

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE CIVIL**

**DISERTACION PREVIA A LA OBTENCION DEL TÍTULO DE**  
**INGENIERO CIVIL**

**“PROCESO DE PLANEACIÓN DE LA INTERVENCIÓN**  
**TÉCNICA EN CONSTRUCCIONES AFECTADAS POR ACTOS**  
**VANDÁLICOS. CASO: INCENDIO DE EDIFICIO MATRIZ DE**  
**LA CONTRALORÍA GENERAL DEL ESTADO (EDIFICIO DE**  
**OFICINAS Y PARQUEADEROS), QUITO ECUADOR”**

**SARAH BELEN ALOMOTO TAMAYO**

**DIRECTOR: XAVIER CASTELLANOS**

**QUITO, 2022**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO.....	2
INDICE DE TABLAS .....	6
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	7
DEDICATORIA .....	I
AGRADECIMIENTOS .....	II
1 CAPITULO I .....	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Alcance.....	7
1.4 Planteamiento del problema. ....	7
1.5 Objetivos.....	9
1.5.1 Objetivo general.....	9
1.5.2 Objetivos específicos. ....	9
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....	11
2 SINIESTROS Y SU INFLUENCIA EN EDIFICIOS .....	11
2.1 ANTECEDENTES .....	12
2.1.1 INCENDIOS .....	15
2.1.2 EXPLOSIONES.....	18

2.1.3	VANDALISMO.....	19
2.2	PLANIFICACION DE CONSTRUCCIONES .....	20
2.2.2.	METODOLOGÍA DE PLANIFICACIÓN .....	21
2.3.	PLANIFICACIÓN: RECONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES .....	24
3	CAPÍTULO III: CASO DE APLICACIÓN: EDIFICIO DE LA CONTRALORÍA GENERAL DEL ESTADO.....	26
3.1	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	26
3.1.1	UBICACIÓN.....	26
3.2	ACTOS VANDALICOS (12 octubre 2019). .....	29
3.2.1	HISTORIA DEL INCENDIO .....	29
3.2.2	CRONOLOGÍA DE LOS HECHOS. ....	30
3.2.3	REGISTRO FOTOGRÁFICO. ....	33
3.3	Consecuencias .....	57
4	CAPITULO IV: INTERVENCIÓN TÉCNICA .....	60
4.1	PROTOCOLO DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS AFECTADAS POR UN INCENDIO .....	61
4.2	EVALUACIÓN DE DAÑOS.....	61
4.3	INVENTARIO DE DAÑOS .....	63
4.3.1	IDENTIFICAR ÁREAS CON MAYORES DAÑOS.....	69
4.3.2	PLANOS RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE DAÑOS INICIAL.....	69

4.4	DIAGNOSTICO.....	71
	PROTOCOLO DE EVALUACIÓN TÉCNICA DEL REFORZAMIENTO	
	ESTRUCTURAL.....	72
	4.4.1 .....	72
	4.4.2 RESUMEN DE EVALUACIÓN TÉCNICA REHABILITACIÓN	
	SISTEMA CONTRA INCENDIOS .....	82
5	CAPÍTULO V: PLANIFICACIÓN .....	85
5.1	INFORMACIÓN PREVIA AL DESARROLLO DEL CRONOGRAMA Y	
	PRESUPUESTO.....	89
5.1.1	LÍNEA BASE DEL PROYECTO.....	89
5.1.2	LÍNEA BASE A: ESPECIFICACIONES PROPUESTAS POR LA	
	CGE. 90	
5.1.3	LÍNEA BASE B: ESPECIFICACIONES PROPUESTAS POR LA	
	CCE. 92	
5.1.4	EDT DEL PROYECTO .....	95
5.1.5	LÍNEA BASE, REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL (EST.) .....	97
5.1.6	EDT DEL REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL (ESTRUCTURA DE	
	DESCOMPOSICIÓN DE TRABAJO).....	99
5.1.7	LÍNEA BASE, SISTEMA CONTRA-INCENDIOS (SCI.) .....	103
5.1.8	EDT SISTEMA CONTRA-INCENDIOS (ESTRUCTURA DE	
	DESCOMPOSICIÓN DE TRABAJO).....	106

5.1.9	LISTA DE ACTIVIDADES SISTEMA CONTRA-INCENDIOS....	106
5.2	CRONOGRAMA .....	110
5.2.1	SECUENCIAR ACTIVIDADES.....	110
5.2.2	Estimar el tiempo necesario para las actividades.....	118
5.2.3	DISEÑAR UN DIAGRAMA.....	0
5.3	PRESUPUESTO.....	0
5.3.1	PRESUPUESTO REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL.....	2
5.3.2	PRESUPUESTO SISTEMA CONTRA INCENDIOS .....	7
	CRONOGRAMA VALORADO .....	8
5.4	.....	8
5.4.1	CRONOGRAMA VALORADO Y CURVA DE INVERSIÒN, REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL.....	0
5.4.2	RESUMEN DE CRONOGRAMA VALORADO DEL REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL.....	5
6	CONCLUSIONES.....	0
7	Bibliografía.....	2

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ejemplos de siniestros.....	12
Tabla 2: Cronología de Incendios .....	17
Tabla 3: Vandalismo .....	19
Tabla 4: Temperatura-Color.....	74
Tabla 5: Magnitud de fisuras.....	75
Tabla 6: Resultados de las pruebas bloque D.....	77
Tabla 7: Resultados de las pruebas bloque D.....	79
Tabla 8: Resultados de las pruebas bloque D.....	80
Tabla 9: línea Base A, planteada por la CGE.....	92
Tabla 10: línea Base B, planteada por la CEE .....	94
Tabla 11: EDT de Rehabilitación del bloque D .....	96
Tabla 12: Línea base EST .....	98
Tabla 13: Hitos del proyecto .....	100
Tabla 14: Actividades del reforzamiento Estructural.....	101
Tabla 15: desglose de actividades .....	103
Tabla 16: Línea base SCI .....	105
Tabla 17: Hitos del proyecto SCI.....	107
Tabla 18: Actividades del Sistema Contra incendios.....	109
Tabla 19: Secuencia de actividades EST .....	116

Tabla 20: Secuencia de actividades SCI .....	117
Tabla 21: Duración estimado de actividades EST .....	121
Tabla 22: Duración estimado de actividades SCI .....	122
Tabla 23: Diagrama de Gantt .....	4
Tabla 24: Presupuesto referencia .....	5
Tabla 25: lista de actividades .....	6
Tabla 26: Presupuesto referencial sistema contra incendios.....	7

## **ÍNDICE DE ILUSTRACIONES**

Ilustración 1: Banda Aceh.....	3
Ilustración 2: Incendio Notre Dame .....	4
Ilustración 3: Torres Gemelas .....	4
Ilustración 4;Terremoto 16 de abril del 2021 .....	5
Ilustración 5.Contraloría General del Estado .....	6
Ilustración 6: Riesgo .....	14
Ilustración 7: Complejo Contraloría General del Estado .....	27
Ilustración 8: Foto fachada Oeste, Edificio de Parquaderos y Oficinas CGE.....	28
Ilustración 9: Paro de transportistas 3 de octubre de 2019.....	30
Ilustración 10: Edificio de la Contraloría después del incendio .....	32
Ilustración 11: Cronología Atentados 2019 .....	33
Ilustración 12: Protocolo de evaluación.....	61

Ilustración 13: Piso 4, zona altamente afectada por el incendio .....	65
Ilustración 14: Piso 5, zona afectada por el incendio.....	65
Ilustración 15: Piso 5, cajetines afectada por el incendio .....	66
Ilustración 16:Piso 5 lado norte, zona afectada por el incendio.....	67
Ilustración 17: Piso 4 zona afectada por el incendio.....	67
Ilustración 18: Piso 4 oficinas afectadas por el incendio .....	68
Ilustración 19: Piso 4 vidrios de oficina que cedieron ante el calor.....	68
Ilustración 20: evaluación inicial de daños vista frontal .....	69
Ilustración 21: evaluación inicial de daños vista lateral.....	70
Ilustración 22: evaluación inicial de daños vista lateral.....	70
Ilustración 23: evaluación inicial de daños vista posterior .....	71
Ilustración 24: Extraccion de nucleos .....	77
Ilustración 25: Extraccion de nucleos .....	79
Ilustración 26: fases del proyecto según PMI (2013).....	85
Ilustración 27: Incendio Notre Dame 2019.....	87
Ilustración 28: Actividades para el desarrollo de presupuesto y cronograma.....	88
Ilustración 29: Complejo de la CGE .....	89
Ilustración 30: Composición del proyecto .....	90
Ilustración 31: EDT cuerpo de ingeniero del Ejercito .....	95
Ilustración 32: EDT Reforzamiento Estructural .....	99
Ilustración 33: EDT Sistema Contra-incendios.....	106
Ilustración 34: Resumen de secuencia de actividades reforzamiento estructural ....	111
Ilustración 35: Resumen de secuencia de actividades sistema Contra-Incendios....	111
Ilustración 36: Tipos de secuencia de actividades .....	113

Ilustración 37: Análisis de pecios unitarios .....	1
--	---

## **DEDICATORIA**

## **AGRADECIMIENTOS**

# 1 CAPITULO I

## 1.1 Introducción.

La falta de planeación de proyectos, es una de las principales causas de fracaso en los negocios entre constructores y emprendedores en general. La falta de planeación presenta diferentes problemas entre ellos están:

- Descontrol de horarios.
- Dificultad en el control de resultados.
- Desperdicio de recursos.
- Dificultad para asignar tareas.

Todo proyecto, sin importar su área de aplicación, magnitud o tipología, consiste en una serie de pasos que se llevan a cabo para el cumplimiento de objetivos. Cada proyecto posee características únicas, delimitando su desarrollo principalmente por el presupuesto y el tiempo.

En obras civiles ya sea en consultoría o construcción, los conceptos de planeación no cambian, en ambos casos se tiene objetivos definidos, presupuestos y tiempos de entrega establecidos. lo que lleva a la planificación del proyecto, identificando actividades principales, usando la metodología que más se ajuste a las necesidades del proyecto.

Como se puede deducir la metodología de trabajo, es un factor importante en la planeación de un proyecto, esta se la desarrolla en función a aspectos técnicos, estudios, memorias técnicas, planos y experiencia.

Si tomamos como ejemplo la construcción de la cimentación de una casa (práctica cotidiana en proyectos), se realizan los estudios, identificado el tipo de suelo, sabemos qué tipo de cimentación es aplicable, se realiza la excavación, se construye la armadura de acero, se encofra, se funde, es la serie de pasos a seguir de manera general, de este tipo hay muchos ejemplos en los que sabemos el proceso a seguir y está claramente establecido, con pequeñas variaciones.

Un incendio es un evento fortuito, en la actualidad las normas de diseño de los sistemas de control de incendios son más estrictos, por lo cual estos son contenidos de manera eficaz antes de que las brasas lleguen a afectar la estructura.

Si las brasas continúan, el incendio puede propagarse y afectar a diferentes sistemas dentro de la edificación. Para un evento como este no existe una metodología por lo tanto carece de una planificación base establecida. En función a la experiencia del Caso de Aplicación presentada, se presentará una Planeación base para la rehabilitación de edificaciones que han sido afectadas por incendios.

## **1.2 Justificación.**

Las obras civiles (edificios, puentes, hidroeléctricas, etc) se diseñan para soportar diferentes solicitaciones, teniendo como factor primordial la seguridad de los ocupantes. Se las puede dividir a las solicitaciones en dos tipos: normales y accidentales.

- Solicitaciones normales: Son cargas gravitacionales en su mayoría, esfuerzos por el peso que de la estructura y que pretende soportar la estructura en función a su utilidad.

- Solicitaciones accidentales: Al hablar de solitaciones accidentales son sucesos con baja probabilidad de ocurrencia como: sismos, vientos, fuego, marea, entre otros, debido a su naturaleza son difíciles de prever y tiene un rango de destrucción alto.

Siendo las segundas las causantes de grandes daños, por ejemplo:

#### **Tsunami en Haití 2004:**



*Ilustración 1: Banda Aceh*

(Cuerpo de bomberos del Distrito Metropolitano de Quito , 2019)  
Incendio de Notre Dame 2019:



*Ilustración 2: Incendio Notre Dame*  
(Cuerpo de bomberos del Distrito Metropolitano de Quito , 2019)

Torres Gemelas 2001:



*Ilustración 3: Torres Gemelas*  
(Cuerpo de bomberos del Distrito Metropolitano de Quito , 2019)

A nivel nacional nos vimos gravemente afectados por un sismo de magnitud 7.8(escala de momento), el 16 de abril del 2016. Ocurrió en la costa ecuatoriana (Manta), y dejó más de 304 Millones de dólares en pérdidas materiales y 671 en pérdidas humanas (Andres Molina Vera, Bello, & Benítez, 2017).



*Ilustración 4; Terremoto 16 de abril del 2021*

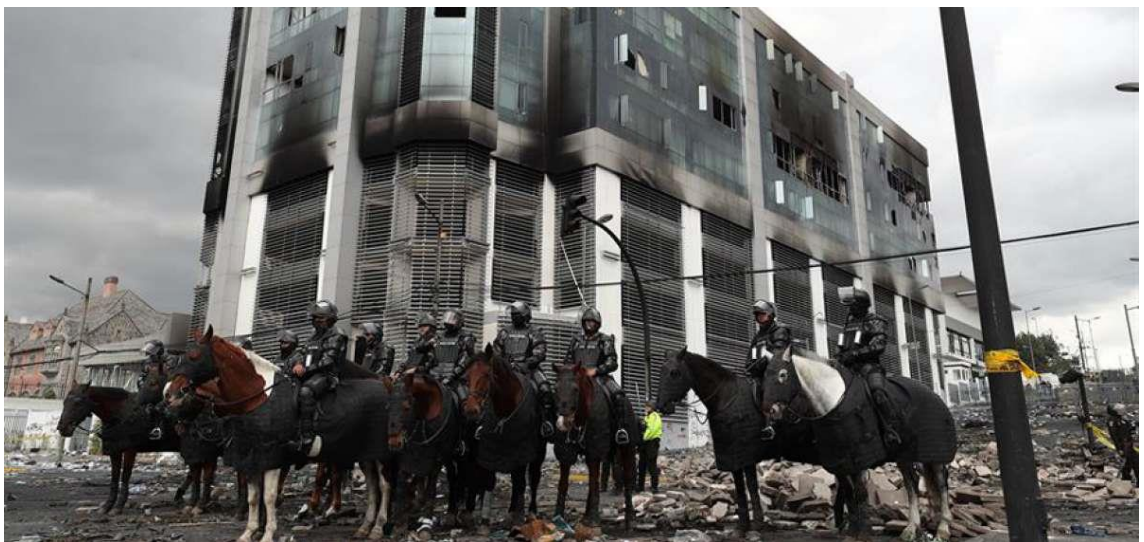
Fuente: (El Universo , 2021)

Estos ejemplos dejan como evidencia el daño que estos eventos pueden causar en una población, la probabilidad de que esto ocurra es baja, pero la historia nos enseña la importancia de estar preparados. Primero para que el daño sea el menor posible (aproximadamente el 60% de las pérdidas materiales son daños en edificaciones, muchas veces irremediabiles) y segundo teniendo un plan para una rápida intervención después de ocurrido el daño.

Una adecuada planificación nos permite contabilizar, el avance de las actividades con resultados que se registran periódicamente en lapsos de tiempo establecidos, el

cumplimiento de este determina el éxito del proyecto. Para establecer una planificación, es necesario contar con la serie de pasos que lleven al cumplimiento del objetivo del proyecto.

En el presente trabajo de disertación se definirá un proceso de planeación de la intervención técnica para la rehabilitación de edificaciones que han sido objeto de destrucción por Incendios, basado en la experiencia del caso de estudio de la REHABILITACIÓN DEL EDIFICIO MATRIZ DE LA CONTRALORÍA GENERAL DEL ESTADO (EDIFICIO DE OFICINAS Y PARQUEADEROS), edificio que fue incendiado en protestas del 12 de octubre de 2019.



*Ilustración 5. Contraloría General del Estado  
(EL TELÉGRAFO, 2019)*

Este proceso tendrá como fin establecer la planificación que permitirá ejecutar y controlar de manera óptima el avance del proyecto, con el objetivo de tener una rehabilitación estructural y con el propósito de realizarla optimizando tiempo, dinero y recursos.

### **1.3 Alcance.**

El presente trabajo de disertación realizará el proceso de planeación para la intervención técnica en las áreas de estructural y contra incendios en construcciones incendios. Se tomará como caso de estudio la Rehabilitación del EDIFICIO MATRIZ DE LA CONTRALORÍA GENERAL DEL ESTADO (EDIFICIO DE OFICINAS Y PARQUEADEROS), el cual fue afectado por un incendio que comprometido el estado estructural del mismo.

Se realizará una comparación de la normativa con la que se diseñó el edificio en el 2013 y la normativa con la que se realizó la rehabilitación, Para definir adecuado proceso de rehabilitación, se tomará experiencia de los contratistas, con lo que se tendrá una perspectiva más real de lo estudiado.

El proceso propuesto, servirá como base para la planificación de intervenciones técnica en estructuras de construcciones, sistemas hidrosanitarios y contra incendios que han sufrido incendios.

### **1.4 Planteamiento del problema.**

En octubre del 2019, el Ecuador sufrió una crisis tras el anuncio de medidas de tipo económicas por parte de Gobierno Nacional. Diferentes sectores sociales se vieron afectados, por lo que se desencadenaron una serie de sucesos en el territorio nacional. Entre los acontecimientos más relevantes se encuentra la movilización de miles de personas hacia las ciudades principales, para expresar su inconformidad ante dichas medidas. (Bassó, 2017)

Las instalaciones de la Matriz de la Contraloría General del Estado, se encuentra en la Provincia de Pichincha Cantón Quito, está formada por 2 bloques A y B ubicados en la calle Juan Montalvo, frente a la Asamblea Nacional y por el edificio de oficinas y parqueaderos ubicado en la Av. 6 de diciembre y Tarqui, frente al parque del arbolito. (Contraloria General del Estado, 2021)

En este complejo trabajan alrededor de mil personas, las cuales brindan diferentes servicios, entre ellos están la participación y vigilancia de la gestión pública y la garantía de la transparencia de los recursos públicos, importantes para la correcta inversión en proyectos que ayudan al desarrollo del país.

El 12 de octubre del 2019, pese al estado de excepción vigente y la seguridad brindada por las fuerzas del orden, las instalaciones de la Contraloría General del Estado, fue violentado y destruido parcialmente durante la jornada de protestas. En el ataque vandálico se destruyeron: bienes muebles, documentación, equipos electrónicos y vehículos, así como la infraestructura del edificio.

El incendio provocado por los manifestantes dentro de las instalaciones fue el hecho más grave que se registró durante las protestas. El edificio de parqueaderos y oficinas, fue uno de los más afectados debido a que en su interior se encontraban vehículos parqueados, que con las altas temperaturas y el fuego no controlado explotaron dentro de los pisos provocando un severo daño estructural.

A raíz de la destrucción que sufrió el complejo de la Contraloría General del Estado y dada la relevancia del trabajo que realiza esta institución, se advirtió la necesidad de intervenir de manera urgente el proceso de intervención técnica en edificaciones que han sido objeto de actos vandálicos.

Debido a que una rehabilitación con estas características sale de los procesos convencionales de rehabilitación (mantenimientos y mejoras) e incluso de procedimientos habituales de construcciones nuevas y de remodelaciones, se ha determinado que no existe una planeación básica para tratar este problema.

Como en cualquier proyecto es necesario llevar una correcta planeación, el no contar con un proceso al menos básico puede llevar a:

- Asignación inadecuada de recurso
- Poca o ninguna eficiencia
- Incumplimiento de metas
- Desventaja competitiva

De aquí su importancia. Lo que este trabajo busca es plantear un modelo de intervención en construcciones afectadas por actos vandálicos, desarrollar una herramienta para futuras intervenciones, basado en hechos reales ocurridos en el caso de estudio. (BMA GROUP, 2021)

## **1.5 Objetivos.**

### **1.5.1 Objetivo general.**

Desarrollar un proceso de planeación para la intervención estructural en construcciones afectadas por incendios, aplicado a la rehabilitación del Edificio Matriz de la Contraloría General del Estado (Edificio de oficinas y parqueaderos), Quito-Ecuador.

### **1.5.2 Objetivos específicos.**

- Establecer los protocolos de evaluación técnica de un proyecto que ha sido sometido a vandalismo, caso incendio.
- Establecer protocolos de evaluación de estructuras que han sufrido incendios.

- Establecer presupuesto de planes para la rehabilitación estructural.
- Establecer cronogramas para el proceso de rehabilitación estructural.
- Establecer cronogramas para el proceso de rehabilitación del sistema hidrosanitario y contraincendios.

## 2 CAPITULO II: MARCO TEÓRICO SINIESTROS Y SU INFLUENCIA EN EDIFICIOS

La Real Academia Española define como siniestro al “Suceso que produce un daño o una pérdida material considerables”, es un fenómeno individual, además acontecen sin premeditación ni de manera voluntaria y aunque tienen una probabilidad de ocurrencia en un periodo de tiempo son imposibles de estimar. Este término es ampliamente usado por proveedores de seguros para definir cuando un riesgo identificado ocurre.

Para facilitar la tipología de los siniestros usaremos aquella definida por los proveedores de seguros:

- Por el grado de daño producido:  
Siniestro Total es aquel produce la destrucción total del bien.  
Siniestro Parcial se produce cuando el siniestro a producido afectaciones al bien pero no representa su destrucción parcial.
- Por la regularidad con la que ocurre:  
Siniestro ordinario, se lo puede definir como aquel que se espera, o que ocurre en condiciones normales  
Siniestro catastrófico es aquel cuya probabilidad de ocurrencia es remota, pero que tiene deja grandes daños a su paso.

Los siniestros que potencialmente pueden causar daños a nivel de obra civil (estructura, sistemas de hidrosanitarios, sistema contraincendios, sistemas eléctricos, entre otros) son los siniestros catastróficos-parciales o totales como son: sismos; incendios; inundaciones; erupciones volcánicas y vientos huracanados.

<p>(RAMOS &amp; ZAMBRANO , 2019)</p> 	<p>(El Universo , 2021)</p> 
<p>(El Universo , 2021)</p> 	<p>(El Universo , 2021)</p> 

*Tabla 1: Ejemplos de siniestros*  
Elaborado por: Sarah Alomoto

## 2.1 ANTECEDENTES

Para definir la influencia que tiene un siniestro sobre una construcción es necesario definir tres conceptos básicos:

- Amenaza
- Vulnerabilidad
- Riesgo

Amenaza: “Es la probabilidad de ocurrencia de un suceso potencialmente desastroso durante cierto periodo de tiempo en un sitio dado” (ARBOLEDA, 2001)

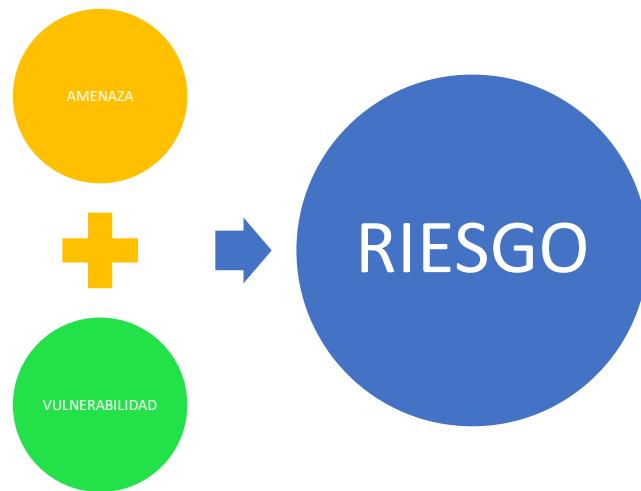
Vulnerabilidad: “Factor de riesgo interno de un elemento o grupo de elementos expuestos a una amenaza, correspondiente a su predisposición intrínseca a ser afectado o de ser susceptible a sufrir un daño. Corresponde a la predisposición o susceptibilidad

física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de que un fenómeno peligroso de origen natural o causado por el hombre se manifieste. Las diferencias de vulnerabilidad del contexto social y material expuesto ante un fenómeno peligroso determinan el carácter selectivo de la severidad de sus efectos.” (ARBOLEDA, 2001)

En síntesis, es la situación en la que construcciones de cualquier tipo (casas, edificios, hidroeléctricas, entre otros) se encuentran en peligro, dependiendo de exposición a la amenaza, calidad de construcción (materiales, condiciones técnicas de construcción) o en conjunto ambas.

Riesgo: “Es la probabilidad que se presente un nivel de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante un período de tiempo definido. Se obtiene de relacionar la amenaza con la vulnerabilidad de los elementos expuestos”. (ARBOLEDA, 2001)

- Elementos en riesgo. Son todos aquellos que en caso de un acontecimiento su integridad se encuentre comprometido. Ejemplo: construcciones civiles, personas, bienes muebles, entre otros.
- Riesgo total. En caso de ocurrencia de un evento catastrófico, es la cuantificación de pérdidas, o el resultado de la influencia de un riesgo sobre los elementos.



*Ilustración 6: Riesgo*  
Elaborado por: Sarah Alomoto

En síntesis, una amenaza es todo aquello que puede causar un daño. Si la estructura no está suficientemente preparada como para recibir la amenaza, la vulnerabilidad de la misma es alta por lo tanto el riesgo es alto. Pero si ocurre la amenaza y la estructura esta preparada para este evento el riesgo será bajo.

Lo que se busca al desarrollar cualquier tipo de construcción es asegurar su durabilidad y resiliencia ante evento como este, guardando la seguridad de sus habitantes.

Existen diferentes tipos de viviendas en Ecuador, en la zona urbana (ciudades) como es Quito, Guayaquil y Cuenca se encuentra la mayor concentración de edificios los cuales por sus exigencias constructivas son hechos en su mayoría de hormigón armado el resto de estructura metálica o mixtos.

Debido a la gran cantidad de habitantes que espera tener un edificio, las normas para la aprobación de construcción y ejecución es más riguroso en términos técnicos-arquitectónicos. Pero eso no los excluyen de verse afectados en caso de una catástrofe.

### 2.1.1 INCENDIOS

Un incendio es un suceso de fuego no controlado. Por naturaleza el fuego puede llegar a envolver todo a su alrededor dejando despojos de bienes, muchos heridos y pérdidas de vidas humanas. Todos aquellos expuestos a fuego accidental sufre daños, los seres vivos son los más afectados, por diferentes factores como: por inhalación de humo, desvanecimientos por la intoxicación de humo y posteriormente quemaduras graves.

Dentro de una urbe donde existe gran concentración de viviendas y personas, un incendio, en una edificación es una gran catástrofe, que como resultado dejaría una gran pérdida material y de vidas humanas. A continuación, se presentan algunos casos de incendios:

<b>FECHA</b>	<b>LUGAR</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
28 de noviembre de 1942	Boston, Estados Unidos	487 personas murieron cuando el nightclub Cocanut Grove
17 de diciembre de 1961	Río de Janeiro, Brasil	260 personas murieron en el Gran Circo Norteamericano
25 de marzo de 1990	Nueva York, Estados Unidos.	87 muertos en un incendio provocado en un club
20 de diciembre de 1993	Buenos Aires, Argentina.	17 adolescentes murieron al cerrarse las salidas de emergencia en una discoteca
27 de noviembre de 1994	Liaoning, China.	234 muertos en una discoteca en Fuxin,
8 de diciembre de 1994	Xinjiang, China.	325 muertos, la mayoría escolares, en un cine de Karamay
15 de febrero de 1995	Taichung, en Taiwán	67 muertos en un bar
29 de septiembre de 1997	Santiago, Chile.	30 personas murieron, sobre todo niños, en un fuego provocado por un psicótico en los suburbios
20 de octubre de 2000	Ciudad de México, Mexico	20 personas mueren en la discoteca, esta había sido cerrada 11 veces antes del incendio.

26 de diciembre de 2000	Luoyang, China.	309 personas perecen en un incendio que arrasa un centro comercial y una discoteca
18 de agosto de 2001	Manila en Filipinas.	78 personas mueren en el incendio de un hotel en Quezon City
1 de septiembre de 2001	Tokio, Japón.	44 muertos en un incendio que devasta una sala de juegos en el barrio de Kabukicho
29 de diciembre de 2001	Lima, Peru	277 muertos en el centro comercial de Mesa Redonda, en el centro de Lima
29 de octubre de 2002	Ho Chi Minh, Vietnam.	61 muertos en el incendio de un edificio de oficinas
1 de diciembre de 2002	Caracas, Venezuela.	50 personas encuentran la muerte en el incendio de una discoteca
2 de febrero de 2003	Heilongjiang, China.	33 muertos en el incendio de un hotel de Harbin
19 de febrero de 2003	Corea del Sur	Incendio provocado en el metro de Daegu causa la muerte de 133 personas y numerosos desaparecidos.
20 de febrero de 2003	Rhode Island, Estados Unidos	100 muertos y 200 heridos en un club de West Warwick
23 de enero de 2004	India	50 muertos en una boda causada por chispas de fuego sagrado
15 de febrero de 2004	Jilin, China	53 muertos en un incendio de un supermercado
16 de julio de 2004	Kumbakonam, India.	90 niños murieron y 18 resultaron gravemente heridos al quedar atrapados por las llamas en una escuela
1 de agosto de 2004	Paraguay	400 muertos una explosión en un supermercado en la capital de Paraguay. Parece que el culpable es el dueño del lugar que cerró las puertas, ante el incendio
19 de abril de 2008	Quito, Ecuador	19 muertos en las instalaciones de la discoteca se realizaba un festival de Rock gótico
9 de abril de 2010	San Francisco, Estados Unidos	7 muertos en incendio en suburbios

*Tabla 2: Cronología de Incendios*

Fuente: (Arce-Palomino, 2008)

Elaborado por: Sarah Alomoto

Podemos evidenciar en la cronología presentada de incendios, la fragilidad que tiene la vida humana y de las edificaciones por falta de normativa frente a un evento de este tipo. Por este motivo las exigencias en los sistemas contraincendios se han vuelto más estrictos y no solo en estos sistemas, también en los sistemas constructivos, los procesos de calidad de los materiales que se usan y en general se ha trabajado en reducir la vulnerabilidad que tiene las infraestructuras frente a al fuego.

Por otro lado, como ya lo mencionamos en el capítulo anterior la mayor cantidad de los edificios en Ecuador son construidos de Hormigón armado. Su comportamiento frente al fuego es sumamente importante para el objeto del estudio.

- Comportamiento de pórtico de hormigón frente al fuego

El comportamiento de edificios depende de los elementos que lo componen. En estructuras de hormigón armado comúnmente están compuestas por columnas y vigas (pórtico). Al ser estos el esqueleto de un edificio, su estabilidad depende directamente del comportamiento del pórtico.

Al diseñar un edificio se toma en cuenta diferentes factores, existen dos alternativas: la primera es mayorar las cargas o la segunda es disminuir la resistencia de los materiales, con cualquiera de estas alternativas se está tomando un factor de seguridad de diseño.

El objetivo del diseño de estructuras cuando estas están sometidas a incendios, de cualquier fuente, accidental o provocado, es el responder asegurando la integridad,

aislamiento y capacidad de carga de la estructura, tomando en cuenta el aumento de temperatura y la expansión del fuego en los elementos. (Vicioso, 2014)

Para el diseño de edificios como en todos los diseños se puede elegir 3 escenarios de fuego:

- Fuego de diseño básico
- Fuego de alto desempeño
- Peor caso de escenario de fuego

### **2.1.2 EXPLOSIONES**

Una explosión es un fenómeno comúnmente provocado por seres humanos, el cual representa una liberación de energía en sus diferentes formas (calórica, lumínica y sonora). Con la evolución de la tecnología se han desarrollado diferentes componentes para producir explosiones.

Tienen diferentes usos benéficos en el área de la construcción como: en carreteras se las usa para realizar túneles, en minería para voladura de rocas, también para demoliciones de estructuras viejas e inservibles, etc. Es ampliamente usado cuando se tiene un control sobre ellas, pero por su fuerza al ocurrir dentro o en sus inmediaciones de una edificación puede llegar a provocar grandes daños irreversibles muchas veces.

Existen diferentes tipos de explosiones, los más comunes presentados en edificios son.

- Cilindros de gas que por su mal almacenamiento o distribución son expuestos a llamas por lo que terminan en una explosión.
- Mal estado o mala planificación de instalaciones eléctricas.
- Almacenamiento de pirotecnia.

### 2.1.3 VANDALISMO

Vandalismo es la destrucción de bienes e inmuebles públicos o privados, provocado y voluntario. En el presente trabajo, clasificaremos a actos vandálicos en función a su dificultad de remediación:

Leves: Arte de grafiti, carteles de "liberación" y posiblemente círculos de cultivos.

Severos: Destrucción intencional de la propiedad pública y privada.

LEVE	SEVERO
 <p>(El Universo , 2021)</p>	 <p>(El Universo , 2021)</p>

*Tabla 3: Vandalismo*  
Elaborado por: Sarah Alomoto

En el Ecuador debido a diferentes tipos de desacuerdos existentes por parte de sectores como: transportistas, productores, trabajadores publicos, sindicalistas, entre otros, contra el estado o politicas impuestas, se forman protestas. Este tipo de protestas ocurren historicamente por lo menos 3 veces al año.

Al ser la organización de tatarse de tantas personas mobilizadas puede tornarse violenta y desembocar en actos vandalicos. Quema de llantas, daños a propiedad publica y privada, bombas caceras, robos, etc. Al existir varios eventos al año uno de estos podria terminar en actos vandalicos esto genera la necesidad de: uno tener planes

de contingencia desarrollados por policías y militares y dos tener planes de mitigación de daños.

## **2.2 PLANIFICACION DE CONSTRUCCIONES**

Actualmente la habilidad de adaptarse a los avances tecnológicos, métodos de trabajo, que tenga una empresa o una organización, define su éxito y supervivencia frente a un entorno en que la competencia está en constante aumento.

Para lograr esto es necesario tener definido tres puntos principales:

- Actividades a realizarse
- Objetivos claros
- Plan de acción para realizar estos objetivos.

Toda empresa tiene como objetivo la entrega de un producto, este puede ser un entregable como en el área de la industria (textiles, alimentos, mobiliario, etc) o un servicio (servicios de seguros, diseños, instalaciones, etc). Un proyecto es el conjunto del proceso que nos lleva a la obtención de un producto.

Para desarrollar un proyecto de manera eficiente (tiempos establecidos, con máximo de ganancia), es necesario llevar una planificación lo mas real posible, tomando en cuenta todos los riesgos que puedan presentarse a lo largo de la ejecución del proyecto.

Planificar es: el proceso de desarrollar objetivos empresariales y elegir un futuro curso de acción para lograrlos. (Welsch et al., 2005).

Comprende:

1. Establecer los objetivos de la empresa
2. Desarrollar premisas acerca del medio ambiente en el cual han de cumplirse
3. Elegir un curso de acción para alcanzar los objetivos

4. Iniciar las actividades necesarias para traducir los planes en acciones
5. Replantear la marcha para corregir deficiencias existentes.

## **2.2.2. METODOLOGÍA DE PLANIFICACIÓN**

A través del tiempo se han desarrollado diferentes herramientas y prácticas para planificar proyectos entre los sistemas tradicionales de planeación están:

### **2.2.1.1 Método de diagrama de precedencia (PMD)**

Este método comprende establecer relaciones lógicas entre actividades, esta técnica es ampliamente utilizada en administración de proyecto, debido a su fácil representación gráfica. (Abraham, 2017)

Existen 4 tipos de dependencia:

- (FS) FINAL A INICIO: Una actividad B comienza únicamente cuando la actividad A se termina.
- (FF) FINAL A FINAL: Una actividad B no puede finalizar hasta que la actividad A termine.
- (SS) INICIO A INICIO: Una actividad B no puede comenzar hasta que comiencela actividad A.
- (SF) INICIO A FINAL: Una actividad B no puede finalizar, hasta que una actividad A comience.

### **2.2.1.2 Decision CPM (Critical Path Method)**

Se denomina ruta del camino Critico ya que cómo resultado, se obtiene la serie de actividades que denotan la duración del proyecto y determinan la holgura que se tiene para desarrollar cada actividad.

Con su significado en español Método del Camino Critico, es un método de planificación y control de proyectos que toma los dos factores más relevantes en un proyecto: tiempo de ejecución y costos de operación, para cumplir con los objetivos propuestos de manera óptima.

Para su desarrollo se divide el proyecto en actividades, cuya ejecución en tiempos críticos. Para definir actividades, se realiza una combinación del equipo, mano de obra, entre otros recursos que se necesitan para desarrollar la actividad, asegurando un costo y tiempo menor.

### **2.2.1.3 Productos del desarrollo del Método**

Serie de actividades que limitan la duración del proyecto, lo que quiere decir que existen actividades que no van a estar en la ruta crítica, por lo que su tiempo de desarrollo no influye en el tiempo de ejecución del proyecto, tampoco quiere decir que esta actividad pueda prolongar su ejecución de manera indefinida, tienen un tiempo determinado llamado holgura. Por lo contrario, si una actividad que pertenece a la ruta crítica sufre una demora, el proyecto como un todo se retarda.

Determina las actividades con más importancia dentro del proyecto, que serían aquellas cuyo retraso influye en el desarrollo de más actividades.

Recursos necesarios para completar cada actividad del proyecto.

Ventajas

- Proporciona una metodología Standard de comunicar los planes del proyecto mediante un cuadro de tres dimensiones (tiempo, personal; costo).
- Identifica los elementos (segmentos) más críticos del plan, en que problemas potenciales puedan perjudicar el cumplimiento del programa propuesto.
- Ofrece la posibilidad de simular los efectos de las decisiones alternativas o situaciones imprevistas y una oportunidad para estudiar sus consecuencias en relación a los plazos de cumplimiento de los programas.
- Aporta la probabilidad de cumplir exitosamente los plazos propuestos

#### **2.2.1.4 Programación rítmica**

Es un método de programación, recomendado para proyectos que contienen elementos repetitivos como, por ejemplo, al construir edificios, se realiza el mismo procesos planta por planta. Tiene como característica que cada elemento se realiza en tiempos comunes o cumplen una secuencia.

El ritmo para la programación, se define como la duración que se repite en una actividad determinada, si existen diferentes tiempos que se repiten se elige el ritmo con mayor frecuencia.

Las actividades pueden tener diferente duración al ritmo elegido en el proyecto, se puede tener los siguientes 2 casos:

La duración de la actividad es múltiplo al ritmo:

1. La duración de la actividad es menor al ritmo: se debe quitar recursos para que su duración sea igual al ritmo
2. La duración de la actividad es mayor al ritmo: se debe aumentar recursos para que este disminuya.

Existe diferentes factores que hacen que estas recomendaciones para igualar al ritmo no sean buena idea como:

Si se quita recursos en una actividad, podría incurrir en no cumplir con mano de obra mínima.

Si se aumenta recursos puede que la actividad a desarrollare cuente con exceso de recursos y se choquen los trabajos.

### **2.3.PLANIFICACIÓN: RECONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES**

Como se mencionó, todo proyecto de cualquier índole y dimensión necesita de una planificación meticulosa para evitar imprevistos en la ejecución. Entre ls problemas más importantes de una mala planeación de proyectos tenemos lo siguiente:

- Retrasos en la ejecución el proyecto.
- Falta de revisión de planos y especificaciones técnicas.
- Diseños complejos e incompletos.
- -Mala administración de los recursos.
- Falta de ejecución en la ejecución.
- Uso inadecuado de materiales.
- Falta de permisos, que llevan a parálisis de las actividades

Existen diferentes tipos de metodología para planificar proyectos. En el caso de rehabilitación de edificios después de un incendio debido a su poca incidencia, no se ha realizado un protocolo para reconstrucciones.

El cuerpo de Bomberos tiene un protocolo para la evaluación de daños, este protocolo tiene un alcance de evaluación y determinación del causante del incendio. No es un documento de evaluación técnica enfocado en el desempeño de la estructura luego de un incendio. Es un protocolo de inspección y evaluación rápida, que emite un criterio enfocado en la ocupabilidad de la estructura a corto plazo y sugerencias para su rehabilitación, sirve de punto de partida para la evaluación de infraestructuras.

El protocolo concite en lo siguiente:

- VISITA TECNICA

- INSPECCION VISUAL
- INVENTARIO DE DAÑOS

Como resultado se emiten los siguientes informes:

- Informe de Investigación de causa de incendio
- Evaluación estructural

En el informe de evaluación estructural tiene como principal objetivo identificar las áreas que aparentemente tienen mayores daños estructurales y emitir un criterio o recomendación sobre su futuro uso.

Cabe recalcar que esta evaluación tiene un alcance limitado.

En función a los resultados de la consultoría, se puede comenzar con la rehabilitación, existen casos en los que no aplica un reforzamiento estructural, depende de muchas condiciones técnicas como tiempo de exposición al fuego, temperaturas alcanzadas, entre otras. (Cuerpo de bomberos del Distrito Metropolitano de Quito , 2019)

De ser factible la reconstrucción se procede con lo recomendado en el informe de reforzamiento.

### **3 CAPÍTULO III: CASO DE APLICACIÓN: EDIFICIO DE LA CONTRALORÍA GENERAL DEL ESTADO.**

En el año 2014 el Cuerpo de Ingenieros del Ejército (CEE) es designado para la construcción del Edificio de Parqueaderos y Oficinas de la Contraloría General del Estado (CGE), del cual se suscribió “Acta de Entrega Recepción Parcial Primera” a mediados del 2019 con un avance del 95% de la ejecución (Contraloría General del Estado, 2021), como es de dominio público el edificio fue parte de los bienes más afectados en las manifestaciones del 2019.

Una obra civil está compuesta por diferentes sistemas e ingenierías, para la presente tesis se hará un enfoque particular en el área estructural y en el sistema contra incendios, los cuales forman parte vital de el buen funcionamiento del edificio, y fueron gravemente afectados en el atentado.

El presente capítulo presenta el Caso de Aplicación, el Edificio de Parqueaderos y Oficinas del CGE. Se presenta las características del edificio y parámetros constructivos, además como base importante de la investigación, se desarrolla una cronología de los hechos que llevaron al incendio de octubre del 2019, un registro fotográfico en la que se detalla la magnitud de los daños y un breve estudio de las consecuencias que la prolongación de la construcción del edificio por lo tanto la inhabilitación del mismo deja, en el aspecto económico y social.

#### **3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

##### **3.1.1 UBICACIÓN**

El proyecto está ubicado en la Provincia de Pichincha. Sector el Ejido. El proyecto comprende la limpieza, retiro de los escombros, chatarra, reforzamiento estructural y

reposición de los rubros afectados producto del incendio que afectado a la infraestructura de la Ampliación del Edificio Matriz: Edificio de Parquederos y oficinas de la Contraloría General del Estado, en octubre de 2019 y que es dominio público.



*Ilustración 7: Complejo Contraloría General del Estado*

Fuente: Google Maps



*Ilustración 8: Foto fachada Oeste, Edificio de Parqueaderos y Oficinas CGE*

Fuente: CEE

Está compuesto de 11 niveles, siete pisos de parqueaderos, con un aproximado de 37 estacionamientos por piso, 4 pisos de oficinas para el área administrativa; terraza accesible, dos escaleras de emergencia construidas en estructura metálica y el área denominada “Museo”, se espera que albergue aproximadamente a 800 personas fijas y un aproximado de 800 personas eventuales al día.

la infraestructura esta compuesta de hormigon armado, paredes de bloque, con losas planas alivianadas.

- Techo: losas de hormigon
- Paredes: bloque enlucido y vidrio
- Piso: cerámica

El proyecto como un todo está compuesto por los siguientes sistemas y elementos a ser ejecutados:

- Arquitectura
- Climatización
- Eléctrico
- Electrónico
- Hidrosanitaria
- Red, Voz y Datos
- Reforzamiento Estructural
- Sistema Contra Incendios

En el presente trabajo se presenta la planeación para la rehabilitación del reforzamiento Estructural y del sistema contra incendios.

## **3.2 ACTOS VANDALICOS (12 octubre 2019).**

### **3.2.1 HISTORIA DEL INCENDIO**

A inicios de octubre del año 2019, tras el anuncio del estado de medidas económicas, entre las que se encontraban el aumento progresivo de los combustibles y el retiro de subsidios de los combustibles, diversos sectores sociales proclaman manifestaciones y llaman al dialogo.

El 3 de octubre tras no recibir la respuesta esperada frente al aumento del precio de los combustibles, transportistas paralizan las actividades, dos días después el movimiento indígena acoge a todos los sectores minoritarios y lidera las manifestaciones, llamando a un paro a nivel nacional.

El 12 de octubre del 2019, un grupo de manifestantes forzaron su entrada en las instalaciones del Edificio Matriz de la Contraloría General del Estado, infringiendo daños, entre los más grandes se encuentra el incendio de más de 10000 documentos

que al momento se encontraban en ella, generando grandes afectaciones dentro de los últimos pisos que eran destinados a oficinas.

### 3.2.2 CRONOLOGÍA DE LOS HECHOS.



*Ilustración 9: Paro de transportistas 3 de octubre de 2019*

Fuente: Actualidad Russia Today (RT)

**1 de octubre de 2019**, para cumplir con requerimientos necesarios para adquirir un préstamo con el Fondo Monetario Internacional (FMI), el presidente Lenin Moreno, emite un decreto presidencial a hacerse efectivo jueves 3 de octubre, en el cual, entre muchas medidas económicas, elimina los subsidios a los combustibles.

**2 de octubre de 2019**, los transportistas al ser uno de los sectores más afectados por las medidas anuncian un paro indefinido de sus actividades. Por asociación en la disconformidad (movimientos sociales, sindicatos, organizaciones estudiantiles, FUT, entre otros) se suman a las protestas.

**El 3 de octubre 2019**, se realizan diferentes movilizaciones a lo largo del país, se bloquean vías y carreteras. En respuesta la fuerza del orden público se moviliza, se producen enfrentamientos dejando personas heridas, bienes afectados y personas detenidas, debido a estos hechos se decreta estado de excepción a nivel nacional "con el fin de precautelar la seguridad ciudadana y evitar el caos".

**El 4 de octubre 2019**, las organizaciones indígenas se ponen al frente de las movilizaciones y los transportistas tras llegar a acuerdos con el gobierno para el alza en los pasajes quitan el paro nacional independientemente.

**El 5 de octubre 2019**, los protestantes llaman a una huelga general para el 9 de octubre. Se intensifican los enfrentamientos a lo largo de país, por la intensa jornada de protestas que incluye el cierre de algunas vías principales. Militares y policías tratan de disipar los bloqueos lo que lleva a grandes enfrentamientos con civiles.

**El 7 de octubre 2019**, por temor a los actos suscitados en la capital y sus inmediaciones, el presidente decide trasladar la sede de gobierno a Guayaquil.

**El 8 de octubre de 2019**, tomando el estado de excepción como medida preventiva, las protestas en Quito se intensifican, albergando a miles de manifestantes, en los alrededores del complejo legislativo (parque del arbolito) se registran intentos para ingresar a los edificios que conforman el complejo. Manifestantes ingresan en varios campos petroleros lo que paraliza la producción petrolera.

**El 12 de octubre de 2019**, se llega al punto más violento de las manifestaciones, en el que ciudadanos y personal del ejército y policía nacional comienzan enfrentamientos en las inmediaciones del edificio Matriz de la Contraloría General del Estado, llevando a que, según testimonios de los protestantes, los orillen a ingresar al edificio.

Los manifestantes ingresaron por el edificio de parqueaderos y oficinas, violentando los autos que se encontraban retenidos ahí, también hubo saqueos y actos de vandalismo como son los grafitis, daños a mampostería, vidrios, puertas, entre otros remediables.

El incendio comenzó en la tarde de este día, debido a la dificultad de movilización los bomberos no pudieron llegar rápidamente. Los pisos de oficinas, fueron los más afectados, por la gran cantidad de material inflamable (hojas de papel, módulos de madera, entre otros) que en estos se almacena. El fuego se expandió fácilmente, muestra de esto es el daño evidente que se produjo en la infraestructura.



*Ilustración 10: Edificio de la Contraloría después del incendio*

Fuente: Cuerpo de Bomberos DMQ

**El 13 de octubre de 2019**, organizaciones internacionales llamaron al dialogo. Representantes del gobierno y líderes de las organizaciones indígenas se reúnen y da como resultado tres posturas:

Se deroga el Decreto que suprimía la eliminación del subsidio a los combustibles

Se establece una comisión integrada por representantes de población indígena y representantes del Gobierno con la mediación de la Organización de Naciones Unidas y la iglesia católica para elaborar un nuevo Decreto Presidencial

Con esto se suspende inmediatamente las protestas, restaurando la paz en el país.

(Torres, 2019)

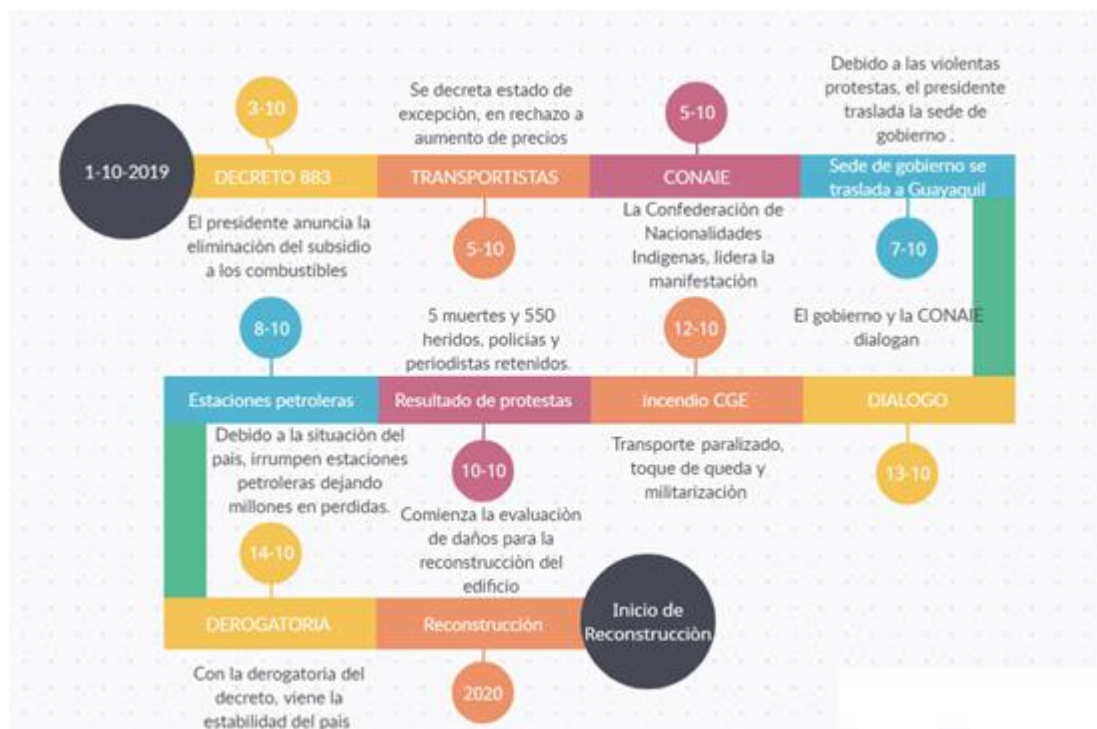


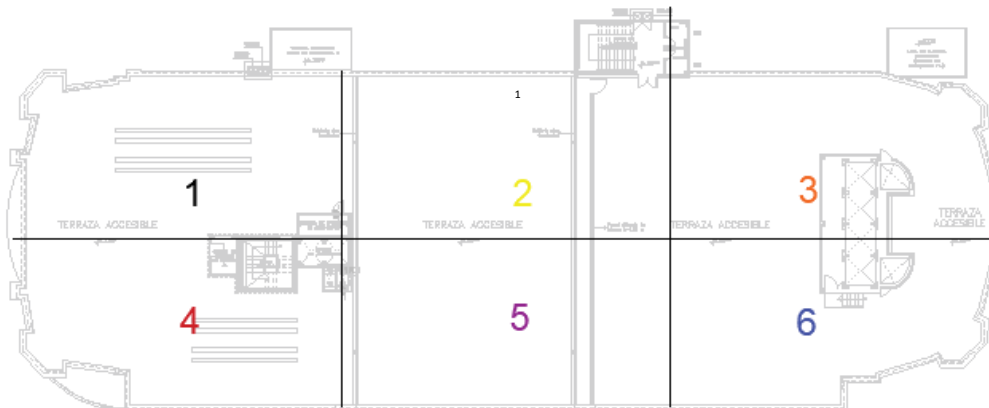
Ilustración 11: Cronología Atentados 2019

Elaborado: Sarah Alomoto T.

### 3.2.3 REGISTRO FOTOGRÁFICO.

El registro fotográfico presentado se presenta por piso, adjunto un plano en el cual se divide por sectores para facilidad de identificación.

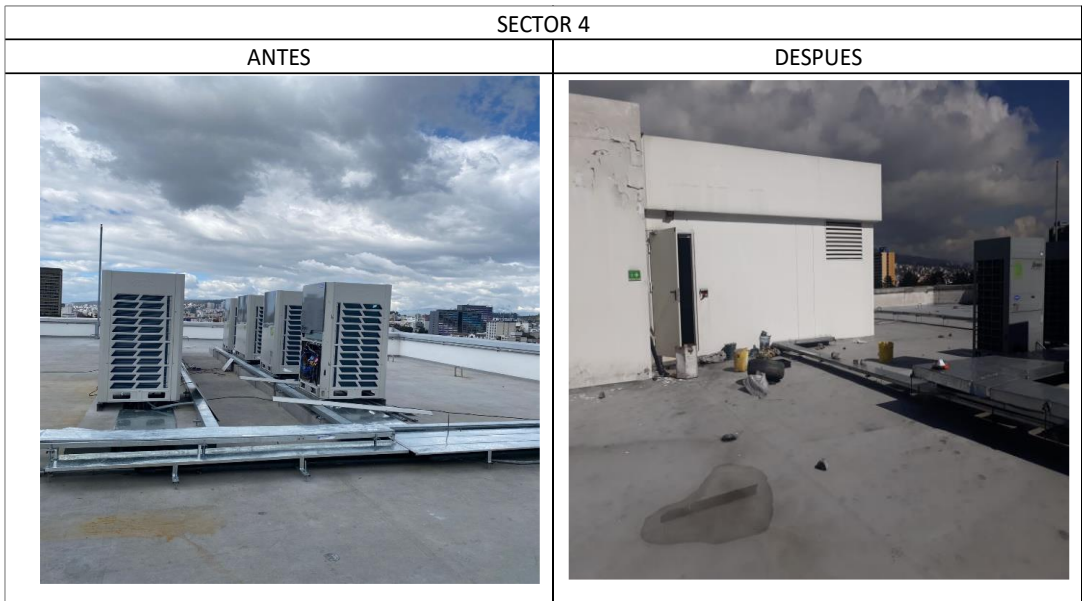
Terraza/N+27.36

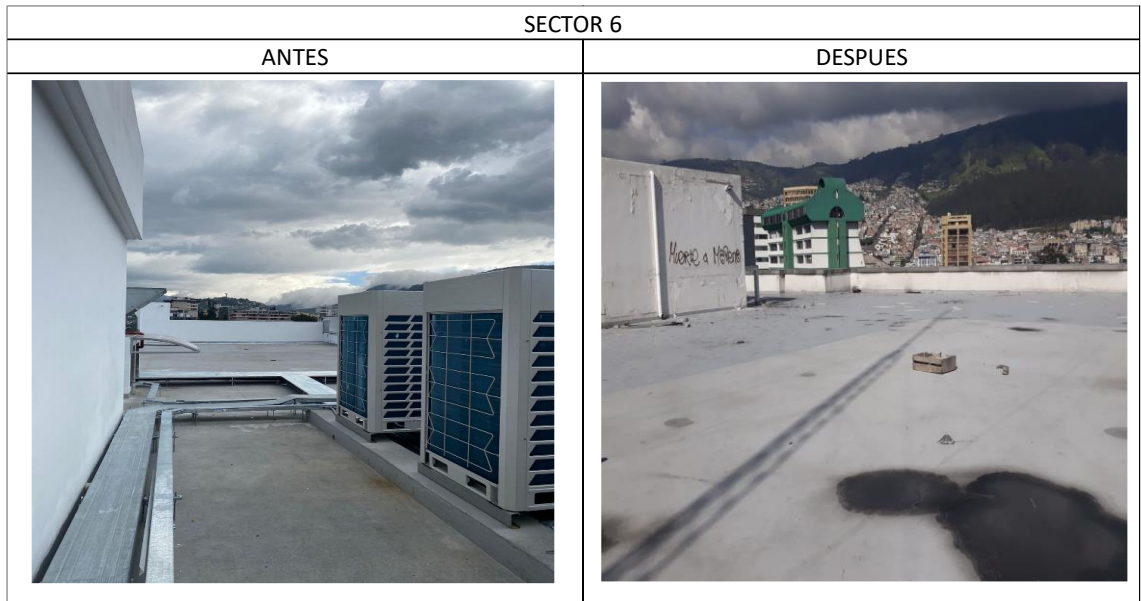


PLANTA TERRAZA/N+27.36







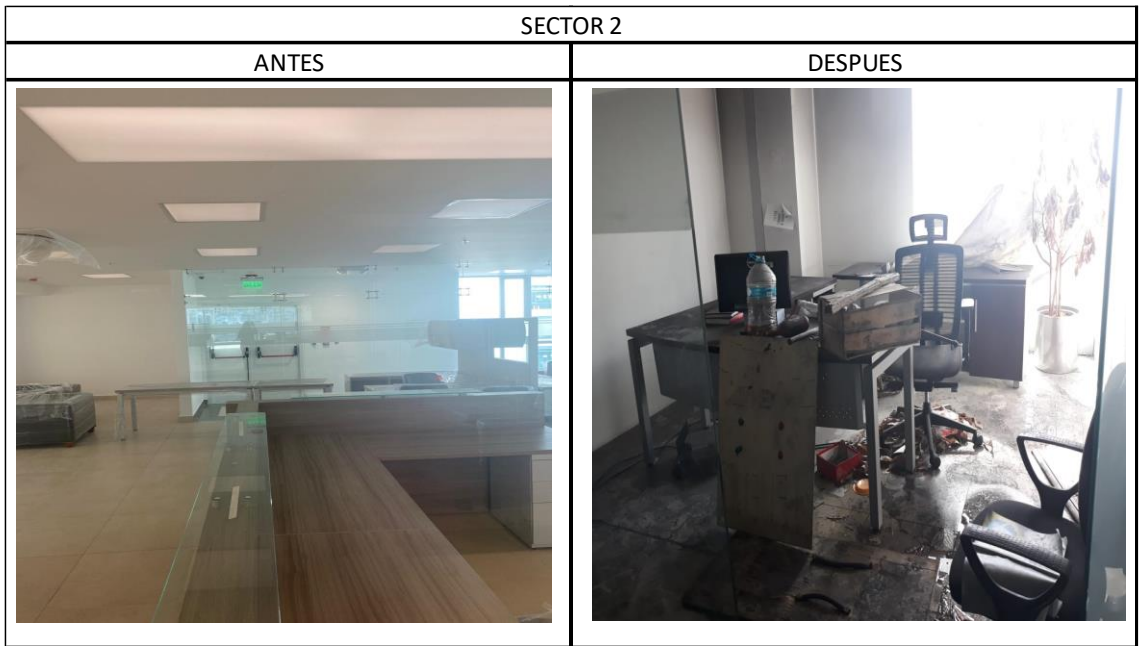


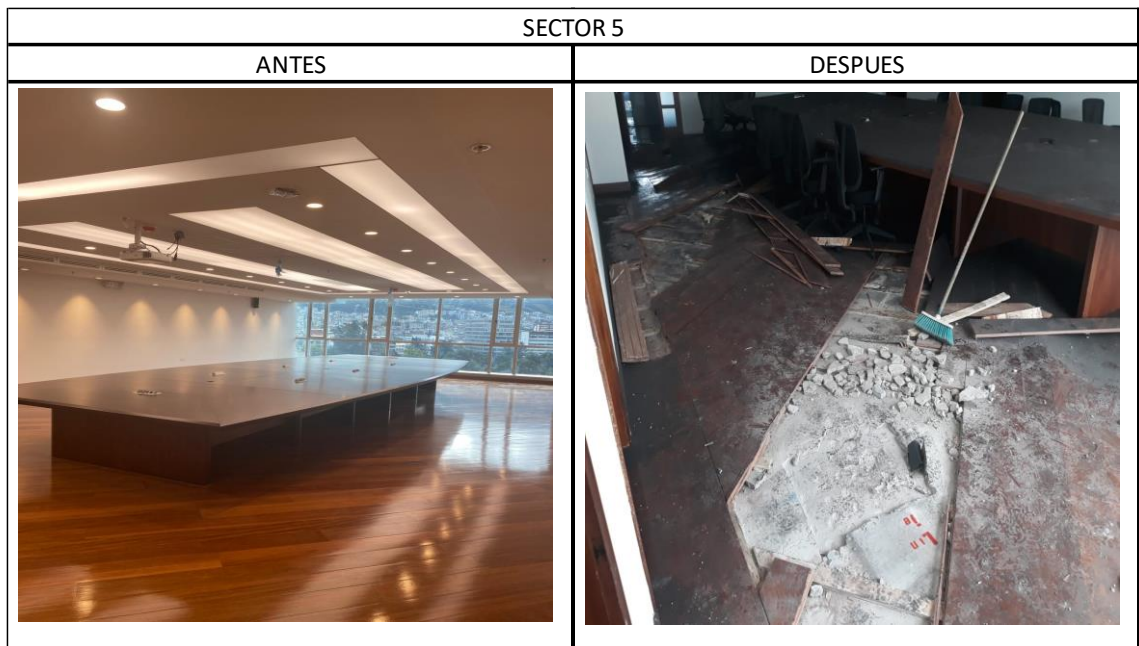
Séptimo Piso/N+23.76



PLANTA SEPTIMO PISO/N+23.76







Sexto Piso/N+20.16

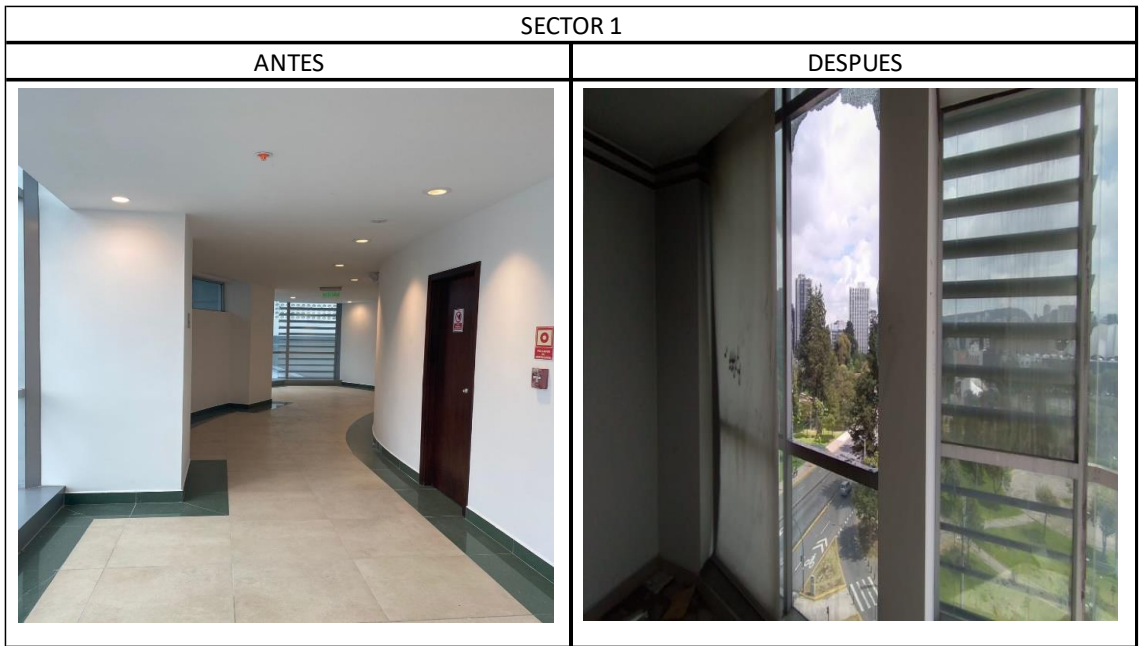


PLANTA SEXTO PISO/N+20.16

Quinto Piso/N+16.56

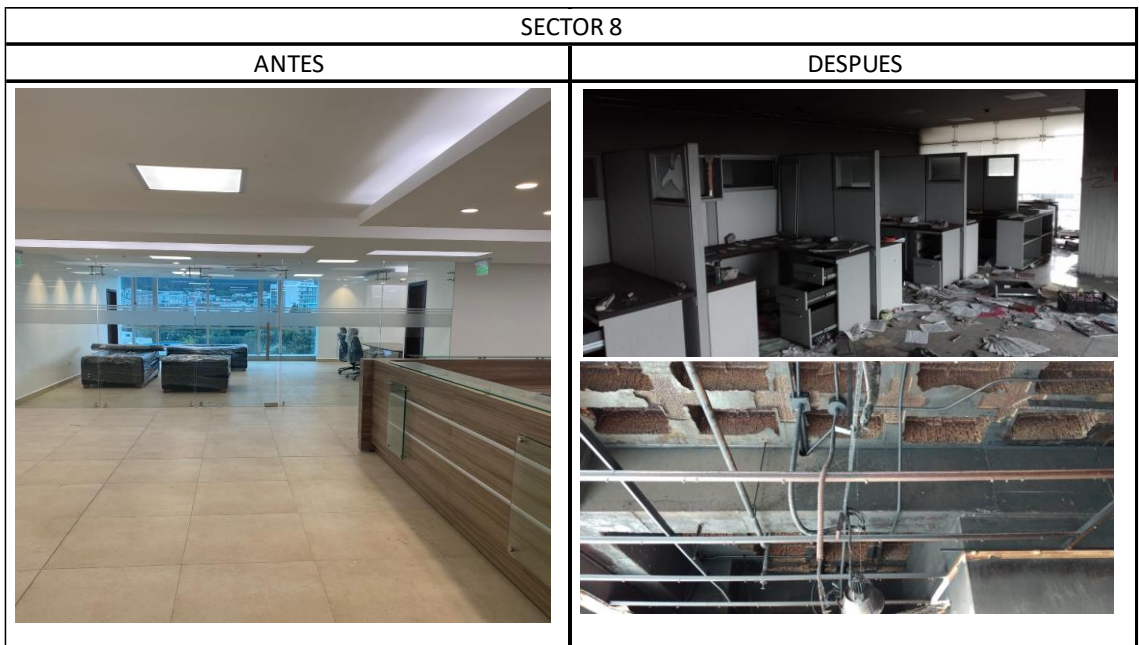
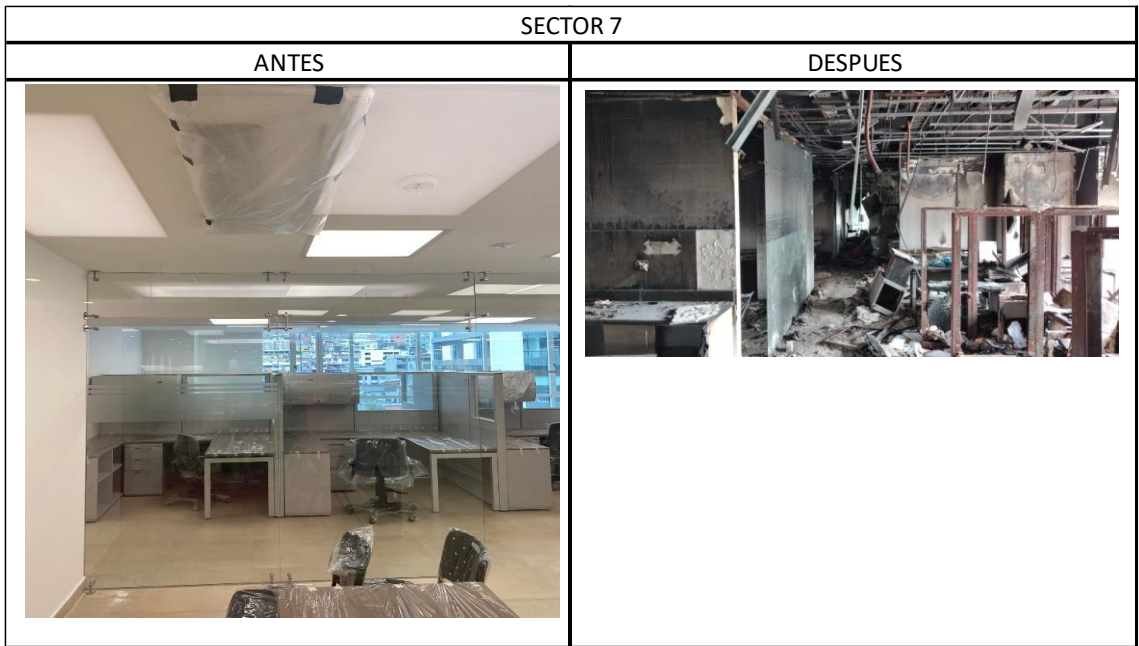


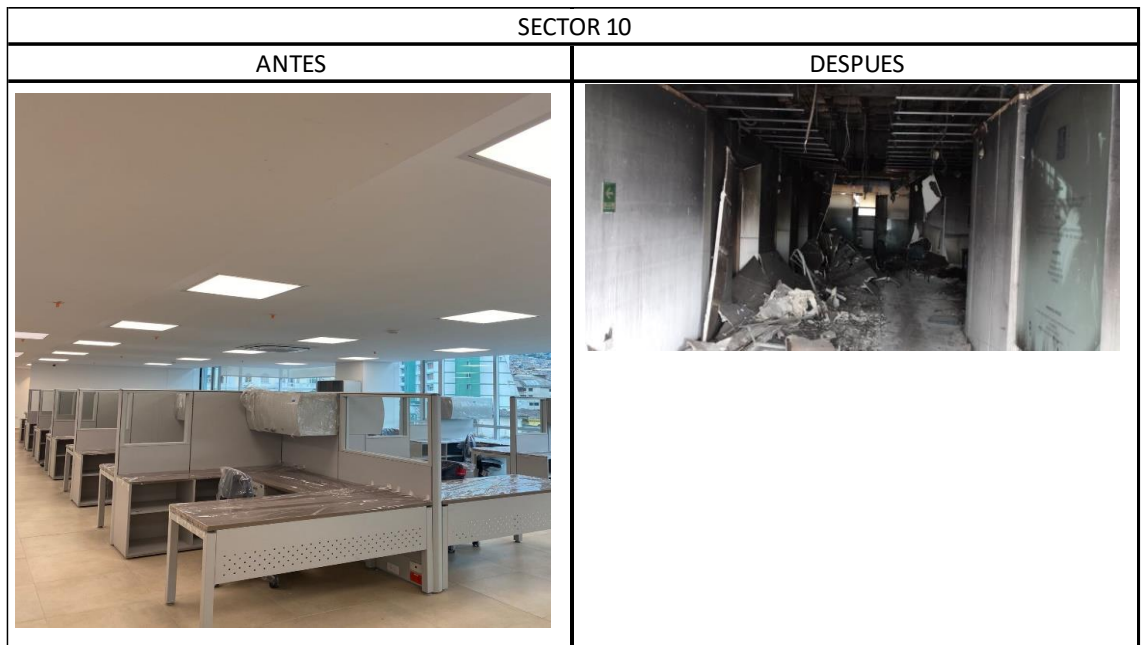
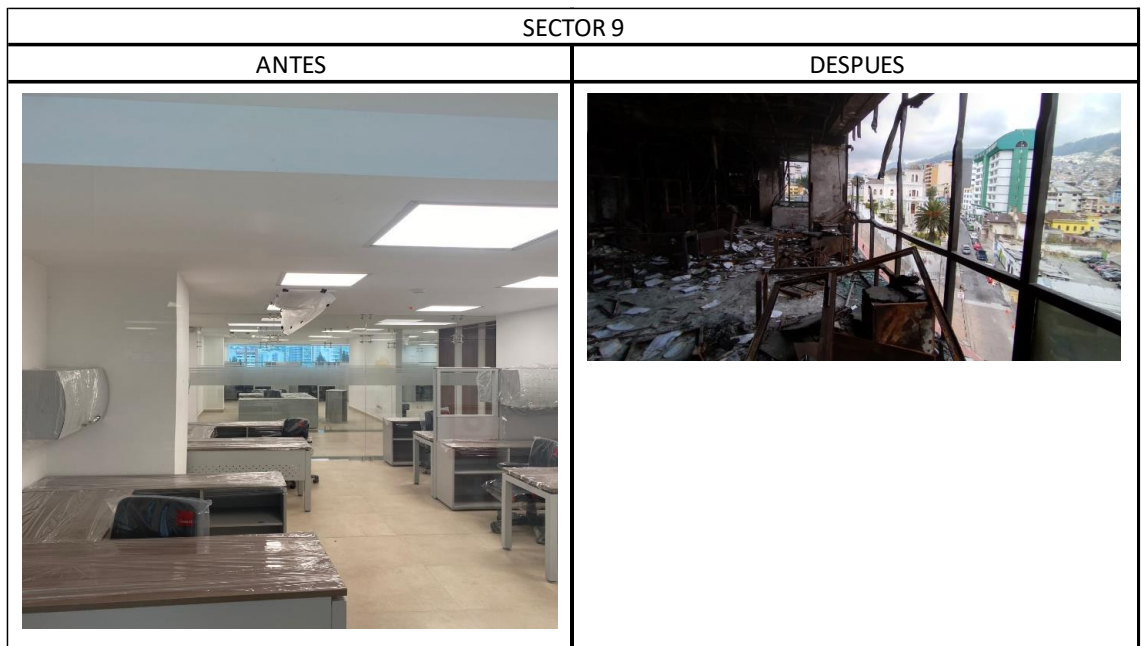
PLANTA QUINTO PISO/N+16.56











Cuarto Piso/N+12.96



PLANTA CUARTO PISO/N+12.96

SECTOR 1	
ANTES	DESPUES

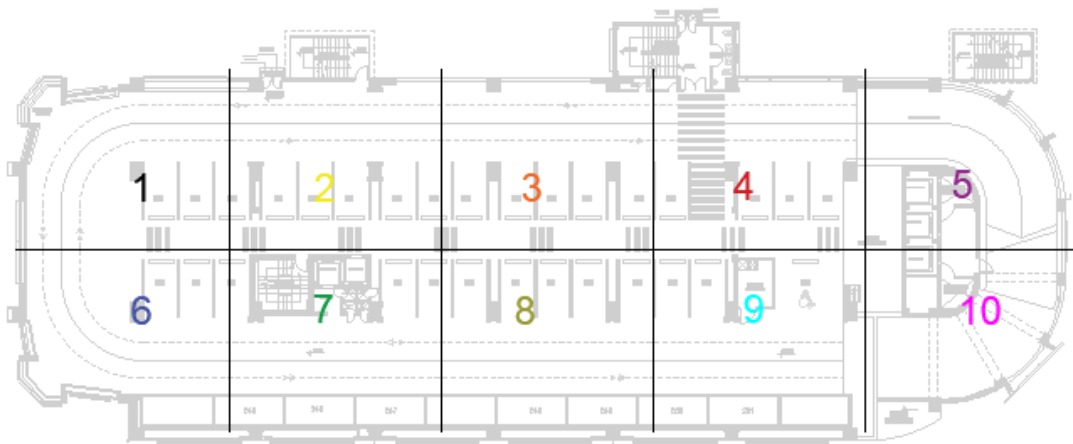
SECTOR 2	
ANTES	DESPUES



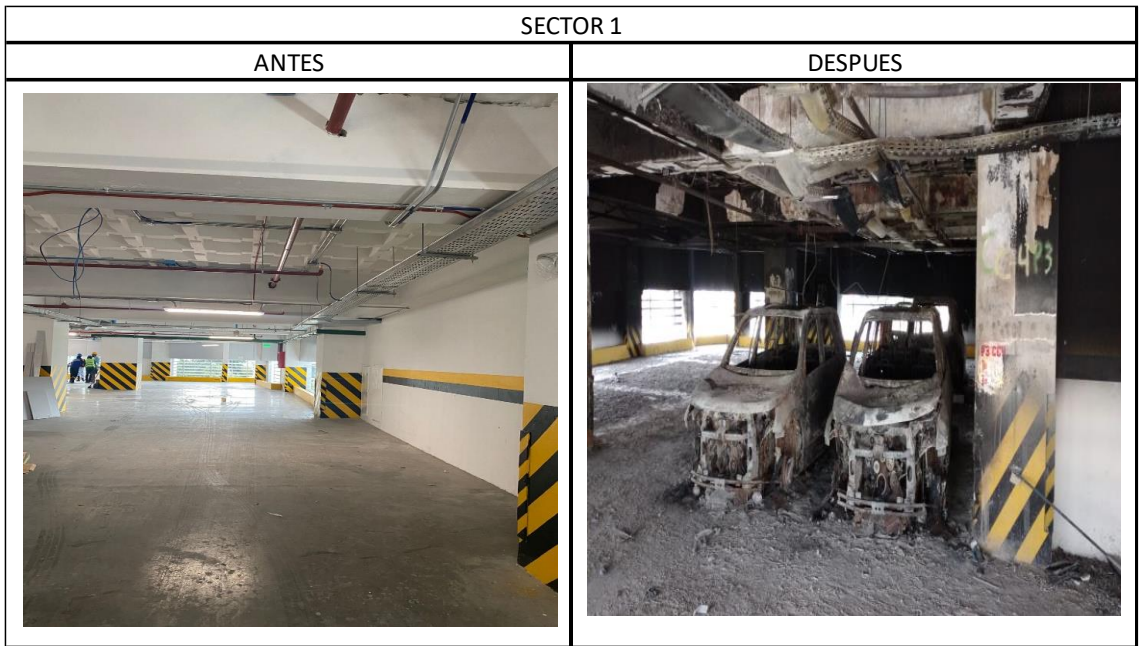




Tercer Piso/N+9.72



PLANTA TERCER PISO/N+9.72



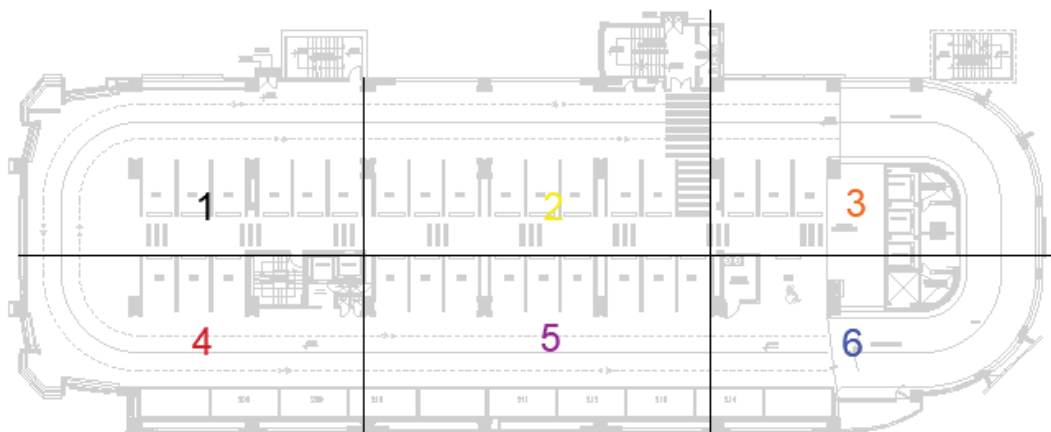
SECTOR 3	
ANTES	DESPUES
	

SECTOR 4	
ANTES	DESPUES
	



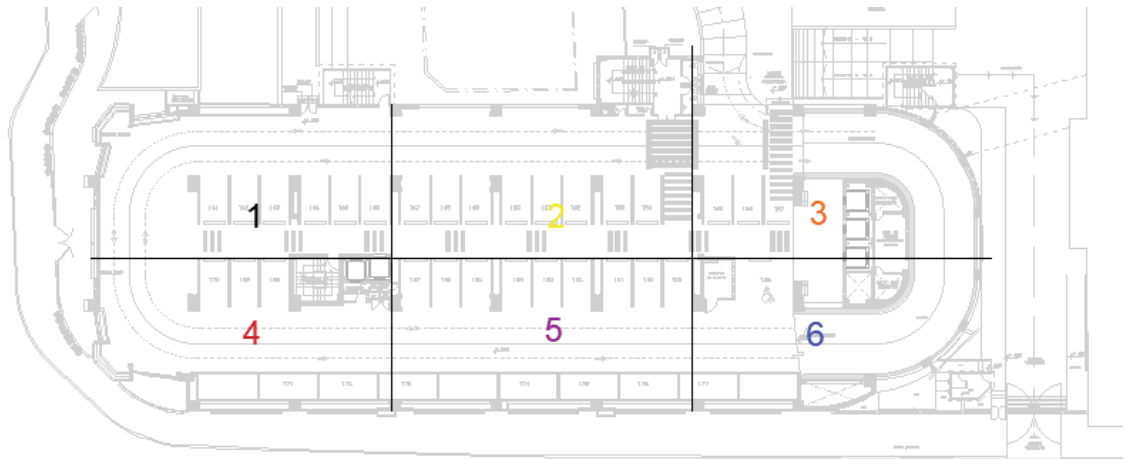


Segundo Piso/N+6.48

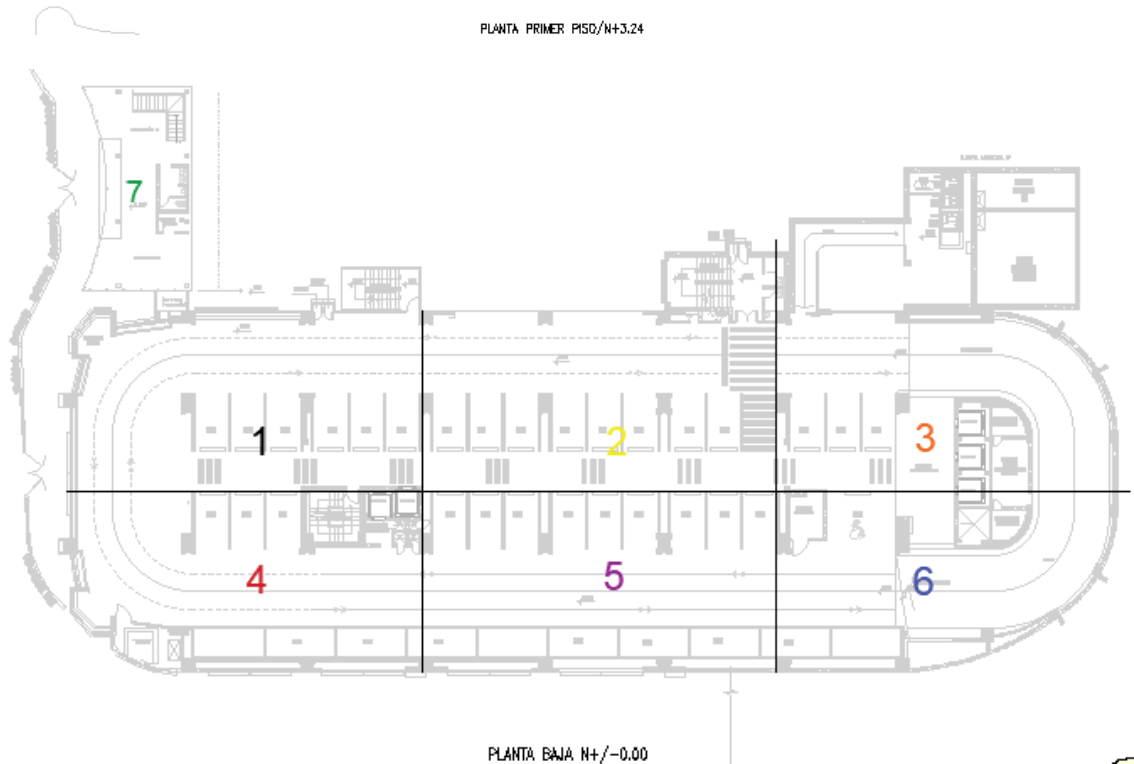


PLANTA SEGUNDO PISO/N+6.48

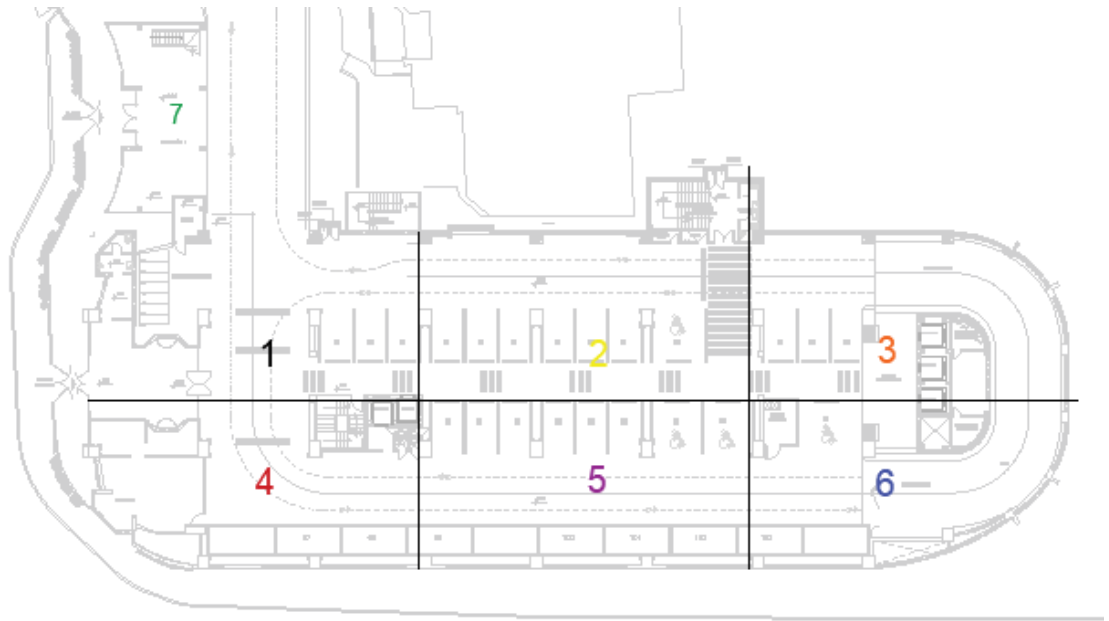
Primer Piso/N+3. 24



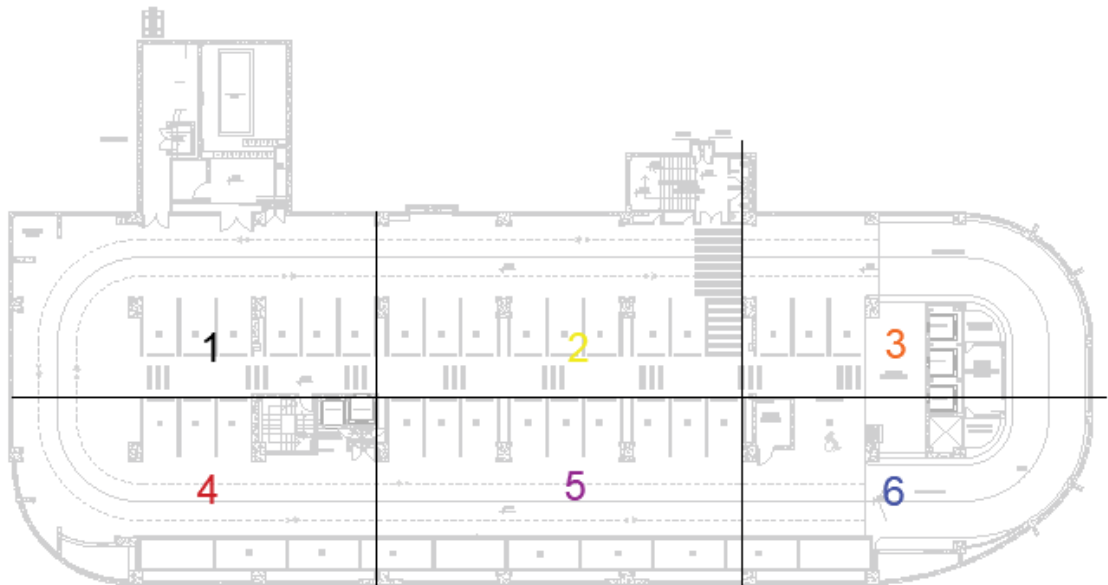
PLANTA PRIMER PISO/N+3.24



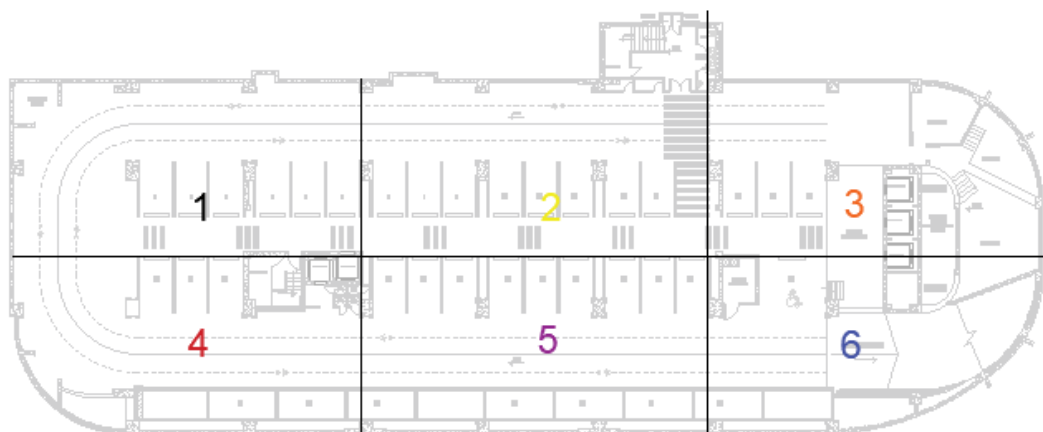
PLANTA BAJA N+/-0.00



PLANTA SUBSUELO UNO/N-3.24



PLANTA SUBSUELO DOS/N-6.46



PLANTA SUBSUELO TRES/N-B.72

### 3.3 CONSECUENCIAS

Durante los once días que duró las protestas del 19 de octubre del 2019, el Ecuador se vio sumido en un estado de crisis que tuvo un efecto negativo en el ámbito económico, social, político y cultural.

Los eventos suscitados durante el paro desequilibraron al país, actos de violencia y vandalismo, el bien público más afectado fue el complejo de la CGE y su incendio fue también el hecho que más sobresaliente por dos razones principales: la primera es la cantidad de información irremplazable que se almacenaba en el edificio y la segunda es la magnitud de los daños infringida a las instalaciones por ende el tiempo y costo de su reconstrucción.

A continuación, se describe las consecuencias que tuvo la inhabilitación del edificio a corto y largo plazo.

La Contraloría General del Estado (CGE), ofrece varios servicios, entre los que están: control del adecuado uso de los recursos públicos y de la consecución de las metas institucionales, lectura de informes de auditoría, la absolución de consultas, recepción

de denuncias, recepción de Declaraciones Patrimoniales Juramentadas, emisión de certificados de responsabilidad, capacitación a la ciudadanía en temas de control social y a los servidores públicos en el adecuado manejo de los recursos públicos, entre otros. (Contraloría General del Estado, 2021)

Se brinda atención a estos servicios en todas las provincias del país en las “Direcciones Provinciales”, siendo la planta central en Quito. El 57% del total de actividades institucionales de la CGE se las realiza en la matriz (Quito).

Las consecuencias del incendio según el informe 2019-DP-006 de evaluación Estructural emitido por el Cuerpo de Bomberos es la inhabilitación por completo para su uso, por lo que la Contraloría General del Estado se encuentran efectuando sus actividades y brindando los servicios a la ciudadanía desde diferentes ubicaciones.

Como se mencionó, estaba próxima la recepción definitiva del edificio, por lo que el personal comenzó con el uso del espacio, movilizándolo documentos, y desocuparon los espacios que habían estado usando. A partir del incendio, se movilizaron otra vez diferentes departamentos que conforman el CGE a distintas locaciones entre ellas: Petroecuador, Complejo Judicial, Banco del Estado, SRI, Superintendencia de Bancos, Superintendencia de Control de Mercado, Corte Nacional de Justicia, Escuela Politécnica Nacional, Corporación Nacional de Telecomunicaciones, Ministerio de Transporte y Obras Públicas, entre otras que permiten el funcionamiento provisional de las actividades de la institución.

Existen dos problemas principales la primera es que al no tener una instalación adecuada ha generado la disminución en la calidad, oportunidad y acceso a los servicios que la CGE oferta. Y la segunda es que, si bien la mayor parte de las

instituciones donde se ha albergado a los funcionarios de la CGE son públicos, se ha incurrido en un elevado costo de arrendamiento de espacios para el funcionamiento de esta institución.

#### **4 CAPITULO IV: INTERVENCIÓN TÉCNICA**

Una obra civil está compuesta por diferentes ramas especializadas de ingeniería, siendo las principales: Civil, Eléctrica, y Mecánica. En función de la magnitud del proyecto se divide la construcción por ingenierías, sistemas en función al tipo de ingeniería que la desarrolla (sistema contra incendios, red hidrosanitaria, ventilación, domótica, entre otros) para tener un control sobre la ejecución especializado acorde a las normativas.

En la restitución no es diferente, la evaluación de daños y diagnostico debe realizarse por especialistas, en esta tesis se tomará dos de los sistemas más afectados en el incendio que son: la parte estructural y el sistema contra incendios.

Se detallan la propone la siguiente secuencia general de actividades iniciales:

- Retirar el mobiliario, elementos que se pueda recuperar y usar, también documentación que están en buen estado.
- Para el tratamiento de los escombros y materiales a ser removidos se debe definir y delimitar áreas: a) las áreas donde se hará acopio de los escombros en cada piso, y b) los lugares en donde se ubicarán las tuberías bajantes de escombros.
- Retirar materiales que generen un riesgo para las personas que van a hacer labores de limpieza de los escombros como es el caso de vidrios rotos en diferentes áreas.
- Retirar los escombros en las áreas que sufrieron la mayor afectación ocasionada por el incendio.
- Limpiar todas las áreas afectadas, aquéllas por donde se han desalojado los escombros.

## 4.1 PROTOCOLO DE EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS AFECTADAS POR UN INCENDIO

En esta sección se describirán los pasos necesarios para realizar la evaluación de estructuras que han sido afectadas por incendios.



Ilustración 12: Protocolo de evaluación

Como se puede observar en la ilustración 12 todo el proceso de evaluación debe comenzar con la revisión de las propiedades técnicas de los elementos estructurales, una vez obtenido el visto bueno de la evaluación estructural se puede comenzar con la reconstrucción de la infraestructura.

## 4.2 EVALUACIÓN DE DAÑOS

Con el propósito de cuantificar consistentemente el impacto técnico de los eventos que atravesó el edificio tras el incendio en las fechas mencionadas, se realiza una propuesta

de protocolo con la finalidad de evaluar el impacto en la integridad del edificio en las dos áreas de ingeniería planteadas (análisis estructural y sistema contraincendios)

Mediante análisis propuesto, las estimaciones, tendrán como objetivo principal presentar datos relevantes para prevenir el mecanismo de solución adecuado y legal de las afectaciones que permitan continuar con el proceso de rehabilitación del edificio.

En el caso de la incidencia de un evento catastrófico (Incendios, sismos, inundaciones, colapsos de casas, entre otros) la primera acción es llamar al grupo de emergencia. Los encargados de proporcionar asistencia son el Cuerpo de bomberos, ellos están capacitados para brindar ayuda en cualquier escenario.

En el caso de incendios el cuerpo de bomberos emite dos informes:

- Informe de evaluación estructural: El cual tiene como objetivo identificar y analizar las áreas con mayor afectación estructural por el incendio ocurrido.
- Informe de investigación de causa de incendio: el fin es determinar las áreas de origen del incendio, fuentes de ignición y posibles causas.

Mediante la evaluación visual y fotográfica se determinó lo siguiente:

Se evidencia el desprendimiento de la pintura y recubrimientos de algunos elementos estructurales a causa de la exposición de altas temperaturas por un periodo prolongado de tiempo de vigas y columnas en los niveles de acuerdo a la descripción del informe técnico, por lo que se presume que existe la disminución en la resistencia del hormigón, más aún si se verifica que las temperaturas superaron los 380 C, donde el hormigón pierde sus características propias de resistencia.

Resumen:

NIVEL	PLANTA	USO	AFECTACIÓN
N+23.76		7 CAFETERIA Y OFICINAS	NO
N+20.16		6 TALENTO HUMANO Y ARCHIVO	SI
N+16.56		5 RESPONSABILIDADES Y PROYECTOS	SI
N+12.96		4 PREDETERMINACIÓN	SI
N+9.72		3 PARQUEADEROS	SI
N+6.48		2 PARQUEADEROS	NO
N+3.24		1 PARQUEADEROS	NO
N+0.00	PLANTA BAJO	PARQUEADEROS	NO
N-3.24	SUBSUELO 1	PARQUEADEROS	SI
N-6.48	SUBSUELO 2	PARQUEADEROS	NO
N-9.72	SUBSUELO 3	PARQUEADEROS	NO

Se recomendó realizar ensayos de resistencia de los elementos estructurales afectados por el incendio.

“Evitar la intervención de las edificaciones para actividades de limpieza, adecuación, readecuación entre otras actividades previo al análisis y valoración de resultados obtenidos en los ensayos no destructivos.”

### **4.3 INVENTARIO DE DAÑOS**

Primero se realiza una inspección visual técnica de cada ingeniería, tomando como referencia los rubros. Todo proyecto lleva una planificación y si es llevado adecuadamente, cuenta con el monitoreo de la ejecución diario, de no ser el caso también se lleva un control mensual plasmado en las planillas de avance de obra.

Después del incendio como lo mencionamos en la cronología de hechos se emitió un informe de los bomberos en el cual se presenta la causa de los incendios y también las zonas con mayor afectación. En este caso son los focos donde el incendio comenzó (quinto piso y tercer piso).

Con el uso de esta herramienta se debe realizar un recorrido por todo el proyecto los 4 pisos de oficina, 4 pisos de parqueadero y subsuelos se los evalúa a detalle, se levanta un registro fotográfico y cuantificación de daños.

Primero se debe realizar la evaluación estructural, el objetivo de la inspección visual es determinar los puntos críticos (lugares más afectados por el incendio), en los cuales será necesario la intervención de especialistas que realizaran pruebas como: extracción de núcleos en elementos estructurales, ensayos de ultrasonido, ensayos de carbonización, entre otros).

Cabe recalcar que, como alcance de la inspección visual, solo se podrá identificar fallas de fácil percepción, existen fallas como micro fisuras en elementos que se presenta por altas temperaturas, los cuales deben ser revisadas por un especialista.

Como resultado de la inspección visual se tendrá un resumen de las áreas afectadas por piso, en el cual se define 3 niveles de afectación bajo, medio y alto.



En función de lo observado en obra, siendo

Alto ■



*Ilustración 13: Piso 4, zona altamente afectada por el incendio*  
Fuente: CEE



*Ilustración 14: Piso 5, zona afectada por el incendio*  
Fuente: CEE



*Ilustración 15: Piso 5, cajetines afectada por el incendio*

Fuente: (Cuerpo de bomberos del Distrito Metropolitano de Quito , 2019)

Se observa el daño no solo a nivel de mampostería y acabados, si no gran afección a la estructura. Necesidad de intervención técnica por parte de especialistas, múltiples sistemas afectados

Medio ■



*Ilustración 16: Piso 5 lado norte, zona afectada por el incendio*  
Fuente: CEE



*Ilustración 17: Piso 4 zona afectada por el incendio*  
Fuente: CEE

Evidencia de incendio, afectación del calor a elementos, pero no notable daño estructural, necesidad de revisión técnica por parte de especialistas.

Baja



*Ilustración 18: Piso 4 oficinas afectadas por el incendio*  
Fuente: CEE



*Ilustración 19: Piso 4 vidrios de oficina que cedieron ante el calor*  
Fuente: CEE

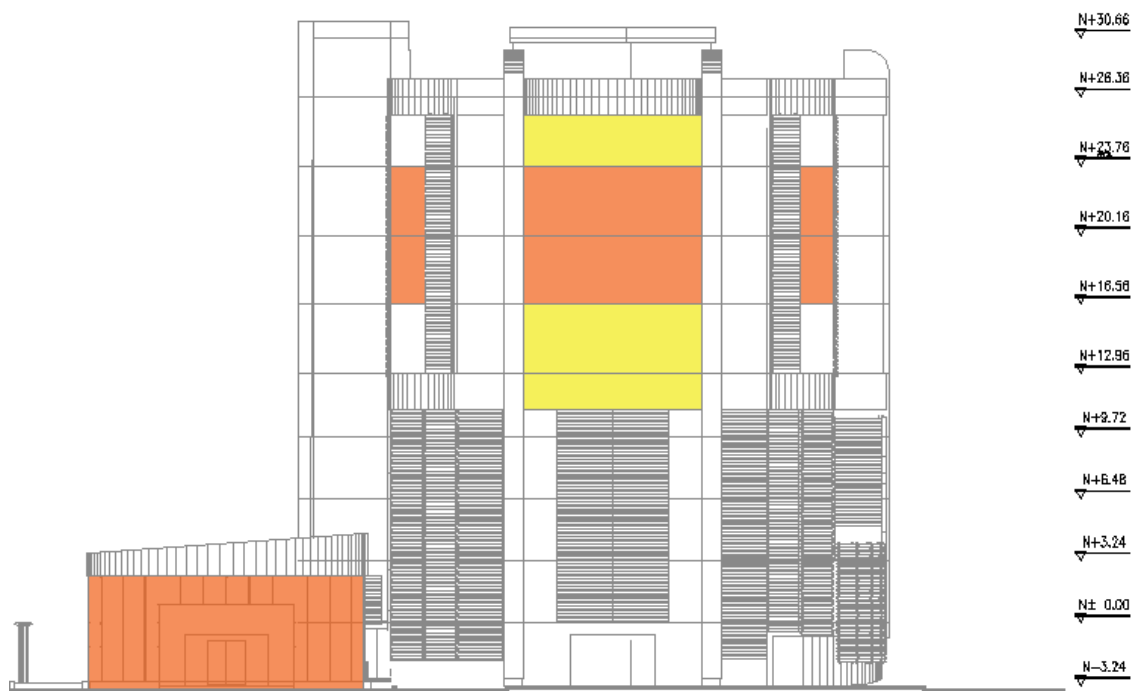
Más que el daño por las llamas directas generadas por el incendio, se observa incidencia del calor, gran cantidad de hollín lo cual sería necesario su remoción para comprobar el estado de los componentes.

### 4.3.1 IDENTIFICAR ÁREAS CON MAYORES DAÑOS

Una vez generado la inspección visual se propone un resumen de la evaluación preliminar de los daños generados por piso como se muestra:

### 4.3.2 PLANOS RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE DAÑOS INICIAL

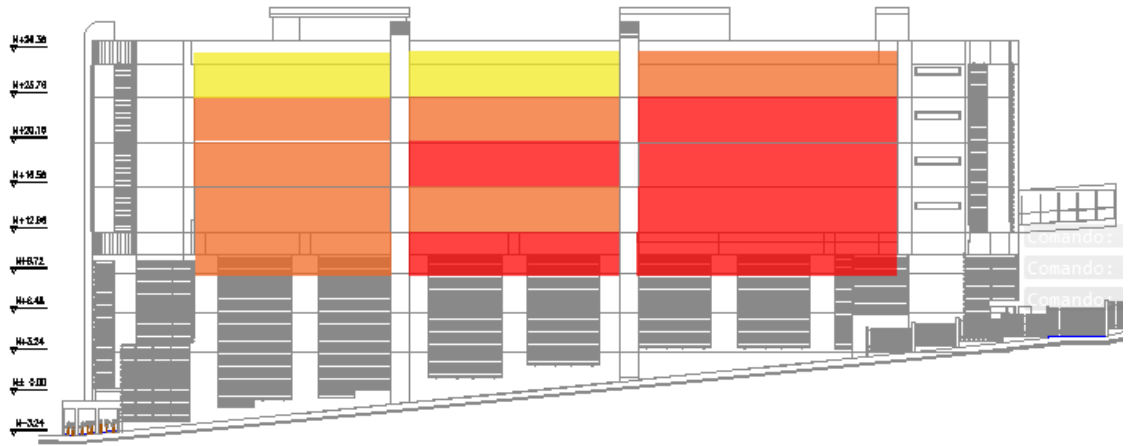
#### 4.3.2.1 Vista frontal (Fachada Norte: Av. Tarqui)



*Ilustración 20: evaluación inicial de daños vista frontal*

Fuente: CEE

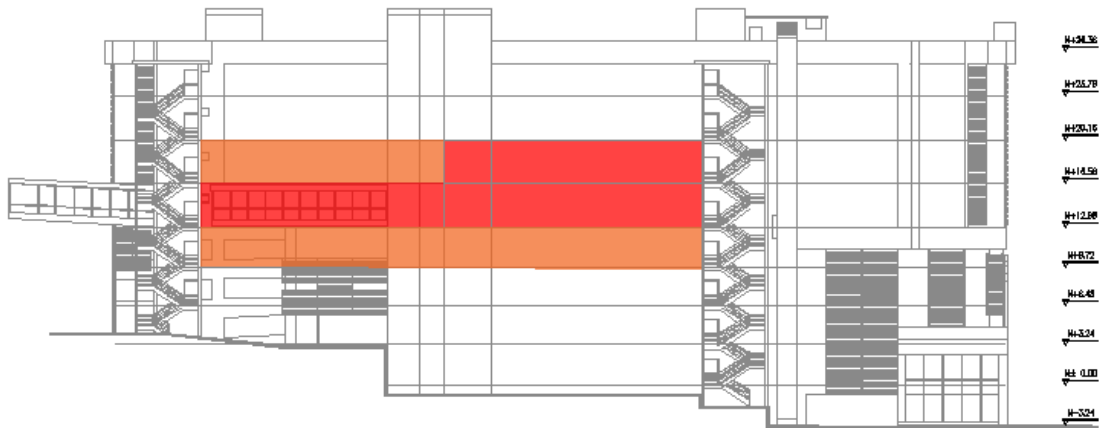
#### 4.3.2.2 Vista lateral (Fachada Este: Av. 6 de diciembre)



*Ilustración 21: evaluación inicial de daños vista lateral*

Fuente: CEE

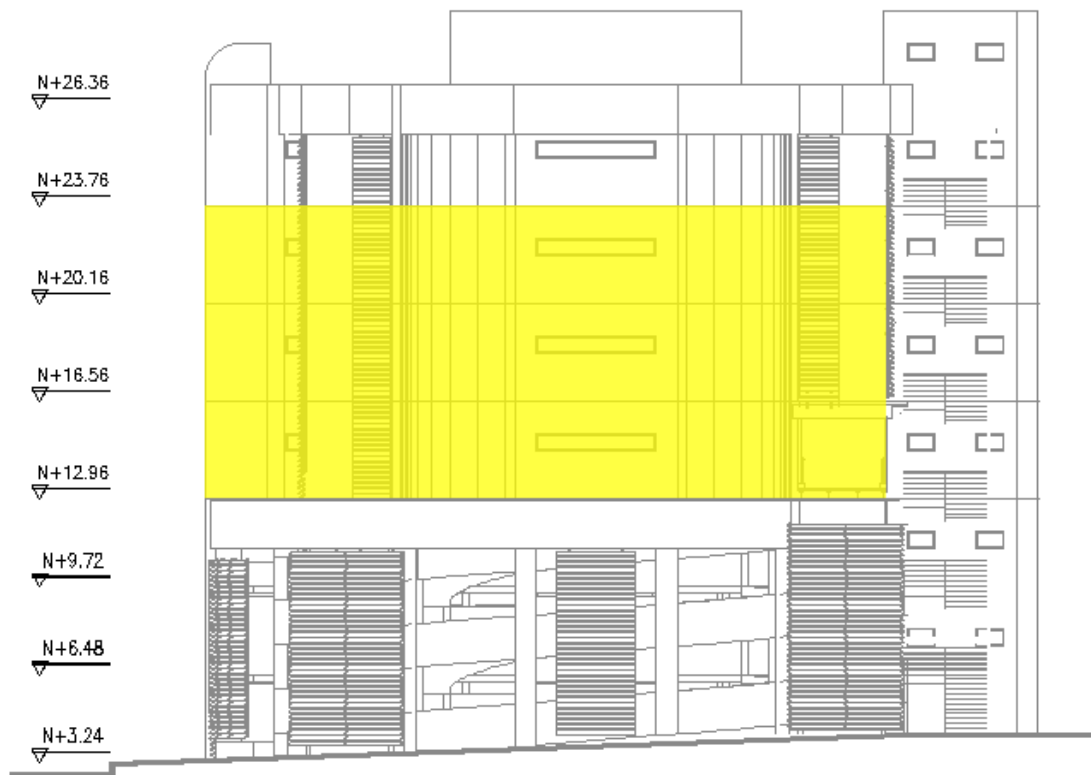
#### 4.3.2.3 Vista lateral (Fachada Oeste)



*Ilustración 22: evaluación inicial de daños vista lateral*

Fuente: CEE

#### 4.3.2.4 Vista posterior (Fachada Posterior)



*Ilustración 23: evaluación inicial de daños vista posterior*  
Fuente: CEE

## 4.4 DIAGNOSTICO

El Cuerpo de Bomberos es el encargado de realizar una evaluación preliminar de la estructura después del incendio, esta tiene como objetivo determinar cómo proceder, en muchos casos en la ciudad de Quito, en la que la mayoría de las infraestructuras son de hormigón armado, un evento como este no es de gravedad.

En el informe de bomberos, se emite una breve evaluación de estado de la edificación. Para el caso de estudio se emitieron las siguientes recomendaciones: realizar una evaluación estructural usando ensayos destructivos y no destructivos, se limitó el

ingreso a personal previo a los resultados de dicha evaluación. (Dirección de prevención y seguridad contra incendios , 2019)

En el caso de estudio la consultoría se realizó por la Universidad Central Del Ecuador (UCE), en el cual, una vez evaluado los daños, se realizó un modelamiento matemático tomando en cuenta las soluciones propuestas, como principal es el uso de fibras de carbono para cubrir los elementos estructurales con mayor afectación (piso 3, piso 4 y piso 5 y piso 6).

El modelamiento del edificio dio como resultado que después de realizado el reforzamiento estructural, el edificio se comportaría con características adecuados en función de uso público, con las características que ya se mencionaron, en su ocupación entre otros.

#### **4.4.1 PROTOCOLO DE EVALUACIÓN TÉCNICA DEL REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL**

Para realizar una evaluación técnica para el reforzamiento estructural en un edificio que ha presentado daños por un incendio, se lo realiza como a continuación:

- 1) Solicita información de proyecto:
  - a. Memoria de cálculo de construcción.
  - b. Planos de todas las ingenierías intervinientes en el edificio (hidrosanitario, contra incendios, eléctrico, entre otros)
  - c. Especificaciones técnicas del área estructural (construcción civil)
  - d. Ensayos realizados
- 2) Inspección visual
  - a. Identificar elementos con mayor afectación

- 3) Realizar ensayos
- 4) Emisión de informe

De acuerdo al Informe de evaluación estructural de los bomberos, después de los eventos ocurridos el 12 de octubre del 2019 en sus conclusiones indica que existió “la exposición de altas temperaturas por un periodo prologado de tiempo de vigas y columnas por lo que se presume que existe disminución en la resistencia del hormigón, más aún si se verifica que las temperaturas superaron los 380°C, donde el hormigón pierde sus características propias de resistencia.” En este mismo informe se recomienda “Realizar ensayos de resistencia en los elementos estructurales ..., a través de la aplicación en situ de ensayos no destructivos”. (Dirección de prevención y seguridad contra incendios , 2019)

#### **4.4.1.1 Normas y bibliografía y documentación utilizada**

El estudio se lo realizo en función a las normas vigentes de construcción en el año 2021

- Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC:
  - NEC-SE-RE Riesgo sísmico, Evaluación, Rehabilitación de Estructuras
  - NEC-SE-DS Peligro Sísmico, Diseño Sismo Resistente
  - NEC-SE-CG Cargas no Sísmicas
  - NEC-SE –HM Estructuras de Hormigón armado
- Guía práctica para evaluación sísmica y rehabilitación sísmica

#### **4.4.1.2 Estimación de daños**

Para determinar las zonas más afectadas y seleccionar los elementos claves para realizar una evaluación estructural integra, se realizó una inspección visual de todo el

proyecto por personal técnico especializado en reforzamiento estructural en el cual se evidenciaron diferentes patologías, tomando los diferentes parámetros.

- **Coloración**

Los elementos de hormigón armado al estar expuestos a altas temperaturas, llegan a tomar diferentes colores en función al calor expuesto.

TEMPERATURA	COLOR
0- 300°C	Gris natural
300 – 600°C	Rosado
600 – 900°C	Gris claro
> 900 °C	Blanco o amarillo claro

*Tabla 4: Temperatura-Color*

Fuente: Husni et all, 2003

- **Fisuración**

El desarrollo de tensiones de origen térmico debido a la alta temperatura de los elementos de hormigón expuestos, y posterior proceso de enfriamiento, provocó la pérdida del calor de hidratación a diferentes velocidades, existiendo cambios diferenciales de volumen y finalmente el fisuramiento del elemento estructural.

CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Microfisuras: $e < 0,1$ mm	Carecen de importancia
Fisuras: $0,1 < e < 0,2$ mm	Poco peligrosas, salvo en ambientes agresivos que favorecen a la corrosión
Macrofisuras: $0,2 < e < 0,4$ mm	Repercusiones estructurales de importancia
Grietas: $0,4 < e < 1,0$ mm	Reducción en la capacidad sismo - resistente
Fractura: $1,0 < e < 5,0$ mm	
Dislocación: $e > 5,0$ mm	

*Tabla 5: Magnitud de fisuras*

Fuente: Husni et all, 2003

- **Spalling**

En las zonas de mayor afectación se evidenció desprendimiento del hormigón de forma violenta o por debilitamiento del mismo, también llamado spalling; dejando al descubierto el hormigón “fresco”, que queda expuesto a un calor intenso, lo que reproduce el proceso de desprendimiento a mayor velocidad. Este efecto es inmediato, por lo que el hormigón de recubrimiento salta durante el incendio, es decir que la superficie interior y las barras de acero quedan expuestas.

- **Corrosión**

Existen zonas de gran afectación, donde después del spalling, la armadura ha quedado expuesta (mallas electrosoldadas en losas), evidenciando la corrosión.

- **Dilatación de acero**

El acero al tener una resistencia al fuego menor que la del hormigón, ya que a los 250°C comienza una baja considerable de su resistencia, además de ser un material conductor, que

puede trasladar el aumento de temperatura a otros puntos y elementos, se vio afectado notablemente.

#### 4.4.1.3 Pruebas y Resultados

Se realizaron Ensayos No Destructivos (END) y Ensayos Destructivos (ED) sobre probetas testigo extraídas de elementos estructurales de acuerdo al siguiente resumen general:

<b>BLOQUE D OFICINAS Y PARQUEADEROS</b>								
<b>ENSAYOS REALIZADOS</b>								
ITE M	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD					CANTI DAD TOTAL
			SB1	PA3	PA 4	P A 5	P A 6	
1	Extracción de núcleos de hormigón, preparación de la muestra y ensayo a compresión	u	6	8	3	4	4	25
2	Resistencia indirecta a la compresión con la utilización del esclerómetro	u	7	23	5	5	8	48
3	Ensayo de Ultrasonido	u	11	31	8	7	8	65
4	Ensayo de Carbonatación	u	1	4	2	1	1	9

5	Escaneo magnético y determinación del acero	u	4	4	2	2	2	14
6	Ensayo de Dureza	u	0	3	4	5	4	16
TOTAL:								177

*Tabla 6: Resultados de las pruebas bloque D*  
Fuente: (Universidad Central del Ecuador, 2021)

Se tomó muestra de las zonas más afectados y también de elementos no afectado para determinar las propiedades de los elementos.

#### 4.4.1.3.1 Esclerómetros



*Ilustración 24: Extracción de nucleos*  
Fuente: (Dirección de prevención y seguridad contra incendios , 2019)

Utilizado para medir de manera aproximada la resistencia a la compresión superficial en un elemento de hormigón, de acuerdo a la norma ASTM C805. Se utilizó el esclerómetro marca MATEST con una energía de impacto de 2,207 Joule (N-m) y un rango de medición: 10 hasta 120 N/mm<sup>2</sup>. Las superficies fueron preparadas previo al ensayo conforme especifica la normativa

BLOQUE D OFICINAS Y PARQUEADEROS			
PIS O	IDENTIFICACIÓN	ÍNDICE	f' <sub>c</sub> (Mpa)
P4	COLUMNA F5	28.6	23
P4	VIGA F 5'-6	34.6	28
P4	VIGA F 5-4'	35.1	28
P4	NERVIO 6 F-I 6' I- F	40.0	32
P4	NERVIO 4' F-I 5 I- F	46.8	37
P5	COLUMNA C6	38.1	30
P5	VIGA 5' A-B'	33.2	27
P5	VIGA C" 7'-8	42.2	34
P5	VIGA 5 F-G	38.0	30
P5	NERVIO 5 A-B' 5' B'-A	40.3	32

P6	COLUMNA A9	30.9	25
P6	VIGA 8 A-B'	34.2	27
P6	VIGA B' 8-8'	32.9	26
P6	VIGA B 9-10	40.1	32
P6	VIGA A 9-10	43.4	35
P6	NERVIO 11 B-C 12 C-B	46.6	37
P6	NERVIO 8' C-C' 9 C'-C	49.2	39
P6	LOSA 5 A-B' 5' B'- A	39.4	32

*Tabla 7: Resultados de las pruebas bloque D*  
Fuente: (Universidad Central del Ecuador, 2021)

#### 4.4.1.3.2 Extracción y rotura de núcleos



*Ilustración 25: Extracción de núcleos*

Fuente: (Dirección de prevención y seguridad contra incendios , 2019)

Se extrajeron 40 núcleos de 2 pulgadas de diámetro y altura conforme lo estipula la norma ASTM C42, realizando perforaciones en los elementos de hormigón, los cuales

fueron ensayados en las instalaciones del Laboratorio de Ensayo de Materiales y Modelos de la Universidad Central del Ecuador en la prensa SERVO PLUS para compresión de 1500 KN usando refrentado adherido de mortero de azufre.

<b>BLOQUE DE OFICINAS Y PARQUEADEROS</b>		
<b>f'c (MPa)</b>	<b>PROMEDIO (MPa)</b>	<b>% VARIACIÓN</b>
> 35	40.9	<b>REFERENCIA</b>
30 - 35	32.4	21%
< 30	27.4	33%

<b>BLOQUE D OFICINAS Y PARQUEADEROS</b>		
<b>PISO</b>	<b>IDENTIFICACIÓN</b>	<b>f'c (Mpa)</b>
SUB1	VIGA 9 F-E'	32.9
SUB1	VIGA F 9-9'	43.6
SUB1	VIGA 9' F-E'	45.3
SUB1	VIGA C 9-9'	43.4
SUB1	LOSA C 9-9' E' 9'-9	27.9
SUB1	DIAFRAGMA E'8-F8	37.0
P3	COLUMNA C'4	30.4
P3	COLUMMNA C3	27.7
P3	VIGA C 3'-4	28.9
P3	VIGA 3' C-C''	37.4
P3	VIGA C' 4'-4	40.1
P3	VIGA 4 C'-F	39.8
P3	VIGA F 4-4'	26.8
P3	VIGA 4 B'-C	33.6
P4	COLUMNA F5	18.8
P4	VIGA F 5-5'	32.2
P4	VIGA F 5-4'	27.5

*Tabla 8: Resultados de las pruebas bloque D*  
Fuente: (Universidad Central del Ecuador, 2021)

Nótese que los valores obtenidos en los elementos no afectados y con afectación media del bloque D Oficinas y Parquaderos son mayores a la resistencia a la compresión especificada a los 28 días de 280 Kg/cm<sup>2</sup>

#### **4.4.1.4 Conclusión del reforzamiento estructural**

En los niveles de afectación de las plantas afectadas, se realizará las propuestas de reforzamiento de acuerdo a los planos de detalle en función de las patologías encontradas, que incluye el escarificado de superficie, limpieza de armaduras expuestas, inyección de resina epóxica para la reparación de fisuras, sellado de micro fisuras con mortero proyectado y el reemplazo de tableros de losa alivianada en las zonas de mayor spalling. En las plantas altas 3 y 5, que contienen los niveles de mayor daño, adicional se incluirá el reforzamiento local de vigas y columnas con tela tejida de fibra de carbono cosida unidireccionalmente, con procesos de aplicación en húmedo.

- Los ensayos de ultrasonidos permitieron verificar la homogeneidad del hormigón, encontrando que en la mayoría de elementos se tienen uniformidades entre excelente y bueno. En el caso de las columnas de planta baja del bloque A Matriz, así como en los elementos que sufrieron mayor daño en el bloque D Edificios y Parquaderos, se tienen velocidades ultrasónicas menores a 3.000 m/s, es decir un hormigón con una homogeneidad pobre.
- En el levantamiento estructural realizado, así como en el escaneo de armaduras se verificó que, en el bloque A Matriz y D Oficinas y Parquaderos, las dimensiones de elementos estructurales son mayores a las mínimas establecidas en la normativa actual.
- El bloque D Oficinas y parquaderos, después de aplicada la estrategia de reforzamiento, presenta derivas inelásticas menores al 2%, y su desempeño cumple los objetivos de rehabilitación solicitados en la NEC.

- En los elementos estructurales de mayor afectación, plantas altas 3 y 5 del bloque D Oficinas y Parqueaderos, se realizará el reforzamiento mediante la inclusión de tela tejida de fibra de carbono CFRP, a fin de no incrementar el peso de la estructura considerando las bajas densidades de este material, el tiempo corto de instalación y a la facilidad del proceso constructivo.

#### **4.4.2 RESUMEN DE EVALUACIÓN TÉCNICA REHABILITACIÓN SISTEMA CONTRA INCENDIOS**

Características de la edificación a tomarse en cuenta:

- Tipo de edificación: parqueaderos y oficinas
- Ocupación: parqueaderos y oficinas
- Área bruta: 20336.65 m<sup>2</sup>
- Material de construcción: Hormigón Armado
- Número de plantas: 11 niveles
- Equipamiento para red contraincendios
- Equipos y controles para detectar fuego o humo, los cuales hacen actuar una señal y suprimir el fuego o humo

##### **4.4.2.1 Normativa aplicada en diseño inicial.**

El edificio de parqueaderos y oficinas de la Contraloría General del Estado, comenzó su construcción en el año del 2013, en el cual el estado contrato al Cuerpo de Ingenieros del Ejército para su construcción prevista para 2 años. Este constaba de 3 subsuelos parqueaderos y 4 pisos de parqueaderos. Se realizó un contrato para la ampliación del edificio en el cual se incluyó 4 pisos de oficinas y la terraza.

Para el diseño inicial del edificio de parqueaderos y oficinas de la Contraloría General del Estado su diseño por norma se basó en la NEC (Normativa Ecuatoriana de la Construcción) vigente en el año del 2013 para el cual se presentó la información inicial de construcción de edificios

#### 4.4.2.2 Normas

Todas las edificaciones con las características descritas en el capítulo anterior, cuentan con un sistema contraincendios diseñado bajo las normas generadas por la NFPA (National Fire Protection Association) en el Ecuador contamos con la norma NEC-HS-CI: Contra Incendios, la cual se basa en las normas generadas por la NFPA.

En el 2018 se generó un cambio en la normativa, en el artículo: mientras estaba en ejecución el proyecto por lo que tuvieron que añadir gradas de emergencia en el diseño anterior.

Para la reconstrucción no existió ningún cambio en el diseño del sistema contra incendios. A continuación, se detalla los componentes que conforman el sistema:

- Rótulos para todos los elementos del sistema considerado para prevención de incendios 439 del INEN.
- En este proyecto se dispone de escaleras Tipo A cerradas (centrales) y abiertas(perimetrales), según lo especificado en Tabla A, Art. 168 del Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección contra incendios.
- Para la utilización y ubicación de rociadores (sprinklers) se instalarán en una red a una distancia entre éstos de 4.25 a 4.5 m en todos los subsuelos o sectores de incendios considerados críticos según normativa NFPA 13
- La ubicación de los grupos generadores si existieren, estará colocados en el primer subsuelo y de acuerdo al NEC 70 con la respectiva ventilación para enfriamiento y desalojo de gases de combustión, señalización de acuerdo a norma NTE INEN 439, extintor y lámpara de emergencia. Los tanques de combustible estarán ubicados fuera de la edificación respetando las distancias de seguridad indicadas en el reglamento.

Para realizar el reforzamiento estructural, fue necesario remover todos los componentes y recubrimientos de los elementos estructurales, y no estructurales para poder verificar el grado de daño que tuvo el fuego sobre estos.

La tubería del sistema contraincendios, es de cobre, recubierta con pintura ignífuga que prevé el daño por exposición al fuego para que soporte por una cantidad de tiempo establecido. Pero no garantiza su funcionalidad después de la exposición prolongada al fuego.

En muchas zonas del edificio como en los parqueaderos, las tuberías que es uno de los rubros más prominentes no sufrieron gran afectación. Pero en otras zonas como en el piso 5, los componentes del sistema tuvieron que ser removidos en su totalidad.

#### **4.4.2.3 Estimación de Daños**

Se realizó un inventario de los componentes más afectados, en una etapa inicial se removió sola la tubería que, en las zonas de alta, media y baja afectación, en el resto del edificio se la mantuvo.

En los parqueaderos desde el subsuelo -3 al piso 2, se mantuvo la tubería. Pero en el resto de los pisos fue removida totalmente por que intervenía con trabajos de limpieza y remoción de escombros.

Se realizaron pruebas de estanqueidad y pruebas de presión en los pisos en los que se mantuvo la tubería, para comprobar su estado.

## 5 CAPÍTULO V: PLANIFICACIÓN

Como se mencionó en capítulos anteriores, el éxito de un proyecto se basa en su planificación, por esta razón diferentes instituciones han generado herramientas para la fácil administración de proyectos de manera general, entre ellos sobresale el Project Management Institute (PMI), que capacita a miles de profesionales alrededor del mundo en administración de proyectos.

A su vez el PMI, ha generado una herramienta útil para el desarrollo de proyectos de toda índole que es PMBok. El PMBoK es un instructivo que abarca todas las fases de un proyecto, brinda herramientas útiles para la gestión de proyectos.

“La dirección de un proyecto se realiza durante todo el ciclo de vida de este, el cual constituye las distintas fases que se superan desde el inicio hasta el cierre del proyecto. Las fases son variables en cantidad y nombres, presentan una secuencia lógica, un principio y un fin. Los proyectos varían en tamaño y complejidad, pero cada uno de ellos pueden configurarse en la siguiente estructura genérica de ciclo de vida” (Project Management Institute, 2013):



*Ilustración 26: fases del proyecto según PMI (2013)*

Fuente: Project Management Institute, 2013

La fase de organización y preparación del proyecto tiene como entregable el cronograma y presupuesto, base importante de su planificación. Vale recalcar que lo ideal para el desarrollo de un proyecto es que: la planificación se siga tal cual se presentó en el cronograma, aunque en la mayoría de los proyectos debido a diferentes factores (clima, cambios en los rendimientos calculados de mano de obra y maquinaria, demoras en procesos administrativo, entre otros) está sujeta a cambios a lo largo de la ejecución, por lo que se realizan Reprogramaciones.

En este capítulo se presenta, el desarrollo del presupuesto y cronograma de dos los sistemas más afectados e importantes para la rehabilitación del CGE. Para ello primero se define la secuencia de actividades, análisis de precios unitarios, estimación de duración de las actividades y como resultado se obtiene el cronograma, presupuesto y cronograma valorado de ambos sistemas.

Para el desarrollo de este capítulo y poder entrar en el tema de presupuestos-cronogramas, hay que entender las particularidades del desarrollo de la Rehabilitación de un edificio después de un incendio.

Tomemos el Caso del incendio de Notre Dame, este ocurrió en abril de 2019, la Catedral al momento del incendio estaba en un proceso de renovación, a los bomberos

les tomo más de 9 horas apagar el fuego y el 60% de la edificación se vio afectada.  
(BBC News Mundo, 2019)



*Ilustración 27: Incendio Notre Dame 2019*  
Fuente: BBC NEWS

Uno de los retos más grandes para la rehabilitación fue el retiro de los escombros que hasta el momento ha tomado más de 20 meses, cabe recalcar que la estructura de la catedral es mixto, hormigón-piedra pero el techo de este está compuesto por vigas de madera. La rehabilitación comenzó con un estudio de los daños, la intervención de los bomberos fue crucial para determinar si era prudente el ingreso del personal técnico especializado para cuantificar los daños a la estructura.

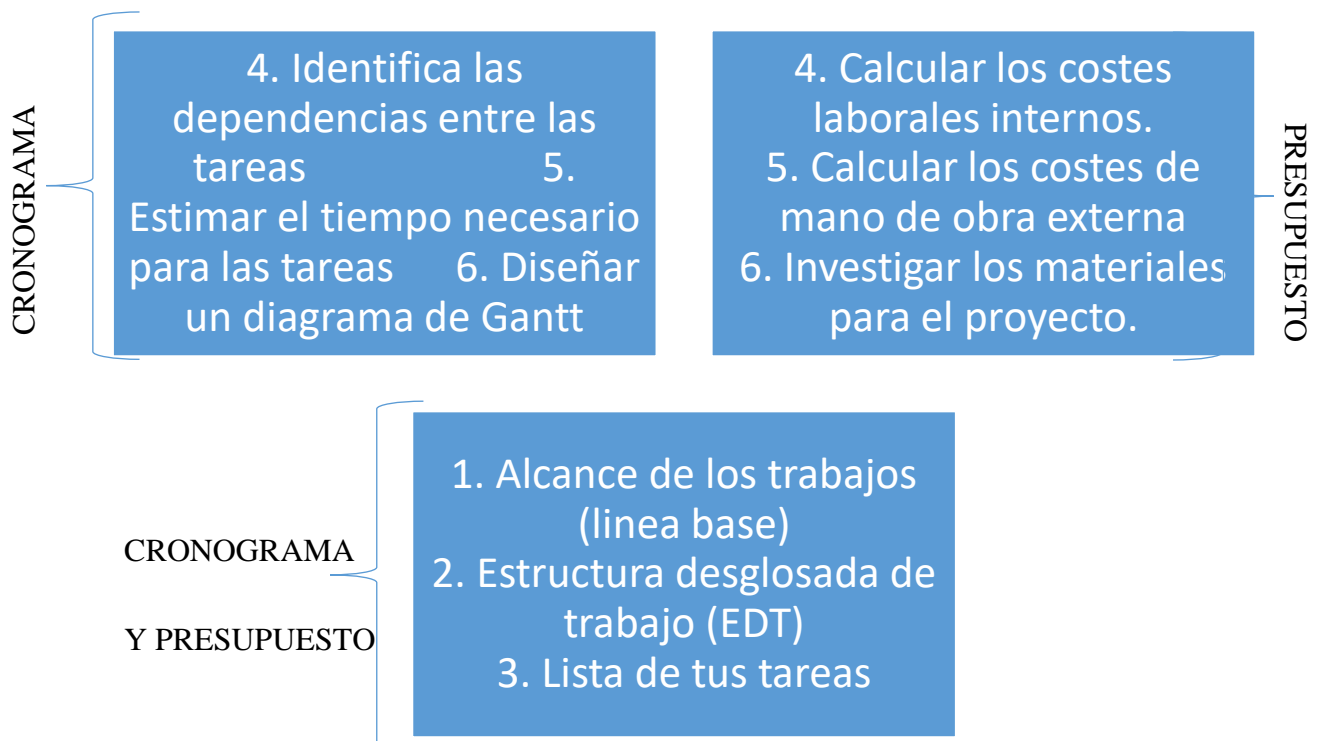
Se comenzó con el desalojo de escombros, que se usaban para la restauración, que se interponía en el ingreso a la catedral.

Estudios de estabilidad estructural se realizaron luego de la remoción de los escombros, que en su mayoría eran andamios externos usados para la rehabilitación

inicial. Al momento se encuentra aún en rehabilitación, debido a la complejidad se espera que para el 2026 se encuentre totalmente rehabilitado.

Al hacer una breve reseña del incendio de Notre Dame y al ser una obra icónica por su historia, se propuso desde el inicio del daño un proceso de rehabilitación, que hasta el momento no se encuentra definida, de aquí se denota la dificultad que puede llegar a tener la reconstrucción de cualquier estructura.

El Cronograma y Presupuesto de un proyecto están estrechamente relacionados, dependen el uno del otro, existe un proceso previo para el desarrollo de ambos como se muestra a continuación:



*Ilustración 28: Actividades para el desarrollo de presupuesto y cronograma*  
Elaborado por: Sarah Alomoto

Se definirá una línea base que sirve de punto de partida para el desarrollo de los demás temas.

## **5.1 INFORMACIÓN PREVIA AL DESARROLLO DEL CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO**

### **5.1.1 LÍNEA BASE DEL PROYECTO**

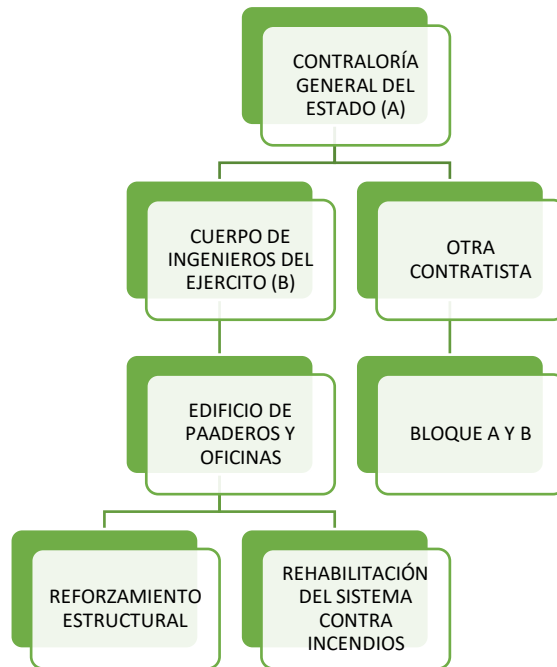
Para la línea base del proyecto de la Rehabilitación de la Contraloría General del Estado la dividimos en tres parte: La primera es la rehabilitación global, generada por el CGE, en el que se plantea realizar la rehabilitación de todo el complejo conformado por el bloque A,B y C.



*Ilustración 29: Complejo de la CGE*  
Fuente: Google Earth

El segundo, fue planteado por el Cuerpo de Ingenieros que fueron contratados para la rehabilitación del bloque D (Edificio de Parquaderos y Oficinas) y como parte de esta

rehabilitación se tiene la línea base de cada proceso a intervenir como se muestra a continuación.



*Ilustración 30: Composición del proyecto*

Elaborado por: Sarah Alomoto T

Cada una de las entidades presentes en la rehabilitación del complejo del CGE, planteo su propia planificación, que están entrelazadas, la global del CGE deriva a las otras dos líneas base, para este estudio tomaremos la ejecución realizada por el CEE y sus dos procesos de interés.

### **5.1.2 LÍNEA BASE A: ESPECIFICACIONES PROPUESTAS POR LA CGE.**

La CGE planteo un proceso general para la rehabilitación del complejo de la Contraloría el cual está constituido como se observa en la Tabla 9, proponiendo una línea base de forma global, con los siguientes parámetros.

**Nombre del Proyecto:** Rehabilitación Integral del Edificio Matriz de la Contraloría General del Estado

<b>PLAN PARA LA DIRECCIÓN DEL PROYECTO</b>	
NOMBRE DEL PROYECTO	Rehabilitación Integral del Edificio Matriz de la Contraloría General del Estado
CÓDIGO DEL PROYECTO	A
DIRECTOR DEL PROYECTO	PERSONAL ASIGNADO POR LA CGE
<b>LINEA BASE DEL PROYECTO A: Rehabilitación Integral del Edificio Matriz de la Contraloría General del Estado</b>	
<b>ALCANCE DEL PROYECTO</b>	
La rehabilitación del complejo de la CGE, de manera íntegra tomando en cuenta todos los sistemas, con el cual se hicieron los estudios iniciales en el 2013. se debe plantear algunos cambios en función a la funcionalidad del edificio, actualizaciones las normas de construcción y vigencia tecnológica.	
<b>OBJETIVOS DEL PROYECTO</b>	
<b>Objetivo general</b>	Rehabilitar la infraestructura física en la Contraloría General del Estado matriz, para brindar un óptimo servicio de control de los recursos públicos a la ciudadanía.
<b>Objetivos específicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconstruir los bloques A y B de la matriz de la CGE para que las unidades administrativas que funciona en dichas instalaciones cuenten con las condiciones necesarias para garantizar productos y servicios oportunos y de calidad para los servidores públicos y ciudadanía en general.</li> <li>• Reconstruir el edificio de parqueaderos y oficinas de la matriz la CGE para que los servidores que laboran en la CGE cuenten con espacios óptimos para potenciar la gestión institucional, asegurando la integridad de los procesos de ejecución de control.</li> </ul>
<b>CRONOGRAMA DEL PROYECTO</b>	
Su período de ejecución es de 9 meses contados a partir del inicio de la obra.	
<b>COSTO DEL PROYECTO</b>	
El monto establecido para la ejecución del proyecto es de USD23'013.058,23 incluido IVA	
PRE-INVERSIÓN	NO APLICA
INVERSIÓN	USD23'013.058,23 incluido IVA
CIERRE	NO APLICA
<b>EXCLUSIONES DEL PROYECTO</b>	
La CGE es una entidad encargada de controlar los recursos públicos para precautelar su uso eficiente, en beneficio de la sociedad, al ser una institución pública será el encargado de realizar un proceso de contratación para la ejecución del proyecto. Planteará las especificaciones para la rehabilitación, mas no será encargada de la ejecución.	
<b>ELABORADO POR</b>	
INSTITUCIÓN	FECHA
CGE	ene-21
<b>APROBADO POR</b>	
INSTITUCIÓN	FECHA
CGE	ene-21

*Tabla 9: línea Base A, planteada por la CGE*

Elaborado por: Sarah Alomoto T

Fuente: (Cuerpo de Ingenieros del Ejercito, 2021)

La línea base del proyecto propuesto por el CGE cuenta con un tiempo tentativo para la ejecución de 9 meses, cabe recalcar que en este tiempo no se considera el tiempo de estudios, ni el tiempo que toma ningún trámite administrativo como el desarrollo de los procesos para la ejecución de la obra hasta el momento en el que se adjudique la obra.

Esta línea base no forma parte del desarrollo del cronograma ni presupuesto de la presente tesis al ser un desarrollo global, con fines administrativos.

### **5.1.3 LÍNEA BASE B: ESPECIFICACIONES PROPUESTAS POR LA CCE.**

Para el objetivo de esta tesis, se tomará la información proporcionada por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército (CCE) encargado de la ejecución de la rehabilitación del Bloque D de Oficinas y Parqueaderos.

<b>PLAN PARA LA DIRECCIÓN DEL PROYECTO</b>	
NOMBRE DEL PROYECTO ORIGINAL	Construcción del Proyecto: Ampliación del Edificio Matriz: Edificio de Parqueaderos y Oficinas
NRO. CONTRATO ORIGINAL	Contrato Nro. RE-CGE-003-2013
NOMBRE DEL PROYECTO ACTUAL	Rehabilitación del Edificio Matriz: Edificio de Parqueaderos y Oficinas
NRO. CONTRATO ACTUAL	Contrato Complementario Ampliatorio de Plazo al Contrato Nro. RE-CGE-003-2013
DIRECTOR DEL PROYECTO	PERSONAL ASIGNADO POR EL CEE: Tcnr. de E.M Javier Antonio Armedáriz Naranjo / Mayo. de E. José Luis Aroca Pabón
<b>LINEA BASE DEL PROYECTO A: REHABILITACION DEL BLOQUE D DE OFICINAS Y PARQUEADEROS</b>	
<b>ALCANCE DEL PROYECTO</b>	

Luego de la grave conmoción nacional a causa de las manifestaciones sociales acontecidas en el 2019, el Edificio de la Contraloría General del Estado, fue afectado en su infraestructura a causa de una quema parcial que afectó el proceso de entrega recepción provisional parcial que se encontraba llevándose a cabo entre el Cuerpo de Ingenieros del Ejército y la Contraloría General del Estado. En tal virtud, las circunstancias ajenas a la voluntad de las partes, sumado al estado de excepción vigente a través del Decreto Nro. 884, incidieron en que luego del 13 de octubre de 2019 -fecha en la cual se consumó el incendio del edificio- se hagan los esfuerzos interinstitucionales a fin de alcanzar los recursos a través del Ministerio de Economía y Finanzas para la Rehabilitación del Edificio de la Contraloría General del Estado. Dadas las afectaciones presentadas, que incidieron en daños a los sistemas estructurales, arquitectónicos, mecánicos, hidrosanitarios, eléctricos, electrónicos; se asignaron \$10'100.583.24 dólares de los Estados Unidos de América sin IVA y se suscribió el Contrato Complementario Ampliatorio de Plazo al Contrato Nro. RE-CGE-003-2013 el 24 de julio de 2020 con la única finalidad de que la Contraloría General del Estado otorgue una ampliación de plazo para que el Cuerpo de Ingenieros del Ejército ejecute, termine y entregue, a entera satisfacción de la Contratante, la obra denominada: "AMPLIACIÓN DEL EDIFICIO MATRIZ: EDIFICIO DE PARQUEADEROS Y OFICINAS DE LA CONTRALORÍA GENERAL DEL ESTADO".

#### **OBJETIVOS DEL PROYECTO**

**Objetivo** **general**  
 • Rehabilitar el edificio de parqueaderos y oficinas de la matriz de la CGE para que los Servidores Públicos que laboran en estas instalaciones cuenten con espacios óptimos para potenciar la gestión institucional, asegurando la integridad de los procesos de ejecución de control.

#### **CRONOGRAMA DEL PROYECTO**

El cronograma de trabajos propuesto en la firma del Contrato Complementario Ampliatorio de Plazo al Contrato Nro. RE-CGE-003-2013 para la Rehabilitación del Edificio de Parqueaderos y Subsuelos de la Contraloría General del Estado fue de 11 meses, contados a partir del inicio de la obra (Ver Anexo "A"). Posteriormente y dadas las condiciones de la "Rehabilitación", sumado a las gestiones administrativas - contractuales, incidieron en que el Cuerpo de Ingenieros del Ejército, solicite a la Contraloría General del Estado, la Reprogramación Nro. 01 al Cronograma de Trabajos, la cual fue aprobada (Ver Anexo "B"). Finalmente, dadas las particularidades y condiciones de "Edificio Inteligente" se suma una nueva petición de prórroga de plazo en el proyecto, aprobándose la Reprogramación Nro. 03 al Cronograma de Trabajos y estableciéndose como fecha definitiva para la culminación de los mismos, el 31 de mayo de 2022. (Ver Anexo "C").

#### **COSTO DEL PROYECTO**

<p>El monto establecido para la ejecución del proyecto es de \$10'100.583.24 dólares de los Estados Unidos de América, sin IVA, debiéndose recalcar los siguientes actos administrativos con relación a la asignación de recursos para la ejecución del proyecto:</p> <p>1. Con fecha 24 de julio de 2020, se suscribe el Contrato Complementario Ampliatorio de Plazo al Contrato RE-CGE-003-2013, entre el Cuerpo de Ingenieros del Ejército y la Contraloría General del Estado. Conforme a lo estipulado en el Contrato Complementario, la ampliación de plazo se contará a partir de la fecha de asignación de los recursos por parte del Gobierno Central al Cuerpo de Ingenieros del Ejército, fecha desde la cual quedará automáticamente levantada la suspensión de la ejecución de la obra.</p> <p>2. Mediante Oficio N° EMS-005-AAAV-ACEMD-2020, de fecha 23 de diciembre de 2020, el Administrador de Contrato Nro. RE-CGE-003-2013, señala que mediante CUR Nro. 7263, de fecha 22 de diciembre de 2020, se ha realizado la primera transferencia por un valor de \$1.120.862,88 dólares de los Estados Unidos de América, incluido IVA.</p> <p>3. Mediante Oficio No. 53-DNGI-2021, de fecha 21 de mayo de 2021, se pone en conocimiento del Cuerpo de Ingenieros del Ejército que con fecha 18 de mayo de 2021 se ha realizado la transferencia de \$10'191.790,29 dólares de los Estados Unidos de América, incluido IVA, recursos establecidos para la ejecución de la rehabilitación de la Ampliación del Edificio Matriz: Edificio de Parquaderos y Oficinas de la Contraloría General del Estado.</p>	
COSTO DEL PROYECTO	El monto establecido para la ejecución del proyecto es de \$10'100.583.24 dólares de los Estados Unidos de América, sin IVA.
PRE-INVERSIÓN	No se erogaron recursos bajo la modalidad PRE-INVERSIÓN.
INVERSIÓN	Primer Desembolso: \$1.120.862,88 dólares de los Estados Unidos de América, incluido IVA. Segundo Desembolso: \$10'191.790,29 dólares de los Estados Unidos de América, incluido IVA.
CIERRE	Liquidación de recursos públicos, no se erogarán recursos adicionales.
<b>EXCLUSIONES DEL PROYECTO</b>	
<p>El proyecto engloba la rehabilitación de todo el edificio de Oficinas y Parquaderos de la Contraloría General del Estado, teniendo como objetivo la ejecución a cabalidad de todos los sistemas que se describieron en el contacto original, quedando a discreción de la constructora encargada de la ejecución (Cuerpo de Ingenieros del Ejército) la posibilidad de hacer uso de algunos componentes rescatados en el incendio.</p>	
<b>ELABORADO POR</b>	
INSTITUCIÓN	FECHA
CEE	jun-21
<b>APROBADO POR</b>	
INSTITUCIÓN	FECHA
CGE	jun-21

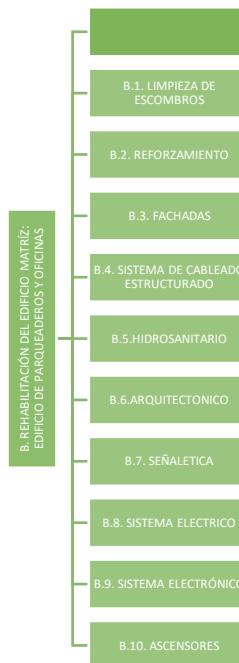
*Tabla 10: línea Base B, planteada por la CEE*

Elaborado por: Sarah Alomoto T

Fuente: (Cuerpo de Ingenieros del Ejército, 2021)

Como se muestra en la línea base del proyecto presentado por el CEE, este comenzó con un cronograma de 11 meses, el cual se modificó aumentando el plazo y realizando diferentes reprogramaciones en función a las necesidades que se presentaron en el proyecto con la respectiva aprobación de la fiscalización.

#### 5.1.4 EDT DEL PROYECTO



*Ilustración 31: EDT cuerpo de ingeniero del Ejército*  
Elaborado por: Sarah Alomoto T

El Cuerpo de Ingenieros del Ejército, presento un cronograma inicial, como se muestra en la Tabla 11 el reforzamiento estructural representaba el primer paso para iniciar con la Rehabilitación del Bloque D de oficinas y parqueaderos del CGE.

EDT	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
B.1	LIMPIEZA DE ESCOMBROS	100 días	mié 23/12/20	jue 1/4/21

<b>B.2</b>	REFORZAMIENTO	155 días	lun 1/2/21	lun 5/7/21
<b>B.3</b>	FACHADAS	213 días	lun 1/2/21	mié 1/9/21
<b>B.4</b>	SISTEMA DE CABLEADO ESTRUCTURADO	209 días	mié 16/6/21	lun 10/1/22
<b>B.5</b>	HIDROSANITARIO, CONTRAINCENDIOS HVAC	180 días	mié 16/6/21	dom 12/12/21
<b>B.6</b>	ACABADOS ARQUITECTONICOS	180 días	jue 8/7/21	lun 3/1/22
<b>B.7</b>	SEÑALETICA	129 días	jue 8/7/21	sáb 13/11/21
<b>B.8</b>	SISTEMA ELECTRICO	213 días	mié 16/6/21	vie 14/1/22
<b>B.9</b>	SISTEMA ELECTRÓNICO	155 días	mié 16/6/21	mié 17/11/21
<b>B.10</b>	ASCENSORES	270 días	mié 16/6/21	sáb 12/3/22

*Tabla 11: EDT de Rehabilitación del bloque D*  
Elaborado por: Sarah Alomoto T

Los tiempos que se presentan fueron los tiempos estimados para la rehabilitación, sujetas a cambios.

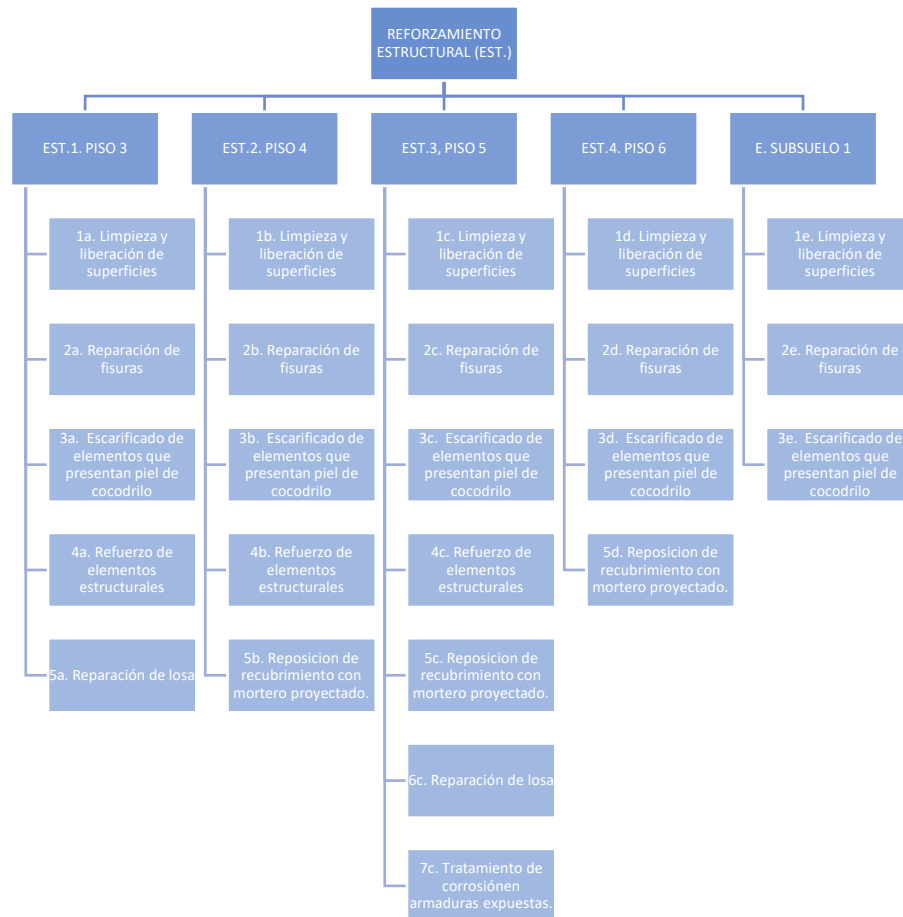
### **5.1.5 LÍNEA BASE, REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL (EST.)**

En el desarrollo lógico de las actividades y en términos técnicos el reforzamiento estructural es la base de la rehabilitación de un proyecto. A partir del buen desarrollo de este, se puede continuar con la ejecución de las demás ingenierías.

<b>PLAN PARA LA DIRECCIÓN DEL PROYECTO</b>	
NOMBRE DEL PROYECTO	EJECUCIÓN DE OBRA DEL REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL PROYECTO AMPLIACIÓN DEL EDIFICIO MATRIZ; EDIFICIO PARQUEADEROS Y OFICINAS DE LA CONTRALORÍA GENERAL DEL ESTADO
CÓDIGO DEL PROYECTO	EST.
DIRECTOR DEL PROYECTO	Personal asignado por el CEE
<b>LÍNEA BASE DEL PROYECTO: REHABILITACION DEL SISTEMA ESTRUCTURAL</b>	
<b>ALCANCE DEL PROYECTO</b>	
El alcance de este reforzamiento se circunscribe estrictamente a la modificación local de componentes, permitiendo que los elementos estructurales afectados en los pisos donde se provocaron los incendios, recuperen su resistencia y rigidez original.	
<b>OBJETIVOS DEL PROYECTO</b>	
Rehabilitar el sistema estructural del edificio de Parqueaderos y oficinas del CGE	
<b>CRONOGRAMA DEL PROYECTO</b>	
Su período de ejecución es de 75 días contados a partir del inicio de la obra.	
<b>COSTO DEL PROYECTO</b>	
El monto establecido para la ejecución del proyecto es de USD 240.821,87 mas IVA	
ANTICIPO	NO APLICA
INVERSIÓN	NO APLICA
CIERRE	100% CONTRAENTREGA
<b>EXCLUSIONES DEL PROYECTO</b>	
Se realiza el reforzamiento estructural en función de lo propuesto en el informe emitido por la Universidad Central del Ecuador (UCE).	
ELABORADO POR	
INSTITUCIÓN	FECHA
ESPE -INNOVATIVA	feb-22
APROBADO POR	
INSTITUCIÓN	FECHA
CEE-CGE	may-22

*Tabla 12: Línea base EST*  
Elaborado por: Sarah Alomoto T

## 5.1.6 EDT DEL REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL (ESTRUCTURA DE DESCOMPOSICIÓN DE TRABAJO)

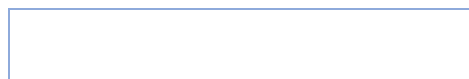


*Ilustración 32: EDT Reforzamiento Estructural*  
Elaborado por: Sarah Alomoto T

### 5.1.6.1 Lista de Actividades

En el informe Final (Universidad Central del Ecuador, 2021), se indica que por el incendio (calor y llamas) los elementos estructurales presentan los siguientes daños: fisuras en mapeo o piel de cocodrilo, corrosión, spalling, fisuras y microfisuras. Para cada uno de estos se propone un proceso que mitiga el daño.

### 5.1.6.2 HITOS DEL PROYECTO



<b>Adjudicación de la obra</b>
<b>Notificación de pago del anticipo</b>
<b>Obra civil subsuelo 1</b>
<b>Obra civil Piso 3</b>
<b>Obra civil oficina Piso 4</b>
<b>Obra civil oficina Piso 5</b>
<b>Obra civil oficina Piso 6</b>
<b>Planilla de obra Única</b>

*Tabla 13: Hitos del proyecto*  
Elaborado por: Sarah Alomoto T

<b>REFORZAMIENTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Escarificado de superficie (nervios piel de cocodrilo)</b>	Obtención de una superficie escarificada en las caras de los nervios, utilizando equipos mecánicos y la realización de la limpieza de la superficie expuesta con agua a presión.
<b>Sellado de micro fisuras con mortero proyectado f'c=400Kg/cm2 (nervios piel de cocodrilo)</b>	Protección de las caras de los nervios utilizando mortero proyectado de alta resistencia f'c=400kg/cm2, de características plásticas.
<b>Picado, limpieza y retiro de recubrimiento en vigas con micro fisuras (piel de cocodrilo):</b>	Retiro y desalajo del recubrimiento de vigas hasta máximo 3 cm obteniendo una superficie escarificada, utilizando equipos mecánicos y la realización de la limpieza de la superficie expuesta con agua a presión.

<b>Reemplazo de recubrimiento con mortero de proyección <math>f'c=400\text{Kg/cm}^2</math> en vigas hasta un <math>e=3\text{cm}</math> (piel de cocodrilo)</b>	Reposición del recubrimiento de los elementos estructurales utilizando mortero proyectado $f'c=400\text{Kg/cm}^2$ de características plásticas, se tiene que verificar la adherencia.
<b>Solución problemas de corrosión existentes, limpieza de armaduras expuestas, relleno con mortero de alta resistencia <math>f'c=400\text{Kg/cm}^2</math>, en nervios de losa</b>	Limpieza de armaduras expuestas, con aditivos anticorrosivos, limpieza de las superficies de hormigón con agua a presión y relleno de las mismas con mortero de alta resistencia $f'c=400\text{Kg/cm}^2$ de características plásticas. Se tiene que verificar la adherencia.
<b>Reparación de fisuras, inyección de resina epoxica en vigas (craquelado superficial)</b>	Reparación de las fisuras hasta máximo 0.4mm de espesor con la utilización de aditivos a base de resinas epóxicas.
<b>Reparación de fisuras, inyección de resina epoxica en columnas (craquelado superficial)</b>	Reparación de las fisuras hasta máximo 0.4mm de espesor con la utilización de aditivos a base de resinas epóxicas.
<b>Derrocamiento y retiro de losa (nervios y carpeta) (spalling)</b>	Derrocamiento y retiro de la losa afectada por el fuego, esta actividad se realiza con la utilización de equipo mecánico para corte de hormigón y derrocamiento, no se debe afectar a los elementos estructurales.
<b>Reemplazo de losa alivianada H.S. <math>f'c=280\text{Kg/cm}^2</math></b>	Encofrado, armado y hormigonado de losa alivianada $e=25\text{cm}$ , modulado 50x12x50
<b>Acero de refuerzo para losas, anclado con epóxico <math>f_y=4200\text{Kg/cm}^2</math></b>	Anclado estructural y armado del acero de refuerzo requerido en la construcción de losa alivianada de reemplazo.

*Tabla 14: Actividades del reforzamiento Estructural*  
Fuente: (Universidad Central del Ecuador, 2021)

En la Ilustración 20 , se muestra que en diferentes partes del edificio se presentaron mayor o menor cantidad de afectaciones por el incendio, por lo que se necesita

diferentes tratamientos para cada piso, existiendo pisos en los que no se necesita de reforzamiento.

Se propone dividir los hitos por piso. Tomando como el caso más crítico el piso número 5, en el que se presentan todos los daños presentados, las actividades generales son las siguientes:

<b>REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL</b>
<b>DERROCAMIENTO, LIMPIEZA, REMOCION DE ESCOMBROS.</b>
Limpieza y liberación de superficies
Escarificado de nervios de losa que presenta piel de cocodrilo
Escarificado de vigas que presenta micro fisuras y piel de cocodrilo
Corte, derrocamiento y desalojo de losa (nervios y carpeta) que presenta spalling
<b>TRATAMIENTO PARA MICROFISURAS, FISURAS Y MACROFISURAS</b>
Reparación de micro fisuras y recuperación de secciones con mortero proyectado $f'c=400\text{Kg/cm}^2$ en nervios de losa que presenta piel de cocodrilo. 1cm de espesor
Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en vigas que presentan craquelado superficial
Reparación de fisuras con inyección de resina epoxica de baja viscosidad en columnas que presentan craquelado superficial
Reposición de recubrimiento de vigas con mortero proyectado $f'c=400\text{ Kg/cm}^2$ , hasta 3cm de espesor

<b>REFUERZO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES CON CFRP</b>
Refuerzo de vigas con tejido de fibra de carbono CFRP 600gr/m <sup>2</sup> , con cordones de anclaje en Zona 3
Refuerzo de columnas con tejido de fibra de carbono CFRP 600 gr/m <sup>2</sup> en Zona 3
<b>TRATAMIENTO DE LOSAS</b>
Losa de hormigón simple de $f'c=280\text{Kg/cm}^2$ , de 25 cm de espesor, alivianada con casetones, incluye encofrado
Acero de refuerzo en barras $f_y=4200\text{Kg/cm}^2$ , anclado a vigas existentes mediante epóxico.
<b>TRATAMIENTO DE ACERO DE REFUERZO</b>
Tratamiento de corrosión en armaduras expuestas de nervios de losa y relleno con mortero de alta resistencia $f'c = 400\text{Kg/cm}^2$ .

*Tabla 15: desglose de actividades*

Fuente: Sarah Alomoto T

Las actividades mencionadas, son el resultado del estudio para el reforzamiento estructural. Desarrollado por la UCE, para tratar los daños a la estructura.

### **5.1.7 LÍNEA BASE, SISTEMA CONTRA-INCENDIOS (SCI.)**

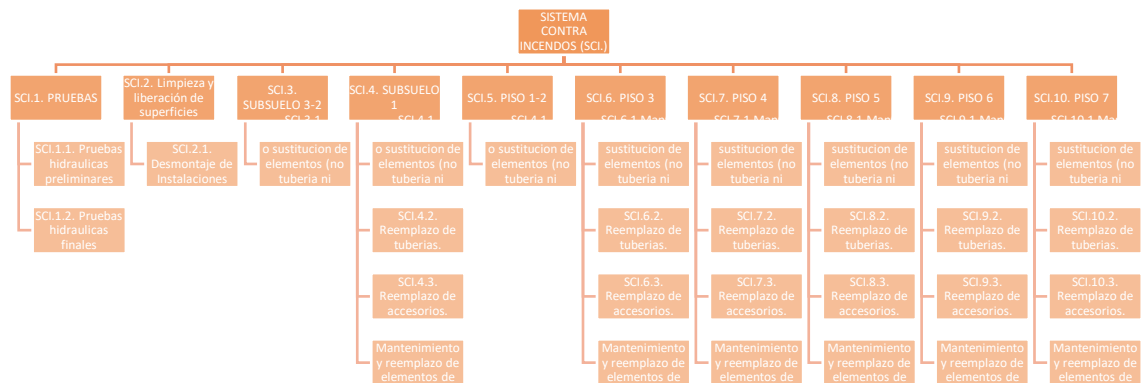
Como se mencionó uno de los sistemas más afectados fue el sistema contra incendios, se observa en la tabla.... De programación de la rehabilitación, una vez realizado el reforzamiento estructural, se comienza con la rehabilitación de los sistemas climatización, eléctrico, electrónico, hidrosanitaria, sistema contra incendios, entre otros.

En el caso particular de la rehabilitación del sistema contra-incendios se comienza su ejecución inmediatamente después de terminado el reforzamiento, ya que no depende del desarrollo de otros trabajos.

<b>PLAN PARA LA DIRECCIÓN DEL PROYECTO</b>	
NOMBRE DEL PROYECTO	EJECUCIÓN DE OBRA DE LOS SISTEMAS HIDROSANITARIO, CONTRAINCENDIOS, VENTILACIÓN MECÁNICA Y AIRE ACONDICIONADO PARA EL PROYECTO AMPLIACIÓN DEL EDIFICIO MATRIZ; EDIFICIO DE PARQUEADEROS Y OFICINAS DE LA CONTRALORÍA GENERAL DEL ESTADO
CÓDIGO DEL PROYECTO	SCI.
DIRECTOR DEL PROYECTO	Personal asignado por el CEE
<b>LÍNEA BASE DEL PROYECTO: REHABILITACION DEL SISTEMA CONTRA-INCENDIOS</b>	
<b>ALCANCE DEL PROYECTO</b>	
El alcance de este reforzamiento se circunscribe estrictamente a la modificación local de componentes, permitiendo que los elementos estructurales afectados en los pisos donde se provocaron los incendios, recuperen su resistencia y rigidez original.	
<b>OBJETIVOS DEL PROYECTO</b>	
Rehabilitar el sistema Contra Incendios del edificio de Parqueaderos y oficinas del CGE	
<b>CRONOGRAMA DEL PROYECTO</b>	
Su período de ejecución es de 120 días contados a partir del inicio de la obra.	
<b>COSTO DEL PROYECTO</b>	
El monto establecido para la ejecución del proyecto es de USD 551.232,23 mas IVA	
ANTICIPO	NO APLICA
PAGOS	PREVIO A LA PRESENTACIÓN DE LAS PLANILLAS
<b>EXCLUSIONES DEL PROYECTO</b>	
Se realiza la rehabilitación del sistema contra incendios, se tomaron en cuenta 4 pruebas hidrosanitarias, el resto de pruebas para verificar el estado preliminar del sistema son por parte de la contratista.	
ELABORADO POR	
INSTITUCIÓN	FECHA
Contratista	mar-22
APROBADO POR	
INSTITUCIÓN	FECHA
CEE-CGE	may-22

*Tabla 16: Línea base SCI*  
Fuente: Sarah Alomoto T

## 5.1.8 EDT SISTEMA CONTRA-INCENDIOS (ESTRUCTURA DE DESCOMPOSICIÓN DE TRABAJO)



*Ilustración 33: EDT Sistema Contra-incendios*

Elaborado por: Sarah Alomoto T

## 5.1.9 LISTA DE ACTIVIDADES SISTEMA CONTRA-INCENDIOS

Como se mencionó el sistema contra incendios tuvo que ser removido en su totalidad en los pisos más afectados, que son el primer subsuelo, el tercer piso de parqueaderos y en los pisos de oficinas.

Por lo que se intervino en todos los pisos y se tienen los siguientes entregables.

### 5.1.9.1 Hitos del proyecto

HITOS DEL PROYECTO
Adjudicación de la obra
Notificación de pago del anticipo
Subsuelo 3-2
Subsuelo 1
Pb-Piso 1-2
Piso 3
Oficina Piso 4
Oficina Piso 5
Oficina Piso 6
Oficina Piso 7
Planilla de Liquidación

*Tabla 17: Hitos del proyecto SCI*

Elaborado por: Sarah Alomoto T

ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN
<b>TUBERIA NEGRA ASTM-53 SCH 40, DIFERENTES DIAMETROS</b>	Operaciones que deberá ejecutar el Constructor para colocar la red de tuberías y accesorios del sistema contra incendios, las mismas que iniciando en las bombas de impulsión llegarán a cada salida de los gabinetes del edificio y a la red de rociadores. El rubro incluye el pintado de las tuberías con pintura esmalte color rojo chino.
<b>GABINETE CONTRA INCENDIOS</b>	Todos los componentes instalados y probados para mitigar un incendio mediante chorro de agua y extintor de polvo químico, que debe estar a la vista y al alcance de las personas adiestradas para estos incidentes.

<p><b>EXTINTORES INDIVIDUALES DE PQS Y DE CO2 DE 10 LB, CON SOPORTES</b></p>	<p>Este rubro se refiere a la instalación de extintores individuales en los diferentes ambientes de la edificación e irán colocados y distribuidos de acuerdo a lo diseñado y graficado en los planos.</p>
<p><b>ROCIADORES</b></p>	<p>las actividades que el constructor de la obra debe realizar para el suministro, instalación y prueba del dispositivo llamado rociador en ambientes con el fin de que, en un momento dado este dispositivo por el calor provocado en un incendio dispare el sensor permitiendo la salida de agua en forma de rociador para inundar el sitio y de esta manera evitar la propagación del fuego.</p>
<p><b>PRUEBAS HIDRÁULICAS</b></p>	<p>Procedimiento de trabajo y tolerancias.</p> <p>Una vez instalada la tubería con el alineamiento del proyecto, ésta deberá anclarse con los correspondientes bloques de anclaje de hormigón de la forma, dimensiones y calidad que defina el proyecto, ubicados en los codos, cambios de dirección horizontal y vertical, piezas y accesorios, para evitar en forma efectiva movimiento de la tubería originada por la presión hidrostática o golpe de ariete.</p> <p>La prueba hidrostática debe realizarse con la versión más reciente de la norma NFPA 25 (2020) que estable:</p> <p>"6.3.2.1 Las pruebas hidrostáticas de no menos de 200 PSI (13.8 bar) de presión durante 2 horas, o a 50 PSI (3.4 BAR) por encima de la presión máxima, donde la presión máxima excede 150 psi (10.3 bar), deben llevarse a cabo cada 5 años en los sistemas de montantes manuales y en los sistemas de montantes manuales secos y semiautomáticos, entre ellos las tuberías de la conexión del cuerpo de bomberos..."</p>
<p><b>SOPORTES PARA TUBERÍA</b></p>	<p>Los soportes o anclajes para la tubería que se instalará horizontalmente por cielo raso y verticalmente en ductos, se construirá con platinas 30 x 3 mm., preformados para abrazar la tubería para sostenerla</p>

	<p>relativamente fija y sujeta de la losa superior del piso mediante pernos de sujeción debidamente empotrados en el hormigón, de tal manera soporte el peso de la tubería y su contenido, así como también los efectos de la presión y caudal en movimiento.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Los anclajes se colocarán cada dos metros cuando se trate de tubería horizontal y cada 3 metros en tubería vertical.</li> <li>– El material de hierro a utilizarse será pintado con dos manos de pintura anticorrosiva cuando se trate de material no galvanizado.</li> <li>– Previo a la realización de las pruebas hidráulicas de las tuberías, los anclajes deben estar colocados a fin de probar su perfecta instalación y soporte.</li> <li>– El tipo y diseño de anclajes será aprobado por la fiscalización, para lo cual el Contratista debe presentar el modelo con suficiente antelación previo a la instalación.</li> </ul>
<b>DESMONTAJE DE INSTALACIONES</b>	<p>El desmontaje de tubería consiste en cortar un tramo o una red hídrica completa, dependiendo del trabajo a realizar. Se debe conseguir, luego del corte, piezas de fácil manipulación y posterior eliminación.</p>
<b>ACCESORIOS-SISTEMAS DE CONTRA INCENDIOS</b>	<p>Suministro e Instalaciones de reductores victaulico, tee victaulico, codos de 90 y 45 victaulico, juntas Bushing roscado de hierro negro, reducción roscada, unión roscada, tapón roscado, todos estos elementos son de diferentes dimensiones que sirven para acoplarse en el sistema de contra incendios.</p>

*Tabla 18: Actividades del Sistema Contra incendios*

Fuente: (Grupo Militar de Trabajo "Contraloría General del Estado", 2021)

## **5.2 CRONOGRAMA**

En el cronograma se detallan todos los pasos que se necesitan para la ejecución y finalización de un proyecto, partiendo desde su concepción hasta la entrega del mismo. Siendo el monitoreo del proyecto su fase final.

Se presenta una serie de pasos y requerimientos necesarios para llegar al desarrollo del cronograma como se muestra en la Ilustración 28 se establece una línea base, se crea el EDT y se obtiene una lista de tareas.

Estas tres actividades son la base para el desarrollo de los 3 siguientes pasos de determinar el cronograma:

4. Identificar la dependencia de las actividades
5. Estimar el tiempo necesario para las actividades
6. Diseñar un diagrama

### **5.2.1 SECUENCIAR ACTIVIDADES**

Secuenciar las Actividades es el proceso que consiste en identificar y documentar las relaciones entre las acciones del proyecto. El beneficio clave de este proceso es la definición de la secuencia lógica de trabajo para obtener la máxima eficiencia teniendo en cuenta todas las restricciones del proyecto.

Para realizar el proceso de rehabilitación, existen diferentes caminos, en función a lo determinado en las especificaciones técnicas de las formas de tratamiento de los daños, se propone lo siguiente:



*Ilustración 34: Resumen de secuencia de actividades reforzamiento estructural*  
Elaborado por: Sarah Alomoto T



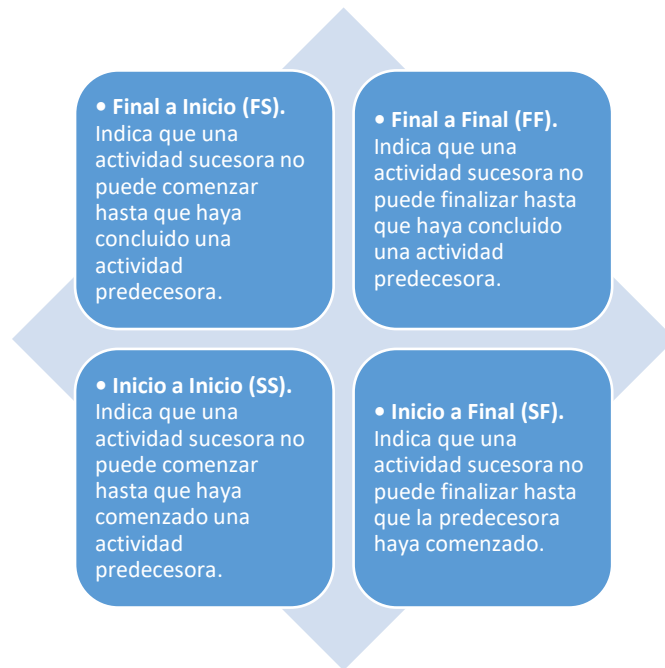
*Ilustración 35: Resumen de secuencia de actividades sistema Contra-Incendios*  
Elaborado por: Sarah Alomoto T

Para secuenciar actividades, primero es importante identificar las dependencias entre actividades y como se conectan entre ellas. Existen diferentes métodos para representar una secuencia de actividades, entre ellos está el método de diagrama de precedencia (PDM).

El PMD es una herramienta usada para la planificación, ejecución y monitoreo de proyectos de pequeña y gran escala.

Al detallar las actividades de un proyecto se identifican para establecer aquellas que puedan ejecutarse simultáneamente y hacia donde se desarrollara el resto de actividades, puede ir hacia delante o hacia atrás en el tiempo. La dependencia entre las actividades es mapeado en el diagrama de precedencia usando flechas.

Otro beneficio de este método es que sirve para fijar los tiempos y holguras, tiempo de inicio temprano y tiempo final. En este diagrama se facilita la identificación de oportunidades para hacer el proyecto más eficiente, acortando el tiempo de ejecución y por ende disminuyendo el presupuesto.



*Ilustración 36: Tipos de secuencia de actividades*  
Elaborado por: Sarah Alomoto T

### 5.2.1.1 Tipos de dependencias

- Dependencias obligatorias. – Actividades que son requeridas por contratos o las inherentes a la naturaleza del trabajo. La actividad sucesora siempre debe ser posterior a la actividad predecesora.
- Dependencias discrecionales. - Son las establecidas por estándares de mejores prácticas. La actividad sucesora debe ser posterior a la actividad predecesora, aunque las dos actividades se pueden realizar en otra secuencia si es necesario
- Dependencias externas. - La actividad depende de otra que se desarrolla fuera del proyecto, por ejemplo, no se puede iniciar la construcción de una edificación hasta que haya recibido el permiso de construcción.
- Dependencias internas. - Implica una relación de precedencia entre actividades del proyecto y están bajo el control del equipo del proyecto.

Bajo estos criterios y usando un software que facilita el desarrollo del cronograma como es el Project, se ordenan y determinan las dependencias de las actividades. Dando como resultado un diagrama con actividades que dependen la una de la otra como es el diagrama de red.

EDT	Nombre de tarea	Predecesoras EDT
<b>EST.</b>	<b>Reforzamiento estructural</b>	
<b>EST.1</b>	<b>OBRA CIVIL SUBSUELO 1</b>	
EST.1.1	Limpieza y liberación de superficies	
EST.1.2	Escarificado de nervios de losa que presenta piel de cocodrilo	EST.1.1
EST.1.3	Reparación de micro fisuras y recuperación de secciones con mortero proyectado $f_c=40$	EST.1.2
EST.1.4	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en vigas que presentan craquelado superficial	EST.1.1[FC+15 días]
<b>EST.2</b>	<b>OBRA CIVIL PISO 3</b>	
EST.2.1	Limpieza y liberación de superficies	
EST.2.2	Escarificado de nervios de losa que presenta piel de cocodrilo	EST.2.1
EST.2.3	Reparación de micro fisuras y recuperación de secciones con mortero proyectado $f_c=40$	EST.2.2
EST.2.4	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en vigas que pr	EST.2.1[FC+15 días]
<b>EST.2.5</b>	<b>Refuerzo de vigas con tejido de fibra de carbono CFRP 600gr/m2, con cordones de ancla</b>	
EST.2.5.1	Retiro de recubrimiento existente en vigas y columnas	
EST.2.5.2	Refuerzo de vigas con tejido de fibra de carbono	EST.2.5.1[FC+15 días];EST.2.7.2
EST.2.6	Reparación de fisuras con inyección de resina epoxica de baja viscosidad en columnas q	EST.2.1[FC+15 días]
<b>EST.2.7</b>	<b>Refuerzo de columnas con tejido de fibra de carbono CFRP 600 gr/m2 en Zona 3</b>	
EST.2.7.1	Retiro de recubrimiento existente en vigas y columnas	
EST.2.7.2	Refuerzo de vigas con tejido de fibra de carbono	EST.2.7.1[FC+15 días]
EST.2.8	Corte, derrocamiento y desalojo de losa (nervios y carpeta) que presenta spalling	

EST.2.9	Losa de hormigon simple de $f_c=280\text{Kg/cm}^2$ , de 25 cm de espesor, alivianada con caseto	EST.2.10
EST.2.10	Acero de refuerzo en barras $f_y=4200\text{Kg/cm}^2$ , anclado a vigas existentes mediante epóxi	EST.2.8
<b>EST.3</b>	<b>OBRA CIVIL OFICINA PISO 4</b>	
EST.3.1	Limpieza y liberación de superficies	
EST.3.2	Escarificado de nervios de losa que presenta piel de cocodrilo	EST.3.1
EST.3.3	Reparación de micro fisuras y recuperación de secciones con mortero proyectado $f_c=40$	EST.3.2
EST.3.4	Escarificado de vigas que presenta micro fisuras y piel de cocodrilo	EST.3.1
EST.3.5	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en vigas que pr	EST.3.1[FC+15 días]
EST.3.6	Reposición de recubrimiento de vigas con mortero proyectado $f_c=400\text{ Kg/cm}^2$ , hasta 3c	EST.3.4
<b>EST.3.7</b>	<b>Refuerzo de vigas con tejido de fibra de carbono CFRP 600gr/m<sup>2</sup>, con cordones de ancla</b>	<b>EST.3.1</b>
EST.3.7.1	Retiro de recubrimiento existente en vigas y columnas	
EST.3.7.2	Refuerzo de vigas con tejido de fibra de carbono	EST.3.7.1[FC+15 días]
EST.3.8	Reparación de fisuras con inyección de resina epoxica de baja viscosidad en columnas q	EST.3.1[FC+15 días]
<b>EST.4</b>	<b>OBRA CIVIL OFICINA PISO 5</b>	
EST.4.1	Limpieza y liberación de superficies	
EST.4.2	Tratamiento de corrosión en armaduras expuestas de nervios de losa y relleno con mor	
EST.4.3	Escarificado de nervios de losa que presenta piel de cocodrilo	EST.4.1
EST.4.4	Reparación de micro fisuras y recuperación de secciones con mortero proyectado $f_c=40$	EST.4.3
EST.4.5	Escarificado de vigas que presenta micro fisuras y piel de cocodrilo	EST.4.1
EST.4.6	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en vigas que pr	
EST.4.7	Reposición de recubrimiento de vigas con mortero proyectado $f_c=400\text{ Kg/cm}^2$ , hasta 3c	EST.4.5
<b>EST.4.8</b>	<b>Refuerzo de vigas con tejido de fibra de carbono CFRP 600gr/m<sup>2</sup>, con cordones de ancla</b>	
EST.4.8.1	Retiro de recubrimiento existente en vigas y columnas	
EST.4.8.2	Refuerzo de vigas con tejido de fibra de carbono	EST.4.8.1[FC+15 días];EST.4.10.2

EST.4.9	Reparación de fisuras con inyección de resina epoxica de baja viscosidad en columnas q	
<b>EST.4.10</b>	<b>Refuerzo de columnas con tejido de fibra de carbono CFRP 600 gr/m2 en Zona 3</b>	
EST.4.10.1	Retiro de recubrimiento existente en vigas y columnas	
EST.4.10.2	Refuerzo de columnas con tejido de fibra de carbono	EST.4.10.1[FC+15 días]
EST.4.11	Corte, derrocamiento y desalojo de losa (nervios y carpeta) que presenta spalling	
EST.4.12	Losa de hormigon simple de $f'c=280\text{Kg/cm}^2$ , de 25 cm de espesor, alivianada con caseto	EST.4.13
EST.4.13	Acero de refuerzo en barras $f_y=4200\text{Kg/cm}^2$ , anclado a vigas existentes mediante epóxi	EST.4.11
<b>EST.5</b>	<b>OBRA CIVIL OFICINA PISO 6</b>	
EST.5.1	Limpieza y liberación de superficies	
EST.5.2	Escarificado de nervios de losa que presenta piel de cocodrilo	EST.5.1
EST.5.3	Reparación de micro fisuras y recuperación de secciones con mortero proyectado $f'c=40$	EST.5.2
EST.5.4	Escarificado de vigas que presenta micro fisuras y piel de cocodrilo	EST.5.1
EST.5.5	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en vigas que pr	EST.5.1[FC+15 días]
EST.5.6	Reposición de recubrimiento de vigas con mortero proyectado $f'c=400\text{ Kg/cm}^2$ , hasta 3c	EST.5.4
EST.5.7	Reparación de fisuras con inyección de resina epoxica de baja viscosidad en columnas q	EST.5.1[FC+15 días]

Tabla 19: Secuencia de actividades EST

Elaborado por: Sarah Alomoto T

EDT	Nombre de tarea	Predecesoras EDT
<b>SCI.1</b>	<b>SISTEMA CONTRA INCENDIOS</b>	
SCI.1.1	Verificación visual de accesorios afectados para desmontaje	
SCI.1.2	Desmontaje de instalaciones	SCI.1.1
SCI.1.3	tapon roscada hierro negro 1/2 pulg	SCI.1.2
SCI.1.4	Prueba preliminar	SCI.1.3
SCI.1.5	Cambio y/o ajustes de accesorios	SCI.1.4

SCI.1.6	Tubería negra ASTM A53 SCH 40 $\varnothing = 4"$	SCI.1.5
SCI.1.7	Junta victaulica 4 pulg	SCI.1.6
SCI.1.8	Tee victaulica 4pulg	SCI.1.7[CC]
SCI.1.9	Reductor victaulico de 4 pulg a 1-1/2 pulg.	SCI.1.8[CC]
SCI.1.10	Tubería negra ASTM A53 SCH 40 $\varnothing = 3"$	SCI.1.9[CC]
SCI.1.11	Junta victaulica 3 pulg	SCI.1.10[CC]
SCI.1.12	Tubería negra ASTM A53 SCH 40 $\varnothing = 1\ 1/2"$	SCI.1.11[CC]
SCI.1.13	Unión Roscada 2 plg	SCI.1.12[CC]
SCI.1.14	Union roscada hierro negro 1-1/2 pulg	SCI.1.13[CC]
SCI.1.15	Tee victaulica 2-1/2pulg	SCI.1.14[CC]
SCI.1.16	Reducción Roscada 2-1/2 x 1-1/2 plg	SCI.1.15[CC]
SCI.1.17	Soportes para tubería	SCI.1.16[CC]
SCI.1.18	Tubería negra ASTM A53 SCH 40 $\varnothing = 1"$	SCI.1.17
SCI.1.19	codo 90° roscado hierro negro 1 pulg	SCI.1.18
SCI.1.20	Bushing roscado hierro negro de 1 pulg a 1/2 pulg	SCI.1.19[CC]
SCI.1.21	Bushing roscado hierro negro de 1-1/2 pulg a 1/2 pulg	SCI.1.20[CC]
SCI.1.22	codo 90° roscado hierro negro 1-1/2 pulg	SCI.1.21[CC]
SCI.1.23	Mantenimiento de la parrilla	SCI.1.22
SCI.1.24	Pruebas hidraulicas y ajustes	SCI.1.23
SCI.1.25	Aprobacion de pruebas hidraulicas	SCI.1.24
SCI.1.26	Rociadores (Sprinklers)	SCI.1.25
SCI.1.27	Liberacion del piso	SCI.1.26
SCI.1.28	Gabinete c. i equipado con 30 m de manguera	
SCI.1.29	Extintores individuales tipo PQS DE 10 LBS. Incluye soportes	

*Tabla 20: Secuencia de actividades SCI*  
Elaborado por: Sarah Alomoto T.

## 5.2.2 ESTIMAR EL TIEMPO NECESARIO PARA LAS ACTIVIDADES

Al tratarse de tiempo, en proyectos, es difícil ser exactos en cuanto al tiempo de ejecución por que este depende de diferentes factores difícil de predecir como el rendimiento de los recursos, el clima, entre otros. Por este motivo se han generado diferentes métodos, el método mas usado en la construcción es el método PERT.

El método PERT (Program Evaluation and Review Technique), la misma que utiliza tres escenarios diferentes el más probables, pesimistas y optimistas para una actividad, los cuales se ponderan para llegar a una estimación del tiempo más acertado. (ANGULO, 2014).

- Más probable (tM). Se basa en la duración de la actividad, en función de los recursos que probablemente le sean asignados de su productividad, de las expectativas realistas de disponibilidad para la actividad, de las dependencias de otros participantes y de las interrupciones.
- Optimista (tO). Estima la duración de la actividad sobre la base del análisis del mejor escenario posible para esta actividad.
- Pesimista (tP). Estima la duración de la actividad sobre la base del análisis del peor escenario posible para esa actividad.

Este método es el más utilizado ya que usa el juicio de expertos, toma en cuenta los riesgos, el historial y en función a estos factores se usa datos probabilísticos y se llega a la duración de las actividades.

La tabla .... resume la duración de las actividades en función a las especificaciones técnicas, en las cuales mencionan consideraciones en la ejecución de los rubros como son:

EDT	Nombre de tarea	Duración	Predecesoras EDT
<b>EST.</b>	<b>Reforzamiento estructural</b>	<b>55 días</b>	
<b>EST.1</b>	<b>OBRA CIVIL SUBSUELO 1</b>	<b>29 días</b>	
EST.1.1	Limpieza y liberación de superficies	7 días	
EST.1.2	Escarificado de nervios de losa que presenta piel de cocodrilo	7 días	EST.1.1

EST.1.3	Reparación de micro fisuras y recuperación de secciones con mortero proyectado $f_c=40$	7 días	EST.1.2
EST.1.4	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en vigas que prpresentan craquelado superficial	7 días	EST.1.1[FC+15 días]
<b>EST.2</b>	<b>OBRA CIVIL PISO 3</b>	<b>38 días</b>	
EST.2.1	Limpieza y liberación de superficies	7 días	
EST.2.2	Escarificado de nervios de losa que presenta piel de cocodrilo	7 días	EST.2.1
EST.2.3	Reparación de micro fisuras y recuperación de secciones con mortero proyectado $f_c=40$	14 días	EST.2.2
EST.2.4	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en vigas que pr	14 días	EST.2.1[FC+15 días]
<b>EST.2.5</b>	<b>Refuerzo de vigas con tejido de fibra de carbono CFRP 600gr/m2, con cordones de ancla</b>	<b>38 días</b>	
EST.2.5.1	Retiro de recubrimiento existente en vigas y columnas	5 días	
EST.2.5.2	Refuerzo de vigas con tejido de fibra de carbono	9 días	EST.2.5.1[FC+15 días];EST.2.7.2
EST.2.6	Reparación de fisuras con inyección de resina epoxica de baja viscosidad en columnas q	7 días	EST.2.1[FC+15 días]
<b>EST.2.7</b>	<b>Refuerzo de columnas con tejido de fibra de carbono CFRP 600 gr/m2 en Zona 3</b>	<b>29 días</b>	
EST.2.7.1	Retiro de recubrimiento existente en vigas y columnas	5 días	
EST.2.7.2	Refuerzo de vigas con tejido de fibra de carbono	9 días	EST.2.7.1[FC+15 días]
EST.2.8	Corte, derrocamiento y desalojo de losa (nervios y carpeta) que presenta spalling	7 días	
EST.2.9	Losa de hormigon simple de $f_c=280\text{Kg/cm}^2$ , de 25 cm de espesor, aliviada con caseto	7 días	EST.2.10
EST.2.10	Acero de refuerzo en barras $f_y=4200\text{Kg/cm}^2$ , anclado a vigas existentes mediante epóxi	7 días	EST.2.8
<b>EST.3</b>	<b>OBRA CIVIL OFICINA PISO 4</b>	<b>36 días</b>	
EST.3.1	Limpieza y liberación de superficies	7 días	
EST.3.2	Escarificado de nervios de losa que presenta piel de cocodrilo	7 días	EST.3.1
EST.3.3	Reparación de micro fisuras y recuperación de secciones con mortero proyectado $f_c=40$	7 días	EST.3.2
EST.3.4	Escarificado de vigas que presenta micro fisuras y piel de cocodrilo	7 días	EST.3.1
EST.3.5	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en vigas que pr	7 días	EST.3.1[FC+15 días]
EST.3.6	Reposición de recubrimiento de vigas con mortero proyectado $f_c=400\text{ Kg/cm}^2$ , hasta 3c	7 días	EST.3.4
<b>EST.3.7</b>	<b>Refuerzo de vigas con tejido de fibra de carbono CFRP 600gr/m2, con cordones de ancla</b>	<b>29 días</b>	<b>EST.3.1</b>
EST.3.7.1	Retiro de recubrimiento existente en vigas y columnas	5 días	

EST.3.7.2	Refuerzo de vigas con tejido de fibra de carbono	9 días	EST.3.7.1[FC+15 días]
EST.3.8	Reparación de fisuras con inyección de resina epoxica de baja viscosidad en columnas q	7 días	EST.3.1[FC+15 días]
<b>EST.4</b>	<b>OBRA CIVIL OFICINA PISO 5</b>	<b>55 días</b>	
EST.4.1	Limpieza y liberación de superficies	7 días	
EST.4.2	Tratamiento de corrosión en armaduras expuestas de nervios de losa y relleno con mor	7 días	
EST.4.3	Escarificado de nervios de losa que presenta piel de cocodrilo	7 días	EST.4.1
EST.4.4	Reparación de micro fisuras y recuperación de secciones con mortero proyectado $f_c=40$	14 días	EST.4.3
EST.4.5	Escarificado de vigas que presenta micro fisuras y piel de cocodrilo	7 días	EST.4.1
EST.4.6	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en vigas que pr	28 días	
EST.4.7	Reposición de recubrimiento de vigas con mortero proyectado $f_c=400$ Kg/cm <sup>2</sup> , hasta 3c	7 días	EST.4.5
<b>EST.4.8</b>	<b>Refuerzo de vigas con tejido de fibra de carbono CFRP 600gr/m<sup>2</sup>, con cordones de ancla</b>	<b>55 días</b>	
EST.4.8.1	Retiro de recubrimiento existente en vigas y columnas	5 días	
EST.4.8.2	Refuerzo de vigas con tejido de fibra de carbono	10 días	EST.4.8.1[FC+15 días];EST.4.10.2
EST.4.9	Reparación de fisuras con inyección de resina epoxica de baja viscosidad en columnas q	7 días	
<b>EST.4.10</b>	<b>Refuerzo de columnas con tejido de fibra de carbono CFRP 600 gr/m<sup>2</sup> en Zona 3</b>	<b>45 días</b>	
EST.4.10.1	Retiro de recubrimiento existente en vigas y columnas	10 días	
EST.4.10.2	Refuerzo de columnas con tejido de fibra de carbono	20 días	EST.4.10.1[FC+15 días]
EST.4.11	Corte, derrocamiento y desalojo de losa (nervios y carpeta) que presenta spalling	7 días	
EST.4.12	Losa de hormigon simple de $f_c=280$ Kg/cm <sup>2</sup> , de 25 cm de espesor, alivianada con caseto	7 días	EST.4.13
EST.4.13	Acero de refuerzo en barras $f_y=4200$ Kg/cm <sup>2</sup> , anclado a vigas existentes mediante epóxi	7 días	EST.4.11
<b>EST.5</b>	<b>OBRA CIVIL OFICINA PISO 6</b>	<b>29 días</b>	
EST.5.1	Limpieza y liberación de superficies	7 días	
EST.5.2	Escarificado de nervios de losa que presenta piel de cocodrilo	7 días	EST.5.1
EST.5.3	Reparación de micro fisuras y recuperación de secciones con mortero proyectado $f_c=40$	7 días	EST.5.2
EST.5.4	Escarificado de vigas que presenta micro fisuras y piel de cocodrilo	7 días	EST.5.1
EST.5.5	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en vigas que pr	7 días	EST.5.1[FC+15 días]

EST.5.6	Reposición de recubrimiento de vigas con mortero proyectado $f_c=400$ Kg/cm <sup>2</sup> , hasta 3c	14 días	EST.5.4
EST.5.7	Reparación de fisuras con inyección de resina epoxica de baja viscosidad en columnas q	7 días	EST.5.1[FC+15 días]

Tabla 21: Duración estimado de actividades EST

Elaborado por : Sarah Alomoto T

Fuente: (Cuerpo de Ingenieros del Ejercito, 2021)

EDT	Nombre de tarea	Duración	Predecesoras EDT
<b>SCI.1</b>	<b>SISTEMA CONTRA INCENDIOS</b>	<b>21,87 días</b>	
SCI.1.1	Verificación visual de accesorios afectados para desmontaje	1 día	
SCI.1.2	Desmontaje de instalaciones	0 días	SCI.1.1
SCI.1.3	tapon roscada hierro negro 1/2 pulg	0,63 días	SCI.1.2
SCI.1.4	Prueba preliminar	3 días	SCI.1.3
SCI.1.5	Cambio y/o ajustes de accesorios	0 días	SCI.1.4
SCI.1.6	Tubería negra ASTM A53 SCH 40 $\varnothing = 4"$	3 días	SCI.1.5
SCI.1.7	Junta victaulica 4 pulg	1,13 días	SCI.1.6
SCI.1.8	Tee victaulica 4 pulg	1,13 días	SCI.1.7[CC]
SCI.1.9	Reductor victaulico de 4 pulg a 1-1/2 pulg.	1,13 días	SCI.1.8[CC]
SCI.1.10	Tubería negra ASTM A53 SCH 40 $\varnothing = 3"$	3 días	SCI.1.9[CC]
SCI.1.11	Junta victaulica 3 pulg	1,13 días	SCI.1.10[CC]
SCI.1.12	Tubería negra ASTM A53 SCH 40 $\varnothing = 1\ 1/2"$	2,25 días	SCI.1.11[CC]
SCI.1.13	Unión Roscada 2 plg	1,13 días	SCI.1.12[CC]
SCI.1.14	Union roscada hierro negro 1-1/2 pulg	1,13 días	SCI.1.13[CC]
SCI.1.15	Tee victaulica 2-1/2 pulg	0,7 sem.	SCI.1.14[CC]
SCI.1.16	Reducción Roscada 2-1/2 x 1-1/2 plg	1,13 días	SCI.1.15[CC]
SCI.1.17	Soportes para tubería	1,38 días	SCI.1.16[CC]
SCI.1.18	Tubería negra ASTM A53 SCH 40 $\varnothing = 1"$	2,25 días	SCI.1.17
SCI.1.19	codo 90° roscado hierro negro 1 pulg	1,13 días	SCI.1.18

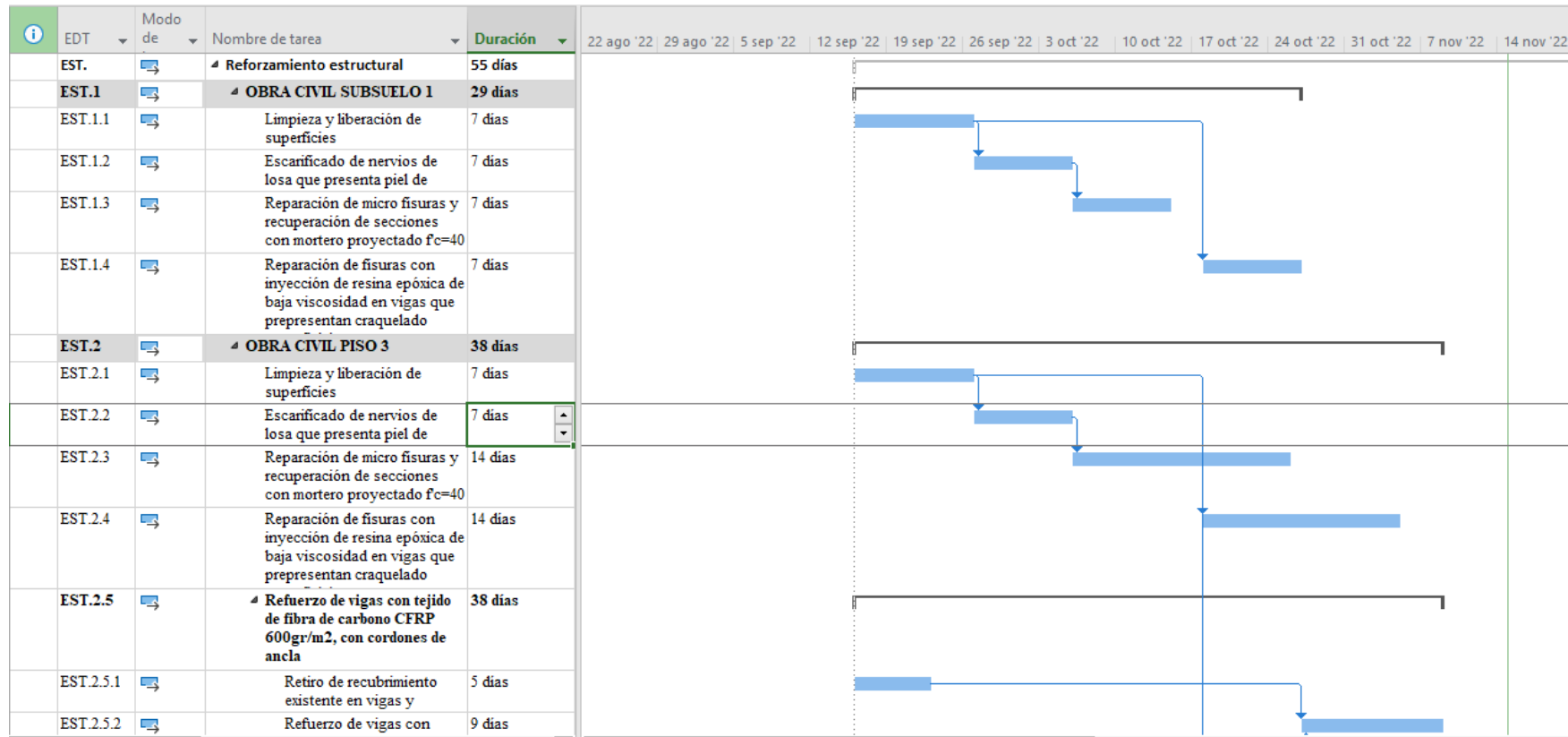
SCI.1.20	Bushing roscado hierro negro de 1 pulg a 1/2 pulg	1,13 días	SCI.1.19[CC]
SCI.1.21	Bushing roscado hierro negro de 1-1/2 pulg a 1/2 pulg	1,13 días	SCI.1.20[CC]
SCI.1.22	codo 90° roscado hierro negro 1-1/2 pulg	0,88 días	SCI.1.21[CC]
SCI.1.23	Mantenimiento de la parrilla	2 días	SCI.1.22
SCI.1.24	Pruebas hidraulicas y ajustes	5,25 días	SCI.1.23
SCI.1.25	Aprobacion de pruebas hidraulicas	0 días	SCI.1.24
SCI.1.26	Rociadores (Sprinklers)	2,5 días	SCI.1.25
SCI.1.27	Liberacion del piso	0 días	SCI.1.26
SCI.1.28	Gabinete c. i equipado con 30 m de manguera	3,63 días	
SCI.1.29	Extintores individuales tipo PQS DE 10 LBS. Incluye soportes	1,5 días	

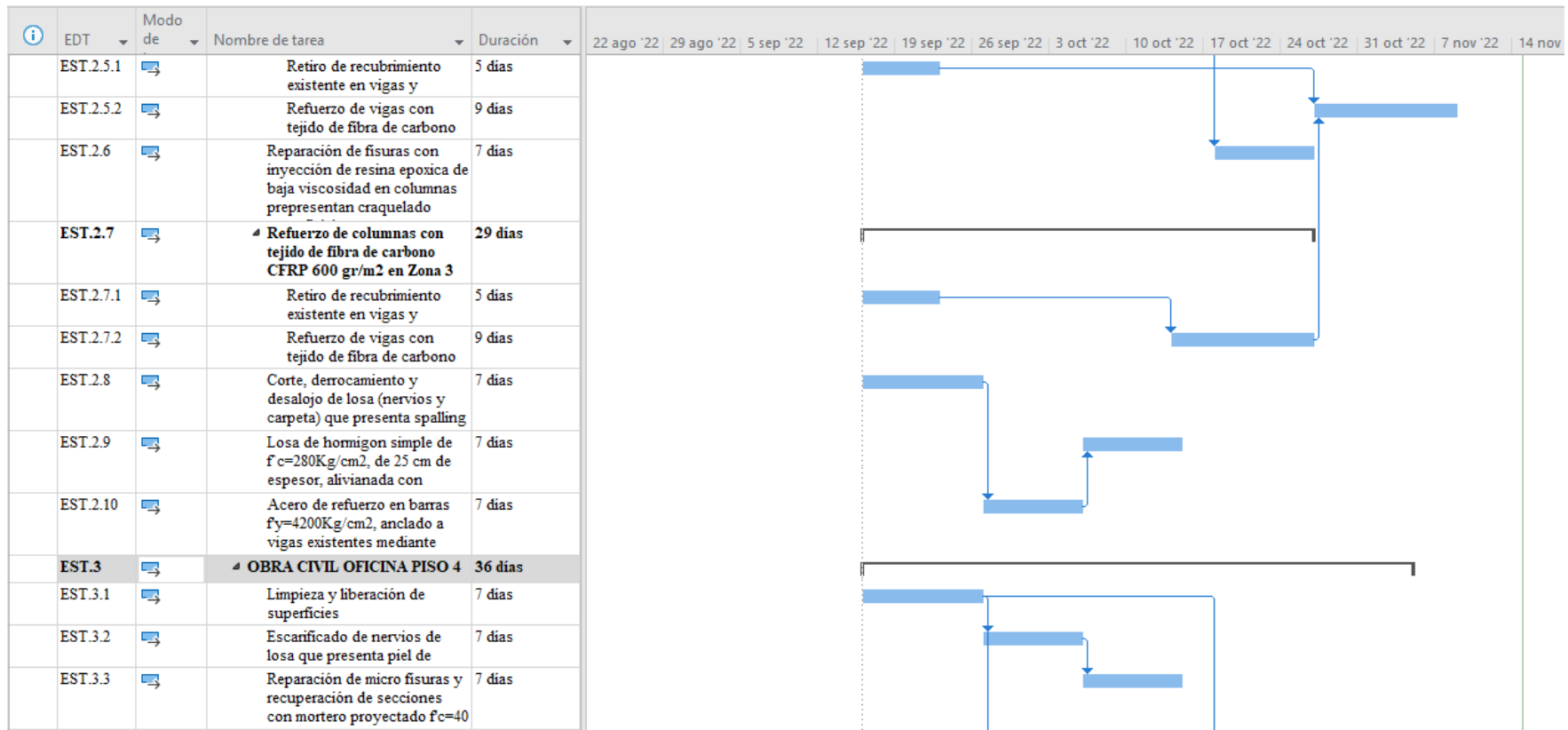
*Tabla 22: Duración estimado de actividades SCI*

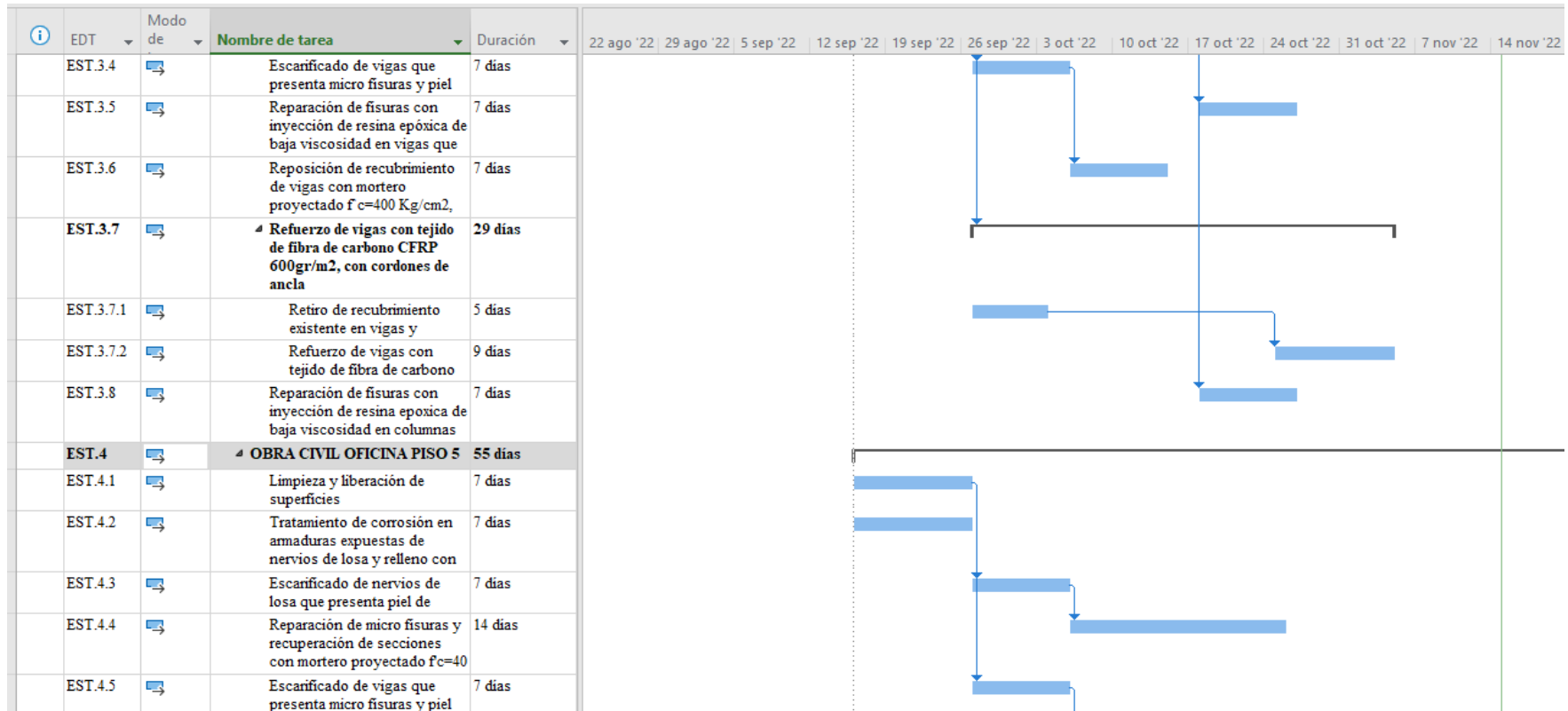
Elaborado por: Sarah Alomoto T

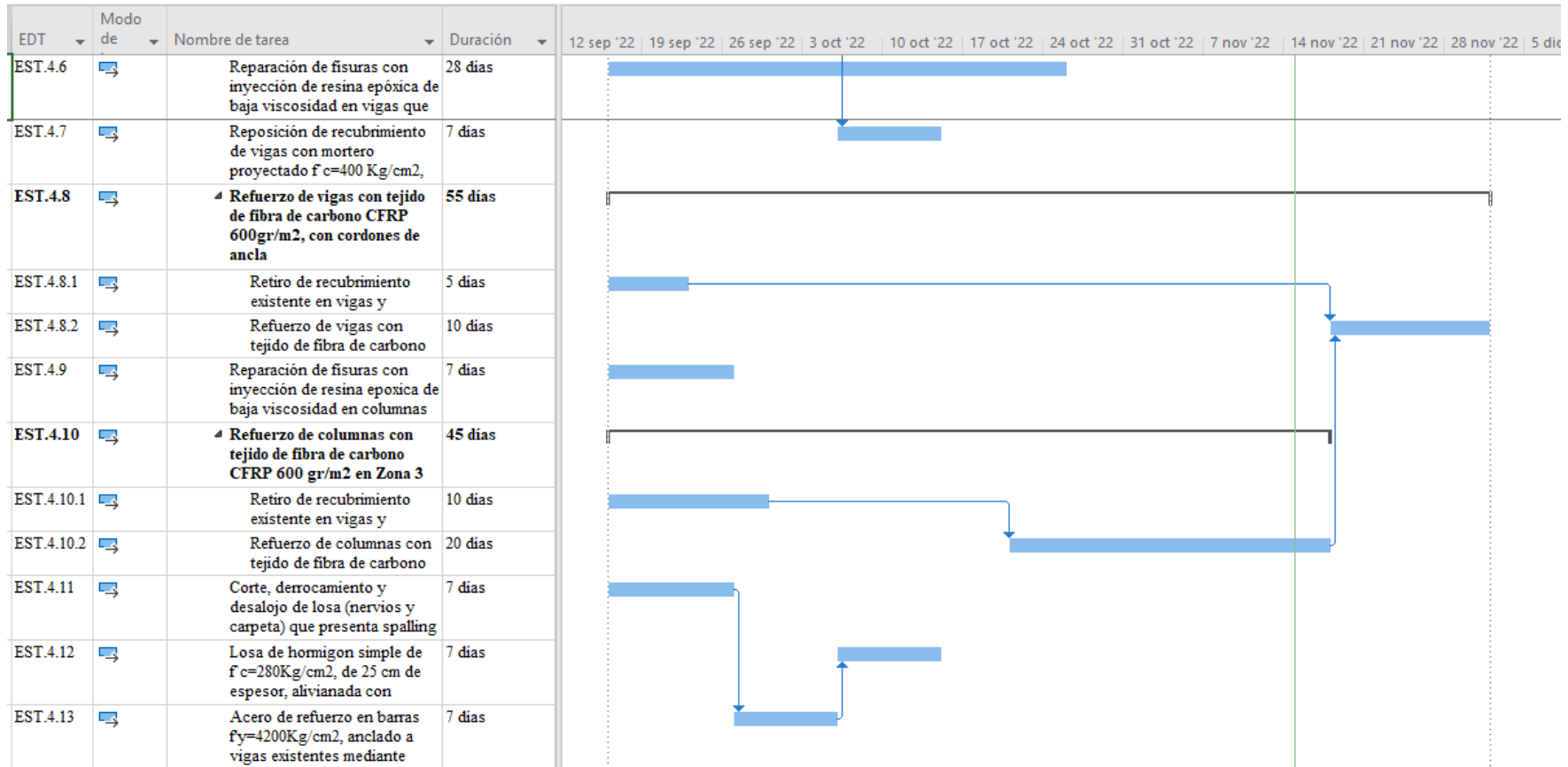
Fuente: (Cuerpo de Ingenieros del Ejercito, 2021)

### 5.2.3 DISEÑAR UN DIAGRAMA









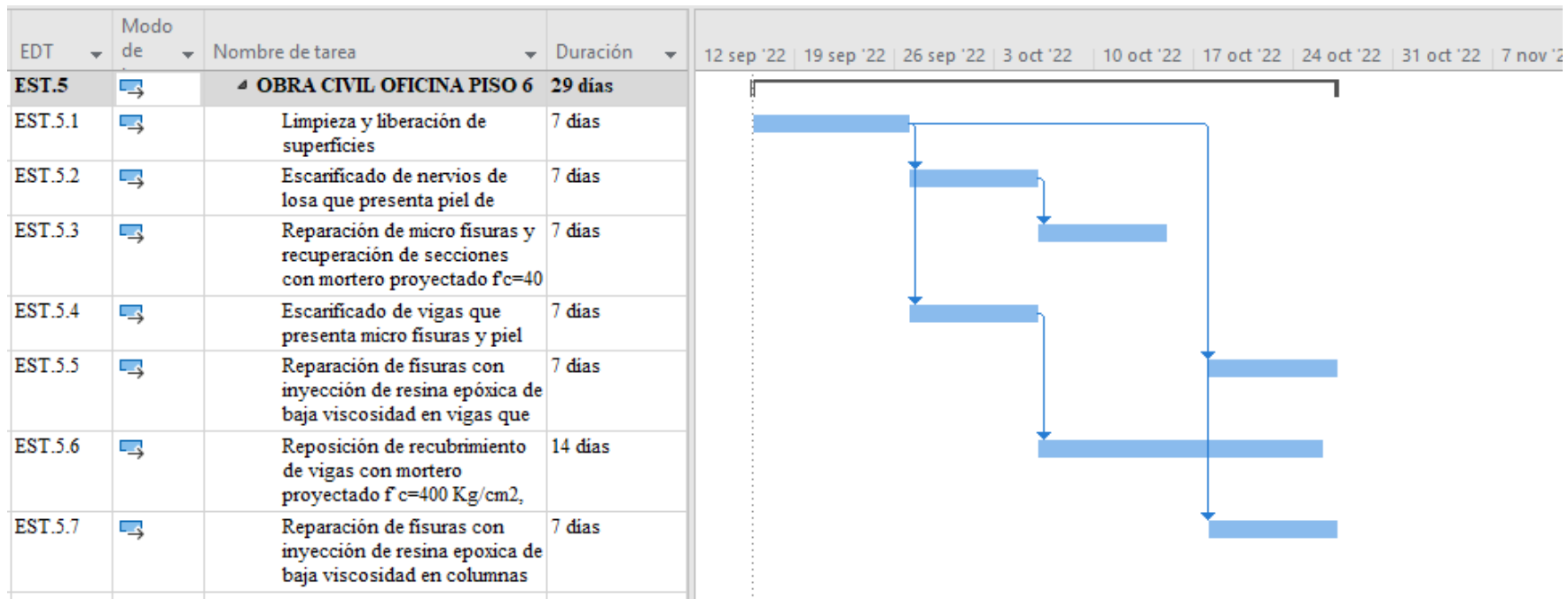


Tabla 23: Diagrama de Gantt  
Elaborado por: Sarah Alomoto T

Fuente: Project 2019

### **5.3 PRESUPUESTO**

El Presupuesto de un proyecto, es un documento que detalla el cálculo del precio de una construcción. El gerente del proyecto debe tomar en cuenta todos los costos y gastos que influirán en el mismo para llevarlo a cabo.

Para realizar el presupuesto a más de lo detallado en la ilustración.... es necesario la secuencia lógica de actividades obtenido del cronograma, planos, especificaciones técnicas y cantidades.

Segundo se necesita la disponibilidad de materiales, servicios públicos y mano de obra calificada y como base fundamental el alcance del trabajo a realizarse para poder anticiparse a los riesgos que la ejecución pueda abarcar.

El presupuesto se realiza en base a supuestos, estos dependen de las condiciones específicas de cada proyecto, en función al tiempo, ubicación del mismo, localidad, situación económica, situación política entre otros, por lo que no pueden ser usados para otro proyecto por lo que de aquí sale la importancia de su estudio.



*Ilustración 37: Análisis de precios unitarios*  
Elaborado por: Sarah Alomoto

Los costos directos están determinados por el cronograma el tiempo de ejecución de la obra, costo de materiales, mano de obra y transporte. Estos están desglosados en el presupuesto referencial, junto con las cantidades de obra el cual puede ser modificado en la ejecución únicamente con justificativos técnicos y administrativos y con previa autorización del fiscalizador como lo dicta la ley.

Los costos indirectos son un porcentaje más de los costos directos, por lo que no se desglosan en los APUS.

Los procesos descritos en esta tesis, se ejecutaron bajo el modo de contratación pública, el de reforzamiento estructural, como régimen especial por único proveedor y el contraincendios se lo realizó junto con el sistema hidrosanitario como licitación.

### 5.3.1 PRESUPUESTO REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL

En el proceso del reforzamiento estructural, se lo realizo en función del informe generado por la UCE, donde se determinó las zonas a intervenir y cantidades de obra.

Con el cronograma ya generado y los precios unitarios referenciales tenemos la siguiente tabla

ITEM	DESCRIPCIÓN	U	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
<b>EST.1</b>	<b>OBRA CIVIL SUBSUELO 1</b>				
EST.1.1	Limpieza y liberación de superficies	m2	66,38	\$ 2,20	\$ 146,04
EST.1.2	Escarificado de nervios de losa que presenta piel de cocodrilo	m2	43,85	\$ 3,36	\$ 147,34
EST.1.3	Reparación de micro fisuras y recuperación de secciones con mortero proyectado $f_c=400\text{Kg/cm}^2$ en nervios de losa que presenta piel de cocodrilo. 1cm de espesor	m2	43,85	\$ 29,96	\$ 1.313,75
EST.1.4	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en vigas que presentan craquelado superficial	m	35,75	\$ 24,33	\$ 869,80
<b>EST.2</b>	<b>OBRA CIVIL PISO 3</b>				
EST.2.1	Limpieza y liberación de superficies	m2	560,29	\$ 2,20	\$ 1.232,64
EST.2.2	Escarificado de nervios de losa que presenta piel de cocodrilo	m2	271,40	\$ 3,36	\$ 911,90
EST.2.3	Reparación de micro fisuras y recuperación de secciones con mortero proyectado $f_c=400\text{Kg/cm}^2$ en nervios de losa que presenta piel de cocodrilo. 1cm de espesor	m2	271,40	\$ 29,96	\$ 8.131,14
EST.2.4	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en vigas que presentan craquelado superficial	m	104,70	\$ 24,33	\$ 2.547,35
EST.2.5	Refuerzo de vigas con tejido de fibra de carbono CFRP 600gr/m <sup>2</sup> , con cordones de anclaje en Zona 3	m2	181,54	\$ 233,57	\$ 42.402,30
EST.2.6	Reparación de fisuras con inyección de resina epoxica de baja viscosidad en columnas que presentan craquelado superficial	m	53,45	\$ 24,33	\$ 1.300,44

EST.2.7	Refuerzo de columnas con tejido de fibra de carbono CFRP 600 gr/m2 en Zona 3	m2	77,75	\$ 231,98	\$ 18.036,45
EST.2.8	Corte, derrocamiento y desalojo de losa (nervios y carpeta) que presenta spalling	m2	84,35	\$ 32,07	\$ 2.705,10
EST.2.9	Losa de hormigon simple de $f'c=280\text{Kg/cm}^2$ , de 25 cm de espesor, alivianada con casetones, incluye encofrado	m2	84,35	\$ 81,41	\$ 6.866,93
EST.2.10	Acero de refuerzo en barras $f'y=4200\text{Kg/cm}^2$ , anclado a vigas existentes mediante epoxico	Kg	1366,55	\$ 2,51	\$ 3.430,04
<b>EST.3</b>	<b>OBRA CIVIL OFICINA PISO 4</b>				
EST.3.1	Limpieza y liberación de superficies	m2	171,06	\$ 2,20	\$ 376,33
EST.3.2	Escarificado de nervios de losa que presenta piel de cocodrilo	m2	81,88	\$ 3,36	\$ 275,12
EST.3.3	Reparación de micro fisuras y recuperación de secciones con mortero proyectado $f'c=400\text{Kg/cm}^2$ en nervios de losa que presenta piel de cocodrilo. 1cm de espesor	m2	81,88	\$ 29,96	\$ 2.453,12
EST.3.4	Escarificado de vigas que presenta micro fisuras y piel de cocodrilo	m2	6,56	\$ 4,20	\$ 27,55
EST.3.5	Reparación de fisuras con inyección de resina epoxica de baja viscosidad en vigas que presentan craquelado superficial	m	12,26	\$ 24,33	\$ 298,29
EST.3.6	Reposición de recubrimiento de vigas con mortero proyectado $f'c=400\text{ Kg/cm}^2$ , hasta 3cm de espesor	m2	6,56	\$ 44,00	\$ 288,64
EST.3.7	Refuerzo de vigas con tejido de fibra de carbono CFRP 600gr/m2, con cordones de anclaje en Zona 3	m2	27,46	\$ 233,57	\$ 6.413,83
EST.3.8	Reparación de fisuras con inyección de resina epoxica de baja viscosidad en columnas que presentan craquelado superficial	m	3,55	\$ 24,33	\$ 86,37
<b>EST.4</b>	<b>OBRA CIVIL OFICINA PISO 5</b>				
EST.4.1	Limpieza y liberación de superficies	m2	694,06	\$ 2,20	\$ 1.526,93
EST.4.2	Tratamiento de corrosión en armaduras expuestas de nervios de losa y relleno con mortero de alta resistencia $f'c = 400\text{Kg/cm}^2$ .	m	4,00	\$ 50,09	\$ 200,36
EST.4.3	Escarificado de nervios de losa que presenta piel de cocodrilo	m2	307,58	\$ 3,36	\$ 1.033,47
EST.4.4	Reparación de micro fisuras y recuperación de secciones con mortero proyectado	m2	307,58	\$ 29,96	\$ 9.215,10

	f'c=400Kg/cm2 en nervios de losa que presenta piel de cocodrilo. 1cm de espesor				
EST.4.5	Escarificado de vigas que presenta micro fisuras y piel de cocodrilo	m2	50,58	\$ 4,20	\$ 212,44
EST.4.6	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en vigas que presentan craquelado superficial	m	167,25	\$ 24,33	\$ 4.069,19
EST.4.7	Reposición de recubrimiento de vigas con mortero proyectado f'c=400 Kg/cm2, hasta 3cm de espesor	m2	50,58	\$ 44,00	\$ 2.225,52
EST.4.8	Refuerzo de vigas con tejido de fibra de carbono CFRP 600gr/m2, con cordones de anclaje en Zona 3	m2	312,20	\$ 233,57	\$ 72.920,55
EST.4.9	Reparación de fisuras con inyección de resina epoxica de baja viscosidad en columnas que presentan craquelado superficial	m	40,10	\$ 24,33	\$ 975,63
EST.4.10	Refuerzo de columnas con tejido de fibra de carbono CFRP 600 gr/m2 en Zona 3	m2	87,65	\$ 231,98	\$ 20.333,05
EST.4.11	Corte, derrocamiento y desalojo de losa (nervios y carpeta) que presenta spalling	m2	140,30	\$ 32,07	\$ 4.499,42
EST.4.12	Losa de hormigon simple de f'c=280Kg/cm2, de 25 cm de espesor, alivianada con casetones, incluye encofrado	m2	140,30	\$ 81,41	\$ 11.421,82
EST.4.13	Acero de refuerzo en barras f'y=4200Kg/cm2, anclado a vigas existentes mediante epóxico	Kg	2189,28	\$ 2,51	\$ 5.495,09
<b>EST.5</b>	<b>OBRA CIVIL OFICINA PISO 6</b>				
EST.5.1	Limpieza y liberación de superficies	m2	66,38	\$ 2,20	\$ 146,04
EST.5.2	Escarificado de nervios de losa que presenta piel de cocodrilo	m2	102,42	\$ 3,36	\$ 344,13
EST.5.3	Reparación de micro fisuras y recuperación de secciones con mortero proyectado f'c=400Kg/cm2 en nervios de losa que presenta piel de cocodrilo. 1cm de espesor	m2	81,95	\$ 29,96	\$ 2.455,22
EST.5.4	Escarificado de vigas que presenta micro fisuras y piel de cocodrilo	m2	66,35	\$ 4,20	\$ 278,67
EST.5.5	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en vigas que presentan craquelado superficial	m	1,25	\$ 24,33	\$ 30,41
EST.5.6	Reposición de recubrimiento de vigas con mortero proyectado f'c=400 Kg/cm2, hasta 3cm de espesor	m2	66,33	\$ 44,00	\$ 2.918,52

EST.5.7	Reparación de fisuras con inyección de resina epoxica de baja viscosidad en columnas que presentan craquelado superficial	m	10,68	\$ 24,33	\$ 259,84
---------	---	---	-------	----------	-----------

Tabla 24: Presupuesto referencia  
Elaborado por : Sarah Alomoto T

Fuente: (Cuerpo de Ingenieros del Ejercito, 2021)

### PRESUPUESTO REFERENCIAL DE CONSTRUCCIÓN

EST.	DESCRIPCIÓN DEL RUBRO	UNID	CANT.	P. UNIT.	P. TOTAL
EST.1	OBRA CIVIL SUBSUELO 1				
EST.1.1	Limpieza y liberación de superficies	m2	66,38	\$ 2,20	\$ 146,04
EST.1.2	Escarificado de nervios de losa que presenta piel de cocodrilo	m2	43,85	\$ 3,36	\$ 147,34
EST.1.3	Reparación de micro fisuras y recuperación de secciones con mortero proyectado $f_c=40$	m2	43,85	\$ 29,96	\$ 1.313,75
EST.1.4	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en vigas que pr	m	35,75	\$ 24,33	\$ 869,80
EST.2	OBRA CIVIL PISO 3				
EST.2.1	Limpieza y liberación de superficies	m2	560,29	\$ 2,20	\$ 1.232,64
EST.2.2	Escarificado de nervios de losa que presenta piel de cocodrilo	m2	271,40	\$ 3,36	\$ 911,90
EST.2.3	Reparación de micro fisuras y recuperación de secciones con mortero proyectado $f_c=40$	m2	271,40	\$ 29,96	\$ 8.131,14
EST.2.4	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en vigas que pr	m	104,70	\$ 24,33	\$ 2.547,35
EST.2.5	Refuerzo de vigas con tejido de fibra de carbono CFRP 600gr/m2, con cordones de ancla	m2	181,54	\$ 233,57	\$ 42.402,30
EST.2.6	Reparación de fisuras con inyección de resina epoxica de baja viscosidad en columnas q	m	53,45	\$ 24,33	\$ 1.300,44
EST.2.7	Refuerzo de columnas con tejido de fibra de carbono CFRP 600 gr/m2 en Zona 3	m2	77,75	\$ 231,98	\$ 18.036,45
EST.2.8	Corte, derrocamiento y desalojo de losa (nervios y carpeta) que presenta spalling	m2	84,35	\$ 32,07	\$ 2.705,10
EST.2.9	Losa de hormigon simple de $f_c=280\text{Kg/cm}^2$ , de 25 cm de espesor, alivianada con caseto	m2	84,35	\$ 81,41	\$ 6.866,93
EST.2.10	Acero de refuerzo en barras $f_y=4200\text{Kg/cm}^2$ , anclado a vigas existentes mediante epóxi	Kg	1.366,55	\$ 2,51	\$ 3.430,04
EST.3	OBRA CIVIL OFICINA PISO 4				
EST.3.1	Limpieza y liberación de superficies	m2	171,06	\$ 2,20	\$ 376,33
EST.3.2	Escarificado de nervios de losa que presenta piel de cocodrilo	m2	81,88	\$ 3,36	\$ 275,12
EST.3.3	Reparación de micro fisuras y recuperación de secciones con mortero proyectado $f_c=40$	m2	81,88	\$ 29,96	\$ 2.453,12
EST.3.4	Escarificado de vigas que presenta micro fisuras y piel de cocodrilo	m2	6,56	\$ 4,20	\$ 27,55
EST.3.5	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en vigas que pr	m	12,26	\$ 24,33	\$ 298,29
EST.3.6	Reposición de recubrimiento de vigas con mortero proyectado $f_c=400\text{ Kg/cm}^2$ , hasta 3c	m2	6,56	\$ 44,00	\$ 288,64
EST.3.7	Refuerzo de vigas con tejido de fibra de carbono CFRP 600gr/m2, con cordones de ancla	m2	27,46	\$ 233,57	\$ 6.413,83
EST.3.8	Reparación de fisuras con inyección de resina epoxica de baja viscosidad en columnas q	m	3,55	\$ 24,33	\$ 86,37
EST.4	OBRA CIVIL OFICINA PISO 5				
EST.4.1	Limpieza y liberación de superficies	m2	694,06	\$ 2,20	\$ 1.526,93
EST.4.2	Tratamiento de corrosión en armaduras expuestas de nervios de losa y relleno con mor	m	4,00	\$ 50,09	\$ 200,36
EST.4.3	Escarificado de nervios de losa que presenta piel de cocodrilo	m2	307,58	\$ 3,36	\$ 1.033,47
EST.4.4	Reparación de micro fisuras y recuperación de secciones con mortero proyectado $f_c=40$	m2	307,58	\$ 29,96	\$ 9.215,10
EST.4.5	Escarificado de vigas que presenta micro fisuras y piel de cocodrilo	m2	50,58	\$ 4,20	\$ 212,44
EST.4.6	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en vigas que pr	m	167,25	\$ 24,33	\$ 4.069,19



### 5.3.2 PRESUPUESTO SISTEMA CONTRA INCENDIOS

C	SISTEMA CONTRA INCENDIOS					\$107,722.30
	SISTEMA CONTRA INCENDIOS					\$ -
70	Tubería negra ASTM A53 SCH 40 Ø = 4"	M	45.00	\$ 38.21		\$ 1,719.45
71	Tubería negra ASTM A53 SCH 40 Ø = 3"	M	343.60	\$ 30.00		\$ 10,307.85
72	Tubería negra ASTM A53 SCH 40 Ø = 2 1/2"	M	105.37	\$ 26.14		\$ 2,754.24
73	Tubería negra ASTM A53 SCH 40 Ø = 2"	M	188.34	\$ 22.21		\$ 4,183.03
74	Tubería negra ASTM A53 SCH 40 Ø = 1 1/2"	M	1329.96	\$ 17.50		\$ 23,274.30
75	Tubería negra ASTM A53 SCH 40 Ø = 1"	M	613.47	\$ 13.60		\$ 8,343.12
76	Gabinete c. l equipado con 30 m de manguera	U	40.00	\$ 245.12		\$ 9,804.80
77	Extintores individuales tipo PQS DE 10 LBS. Incluye soportes	U	49.00	\$ 26.87		\$ 1,316.63
78	Extintores individuales tipo CO2 DE 10 LBS. Incluye soportes	U	4.00	\$ 35.00		\$ 140.00
79	Rociadores (Sprinklers)	U	529.00	\$ 19.23		\$ 10,172.67
80	Extintor 100 lbs. PQS + porta tanque	U	16.00	\$ 371.49		\$ 5,943.84
81	Pruebas hidráulicas	U	4.00	\$ 290.00		\$ 1,160.00
82	Soportes para tubería	U	430.00	\$ 8.00		\$ 3,440.00
83	codo 90° roscado hierro negro 1-1/2 pulg	u	3.00	\$ 7.10		\$ 21.30
84	Tee roscada hierro negro 2 pulg	u	2.00	\$ 10.29		\$ 20.58
85	Desmontaje de instalaciones	m	82.00	\$ 3.79		\$ 310.78
86	Sensor de flujo para tubería de 4 pulgadas	u	2.00	\$ 598.34		\$ 1,196.68
87	Reductor victaulico de 4 pulg a 3 pulg	u	11.00	\$ 6.01		\$ 66.11
88	Reductor victaulico de 4 pulg a 2-1/2 pulg	u	5.00	\$ 6.78		\$ 33.90
89	Reductor victaulico de 4 pulg a 1-1/2 pulg	u	4.00	\$ 7.35		\$ 29.40
90	Reductor victaulico de 3 pulg a 2 -1/2 pulg	u	19.00	\$ 5.04		\$ 95.76
91	Reductor victaulico de 3 pulg a 2 pulg	u	22.00	\$ 6.11		\$ 134.42
92	Reductor victaulico de 3 pulg a 1-1/2 pulg	u	109.00	\$ 6.03		\$ 657.27

Tabla 26: Presupuesto referencial sistema contra incendios  
Fuente: (Cuerpo de Ingenieros del Ejercito, 2021)

## **5.4 CRONOGRAMA VALORADO**

El cronograma valorado es el resumen de dos aspectos importantes en el desarrollo de proyectos, uno el cronograma y el presupuesto. Puede usarse como una técnica para el control y monitoreo de la ejecución de obra.

Este compara los costos que se han ejecutado durante las diferentes etapas del proyecto con lo que se planificó. El cronograma valorado establece el flujo de los costos distribuidos en las actividades a través del tiempo, basado en el presupuesto del proyecto. Con esta información se desarrolla una curva costo vs tiempo, que representa el punto de partida del proyecto.

Lo ideal sería llegar a la armonía y no diferir de la línea base planteada en la planificación, pero al tratar con diferentes factores, esto está sujeta a cambios. Esta diferencia nos sirve como indicador del estado del proyecto.

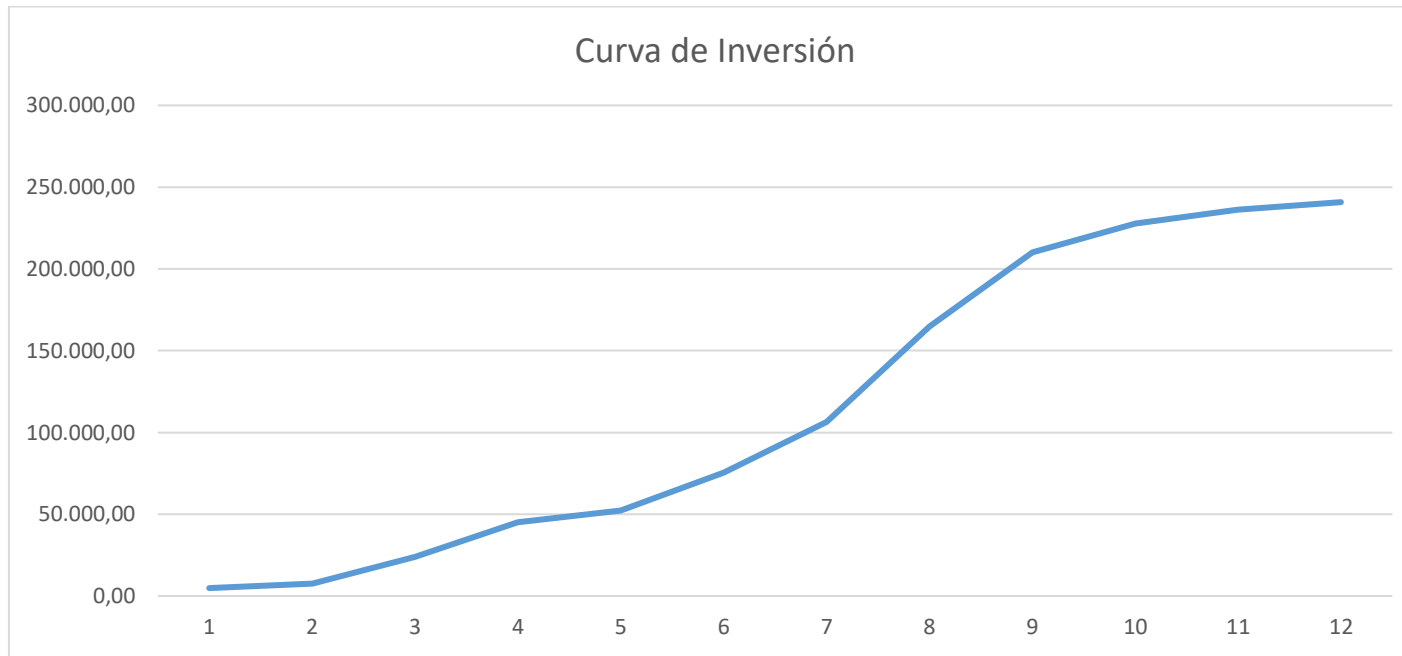
### 5.4.1 CRONOGRAMA VALORADO Y CURVA DE INVERSIÓN, REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL

En el reforzamiento estructural se presentó el siguiente cronograma valorado, teniendo en cuenta los siguientes recursos presentados en el análisis de precios unitarios.

No fue necesaria la elaboración de una reprogramación, debido a que, en todo el proceso, se llevó el monitoreo mensual, que cumplía exactamente con lo planificado para las 12 semanas que duraba el proceso.

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS																
EDT	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	TIEMPO EN SEMANAS											
					7 días	7 días	7 días	7 DIAS	7 días	7 días	7 días	7 DIAS	7 DIAS	7 DIAS	7 DIAS	
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>OBRA CIVIL SUBSUELO 1</b>																
EST 1	Limpeza y liberación de superficies	66,38	\$ 2,20	\$ 146,04	146,04											
EST 1.1	Escarificado de nervios de losa que presenta piel de cocodrilo	43,85	\$ 3,36	\$ 147,34		147,34										
EST 1.2	Reparación de micro fisuras y recuperación de secciones con mortero proyectado f <sub>c</sub> =400Kg/cm <sup>2</sup> en nervios de losa que presenta piel de cocodrilo. 1cm de espesor	43,85	\$ 29,96	\$ 1.313,75									1.313,75			
EST 1.3	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en vigas que presentan craquelado superficial	35,75	\$ 24,33	\$ 869,80	869,80											
EST 1.4	<b>OBRA CIVIL PISO 3</b>															
EST 2	Limpeza y liberación de superficies	560,29	\$ 2,20	\$ 1.232,64	1.232,64											
EST 2.1	Escarificado de nervios de losa que presenta piel de cocodrilo	271,40	\$ 3,36	\$ 911,90		911,90										
EST 2.2	Reparación de micro fisuras y recuperación de secciones con mortero proyectado f <sub>c</sub> =400Kg/cm <sup>2</sup> en nervios de losa que presenta piel de cocodrilo. 1cm de espesor	271,40	\$ 29,96	\$ 8.131,14										5.992,00	2.139,14	
EST 2.3	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en vigas que presentan craquelado superficial	104,70	\$ 24,33	\$ 2.547,35									1.313,82	1.233,53		
EST 2.4	Reforzamiento de vigas con tejido de fibra de carbono CFRP 600gr/m <sup>2</sup> , con cordones de anclaje en Zona 3	181,54	\$ 233,57	\$ 42.402,30										16.349,90	26.052,40	
EST 2.5	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en columnas que presentan craquelado superficial	53,45	\$ 24,33	\$ 1.300,44										1.300,44		
EST 2.6	Reforzamiento de columnas con tejido de fibra de carbono CFRP 600 gr/m <sup>2</sup> en Zona 3	77,75	\$ 231,98	\$ 18.036,45									6.959,40	11.077,05		
EST 2.7	Corte, desdoblamiento y desajuste de losa (nervios y carpeta) que presenta spalling	84,35	\$ 32,07	\$ 2.705,10			2.705,10									
EST 2.8	Losa de hormigón simple de f <sub>c</sub> =280Kg/cm <sup>2</sup> , de 25 cm de espesor, alambada con caseteras, incluye encolado	84,35	\$ 81,41	\$ 6.866,93												
EST 2.9	Acero de refuerzo en barras f <sub>y</sub> =420Kg/cm <sup>2</sup> , anclado a vigas existentes mediante epóxico	1986,55	\$ 2,51	\$ 3.430,04			3.430,04									
EST 2.10	<b>OBRA CIVIL OFICINA PISO 4</b>															
EST 3	Limpeza y liberación de superficies	177,05	\$ 2,20	\$ 376,33	376,33											
EST 3.1	Escarificado de nervios de losa que presenta piel de cocodrilo	81,88	\$ 3,36	\$ 275,12		275,12										
EST 3.2	Reparación de micro fisuras y recuperación de secciones con mortero proyectado f <sub>c</sub> =400Kg/cm <sup>2</sup> en nervios de losa que presenta piel de cocodrilo. 1cm de espesor	81,88	\$ 29,96	\$ 2.453,12												
EST 3.3	Escarificado de vigas que presenta micro fisuras y piel de cocodrilo	6,56	\$ 4,20	\$ 27,55												
EST 3.4	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en vigas que presentan craquelado superficial	12,26	\$ 24,33	\$ 298,29												
EST 3.5	Reposición de recubrimiento de vigas con mortero proyectado f <sub>c</sub> =400 Kg/cm <sup>2</sup> , hasta 3cm de espesor	6,56	\$ 44,00	\$ 288,64												
EST 3.6	Reforzamiento de vigas con tejido de fibra de carbono CFRP 600gr/m <sup>2</sup> , con cordones de anclaje en Zona 3	27,46	\$ 233,57	\$ 6.413,83												
EST 3.7	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en columnas que presentan craquelado superficial	3,55	\$ 24,33	\$ 86,37												
EST 3.8																

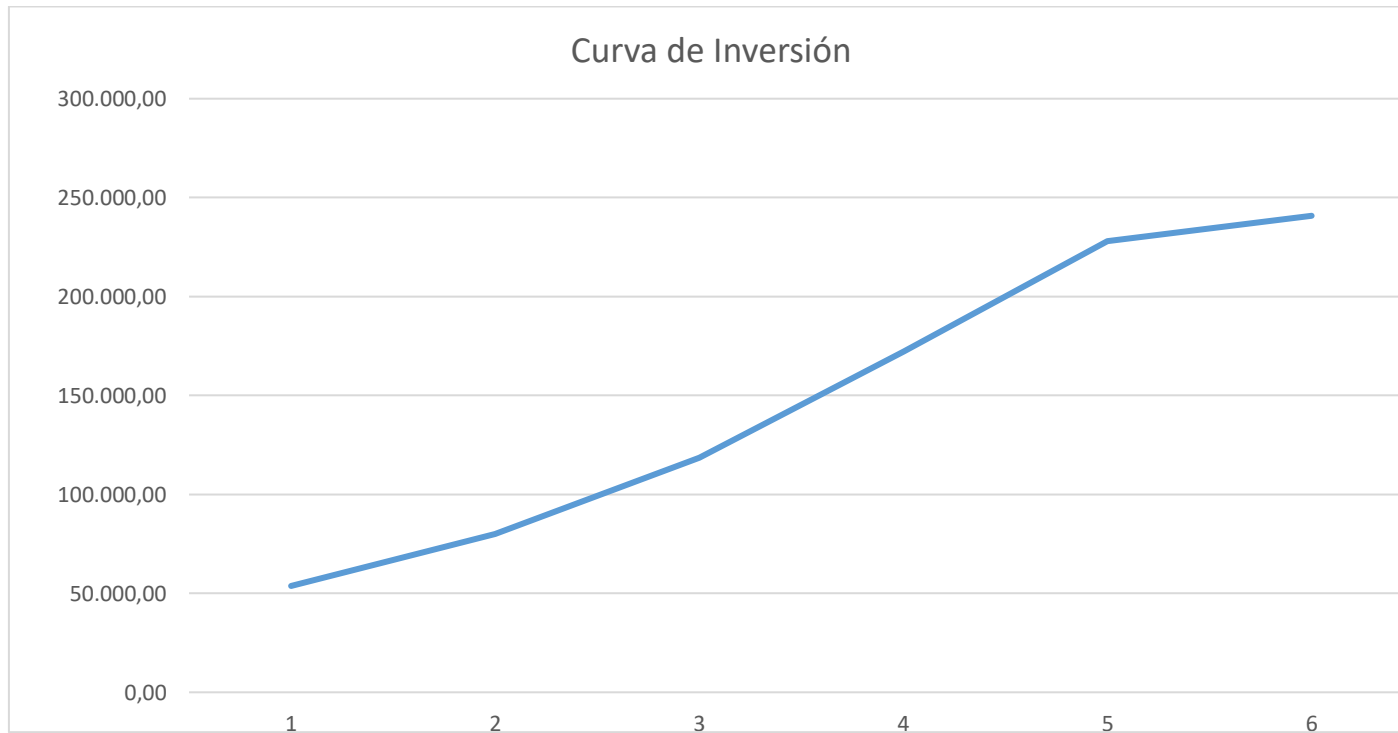




Se debe tomar en cuenta que para este proceso, los implementos de reforzamiento de columnas y vigas, tanto la resina, como la fibra de carbono, fueron importadas, razón por la cual estos rubros no pudieron comenzar desde un principio de la obra. De haber cintado con todos los implementos se podía comenzar con este proceso y acortar tiempos, tomando en cuenta la misma cantidad de mano de obra y jornadas trabajadas como se muestra a continuación.

CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJOS										
EDT	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	TIEMPO EN SEMANAS					
					7 dias	7 dias	7 dias	7 DIAS	7 dias	7 dias
					1	2	3	4	5	6
<b>OBRA CIVIL SUBSUELO 1</b>										
EST.1	Obra Civil Subsuelo 1									
EST.1.1	Limpieza y liberación de superficies	66,38	\$ 2,20	\$ 146,04	\$ 146,04					
EST.1.2	Escarificado de nervios de losa que presenta piel de cocodrilo	43,85	\$ 3,36	\$ 147,34		\$ 147,34				
EST.1.3	Reparación de micro fisuras y recuperación de secciones con mortero proyectado f <sub>c</sub> =400Kg/cm <sup>2</sup> en nervios de losa que presenta piel de cocodrilo. 1cm de espesor	43,85	\$ 29,96	\$ 1.313,75			\$ 1.313,75			
EST.1.4	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en vigas que presentan craquelado superficial	35,75	\$ 24,33	\$ 869,80				\$ 869,80		
<b>OBRA CIVIL PISO 3</b>										
EST.2.1	Limpieza y liberación de superficies	560,29	\$ 2,20	\$ 1.232,64	\$ 1.232,64					
EST.2.2	Escarificado de nervios de losa que presenta piel de cocodrilo	271,40	\$ 3,36	\$ 911,90		\$ 911,90				
EST.2.3	Reparación de micro fisuras y recuperación de secciones con mortero proyectado f <sub>c</sub> =400Kg/cm <sup>2</sup> en nervios de losa que presenta piel de cocodrilo. 1cm de espesor	271,40	\$ 29,96	\$ 8.131,14			\$ 4.065,57	\$ 4.065,57		
EST.2.4	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en vigas que presentan craquelado superficial	104,70	\$ 24,33	\$ 2.547,35				\$ 1.273,68	\$ 1.273,68	
EST.2.5	Refuerzo de vigas con tejido de fibra de carbono CFRP 600gr/m <sup>2</sup> , con cordones de anclaje en Zona 3	181,54	\$ 233,57	\$ 42.402,30	\$ 14.134,10			\$ 14.134,10	\$ 14.134,10	
EST.2.6	Reparación de fisuras con inyección de resina epoxica de baja viscosidad en columnas que presentan craquelado superficial	53,45	\$ 24,33	\$ 1.300,44					\$ 1.300,44	
EST.2.7	Refuerzo de columnas con tejido de fibra de carbono CFRP 600 gr/m <sup>2</sup> en Zona 3	77,75	\$ 231,98	\$ 18.036,45		\$ 6.012,15			\$ 6.012,15	\$ 6.012,15
EST.2.8	Corte, derrocamiento y desalojo de losa (nervios y carpeta) que presenta spalling	84,35	\$ 32,07	\$ 2.705,10	\$ 2.705,10					
EST.2.9	Losa de hormigon simple de f <sub>c</sub> =280Kg/cm <sup>2</sup> , de 25 cm de espesor, alivianada con casetones, incluye encofrado	84,35	\$ 81,41	\$ 6.866,93			\$ 6.866,93			
EST.2.10	Acero de refuerzo en barras f <sub>y</sub> =4200Kg/cm <sup>2</sup> , anclado a vigas existentes mediante epóxico	1366,55	\$ 2,51	\$ 3.430,04		\$ 3.430,04				
<b>OBRA CIVIL OFICINA PISO 4</b>										
EST.3.1	Limpieza y liberación de superficies	171,06	\$ 2,20	\$ 376,33	\$ 376,33					
EST.3.2	Escarificado de nervios de losa que presenta piel de cocodrilo	81,88	\$ 3,36	\$ 275,12		\$ 275,12				
EST.3.3	Reparación de micro fisuras y recuperación de secciones con mortero proyectado f <sub>c</sub> =400Kg/cm <sup>2</sup> en nervios de losa que presenta piel de cocodrilo. 1cm de espesor	81,88	\$ 29,96	\$ 2.453,12			\$ 2.453,12			
EST.3.4	Escarificado de vigas que presenta micro fisuras y piel de cocodrilo	6,56	\$ 4,20	\$ 27,55		\$ 27,55				
EST.3.5	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en vigas que presentan craquelado superficial	12,26	\$ 24,33	\$ 298,29				\$ 298,29		
EST.3.6	Reposición de recubrimiento de vigas con mortero proyectado f <sub>c</sub> =400 Kg/cm <sup>2</sup> , hasta 3cm de espesor	6,56	\$ 44,00	\$ 288,64			\$ 288,64			
EST.3.7	Refuerzo de vigas con tejido de fibra de carbono CFRP 600gr/m <sup>2</sup> , con cordones de anclaje en Zona 3	27,46	\$ 233,57	\$ 6.413,83	\$ 2.137,94			\$ 2.137,94	\$ 2.137,94	
EST.3.8	Reparación de fisuras con inyección de resina epoxica de baja viscosidad en columnas que presentan craquelado superficial	3,55	\$ 24,33	\$ 86,37			\$ 86,37			

EST.4	<b>OBRA CIVIL OFICINA PISO 5</b>										
EST.4.1	Limpieza y liberación de superficies	694,06	\$ 2,20	\$ 1.526,93	\$ 1.526,93						
EST.4.2	Tratamiento de corrosión en armaduras expuestas de nervios de losa y relleno con mortero de alta resistencia $f_c = 400\text{Kg/cm}^2$ .	4,00	\$ 50,09	\$ 200,36	\$ 200,36						
EST.4.3	Escarificado de nervios de losa que presenta piel de cocodrilo	307,58	\$ 3,36	\$ 1.033,47		\$ 1.033,47					
EST.4.4	Reparación de micro fisuras y recuperación de secciones con mortero proyectado $f_c=400\text{Kg/cm}^2$ en nervios de losa que presenta piel de cocodrilo. 1cm de espesor	307,58	\$ 29,96	\$ 9.215,10			\$ 4.607,55	\$ 4.607,55			
EST.4.5	Escarificado de vigas que presenta micro fisuras y piel de cocodrilo	50,58	\$ 4,20	\$ 212,44		\$ 212,44					
EST.4.6	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en vigas que presentan craquelado superficial	167,25	\$ 24,33	\$ 4.069,19	\$ 1.356,40	\$ 1.356,40	\$ 1.356,40				
EST.4.7	Reposición de recubrimiento de vigas con mortero proyectado $f_c=400\text{ Kg/cm}^2$ , hasta 3cm de espesor	50,58	\$ 44,00	\$ 2.225,52			\$ 2.225,52				
EST.4.8	Refuerzo de vigas con tejido de fibra de carbono CFRP 600gr/m <sup>2</sup> , con cordones de anclaje en Zona 3	312,20	\$ 233,57	\$ 72.920,55	\$ 24.306,85			\$ 24.306,85	\$ 24.306,85		
EST.4.9	Reparación de fisuras con inyección de resina epoxica de baja viscosidad en columnas que presentan craquelado superficial	40,10	\$ 24,33	\$ 975,63	\$ 975,63						
EST.4.10	Refuerzo de columnas con tejido de fibra de carbono CFRP 600 gr/m <sup>2</sup> en Zona 3	87,65	\$ 231,98	\$ 20.333,05		\$ 6.777,68			\$ 6.777,68	\$ 6.777,68	
EST.4.11	Corte, derrocamiento y desalojo de losa (nervios y carpeta) que presenta spalling	140,30	\$ 32,07	\$ 4.499,42	\$ 4.499,42						
EST.4.12	Losa de hormigon simple de $f_c=280\text{Kg/cm}^2$ , de 25 cm de espesor, alivianada con casetones, incluye encofrado	140,30	\$ 81,41	\$ 11.421,82			\$ 11.421,82				
EST.4.13	Acero de refuerzo en barras $f_y=4200\text{Kg/cm}^2$ , anclado a vigas existentes mediante epóxico	2189,28	\$ 2,51	\$ 5.495,09		\$ 5.495,09					
EST.5	<b>OBRA CIVIL OFICINA PISO 6</b>										
EST.5.1	Limpieza y liberación de superficies	66,38	\$ 2,20	\$ 146,04	\$ 146,04						
EST.5.2	Escarificado de nervios de losa que presenta piel de cocodrilo	102,42	\$ 3,36	\$ 344,13		\$ 344,13					
EST.5.3	Reparación de micro fisuras y recuperación de secciones con mortero proyectado $f_c=400\text{Kg/cm}^2$ en nervios de losa que presenta piel de cocodrilo. 1cm de espesor	81,95	\$ 29,96	\$ 2.455,22			\$ 2.455,22				
EST.5.4	Escarificado de vigas que presenta micro fisuras y piel de cocodrilo	66,35	\$ 4,20	\$ 278,67		\$ 278,67					
EST.5.5	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en vigas que presentan craquelado superficial	1,25	\$ 24,33	\$ 30,41				\$ 30,41			
EST.5.6	Reposición de recubrimiento de vigas con mortero proyectado $f_c=400\text{ Kg/cm}^2$ , hasta 3cm de espesor	66,33	\$ 44,00	\$ 2.918,52			\$ 1.459,26	\$ 1.459,26			
EST.5.7	Reparación de fisuras con inyección de resina epoxica de baja viscosidad en columnas que presentan craquelado superficial	10,68	\$ 24,33	\$ 259,84				\$ 259,84			
	<b>INVERSIÓN SEMANAL</b>			<b>240821,87</b>	<b>\$ 53.743,78</b>	<b>26301,98</b>	<b>38600,14667</b>	<b>53443,28833</b>	<b>55942,84167</b>	<b>12789,83333</b>	
	<b>AVANCE PARCIAL EN %</b>					22,32%	10,92%	16,03%	22,19%	23,23%	5,31%
	<b>INVERSIÓN ACUMULADA</b>					53.743,78	80.045,76	118.645,91	172.089,20	228.032,04	240.821,87
	<b>AVANCE ACUMULADO EN %</b>					22,32%	33,24%	49,27%	71,46%	94,69%	100,00%



#### **5.4.2 RESUMEN DE CRONOGRAMA VALORADO DEL REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL**

PRESUPUESTO REFERENCIAL DE CONSTRUCCIÓN					MES 1: ABRIL		MES 2: MAYO				MES 3: JUNIO			MES 4: JULIO		75 DÍAS				
ITEM	DESCRIPCIÓN DEL RUBRO	UNID.	CANT.	P. UNIT.	P. TOTAL	23-25 SEM 1	26-02 SEM 2	03-09 SEM 3	10-16 SEM 4	17-23 SEM 5	24-30 SEM 6	31-06 SEM 7	07-13 SEM 8	14-20 SEM 9	21-27 SEM 10		28-04 SEM 11	05-07 SEM 12	P. TOTAL	
<b>OBRA CIVIL SUBSUELO 1</b>																				
1	Limpieza y liberación de superficies	m2	66.38	\$ 2.20	\$ 146.04	146.04												1.00		
2	Escarificado de nervios de losa que presenta piel de cocodrilo	m2	43.85	\$ 3.36	\$ 147.34		147.34											1.00		
3	Reparación de micro fisuras y recuperación de secciones con mortero proyectado Fc=40	m2	43.85	\$ 29.96	\$ 1,313.75							1,313.75						1.00		
4	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en vigas que p	m	35.75	\$ 24.33	\$ 869.80	869.80												1.00		
<b>OBRA CIVIL PISO 3</b>																				
5	Limpieza y liberación de superficies	m2	560.29	\$ 2.20	\$ 1,232.64	1,232.64												1.00		
6	Escarificado de nervios de losa que presenta piel de cocodrilo	m2	271.40	\$ 3.36	\$ 911.90		911.90											1.00		
7	Reparación de micro fisuras y recuperación de secciones con mortero proyectado Fc=40	m2	271.40	\$ 29.96	\$ 8,131.14										5,992.00	2,139.14		1.00		
8	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en vigas que p	m	104.70	\$ 24.33	\$ 2,547.35							1,513.82	1,033.53					1.00		
9	Refuerzo de vigas con tejido de fibra de carbono CFRP 600g/m2, con cordones de ancla	m2	181.54	\$ 233.57	\$ 42,402.30							16,349.90	26,052.40					1.00		
10	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en columnas q	m	53.45	\$ 24.33	\$ 1,300.44							1,300.44						1.00		
11	Refuerzo de columnas con tejido de fibra de carbono CFRP 600 gr/m2 en Zona 3	m2	77.75	\$ 231.98	\$ 18,036.45							6,959.40	11,077.05					1.00		
12	Corte, derrocamiento y desalojo de losa (nervios y carpeta) que presenta spalling	m2	84.35	\$ 32.07	\$ 2,705.10			2,705.10										1.00		
13	Losa de hormigón simple de Fc=280kg/cm2, de 25 cm de espesor, aliviada con casete	m2	84.35	\$ 81.41	\$ 6,866.93				6,866.93									1.00		
14	Acero de refuerzo en barras Fy=4200Kg/cm2, anclado a vigas existentes mediante epóx	Kg	1,366.55	\$ 2.51	\$ 3,430.04			3,430.04										1.00		
<b>OBRA CIVIL OFICINA PISO 4</b>																				
15	Limpieza y liberación de superficies	m2	171.06	\$ 2.20	\$ 376.33	376.33												1.00		
16	Escarificado de nervios de losa que presenta piel de cocodrilo	m2	81.88	\$ 3.36	\$ 275.12		275.12											1.00		
17	Reparación de micro fisuras y recuperación de secciones con mortero proyectado Fc=40	m2	81.88	\$ 29.96	\$ 2,452.12				2,452.12									1.00		
18	Escarificado de vigas que presenta micro fisuras y piel de cocodrilo	m2	6.56	\$ 4.20	\$ 27.55				27.55									1.00		
19	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en vigas que p	m	12.26	\$ 24.33	\$ 298.29				298.29									1.00		
20	Reposición de recubrimiento de vigas con mortero proyectado Fc=400 Kg/cm2, hasta 3	m2	6.56	\$ 44.00	\$ 288.64										288.64			1.00		
21	Refuerzo de vigas con tejido de fibra de carbono CFRP 600g/m2, con cordones de ancla	m2	27.46	\$ 233.57	\$ 6,413.83										6,413.83			1.00		
22	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en columnas q	m	3.55	\$ 24.33	\$ 86.37				86.37									1.00		
<b>OBRA CIVIL OFICINA PISO 5</b>																				
23	Limpieza y liberación de superficies	m2	694.06	\$ 2.20	\$ 1,526.93	1,526.93												1.00		
24	Tratamiento de corrosión en armaduras expuestas de nervios de losa y relleno con mor	m	4.00	\$ 50.09	\$ 200.36	200.36												1.00		
25	Escarificado de nervios de losa que presenta piel de cocodrilo	m2	307.58	\$ 3.36	\$ 1,033.47		1,033.47											1.00		
26	Reparación de micro fisuras y recuperación de secciones con mortero proyectado Fc=40	m2	307.58	\$ 29.96	\$ 9,215.10										4,494.00	4,721.10		1.00		
27	Escarificado de vigas que presenta micro fisuras y piel de cocodrilo	m2	50.58	\$ 4.20	\$ 212.44		212.44											1.00		
28	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en vigas que p	m	167.25	\$ 24.33	\$ 4,069.19							243.30	1,216.50	1,216.50	1,392.89			1.00		
29	Reposición de recubrimiento de vigas con mortero proyectado Fc=400 Kg/cm2, hasta 3	m2	50.58	\$ 44.00	\$ 2,225.52								2,225.52					1.00		
30	Refuerzo de vigas con tejido de fibra de carbono CFRP 600g/m2, con cordones de ancla	m2	312.20	\$ 233.57	\$ 72,920.55						16,349.90	16,349.90	23,357.00	16,963.75				1.00		
31	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en columnas q	m	40.10	\$ 24.33	\$ 975.63							975.63						1.00		
32	Refuerzo de columnas con tejido de fibra de carbono CFRP 600 gr/m2 en Zona 3	m2	87.65	\$ 231.98	\$ 20,333.05					6,959.40	6,959.40	6,414.25						1.00		
33	Corte, derrocamiento y desalojo de losa (nervios y carpeta) que presenta spalling	m2	140.30	\$ 32.07	\$ 4,499.42			4,499.42										1.00		
34	Losa de hormigón simple de Fc=280kg/cm2, de 25 cm de espesor, aliviada con casete	m2	140.30	\$ 81.41	\$ 11,421.82				11,421.82									1.00		
35	Acero de refuerzo en barras Fy=4200Kg/cm2, anclado a vigas existentes mediante epóx	Kg	2,189.28	\$ 2.51	\$ 5,495.09			5,495.09										1.00		
<b>OBRA CIVIL OFICINA PISO 6</b>																				
36	Limpieza y liberación de superficies	m2	66.38	\$ 2.20	\$ 146.04	146.04												1.00		
37	Escarificado de nervios de losa que presenta piel de cocodrilo	m2	102.42	\$ 3.36	\$ 344.13	344.13												1.00		
38	Reparación de micro fisuras y recuperación de secciones con mortero proyectado Fc=40	m2	81.95	\$ 29.96	\$ 2,455.22										2,455.22			1.00		
39	Escarificado de vigas que presenta micro fisuras y piel de cocodrilo	m2	66.35	\$ 4.20	\$ 278.67		278.67											1.00		
40	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en vigas que p	m	1.25	\$ 24.33	\$ 30.41						30.41							1.00		
41	Reposición de recubrimiento de vigas con mortero proyectado Fc=400 Kg/cm2, hasta 3	m2	66.33	\$ 44.00	\$ 2,918.52										1,320.00	1,598.52		1.00		
42	Reparación de fisuras con inyección de resina epóxica de baja viscosidad en columnas q	m	10.68	\$ 24.33	\$ 259.84				259.84									1.00		
<b>TOTAL:</b>					<b>\$ 240,821.88</b>															
<b>PLANILLA MENSUAL:</b>						4,862.26	2,858.93	16,129.64	21,327.56	7,046.77	23,339.71	30,942.68	58,153.97	45,366.58	17,862.59	8,231.66	4,721.10	240,821.88		
<b>PORCENTAJE MENSUAL:</b>						2.01%	1.19%	6.70%	8.86%	2.93%	9.69%	12.85%	24.12%	18.84%	7.42%	3.42%	1.96%			
<b>PLANILLA ACUMULADO:</b>						4,862.26	7,701.19	23,830.83	45,158.42	52,204.19	75,543.90	106,486.58	164,640.55	210,007.13	227,869.12	236,100.78	240,821.88			
<b>PORCENTAJE ACUMULADO:</b>						2.01%	3.20%	9.90%	18.75%	21.68%	31.37%	44.22%	68.37%	87.20%	94.62%	98.04%	100.00%			

## 6 CONCLUSIONES

Tras la investigación realizada en la presente tesis, se puede concluir que no existe un protocolo establecido para la intervención de edificaciones en caso de incendios, existe normativa que puede ser usada de referencia la norma NEC-SE-RE , de rehabilitación de infraestructuras para riesgo sísmico(Norma Ecuatoriana de la Construcción, 2016).

En la NEC-SE-RE Riesgo sísmico, Evaluación, Rehabilitación de Estructuras, se especifica los parámetros a evaluar en infraestructuras que producto de un movimiento telúrico presentaron daños a nivel de la estructura. Se muestran diferentes recomendaciones de diseño y métodos de reforzamiento específicos para el caso de estructuras afectadas por sismos.

Debido a la falta de procedimientos para realizar una rehabilitación en caso de incendios se propone lo siguiente como protocolo referencial para la intervención técnica.

Tras el incendio ocurrido en el complejo de la Contraloría General del Estado, el Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito, emitió un informe, en el cual como recomendación principal fue “Realizar ensayos de resistencia a los elementos estructurales, a través de la aplicación en situ de ensayos no destructivos.” Referencia en función a esta recomendación se realizó una evaluación estructural incluido ensayos. En la evaluación estructural se concluyeron los siguientes ítems:

- De acuerdo a la estimación inicial de daños realizada en sitio, los ensayos de esclerómetros, ultrasonidos, extracción de núcleos y carbonatación, se verifica la pérdida de resistencia del hormigón en función del nivel de afectación, teniendo en el caso de mayor daño un valor del 31% de disminución; esto es en la planta alta 3 y 5 del bloque D Oficinas y Parqueaderos. Este resultado se encuentra acorde con la temperatura estimada a la que estuvieron sometidos los elementos estructurales, considerada de más de 300°C.

- En función de los resultados obtenidos de los ensayos realizados, se consideró la alternativa de reforzamiento a través de la modificación local de componentes, permitiendo que los elementos afectados recuperen su resistencia y rigidez original.
- Se considera dentro de las estrategias de reforzamiento local, el sellado de micro fisuras, fisuras y macro fisuras, la reposición del recubrimiento en zonas afectadas con mortero de alta resistencia, a fin de evitar la corrosión de armaduras en un mediano plazo. En las losas de mayor afectación con la presencia de spalling, se realizará la sustitución de este elemento estructural.
- En los elementos estructurales de mayor afectación, plantas altas 3 y 5 del bloque D Oficinas y Parqueaderos, se realizará el reforzamiento mediante la inclusión de tela tejida de fibra de carbono CFRP, a fin de no incrementar el peso de la estructura considerando las bajas densidades de este material, el tiempo corto de instalación y a la facilidad del proceso constructivo.

Con los resultados favorables para el reforzamiento estructural, comenzamos con la planificación del mismo. Para la planificación para la intervención técnica en los dos sistemas tratados se tomó como base, los diferentes métodos implementados por el PMI descritos a continuación:

- Línea base
- Estructura de descomposición de trabajo
- Lista de Actividades
- o Hitos del proyecto

#### CRONOGRAMA

- Secuenciar Actividades
- Determinar Dependencia
- Estimación de tiempos de las actividades
- Diagrama de red

#### PRESUPUESTO

## CRONOGRAMA VALORADO.

En la planificación, previo al inicio de la intervención de cualquier actividad, es necesario realizar los siguientes pasos:

- Evaluación de daños
- Inventario de daños

Dando como resultado un diagnóstico Macro de la condición del edificio. Estos pasos se los realiza para cada una de la ingeniería a intervenir

Cabe recalcar que como se mencionó, para el caso de estudio fue necesario remover total o parcialmente las instalaciones de algunos sistemas por pisos entre ellos el cielo falso, tuberías hidrosanitarias, contra incendios, canaletas del sistema eléctrico y electrónico, lo que implica la futura necesidad de restitución de los mismos.

## 7 Bibliografía

Abraham, M. S. (2017). *Aplicación del Método Líneas de Balance al Sistema Last Planner en*. Monterrey, Nuevo Leon: Tecnológico de Monterrey.

Acuerdo Ministerial 1257. (2009). *REGLAMENTO DE PREVENCION, MITIGACION Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS*. Quito: REGLAMENTO DE PREVENCION, MITIGACION Y.

AISC. (2016). *Especificación para Construcciones de Acero*. USA: Alacero.

ANGULO, L. (2014). *Preparación para la certificación PMP basado en la guía del PMBOK quinta edición. Edtion ed.,*. Lima: PMI.

ARBOLEDA, O. D. (2001). *ESTIMACIÓN HOLÍSTICA DEL RIESGO SISMICO UTILIZANDO SISTEMAS DINÁMICOS COMPLEJOS*. Barcelona: UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA.

Arce-Palomino, J. L. (2008). Grandes incendios urbanos: mesa redonda, Lima 2001. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 1.

Bassó, E. G. (2017). *DESARROLLO DE UN MODELO PARA EL SEGUIMIENTO Y CONTROL ECO NÓMICO Y TEMPORAL DURANTE LA FASE DE EJECUCION DE*. Girona: Universitat de Girona.

BBC News Mundo. (16 de abril de 2019). Notre Dame: la historia del devastador incendio en gráficos e imágenes. *BBC News Mundo*, pág. 1.

BMA GROUP. (8 de NOVIEMBRE de 2021). *TERRIBLES CONSECUENCIAS DE NO PLANIFICAR EN LAS EMPRESAS*. Obtenido de BLOG BMA GROUP: <https://brendamarreropr.com/6-terribles-consecuencias-de-no-planificar-en-las-empresas/>

CGE. (2021). *Rehabilitación Integral del Edificio Matriz de la contraloria General del Estado*. Quito.

Contraloria General del Estado. (2021). *REHABILITACIÓN INTEGRAL DEL EDIFICIO MATRIZ DE LA CONTRALORIA GENERAL DEL ESTADO* . Quito: Contraloria General del Estado.

Cuerpo de bomberos del Distrito Metropolitano de Quito . (2019). *Informe de investigación de causa de incendio*. Quito: Bomberos Quito .

- Cuerpo de Ingenieros del Ejercito. (2021). *Informe de necesidad, proceso del Reforzamiento Estructural*. Quito.
- Cuerpo de Ingenieros del Ejercito. (2021). *Plan de ejecución*. Quito.
- Dirección de prevención y seguridad contra incendios . (2019). *Evaluación Estructural Contraloría General del Estado*. Quito: Cuerpo de Bomberos del DistritoMetropolitano de Quito.
- Dirección de prevención y seguridad contra incendios . (2019). *Evaluación Estructural Contraloría General del Estado* . Quito: Bomberos Quito .
- El Universo . (2 de septiembre de 2021). El Universo . *Al menos una veintena de fallecidos dejan súbitas inundaciones en Nueva York provocadas por tormenta Ida*, pág. 1.
- ELTELÉGRAFO. (13 de OCTUBRE de 2019). Prisión para 14 procesados por ataque a la Contraloría. *EL TELÉGRAFO*, pág. 1.
- Grupo del Banco Mundial. (2019). *EVALUACIÓN DE DAÑO Y PÉRDIDAS, afectaciones por paro nacional del 3 al 14 de octubre de 2019*. Quito: Banco Central del Ecuador.
- Grupo Militar de Trabajo "Contraloría General del Estado". (2021). *INFORME DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS*. Quito: CCE.
- Moya, R. N. (2011). *Evaluación de Incendio para edificios de viviendas en Propiedad Horizontal en el DMQ usandose el programa computacional del Método FRAME*. Quito : Unidad Internacional SEK.

Norma Ecuatoriana de la Construcción. (2014). *Riesgo sísmico, evaluación, rehabilitación de estructuras*. Quito: Dirección de comunicación social.

Project Management Institute, Inc., (2017). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos*. Newtown Square, Pennsylvania: Independent Publishers Group.

RAMOS, X., & ZAMBRANO, R. (14 de abril de 2019). Hay mayor sensibilidad ante los sismos, tras el terremoto en Ecuador. *El Universo*, pág. 1.

Torres, L. P. (28 de 11 de 2019). DW. Obtenido de <https://www.dw.com/es/cronolog%C3%ADa-del-paro-en-ecuador-y-lo-que-vino-despu%C3%A9s/a-51456988>

UCE PROYECTOS E.P. (s.f.). *SERVICIO DE DIAGNÓSTICO ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO MATRIZ DE LA CONTRALORÍA GENERAL DEL ESTADO*.

Universidad Central del Ecuador. (2021). *Servicio de Diagnóstico Estructural del Edificio Matriz de la Contraloría General del Estado*. Quito.

Vicioso, S. G. (2014). *Modelo numérico y comportamiento de pórticos*. CATALUÑA: UNIVERSITAT POLITECNICA DE CATALUNYA.