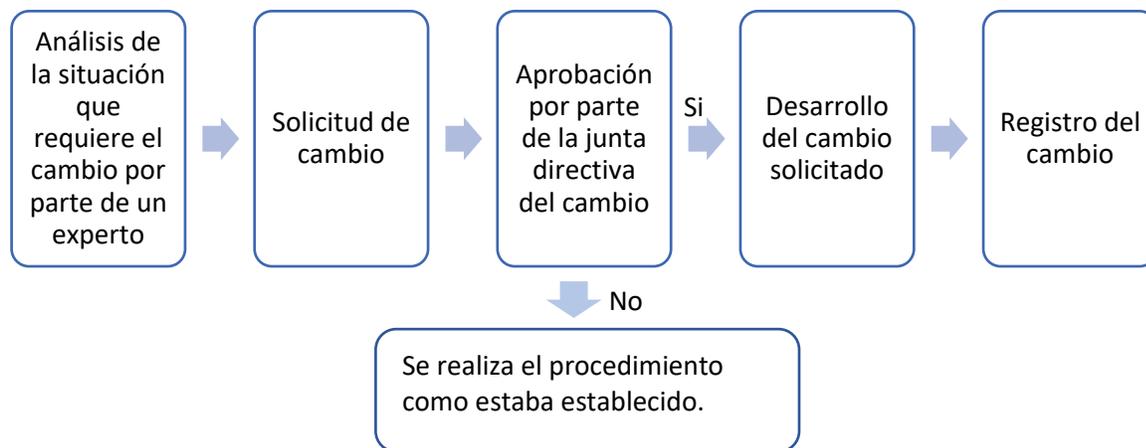
Fuente: Autor

Flujograma Control integrado de cambio

En la figura 10. se evidencia el procedimiento bajo el cual se realizará la solicitud y el control de cambios de los procesos que requieran la mejora para la entrega de resultados óptimos.

Figura 10.

Procedimiento Solicitud de Cambio



Fuente: Autor

9. Gestión de los Interesados del Proyecto

9.1. Registro de los Interesados

Para el proyecto de evaluación de la resistencia mecánica del concreto hidráulico empleado en sistemas de construcción modulares industrializado, se logra determinar los siguientes perfiles que estarán involucrados en diferentes etapas del proceso, durante el desarrollo del proyecto.

Directivos Empresa (DE)

Sponsor (S)

Gerente del Proyecto (GP)

Director del Proyecto (DP)

Laboratorista (L)

Ingeniero de Calidad (IC)

Proveedores (P)

A partir de esta identificación de interesados se pueden organizar en la matriz de poder/influencia con el fin de analizar la autoridad de cada participante y su participación en el proceso a desarrollar.

9.2. Plan de involucramiento de los interesados

Información del Proyecto

Código - Nombre del proyecto:	EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO EMPLEADO EN SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN MODULARES INDUSTRIALIZADO		
Líder del Proyecto	Diego Vera Valero	Gerente del Proyecto:	Santiago Escobar Espinosa

Contenido del Plan de Gestión de interesados

Con el fin de realizar la evaluación de la resistencia mecánica del concreto hidráulico, empleado en sistemas de construcción modulares industrializado, se realiza el siguiente plan de gestión de los interesados, para así garantizar el desarrollo de cada una de las fases establecidas en la entrega de resultados al concluir el proyecto.

Objetivos y Alcance del Plan

Contenido del Plan de Interesados

Detalle de Plan de Interesados

Formatos

Aprobación

1. Objetivo y Alcance del Plan

Objetivo: Definir el proceso para determinar los interesados y sus expectativas en la ejecución del proyecto de evaluación para la resistencia mecánica del concreto hidráulico empleado, en sistemas de construcción modulares industrializado

Alcance: Este plan abarca procedimientos, políticas, métricas, formatos y requerimientos necesarios para garantizar la gestión de los interesados en el proyecto

2. Contenido del Plan de Interesados del Proyecto

Para el desarrollo del proyecto, se requiere organizar las siguientes fases importantes para la gestión de interesados del proyecto, así:

Identificar los interesados en el proyecto

Participación de los interesados

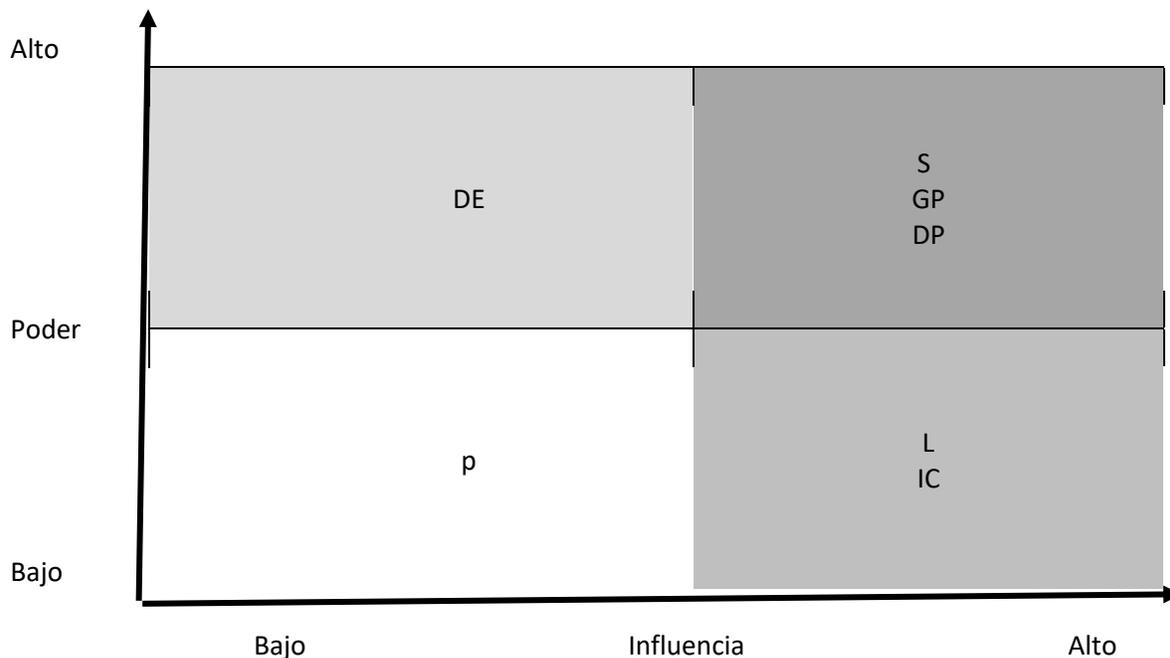
Control de la involucración de los interesados

3. Detalles del Plan de Interesados

A partir de esta identificación de interesados se pueden organizar en la matriz de poder/influencia con el fin de analizar la autoridad de cada participante y su participación activa en el proceso a desarrollar.

Figura 11.

Matriz de Poder/ influencia



Fuente: Autor

Se puede identificar, la importancia de la operación de cada uno de los interesados en el proyecto y como dependiendo de sus acciones pueden afectar el desarrollo de este, siendo aquellos donde su influencia está en mayor escala, los responsables en el resultado ofrecido al término de la ejecución de este.

3.2 Participación de los interesados

Posterior a identificar cada uno de los interesados del proyecto, se realiza la siguiente matriz con el fin de conocer la participación de cada uno de los interesados en el desarrollo del proyecto.

Tabla 15.

Participación de los interesados

Interesado	Desconocedor	Reticente	Neutral	Partidario	Líder
Directivos Empresa (DE)				X	
Sponsor (S)				X	
Gerente del Proyecto (GP)					X
Director del Proyecto (DP)					X
Laboratorista (L)				X	
Ingeniero de Calidad (IC)					X
Proveedores (P)	X				

Fuente: Autor

Se logra determinar, aquellos interesados que aparte de conocer el proyecto y sus impactos lo apoyan, como es el caso de los directivos de la empresa, el sponsor y el laboratorista. También

encontramos aquellos interesados, que activamente se encuentran en la ejecución de este y que hacen parte de la gerencia y de la dirección de proyecto, además del área de calidad y finalmente están los proveedores, quienes solo entregan los materiales, que se requieren para el desarrollo del proyecto, sin conocer su finalidad.

3.3 Control involucramiento de los interesados

Con el fin de garantizar un constante flujo de información de los interesados, se realizarán reuniones cuando el gerente y director del proyecto lo considere necesario y de esta manera se garantizará el seguimiento y control a las actividades de cada uno de los involucrados en el proyecto.

Para el caso específico del personal técnico, se realizará un control semanal del avance de las actividades realizadas por parte del líder y gerente del proyecto.

El líder y el gerente del proyecto deberán presentar a la gerencia de la empresa incluyendo al espónsor, informes mensuales del avance del proyecto.

El espónsor deberá conocer el informe detallado de los recursos invertidos en el desarrollo del proyecto.

Para el caso de los proveedores, se tomará contacto vía correo o telefónica para realizar seguimiento de los suministros.

4. Formatos

Los formatos para utilizar para la gestión de los interesados son:

Matriz registro de los interesados

Matriz participación de los interesados

Aprobación Plan de Interesados

Líder del Proyecto

Gerente del Proyecto

10. Gestión del alcance del proyecto

10.1. Plan de gestión del alcance

Se realizarán mezclas con resistencias a la compresión entre 210 kg/cm² (3000psi) y 280 kg./cm² (4000 psi) las cuales no se han investigado en nuestro medio, para ello se utilizarán los siguientes materiales, cemento, triturado, arena, agua y aditivos en las proporciones que el estudio de mezcla exija.

Dichas mezclas se utilizarán en algunos elementos modulares estructurales que permitan el análisis de estos elementos para implementarlos en la construcción posterior a esta investigación y que ofrezca calidad y seguridad para su uso.

El proyecto se realizará en instalaciones de la planta de concreto de CONCREMACK Ubicada en la ciudad de Bogotá, Localidad Puente Aranda, en un terreno de 20 m², en donde se fundirán las estructuras y se fallarán bajo condiciones controladas en laboratorio, este proyecto se considera de gran tamaño, ya que posteriormente será utilizado en nuevos servicios que la organización podrá ofrecer a diversos clientes.

Entregables de gestión:

Acta de constitución

Solicitud de cambios

Informe de observaciones

Acta de aprobación

Cronograma de ensayos

Informe final

Informe de ensayos

Plan de calidad

10.2. Plan y matriz de trazabilidad de requisitos

Se llevarán a cabo pruebas de laboratorio que permitieron seleccionar la mezcla de concreto óptima para responder apropiadamente a los estándares de calidad exigidos por la industria concretera de nuestro país, obteniendo una mezcla de concreto de 3500 PSI, que será utilizada para la implementación de sistema de construcción modular industrializado en Bogotá D.C, y que sea amigable con el medio ambiente. Se tendrán reuniones semanales con el cliente para tenerlo informado de todas y cada una de las actividades a desarrollar.

Tabla 16.

Matriz de trazabilidad de requisitos

					
Código de proyecto: Proyecto C.M.1001		28 de nov 2021		Versión: 001	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DEL REQUISITO	ESTADO ACTUAL (AC, CA,DI, AD,AP)	NIVEL DE ESTABILIDAD (A, M, B)	RADO DE COMPLEJIDAD (A, M, B)	NIVEL DE PRIORIDAD
Fase-1	Síntesis de la información obtenida sobre el tema investigado aplicable al sistema de construcción modular industrializado.	AC	A	A	A

Fase-2	Desarrollar ensayos de laboratorio con el propósito de determinar niveles de calidad de acuerdo con la normatividad	AC	A	A	A
Fase-3	Tablas explicativas los resultados de los ensayos de laboratorio realizados para el proyecto	AC	A	A	A
Fase-4	Informe detallado sobre los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio	AC	A	A	A
Fase-5	Metodología de diseño de mezcla del concreto Industrializado modular que cumpla estándares de calidad.	AC	A	A	A

Fuente: Autor

ESTADO ACTUAL	
Estado	Abreviatura
Activo	AC
Cancelado	CA
Diferido	DI
Cumplido	CU

NIVEL DE ESTABILIDAD	
Estado	Abreviatura
Alto	A
Mediano	M
Bajo	B

GRADO DE COMPLEJIDAD	
Estado	Abreviatura
Alto	A
Mediano	M
Bajo	B

10.3. Enunciado del alcance

Determinación el comportamiento del concreto para estructuras industrializada modular de resistencias entre 210 Kg./cm² (3000psi) y 280 Kg./cm² (4000 psi), realizando ensayos de laboratorio para determinar los niveles de calidad de las mezclas de concreto teniendo en cuenta las Normas Técnicas Colombianas (NTC) para utilizar en el sistema de construcción modular industrializado, posteriormente, proponer un diseño de mezcla que cumpla con la normatividad existente y permita la posterior implantación de este nuevo sistema de construcción, con altos estándares de calidad, alto contenido tecnológico, menores costos y tiempo de ejecución en obra.

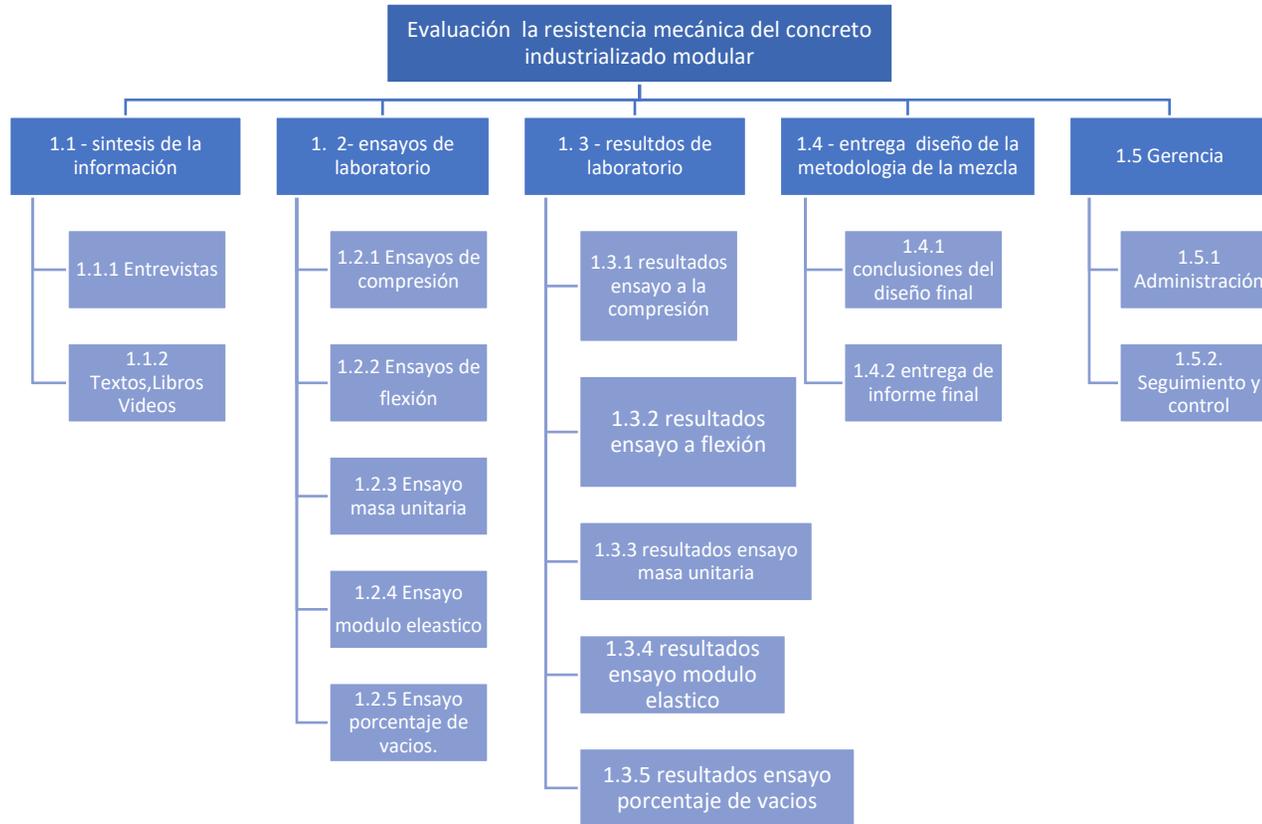
Si el diseño requiere resistencias de mezclas diferentes a las evaluadas en el presente proyecto, se deberá realizar un estudio detallado para cada situación para verificar el comportamiento de esta y plantear una nueva metodología para ser implementada en el sistema de construcción.

Este diseño de mezcla será implementado para ser utilizado únicamente en la construcción de viviendas y oficinas, no podrá utilizarse para vías en concreto, puentes, túneles, construcciones que requieran diseños especiales.

10.4. Estructura de descomposición del trabajo (EDT)

Figura 12.

EDT



Fuente: Autor

10.5. Diccionario de la EDT

Tabla 17.

Diccionario EDT

DICCIONARIO DE LA EDT	
CÓDIGO DEL PAQUETE	NOMBRE DEL PAQUETE DE TRABAJO
1.1.1	ENTREVISTAS
Descripción del paquete de trabajo	documentos esenciales para la justificación del proyecto
Asignación de responsables	Ingeniero Diego Vera Valero
1.1.2	TEXTOS - LIBROS - VIDEOS
Descripción del paquete de trabajo	información necesaria para la justificación del proyecto
Asignación de responsables	Ingeniero Diego Vera Valero
1.2.1	ENSAYO A LA COMPRESIÓN
Descripción del paquete de trabajo	ensayo para determinar la resistencia de un material o su deformación ante el esfuerzo de la compresión.
Asignación de responsables	Ingeniero Diego Vera Valero
1.2.2	ENSAYO A LA FLEXIÓN

Descripción del paquete de trabajo	Ensayo que determina las propiedades mecánicas de los materiales relacionado con los esfuerzos y deformaciones en los puntos máximos y de rotura y modulo elástico de flexión.
Asignación de responsables	Ingeniero Diego Vera Valero
1.2.3	ENSAYO MASA UNITARIA
Descripción del paquete de trabajo	Determina la densidad volumétrica del agregado en condición compacta o suelta y sobre el cálculo de vacíos entre las partículas de agregados finos.
Asignación de responsables	Ingeniero Diego Vera Valero
1.2.4	ENSAYO DE MODULO ELÁSTICO
Descripción del paquete de trabajo	Ensayo realizado in situ llevados a cabo para realizar reconocimiento geotécnico
Asignación de responsables	Ingeniero Santiago Escobar
1.2.5	ENSAYO DE PORCENTAJE DE VACÍOS
Descripción del paquete de trabajo	Ensayo donde el material es sometido a estados de compactación y poder conocer su capacidad máxima
Asignación de responsables	Ingeniero Diego Vera Valero
1.3.1	RESULTADOS ENSAYOS A LA COMPRESIÓN

Descripción del paquete de trabajo	Documento que detalla los resultados a la compresión
Asignación de responsables	Ingeniero Santiago Escobar
1.3.2	RESULTADO ENSAYOS A LA FLEXIÓN
Descripción del paquete de trabajo	documento que detalla los resultados a la flexión
Asignación de responsables	Ingeniero Santiago Escobar
1.3.3	RESULTADO ENSAYO MODULO ELÁSTICO
Descripción del paquete de trabajo	documentos que detalla los resultados de modo elástico
Asignación de responsables	Ingeniero Santiago Escobar
1.3.4	RESULTADO ENSAYOS PORCENTAJE VACÍOS
Descripción del paquete de trabajo	documento que detalla el porcentaje de vacíos
Asignación de responsables	Ingeniero Santiago Escobar
1.3.5	RESULTADO ENSAYOS MASA UNITARIA
Descripción del paquete de trabajo	documento que detalla la masa unitaria del material
Asignación de responsables	Ingeniero Santiago Escobar
1.4.1	CONCLUSIONES DEL DISEÑO FINAL
Descripción del paquete de trabajo	Documento que detalla los resultados del proyecto

Asignación de responsables	Ingeniero Diego Vera Valero
1.4.2	ENTREGA DISEÑO FINAL
Descripción del paquete de trabajo	Presentación del informe final
Asignación de responsables	Ingeniero Diego Vera Valero
1.5.1	ADMINISTRACIÓN
Descripción del paquete de trabajo	Funciones que se realizan para administrar
Asignación de responsables	Ingeniero Diego Vera Valero
1.5.2	SEGUIMIENTO Y CONTROL
Descripción del paquete de trabajo	Seguimiento del proyecto
Asignación de responsables	Ingeniero Santiago Escobar

Fuente: Autor

11. Gestión del cronograma del proyecto

11.1. Plan de gestión del cronograma

Información del Proyecto

Código - Nombre del proyecto:	EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO EMPLEADO EN SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN MODULARES INDUSTRIALIZADO		
Líder del Proyecto	Diego Vera Valero	Gerente del Proyecto:	Santiago Escobar Espinosa

Contenido del Plan de Gestión del cronograma

Con el fin de realizar la evaluación de la resistencia mecánica del concreto hidráulico, empleado en sistemas de construcción modulares industrializado, se realiza el siguiente plan de gestión del cronograma, para así garantizar el desarrollo de cada una de las fases establecidas en la entrega de resultados al concluir el proyecto en los tiempos estimados para cada actividad, así:

Objetivos y Alcance del Plan

Contenido del Plan de gestión del cronograma

Detalle de Plan de cronograma

Aprobación

1. Objetivo y Alcance del Plan

Objetivo: Definir el proceso para determinar el cronograma para la ejecución del proyecto de evaluación para la resistencia mecánica del concreto hidráulico empleado, en sistemas de construcción modulares industrializado

Alcance: Este plan abarca procedimientos, políticas, métricas, formatos y requerimientos necesarios para garantizar la gestión del cronograma del proyecto

2. Contenido del Plan del cronograma del Proyecto

Para el desarrollo del proyecto, se requiere organizar las siguientes fases importantes para la gestión del cronograma del proyecto, así:

Listado de actividades con análisis PERT

Diagrama de red del proyecto

Línea base del proyecto

Técnicas de desarrollar el cronograma aplicadas

3. Detalles del Plan del cronograma

A continuación a partir de información obtenida a través de Project se observa el desarrollo del proyecto en cada una de las etapas, que permitirá el seguimiento y control en cada uno de los procesos que se requieren para la entrega de resultados, de acuerdo a tiempos y costos establecidos para tales efectos, el porcentaje de cumplimiento de cada etapa se evidencia en un informe periódico mensual para garantizar el correcto desarrollo de las etapas del proyecto y de ser necesario la aplicación de recursos de control para actualizar actividades que presenten retrasos.

Aprobación Plan de Interesados

Líder del Proyecto

Gerente del Proyecto

11.2. Listado de actividades con análisis PERT

Tabla 18.

Análisis PERT

ANÁLISIS PERT								
Último nivel de la EDT		Nombre de la Actividad	Duración Optimista	Duración Esperada	Duración Pesimista	Tiempo estimado PERT BETA	Desviación Estandar PERT BETA	Varianza
1.1.1 Entrevistas	A	Formular la entrevistas	10	15	20	15,00	1,67	2,78
	B	Aplicar entrevista	15	25	35	25,00	3,33	11,11
	C	Análisis de resultados	15	20	22	19,50	1,17	1,36
1.1.2 Textos, Libros Videos	D	Seleccionar libros, textos y videos sobre la mezcla de concretos	10	20	22	18,67	2,00	4,00
	E	Análisis de los documentos	30	35	45	35,83	2,50	6,25
1.2.1 Ensayos de compresión	F	Elaboración de mezcla	1	1	5	1,67	0,67	0,44
	G	Vaciado de mezcla en molde	1	1	5	1,67	0,67	0,44
	H	Ingreso de los especimenes de concreto al cuarto de curado	28	28	42	30,33	2,33	5,44
	I	Análisis de resultados	5	10	15	10,00	1,67	2,78
	J	Elaboración de mezcla	1	1	2	1,17	0,17	0,03
1.2.2 Ensayos de flexión	K	Vaciado de mezcla en molde de las viguetas	1	1	2	1,17	0,17	0,03
	L	Ingreso de los especimenes de concreto al cuarto de curado	28	28	35	29,17	1,17	1,36
	M	Análisis de resultados	5	10	12	9,50	1,17	1,36
	N	Toma de Humedades	1	1	2	1,17	0,17	0,03
1.2.3 Ensayo masa unitaria	O	Vaciado en moldes de material granular	1	1	2	1,17	0,17	0,03
	P	Análisis de resultados	5	10	12	9,50	1,17	1,36
	Q	Toma de Humedades	1	1	2	1,17	0,17	0,03
1.2.4 Ensayo de permeabilidad	R	Vaciado en recipientes de agregados	1	1	2	1,17	0,17	0,03
	S	Análisis de resultados	5	10	12	9,50	1,17	1,36
1.2.5 Ensayo porcentaje de vacios.	T	Toma de Humedades	1	1	2	1,17	0,17	0,03
	U	Vaciado en recipientes de agregados	1	1	2	1,17	0,17	0,03
	V	Análisis de resultados	5	10	12	9,50	1,17	1,36
1.3.1 Resultados ensayo a la compresión	W	Fallo de cilindros	1	1	5	1,67	0,67	0,44
	X	Interpretación de resultados	10	20	30	20,00	3,33	11,11
1.3.2 Resultados ensayo a flexión	Y	Fallo de cilindros	1	1	2	1,17	0,17	0,03
	Z	Interpretación de resultados	10	20	25	19,17	2,50	6,25
1.3.3 Resultados ensayo masa unitaria	AA	Llenado de formularios	1	1	2	1,17	0,17	0,03
	AB	Interpretación de resultados	5	10	12	9,50	1,17	1,36
1.3.4 Resultados ensayo permeabilidad	AC	Llenado de formularios	1	1	2	1,17	0,17	0,03
	AD	Interpretación de resultados	5	10	12	9,50	1,17	1,36
1.3.5 Resultados ensayo porcentaje de vacios	AE	Llenado de formularios	1	1	2	1,17	0,17	0,03
	AF	Interpretación de resultados	5	10	12	9,50	1,17	1,36
1.4.1 Conclusiones del diseño final	AG	Ajuste de Mezcla	35	45	60	45,83	4,17	17,36
	AH	Realizar informe de conclusiones	10	15	20	15,00	1,67	2,78
1.4.2 Entrega de informe final	AI	Redacción informe final	18	20	30	21,33	2,00	4,00
	AJ	Presentación del informe final	2	5	7	4,83	0,83	0,69
1.5.1 Administración	AK	Consolidado de costos	1	1	2	1,17	0,17	0,03
	AL	Interpretación de resultados	5	10	12	9,50	1,17	1,36
1.5.2 Seguimiento y control	AM	Seguimiento	5	8	14	8,50	1,50	2,25
	AN	Control	5	10	12	9,50	1,17	1,36
			206,00		211,83			

Fuente: Autor

VARIANZA DEL PROYECTO

60,75

DESVIACIÓN ESTÁNDAR DEL PROYECTO

7,79

PROBABILIDAD

T s (Tiempo programado) =

211,83

T e (ruta crítica) = 206,00

Sumatoria Varianzas ruta crítica = 60,75

Z = 0,75

Probabilidad = 0,7734

77,34%

Probabilidad 84%

Z= 1

T s (Tiempo Programado) = 213,79

T e (ruta crítica) = 206,00

Sumatoria Varianzas ruta crítica = 60,75

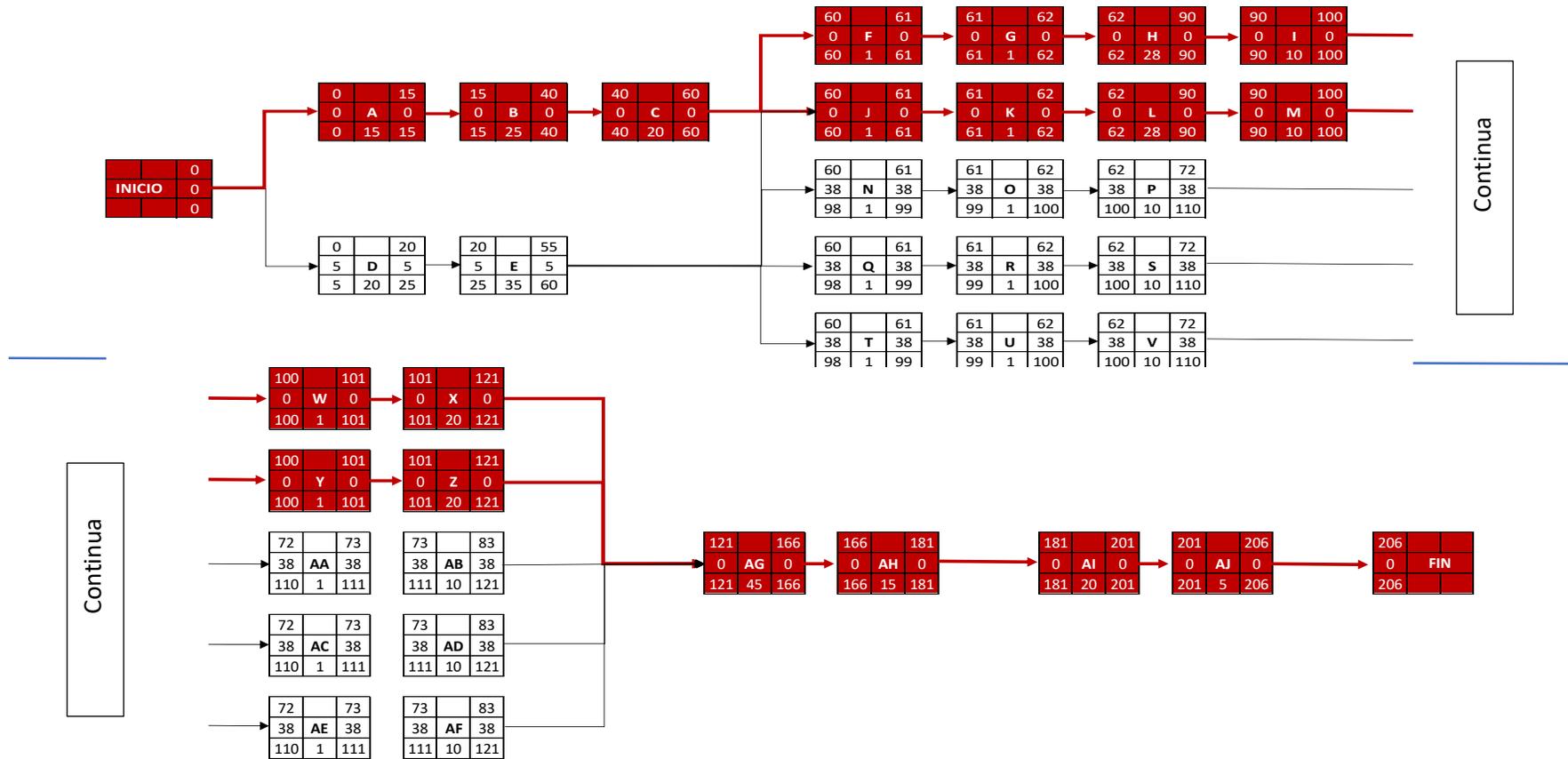
Z = 1,00

Para lograr un éxito de al menos el 84% el proyecto debe tener una duración de 213,79 días ya que al no realizarlo en este tiempo no se cumplirá con las expectativas del cliente y esto nos podría llevar a un fracaso, para el proyecto se presenta una efectividad del 77,34 % respecto a la duración de la ruta crítica y el tiempo programado para desarrollarla

11.3. Diagrama de red del proyecto

Figura 13.

Diagrama de red



RUTAS CRÍTICAS

A-B-C-F-G-H-I-W-X-AG-AH-AI-AJ

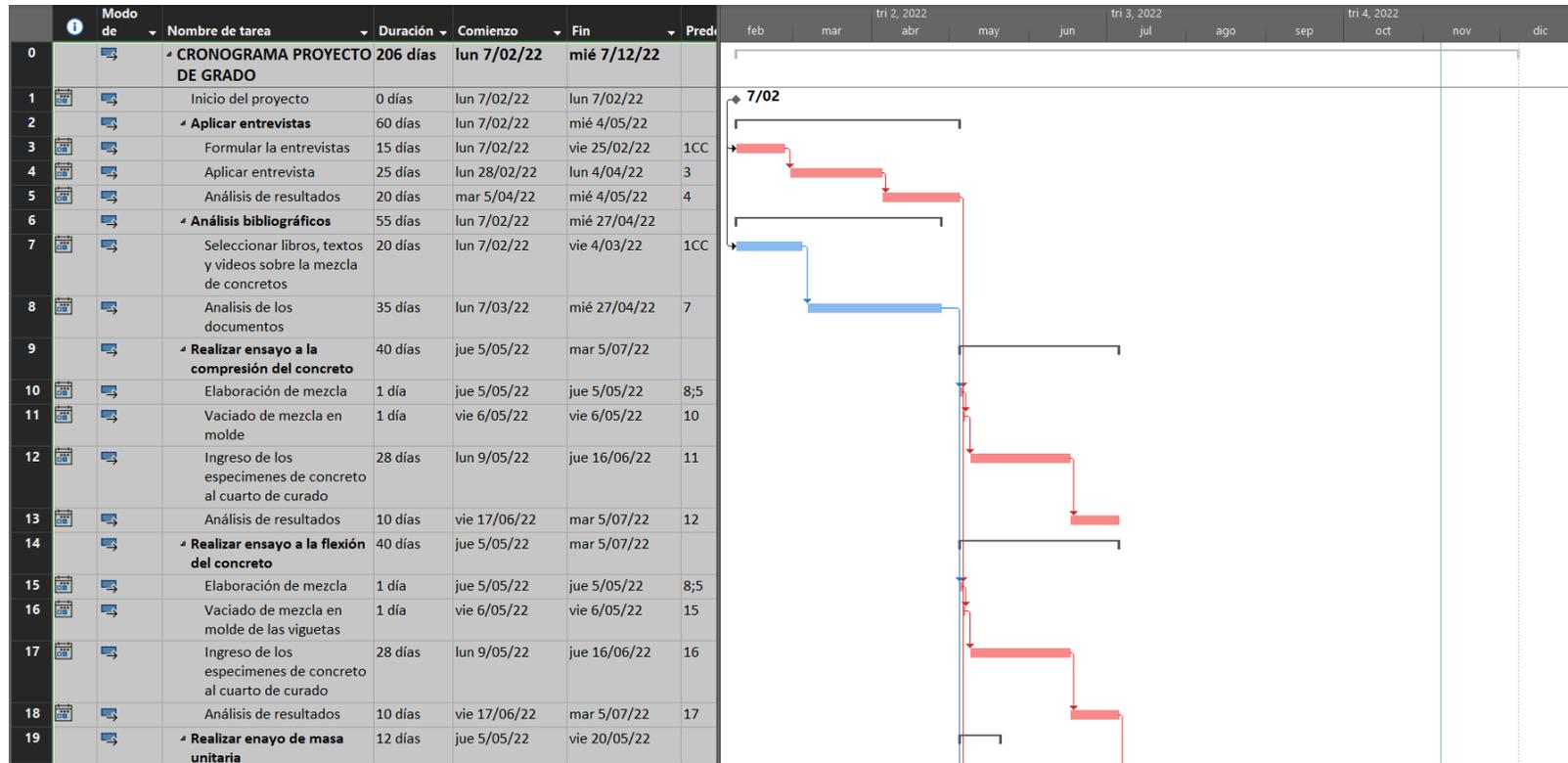
A-B-C-J-K-L-M-Y-Z-AG-AH-AI-AJ

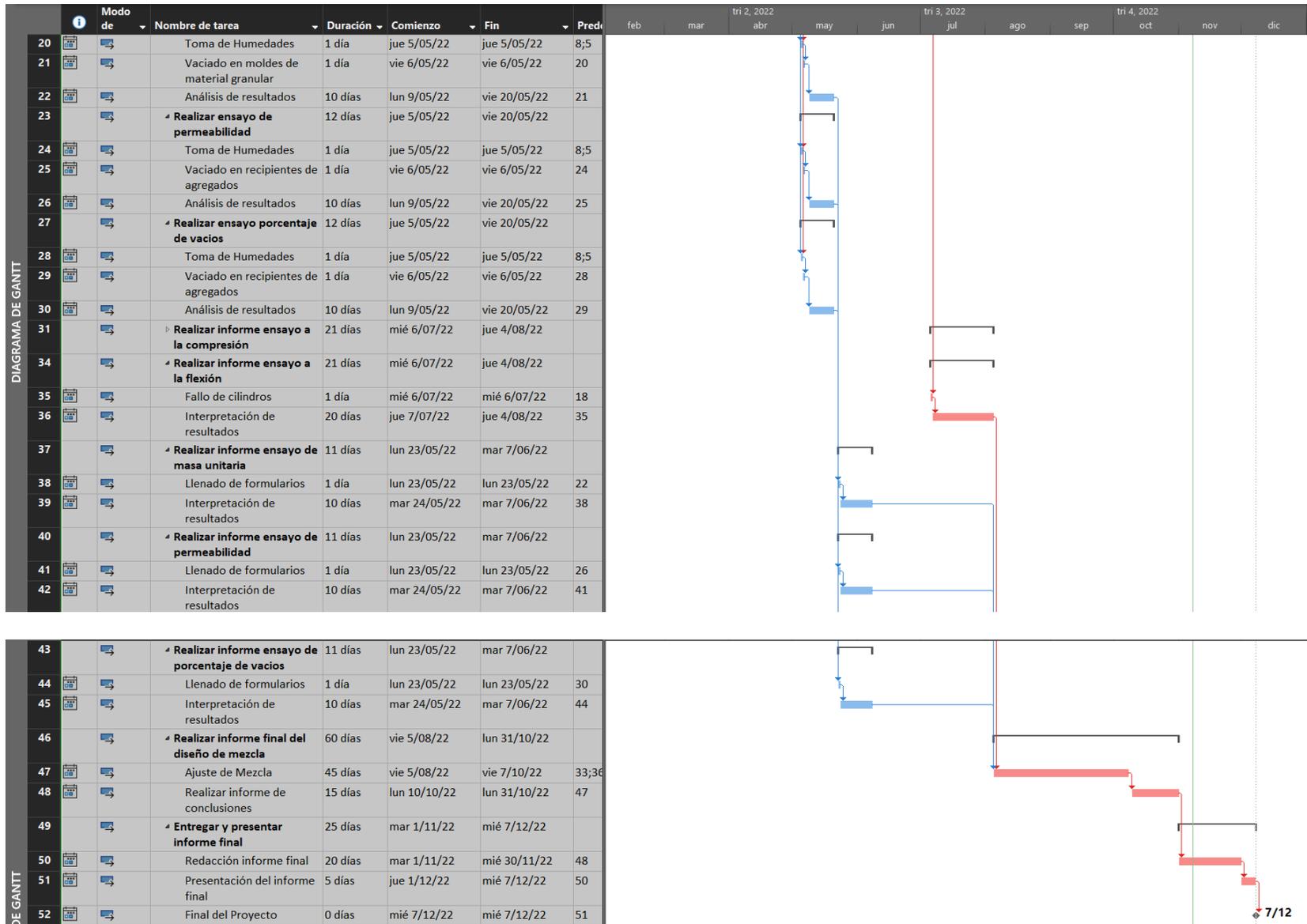
Fuente: Autor

11.4. Línea base del cronograma

Figura 14.

Línea base del cronograma





Fuente: Autor

11.5. Técnicas de desarrollar el cronograma aplicadas

Para el desarrollo del cronograma en general, se manejó la restricción de las tareas de duración fija. Esto con el fin de distribuir el tiempo, que los recursos involucrados trabajaran en el proyecto, puesto que, para el desarrollo de este propósito, no es necesario un 100% de la permanencia del equipo de trabajo. Durante una gran parte del tiempo el equipo se supeditará a la espera de resultados y a que las mezclas de concretos adquieran las características suficientes para la falla de los cilindros y análisis de resultados.

Actividades sobreasignadas del paquete de trabajo 2 “Realización de ensayos de laboratorio”.

Se puede observar que se encuentran sobreasignadas todas las actividades, las cuales se realizaran de manera paralela, principalmente en la elaboración de la mezcla y el análisis de los resultados.

Figura 15.

Actividades sobreasignadas

9		Realizar ensayo a la compresión del concreto	\$ 16.912.500	328 horas	40 días	jue 24/02/22	lun 25/04/22		
10		Elaboración de mezcla	\$ 3.552.500	16 horas	1 día	jue 24/02/22	jue 24/02/22	8,5	Cemento[15,2 Bulto 50Kg];Aditivos Acelerante [1 kg];Aq
11		Vaciado de mezcla en molde	\$ 240.000	8 horas	1 día	vie 25/02/22	vie 25/02/22	10	Ayudante
12		Ingreso de los especímenes de concreto al cuarto de curado	\$ 6.720.000	224 horas	28 días	lun 28/02/22	jue 7/04/22	11	Ayudante
13		Análisis de resultados	\$ 6.400.000	80 horas	10 días	vie 8/04/22	lun 25/04/22	12	Laboratorista
14		Realizar ensayo a la flexión del concreto	\$ 16.912.500	328 horas	40 días	jue 24/02/22	lun 25/04/22		
15		Elaboración de mezcla	\$ 3.552.500	16 horas	1 día	jue 24/02/22	jue 24/02/22	8,5	Cemento[15,2 Bulto 50Kg];Aditivos Acelerante [1 kg];Aq
16		Vaciado de mezcla en molde de las viguetas	\$ 240.000	8 horas	1 día	vie 25/02/22	vie 25/02/22	15	Ayudante
17		Ingreso de los especímenes de concreto al cuarto de curado	\$ 6.720.000	224 horas	28 días	lun 28/02/22	jue 7/04/22	16	Ayudante
18		Análisis de resultados	\$ 6.400.000	80 horas	10 días	vie 8/04/22	lun 25/04/22	17	Laboratorista
19		Realizar ensayo de masa unitaria	\$ 10.192.500	104 horas	12 días	jue 24/02/22	vie 11/03/22		
20		Toma de Humedades	\$ 3.552.500	16 horas	1 día	jue 24/02/22	jue 24/02/22	8,5	Cemento[15,2 Bulto 50Kg];Aditivos Acelerante [1 kg];Aq
21		Vaciado en moldes de material granular	\$ 240.000	8 horas	1 día	vie 25/02/22	vie 25/02/22	20	Ayudante
22		Análisis de resultados	\$ 6.400.000	80 horas	10 días	lun 28/02/22	vie 11/03/22	21	Laboratorista
23		Realizar ensayo de permeabilidad	\$ 10.192.500	104 horas	12 días	jue 24/02/22	vie 11/03/22		
24		Toma de Humedades	\$ 3.552.500	16 horas	1 día	jue 24/02/22	jue 24/02/22	8,5	Cemento[15,2 Bulto 50Kg];Aditivos Acelerante [1 kg];Aq
25		Vaciado en recipientes de agregados	\$ 240.000	8 horas	1 día	vie 25/02/22	vie 25/02/22	24	Ayudante
26		Análisis de resultados	\$ 6.400.000	80 horas	10 días	lun 28/02/22	vie 11/03/22	25	Laboratorista
27		Realizar ensayo porcentaje de vacíos	\$ 10.192.500	104 horas	12 días	jue 24/02/22	vie 11/03/22		
28		Toma de Humedades	\$ 3.552.500	16 horas	1 día	jue 24/02/22	jue 24/02/22	8,5	Cemento[15,2 Bulto 50Kg];Aditivos Acelerante [1 kg];Aq
29		Vaciado en recipientes de agregados	\$ 240.000	8 horas	1 día	vie 25/02/22	vie 25/02/22	28	Ayudante
30		Análisis de resultados	\$ 6.400.000	80 horas	10 días	lun 28/02/22	vie 11/03/22	29	Laboratorista

Fuente: Autor

Se aplicó la técnica de cambiar la disponibilidad del recurso y se redujo el tiempo en el que el personal estará involucrado en la realización del proyecto para lograr generar una evaluación de la resistencia mecánica del concreto hidráulico empleado en sistemas de construcción modulares

industrializado, esto permite, reducir los costos del proyecto de manera significativa y eliminar la sobreasignación de recursos evidenciada en la siguiente imagen.

Figura 16.

Actividades Sobreasignadas resueltas

GANTE DE SEGUIMIENTO										
9		Realizar ensayo a la compresión del concreto	\$ 5.520.500	65,6 horas	40 días	jue 24/02/22	lun 25/04/22			
10		Elaboración de mezcla	\$ 2.848.500	3,2 horas	1 día	jue 24/02/22	jue 24/02/22	8,5	Cemento[15,2 Bulto 50Kg],Aditivos Acelerante [1 kg],Agu	
11		Vaciado de mezcla en molde	\$ 48.000	1,6 horas	1 día	vie 25/02/22	vie 25/02/22	10	Ayudante [20%]	
12		Ingreso de los especímenes de concreto al cuarto de curado	\$ 1.344.000	44,8 horas	28 días	lun 28/02/22	jue 7/04/22	11	Ayudante [20%]	
13		Análisis de resultados	\$ 1.280.000	16 horas	10 días	vie 8/04/22	lun 25/04/22	12	Laboratorista[20%]	
14		Realizar ensayo a la flexión del concreto	\$ 5.520.500	65,6 horas	40 días	jue 24/02/22	lun 25/04/22			
15		Elaboración de mezcla	\$ 2.848.500	3,2 horas	1 día	jue 24/02/22	jue 24/02/22	8,5	Cemento[15,2 Bulto 50Kg],Aditivos Acelerante [1 kg],Agu	
16		Vaciado de mezcla en molde de las viguetas	\$ 48.000	1,6 horas	1 día	vie 25/02/22	vie 25/02/22	15	Ayudante [20%]	
17		Ingreso de los especímenes de concreto al cuarto de curado	\$ 1.344.000	44,8 horas	28 días	lun 28/02/22	jue 7/04/22	16	Ayudante [20%]	
18		Análisis de resultados	\$ 1.280.000	16 horas	10 días	vie 8/04/22	lun 25/04/22	17	Laboratorista[20%]	
19		Realizar ensayo de masa unitaria	\$ 4.176.500	20,8 horas	12 días	jue 24/02/22	vie 11/03/22			
20		Toma de Humedades	\$ 2.848.500	3,2 horas	1 día	jue 24/02/22	jue 24/02/22	8,5	Cemento[15,2 Bulto 50Kg],Aditivos Acelerante [1 kg],Agu	
21		Vaciado en moldes de material granular	\$ 48.000	1,6 horas	1 día	vie 25/02/22	vie 25/02/22	20	Ayudante [20%]	
22		Análisis de resultados	\$ 1.280.000	16 horas	10 días	lun 28/02/22	vie 11/03/22	21	Laboratorista[20%]	
23		Realizar ensayo de permeabilidad	\$ 4.176.500	20,8 horas	12 días	jue 24/02/22	vie 11/03/22			
24		Toma de Humedades	\$ 2.848.500	3,2 horas	1 día	jue 24/02/22	jue 24/02/22	8,5	Cemento[15,2 Bulto 50Kg],Aditivos Acelerante [1 kg],Agu	
25		Vaciado en recipientes de agregados	\$ 48.000	1,6 horas	1 día	vie 25/02/22	vie 25/02/22	24	Ayudante [20%]	
26		Análisis de resultados	\$ 1.280.000	16 horas	10 días	lun 28/02/22	vie 11/03/22	25	Laboratorista[20%]	
27		Realizar ensayo porcentaje de vacios	\$ 4.176.500	20,8 horas	12 días	jue 24/02/22	vie 11/03/22			
28		Toma de Humedades	\$ 2.848.500	3,2 horas	1 día	jue 24/02/22	jue 24/02/22	8,5	Cemento[15,2 Bulto 50Kg],Aditivos Acelerante [1 kg],Agu	
29		Vaciado en recipientes de agregados	\$ 48.000	1,6 horas	1 día	vie 25/02/22	vie 25/02/22	28	Ayudante [20%]	
30		Análisis de resultados	\$ 1.280.000	16 horas	10 días	lun 28/02/22	vie 11/03/22	29	Laboratorista[20%]	

Fuente: Autor

Actividades sobreasignadas del paquete de trabajo 3 Realización de informes de los ensayos de laboratorio. Para la interpretación de resultados que permitan generar el informe final de los ensayos y la evaluación de la resistencia mecánica del concreto hidráulico empleado en sistemas de construcción modulares industrializado, se llevarán a cabo simultáneamente, varias tareas que requiere la participación del mismo recurso.

Figura 17.

Actividades sobreasignadas

		Realizar informe ensayo a la compresión	\$ 13.040.000	168 horas	21 días	mar 26/04/22	mar 24/05/22			
		Fallo de cilindros	\$ 240.000	8 horas	1 día	mar 26/04/22	mar 26/04/22	13	Ayudante	
		Interpretación de resultados	\$ 12.800.000	160 horas	20 días	mié 27/04/22	mar 24/05/22	32	Laboratorista	
		Realizar informe ensayo a la flexión	\$ 13.040.000	168 horas	21 días	mar 26/04/22	mar 24/05/22			
		Fallo de cilindros	\$ 240.000	8 horas	1 día	mar 26/04/22	mar 26/04/22	18	Ayudante	
		Interpretación de resultados	\$ 12.800.000	160 horas	20 días	mié 27/04/22	mar 24/05/22	35	Laboratorista	
		Realizar informe ensayo de masa unitaria	\$ 6.640.000	88 horas	11 días	lun 14/03/22	mar 29/03/22			
		Llenado de formularios	\$ 240.000	8 horas	1 día	lun 14/03/22	lun 14/03/22	22	Ayudante	
		Interpretación de resultados	\$ 6.400.000	80 horas	10 días	mar 15/03/22	mar 29/03/22	38	Laboratorista	
		Realizar informe ensayo de permeabilidad	\$ 6.640.000	88 horas	11 días	lun 14/03/22	mar 29/03/22			
		Llenado de formularios	\$ 240.000	8 horas	1 día	lun 14/03/22	lun 14/03/22	26	Ayudante	
		Interpretación de resultados	\$ 6.400.000	80 horas	10 días	mar 15/03/22	mar 29/03/22	41	Laboratorista	
		Realizar informe ensayo de porcentaje de vacios	\$ 6.640.000	88 horas	11 días	lun 14/03/22	mar 29/03/22			
		Llenado de formularios	\$ 240.000	8 horas	1 día	lun 14/03/22	lun 14/03/22	30	Ayudante	
		Interpretación de resultados	\$ 6.400.000	80 horas	10 días	mar 15/03/22	mar 29/03/22	44	Laboratorista	

Fuente: Autor

Por ende, se utiliza la misma técnica del cambio de disponibilidad del recurso, que generara un impacto positivo en el presupuesto del proyecto a desarrollar y de esta manera lograr los objetivos requeridos por la empresa, con el fin de poder implementar este nuevo sistema constructivo y mejorar la calidad de vida de la población a la cual va dirigida el proyecto. Podemos observar entonces el cambio significativo en la siguiente imagen.

Figura 18.

Actividades Sobreasignadas resueltas

31		Realizar informe ensayo a la compresión	\$ 2.608.000	33,6 horas	21 días	mar 26/04/22	mar 24/05/22		
32		Fallo de cilindros	\$ 48.000	1,6 horas	1 día	mar 26/04/22	mar 26/04/22	13	Ayudante [20%]
33		Interpretación de resultados	\$ 2.560.000	32 horas	20 días	mié 27/04/22	mar 24/05/22	32	Laboratorista[20%]
34		Realizar informe ensayo a la flexión	\$ 2.608.000	33,6 horas	21 días	mar 26/04/22	mar 24/05/22		
35		Fallo de cilindros	\$ 48.000	1,6 horas	1 día	mar 26/04/22	mar 26/04/22	18	Ayudante [20%]
36		Interpretación de resultados	\$ 2.560.000	32 horas	20 días	mié 27/04/22	mar 24/05/22	35	Laboratorista[20%]
37		Realizar informe ensayo de masa unitaria	\$ 1.328.000	17,6 horas	11 días	lun 14/03/22	mar 29/03/22		
38		Llenado de formularios	\$ 48.000	1,6 horas	1 día	lun 14/03/22	lun 14/03/22	22	Ayudante [20%]
39		Interpretación de resultados	\$ 1.280.000	16 horas	10 días	mar 15/03/22	mar 29/03/22	38	Laboratorista[20%]
40		Realizar informe ensayo de permeabilidad	\$ 1.328.000	17,6 horas	11 días	lun 14/03/22	mar 29/03/22		
41		Llenado de formularios	\$ 48.000	1,6 horas	1 día	lun 14/03/22	lun 14/03/22	26	Ayudante [20%]
42		Interpretación de resultados	\$ 1.280.000	16 horas	10 días	mar 15/03/22	mar 29/03/22	41	Laboratorista[20%]
43		Realizar informe ensayo de porcentaje de vacios	\$ 1.328.000	17,6 horas	11 días	lun 14/03/22	mar 29/03/22		
44		Llenado de formularios	\$ 48.000	1,6 horas	1 día	lun 14/03/22	lun 14/03/22	30	Ayudante [20%]
45		Interpretación de resultados	\$ 1.280.000	16 horas	10 días	mar 15/03/22	mar 29/03/22	44	Laboratorista[20%]
46		Realizar informe final del diseño de mezcla	\$ 39.600.000	330 horas	60 días	mié 25/05/22	mié 24/08/22		
47		Ajuste de Mezcla	\$ 32.400.000	270 horas	45 días	mié 25/05/22	mar 2/08/22	33;36;39;42;45	Diego Vera Valero [25%];Santiago Escobar Espinosa [25%
48		Realizar informe de conclusiones	\$ 7.200.000	60 horas	15 días	mié 3/08/22	mié 24/08/22	47	Diego Vera Valero [25%];Santiago Escobar Espinosa [25%

Fuente: Autor

La técnica utilizada en el presente proyecto de grado, es pertinente y adecuada cuando se presenta una restricción en la tarea respecto a la duración del proyecto, ya que, si esta restricción involucra las horas de trabajo, el hecho de que los recursos trabajaran a menor disponibilidad de tiempo, genera el aumento de la duración del proyecto en un porcentaje mayor al 100% del tiempo proyectado para la ejecución del mismo.

12. Gestión de costos del proyecto

12.1. Plan de gestión de costos del proyecto

Nombre del Proyecto: Evaluación de la resistencia mecánica del concreto hidráulico empleado en sistemas de construcción modulares industrializado

Tipo – Categoría: Tipo: Evaluación Categoría: Proceso Constructivo

Patrocinador CONCREMARK

Cliente Bogotá D.C.

Gerente del proyecto Santiago Escobar Espinosa

Revisión 1

Fecha última revisión 12/04/2022

INTRODUCCIÓN

Este proyecto constituye un aporte relevante en la búsqueda de soluciones, para resolver algunos de los problemas de los diseños constructivos en la ingeniería de urbanismo, en general, es necesario y pertinente, porque al realizar los diferentes estudios y pruebas de laboratorio se obtendrán los resultados para la elaboración de concretos aptos en la fundición de módulos industrializados, como solución de vivienda a bajos costos y menor tiempo de construcción.

Este documento compila toda la información pertinente a un Plan de Gestión de Costos, que incluye el propósito del plan y cuál es su alcance, permite identificar quiénes son los miembros involucrados en lo referente a los costos del proyecto. Se definirán las técnicas utilizadas para la realización las estimaciones, así como también, la visualización de la línea base. A continuación, se plantea cómo será el proceso de financiamiento del proyecto, definiendo las técnicas de control que serán requeridas, qué herramientas y documentos relacionados a los costos serán implementados; para finalizar con los controles de revisión y los involucrados en la aprobación del proyecto por parte del equipo de trabajo.

PROPÓSITO DEL PLAN DE GESTIÓN DE COSTOS

El propósito del plan de gestión de costos está diseñado para que los recursos dirigidos a mano de obra, materiales e imprevistos se encuentren dentro de unos parámetros de control dentro del plan los recursos asignados y sus variaciones en el tiempo. Los procesos de la gestión de costos tienen como

función ejecutar la implementación sobre una estimación de costos y definir las decisiones del comité de cambio, contando con una revisión periódica del plan para determinar la utilización de los recursos y aplicar los cambios pertinentes que puedan presentarse en el ciclo de vida del proyecto.

ALCANCE DEL PLAN

El Plan de Gestión de Costos incluirá desde la estimación de los costos directos e indirectos, determinación del Presupuesto total, involucrados en la gestión de costos, hasta el Control de los Costos establecidos durante todo el ciclo de vida del proyecto.

Figura 19.

Alcance Plan de Gestión de Costos



Fuente: Autor

INVOLUCRADOS EN LA GESTIÓN DE COSTOS

Tabla 19.

Involucrados en la Gestión de Costos

Nombre	Rol y Responsabilidad
Santiago Escobar Espinosa	Rol: Gerente de Proyecto Responsabilidad: Encargado de revisar, comprobar el cumplimiento del uso de recursos acorde a lo planteado en la línea base de costos y presupuesto. Participar activamente en la elaboración y revisión del plan de costos, validar en

primera instancia el BOE, determinar, proponer qué cambios se pueden implementar en caso de imprevistos.

Diego Vera Valero

Rol: Supervisor del proyecto. Responsabilidad: Participar activamente en la elaboración y revisión del plan de costos y de los procesos a desarrollar para la obtención de resultados, determinar, proponer qué cambios se pueden implementar en caso de imprevistos.

**Ing. Calidad
Contratado**

Rol: Supervisor de Calidad. Responsabilidad: Verificar que los procesos a realizar cumplan con la normatividad vigente para el diseño de mezclas de concreto.

Laboratorista

Rol: Laboratorista. Responsabilidad: Realizar y analizar los resultados obtenidos de las mezclas de concreto de acuerdo con la normatividad.

Ayudante

Rol: Ayudante. Responsabilidad: Realizar las mezclas de concreto de acuerdo con los procedimientos establecidos para tal acción.

ENFOQUE DE LA GESTIÓN DE COSTOS DEL PROYECTO

El ciclo de vida del proyecto es de carácter predictivo debido a que se determinan el alcance de este con costos y plazos de ejecución abreviados ya que se tiene definido qué es lo que se quiere, cómo se quiere, para cuándo y con qué recursos se contará. La gestión de costos está presente en todas las fases del proyecto, ya que se realizarán diversas tareas para lograr generar una correcta evaluación de la mezcla de concreto que será utilizada para este sistema constructivo, en donde se llevará a cabo una constante supervisión del cumplimiento del presupuesto establecido. Los costos por identificar y determinar en la estimación son tanto los directos como los indirectos.

ESTIMACIÓN DEL COSTO

Para la estimación de costos se implementarán cotizaciones, donde se escogerá un número establecido de proveedores para elegir la oferta con menor coste posible, este método de estimación se aplica para determinar el valor de los materiales a utilizar en cuanto a equipo, gestión de proyecto, contingencia. Otros costos, serán proporcionados por la empresa CONCREMACK. Se utilizará la técnica de Análisis de Precio Unitario (APU) para determinar los costos relacionados a la mano de obra requerida para todo el ciclo de vida del proyecto.

LÍNEA BASE DEL COSTO

Para determinar la línea base, se tendrá en cuenta la suma total de los costos de las actividades establecidas desde el nivel más bajo de la EDT hasta el nivel más alto, arrojando una curva S de forma ascendente que reflejará el acumulado total de dichos costos.

Tabla 20.

Unidades de medida, niveles de precisión, reservas, metodologías y técnicas, financiamiento

Unidades de medida	Descripción
HM	Costos establecidos para maquinaria y equipo
M3 – L – Kg	Costos establecidos para materiales
HH	Costos establecidos por hora de trabajo del personal

Niveles de precisión	Descripción
Redondear	Para los costos de Estudios previos, Materiales e insumos

Dos decimales	Para costos relacionados con el alquiler de maquinaria y equipos, pago de la nómina del proyecto
----------------------	--

Reservas	Descripción
Contingencia	Será calculada a través de la Gestión de Riesgo
Gestión	Será estipulada por la Alta Dirección de la Organización

Metodologías y técnicas	Descripción
--------------------------------	--------------------

Cotizaciones	Permite estimar los costos de algún material, equipo o servicio requerido de un grupo de proveedores establecidos. Se determinará una muestra de 3 cotizaciones por cada elemento de costo requerido durante el ciclo de vida del proyecto.
---------------------	---

Base Salarial más beneficios	Permite estimar los costos individuales relacionados a la mano de obra requerida de acuerdo con la disponibilidad y duración del personal en el ciclo de vida del proyecto.
-------------------------------------	---

Financiamiento	Descripción
	La fuente de financiamiento del proyecto será a través recursos propias de la empresa.

Fuente: Autor

CONTROL DE COSTOS

El control de costos será dirigido por el Gerente del Proyecto y se hará un seguimiento semanal de los recursos utilizados y de las horas del personal a través de entregables de informes que permitan medir el rendimiento en los procesos, para ello se contará con las siguientes alternativas

Control de personal: En caso de notar comportamientos en el personal que comprometan el desarrollo de las actividades y comprometa así los tiempos de desarrollo del proyecto, se deberá notificar formalmente al Gerente del proyecto. La duración en tiempo de ejecución de un imprevisto no deberá exceder el 1% del tiempo total de duración de la obra

Control de material de trabajo: De evidenciarse irregularidades en la utilización de materiales, el encargado de bodega deberá notificar al respecto al director del Proyecto y para el retiro de estos, el encargado deberá tener una orden en el que se relacionen los elementos y material a retirar. Así mismo, el Gerente del proyecto deberá ser notificado en caso de ser necesaria la utilización de más material y ó elementos de lo que se tenga presupuestado en la orden.

Control de gastos menores: Se dispondrá de una caja menor para compras e imprevistos menores, se llevará un control contable que debe ser presentado mensualmente al encargado de costos, sin exceder lo presupuestado. En caso de ser superado el monto de gastos en la caja menor, deberá ser informado al encargado de costos. Los gastos o imprevistos menores no deberán superar el 5% del presupuesto para imprevistos.

Tabla 21.

Reglas de medición

Frecuencia de control	Semanal
Gestión de Cambios	Mensual

Fuente: Autor

HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS

Microsoft Office, Word, Excel, Project

FORMATOS

Formato de Presupuestos, formato de cotizaciones

DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Acta de inicio

Cronograma

Plan del proyecto

APROBACIÓN Y CONTROL DE CAMBIOS

Nombre: Santiago Escobar Espinosa

Gerente del Proyecto

Nombre: Diego Vera Valero

Líder del Proyecto

12.2. Estimación de costos en MS Project

A continuación, en la figura 20. Se realiza la estimación de los costos del proyecto referente a cada una de las actividades a desarrollar en el proyecto.

Figura 20.

Estimación de costos

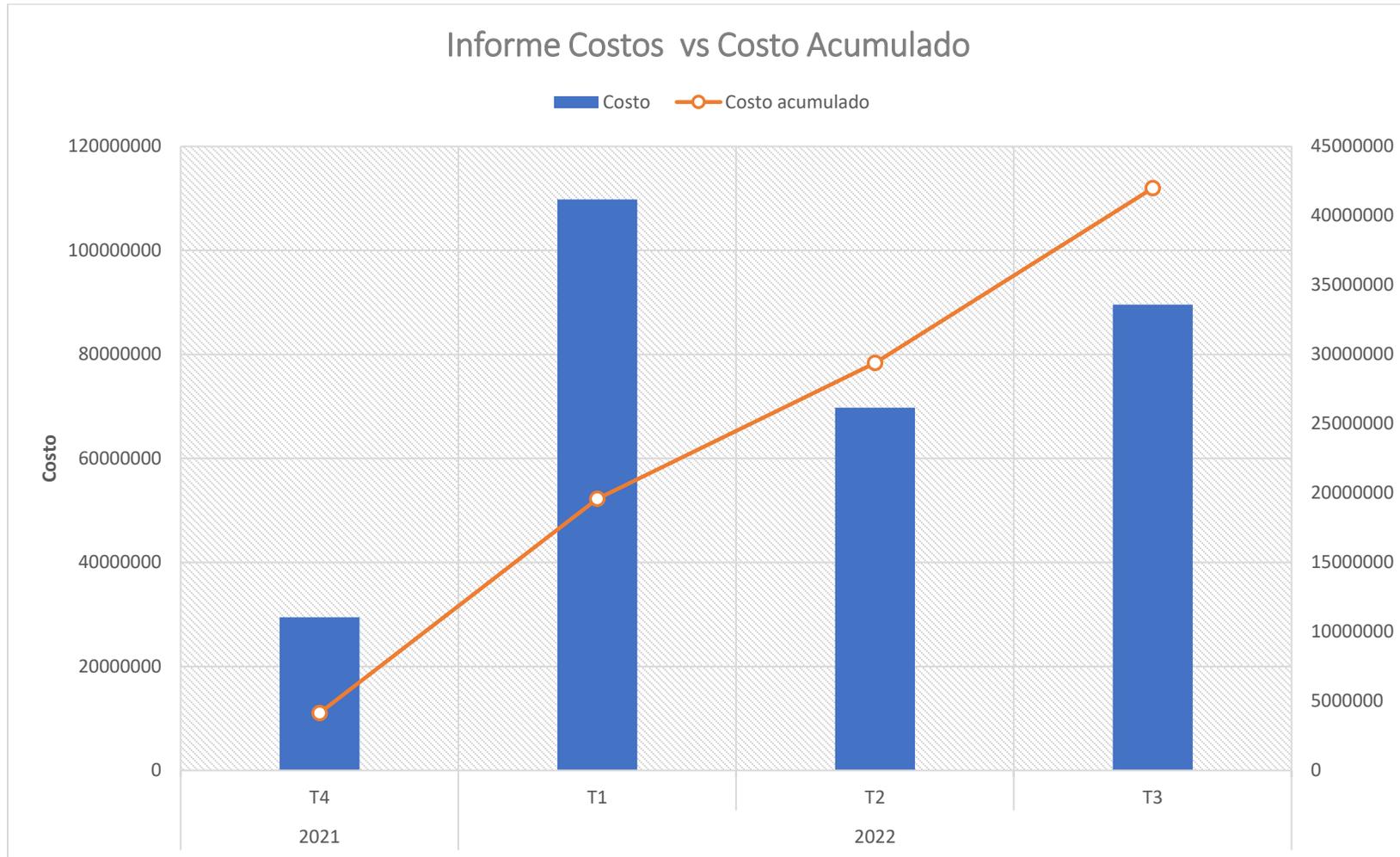
		Modo de	Nombre de tarea	Costo
0			CRONOGRAMA PROYECTO DE GRADO	\$ 108.730.500
1			Inicio del proyecto	\$ 0
2			Aplicar entrevistas	\$ 14.400.000
3			Formular la entrevistas	\$ 3.600.000
4			Aplicar entrevista	\$ 6.000.000
5			Análisis de resultados	\$ 4.800.000
6			Análisis bibliográficos	\$ 13.200.000
7			Seleccionar libros, textos y videos sobre la mezcla de concretos	\$ 4.800.000
8			Analisis de los documentos	\$ 8.400.000
9			Realizar ensayo a la compresión del concreto	\$ 4.872.500
10			Elaboración de mezcla	\$ 2.200.500
11			Vaciado de mezcla en molde	\$ 48.000
12			Ingreso de los especimenes de concreto al cuarto de curado	\$ 1.344.000
13			Análisis de resultados	\$ 1.280.000
14			Realizar ensayo a la flexión del concreto	\$ 4.872.500
15			Elaboración de mezcla	\$ 2.200.500
16			Vaciado de mezcla en molde de las viguetas	\$ 48.000
17			Ingreso de los especimenes de concreto al cuarto de curado	\$ 1.344.000
18			Análisis de resultados	\$ 1.280.000
19			Realizar ensayo de masa unitaria	\$ 3.528.500
20			Toma de Humedades	\$ 2.200.500
21			Vaciado en moldes de material granular	\$ 48.000
22			Análisis de resultados	\$ 1.280.000
23			Realizar ensayo de permeabilidad	\$ 3.528.500
24			Toma de Humedades	\$ 2.200.500
25			Vaciado en recipientes de agregados	\$ 48.000
26			Análisis de resultados	\$ 1.280.000

	i	Modo	Nombre de tarea	Costo
		de		
27		→	◄ Realizar ensayo porcentaje de vacios	\$ 3.528.500
28	📅	→	Toma de Humedades	\$ 2.200.500
29	📅	→	Vaciado en recipientes de agregados	\$ 48.000
30	📅	→	Análisis de resultados	\$ 1.280.000
31		→	► Realizar informe ensayo a la compresión	\$ 2.608.000
34		→	◄ Realizar informe ensayo a la flexión	\$ 2.608.000
35	📅	→	Fallo de cilindros	\$ 48.000
36	📅	→	Interpretación de resultados	\$ 2.560.000
37		→	◄ Realizar informe ensayo de masa unitaria	\$ 1.328.000
38	📅	→	Llenado de formularios	\$ 48.000
39	📅	→	Interpretación de resultados	\$ 1.280.000
40		→	◄ Realizar informe ensayo de permeabilidad	\$ 1.328.000
41	📅	→	Llenado de formularios	\$ 48.000
42	📅	→	Interpretación de resultados	\$ 1.280.000
43		→	◄ Realizar informe ensayo de porcentaje de vacios	\$ 1.328.000
44	📅	→	Llenado de formularios	\$ 48.000
45	📅	→	Interpretación de resultados	\$ 1.280.000
46		→	◄ Realizar informe final del diseño de mezcla	\$ 39.600.000
47	📅	→	Ajuste de Mezcla	\$ 32.400.000
48	📅	→	Realizar informe de conclusiones	\$ 7.200.000
49		→	◄ Entregar y presentar informe final	\$ 12.000.000
50	📅	→	Redacción informe final	\$ 9.600.000
51	📅	→	Presentación del informe final	\$ 2.400.000
52	📅	→	Final del Proyecto	\$ 0

Fuente: Autor

Figura 21.

Informe Costos vs Costos Acumulado



Fuente: Autor

12.3 Estimación ascendente y determinación del presupuesto

A continuación, en la tabla No. 22 se aprecia el resumen del costo por cada una de las cuentas de control, y para efectos de contingencia se utiliza un 10 % del total, a su vez para reserva de gestión se utiliza otro 10 %, generando como resultado el presupuesto total del proyecto.

Tabla 22.

Estimación Ascendente y determinación de presupuesto

EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO EMPLEADO EN SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN MODULARES INDUSTRIALIZADO

Cuenta de Control	Paquete de trabajo	ID Actividad	Costo por actividad	Costo por paquete de trabajo	Costo por cuenta de Control
CC1	1.1.1	A	\$ 3.600.000	\$ 14.400.000	\$ 27.600.000
		B	\$ 6.000.000		
		C	\$ 4.800.000		
	1.1.2	D	\$ 4.800.000	\$ 13.200.000	
		E	\$ 8.400.000		
CC2	1.2.1	F	\$ 2.200.500	\$ 4.872.500	\$ 20.330.500
		G	\$ 48.000		
		H	\$ 1.344.000		
		I	\$ 1.280.000		
	1.2.2	J	\$ 2.200.500	\$ 4.872.500	
		K	\$ 48.000		
		L	\$ 1.344.000		
		M	\$ 1.280.000		
	1.2.3	N	\$ 2.200.500	\$ 3.528.500	
		O	\$ 48.000		
		P	\$ 1.280.000		
	1.2.4	Q	\$ 2.200.500	\$ 3.528.500	
		R	\$ 48.000		
		S	\$ 1.280.000		
	1.2.5	T	\$ 2.200.500	\$ 3.528.500	
U		\$ 48.000			
CC3	1.3.1	V	\$ 1.280.000	\$ 2.608.000	\$ 9.200.000
		W	\$ 48.000		
		X	\$ 2.560.000		

	1.3.2	Y	\$ 48.000		
		Z	\$ 2.560.000	\$ 2.608.000	
	1.3.3	AA	\$ 48.000		
		AB	\$ 1.280.000	\$ 1.328.000	
	1.3.4	AC	\$ 48.000		
		AD	\$ 1.280.000	\$ 1.328.000	
	1.3.5	AE	\$ 48.000		
		AF	\$ 1.280.000	\$ 1.328.000	
CC4	1.4.1	AG	\$ 32.400.000	\$ 39.600.000	
		AH	\$ 7.200.000		\$ 51.600.000
	1.4.2	AI	\$ 9.600.000		
		AJ	\$ 2.400.000	\$ 12.000.000	
		Sumatorias cuentas de control			\$ 108.730.500
		Reserva de contingencia			\$ 33.390.000
		Línea base de costos			\$ 142.120.500
		Reserva de gestión			\$ 14.212.050
		PRESUPUESTO			\$ 156.332.550

Fuente: Autor

13. Gestión de Recursos del Proyecto

13.1. Plan de Gestión de Recursos

Objetivo:

A continuación, se enuncia el plan de gestión de recursos a partir de estimación de recursos realizada por cuentas de control gracias a Project.

Alcance del plan de gestión de los recursos

Posteriormente se realiza la estructura de desglose de recursos, donde identificamos todos aquellos involucrados en el proyecto

Para finalizar el plan con la asignación de recursos y el calendario de estos.

13. 2. Estimación de Recursos

En la tabla 23 se puede apreciar la estimación de recursos por cada uno de los paquetes de trabajo que genera el proyecto.

Tabla 23.

Estimación de Recursos

Cuenta de Control	Paquete de trabajo	Costo por actividad
CC1	1.1.1	\$ 3.600.000
		\$ 6.000.000
		\$ 4.800.000
	1.1.2	\$ 4.800.000
		\$ 8.400.000
CC2	1.2.1	\$ 2.200.500
		\$ 48.000
		\$ 1.344.000
		\$ 1.280.000
	1.2.2	\$ 2.200.500
		\$ 48.000
		\$ 1.344.000
		\$ 1.280.000
	1.2.3	\$ 2.200.500
		\$ 48.000
		\$ 1.280.000
	1.2.4	\$ 2.200.500
		\$ 48.000
		\$ 1.280.000
1.2.5	\$ 2.200.500	
	\$ 48.000	
	\$ 1.280.000	

CC3	1.3.1	\$ 48.000
		\$ 2.560.000
	1.3.2	\$ 48.000
		\$ 2.560.000
	1.3.3	\$ 48.000
	\$ 1.280.000	
	1.3.4	\$ 48.000
		\$ 1.280.000
	1.3.5	\$ 48.000
		\$ 1.280.000
CC4	1.4.1	\$ 32.400.000
		\$ 7.200.000
	1.4.2	\$ 9.600.000
		\$ 2.400.000

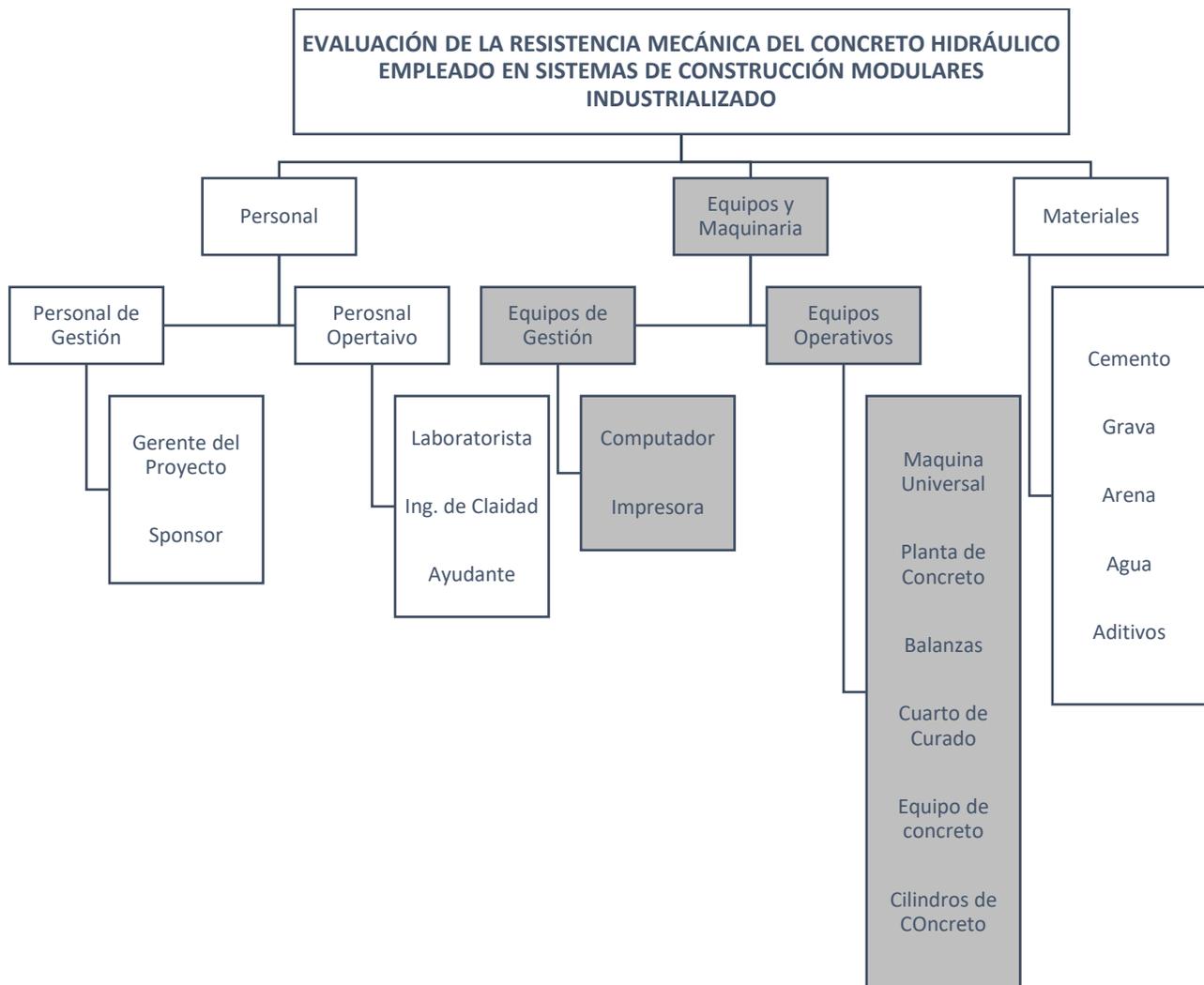
Fuente: Autor

13.3. Estructura de desglose de Recursos (Edre)

Los recursos del proyecto se clasifican en 3 factores como se relacionan a continuación donde se evidencia los recursos de personal, equipos y maquinaria y materiales a utilizar en el desarrollo del proyecto

Figura 22.

Estructura de desglose de recursos



Fuente: Autor

13.4. Asignación de Recursos

En la tabla No. 24 se puede evidenciar la asignación de los recursos por cada una de las actividades a realizar en el desarrollo del proyecto.

Tabla 24.

Asignación de Recursos

Actividades	Costo
Aplicar entrevistas	\$ 14.400.000
Análisis bibliográficos	\$ 13.200.000
Realizar ensayo a la compresión del concreto	\$ 5.520.500
Realizar ensayo a la flexión del concreto	\$ 5.520.500
Realizar ensayo de masa unitaria	\$ 4.176.500
Realizar ensayo de módulo elástico	\$ 4.176.500
Realizar ensayo porcentaje de vacíos	\$ 4.176.500
Realizar informe ensayo a la compresión	\$ 2.608.000
Realizar informe ensayo a la flexión	\$ 2.608.000
Realizar informe ensayo de masa unitaria	\$ 1.328.000
Realizar informe ensayo de módulo elástico	\$ 1.328.000
Realizar informe ensayo de porcentaje de vacíos	\$ 1.328.000
Realizar informe final del diseño de mezcla	\$ 39.600.000
Entregar y presentar informe final	\$ 12.000.000

Fuente: Autor

13.6. Plan de Capacitación y desarrollo del equipo

En la tabla No. 25 se aprecian las capacitaciones en pro del fortalecimiento del equipo de trabajo y la búsqueda de reducir los riesgos de las actividades realizadas durante la ejecución del proyecto, para ello la empresa cuenta con personal especializado e idóneo, a su vez del apoyo por parte de la Arl atinente al tema de capacitaciones del área de seguridad y salud en el trabajo.

Tabla 25.

Capacitaciones

No.	Capacitación	Fecha	Responsable
1	Manejo de equipos de laboratorio de suelo	2/11/2021	Jefe de Laboratorio
2	Manejo de equipos de laboratorio de concreto	3/12/2021	Jefe de Laboratorio
3	Capacitación primeros Auxilios	12/01/2022	Arl
4	Capacitación Salud Ocupacional (Pausas Activas)	15/03/2022	Arl
5	Capacitación Manejo ambiental	22/05/2022	Arl
6	Capacitación Manejo de Extintores	23/08/2022	Arl

Fuente: Autor

En la tabla No. 26 se evidencia el plan de desarrollo de equipos de trabajo a través de algunas actividades de integración durante el semestre que se definirán por parte del gerente del proyecto.

Tabla 26.

Plan desarrollo de equipos de trabajo

No.	Actividad	Fecha	Responsable
1	Integración personal primer semestre	18/04/2021	Gerente del proyecto
2	Integración personal segundo semestre	25/11/2021	Gerente del proyecto
3	Desayuno de compañeros	28/07/2022	Gerente del proyecto

Fuente: Autor

14. Gestión de comunicaciones del proyecto

14.1. Plan de gestión de las comunicaciones

Objetivos y alcance del plan:

Objetivo: El presente plan define los procesos y lineamientos requeridos para llevar a cabo, dirigir y controlar las comunicaciones requeridas por parte de los interesados involucrados en el proyecto.

Alcance: Define los procesos, políticas, métricas, formatos y requerimientos para realizar la gestión de comunicaciones del proyecto.

Contenido:

A continuación, encontramos los procesos a desarrollar en el plan de comunicaciones del proyecto

Planificar de las Comunicaciones

Se define los tipos de mensajes a comunicar, detallando su objetivo, a quién va dirigido, la frecuencia del mensaje y los mecanismos utilizados para su distribución.

Posteriormente se definen los canales de comunicación que se utilizaran en el proyecto, definiendo su nivel, el emisor y receptor de los mensajes.

Gestionar de las comunicaciones

El Gerente del Proyecto deberá manejar las comunicaciones con el equipo del proyecto con base en la planificación realizada y en la matriz de comunicaciones.

Controlar las comunicaciones

Las comunicaciones serán monitoreadas y controladas por la Gerencia del Proyecto de acuerdo con los lineamientos definidos en el plan y en la matriz de comunicaciones.

Formatos

Los formatos definidos para la implementación del plan de comunicaciones para el proyecto son los siguientes:

Presentaciones Kick Off

Formato Informes de desempeño

Formatos de acta de reunión

Formato de presentaciones

Formatos Correos Electrónicos

Aprobación plan de comunicaciones

Líder del Proyecto

Gerente del proyecto

14.1.1. Canales de Comunicación

A continuación, se relacionan los canales de comunicación empleados en el proyecto:

Emails para las comunicaciones con los colaboradores externos

Slack para las comunicaciones sincrónicas, acerca de novedades diarias o para consultas rápidas.

Asana para las comunicaciones asincrónicas acerca del trabajo, como los detalles de las tareas las actuaciones de estado los documentos claves el proyecto.

Zoom para reuniones de equipo, como las lluvias de ideas o los análisis post mortem de los proyectos

14.1.2. Sistemas de información de las comunicaciones

Las frecuencias de las comunicaciones para mantener actualizado a las demás partes interesadas acerca de los diferentes detalles del proyecto son:

Actualizaciones de estado semanales del proyecto en Asana para que todas las partes interesadas y los patrocinadores del proyecto lo vean.

Reuniones de equipo mensuales relacionadas con el proyecto para eliminar, cualquier obstáculo o aporte de ideas sobre los próximos pasos.

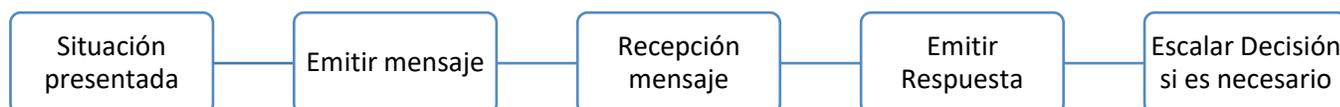
Actualizaciones asincrónicas de los logros del proyecto en Asana según sea necesario.

14.1.3. Diagramas de flujo

En la figura 23 se evidencia el diagrama de flujo que describe el procedimiento para la emisión de mensajes y recepción de respuesta

Figura 24.

Diagrama de Flujo comunicaciones



Fuente: Autor

El anterior diagrama de flujo representa el procedimiento en caso de brindar información respecto alguna situación o actividad, el medio por el cual se realiza dicha comunicación se define de acuerdo con el grado de importancia del mensaje y depende de quién es el emisor y quién el receptor.

14.1.4. Matriz de comunicaciones

Teniendo en cuenta que una buena comunicación es fundamental en el éxito de todo proyecto, debemos tener en cuenta las directrices para que la comunicación e información lleguen en los tiempos establecidos a las personas interesadas de manera veraz y oportuna, en la tabla 27 se observa la matriz de comunicación a implementar en el proyecto para garantizar el desarrollo de este.

Tabla 27.

Matriz de comunicaciones

INVOLUCRADOS	INFORMACIÓN	MÉTODO	TIEMPO Y FRECUENCIA	ENVIAR A
Directivos de Empresa	Avance del proyecto	Reuniones Kick off	1 hora - Mensual	Directivos
Sponsor Gerente y líder del proyecto	Avance del proyecto	Reuniones Kick off	1 Hora – Quincenal	Sponsor
Gerente de Proyecto Líder del proyecto	Avance del proyecto	Reuniones Kick off	1 Hora - Semanal	Gerente del proyecto
Laboratorista	Análisis de requerimientos y levantamiento de información	Reuniones de levantamiento de necesidades. Reuniones para identificar requerimientos	Diaria	Gerente del proyecto

Ingeniero de calidad	Análisis de requerimientos y pruebas	Reuniones semanales avance.	Cuando sea requerida	Gerente del proyecto
Proveedor	Solicitud de materiales, seguimiento de productos	Reuniones	Ocasionales	Gerente del proyecto
Gerente, Líder, Laboratorista.	Informes de avance, solicitudes.	Correos electrónicos	Cuando se requiera en el desarrollo del proyecto	Gerente y líder del proyecto

Fuente: Autor

14.1.5. Estrategia de comunicaciones

Para garantizar una constante comunicación entre todos los miembros del equipo y la respuesta oportuna a los requerimientos solicitados, se requiere generar una cultura de análisis y respuesta rápida para cada uno de los procesos, a su vez también de ser necesario escalar efectivamente cada situación con el fin de buscar una segunda opción y una decisión que deba realizarse en un nivel superior al solicitado.

Se deben garantizar los medios suficientes ya sean físicos o electrónicos para satisfacer todas las necesidades de comunicación entre todos los miembros del equipo.

Cada área realizará una matriz de llegada de documentación y salida de esta para garantizar el seguimiento de cada documento utilizado en el desarrollo del proyecto y su fácil localización si es requerido para algún procedimiento.

15. Gestión de la calidad del proyecto

15.1. Plan de gestión de la calidad

INTRODUCCIÓN

Este plan de calidad establece los requerimientos de calidad a ser aplicados en el Proyecto Evaluación de la Resistencia Mecánica del Concreto Hidráulico Empleado en Sistemas de Construcción Modulares Industrializado. El plan de calidad ha sido desarrollado con base en los lineamientos y requisitos establecidos en la norma NTC-ISO 9001:2015.

PLANIFICACIÓN DE LA CALIDAD

Política de calidad del proyecto.

CONCREMACK, es especialista en proyectos industriales de alto contenido tecnológico, desarrollando sus actividades en tres líneas de negocio: facilidades para el oil & gas, generación fotovoltaica, transmisión de redes. La capacidad de gestión y liderazgo de estos proyectos incluye todas sus fases: ingeniería básica y de detalle, personalización y tecnología en materiales de construcción, montaje, puesta en marcha, operación y mantenimiento; CONCREMACK hace posible ofrecer a los clientes, un modelo de negocio único que abarca desde la contratación de un servicio individual, hasta la posibilidad de realizar la gestión completa de sus actividades.”

Es por ello por lo que La Dirección General ha decidido implantar en la compañía un sistema de gestión de la calidad basado en la norma ISO 9001:2015 y se compromete a cumplir con los requisitos aplicables con el fin de conseguir la mejora continua del sistema de gestión de calidad.

Objetivos de calidad del proyecto

Durante la ejecución del proyecto, se asegura el cumplimiento de los requerimientos de calidad, con el fin de garantizar el cumplimiento de su alcance en el tiempo, costo y calidad determinados.

Para dar cumplimiento a estos requerimientos el proyecto ha definido como mínimo los siguientes objetivos de calidad:

- Entregar los requerimientos fijados en el alcance del proyecto.
- Cumplir con los estándares y las prácticas de ingeniería del proyecto.
- Asegurar que los riesgos del proyecto que han sido identificados y mitigados.
- Asegurar cumplimiento de los requerimientos en el diseño y las especificaciones.
- Garantizar el cumplimiento de la normatividad.

Para el presente plan de calidad, se buscará que todos los entregables cumplan con un 100% de los requisitos exigidos por las normas de diseño y análisis para la entrega de resultados óptimos y que posteriormente se utilicen en la implementación de proyectos a gran escala utilizando la mezcla de concreto generada a partir de la investigación del proyecto para implementarla en el sistema de construcción modular industrializado por parte de la empresa CONCREMACK.

Tabla 28.

Roles y responsabilidades de calidad

ROLES PARA LA GESTIÓN DE CALIDAD	
ROL NO 1 : LABORATORISTA	Objetivos del rol: Ser responsable de realizar los ensayos de laboratorio para determinar los niveles de calidad de las mezclas de concreto teniendo en cuenta las Normas Técnicas Colombianas (NTC) para utilizar en el sistema de construcción modular industrializado
	Funciones del rol: intervenir las acciones correctivas, preventivas y de mejora
	Niveles de autoridad: Aplicar a discreción los recursos para el proyecto
	Reporta a: Gerente de proyecto y Sponsor
	Supervisa a: Equipo de trabajo

	Requisitos de conocimientos: Gestión de Proyectos, Gestión de Calidad ISO 9001:2008
	Requisitos de habilidades: Liderazgo, Comunicación, Negociación, Motivación, y Solución de Conflictos
	Requisitos de experiencia: 3 años de experiencia en el cargo
ROL NO 2 : INGENIERO DE CALIDAD	Objetivos del rol: Elaborar con calidad los entregables de acuerdo con los requerimientos y estándares
	Funciones del rol: Elaborar los entregables según estándares
	Niveles de autoridad: Exigir cumplimiento de entregables al equipo de proyecto
	Reporta a: Gerente de proyecto y Sponsor
	Supervisa a: Equipo de Proyecto
	Requisitos de conocimientos: Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional OHSAS 18001:2007
	Requisitos de habilidades: Motivación, y Solución de Conflictos
	Requisitos de experiencia: 3 años de experiencia en el cargo
ROL NO 3: LÍDER DEL PROYECTO	Objetivos del rol: gestionar operativamente la calidad
	Funciones del rol: Regular estándares *Verificar entregables, aceptándolos o disponiendo su reproceso.
	Niveles de autoridad: Emplear los recursos
	Reporta a: Gerente de proyecto y Sponsor
	Supervisa a: Equipo de Proyecto
	Requisitos de conocimientos: Gestión de Proyectos
	Requisitos de habilidades: Comunicación, Negociación,
	Requisitos de experiencia: 3 años de experiencia en el cargo

Fuente: Autor, basado en CONCREMACK, 2022

Herramientas y técnicas de planificación

Para el desarrollo del presente plan de gestión para el proyecto de Evaluación de la Resistencia Mecánica del Concreto Hidráulico Empleado en Sistemas de Construcción Modulares Industrializado, se

utilizará análisis de documentos para la elaboración de los ensayos de laboratorio de acuerdo con las normas técnicas colombianas, se analizarán resultados a través de software que permitan determinar las cualidades de los materiales a utilizar para la mezcla.

Se utilizará software para el seguimiento y control del desarrollo del proyecto y archivos digitales para consolidar la información de resultados y posterior análisis de estos.

GESTIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD

Matriz de actividades de gestión y control por entregables y procesos sujetos a revisión de calidad.

Tabla 29.

Matriz indicadores de gestión – Sistema de gestión de calidad

 MATRIZ INDICADORES DE GESTIÓN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD					Versión 1.0
					Fecha: 22/08/2022
					Código: SIG-F-1
ENTREGABLES	ACTIVIDADES GESTIÓN	CONTROL	REVISIÓN DE CALIDAD	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN	POSIBLE PRODUCTO NO CONFORME
ANÁLISIS DE ENTREVISTAS	Informe recolección de datos		verificación bibliografía	Documento con bibliografía relacionada	Documentos sin referencias
ANÁLISIS DE TEXTOS - LIBROS - VIDEOS	Informe recolección de datos		verificación bibliografía	Documento con bibliografía relacionada	Documentos sin referencias
ENSAYO A LA COMPRESIÓN	Revisión Equipos para utilizar <hr/> Revisiones materiales <hr/> Capacitación personal	Verificación de procesos <hr/> Control tiempo de ensayo	Verificación mantenimientos equipos <hr/> Verificación almacenamiento materiales	Cumplimiento a la Norma técnica colombiana NTC 673. Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndrico de concreto. 17 de febrero de 2010	Incumplimiento NTC 673

	Realizar procedimiento de acuerdo con la norma				
ENSAYO A LA FLEXIÓN	Revisión Equipos para utilizar	Verificación de procesos	Verificación mantenimientos equipos	Cumplimiento a la Norma técnica colombiana NTC 2871. Ensayo para determinar la resistencia del concreto a la flexión utilizando una viga simple con carga en los tercios medios. 16 de diciembre de 2004	Incumplimiento NTC 2871
	Revisiones materiales				
	Capacitación personal	Control tiempo de ensayo	Verificación almacenamiento materiales		
	Realizar procedimiento de acuerdo con la norma				
ENSAYO MASA UNITARIA	Revisión Equipos para utilizar	Verificación de procesos	Verificación mantenimientos equipos	Cumplimiento a la Norma técnica colombiana NTC 4483. Método de ensayo para determinar la masa unitaria del concreto al agua. 26 de septiembre de 1998	Incumplimiento NTC 4483
	Revisiones materiales				
	Capacitación personal	Control tiempo de ensayo	Verificación almacenamiento materiales		
	Realizar procedimiento de acuerdo con la norma				
ENSAYO DE MODULO DE ELASTICIDA D	Revisión Equipos para utilizar	Verificación de procesos	Verificación mantenimientos equipos	Cumplimiento a la Norma técnica colombiana NTC 2018. Ensayo para determinar el módulo de elasticidad del concreto	Incumplimiento NTC 2018
	Revisiones materiales				
	Capacitación personal	Control tiempo de ensayo	Verificación almacenamiento materiales		
	Realizar procedimiento de acuerdo con la norma				
ENSAYO DE PORCENTAJ E DE VACÍOS	Revisión Equipos para utilizar	Verificación de procesos	Verificación mantenimientos equipos	Cumplimiento a la Norma técnica colombiana NTC 92. Ensayo para determinar la masa unitaria y los vacíos entre partículas de agregado	Incumplimiento NTC 92
	Revisiones materiales				
	Capacitación personal	Control tiempo de ensayo	Verificación almacenamiento materiales		
	Realizar procedimiento de acuerdo a la norma				

RESULTADOS ENSAYOS A LA COMPRESIÓN	Informe de resultados	Resultado de acuerdo con requisitos de la norma	Cumplimiento a la Norma técnica colombiana NTC 673. Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndrico de concreto. 17 de febrero de 2010	Incumplimiento NTC 673
RESULTADOS ENSAYOS A LA FLEXIÓN	Informe de resultado	Resultado de acuerdo con requisitos de la norma	Cumplimiento a la Norma técnica colombiana NTC 2871. Ensayo para determinar la resistencia del concreto a la flexión utilizando una viga simple con carga en los tercios medios. 16 de diciembre de 2004	Incumplimiento NTC 2871
RESULTADO ENSAYO DE MODULO ELASTICO	Informe de resultado	Resultado de acuerdo con requisitos de la norma	Cumplimiento a la Norma técnica colombiana NTC 2018. Método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad del concreto al agua. 26 de septiembre de 1998	Incumplimiento NTC 4483
RESULTADO ENSAYOS PORCENTAJE VACÍOS	Informe de resultado	Resultado de acuerdo con requisitos de la norma	Cumplimiento a la Norma técnica colombiana NTC 92. Ensayo para determinar la masa unitaria y los vacíos entre partículas de agregado	Incumplimiento NTC 92
RESULTADO ENSAYOS MASA UNITARIA	Informe de resultado	Resultado de acuerdo con requisitos de la norma	Cumplimiento a la Norma técnica colombiana NTC 92. Ensayo para determinar la masa unitaria y los vacíos entre partículas de agregado	Incumplimiento NTC 92
CONCLUSIONES DEL DISEÑO FINAL	Informe de conclusiones	Correcta presentación	Correcta redacción	Incorrecta presentación

ENTREGA INFORME FINAL	Informe de entrega		Utilizar documento autorizado	Correcto formato	Incorrecta presentación
	Presentación Informe de entrega		Documento debidamente diligenciado y firmado	Presentación ejecutiva	
ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO	Informe de administración del proyecto	Verificación cronograma	Documentación actualizada	100 % ejecución presupuestos	Falta de presupuesto
		Verificación presupuesto			falló calidad de los materiales
		Verificación proceso de calidad			Desarrollo erróneo de procesos
SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL PROYECTO	Informe de seguimiento	Informe semanal avance proyecto	Verificación cumplimiento de planes	Informes semanales	Escases o documentos faltantes de seguimiento

CONTROL DE CAMBIOS

FECHA	VERSIÓN QUE MODIFICA	CAMBIO REALIZADO
-------	----------------------	------------------

Realiza:	Aprueba:
Cargo	Cargo

Fuente: Autor

Herramientas y técnicas gestión y control

En primera instancia la recopilación de datos es importante para nuestro proyecto, ya que a partir del análisis de materiales utilizados para la mezcla de concreto y los resultados de las diferentes pruebas que se realizan en laboratorio, se identificara las proporciones adecuadas para garantizar una mezcla de concreto que cumpla con los requisitos de sismo resistencia, para incluir en el sistema de construcción modular industrializado.

Posteriormente a la recopilación de datos que emplearemos en nuestro proyecto, se analizaran documentos y procesos que permitan mejorar las condiciones de calidad bajo la cual se rige el diseño de mezcla y se alinean con las Normas Técnicas Colombianas (NTC), para el diseño de mezclas de concreto.

Otra herramienta utilizada es la toma de decisiones con múltiples criterios, que permitirán determinar los proveedores de acuerdo con un análisis detallado del mercado, con el fin de evitar retrasos en la programación y reducción de calidad de los materiales, con el fin de entregar excelentes resultados en el desarrollo del proyecto.

Para realizar la correcta representación de datos de nuestro proyecto, se utilizan diagramas de flujo, que permiten determinar los procesos correctos para desarrollar el proyecto y el no cumplirlos implica afectaciones en los resultados que se obtienen luego de las fallas de las mezclas de concreto, posteriormente a través de diagramas de dispersión, donde se relacionan los resultados de las resistencias de las mezclas obtenidas a 7, 14 y 28 días, se generara el informe con las mezclas que cumplen con los requisitos de diseño del proyecto.

Para el correcto funcionamiento de los procesos y equipos que se utilizan en el proyecto, se realizan auditorías internas que permiten la mejora continua de los procedimientos a desarrollar en el laboratorio y con esto se logra implementar métodos que permiten mejorar los procesos y aumentar la calidad de los procesos que intervienen en el proyecto.

Plan de Auditorías de calidad

OBJETIVO

Definir los lineamientos para la planificación y realización de las auditorías internas al Sistema de Gestión de la Calidad en el proyecto de evaluación de la resistencia mecánica del concreto hidráulico empleado en sistemas de construcción modulares industrializado

ALCANCE

Este procedimiento se aplica a todos los procesos del Sistema de Gestión de Calidad de en el proyecto de evaluación de la resistencia mecánica del concreto hidráulico empleado en sistemas de construcción modulares industrializado

RESPONSABLES

El Gerente General es el responsable de definir el auditor líder con el fin de garantizar la independencia de las auditorías.

El coordinador de calidad es el responsable de realizar el programa de auditoría.

En caso de realizarse auditoría de tercera parte, el responsable es el auditor contratado por CONCREMACK para tal fin.

DEFINICIONES

Auditor: Persona cualificada para realizar auditorías de sistemas de gestión.

Auditoría: La auditoría de calidad es un examen metódico que se realiza para determinar si las actividades y resultados relativos a la calidad satisfacen las disposiciones previamente establecidas y que

realmente se llevan a cabo, además de comprobar que son adecuadas para alcanzar los objetivos propuestos.

Auditoría interna: Auditorías llevadas a cabo por la organización a intervalos planificados para determinar si el sistema de gestión de la calidad, por un lado, es conforme con las disposiciones planificadas, con los requisitos de la norma y con los requisitos del sistema establecidos por la organización; y por otro lado, si el sistema de gestión de calidad se ha implementado y se mantiene de manera eficaz.

Criterios de auditoría: Conjunto de políticas, procedimientos o requisitos utilizados como referencia.

No Conformidad: Falta de cumplimiento de los requisitos fijados por el sistema de gestión de calidad de la empresa. Comprende la ausencia o separación, en relación con los requisitos especificados, de una o más características de la calidad de uno o más elementos del sistema de gestión de calidad, ya sean materiales o procesos (actividades).

Hallazgos de la auditoría: Resultados de la evaluación de la evidencia de la auditoría recopilada frente a los criterios de auditoría. Los hallazgos de la auditoría pueden indicar conformidad o no conformidad con los criterios de auditoría, u oportunidades de mejora.

Conclusiones de la auditoría: Resultado de una auditoría que proporciona el equipo auditor/auditor tras considerar los hallazgos de la auditoría.

Requisito: Necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria.

Auditado: Organización que es auditada.

Alcance de la Auditoría: Extensión y límites de una auditoría.

Las abreviaturas utilizadas en este procedimiento son las siguientes:

SGC: Sistema de Gestión de la Calidad.

Tabla 30.

Actividades Plan auditoría Interna

Nº	DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD
1	<p data-bbox="456 680 829 709">FIGURA DEL AUDITOR INTERNO</p> <p data-bbox="456 732 1325 976">El perfil requerido para la figura del auditor interno queda definido en el perfil de cargos según el manual de funciones. El motivo por el que los auditores no deban auditar su propio trabajo se debe a que las personas que están realizando constantemente una tarea, la conocen tan bien que pueden pasar por alto cosas en las que nunca han pensado y que un tercero puede detectar mejor y, por otra parte, su implicación puede impedirles una ponderación objetiva.</p> <p data-bbox="456 999 1138 1029">La selección del auditor la debe hacer el Gerente General.</p>
2	<p data-bbox="456 1104 976 1134">FRECUENCIA DE LAS AUDITORIAS INTERNAS</p> <p data-bbox="456 1157 1317 1291">Las auditorías internas se realizarán cada seis meses, y son planificadas por el coordinador de calidad de modo que el informe de los resultados obtenidos esté preparado con tiempo suficiente para su presentación en la Revisión del Sistema de Gestión de Calidad de la empresa.</p> <p data-bbox="456 1314 1308 1381">Además de estas auditorías internas semestrales, pueden programarse auditorías internas extraordinarias por alguna de las razones siguientes:</p> <p data-bbox="456 1404 1308 1501">Cuando se han realizado cambios significativos en las áreas funcionales, como, por ejemplo, reorganizaciones y revisión de procedimientos, nuevos procesos, etc.</p> <p data-bbox="456 1524 1276 1591">Ante la necesidad de verificar que las acciones correctivas requeridas han sido tomadas y puesta en marcha con eficacia.</p> <p data-bbox="456 1614 1235 1682">La frecuencia de la auditoría semestral no es suficiente para algún proceso concreto y precisa de auditorías más frecuentes.</p>
3	<p data-bbox="456 1751 760 1780">CRITERIOS DE AUDITORIA</p>

Programación: Se debe definir el programa de auditoría y comunicarlo a los líderes de proceso y de más interesados.

Preparación: El auditor prepara la auditoría basándose en la revisión documental, para ello realizar la lista de verificación. Definir la metodología: Entrevistas con empleados, revisión de documentos, análisis de registros u observación de actividades.

Ejecución: Se debe realizar la reunión de apertura y ejecución del programa de auditoría.

Informe y actividades de seguimiento: Realizar la reunión de cierre, en ella dar a conocer fortalezas, observaciones, No conformidades, detalles de seguimiento para la próxima auditoría y conclusiones.

4 SITUACIONES EXCEPCIONALES

No se realizarán auditorías internas a Gerencia ya que es quién encarga o en nombre de quién se realizan las auditorías internas.

Nadie podrá auditar su propio trabajo por lo que el procedimiento de auditorías internas se limita a ser auditado por las auditorías de tercera parte.

5 RIESGOS DE AUDITORIA

Desconocimiento de la norma que se audita.

No abarcar todos los procesos de la organización.

No comunicar los resultados en el momento oportuno.

Plan de auditoría no flexible.

Ausencia de imparcialidad.

Malgastar recursos y tiempo.

Centrarse en buscar culpables y fallas.

Falta de confianza por parte de la alta dirección- Gerente General.



CONCREMACK

Plan Auditoría Interna

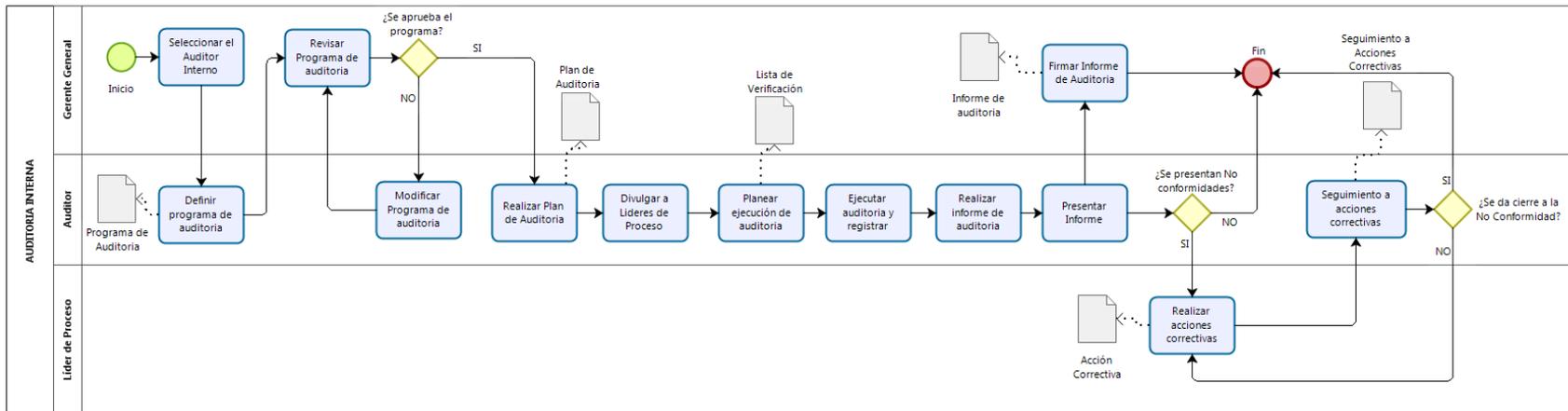
Versión: 1.0

Fecha: 22/08/2022

Código: AI-P-01

Figura 25.

Diagrama de Flujo Auditoria



Fuente: Autor

Control de Cambios

CONTROL DE CAMBIOS		
FECHA	VERSIÓN QUE MODIFICA	CAMBIO REALIZADO



Plan de no conformidades

Versión: 1.0

Fecha: 22/08/2022

Código: NC-P-02

Plan de no conformidades

OBJETIVO

Detectar, identificar y controlar los productos que no cumplan con las especificaciones definidas por el cliente y/o Concremack antes que estos se entreguen al mismo, y tomar las acciones necesarias para lograr el cumplimiento con dichos requisitos.

ALCANCE

Desde la detección e identificación del producto definido como no conforme, hasta la aplicación del tratamiento requerido para el cumplimiento de las especificaciones y el cierre de esta.

RESPONSABLE

Son responsables los líderes de proceso involucrados en la no conformidad, son responsables de analizar, tratar e implementar las acciones correctivas pertinentes. El Coordinador de Calidad es el responsable de realizar seguimiento de las no conformidades.

DEFINICIONES

PRODUCTO: Resultado de un proceso.

ACCIÓN CORRECTIVA: acción tomada para eliminar la causa de una no conformidad detectada u otra situación indeseable.

CONCESIÓN: autorización para utilizar o liberar un producto que no es conforme con los requisitos especificados.

CONFORMIDAD: cumplimiento de un requisito.

CORRECCIÓN: acción tomada para eliminar una no conformidad detectada.



Plan de no conformidades

Versión: 1.0

Fecha: 22/08/2022

Código: NC-P-02

DEFECTO: incumplimiento de un requisito asociado a un uso previsto o especificado.

DESECHO: acción tomada sobre un producto no conforme para impedir su uso inicialmente previsto.

LIBERACIÓN: autorización para proseguir con la siguiente etapa de un proceso.

NO CONFORMIDAD: incumplimiento de un requisito.

PERMISO DE DESVIACIÓN: autorización para apartarse de los requisitos originalmente especificados de un producto, antes de su realización.

REPARACIÓN: acción tomada sobre un producto no conforme para convertirlo en aceptable para su utilización prevista.

REPROCESO: acción tomada sobre un producto no conforme para que cumpla con los requisitos.

REQUISITO: necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria.

Las abreviaturas utilizadas en este procedimiento son las siguientes:

SGC: Sistema de Gestión de la Calidad.

Tabla 31.

Procedimiento Plan de no conformidad

Nº	DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD
1	Identificar la No conformidad presentada.
2	Registrar la No conformidad en el formato: Reporte del producto No conforme. Se debe indicar claramente la descripción de la No conformidad.
3	Informar al director de obra la identificación del producto No conforme.
4	Definir el tratamiento a la No conformidad.
5	¿Es necesario realizar actividades adicionales?



Plan de no conformidades

Versión: 1.0

Fecha: 22/08/2022

Código: NC-P-02

	No, ir a actividad 6. Si, Ir a actividad 7.
6	Solicitar firma de la persona que autoriza el tratamiento de la No conformidad. Fin.
7	Evaluar las características de la No Conformidad y definir las actividades a realizar.
8	Registrar los resultados de las actividades realizadas y hacer la verificación final del producto/Servicio.
9	¿Es necesario levantar una acción correctiva? No. Fin Si, ir a actividad 10.
10	Ir al procedimiento Acciones Correctivas. Fin.

Fuente: Autor

Característica de la no conformidad

Existen varios tipos de productos/elementos no conformes:

El concreto no cumple con las resistencias a compresión

El concreto no cumple con las resistencias a tensión

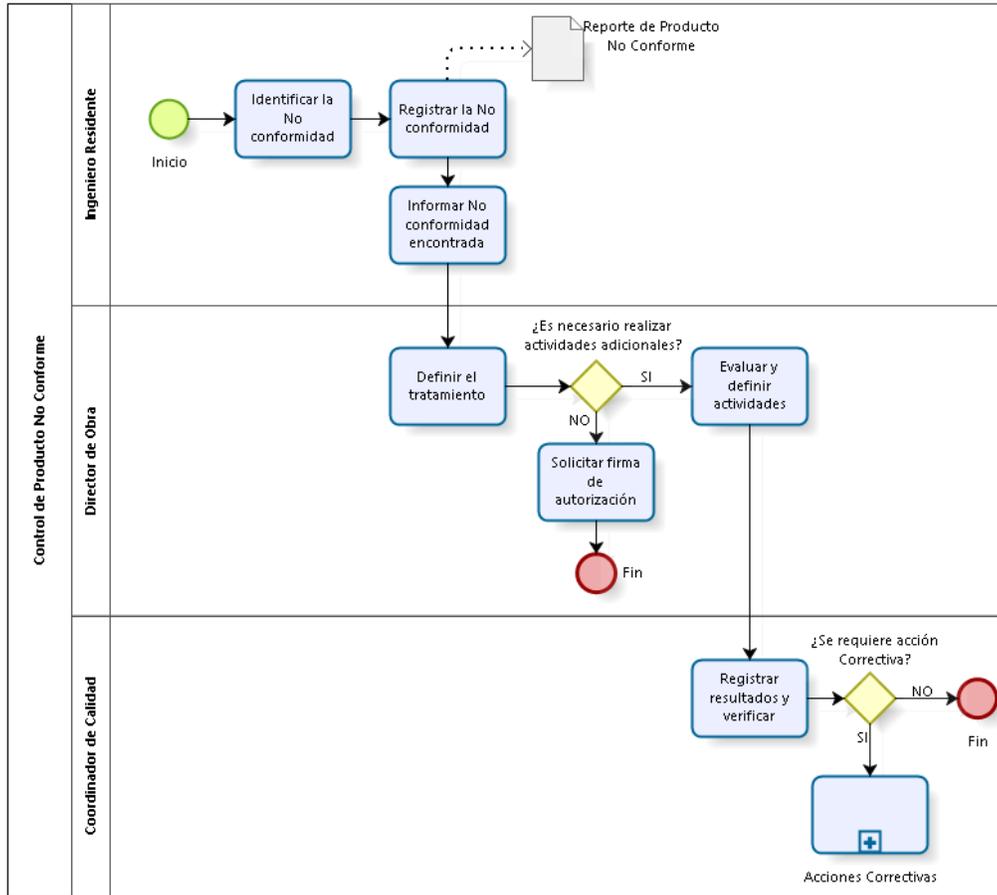
El concreto no cumple con el ensayo de módulo de elasticidad

El concreto no cumple con el ensayo de masa unitaria

El concreto no cumple con el ensayo de porcentaje de vacíos

Figura 26.

Diagrama de Flujo Control producto no conforme



Fuente: Autor

CONTROL DE CAMBIOS

CONTROL DE CAMBIOS		
FECHA	VERSIÓN QUE MODIFICA	CAMBIO REALIZADO

MEJORAMIENTO

Plan de acción (Correctiva, preventiva y de mejora)

PLAN DE ACCIÓN CORRECTIVO

Beneficios del plan de acción: Se consolidará un equipo de trabajo capacitado para afrontar mejor las acciones correctivas en los procesos desarrollados en el proyecto, se elevará la comunicación efectiva y se podrá desarrollar un mejor desarrollo de procedimientos y se optimizarán algunos procesos internos dentro de la organización.

Objetivo general: Lograr realizar acciones correctivas ante hallazgos por parte de las auditorias internas o externas.

Indicadores: Participación del grupo; comunicación; responsabilidad; alternativas propuestas y seguimiento a las alternativas de corrección planteadas.

Recursos: Humanos. Además, se cuenta con los equipos necesarios y el laboratorio acorde para desarrollar las actividades.

Estrategias:

Realizar verificación de la norma para el desarrollo de los ensayos donde se detecte necesaria la corrección. Posteriormente realizar dos reuniones semanales con todos los miembros del equipo. Una reunión estará destinada a la formación y capacitación, mientras que la otra tendrá un componente didáctico. Finalmente, posterior a la primera semana se desarrollará de nuevo el ensayo a los elementos necesarios y se fallará el espécimen de concreto de acuerdo con la normatividad.

Duración: Dos meses

Responsable: Líder del proyecto.

PLAN DE ACCIÓN PREVENTIVO

Beneficios del plan de acción: Se consolidará un equipo de trabajo capacitado para realizar acciones preventivas que mitiguen el fallo en los procesos desarrollados en el proyecto.

Objetivo general: Lograr realizar acciones preventivas a los procesos que se desarrollan durante la ejecución del proyecto.

Indicadores: Participación del grupo; comunicación; responsabilidad; índice de riesgo de posibles fallas; alternativas de solución para mitigar los riesgos.

Recursos: Humanos. Además, se cuenta con los equipos necesarios y el laboratorio acorde para desarrollar las actividades.

Estrategias:

Verificar los procedimientos a realizar en el laboratorio

Calibración de los equipos utilizados en el proceso

Consultar la norma con la cual se está trabajando

Realizar capacitaciones constantes al personal que intervienen en el proyecto.

Duración: Tres meses

Responsable: Gerente del proyecto.

PLAN DE ACCIÓN DE MEJORA

Beneficios del plan de acción: Se consolidará un equipo de trabajo capacitado para realizar acciones de mejora a los procesos desarrollados en el proyecto.

Objetivo general: Lograr realizar acciones de mejora a los procesos que se desarrollan durante la ejecución del proyecto.

Indicadores: Participación del grupo; comunicación; responsabilidad; identificación procesos con opción de mejora; alternativas de mejora de procesos.

Recursos: Humanos. Además, se cuenta con los equipos necesarios y el laboratorio acorde para desarrollar las actividades.

Estrategias:

Verificar los procedimientos a realizar en el laboratorio

Consultar normas a nivel internacional y actualizaciones de las normas nacionales para implementar mejores procesos

Generar conciencia continua de una cultura de mejora constante de los procesos para el personal que intervienen en el proyecto.

Duración: dos meses

Responsable: Gerente del proyecto.

15.2. Métricas de calidad

A continuación, se presentan las diferentes métricas de calidad, para cada procedimiento realizado en el laboratorio

Tabla 32.

Métricas de Calidad Producto Ensayo de compresión

MÉTRICA CALIDAD PRODUCTO	
NOMBRE DE LA MÉTRICA	ENSAYO COMPRESIÓN
OBJETIVO DE LA MÉTRICA	Determina la resistencia de un material ante un esfuerzo o carga por compresión
FACTOR DE CALIDAD	Objetivo importante es aprender acerca de la calidad de los materiales pétreos empleados, analizando si estos cumplen con la normativa VIGENTE
MÉTODOS DE MEDICIÓN	El límite de fluencia, punto a partir del cual el material entra en estado de fluencia, deformación irre recuperable de la probeta. El límite de resistencia única o límite de rotura, que representa la máxima tensión alcanzada por un material antes de romperse. El punto de rotura, que indica la tensión exacta con la que el material llega a romperse.
FRECUENCIA DE MEDICIÓN	La medición se hace semanal Durante el proceso
META	Aprobación del Sponsor
RESPONSABLE DEL FACTOR DE CALIDAD	Ingeniero Diego Vera Valero

Fuente: Autor

Tabla 33.

Métricas de Calidad Producto Ensayo Flexión

MÉTRICA CALIDAD PRODUCTO	
NOMBRE DE LA MÉTRICA	ENSAYO FLEXIÓN
OBJETIVO DE LA MÉTRICA	Método que se utiliza cuando queremos comprobar la resistencia a la flexión de los materiales, así como otras propiedades importantes en la innovación de materiales. En función del número de puntos de presión y del soporte de la muestra de ensayo.
FACTOR DE CALIDAD	Objetivo importante es aprender acerca de la calidad de los materiales pétreos empleados, analizando si estos cumplen con la normativa VIGENTE
MÉTODOS DE MEDICIÓN	Se realiza en una máquina de ensayos universal colocando una muestra en dos yunques de soporte y doblándola mediante la aplicación de una fuerza en 1 o 2 yunques de carga para medir sus propiedades.
FRECUENCIA DE MEDICIÓN	La medición se hace semanal Durante el proceso
META	Aprobación del Sponsor
RESPONSABLE DEL FACTOR DE CALIDAD	Ingeniero Diego Vera Valero

Fuente: Autor

Tabla 34.

Métricas de Calidad Producto Ensayo masa unitaria

MÉTRICA CALIDAD PRODUCTO	
NOMBRE DE LA MÉTRICA	ENSAYO MASA UNITARIA
OBJETIVO DE LA MÉTRICA	determina la densidad volumétrica del agregado en condición compacta o suelta y sobre el cálculo de vacíos entre las partículas de agregados finos.
FACTOR DE CALIDAD	Objetivo importante es aprender acerca de la calidad de los materiales pétreos empleados, analizando si estos cumplen con la normativa VIGENTE

MÉTODOS DE MEDICIÓN	Calcular los valores de masa unitaria suelta y compacta, para nuestra MUESTRA DE AGRADO GRUESO, basados en los procesos
FRECUENCIA DE MEDICIÓN	La medición se hace semanal Durante el proceso
META	Aprobación del sponsor
RESPONSABLE DEL FACTOR DE CALIDAD	Ingeniero Diego Vera Valero

Fuente: Autor

Tabla 35.

Métricas de Calidad Producto Ensayo modulo elasticidad del concreto

MÉTRICA CALIDAD PRODUCTO	
NOMBRE DE LA MÉTRICA	ENSAYO MODULO DE ELASTIDAD DEL COCNETO
OBJETIVO DE LA MÉTRICA	Determina el módulo de elasticidad del concreto
FACTOR DE CALIDAD	Objetivo importante es aprender acerca de la calidad de los materiales pétreos empleados, analizando si estos cumplen con la normativa VIGENTE
MÉTODOS DE MEDICIÓN	Ensayos "in situ" llevados a cabo para realizar un reconocimiento geotécnico
FRECUENCIA DE MEDICIÓN	La medición se hace semanal Durante el proceso
META	Aprobación del sponsor
RESPONSABLE DEL FACTOR DE CALIDAD	Ingeniero Diego Vera Valero

Fuente: Autor

Tabla 36.

Métricas de Calidad Producto Ensayo Porcentaje de vacíos

MÉTRICA CALIDAD PRODUCTO	
NOMBRE DE LA MÉTRICA	ENSAYO PORCENTAJE DE VACÍOS

OBJETIVO DE LA MÉTRICA	Determinar el contenido de vacíos varían desde aproximadamente 30% a 45% para los agregados gruesos hasta 40% a 50%.
FACTOR DE CALIDAD	Objetivo importante es aprender acerca de la calidad de los materiales pétreos empleados, analizando si estos cumplen con la normativa VIGENTE
MÉTODOS DE MEDICIÓN	El contenido de vacíos entre partículas afecta la demanda de mortero en el diseño de la mezcla
FRECUENCIA DE MEDICIÓN	La medición se hace semanal Durante el proceso
META	Aprobación del sponsor
RESPONSABLE DEL FACTOR DE CALIDAD	Ingeniero Diego Vera Valero

Fuente: Autor

Tabla 37.

Métricas de Calidad Producto Entrevistas

MÉTRICA CALIDAD PRODUCTO	
NOMBRE DE LA MÉTRICA	ENTREVISTAS
OBJETIVO DE LA MÉTRICA	Permitir y evaluar la idoneidad del entrevistado sobre el tema específico
FACTOR DE CALIDAD	Objetivo importante es aprender acerca de la calidad de los materiales pétreos empleados, analizando si estos cumplen con la normativa VIGENTE
MÉTODOS DE MEDICIÓN	Entrevista
FRECUENCIA DE MEDICIÓN	La MEDICIÓN se hace semanal Durante el proceso
META	Aprobación del sponsor
RESPONSABLE DEL FACTOR DE CALIDAD	Ingeniero Diego Vera Valero

Fuente: Autor

Tabla 38.

Métricas de Calidad Producto Textos, Libros y Videos

MÉTRICA CALIDAD PRODUCTO	
NOMBRE DE LA MÉTRICA	TEXTOS LIBROS Y VIDEOS
OBJETIVO DE LA MÉTRICA	Explicar de forma clara y sencilla y apoyando sobre daos y una secuencia lógica que lo respalde
FACTOR DE CALIDAD	Objetivo importante es aprender acerca de la calidad de los materiales pétreos empleados, analizando si estos cumplen con la normativa VIGENTE
MÉTODOS DE MEDICIÓN	Defender una idea o argumento con la meta de convencer y persuadir al lector
FRECUENCIA DE MEDICIÓN	La MEDICIÓN se hace semanal Durante el proceso
META	Aprobación del sponsor
RESPONSABLE DEL FACTOR DE CALIDAD	Ingeniero Diego Vera Valero

Fuente: Autor

Tabla 39.

Métricas de Calidad Producto Resultados ensayos a la compresión

MÉTRICA CALIDAD PRODUCTO	
NOMBRE DE LA MÉTRICA	RESULTADOS ENSAYOS A LA COMPRESIÓN
OBJETIVO DE LA MÉTRICA	Determina la resistencia de un material ante un esfuerzo o carga por compresión
FACTOR DE CALIDAD	Objetivo importante es aprender acerca de la calidad de los materiales pétreos empleados, analizando si estos cumplen con la normativa VIGENTE

MÉTODOS DE MEDICIÓN	Los ensayos de compresión permiten a los fabricantes evaluar la integridad y la seguridad de los materiales, componentes y productos durante diversas fases del proceso de fabricación.
FRECUENCIA DE MEDICIÓN	La MEDICIÓN se hace semanal Durante el proceso
META	Aprobación del sponsor
RESPONSABLE DEL FACTOR DE CALIDAD	Ingeniero Diego Vera Valero

Fuente: Autor

Tabla 40.

Métricas de Calidad Producto Resultados ensayos a la flexión

MÉTRICA CALIDAD PRODUCTO	
NOMBRE DE LA MÉTRICA	RESULTADO ENSAYOS A LA FLEXIÓN
OBJETIVO DE LA MÉTRICA	Método que se utiliza cuando queremos comprobar la resistencia a la flexión de los materiales, así como otras propiedades importantes en la innovación de materiales. En función del número de puntos de presión y del soporte de la muestra de ensayo.
FACTOR DE CALIDAD	Objetivo importante es aprender acerca de la calidad de los materiales pétreos empleados, analizando si estos cumplen con la normativa VIGENTE
MÉTODOS DE MEDICIÓN	El ensayo a la flexión muestra, sobre todo, el comportamiento del material más cercano a la superficie de la probeta
FRECUENCIA DE MEDICIÓN	La MEDICIÓN se hace semanal Durante el proceso
META	Aprobación del sponsor
RESPONSABLE DEL FACTOR DE CALIDAD	Ingeniero Diego Vera Valero

Fuente: Autor

Tabla 41.

Métricas de Calidad Producto Resultados ensayos a la flexión

MÉTRICA CALIDAD PRODUCTO	
NOMBRE DE LA MÉTRICA	RESULTADO ENSAYO DE MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO
OBJETIVO DE LA MÉTRICA	Determina el módulo de elasticidad del concreto
FACTOR DE CALIDAD	Objetivo importante es aprender acerca de la calidad de los materiales pétreos empleados, analizando si estos cumplen con la normativa VIGENTE
MÉTODOS DE MEDICIÓN	A la interpretación de los resultados del ensayo depende de las condiciones de contorno en cada caso particular. Tanto el diseño del ensayo como la supervisión de su ejecución y su interpretación requieren la intervención de técnicos especialistas en el tema.
FRECUENCIA DE MEDICIÓN	La MEDICIÓN se hace semanal Durante el proceso
META	Aprobación del sponsor
RESPONSABLE DEL FACTOR DE CALIDAD	Ingeniero Diego Vera Valero

Fuente: Autor

Tabla 42.

Métricas de Calidad Producto Resultados ensayos porcentaje de vacíos

MÉTRICA CALIDAD PRODUCTO	
NOMBRE DE LA MÉTRICA	RESULTADO ENSAYOS PORCENTAJE VACÍOS
OBJETIVO DE LA MÉTRICA	Determinar el contenido de vacíos varían desde aproximadamente 30% a 45% para los agregados gruesos hasta 40% a 50%.
FACTOR DE CALIDAD	Objetivo importante es aprender acerca de la calidad de los materiales pétreos empleados, analizando si estos cumplen con la normativa VIGENTE

MÉTODOS DE MEDICIÓN	Determinar el porcentaje de vacíos en el agregado fino y grueso
FRECUENCIA DE MEDICIÓN	La MEDICIÓN se hace semanal Durante el proceso
META	Aprobación del sponsor
RESPONSABLE DEL FACTOR DE CALIDAD	Ingeniero Diego Vera Valero

Fuente: Autor

Tabla 43.

Métricas de Calidad Producto Resultados ensayos masa unitaria

MÉTRICA CALIDAD PRODUCTO	
NOMBRE DE LA MÉTRICA	RESULTADO ENSAYOS MASA UNITARIA
OBJETIVO DE LA MÉTRICA	Determina la densidad volumétrica del agregado en condición compacta o suelta y sobre el cálculo de vacíos entre las partículas de agregados finos.
FACTOR DE CALIDAD	Objetivo importante es aprender acerca de la calidad de los materiales pétreos empleados, analizando si estos cumplen con la normativa VIGENTE
MÉTODOS DE MEDICIÓN	El peso unitario es el peso de la unidad de volumen de material a granel en las condiciones de compactación y humedad en que se efectúa el ensayo, expresada en kg/m ³ . Aunque puede realizarse el ensayo sobre agregado fino y agregado grueso. 2.3.
FRECUENCIA DE MEDICIÓN	La MEDICIÓN se hace semanal Durante el proceso
META	Aprobación del sponsor
RESPONSABLE DEL FACTOR DE CALIDAD	Ingeniero Diego Vera Valero

Fuente: Autor

Tabla 44.

Métricas de Calidad Producto conclusiones del diseño final

MÉTRICA CALIDAD PRODUCTO

NOMBRE DE LA MÉTRICA	CONCLUSIONES DEL DISEÑO FINAL
OBJETIVO DE LA MÉTRICA	Determinar el comportamiento del concreto para estructura industrializada modular de resistencias entre 210 Kg/cm ² (3000 PSI) y 280 Kg/cm ² (4000 PSI)
FACTOR DE CALIDAD	La resistencia mecánica del concreto es la propiedad que hace posible que este soporte la carga que va a ir encima de él
MÉTODOS DE MEDICIÓN	Resistencia Mecánica. A las mezclas de concretos aligerados con mezclas ternarias se les realizó el ensayo a compresión a los 28 días, después de un curado en inmersión
FRECUENCIA DE MEDICIÓN	La MEDICIÓN se hace semanal Durante el proceso
META	Aprobación del sponsor
RESPONSABLE DEL FACTOR DE CALIDAD	Ingeniero Diego Vera Valero

Fuente: Autor

15.3. Documentos de pruebas y evaluación

INFORME DE RESISTENCIAS DE ESPECÍMENES DE CONCRETO HIDRÁULICO
--

OBRA:		ENSAYO No.	
UBICACIÓN:		FECHA DE COLADO:	
COMPAÑÍA:		FECHA DE INFORME	

IDENTIFICACIÓN	NUMERO DE ENSAYO				
	NUMERO DE MUESTRA				
	NUMERO DE CILINDRO				
	ELEMENTO COLADO				
DATOS PREVIOS	PROPORCIONAMIENTO No.	F'c PROYECTO (kg/cm ²)			
		REVESTIMIENTO O PROY (cm)			
	FECHA DE PROPORCIONAMIENTO	CEMENTO MARCA Y TIPO			
		CONSUMO DE CEMENTO			
	ADICIONANTE MARCA	CANTIDAD DE PROYECTO			
	TIPO	FINALIDAD			
DATOS DE LA OBRA	CEMENTO MARCA	TIPO			
		CONSUMO DE CEMENTO			
	ADICIONANTE MARCA	CANTIDAD USADA			
	TIPO	FINALIDAD			
	EQUIPO DE MEZCLADO Y CAPACIDAD				
	TIPO DE VIBRADOR UTILIZADO				

	CONSUMO DE AGUA POR SACO (L)				
	REVENIMIENTO				
	CONTENIDO DE AIRE MÉTODO DE PRESIÓN (%)				
DATOS DEL ESPÉCIMEN	DIÁMETRO OBTENIDO (cm)				
	ÁREA OBTENIDA (cm)				
	FECHA DE COLADO				
	FECHA DE ENSAYE				
	EDAD (días)				
DATOS DEL ENSAYO	TIPO DE FALLA DEL ESPÉCIMEN				
	TIPO DE PRUEBA REALIZADA				
	PROCEDIMIENTO DE CURADO				
	CARGA DE APLICACIÓN (kg)				
	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm ²)				
	RESISTENCIA DE PROYECTO (%)				

LABORATORISTA	Vo.Bo.	FOLIO CONSECUTIVO No.	
Nombre y firma	Nombre y firma	FORMATO No.	

15.4. Entregables verificables

Tabla 45.

Lista de Verificación entregables

No.	Proceso	CUMPLE	NO CUMPLE	FECHA EMISIÓN	OBSERVACIÓN
1	ANÁLISIS DE ENTREVISTAS				
2	ANÁLISIS DE TEXTOS - LIBROS - VIDEOS				
3	ENSAYO A LA COMPRESIÓN				
4	ENSAYO A LA FLEXIÓN				
5	ENSAYO MASA UNITARIA				
6	ENSAYO DE MODULO DE ELASTICIDAD				
7	ENSAYO DE PORCENTAJE DE VACÍOS				
8	RESULTADOS ENSAYOS A LA COMPRESIÓN				
9	RESULTADO ENSAYOS A LA FLEXIÓN				
10	RESULTADO ENSAYOS MODULO ELEASTIDAD				
11	RESULTADO ENSAYOS PORCENTAJE VACÍOS				
12	RESULTADO ENSAYOS MASA UNITARIA				
13	PROCESO DE CALIDAD				
14	PROCESO DE SEGUIMIENTO Y CONTROL				
LABORATORISTA				VoBo.	
Nombre y Cargo				Nombre y Cargo	
<i>Fuente: Autor</i>					

16. Gestión del riesgo del proyecto

16.1. Plan de gestión de riesgos

NOMBRE DEL PROYECTO:

EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO HIDRÁULICO EMPLEADO EN SISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN MODULAR INDUSTRIALIZADO

OBJETIVO DEL PROYECTO:

Determinar el comportamiento del concreto para estructura industrializada modular de resistencias entre 210 Kg/cm² (3000 PSI) y 280 Kg/cm² (4000 PSI)

METODOLOGÍA:

La Metodología para el presente proyecto está encaminada a la Evaluación de Riesgos presentados en la evaluación de una mezcla de concreto utilizado para la construcción modular industrializada de manera integral, a través de la identificación, la priorización, los planes de respuesta y el monitoreo de riesgos para llevar a cabo de una manera clara, concisa y organizada para ser implementada en el proyecto.

Tabla 46.

Proceso Gestión del Riesgo

PROCESO	DESCRIPCIÓN	HERRAMIENTAS	FUENTE
Planificar la gestión de riesgos	Realización plan del riesgo del proyecto	Guía PMBOK	Sponsor Equipo del proyecto
Identificación de riesgos	Identificar riesgos presentes en el desarrollo del proyecto	Lluvia de ideas Reuniones Recopilación de datos Análisis de datos	Gerente y director del proyecto

Análisis cualitativo de los riesgos	Priorizan riesgos evaluando impacto analizando la probabilidad de ocurrencia de cada riesgo	Juicio de expertos Recopilación de datos Matriz de riesgos	Gerente y director del proyecto
Análisis cuantitativo de los riesgos	Análisis numérico del efecto de los riesgos en cuanto a costos y tiempo que afectan el proyecto	Juicio de expertos Recopilación de datos Matriz de riesgos Análisis de datos	Gerente y director del proyecto
Plan de respuesta de los riesgos	Identificar y determinar los diferentes planes de prevención y contingencia dependiendo del puntaje del riesgo y el grado de importancia resultado del análisis cualitativo y análisis cuantitativo.	Juicio de expertos Recopilación de datos Análisis de datos Estrategias de amenazas, oportunidades, contingencia, alternativas	Equipo del proyecto
Implementación de respuesta de riesgos	Implementación de los planes para contrarrestar los efectos de las posibles ocurrencias de los riesgos en el desarrollo del proyecto	Juicio de expertos Sistema de información para la dirección de proyectos	Equipo del proyecto
Monitoreo y control de los riesgos	Monitorear, seguimiento los planes, evaluar efectividad e identificar nuevos riesgos, generar una constante mejora en los procesos para reducir la probabilidad de ocurrencia.	Juicio de expertos Reuniones Auditorias	Gerente y director del proyecto

Fuente: Autor

TOLERANCIA AL RIESGO DE LOS INTERESADOS:

Tabla 47.

Tolerancia al riesgo de los interesados

NOMBRE	ROL / TÍTULO DEL CARGO	PERFIL DE TOLERANCIA	TOLERANCIA
Pascual Neira	GERENTE GENERAL	Buscador	Está dispuesto a aceptar cambios siempre y cuando la calidad y entregas se cumplan
Luis Enrique Jaramillo	SPONSOR	Buscador	Está dispuesto a aceptar cambios menores en el alcance del proyecto siempre que no cambie la calidad de los insumos y materiales a utilizarse durante la ejecución del proyecto.
Santiago Escobar	GERENTE DEL PROYECTO	Buscador	Ve el riesgo y la recompensa como oportunidad

Diego Vera	DIRECTOR DEL PROYECTO	Buscador	Ve el riesgo y la recompensa como oportunidad
José Antonio Álvarez	LABORATORISTA	Ignorante	No tiene claro el riesgo en el proyecto y avanza en el proceso
Arley Flores	INGENIERO DE CALIDAD	Adverso	No está dispuesto asumir riesgos que afecten la calidad de los resultados
PROVEEDORES	PROVEEDORES	Buscador	Conoce el riesgo y puede asumir sobrecostos por retrasos o calidad de los recursos suministrado

Fuente: Autor

ROLES Y RESPONSABILIDADES EN LA GESTIÓN DEL RIESGO:

Tabla 48.

Roles y responsabilidades

PROCESOS	ROLES	RESPONSABILIDADES
Planificar la gestión de los riesgos	Gerente y director del proyecto	Dirigir al equipo de proyectos e identificar las herramientas, procesos para las actividades de gestión de riesgos.
Identificación de los riesgos	Equipo del proyecto	Identificar los riesgos utilizando las diferentes herramientas, teniendo en cuenta los paquetes de trabajo de la EDT, informar al director del proyecto
Análisis Cualitativo de los riesgos	Equipo de proyecto	Teniendo en cuenta la identificación de los riesgos, dirigir y clasificar los mismos de acuerdo con la matriz Pxl.
Análisis Cuantitativo de los riesgos	Equipo de proyecto	Evaluar y analizar el impacto que representan los riesgos, desde la perspectiva numérica de costos y cronograma.
Planes de respuesta a los riesgos	Equipo de proyecto gerente y director del proyecto	Teniendo en cuenta el registro de Riesgos, organizar junto al equipo la definición y elaboración de los planes de prevención y contingencia. Definir dueños para gestión de cada riesgo.
Implementación de la respuesta a los riesgos	Equipo de proyecto	Llevar a cabo la realización de las actividades programadas en los planes de prevención y contingencia una vez se evidencien los disparadores.
Monitoreo y control de los riesgos	Equipo de proyecto, gerente y director del proyecto	Definir y realizar actividades en las reuniones de monitoreo y control del riesgo y actualizar los documentos que se requieran.

Fuente: Autor

DEFINICIÓN DE LA PROBABILIDAD:

En el proyecto de Evaluación de la Resistencia Mecánica del Concreto Hidráulico empleado en Sistemas de Construcción Modular Industrializado, la probabilidad de la ocurrencia de que un evento puede llegar a entorpecer el normal desarrollo de las actividades y el logro de los objetivos se generará una matriz de probabilidad de acuerdo con el grado de posible ocurrencia de los eventos.

MATRICES DE IMPACTO PARA AMENAZAS Y OPORTUNIDADES:

Las matrices de impacto se utilizarán como herramienta para entendimiento común de las escalas a utilizar cuando se califiquen los riesgos.

MATRICES DE PROBABILIDAD E IMPACTO Y ACCIONES PARA AMENAZAS Y OPORTUNIDADES:

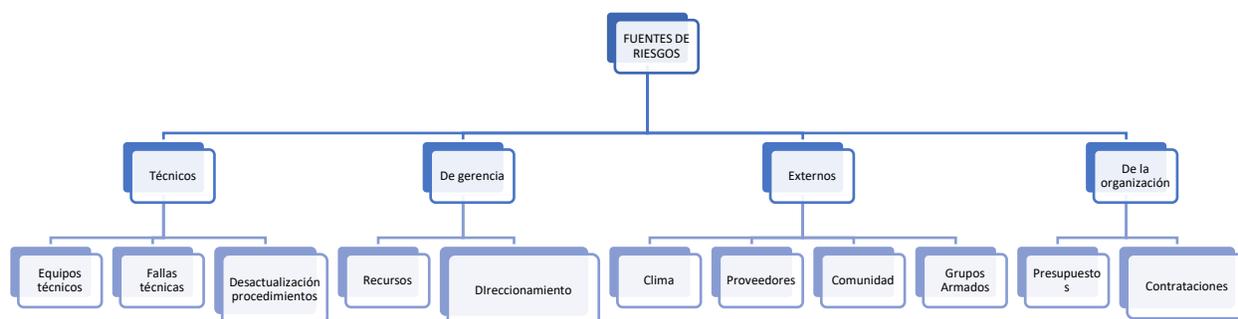
La matriz de probabilidad e impacto se utilizará como una herramienta de gestión para localizar de forma rápida e intuitiva los riesgos del proyecto en función de su puntuación o importancia.

Con base en este puntaje, determine las contramedidas recomendadas para prevenir el impacto de los riesgos identificados en el proyecto.

RISK BREAKDOWN STRUCTURE (RBS):

Figura 27.

RisK Breakdown Structure RBS



Fuente: Autor

FORMATO DEL REGISTRO DE RIESGOS:

A continuación, se describe el formato y los campos a diligenciar para incluir la información de la gestión de riesgos del proyecto

Descripción				
ID	Descripción del Riesgo	Tipo	Categoría (RBS)	Disparador/Indicio

ID: Primera letra de categoría y consecutivo.

Descripción del riesgo: ¿En qué consiste este riesgo? (usar Metalenguaje: Causa-RiesgoImpacto).

Tipo: Amenaza / Oportunidad.

Categoría: Técnicos, De la Organización, Externos, De gerencia del Proyecto.

Disparador / indicador: ¿Qué acción o evento indica que el riesgo se va a materializar o que se requiere respuesta?

Objetivos Afectados:

Para los objetivos afectados, se establece para cada riesgo, qué objetivos del proyecto (alcance, cronograma, costo o calidad) se verían afectados por la materialización del riesgo, con el fin de ser analizados en las etapas posteriores y realizar su plan de trabajo para reducir las afectaciones.

Objetivos Afectados			
Alcance	Cronograma	costo	Calidad

Recurrencia del riesgo -fases del ciclo de vida del proyecto

En los campos de recurrencia del riesgo, se especifica en cuáles de las fases del ciclo de vida del proyecto, podría repetirse o materializarse el riesgo, se marca con una X las fases del proyecto que afectarían los riesgos.

Recurrencia del riesgo - Fases del ciclo de vida del proyecto				
Síntesis de la información	Ensayos de laboratorio	Resultados ensayos de laboratorio	Entrega diseño de la metodología de la mezcla	Gerencia del proyecto

Análisis

Análisis Cualitativo:

Con el fin de priorizar y determinar el nivel de importancia del riesgo, es necesario calificar los riesgos con base en su probabilidad e impacto de acuerdo con cada uno de los ítems que se relacionan a continuación y lograr una calificación acertada según el grado del impacto generado.

Análisis Cualitativo							
Probabilidad	Impacto					Calificación	Grado
	Alcance	Cronograma	Costos	calidad	Impacto Ponderado		
	30%	25%	25%	20%			

Nomenclatura:

Probabilidad: Muy Alta: 5, Alta: 4, Media: 3, Baja: 2, Muy Baja: 1.

Impacto: Muy Alta: 100, Alta: 50, Media: 20, Baja: 5, Muy Baja: 1 para (Alcance, cronograma, costos y calidad).

Calificación: Puntaje del riesgo multiplicando PXI

Grado: Severo, Crítico, Medio, Leve, menor, muy bueno, máximo.

Análisis cuantitativo:

Se analizan los riesgos y posteriormente se clasifican de acuerdo con los siguientes rangos como grado medio, crítico y severo para amenazas y medio, muy bueno y máximo para oportunidades. Hace referencia a las estimaciones en tiempo y costo del impacto frente a la materialización de los riesgos del proyecto.

Análisis Cuantitativo					
Probabilidad en %	Impacto en costo	Impacto en tiempo	Valor monetario esperado (costo)	valor esperado (tiempo)	Base de estimación

Probabilidad en %: % al que corresponde el valor de probabilidad de acuerdo con las escalas en la matriz de probabilidad.

Impacto en costo: Valor numérico (+/-). Positivo para oportunidades, negativo para amenazas

Impacto en tiempo: Valor en días (+/-). Positivo para oportunidades, negativo para amenazas

Valor monetario esperado (costo): Probabilidad X Impacto en costo (+/-).

Valor esperando (tiempo): Probabilidad X Impacto en tiempo (+/-).

Base de estimación: Consideraciones que justifican el valor del impacto diligenciado.

Plan de respuesta

Se define a un responsable del equipo de trabajo quién realizará la ejecución del seguimiento y control a los planes de prevención y contingencia de los riesgos, según corresponda.

Plan de Respuesta			
Estrategia de Respuesta	¿En qué consiste la estrategia de respuesta? - Plan de prevención, antes de que se materialice el riesgo	Plan de Contingencia - si se materializa riesgo	Responsable - Dueño del riesgo

Estrategia de respuesta: ¿Cuál será la estrategia de respuesta al riesgo? Mitigar, transferir, evitar, aceptar, escalar, mejorar, explotar, compartir.

Plan de prevención: Acciones definidas para el plan de prevención.

Plan de contingencia: Acciones a ejecutar en respuesta o como respaldo o como reparación a la materialización del riesgo.

Responsables: ¿Quién monitorea el riesgo y actúa cuando va a ocurrir?

Análisis del riesgo residual después del plan de respuesta

Se evalúan nuevamente los riesgos para los que se ejecutaron los planes de prevención, con el fin de ver la efectividad de dichos planes y su impacto en el proyecto y así poder definir acciones posteriores, se buscara una constante mejora en los procesos para ir reduciendo cada día más los riesgos en la implementación del proyecto.

Análisis del Riesgo residual después de aplicar Plan de prevención			
Probabilidad final - Riesgo residual	Impacto final - Riesgo residual	Calificación final	Grado

	Alcance	Cronograma	Costos	calidad	Impacto Ponderado		
	30%	25%	25%	20%			

Probabilidad final: Muy Alta: 5, Alta: 4, Media: 3, Baja: 2, Muy Baja: 1.

Impacto: Muy Alta: 100, Alta: 50, Media: 20, Baja: 5 Muy Baja: 1 para (Alcance, cronograma, costos y calidad).

Calificación final: Puntaje final del riesgo residual Pxl.

Grado: Importancia: Severo, Crítico, Medio, Leve, muy bueno, máximo.

Monitoreo

Se define el personal encargado del monitoreo del desarrollo del proyecto, el cual actualizará el estado del riesgo a medida que se avanza en el ciclo de vida del proyecto.

MONITOREO:

Estado	Seguimiento
--------	-------------

Estado: En seguimiento, Requiere Respuesta, Cerrado-ya ocurrió, Cerrado-ya no ocurrirá, Recién Identificado.

Seguimiento: Fecha y Descripción actualizada del seguimiento.

MONITOREO DE RIESGOS:

Se evaluará el resultado al aplicar las acciones de respuesta a los riesgos del proyecto, llevando a cabo el registro y divulgación de las lecciones aprendidas como cultura de mejora de cada proceso.

Seguimiento y acciones	Participantes
Informes semanales para analizar e identificar los riesgos.	Director del proyecto, Gerente del proyecto, Equipo del proyecto
Informes semanales de seguimiento respecto al análisis de indicadores / disparadores.	Patrocinador, Director del proyecto y Equipo del proyecto.
Comités semanales donde se evalúen los riesgos registrados	Patrocinador, Director del proyecto y Equipo del proyecto

16.2. Matrices de probabilidad – impacto (inicial y residual)

A continuación, se presentan cada una de las matrices a utilizar para el análisis de los riesgos del proyecto

En la tabla 49 se puede observar la probabilidad de ocurrencia de los riesgos, dependiendo el nivel cualitativo del mismo, se generan porcentajes que se seleccionan en la matriz de gestión de riesgo de acuerdo con la descripción enunciada.

Tabla 49.

Probabilidad

Probabilidad de Ocurrencia	Estimados a nivel cualitativo	Descripción
1	$0 < Pr \leq 0,10$	Rara vez: Muy difícil que ocurra. La probabilidad que el evento ocurra es menor o igual del 10%
2	$0,10 < Pr \leq 0,35$	Eventual: Sucede de forma esporádica. La probabilidad que el evento ocurra es entre del 11% y 35%
3	$0,35 < Pr \leq 0,50$	Moderado: Sucede algunas veces, posible. La probabilidad que el evento ocurra es entre del 36% y 50%
4	$0,50 < Pr \leq 0,70$	Frecuente: Sucede de forma reiterada. La probabilidad que el evento ocurra es entre del 51% y 70%
5	$0,70 < Pr \leq 0,90$	Muy Frecuente: Casi seguro que ocurra. La probabilidad que el evento ocurra es entre del 71% y 90%

Fuente: Autor

En la tabla 50 se puede observar la matriz de impacto de las amenazas que afectan el proyecto, clasificándolas de muy bajo a muy alto, afectando el cronograma, el alcance, el costo y la calidad de los resultados.

Tabla 50.

Matriz de Impacto – Amenazas

Objetivo del proyecto	Muy bajo 1	Bajo 5	Moderado 20	Alto 50	Muy Alto 100
Cronograma	Atraso manejable con las holguras	Atraso de hasta 2 semanas	Atraso de hasta 4 semanas	Atraso de hasta 6 semanas	Atraso mayor a 6 semanas
Alcance	Requiere ajustes en algunas tareas	Control de cambios en áreas secundarias de gestión.	Control de cambios relacionados con objetivos del proyecto	Detiene el proyecto o requiere decisiones de alto nivel.	Cancela el proyecto o inutiliza producto del proyecto
Costo	Aumento mínimo de los costos, dentro de márgenes de desviación permitidos.	Sobrecostos de hasta el 4%	Sobrecostos de hasta el 10%	Sobrecostos de hasta el 30%	Sobrecostos mayores al 30%
Calidad	Degradación manejable	Reducción de calidad manejable	Requiere aprobación del Patrocinador	Producto del proyecto cumple criterios mínimos de calidad	El producto es inutilizable o el desempeño es inaceptable

Fuente: Autor

En la tabla 51 se puede observar el impacto del riesgo de oportunidades que se generan en el proyecto, estimados en nivel cualitativo en porcentajes de acuerdo con la descripción planteada.

Tabla 51.

Matriz de Impacto – Riesgo Oportunidades

Magnitud de Impacto	Estimados a nivel cualitativo	Descripción
1	$0 < I \leq 0,02$	Menor: ahorros o reducción de plazos muy pequeños. Impacto menor al 2% en el tiempo y/o costo del proyecto.
5	$0,02 < I \leq 0,04$	Bajo Moderado: Ahorros o reducción de plazos no significativos. Impacto entre el 2,1 y el 4% en el tiempo y/o costo del proyecto.
20	$0,04 < I \leq 0,10$	Moderado: Ahorros o reducción de plazos mesurado. Impacto entre el 4,1 y el 10% en el tiempo y/o costo del proyecto.
50	$0,10 < I \leq 0,30$	Mayor: Ahorros o reducción de plazos importante. Impacto entre el 11 y el 30% en el tiempo y/o costo del proyecto.
100	$I > 0,30$	Máximo: Ahorros o reducción de plazos significativos para el patrocinador. Impulsa el apoyo al proyecto.

Fuente: Autor

En la tabla 52, encontramos la matriz de probabilidad de impacto de amenazas con la que se evaluarán los riesgos generados para el proyecto

Tabla 52.

Matriz de probabilidad e impacto - Amenazas

		Amenazas				
Probabilidad	Muy Alta (5)	5	25	100	250	500
	Alta (4)	4	20	80	200	400
	Media (3)	3	15	60	150	300
	Baja (2)	2	10	40	100	200
	Muy Baja (1)	1	5	20	50	100
		Muy bajo (-1)	Bajo(-5)	Medio (-20)	Alto (-50)	Muy Alto (-100)
		Impacto				

Respuesta propuesta con Impacto Ponderado:

	Grado	Rango	Respuesta Propuesta
Amenazas	Severo	Mayor o igual a 300	Requiere acciones de prevención y plan de contingencia.
	Crítico	Entre 200 y 299	
	Medio	Entre 26 y 199	Requiere acciones de prevención
	Leve	Menor o igual a 25	Requiere monitoreo periódico por cambios, inicialmente no requiere acciones de prevención.

Fuente: Autor

En el desarrollo de esta matriz se determinó dos riesgos críticos y uno severo que realizarle el respecto plan de respuesta se pudo reducir su nivel de afectación al proyecto, a su vez se pudo determinar una reserva de contingencia de \$3.3390.000 y 68,25 día necesarios para garantizar que el proyecto se culmine, aun materializándose los riesgos expuestos en la matriz.

En el anexo H. Matriz Registro de Riesgos, se observa de manera detallada la aplicación de cada una de las matrices de impacto relacionadas en el plan, lo que permite determinar cual requiere o no , la implementación de plan de prevención o plan de contingencia si el riesgo se materializa .

17. Gestión de adquisiciones del proyecto

17.1. Plan de gestión de las adquisiciones

Objetivos y alcance del plan:

Objetivo: El presente plan define los procesos y lineamientos requeridos para llevar a cabo, dirigir y controlar las adquisiciones requeridas del proyecto.

Alcance: Define los procesos y requerimientos para realizar la gestión de adquisiciones del proyecto.

Contenido:

A continuación, encontramos los procesos a desarrollar en el plan de comunicaciones del proyecto

Planificar de las adquisiciones

Analizando la EDT determinar las etapas en las cuales se debe realizar adquisiciones de algún servicio o elemento para llevar a cabo el proyecto.

Crear un cronograma de adquisiciones, que permita conocer en qué proceso se encuentra dicho proceso para evitar retrasos en la programación.

Posteriormente, generar diversas cotizaciones por parte de varios proveedores para garantizar transparencia en el proceso de adquisición.

Gestionar de las adquisiciones

Posterior al estudio de las cotizaciones, analizar el mejor tipo de contrato de acuerdo a las necesidades de proyecto e iniciar el proceso de contratación para la adquisición de los materiales a utilizar en el proceso.

Seguimiento y control de las adquisiciones

Realizar un informe semanal donde se lleve el seguimiento y control del proceso de contratación y adquisición de los elementos requeridos.

Formatos

Los formatos definidos para la implementación del plan de adquisiciones para el proyecto son los siguientes:

Cronograma de adquisiciones

Cotizaciones

Informe de seguimiento

Aprobación plan de comunicaciones

Líder del Proyecto

Gerente del proyecto

17.2. Matriz de las adquisiciones

A continuación, se puede observar la matriz de adquisiciones para el proyecto, donde se puede realizar una verificación del cumplimiento de los procesos y la afectación a costos, tiempo y calidad.

Tabla 53.

Matriz de Adquisiciones

MATRIZ DE ADQUISICIONES							
Actividad	Fecha de inicio	Fecha de termino	Cumplimiento calidad	Cumplimiento Tiempo	Cumplimiento Costos	Responsable	Observaciones
Solicitud de Cotizaciones Cemento	mar 11/01/22	lun 24/01/22				Diego Vera	
Solicitud de Cotizaciones Agregados Gruesos	mar 11/01/22	lun 24/01/22				Diego Vera	
Solicitud de Cotizaciones Agregados Finos	mar 11/01/22	lun 24/01/22				Diego Vera	
Solicitud de Cotizaciones Agua	mar 11/01/22	lun 24/01/22				Diego Vera	
Verificación de cotizaciones	mar 25/01/22	mar 25/01/22				Diego Vera - Santiago Escobar	

Selección de Proveedor	mar 25/01/22	mar 25/01/22				Diego Vera - Santiago Escobar	
Realizar pedido de Cemento	mié 26/01/22	mié 26/01/22				Santiago Escobar	
Realizar pedido de Agregados Gruesos	mié 26/01/22	mié 26/01/22				Santiago Escobar	
Realizar pedido de Agregados Finos	mié 26/01/22	mié 26/01/22				Santiago Escobar	
Realizar pedido de Agua	mié 26/01/22	mié 26/01/22				Santiago Escobar	
Entrega de suministros	vir 28/01/22	mié 16/02/22				Laboratorista	

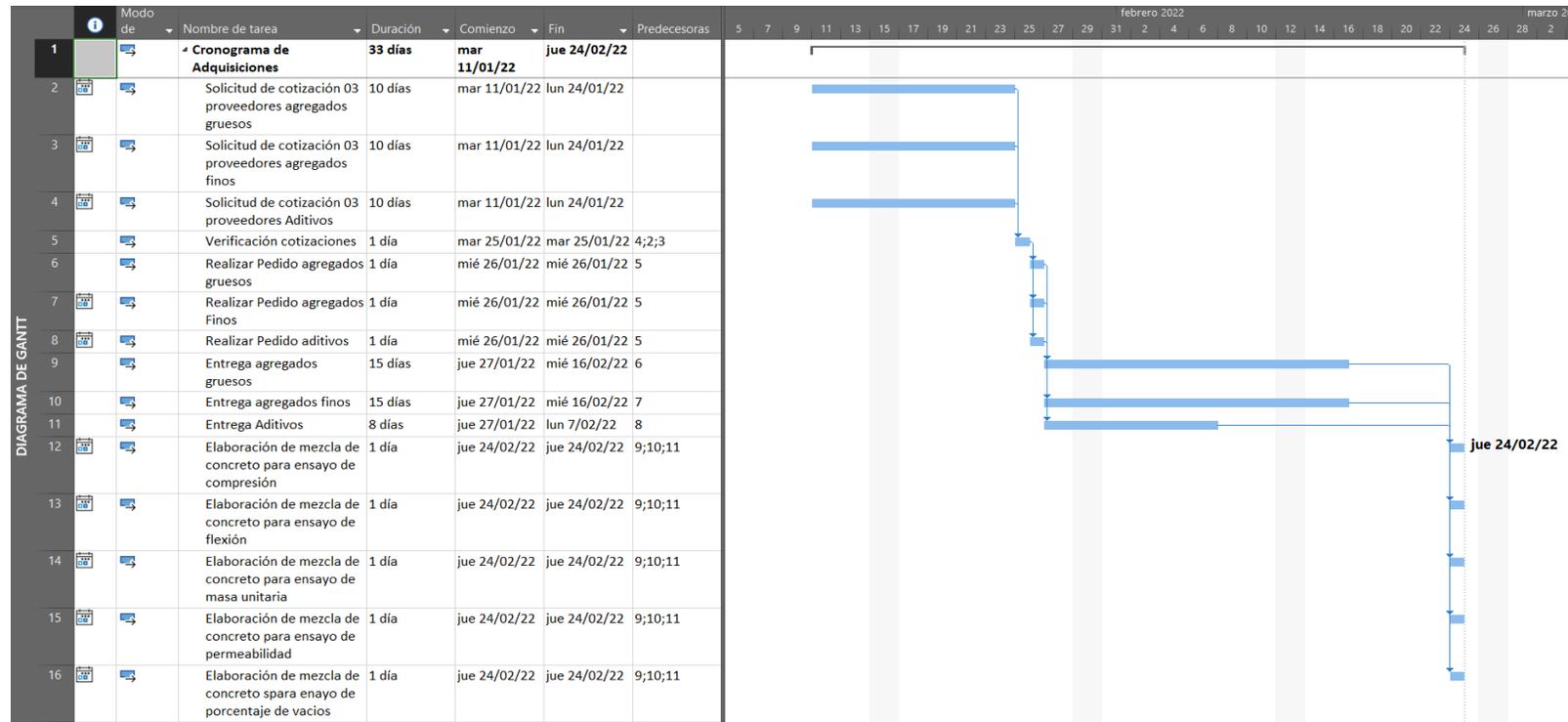
Fuente : Autor

17.3. Cronograma de compras

Para el proyecto evaluación de la resistencia mecánica del concreto hidráulico empleado en sistemas de construcción modulares industrializado se generó el siguiente cronograma de adquisiciones donde se relaciona el proceso para la obtención de los agregados gruesos, finos y aditivos utilizados en la mezcla de concreto que se evaluara posteriormente a través de los ensayos de laboratorio.

Figura 29.

Cronograma de adquisición

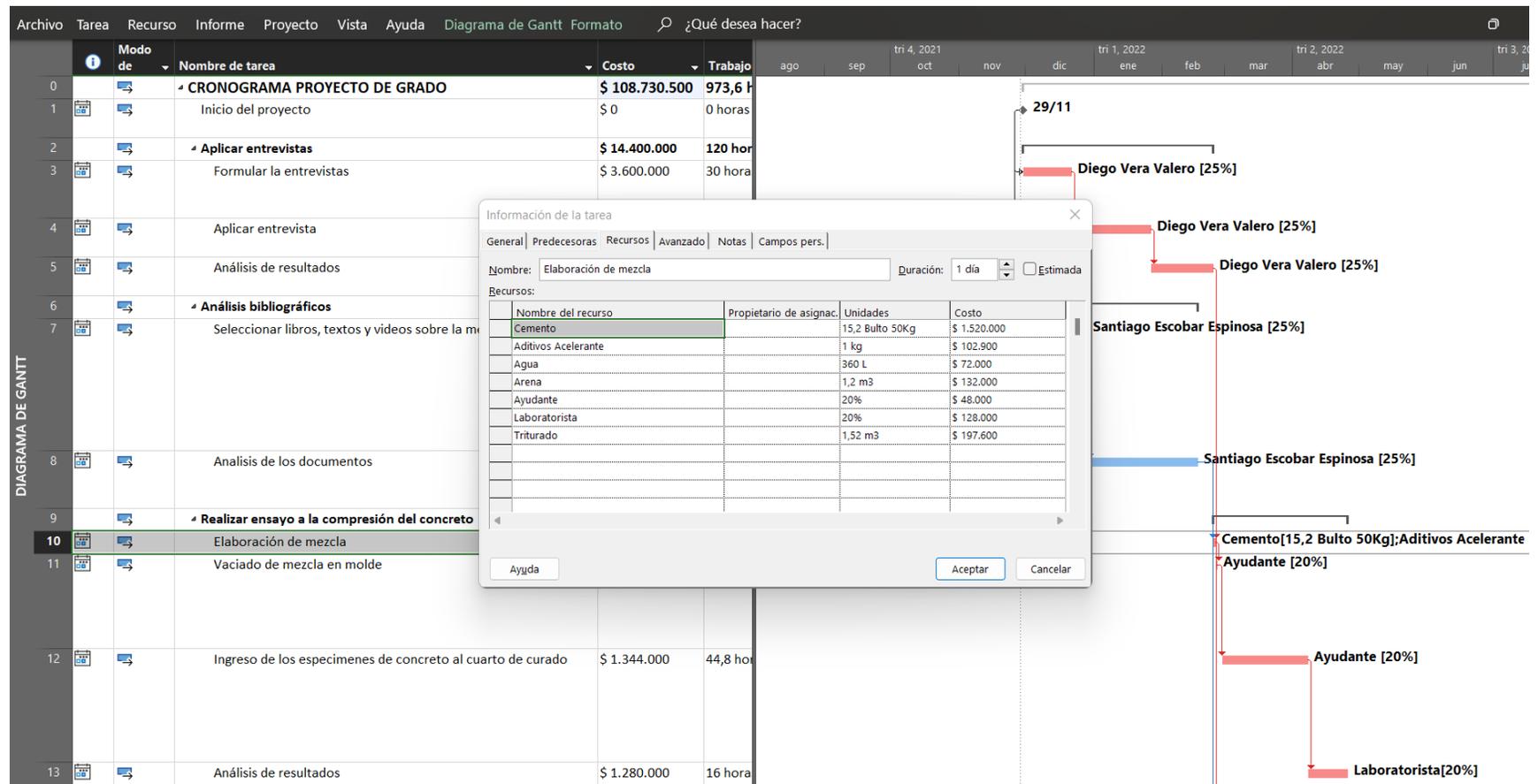


Fuente: Autor

En el cronograma general del proyecto, se relacionan los costos de cada uno de los ensayos respecto a los materiales, tal y como se observa en la figura 30.

Figura 30.

Recursos Elaboración de la mezcla.



Fuente: Autor

A continuación, en la tabla 54 se realiza un resumen del valor total de las adquisiciones para cada mezcla realizada y la evaluación de estas respecto al ensayo realizado en cada espécimen de concreto.

Tabla 54.

Resumen Costos Agregados

Tabla Resumen Agregados Mezcla de Concreto								
	Ensayo Compr esión	Ensayo Flexión	Ensayo masa Unitaria	Ensayo modulo elasticidad	Ensayo porcentaje de vacíos	Total de material	Precio Unitario	TOTAL
Cemento	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	76	\$ 100.000	\$ 7.600.000
Aditivos acelerantes	1	1	1	1	1	5	\$ 102.900	\$ 514.500
Agua	360	360	360	360	360	1800	\$ 200	\$ 360.000
Arena (Agregado fino)	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	6	\$ 110.000	\$ 660.000
Triturado (Agregado grueso)	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	7,6	\$ 130.000	\$ 988.000
Total								\$ 10.122.500

Fuente: Autor

18. Gestión del valor ganado

18.1. Indicadores de medición de desempeño

Para el seguimiento y control del proyecto se va a utilizar los siguientes indicadores representados en la tabla No. 55

Tabla 55.

Indicadores de medición de desempeño

INDICADOR	FORMULA	DEFINICIÓN	UMBRAL
CV Variación de Costo	EV-AC	negativo por encima del presupuesto, positivo por debajo del presupuesto	
spi: Índice desempeño del cronograma	EV7PV	se está progresando únicamente a un ___%de ritmo originalmente planificado. Mayor que un es bueno y menor que 1 es malo	1
Fallo de cilindros y viguetas de concreto	fallo de cilindros y viguetas de concreto por mes	fallo de cilindros y viguetas de concreto en un mes	> 28
Ensayo de módulo de elasticidad	Ensayo de módulo de elasticidad por semana	Ensayo de módulo de elasticidad en una semana	< 15

Para el seguimiento y control del proyecto se va a utilizar los siguientes indicadores

INDICADORES DEL PROYECTO			
SV: variación del cronograma	EV/PV	negativo es retraso respecto al cronograma, positivo es adelantado respecto al cronograma	- \$50.000.000
CV Variación de Costo	EV-AC	negativo por encima del presupuesto, positivo por debajo del presupuesto	- \$80.000.000
SPI: Índice desempeño	EV7AC	se está progresando únicamente a un ___%de ritmo originalmente planificado. Mayor que un es bueno y menor que 1 es malo	\$ 0,56

CPI: ÍNDICE DE DESEMPEÑO DE COSTO	por cada \$1 que se gastó, se está obtenido \$_____ del valor del trabajo. los fondos se están o no se están utilizando eficientemente, Mayor que 1 es bueno y menor que 1 es malo	
INDICADORES		
PV: Valor planificado	al día de hoy ¿cuál es valor estimado del trabajo que se tiene planeado hacer?	\$150.000.000
EV: Valor ganado	al día de hoy ¿Cuál es el valor estimado del trabajo que realmente se ha realizado?	\$100.000.000
AC: Costo real	al día de hoy ¿Cuál es el costo real en el que se ha incurrido para el trabajo realizado	\$180.000.000
BAC : Presupuesto hasta la conclusión (Línea Base)	de cuanto fue el presupuesto para el esfuerzo total del proyecto?	
EAC; estimación a la conclusión	¿actualmente, cuando e espera que cueste terminar el proyecto? (proyección)	\$180.000.000
ETC: estimación hasta la conclusión	a partir de este punto del proyecto cuanto más se espera que cueste terminar proyecto?	\$40.000.000
VAC: Variación a la conclusión	al día de hoy , ¿ cuánto por encima o por debajo del presupuesto se estará al finalizar el proyecto	\$80.000.000,00

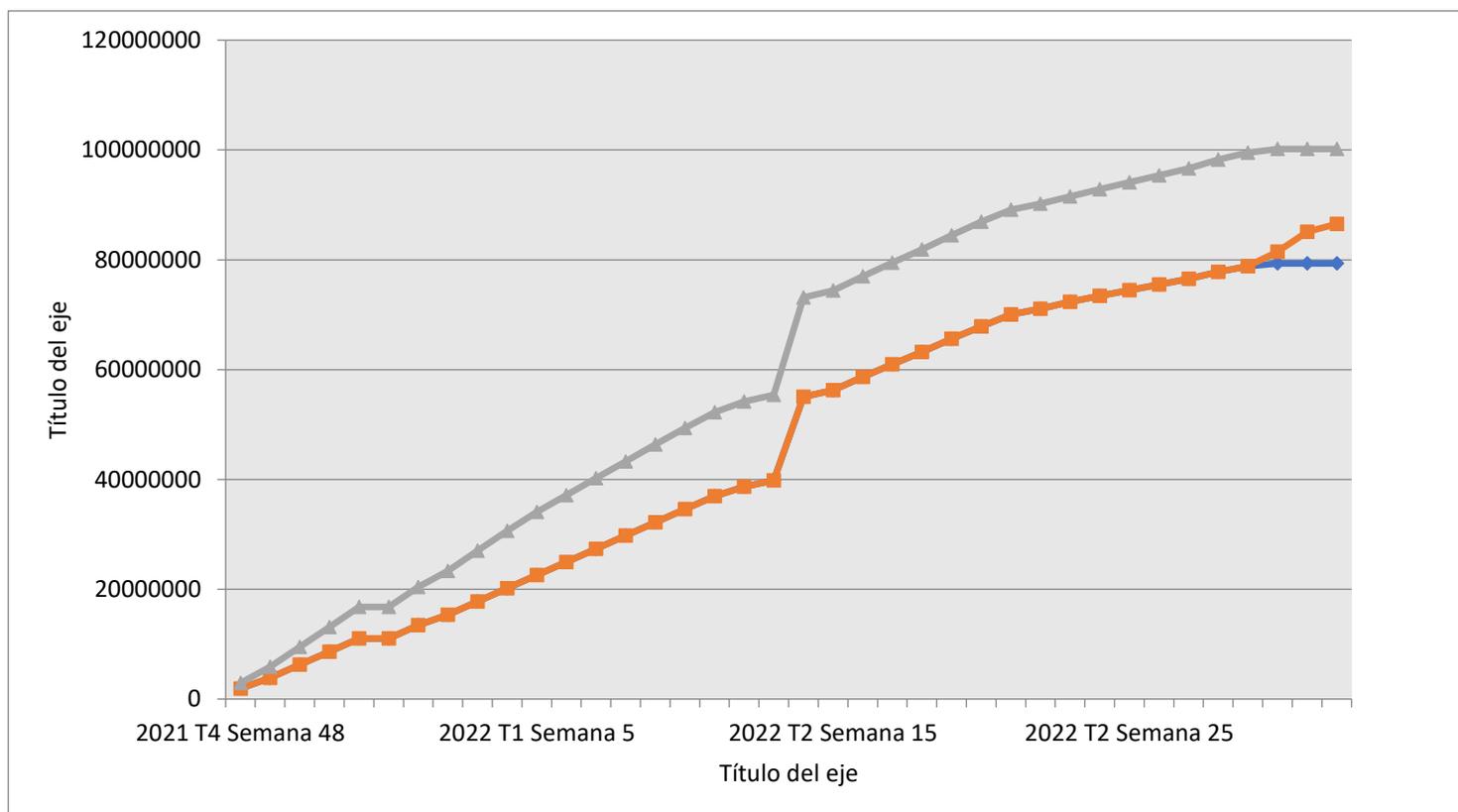
Fuente: Autor

18.2. Análisis de valor ganado y curva S

A continuación, se presenta de forma gráfica la situación del proyecto. Comparando la situación de la línea azul del Valor Ganado (EV), respecto a las otras dos variables, Coste Actual (AC) en gris y Valor Planificado (PV), en rojo, podemos comparar la evolución del proyecto.

Figura 31.

Análisis del valor ganado y Curva S



Fuente: Autor

El valor ganado es menor que el coste actual del proyecto. Podemos concluir que el proyecto tiene un sobrecosto.

El valor ganado, también es inferior al valor planificado, lo que nos indica que el trabajo se encuentra retrasado.

Resumen del análisis de variación e índices de desempeño del proyecto

Se realizó el cálculo de las variables y se calcularon los indicadores con sus respectivos resultados en interpretación de estos.

INDICADOR	FORMULA	RESULTADO	INTERPRETACIÓN
CV Variación de Coste	EV-AC	CV= 100.000.000-180.000.000 = \$- 80.000.000	El proyecto tiene un sobrecosto de: \$ 80.000.000

19. Informe de avance del proyecto

Nombre del Proyecto: Evaluación de la Resistencia Mecánica del Concreto Hidráulico Empleado en Sistemas de Construcción Modular Industrializado

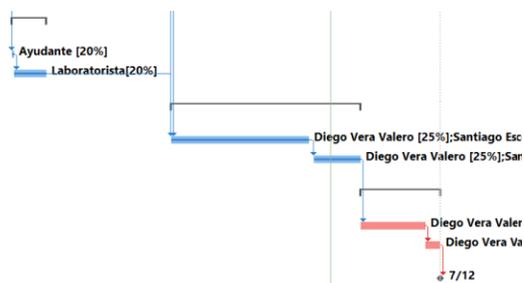
Objetivo del proyecto: Determinar el comportamiento del concreto hidráulico utilizado en el sistema constructivo modular industrializado de resistencias entre 210 Kg/cm² (3000 PSI) y 280 Kg/cm² (4000 PSI)

Estado del Proyecto:

Verde: El proyecto actualmente se encuentra en sus últimas etapas de desarrollo, donde se están analizando los datos de los ensayos realizados para redactar el informe final y seleccionar la mezcla de concreto que cumpla con las expectativas exigidas por parte de los directivos de la empresa.

Cronograma Actual

✓	➤	Realizar informe ensayo de porcentaje de vacíos	\$ 1.328.000	17,6 horas	11 días
✓	➤	Llenado de formularios	\$ 48.000	1,6 horas	1 día
✓	➤	Interpretación de resultados	\$ 1.280.000	16 horas	10 días
✓	➤	Realizar informe final del diseño de mezcla	\$ 39.600.000	330 horas	60 días
✓	➤	Ajuste de Mezcla	\$ 32.400.000	270 horas	45 días
✓	➤	Realizar informe de conclusiones	\$ 7.200.000	60 horas	15 días
	➤	Entregar y presentar informe final	\$ 12.000.000	100 horas	25 días
	➤	Redacción informe final	\$ 9.600.000	80 horas	20 días
	➤	Presentación del informe final	\$ 2.400.000	20 horas	5 días
	➤	Final del Proyecto	\$ 0	0 horas	0 días



Próximas actividades

Se deberá recopilar toda la información obtenida y redactar el informe final del proyecto

Realizar presentación final con las conclusiones de los ensayos y presentarlo a los directivos de CONCREMACK.

Registro Fotográfico

Etapa de realización y almacenamiento de los especímenes de concreto.

Elaboración de ensayos de laboratorio.



Almacenamiento de los especímenes de concreto



Certificados Agregados Gruesos y Finos

	CONSECUTIVO: CAR-027-W1135-22	
	PAGINAS: 1 DE 32	
CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO FINO Y GRUESO PARA CONCRETO SEGÚN ART 630-13- SECCIÓN 600-11 IDU- SECCIÓN 800-18 IDU		
<small>Este documento es propiedad de NHSQ INGENIERIA y no debe ser modificado, copiado o difundido por ningún medio ni persona alguna no autorizada sin el permiso o aprobación del propietario. El solicitante o usuario será responsable por cualquier uso indebido. Este documento no es válido sin la firma original.</small>		
DEPARTAMENTO: CUNDINAMARCA	MUNICIPIO: BOGOTÁ	FECHA DE ENTREGA: 22 AGOSTO 2022
ELABORADO Y APROBADO:		
	VERSIÓN	FECHA
DESCRIPCIÓN		
PROYECTO: CONTROL Y VERIFICACIÓN DE AGREGADO FINO PARA LA PLANTA PUENTE ARANDA BOGOTÁ		
SOLICITANTE: CONCREMACK SAS NIT: 900558342-0		

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE	
	RESULTADOS DE LABORATORIO PARA AGREGADO FINO Y GRUESO CONTROL Y VERIFICACIÓN DE AGREGADO FINO PARA LA PLANTA PUENTE ARANDA BOGOTÁ	
FECHA DE ENTREGA: 22 AGO 2022	CÓDIGO: C-013	CONSECUTIVO: CAR-027-W1135-22
<small>ESTE DOCUMENTO SE VALE CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERIA S.A.S</small>		

Villavicencio, 22 de Agosto de 2022

Señores:
CONCREMACK SAS
NIT: 900558342-0
Ciudad.

Ref. CONTROL Y VERIFICACIÓN DE AGREGADO FINO PARA LA PLANTA PUENTE ARANDA BOGOTÁ
Tema: Resultados de ensayos agregado Fino y Grueso.

Caridial saludo;

A continuación, damos a conocer los resultados de los ensayos efectuados a los agregados fino proveniente de la planta agregados Suarez cuya fuente de explotación es el río Magdalena y al agregado grueso proveniente de la planta Agregados Holcim cuya fuente de explotación es el sector Mandanahá Mosquera Cundinamarca que fue recolectado y transportado a nuestras instalaciones.

En las siguientes tablas se indican los resultados y requisitos que debe cumplir el material para su aceptación, teniendo en cuenta las especificaciones del artículo 330-13 del Instituto Nacional de Vías- INVIAS-13, sección 600-11 y sección 800-18 del Instituto de desarrollo urbano IDU.

NORMA	ENSAYO	REQUISITO ART 630-13 NTS	REQUISITO IDU 800-18 18	REQUISITO IDU 400-11 16-18	RESULTADOS	
INV-E-123-13	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SIELO PORTAMAZADO	—	—	—	Ver Grafico	
INV-E-220-13	SANIDAD DE LOS AGREGADOS FRENTE A LA ACCIÓN DE LAS SOLUCIONES DE SULFATO DE SODIO O DE MAGNESIO	SULFATO DE SODIO $\leq 10\%$	$\leq 10\%$	—	0.64%	
INV-E-125-13	DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SIELOS	SULFATO DE MAGNESIO $\leq 15\%$	$\leq 15\%$	—	1.12%	
INV-E-126-13	DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE LOS SIELOS	—	—	—	N.A.	
INV-E-211-13	DETERMINACIÓN DE TERNONES DE ARCILLA Y PARTICULAS DELEGNABLES EN LOS AGREGADOS	—	$\leq 1\%$	$\leq 1\%$	0.30%	
INV-E-221-13	CANTIDAD DE PARTICULAS LIVIANAS EN LOS AGREGADOS FÉRRICOS	—	$< 0.03\%$	$< 0.03\%$	$< 0.03\%$	0.20%
INV-E-130-13	EQUIVALENTE DE ARENA	—	$\geq 80\%$	$\geq 90\%$	80%	
INV-E-223-13	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS.	—	$< 4\%$	$< 4\%$	$< 4\%$	1.30%
INV-E-212-13	COLOR MÁS OSCURO PERMISIBLE	—	igual o menor (puntos)	igual o menor (puntos)	1.0	
INV-E-214-13	DETERMINACIÓN DE LA CANTIDAD DE MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ DE 75 µm (No. 200)	—	$< 2\%$	$< 5\%$	$< 2\%$	1.49%
INV-E-209-13	VALOR DE AZUL DE METILENO	—	< 5	< 5	< 5	0.70
INV-E-208-13	CONTENIDO DE SULFATOS COMO SO ₄	—	$\leq 1.2\%$	$\leq 1.2\%$	0.94%	

*El material fue identificado, recolectado y transportado a nuestras instalaciones por ustedes.

Este documento es válido con firmas y sellos en original
Carrera 34 N° 21-34 Barrio San Benito, Villavicencio – Meta.
3115021033-3112191819-4733005
laboratorio@nhsqingenieria.com- www.nhsqingenieria.com

Líder del Proyecto

	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS HACEMOS LO CORRECTO, CORRECTAMENTE	
	RESULTADOS DE LABORATORIO PARA AGREGADO FINO Y GRUESO CONTROL Y VERIFICACIÓN DE AGREGADO FINO PARA LA PLANTA PUENTE ARANDA BOGOTÁ	
FECHA DE ENTREGA: 22 AGO 2022	CÓDIGO: C-013	CONSECUTIVO: CAR-027-W1135-22
<small>ESTE DOCUMENTO SE VALE CON LA FIRMA Y SELLO EN ORIGINA DE NHSQ INGENIERIA S.A.S</small>		

Tabla 3. Resultados ensayos de laboratorio para agregado grueso Fmax N 25.0 mm

NORMA	ENSAYO	REQUISITO ART 630-13 NTS	REQUISITO IDU 800-18 18	REQUISITO IDU 400-11 16-18	RESULTADOS
INV-E-123-13	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SIELO POR SANGRADO	—	—	—	Ver Grafico
INV-E-240-13	PARTÍCULAS PLANAS Y ALARGADAS RELACIÓN S1	—	$< 10\%$	—	2.0%
INV-E-221-13	CANTIDAD DE PARTICULAS LIVIANAS EN LOS AGREGADOS FÉRRICOS	—	$< 1\%$	$< 1\%$	0.19%
INV-E-211-13	DETERMINACIÓN DE TERNONES DE ARCILLA Y PARTICULAS DELEGNABLES EN LOS AGREGADOS	—	$\leq 0.03\%$	$\leq 0.03\%$	0.17%
INV-E-208-13	DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL AGREGADO GANADO AL DESGASTE POR ABRASIÓN UTILIZANDO EL APARATO MOHR CIRCULAR	—	< 25	< 25	22.0%
INV-E-223-13	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS	P.E.A A85	—	—	3.382
INV-E-220-13	ÍNDICE DE AFLAJAMIENTO	—	$< 25\%$	$< 20\%$	8%
INV-E-227-13	CARAS FRACTURADAS	UNA CARA DOS CARAS	$> 90\%$ $> 75\%$	$> 85\%$ $> 70\%$	77.4%
INV-E-225-13	CONTENIDO DE SULFATOS COMO SO ₄	—	$\leq 1.0\%$	$\leq 1.0\%$	0.78%
INV-E-204-13	EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA POR EL MÉTODO DEL VALOR DE FINO	—	VALOR EN BICO MIN: 75 N/CM ²	VALOR EN BICO MIN: 75 N/CM ²	94%
INV-E-204-13	SANIDAD DE LOS AGREGADOS FRENTE A LA ACCIÓN DE LAS SOLUCIONES DE SULFATO DE SODIO O DE MAGNESIO	—	VALOR EN BICO MIN: 75 N/CM ²	VALOR EN BICO MIN: 75 N/CM ²	103%
INV-E-220-13	RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑO MENORES DE 37.5 mm (1.5") POR MEDIO DE LA MÁQUINA DE LOS ANGELES	—	SULFATO DE SODIO $\leq 12\%$	SULFATO DE SODIO $\leq 10\%$	3.48%
INV-E-218-13	RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑO MENORES DE 37.5 mm (1.5") POR MEDIO DE LA MÁQUINA DE LOS ANGELES	—	SULFATO DE MAGNESIO $< 10\%$	SULFATO DE MAGNESIO $\leq 10\%$	4.44%
INV-E-218-13	RESISTENCIA A LA DEGRADACIÓN DE LOS AGREGADOS DE TAMAÑO MENORES DE 37.5 mm (1.5") POR MEDIO DE LA MÁQUINA DE LOS ANGELES	—	EN BICO: 500 REV $\geq 8\%$	EN BICO: 500 REV $\geq 30\%$	28.4%

*El material fue identificado, recolectado y transportado a nuestras instalaciones por ustedes.

El presente informe consta de treinta y dos (32) páginas y no debe reproducirse sin la aprobación por escrito del laboratorio, los resultados contenidos en él se relacionan únicamente a la muestra ensayada.

Espero que todas las labores realizadas sean de su entera satisfacción, cualquier inquietud no dude en comunicarse con nosotros.

Recuerde que usted es lo más importante para nuestra empresa.

Ing. NESTOR HERNÁN SUÁREZ QUIÑONES
Especialista en Geotecnia Vial y Pavimentos
Especialista en Patología de la construcción
Gerente NHSQ INGENIERIA S.A.S

Este documento es válido con firmas y sellos en original
Carrera 34 N° 21-34 Barrio San Benito, Villavicencio – Meta.
3115021033-3112191819-4733005
laboratorio@nhsqingenieria.com- www.nhsqingenieria.com

Gerente del Proyecto

Conclusiones

Los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio para los materiales que conforman el concreto modular industrializado, como son: el cemento, la escoria, el agregado grueso, el agua y el aditivo, están entre los rangos de aceptación de las normas técnicas colombianas, cumpliendo los estándares de calidad, aplicables en la Sabana de Bogotá, en el Anexo G caracterización de los agregados finos y gruesos para concretos según el artículo 630 – 13 – sección 600 – 11 IDU – Sección 800 – 18 IDU, donde se evidencia el cumplimiento de las actividades del organismo nacional de acreditación de Colombia

Se observó el comportamiento estructural concreto a través de cinco variables, a saber: resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, masa unitaria, módulo de elasticidad, porcentaje de vacíos a partir de las pruebas de laboratorio sobre los materiales previamente seleccionados y se aplicó una metodología de diseño de mezcla del tal como se observó en la tablas xxxx y xxxx que corresponde a concreto.

Se verificaron los resultados obtenidos en los diseños del concreto que corresponden a los estándares de calidad recomendados por el INSTITUTO AMERICANO DEL CONCRETO (A.C.I). Registrados en las tablas xxxx y xxxx; para complementar la información, en las tablas se presenta a continuación los porcentajes de materiales utilizados en los diseños.

DISEÑO DE CONCRETO MODULAR INDUSTRIALIZADO 1

Cemento	xxx
Agregado Grueso	xxx
Agregado Fino	xxx

Escoria	xxx
Agua	xxx
Aire	xxx

DISEÑO DEL CONCRETO MODULAR INDUSTRIALIZADO 2

Cemento	xxx
Agregado Grueso	xxx
Escoria	xxx
Agua	Xxx
Aire	xxx

Se realizaron las pruebas de mezclas para seleccionar el diseño óptimo y encontrar una resistencia a la compresión de xxx Kg. /cm² (xxx psi), a la flexión de xxx Kg. /cm², en el diseño

En el diseño de concreto 2 obtuvimos resistencias a la compresión de xxx Kg. /cm² (xxx psi) a la flexión xxx Kg. /cm² (xxx psi), valores esperados para este diseño.

A continuación, observamos los resultados obtenidos en el proyecto realizado.

DISEÑO DE CONCRETO MODULAR INDUSTRIALIZADO 1

Compresión
Flexión
Módulo de elasticidad

Masa unitaria

Porcentaje de vacíos

DISEÑO DEL CONCRETO MODULAR INDUSTRIALIZADO 2

Compresión

flexión

Módulo de elasticidad

Masa unitaria

Porcentaje de vacíos

En la manejabilidad del material, se observó que se debe reducir una cantidad de agua en el diseño, ya que, al adicionarle el volumen de agua de diseño, el material queda muy pastoso y hace que la resistencia disminuya y el material cementante, quede en el fondo.

Se tuvo en cuenta las recomendaciones de adicionar entre el xxx y xxx de arena para que la trabajabilidad del material y respondiera adecuadamente en la mezcla, la cantidad de arena adicionada fuera del xxx

Teniendo en cuenta la relación agua/cemento, la especificación recomienda trabajar entre 0.27 y 0.50, es decir que deben ser bajas para obtener un material seco y poco segregable, y para ello tomamos el valor de xxxx que es el punto intermedio y recomendado, para una mayor resistencia a la compresión.

Para evaluar el módulo de elasticidad se empleó la Norma Técnica Colombiana NTC 2018, Método para Determinar el módulo de elasticidad, obteniendo valores de xxxx m/s y xxxx m/s, es decir un material moderadamente el módulo de elasticidad.

Bibliografía

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard Specification for Concrete

Aggregates. Philadelphia. 1997, 7p. 2 il. (ASTM C 33).

ASTM C 31, Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field.

ASTM C 42, Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete.

ASTM C 192, Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory.

ASTM C 167, Practice for Capping Cylindrical Concrete Specimens.

ASTM C642:1990, Test Method for Specific Gravity, Absorption and Voids in Hardened Concrete.

Norma técnica colombiana NTC. 174. Especificaciones de los agregados para concreto. 21 de junio de 2000.

Norma técnica colombiana NTC 673. Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndrico de concreto. 17 de febrero de 2010.

Norma técnica colombiana NTC 2871. Ensayo para determinar la resistencia del concreto a la flexión utilizando una viga simple con carga en los tercios medios. 16 de diciembre de 2004

Norma técnica colombiana NTC 4483. Método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad del concreto al agua. 26 de septiembre de 1998

Norma técnica colombiana NTC 92. Ensayo para determinar la masa unitaria y los vacíos entre partículas de agregado

Norma técnica colombiana NTC 722. Ingeniería Civil y Arquitectura. Método para la determinación de la resistencia a la tensión indirecta de especímenes cilíndricos de concreto (ASTM C496). 1996

Norma técnica colombiana NTC 1377. Ingeniería Civil y Arquitectura. Elaboración y curado de especímenes de concreto para ensayos de laboratorio. (ASTM C192). 1994

Norma técnica colombiana NTC 3658. Ingeniería Civil y Arquitectura. Método para la obtención y ensayo de núcleos extraídos y vigas de concreto aserradas (ASTM C42). 1994

Referencias

ARGOS.(2020). *Diseño de mezclas de concreto: conceptos básicos.*

<https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/disenio-mezclas-de-concreto-conceptos-basicos>

Banco de Bogotá (2022). *Tasas Banco de Bogotá Vigentes desde mayo 2022.*

<https://www.bancodebogota.com/wps/themes/html/banco-de-bogota/pdf/productos-parati/tasas/2022/tasas-mayo-2022.pdf>

Bancolombia (2022). *Tasas de inversión Virtual Bancolombia vigentes el 15 de mayo 2022.*

https://www.bancolombia.com/personas/productos-servicios/inversiones/inversion-virtual?gclid=Cj0KCQjwvqeUBhCBARIsAODt45a6fMROqkX1rXliLXQae9oD58PrASgotFd1hB4JXR1I9T9IV9SOjkaAnnzEALw_wcB

Banco Popular (2022). *Tasas de captación y colocación mayo de 2022.*

<https://www.bancopopular.com.co/wps/portal/bancopopular/inicio/informacion-interes/tasas#table-rates-cdt>

Banco AVVillas (2022). *Tasa de interés.* [https://www.avvillas.com.co/abrir-cdt-](https://www.avvillas.com.co/abrir-cdt-avvillas/?gclid=Cj0KCQjwvqeUBhCBARIsAODt45b00CO4ixcjUNIA_CZ-HnUILaO1UTWm3hkfw3b3IsVJyNU1dOaxLrQaAtLgEALw_wcB)

[avvillas/?gclid=Cj0KCQjwvqeUBhCBARIsAODt45b00CO4ixcjUNIA_CZ-HnUILaO1UTWm3hkfw3b3IsVJyNU1dOaxLrQaAtLgEALw_wcB](https://www.avvillas.com.co/abrir-cdt-avvillas/?gclid=Cj0KCQjwvqeUBhCBARIsAODt45b00CO4ixcjUNIA_CZ-HnUILaO1UTWm3hkfw3b3IsVJyNU1dOaxLrQaAtLgEALw_wcB)

Banco Agrario (2022). *Tasas de interés para créditos con redescuento en IBR FINAGRO.*

<https://www.bancoagrario.gov.co/Documents/TasasTarifas/Credito.pdf>

CONCREMACK (2021). *ADN CONCREMACK.* <https://www.concremack.com/construccion-sostenible/>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística-DANE. (2020). *Encuesta de Calidad de Vida.*

<https://www.infobae.com/america/colombia/2021/09/08/menos-colombianos-con-vivienda->

propia-y-mayor-percepcion-de-pobreza-asi-fue-la-calidad-de-vida-en-el-pais-en-2020-segun-el-dane/

Departamento Administrativo Nacional de Estadística-DANE. (2022). *Índice de precios de la Vivienda Nueva (IPVN)*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/precios-y-costos/indice-de-precios-de-la-vivienda-nueva-ipvn>.

Modular Buiding Institute. (2022). *Modular construction*. <https://www.modular.org/what-is-modular-construction/>

Anexos

Anexo A. Matriz análisis y categorización del Riesgo

Anexo B. Impactos Ambientales Clico de Vida

Anexo C. Huella de carbón

Anexo D. Matriz P-5

Anexo E. Estrategias de sostenibilidad

Anexo F. Indicadores de desempeño de sostenibilidad del proyecto

Anexo G. Caracterización de agregados finos y gruesos para concretos

Anexo H. Matriz Registro de Riesgos