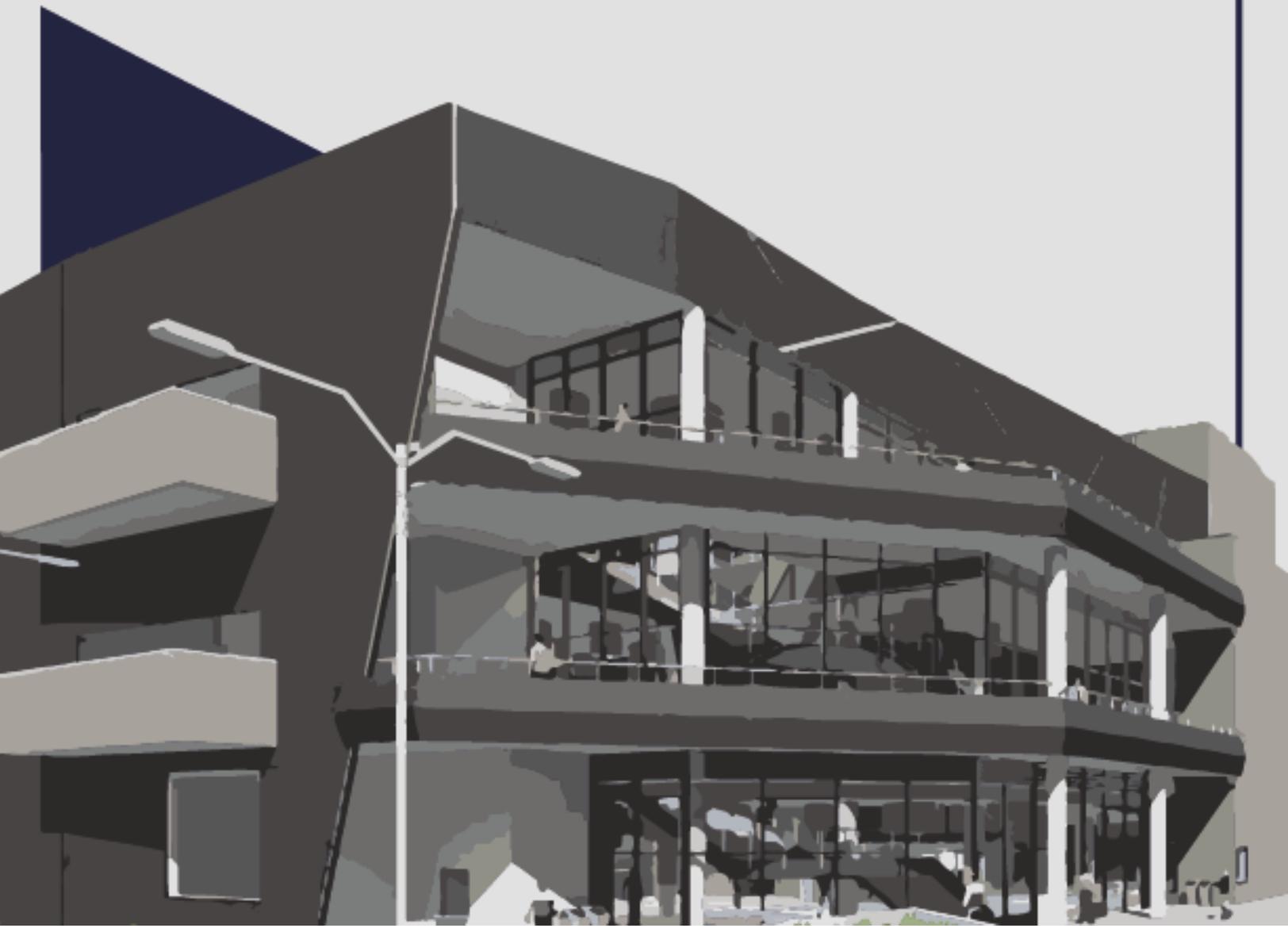
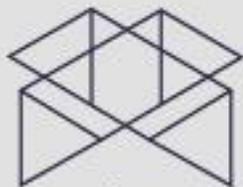


**VIÓSIM**  
CONSTRUCTION





**VIOSIM**  
CONSTRUCTION



**GESTIÓN DE PROYECTOS,  
CONSTRUCCIÓN, POP**



**ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO DEL COMPLEJO CULTURAL DE FUNZA**

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL  
TRABAJO DE GRADO  
2022

**Presentado a:**

Ing. Oscar Mauricio Baquero Hernández

Ing. Edison Giovanni Torres

**Estudiantes encargados:**

Juan Sebastián Rincón Plata

C.C. 1.121.960.411

Sergio Andrés Gómez Vélez

C.C. 1.047.495.541

**Fecha de entrega:** 27 de Mayo del 2022

Dicho documento fue realizado por VIÓSIM construction subdivida por los estudiantes Sergio Andres Gómez Vélez y Juan Sebastián Rincón plata para el área de Gestión de Proyectos – Construcción – POP; Oscar Felipe Chillan Parra y Brian Alejandro Abadía Cano para BIM y Gestión de Diseños Técnicos; Juan Camilo Almonacid Muñoz y Santiago Lugo Menjura para Estructuras; Juan José Ardila hurtado y Carlos Matteo López Barrera para Geotecnia y Cristian Danilo Rodríguez Cárdenas con Juan Camilo Valencia para el área Socio-Ambiental y sostenibilidad con el fin de cumplir con el requisito seminario proyecto integrador de grado para la carrera de Ingeniería civil de la Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá.

## Tabla de contenido

Tabla de ilustraciones.....	5
Índice de tablas .....	5
1. Localización .....	7
2. Propósito del proyecto.....	8
3. Objetivos .....	8
4. Descripción del proyecto .....	9
5. EDT/WBS.....	12
6. Lista de Insumos .....	13
6.1 Índice de costos de la construcción de vivienda (ICCV).....	14
6.2 Estimación costos de mano de obra .....	15
7. APU.....	16
8. Cantidades de Obra .....	17
8.1 Preliminares .....	17
8.2 Movimiento de tierras .....	19
8.3 Contención .....	21
9. Análisis y cálculos de AIU.....	21
9.1 Administración.....	22
9.2 Imprevistos .....	25
9.3 Utilidades.....	25
10. Presupuesto Resumido.....	25
11. Presupuesto detallado .....	26
12. Cálculo de duraciones .....	27
.....	27
13. Programación Resumida.....	28
14. Programación Detallada.....	28
15. Flujo de caja .....	30
16. Proceso constructivo (Descriptivamente) .....	32
Estructura .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
17. Conclusiones .....	32
18. Referencias.....	33

## Tabla de ilustraciones

Ilustración 1, localización del proyecto , fuente: adaptado de Google Maps.....	7
Ilustración 2, área de influencia del complejo cultural de funza , Fuente: adaptado de Google Maps.....	7
Ilustración 3. Complejo Cultural de Funza modelado en Revit. ....	9
Ilustración 4. Vista 3D de sótano.....	10
Ilustración 5. Vista 3D piso 1.....	11
Ilustración 6. Vista 3D piso 2.....	11
Ilustración 7. Vista 3D piso 3.....	11
Ilustración 8. Vista 3D piso 4.....	11
Ilustración 9, EDT , Fuente: elaboración propia.....	12
Ilustración 10. Grafica para obtener la variación monetaria de insumos.....	15
Ilustración 11. Estimación costos de mano de obra. ....	15
Ilustración 12, modelo APU, Fuente: elaboración propia.....	16
Ilustración 13 Localización y replanteo.....	17
Ilustración 14 Área total .....	18
Ilustración 15 Suministro.....	18
Ilustración 16 Suministros .....	18
Ilustración 17 Descapote y desmonte .....	19
Ilustración Excavación mecánica .....	19
Ilustración , costo total del proyecto, fuente: elaboración propia. ....	26
Ilustración , programación resumida, fuente: elaboración propia.....	28
Ilustración , programación distintas actividades, fuente: elaboración propia. fuente: elaboración propia.....	29
Ilustración 22 Diagrama de Gantt ruta critica .....	29

## Índice de tablas

Tabla 1, área de las distintas zonas del proyecto ,Fuente: elaboración propia.....	10
Tabla 2, equipos, Fuente: elaboración propia .....	13
Tabla 3, Mano de obra, Fuente: elaboración propia .....	13
Tabla 4, transporte, Fuente: elaboración propia .....	14
Tabla 5, materiales, Fuente: elaboración propia.....	14
Tabla 6, rendimientos, Fuente: elaboración propia.....	17
Tabla 7 Excavación muro.....	20
Tabla 8 Excavación manual dados.....	20
Tabla 9 Rellenos .....	20
Tabla 10 Cantidades muros fase 1.....	21
Tabla 11 Cantidades muros fase 2.....	21
Tabla 12, AIU, Fuente: elaboración propia. ....	22
Tabla 13, personal administrativo, Fuente: elaboración propia.....	22
Tabla 14, personal obra, Fuente: elaboración propia. ....	23
Tabla 15, costo pólizas, fuente: elaboración propia.....	23
Tabla 16, garantías, Fuente: elaboración propia .....	23
Tabla 17, impuestos, Fuente: elaboración propia.....	24
Tabla 18, costos varios, Fuente: elaboración propia .....	24

Tabla 19,utilidades, fuente: elaboración propia .....	25
Tabla 20, costos actividad global, fuente: elaboración propia.....	27
Tabla 21, duración, fuente: elaboración propia.....	27
Tabla 22 Porcentaje Egresos .....	30
Tabla 23 Porcentaje egresos mensuales .....	30
Tabla 24 Egresos flujo de caja costos directos .....	30
Tabla 25 Egresos flujo de caja costos indirectos.....	31
Tabla 26 Ingresos flujo de caja .....	31
Tabla 27 VPN .....	31

## 1. Localización



Ilustración 1, localización del proyecto , fuente: adaptado de Google Maps

El área de influencia del proyecto se encuentra localizada en la calle 18 con carrera 10, en el municipio de Funza, Cundinamarca.



Ilustración 2, área de influencia del complejo cultural de funza , Fuente: adaptado de Google Maps

El proyecto colinda por el costado norte con edificaciones existentes de 2 pisos, por el costado Sur la carrera 10 y cerca de ella se encuentra la estación de policía de Funza, por el costado Oriental con edificaciones existentes de máximo 3 pisos y por el costado Occidental con la calle 18 como se puede apreciar en la ilustración 2.

El punto central del complejo cultural se encuentra en las coordenadas 4°42'59.45" N y 74°12'22.68" O con una elevación de 2547 msnm

## 2. Propósito del proyecto

El municipio de Funza en los últimos años se ha consolidado como la cuna de la cultura colombiana gracias el gran trabajo del Centro Cultural Bacatá (CCB) el cual el primer semestre del 2021 obtuvo 6900 inscripciones de jóvenes para hacer parte de la amplia oferta cultural. Con este crecimiento tan abrumador que se ha visto en los últimos años la alcaldía municipal de Funza propuso la creación de un complejo cultural, este complejo tiene el propósito de seguir esta misma línea, en donde los jóvenes contarán con todas instalaciones y herramientas para maximizar su talento. Este complejo también servirá para la realización de eventos del festival de arte y cultura Zaguesazipa, el cual en el año 2020 logró la asistencia de 60.000 personas. (Revista Gestión, 2021)

## 3. Objetivos

- Seguir la línea de crecimiento cultural y artístico que ha presentado el municipio de Funza en los últimos años y consolidarse como la cuna de la cultura colombiana.
- Demostrar el compromiso de la alcaldía de Funza con el municipio, no solo con el sector cultural y artístico, sino también con el desarrollo urbanístico. Siendo referente para municipios aledaños.
- Realizar un prediseño estructural siguiendo los procedimientos y reglamentos establecidos para un proyecto de construcción, dicho prediseño seguirá los lineamientos establecidos en el reglamento NSR-10, ACI 318-19 y el AISC.

- Realizar un estudio geotécnico preliminar, un análisis de la cimentación y estructura de contención siguiendo las normativas y leyes nacionales y normativas internacionales.
- Implementar la metodología BIM desde inicio a fin del proyecto consolidando todas las ramas que intervengan en este proceso.

#### 4. Descripción del proyecto

El complejo cultural de Funza se conforma por dos estructuras, el teatro y escuela de artes.

El teatro cuenta con una capacidad de 600 personas y la sala de artes con una capacidad de 100 personas. El complejo cuenta con un parqueadero subterráneo de 70 parqueaderos. La estructura donde se encuentra el teatro cuenta con tres plantas principales excluyendo el parqueadero subterráneo. La primera planta con una altura de 5,81 m sobre el nivel del terreno, la segunda con una altura de 12,65 m sobre el nivel del terreno y el tercer nivel con una altura de 18,88 m sobre el nivel del terreno. La planta 2 y 3 se subdividen y forman una estructura de cuatro plantas con una cubierta.

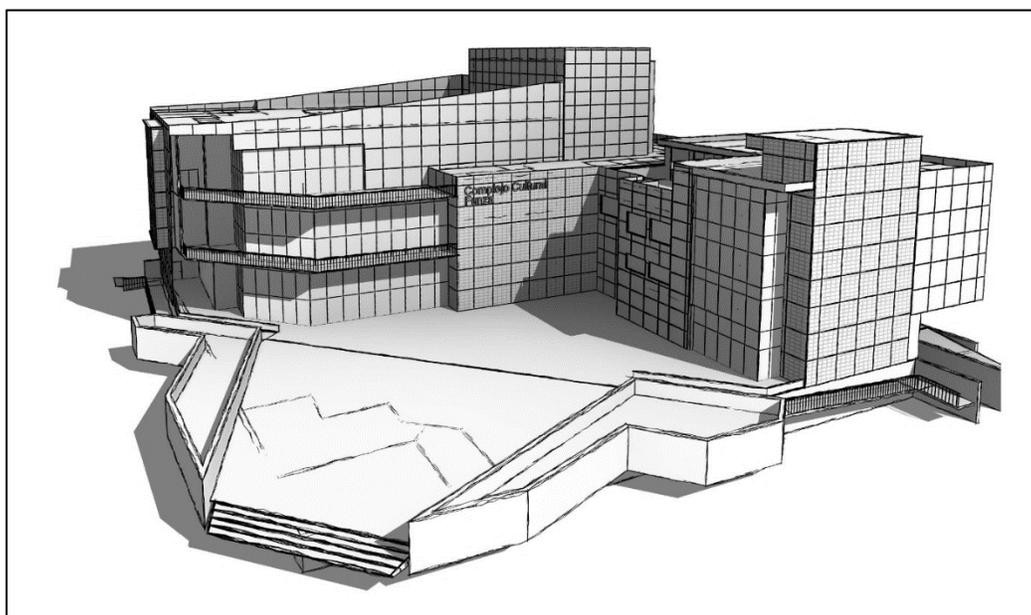


Ilustración 3. Complejo Cultural de Funza modelado en Revit.

El área total construida aproximada se encuentra distribuida en la siguiente tabla:

Tabla 1, área de las distintas zonas del proyecto ,Fuente: elaboración propia

Superficie	Área	Nivel
Área sótano	3705,78 m <sup>2</sup>	NE -1.5 (SS)
Área zona urbana	2304,55 m <sup>2</sup>	NE+2.73 (P1.1)
Área teatro P1	1570,33 m <sup>2</sup>	NE+2.73 (P1.1)
Área teatro P2	2032,22 m <sup>2</sup>	NE+7.15 (P2.2)
Área teatro P3	1340,04 m <sup>2</sup>	NE+10.35 (P3.1)
Área teatro P4	1544,16 m <sup>2</sup>	NE+15.29 (Puentes)
Área salones P1	462,92 m <sup>2</sup>	NE+2.73 (P1.1)
Área salones P2	423,20 m <sup>2</sup>	NE+7.15 (P2.2)
Área salones P3	568,02 m <sup>2</sup>	NE+10.35 (P3.1)
Área salones P4	535,12 m <sup>2</sup>	NE+14.15 (P4.1)
Área Cubierta	1320,97 m <sup>2</sup>	NE+21.60 (Puente Tramoya)

Sabemos que la edificación está dividida por dos edificios, pero estos se unifican con un solo sótano exclusivo para parqueadero. En la siguiente imagen se puede ver una ilustración del espaciamiento del sótano sin elementos estructurales:

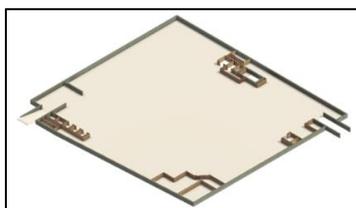


Ilustración 4. Vista 3D de sótano.

En el nivel 1 ya se dividen las estructuras, por un lado, el teatro principal y por el otro el salón de artes. Para la estructura del teatro se encuentra un gran salón como una recepción y los cuartos donde se dispone la maquinaria, elementos y donde los artistas se encuentran antes de las funciones. En la siguiente imagen se puede observar la arquitectura del nivel 1:

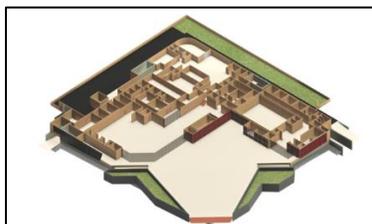


Ilustración 5. Vista 3D piso 1.

En el nivel 2 se encuentra ya la grada principal en la estructura del teatro y en el salón de artes se sigue viendo la planta del salón principal y pequeños salones privados para practicar los instrumentos musicales. En la siguiente imagen se puede ver la arquitectura del nivel 2:

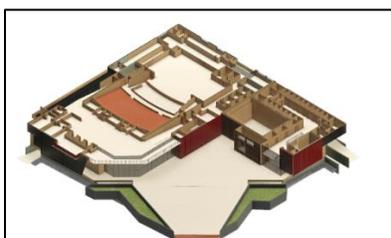


Ilustración 6. Vista 3D piso 2.

En el nivel 3 en la estructura donde se encuentra el teatro se compone por pasillos donde se guarda la maquinaria e implementos del teatro, mientras que en la estructura del salón de arte se encuentran varios salones de clase. En la siguiente imagen se puede observar un corte 3D de este nivel:

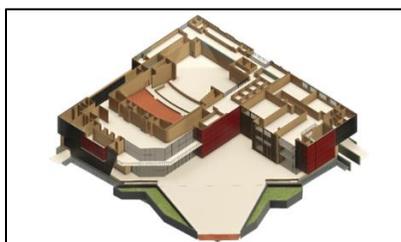


Ilustración 7. Vista 3D piso 3.

En el nivel 4 en la estructura del teatro se encuentran los puentes y los asientos superiores, mientras que la estructura del salón de artes se encuentran mas salones de clase. En la siguiente imagen se puede observar un corte 3D de este nivel:



Ilustración 8. Vista 3D piso 4.

### 5. EDT/WBS

Para la realización de la edt, se determinó la estructuración del desarrollo del proyecto de forma jerárquica, con el fin de darle un orden al proceso de trabajo, por ende, se identifican los entregables y se componen los paquetes de trabajo. Para el complejo cultural de Funza se identificaron 5 fases por las cuales transcurre el proyecto para su construcción, estas fases se implementaron con el fin de organizar los objetivos a cumplir en el transcurso del cronograma planteado, definiendo el alcance total del proyecto y los entregables que este debe tener en cada una de las fases.

Estas fases se identificaron de la siguiente forma:

- Planeación y diseño
- Preliminares de obra
- Construcción y cimentación
- Estructura
- Redes hidrosanitarias

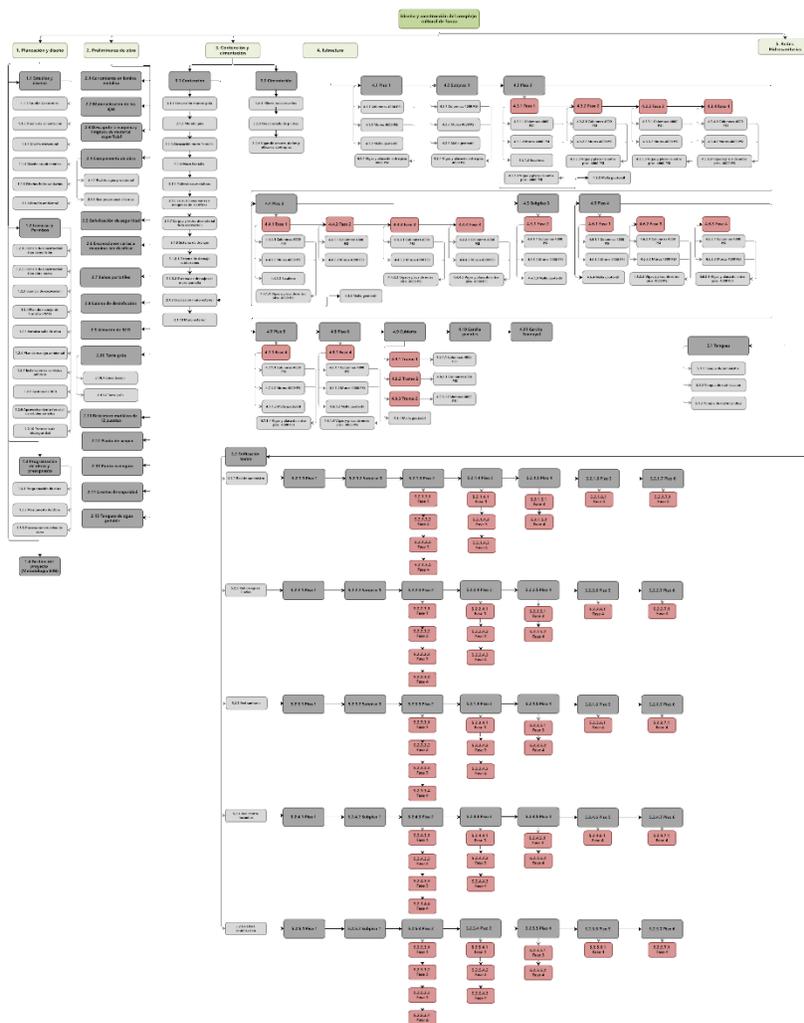


Ilustración 9, EDT , Fuente: elaboración propia

## 6. Lista de Insumos

Esta capitulo tiene como fin proveer de los costos actualizados y proyectados de los insumos necesarios para poder desarrollar correctamente cada actividad de la EDT mediante APUS. Los precios encontrados en el documento anexo nombrado como **27\_05\_2022\_VIO\_CCF\_CON\_DOC\_PLANEACION ESTRATEGICA** contiene los precios actualizados a febrero 2022; estos precios se proyectaron mediante los índices de costos de la construcción o la proyección del salario mínimo según corresponda para los equipos, materiales, transporte o mano de obra ajustados hacia agosto de 2022 que es la fecha en la cual se dará inicio al proyecto. A continuación, se presenta todo el proceso de proyección tanto del ICCV como de la mano de obra, así como un ejemplo de los precios por tipo de insumo proyectados.

Esta lista de insumos cuenta con 3 fuentes de precio diferentes para cada uno de los insumos fue necesario escoger a criterio propio la mejor opción de precio para ser proyectado con los índices mencionados anteriormente. Para este criterio se tuvo en cuenta principalmente el precio del insumo y el proveedor, ya que con costos muy elevados del proyecto podrían dejarnos fuera del proceso de licitación.

La lista de insumos se discretiza en 4 tipos, la mano de obra, los materiales, equipos y transporte; debido a que estos son los implementos necesarios para realizar cualquier actividad de una obra, por ende, se crearon las siguientes 4 listas:

### - Equipos:

Tabla 2, equipos, Fuente: elaboración propia

INSUMO	UNIDAD	FUENTE A UTILIZAR	PRECIO A UTILIZAR 2022-2023	PRECIO ACTUAL
Andamio Tubular 1.5x1.5	dia	Garcia Vega S.A.S	\$ 810	\$ 919
Bulldozer D5G	h	Colombia generador de precios	\$ 185.611	\$ 168.412
Bomba centrífuga Potencia 20 HP, Succión 2" y Descarga 1 1/2"	u	Maquitec de colombia	\$ 6.619.689	\$ 6.006.287
Bomba centrífuga Potencia 3 HP, Succión 1 1/4" y Descarga 1"	u	Barnes de colombia S.A.	\$ 1.618.251	\$ 1.468.299
Bomba sumergible 1 HP	u	Homecenter	\$ 1.115.242	\$ 1.011.900
Cargador 908 K	h	Constructora el portico LTDA	\$ 145.151	\$ 131.701
Carrotanque de agua	h	Rapiagua SAS	\$ 85.801	\$ 77.850
Compactador de Rodillo	dia	Colombia generador de precios	\$ 114.236	\$ 103.651
Compactador manual (CANGURO)	dia	Arrenda equipos S.A.	\$ 40.490	\$ 36.738

### - Mano de Obra:

Tabla 3, Mano de obra, Fuente: elaboración propia

ITEM	INSUMO	UNIDAD	FUENTE A UTILIZAR	PRECIO A UTILIZAR
				2022
1	Ayudante (Día)	Jornal	Criterio Propio	\$ 101.775
2	Ayudante (Hr)	h	Criterio Propio	\$ 12.722
3	Ayudante instalaciones hidrosanitarias	h	Criterio Propio	\$ 16.554
4	Cadenero	h	Criterio Propio	\$ 20.386
5	Cuadrilla (1 Of + 1 Ay) (h)	hc	Criterio Propio	\$ 36.830
6	Cuadrilla (1 Of + 1 Ay) (j)	Jornal	Criterio Propio	\$ 294.637
7	Cuadrilla (1 Of + 2 Ay) (h)	hc	Criterio Propio	\$ 49.552
8	Cuadrilla (1 Of + 2 Ay) (j)	Jornal	Criterio Propio	\$ 396.412

- Transporte:

Tabla 4, transporte, Fuente: elaboración propia

UNIDAD	FUENTE A UTILIZAR	PRECIO A UTILIZAR 2022-2023	PRECIO ACTUAL
dia	Constructora el portico LTDA	\$ 1.542.977	\$ 1.400.000
m3/km	Construplan	\$ 1.455	\$ 1.320
m3/km	Colombia generadora de precios	\$ 984	\$ 893
m3/km	Colombia generadora de precios	\$ 1.378	\$ 1.250
m3/km	Cemex	\$ 930	\$ 844
m3/km	Luis Anselmo Rodríguez SA	\$ 1.312	\$ 1.190
kg	Constructora el portico LTDA	\$ 33	\$ 30
Viaje	CGCH ingeniería civil sas	\$ 529.021	\$ 480.000

- Materiales:

Tabla 5, materiales, Fuente: elaboración propia

INSUMO	UNIDAD	FUENTE A UTILIZAR	PRECIO A UTILIZAR 2022 - 2023	PRECIO ACTUAL
Adaptador PVC Limpieza sanitario 2"	u	Pavco	\$ 7.044	\$ 6.391
Adaptador PVC Limpieza sanitario 3"	u	Homecenter	\$ 14.217	\$ 12.900
Adaptador PVC Limpieza sanitario 4"	u	Homecenter	\$ 18.626	\$ 16.900
Adaptador PVC Limpieza sanitario 6"	u	Homecenter	\$ 47.281	\$ 42.900
Agua	m3	Emaaf	\$ 3.337	\$ 3.028
Alambre Negro no 17	kg	Ferropaz	\$ 9.809	\$ 8.900
Arena de peña	m3	Ingecost SA	\$ 22.606	\$ 20.512
Boquilla Galvanizada 1/2"	u	Formas Electricas SAS	\$ 3.637	\$ 3.300

## 6.1 Índice de costos de la construcción de vivienda (ICCV)

Como el presupuesto se realiza con meses de antelación que empiece la obra y se empiecen a comprar o alquilar los materiales, equipos y herramientas se realiza una proyección para predecir el coste del material para el inicio de obra. Se tomaron las variaciones anuales desde 1990, hasta el 2021 y se hizo una regresión lineal. Como la línea de tendencia se encontraba por debajo de algunos puntos se optó por crear otra línea con datos mayores para así tender una tendencia por encima de todos los datos, con la ecuación de la recta se calcula el porcentaje de variación de los precios para el inicio de obra. En la siguiente ilustración se puede apreciar la gráfica obtenida:

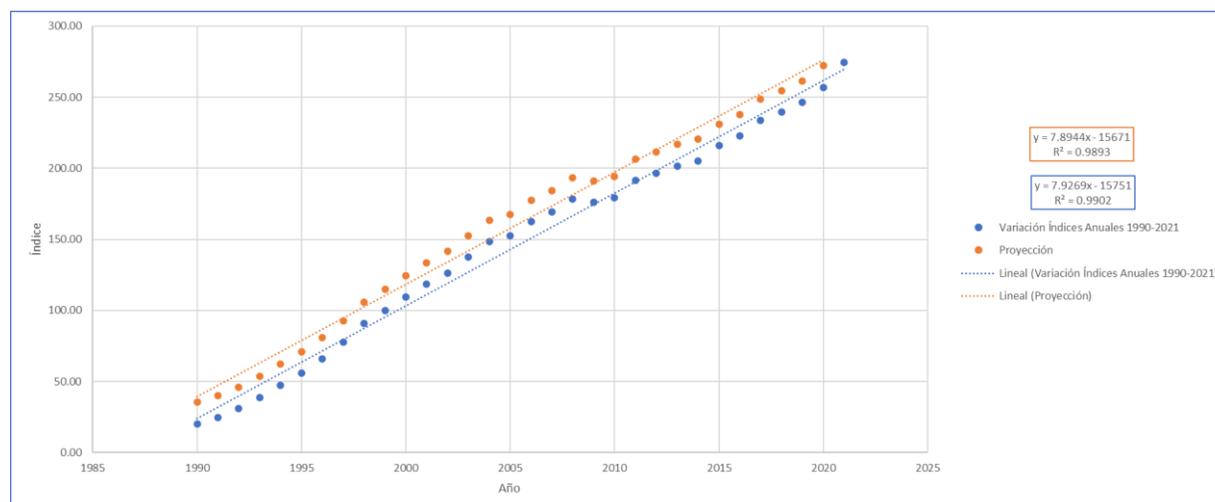


Ilustración 10. Gráfica para obtener la variación monetaria de insumos.

La ecuación obtenida, para agosto del años 2022, nos da una variación del 10.21%, esta variación fue utilizada para aplicársela a los precios actuales obtenidos.

## 6.2 Estimación costos de mano de obra

Para realizar la estimación del costo de mano de obra tuvimos en cuenta todas las prestaciones exigidas por ley, y formamos la siguiente tabla con los rangos de salarios y sus correspondientes prestaciones laborales.

	Salarios Trabajadores							
	Entre 1-2 SMMLV		Entre 2-4 SMMLV		Entre 4-10 SMMLV		Mayor a 10 SMMLV	
	%	\$	%	\$	%	\$	%	\$
Salario		\$ 1.000.000,00		\$ 4.000.000,00		\$ 10.000.000,00		\$ 11.000.000,00
Auxilio de Transporte		\$ 117.172,00		\$ -		\$ -		\$ -
<b>Total</b>		\$ 1.117.172,00		\$ 4.000.000,00		\$ 10.000.000,00		\$ 11.000.000,00
<b>Prestaciones Sociales</b>								
Prima	8,33%	\$ 93.060,43	8,33%	\$ 333.200,00	8,33%	\$ 833.000,00	8,33%	\$ 916.300,00
Cesantías	8,33%	\$ 93.060,43	8,33%	\$ 333.200,00	8,33%	\$ 833.000,00	8,33%	\$ 916.300,00
Intereses de Cesantías	1,00%	\$ 11.171,72	1,00%	\$ 40.000,00	1,00%	\$ 100.000,00	1,00%	\$ 110.000,00
Vacaciones	4,17%	\$ 41.700,00	4,17%	\$ 166.800,00	4,17%	\$ 417.000,00	4,17%	\$ 458.700,00
<b>Total</b>	<b>21,83%</b>	<b>\$ 238.992,58</b>	<b>21,83%</b>	<b>\$ 873.200,00</b>	<b>21,83%</b>	<b>\$ 2.183.000,00</b>	<b>21,83%</b>	<b>\$ 2.401.300,00</b>
<b>Aportes Parafiscales</b>								
Caja de Compensacion	4,00%	\$ 40.000,00	4,00%	\$ 160.000,00	4,00%	\$ 400.000,00	4,00%	\$ 440.000,00
SENA		\$ -		\$ -		\$ -	2,00%	\$ 220.000,00
ICBF		\$ -		\$ -		\$ -	3,00%	\$ 330.000,00
<b>Total</b>	<b>4,00%</b>	<b>\$ 40.000,00</b>	<b>4,00%</b>	<b>\$ 160.000,00</b>	<b>4,00%</b>	<b>\$ 400.000,00</b>	<b>9,00%</b>	<b>\$ 990.000,00</b>
<b>Seguridad Social</b>								
ARL Riesgos	6,96%	\$ 77.755,17	6,96%	\$ 278.400,00	6,96%	\$ 696.000,00	6,96%	\$ 765.600,00
Salud	8,50%	\$ 85.000,00	8,50%	\$ 340.000,00	8,50%	\$ 850.000,00	8,50%	\$ 935.000,00
Pension	12,00%	\$ 120.000,00	12,00%	\$ 480.000,00	12,00%	\$ 1.200.000,00	12,00%	\$ 1.320.000,00
<b>Total</b>	<b>27,46%</b>	<b>\$ 282.755,17</b>	<b>27,46%</b>	<b>\$ 1.098.400,00</b>	<b>27,46%</b>	<b>\$ 2.746.000,00</b>	<b>27,46%</b>	<b>\$ 3.020.600,00</b>
<b>Otros</b>								
Dotacion Aproximada	5,00%	\$ 50.000,00						
Fondo de Solidaridad Pensional		\$ -	1,00%	\$ 40.000,00	1,00%	\$ 100.000,00	1,00%	\$ 110.000,00
<b>Total</b>	<b>5,00%</b>	<b>\$ 50.000,00</b>	<b>1,00%</b>	<b>\$ 40.000,00</b>	<b>1,00%</b>	<b>\$ 100.000,00</b>	<b>1,00%</b>	<b>\$ 110.000,00</b>
<b>Total SMMLV</b>	<b>58,29%</b>	<b>\$ 1.728.919,75</b>	<b>54,29%</b>	<b>\$ 6.171.600,00</b>	<b>54,29%</b>	<b>\$ 15.429.000,00</b>	<b>59,29%</b>	<b>\$ 17.521.900,00</b>
Se estima que el trabajo mensual es de 20 días	<b>Jornal (8 horas)</b>	\$ 86.445,99	\$ 308.580,00	\$ 771.450,00	\$ 876.095,00			
	<b>Hora</b>	\$ 10.805,75	\$ 38.572,50	\$ 96.431,25	\$ 109.511,88			
<b>Factor Prestacional</b>	<b>1,5829</b>		<b>1,5429</b>		<b>1,5429</b>		<b>1,5929</b>	

Ilustración 11. Estimación costos de mano de obra.



Tabla 6, rendimientos, Fuente: elaboración propia.

Herramienta menor			
Rendimientos	m/	/m	Fuente
	20	0,05	Construdata

Teja zinc de 0.17mm 0.70x2.9m			
Rendimientos	m/u	u/m	Fuente
	0,97	1,07586207	Criterio Propio

Poste en madera 2.5 Mts.			
Rendimientos	m/u	u/m	Fuente
	2,8529905	0,3505094	Criterio Propio

Portacandado			
Rendimientos	m/u	u/m	Fuente
	176,00	0,00568182	Criterio Propio

Bisagra comun			
Rendimientos	m/u	u/m	Fuente
	-	0,00827586	Criterio Propio

puntilla con cabeza de 2" 500 g			
Rendimientos	m/u	u/m	Fuente
	-	0,00827586	Criterio Propio

Cuadrilla (1 Of + 1 Ay) (h)			
Rendimientos	m/hc	hc/m	Fuente
	6,25	0,16	Juicio de un experto

## 8. Cantidades de Obra

### 8.1 Preliminares

- Localización y replanteo: Se tomó el área escriturada de 5771.74 m<sup>2</sup>



Ilustración 13 Localización y replanteo

- Suministro, instalación y desmonte de cerramiento en lámina metálica: Se tomó la longitud de la lamina de zinc modelada en el modelo de preliminares de obra.

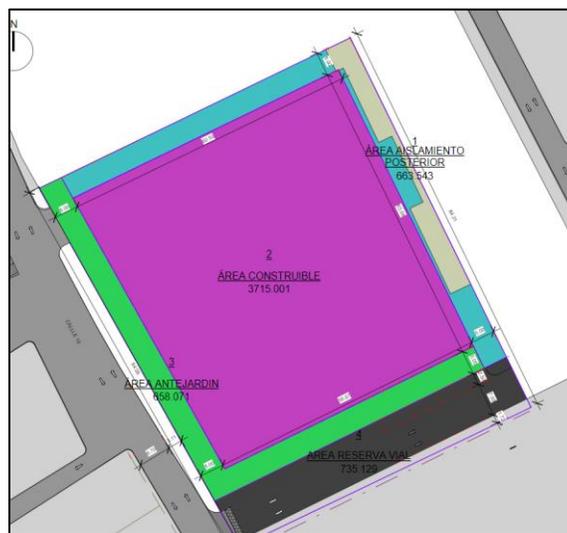


Ilustración 14 Área total

- Suministro, instalación y desmonte de casino: cantidades establecida por la cantidad de trabajadores máximos que pueden haber en obra (40 trabajadores).

<b>Suministro, instalación y desmonte de casino</b>	
Sillas	48
mesas	12
carpa 12 x 6 m	3
locker 12 puestos	3

Ilustración 15 Suministro

- Suministros:

<b>Suministro, instalación y desmonte Torre Grúa</b> se piensa utilizar la torre grúa luego de finalizar toda la cimentación, entre 8-10 meses.
<b>Alquiler de baños provisionales</b> Se alquilaran 4 baños para maximo de 40 empleados (1 baño exclusivo para mujeres).
<b>Suministro, instalación y desmonte de unidades de vigilancia</b> Se proporciona 1 caseta de vigilancia por cada entrada al predio.
<b>Instalación y desmonte de parqueadero de bicicletas</b> se van a proporcionar 24 puestos de bicicleta a criterio propio.
<b>Suministro, instalación y desmonte Zona de ensayos</b> se proporcionará una zona de ensayos con una carpa de 3x2 m2

Ilustración 16 Suministros

<b>Descapote a maquina (incluye retiro)</b>	
se estableció como 0.2 m de espesor descapotable y a eso se le multiplico por el area construible+area antejardin+area aislamiento posterior.	
<b>Instalación y desmonte de zona de desinfección</b>	
se suministraran 4 lavados de mano.	
<b>Suministro, instalación y desmonte de unidad de enfermeria</b>	
se colocará una carpa de enfermeria con la camilla e insumos.	
<b>Area dentro de cerramiento</b>	
Area (m2)	Perimetro (m)
6295	352,856

Ilustración 17 Descapote y desmonte

- Suministro, instalación y desmonte de provisional eléctrica: se definieron longitudes midiendo distancias de los puntos necesarios de consumo eléctrico y dio un valor de 250 m, ya las cantidades de accesorios se utilizó APUs de construplan o se definieron a criterio propio.

## 8.2 Movimiento de tierras

- Excavación mecánica sótano (incluye retiro): area de 3942,204 m<sup>2</sup>, h 3,3 m, volumen de 13009,27 m<sup>3</sup>.

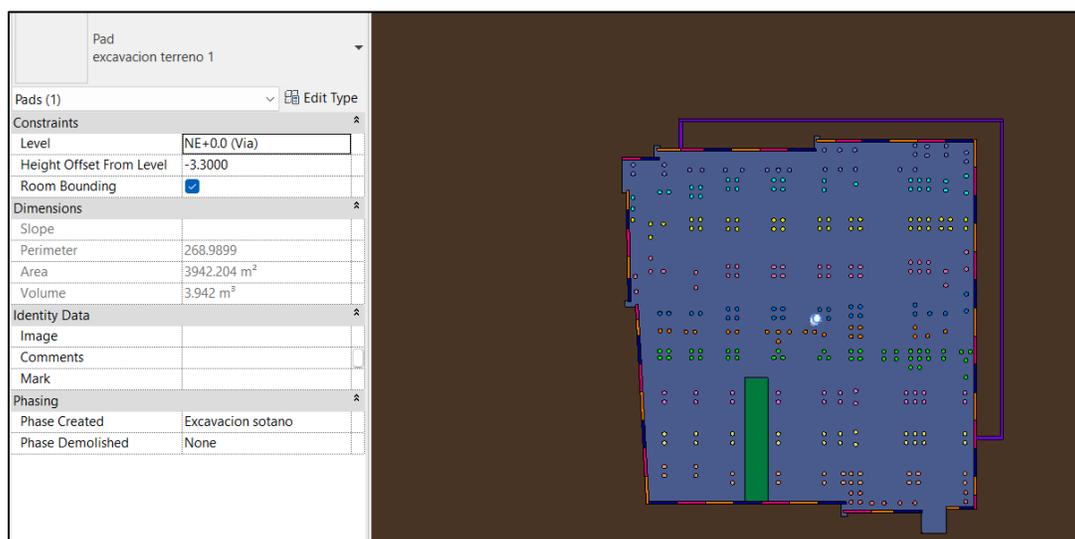


Ilustración 18 Excavación mecánica

Excavación muro exterior		
perimetro	123,249	m
espesor	0,5	m
profundidad	1	m
volumen	61,6245	m3
Excavación con Almeja de muro pantalla - (incluye retiro) (0.5x2.65 m) (FE=35%)		
se tomó el mismo volumen de construcción de muros pantalla de la fase 1,2 y 3		

Tabla 7 Excavación muro

Excavación manual de dados y vigas de cimentación	
H vigas (m)	0,5
longitud vigas (m)	781,345
ancho (m)	0,25
H losa (m)	0,25
H dados (m)	0,8
área dados (m2)	578
Volumen excavación (m3)	367

Tabla 8 Excavación manual dados

- Excavación de Murete guía (incluye retiro) (1.0x0.8 m) (FE=35%): se tomó la longitud de los muros pantallas x ancho de los muretes + ancho del muro pantalla x H de los muretes
- Rellenos:

rellenos	
Fase creada	Volumen (m3)
terraplen	150,65
RELLENO BG 1	1146,5
Drenante rajón	591,3306
Relleno BG 2	2862,44
Relleno exterior	681,96

Tabla 9 Rellenos

### 8.3 Contención

- Fase1:

Cantidad muros contención			
Fase de creación	Volumen (m3)	Area (m2)	longitud (m)
fase 1 MP			
fase 1 MP	6,67		13
fase 1 MP	8,16		16
fase 1 MP	15,05		30
fase 1 MP	14,06		28
fase 1 MP	9,86		20
fase 1 MP	18,19		36
fase 1 MP	22,6		45
fase 1 MP	14,29		29
fase 1 MP	171,75		344
			45

Tabla 10 Cantidades muros fase 1

- Fase 2:

fase 2 MP			
fase 2 MP	7,26		15
fase 2 MP	9,58		19
fase 2 MP	9,12		18
fase 2 MP	11,61		23
fase 2 MP	14,25		29
fase 2 MP	193,25		387
fase 2 MP	14		28
fase 2 MP	21,5		43
fase 2 MP	14,41		29
	294,98		590
			83,686

Tabla 11 Cantidades muros fase 2

El resto de las cantidades se encuentran detalladamente descritas en el Excel.

### 9. Análisis y cálculos de AIU

En la construcción el AIU (Administración, Imprevistos y Utilidad) es un ítem de gran importancia ya que este conforma los costos que el contratista asume para la ejecución del proyecto. Para implementar estos costos se tiene en cuenta la suma de estos tres factores, donde la parte administrativa conforma los costos indirectos como los honorarios de la empresa, impuestos, personal de planta, entre otros, los imprevistos se tienen en cuenta para asumir los gastos que

no se tenían previstos y que pueden llegar a surgir debido a factores alternos, y las utilidades son las ganancias del contratista debido a ejecución del proyecto.

Tabla 12, AIU, Fuente: elaboración propia.

1	<b>ADMINISTRACIÓN</b>	13%	\$ 2.336.830.834,85
2	<b>IMPREVISTOS</b>	2%	\$ 364.881.075
3	<b>UTILIDAD</b>	7%	\$ 1.277.083.763
<b>TOTAL A.I.U.</b>		<b>22%</b>	<b>\$ 3.978.795.672</b>
<b>IVA 19%/ UTILIDAD</b>		<b>19%</b>	<b>\$ 242.645.915</b>

Teniendo esto en cuenta se procede a discretizar cada uno de estos a detalle para comprender todo lo que abarca el AIU.

### 9.1 Administración

Para calcular los egresos generados por la administración se tiene en cuenta los costos indirectos del proyecto, esto quiere decir los gastos que no son visibles en obra pero que igualmente conforman una gran parte del presupuesto del proyecto; como por ejemplo los impuestos, las pólizas de seguro, pagos de nómina de planta, etc.

Para entender mejor cada uno de estos egresos podemos observar a continuación cada uno:

- Personal: para este capítulo se estimó de cuanto sería el personal administrativo necesario que debía estar durante toda la ejecución del proyecto, y además que porcentaje de dedicación debe tener en la obra como por ejemplo la secretaria debe estar el cien por ciento de su jornada laboral presente, por otro lado, el contador no esta presente todos los días por lo cual se ve reflejado en su salario mensual.

Tabla 13, personal administrativo, Fuente: elaboración propia.

COSTO PERSONAL ADMINISTRATIVO						
Cargo	Cantidad	Dedicación (%)	Salario + Prestaciones	Valor unitario	Tiempo (mes)	Valor Total
Secretaria	1	100%	\$ 2.035.500	\$ 2.035.500	16	\$ 32.567.996
Mensajero	1	50%	\$ 2.035.500	\$ 1.017.750	16	\$ 16.283.998
Contador	1	20%	\$ 6.171.600	\$ 1.234.320	16	\$ 19.749.120
Vigilante	3	100%	\$ 3.765.800	\$ 11.297.400	16	\$ 180.758.400
COSTO TOTAL ADMINISTRATIVO						\$ 249.359.514

Teniendo en cuenta que ya se estableció el salario mensual del personal necesario; se conforma la siguiente tabla donde se tiene en cuenta la duración de la obra, el salario mensual con todas sus prestaciones y el total del costo del personal durante toda la obra.

Tabla 14, personal obra, Fuente: elaboración propia.

1,1	PERSONAL					
1.1.1	PERSONAL PROFESIONAL					\$ 666.532.800
1.1.1.1	Ingeniero Director de obra	Mes	16	\$	15.429.000	\$ 246.864.000
1.1.1.2	Ingeniero Residente de (2)	Mes	16	\$	10.491.720	\$ 167.867.520
1.1.1.3	Ingeniero SISO obra civil (2)	Mes	16	\$	10.491.720	\$ 167.867.520
1.1.1.4	Ingeniero Residente administrativo	Mes	16	\$	5.245.860	\$ 83.933.760
1.1.2	PERSONAL ADMINISTRATIVO					\$ 249.359.514
1.1.2.1	Secretaria	Mes	16	\$	2.035.500	\$ 32.567.996
1.1.2.2	Mensajero	Mes	16	\$	1.017.750	\$ 16.283.998
1.1.2.3	Contador	Mes	16	\$	1.234.320	\$ 19.749.120
1.1.2.4	Vigilante (3)	Mes	16	\$	11.297.400	\$ 180.758.400
1.1.3	PERSONAL TÉCNICO Y AUXILIAR TÉCNICO					\$ 373.034.864
1.1.3.1	Auxiliar de ingeniería (2)	Mes	16	\$	4.070.999	\$ 65.135.992
1.1.3.2	Maestro de obra (2)	Mes	16	\$	13.946.360	\$ 223.141.760
1.1.3.3	Almacenista de obra (2)	Mes	16	\$	5.297.319	\$ 84.757.112
	<b>COSTO PERSONAL</b>					<b>\$ 1.288.927.178</b>

- Pólizas: Para obtener el costo de las pólizas se investigó directamente en los pliegos de condiciones del proyecto real, donde obtuvimos el porcentaje que exigían asegurar y el tiempo por el cual se debía mantener la póliza; estos porcentajes asegurados son respecto al costo directo del proyecto y para obtener el costo mensual se multiplica por una tasa que nos proporcionó la aseguradora.

Tabla 15, costo pólizas, fuente: elaboración propia

COSTO POLIZAS								
Descripción	% Asegurado	Meses de Vigencia	Vigencia	Valor Base	Valor Asegurado	Tasa aseguradora	Duración (años)	Valor Prima
Garantía de seriedad	10%	19	01/08/2022-22/02/2024	\$ 18.140.481.584	\$ 1.814.048.158	0,25%	1,58	\$ 7.180.607,29
Garantía de cumplimiento	10%	22	01/08/2022-22/05/2024	\$ 18.140.481.584	\$ 1.814.048.158	0,25%	1,83	\$ 8.314.387,39
Garantía de salarios y prestaciones personal	5%	52	01/08/2022-08/11/2026	\$ 18.140.481.584	\$ 907.024.079	0,25%	4,33	\$ 9.826.094,19
Garantía del anticipo	20%	22	01/08/2022-22/05/2024	\$ 18.140.481.584	\$ 3.628.096.317	0,25%	1,83	\$ 16.628.774,79
Garantía de estabilidad y calidad de las obras	30%	76	01/08/2022-28/10/2028	\$ 18.140.481.584	\$ 5.442.144.475	0,25%	6,333333333	\$ 86.167.287,52
Responsabilidad civil extracontractual	5%	16	01/08/2022-24/11/2023	\$ 18.140.481.584	\$ 907.024.079	0,25%	1,333333333	\$ 3.023.413,60
							Subtotal	\$ 131.140.564,78
							IVA	\$ 24.916.707
							TOTAL	\$ 156.057.272

Luego de tener el costo mensual de cada una de las pólizas o garantías exigidas por el gobierno para poder ejecutar este proyecto se sumaron y se obtuvo el total; el cual se debe pagar apenas se adjudica la licitación.

Tabla 16, garantías, Fuente: elaboración propia

1,2	Garantías				\$ 128.848.629,62	
1.2.1	Garantía de seriedad	Glb	1	\$	7.221.604,61	\$ 7.221.605
1.2.2	Garantía de cumplimiento	Glb	1	\$	8.361.857,97	\$ 8.361.858
1.2.3	Garantía de salarios y prestaciones personal	Glb	1	\$	9.882.195,78	\$ 9.882.196
1.2.4	Garantía del anticipo	Glb	1	\$	16.723.715,94	\$ 16.723.716
1.2.5	Garantía de estabilidad y calidad de las obras	Glb	1	\$	86.659.255,32	\$ 86.659.255
1.2.6	Responsabilidad civil extracontractual	Glb	1	\$	3.040.675,63	\$ 3.040.676

- Impuestos: Para obtener estos egresos se consultó con un ingeniero y por medio de internet para saber qué porcentaje correspondía del total de la obra.

Tabla 17, impuestos, Fuente: elaboración propia

<b>1,3</b>	<b>IMPUESTOS</b>				<b>\$ 616.776.373,85</b>	
1.3.1	4x1000	Glb	0,4%	\$ 18.140.481.583,77	\$ 72.561.926,34	
1.3.2	Retención en la fuente	Glb	2%	\$ 18.140.481.583,77	\$ 362.809.631,68	
1.3.3	Liquidacion de estampillas	Glb	1%	\$ 18.140.481.583,77	\$ 181.404.815,84	
<b>COSTO IMPUESTOS</b>					<b>\$ 616.776.374</b>	

- Varios: este capítulo se compone del resto de los gastos que no se contemplaron anteriormente y abarca, la dotación del campamento, que hace referencia a los artículos necesarios para la oficina de obra, los servicios públicos mensuales de una obra, la seguridad industrial que son artículos que exige el estado en una obra, instrumentación, que hace referencia a los implementos necesarios en una obra para obtener cierto análisis del terreno, y por ultimo otros, que se compone por la caja menor de la obra; gastos, financieros, etc.

Tabla 18, costos varios, Fuente: elaboración propia

<b>1,4</b>	<b>VARIOS</b>						
1.4.1	<b>DOTACION CAMPAMENTO</b>					<b>\$ 32.300.000</b>	
1.4.1.1	Muebles	Un	9	\$ 1.000.000	\$ 9.000.000		
1.4.1.2	Papelería	Mes	16	\$ 100.000	\$ 1.600.000		
1.4.1.3	Computadora	Un	9	\$ 1.500.000	\$ 13.500.000		
1.4.1.4	Impresora	Un	5	\$ 650.000	\$ 3.250.000		
1.4.1.4	Software/Hardware para obra	Un	9	\$ 550.000	\$ 4.950.000		
1.4.2	<b>SERVICIOS PUBLICOS</b>					<b>\$ 40.800.000</b>	
1.4.2.1	Telefonía e internet	Mes	16	\$ 350.000	\$ 5.600.000,00		
1.4.2.2	Energía	Mes	16	\$ 1.000.000	\$ 16.000.000,00		
1.4.2.3	Agua	Mes	16	\$ 1.200.000	\$ 19.200.000,00		
1.4.3	<b>SEGURIDAD INDUSTRIAL</b>					<b>\$ 1.412.200</b>	
1.4.3.1	Extintores 10lb	Un	4	\$ 72.900	\$ 874.800		
1.4.3.2	Botiquín Obra + Camilla	Un	2	\$ 234.900	\$ 469.800		
1.4.3.3	Cinta de seguridad	Un	4	\$ 16.900	\$ 67.600		
1.4.4	<b>INSTRUMENTACIÓN</b>					<b>\$ 110.320.000</b>	
1.4.4.1	Piezómetro de Casagrande y Tubo abierto	Mes	16	\$ 2.545.000	\$ 40.720.000		
1.4.4.2	Inclinómetro Digital	Mes	16	\$ 3.000.000	\$ 48.000.000		
1.4.4.3	Mantenimiento y calibración de instrumentación	Mes	16	\$ 1.350.000	\$ 21.600.000		
1.4.5	<b>OTROS</b>					<b>\$ 113.925.000</b>	
1.4.5.1	Pruebas, ensayos de campo y laboratorio de materiales	Mes	16	\$ 2.250.000	\$ 36.000.000		
1.4.5.2	Plan de manejo de tránsito (PMT)	Glb	1	\$ 7.925.000	\$ 7.925.000		
1.4.5.3	Plan de señalización de obra	Glb	1	\$ 35.000.000	\$ 35.000.000		
1.4.5.4	Plan de manejo ambiental	Glb	1	\$ 12.000.000	\$ 12.000.000		
1.4.5.5	Gastos financieros	Glb	1	\$ 7.000.000	\$ 7.000.000		
1.4.5.6	Caja menor	Mes	16	\$ 1.000.000	\$ 16.000.000		
<b>COSTO VARIOS</b>					<b>\$ 298.757.200</b>		

## 9.2 Imprevistos

Para obtener el porcentaje de egresos de imprevistos se puede realizar de dos formas, por medio de una matriz de riesgos o el juicio de un experto; en este caso implementamos el juicio de un experto ya que no se tenía con claridad que riesgos se podrían presentar durante la ejecución de este tipo de obra, por lo cual consultamos a el ingeniero Juan Carlos Joves egresado de la javeriana, y nos informó que para este tipo de proyecto con estas características se suele tomar un porcentaje del 2% .

## 9.3 Utilidades

Según el IDU para saber qué tipo de porcentaje se obtiene de utilidad del proyecto; se debe saber cuál es el valor del contrato; y por medio de la siguiente tabla y con el salario mínimo vigente en la fecha de adjudicación ( \$1.000.000) del contrato podemos calcular en que rango se encuentra nuestro porcentaje.

Tabla 19,utilidades, fuente: elaboración propia.

PORCENTAJE DE UTILIDAD SEGÚN VALOR DEL CONTRATO		
Valor Contrato De Construcción (SMMLV)		Utilidad
Desde	Hasta	
0	1500	9.00%
1501	30000	7.00%
30001	60000	6.00%
60001	200000	5.00%
200001	en adelante	4.50%

Ya que el costo del proyecto es de \$ 22.465.495.339, y sabemos que el salario mínimo mensual vigente es de \$ 1.000.000, podemos deducir que el porcentaje de utilidad es del 7%.

## 10. Presupuesto Resumido

Para realizar el cálculo del presupuesto del complejo cultural de Funza se debe considerar inicialmente los porcentajes de administración, imprevistos y utilidades (AIU), así como las cantidades de obra y el análisis de precios unitarios por actividad (APU).

Los detalles de los cálculos tanto de AIU como de APU como el respectivo análisis se presentará a lo largo de la memoria de cálculo, la realización de estos cálculos permitió encontrar el valor por actividad general, así como las actividades preliminares, contención, cimentación, estructura, instalaciones hidrosanitarias e instalaciones de sostenibilidad y socioambientales. La sumatoria de las actividades anteriormente mencionadas arrojan el costo directo del proyecto, a partir de estos y con la sumatoria de los porcentajes establecidos en los AIU se obtiene el costo total del proyecto.

1	Actividades Preliminares	2%	\$	449.752.537,21
2	Movimiento de tierras Edificación	9%	\$	1.699.283.731,76
3	Contención Sótano	6%	\$	1.062.049.329,58
4	Cimentación Edificación	28%	\$	5.043.481.029,07
5	Estructura Edificación	26%	\$	4.802.770.128,59
6	Hidrotecnia	2%	\$	390.310.779,36
7	Acero de refuerzo	26%	\$	4.796.406.215,93
			Total	\$ 18.244.053.752
1	ADMINISTRACIÓN	13%	\$	2.336.830.834,85
2	IMPREVISTOS	2%	\$	364.881.075
3	UTILIDAD	7%	\$	1.277.083.763
			TOTAL A.I.U.	\$ 3.978.795.672
			IVA 19%/ UTILIDAD	\$ 242.645.915
			<b>COSTO TOTAL</b>	\$ 22.465.495.339

Ilustración 19, costo total del proyecto, fuente: elaboración propia.

## 11. Presupuesto detallado

El presupuesto detallado me permite conocer los costos de cada una de las actividades con sus respectivos componentes, es gracias a este que luego se puede llegar a un presupuesto resumen. Es en el presupuesto detallado donde se organiza el valor unitario por actividad y se multiplica por la cantidad de obra según sea su medida para así obtener el valor total de la actividad, el compendio de los valores totales por actividad es el valor total de cada una de las grandes actividades las cuales son:

- Actividades preliminares
- Contención
- Cimentación
- Estructura
- Instalaciones hidrosanitarias
- Acero de refuerzo

Para organizar y presentar esta información se creó un formato en el cual se presentan las actividades globales del proyecto, dentro de esta se presenta el ítem de cada actividad, nombre de la actividad, las cantidades de obra con sus respectivas unidades, el valor unitario que esta enlazado a los cálculos realizados en cada APU's. el formato que se menciona es el que se puede observar en la siguiente imagen.

Tabla 20, costos actividad global, fuente: elaboración propia.

		Movimiento de tierras Edificación			
2					
2.1	Excavación Mecánica sótano (incluye retiro) (cota -3.3m) (FE=35%)	m3	13009	\$ 52.861	\$ 687.684.629
2.2	Excavación muro exterior	m3	62	\$ 95.541	\$ 5.887.682
2.3	Excavación de Murete guía (incluye retiro) (1.0x0.8 m) (FE=35%)	m3	191	\$ 93.977	\$ 17.907.241
2.4	Excavación con Almeja de muro pantalla - (incluye retiro) (0.5x2.65 m) (FE=35%)	m3	1710	\$ 69.343	\$ 118.575.946
2.5	Construcción de terraplen (b: 22m, h: 3.3m, n: 4.15m, S: 15%)	m3	151	\$ 47.971	\$ 7.226.864
2.6	Relleno rajón drenaje	m3	591	\$ 77.992	\$ 46.119.113
2.7	Relleno tipo BG	m3	4691	\$ 146.621	\$ 687.783.424
2.8	Retiro de terraplen	m3	151	\$ 44.990	\$ 6.777.704
2.9	Excavación de dados y vigas de cimentación	m3	367	\$ 109.312	\$ 40.088.466
				Total	\$ 1.618.051.069

## 12. Cálculo de duraciones

Para dar inicio al cálculo de duraciones se debe tener definido los paquetes de la EDT, los APUS correspondientes a las actividades y las cantidades por etapas de construcción ya calculados. Una vez definido esto se procede a realizar el cálculo de las duraciones este consiste en estimar la duración en días para realizar una actividad, para esto se crea el siguiente formato con las siguientes características:

- Actividad
- Unidad
- Cantidad
- Numero de Cuadrillas
- Unidad de trabajo de la cuadrilla
- Rendimiento de la cuadrilla.

Tabla 21, duración, fuente: elaboración propia.

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	# CUADRILLAS EQUIPOS	U R	RENDIMIENTO UM/UR	TIEMPO TOTAL (días)
1	Actividades Preliminares						
1.1	Localización y replanteo topográfico	m2	6295	1	h	0,02	15,7
1.2	Suministro, instalación y desmonte de cerramiento en lámina metálica	m	352	1	hc	0,16	7,0
1.3	Suministro, instalación y desmonte de casino	Gib	1	1	h	3,00	0,4
1.4	Suministro, instalación y desmonte de almacenamiento de equipos y herramientas	mes	16	1	h	6,00	0,8
1.5	Suministro, instalación y desmonte de Oficina en contenedor metálico	mes	16	1	h	6,00	0,8
1.6	Suministro, instalación, desmonte de almacenamiento de residuos sólidos y recolección	mes	16	1	h	6,00	0,8
1.7	Suministro, instalación y desmonte de provisional eléctrica	Gib	1	1	h	28,60	3,6
1.8	Suministro, instalación y desmonte de provisional hidráulica de (90m)	Gib	1	1	h	36,39	4,5

Luego de tener esta información calculamos la duración por medio de la siguiente ecuación y teniendo en cuenta las debidas unidades:

$$Duracion (hrs) = \frac{Rendimiento \left( \frac{hrs}{unidad} \right) * Cantidad(unidad)}{Numero de cuadrillas (adimensional)}$$

Ya con esta duración establecida procedemos a optimizar la realización de la actividad cambiando la cantidad de cuadrillas implementadas en cada situación.

### 13. Programación Resumida

Para realizar un adecuado manejo de la programación de obra se usó el software Project, en este se organizaron de manera detallada los capítulos y subcapítulos con su respectivo código de la EDT asignado. esta organización se realizó con el fin de determinar los recursos necesarios o cuadrillas para la realización de cada una de las actividades, así mismo se ingresó al programa el tiempo de duración estimado según la cuadrilla para cada una de las actividades, además de las dependencias que tiene entre si las actividades para dar inicio. A continuación, se presentan de manera breve los capítulos generales que se desarrollan en el proyecto y su respectiva duración en días.

1	Inicio de obra	384 días	lun 1/08/22	lun 27/11/23
1.1	Actividades Preliminares	18 días	lun 1/08/22	mar 23/08/22
1.2	Contención Sótano	228 días	mié 10/08/22	vie 26/05/23
1.3	Movimiento de tierras Edificación	232 días	mar 9/08/22	lun 29/05/23
1.4	Cimentación Edificación	224 días	mar 9/08/22	mié 17/05/23
1.5	Estructural	153 días	mié 17/05/23	lun 27/11/23
1.6	Hidrotecnia	136 días	mié 17/05/23	vie 3/11/23
2	Fin de Obra	5;6;7;8;9;10;11;12;14;15;16;10 días	lun 27/11/23	lun 27/11/23

Ilustración 20, programación resumida, fuente: elaboración propia.

### 14. Programación Detallada

Para realizar la programación detallada como primera medida se debió establecer las duraciones para cada una de las actividades y así mismo los recursos y cuadrillas que mejor se adaptan para cumplir con los tiempos estipulados en obra, en el siguiente párrafo se menciona de manera detallada como se llegó a este proceso.

Luego de haber determinado el orden de las actividades a desarrollar se inserta la EDT del proyecto, se ingresa cada actividad con su respectivo código, al realizar este proceso se insertan los recursos a utilizar por cada capítulo, al hablarse de recursos se hace referencia a las cuadrillas, antes de hacer esto se realizó un análisis de duración donde se determinó la capacidad máxima que pueden tener las cuadrillas según el tipo de actividad, con la información obtenida al hacer el análisis de precios unitarios se procede a insertar en Project el nombre de la cuadrilla o mano de obra necesaria para cada actividad y el rendimiento necesario para llevarla a cabo. Considerando el número de cuadrillas determinadas se multiplica por el rendimiento para tener mayor exactitud y control de obra. De esta manera el software asigna las horas de trabajo que llevaría culminar la actividad y este cálculo debe ser suficiente o igual a lo que se espera realizando el cálculo de las duraciones manualmente.

Dentro de los tiempos de programación de obra fue necesario definir las actividades en etapas a desarrollar las cuales son antes, durante y después de los procesos constructivos a realizar,

esto se realiza con el fin de determinar que actividades llevarían a generar grandes atrasos o de igual manera que actividades llevarían a conseguir un gran adelanto en el cronograma de obra, este análisis se realiza ya que existe dependencia entre las actividades, este análisis también permite verificar que actividades se pueden realizar de manera conjunta este análisis se conoce como fast tracking, el cual consiste en llevar a cabo actividades que me permitan una reducción del tiempo, la forma en que se plantean estas están en función al avance que se vaya presentando en la obra a partir de este se estudia si se puede realizar una actividad en paralelo o que inicie antes de que se tenía presupuestada cuando una actividad está por terminar.

La siguiente imagen presenta la programación de algunas actividades junto con sus duraciones, fecha de inicio y final y sus predecesoras.

1	Inicio de obra		384 días	lun 1/08/22	lun 27/11/23	\$ 14.029.372.036,88
1.1	Actividades Preliminares		18 días	lun 1/08/22	mar 23/08/22	\$ 265.613.637,00
1.1.1	Localización y replanteo topográfico	13	6 días	mar 9/08/22	mié 17/08/22	\$ 50.890.237,00
1.1.2	Suministro, instalación y desmonte de cerramiento en lámina metálica		8 días	lun 1/08/22	mar 9/08/22	\$ 26.199.933,00
1.1.3	Suministro, instalación y desmonte de Casino en contenedor metálico	3	1 día	mié 17/08/22	jue 18/08/22	\$ 27.389.652,00
1.1.4	Suministro, instalación y desmonte de Almacenamiento de equipos y herramientas	3	1 día	mié 17/08/22	jue 18/08/22	\$ 16.289.778,00
1.1.5	Suministro, instalación y desmonte de Oficina en contenedor metálico	3	1 día	mié 17/08/22	jue 18/08/22	\$ 32.136.443,00
1.1.6	Suministro, instalación y desmonte de Almacenamiento de residuos sólidos	3	1 día	mié 17/08/22	jue 18/08/22	\$ 22.723.180,00
1.1.7	Suministro, instalación y desmonte de provisional eléctrica	3	4 días	mié 17/08/22	lun 22/08/22	\$ 4.593.073,00
1.1.8	Suministro, instalación y desmonte de provisional hidráulica	3	5 días	mié 17/08/22	mar 23/08/22	\$ 1.946.779,00
1.1.9	Suministro, instalación y desmonte de baños	3	2 días	mié 17/08/22	jue 18/08/22	\$ 2.276.188,00
1.1.10	Suministro, instalación y desmonte de Garita de vigilancia		1 día	lun 1/08/22	lun 1/08/22	\$ 13.445.944,00

Ilustración 21, programación distintas actividades, fuente: elaboración propia. fuente: elaboración propia.

50	5.3	Construcción de pilotes de cimentación en concreto fluido	92 días	mar 9/08/22	sáb 3/12/22	\$ 3.354.298.567,69
51	5.3.1	Fase 1	9 días	mar 9/08/22	vie 19/08/22	\$ 356.201.130,69
52	5.3.1.1	Pilotes 1	4 días	mar 9/08/22	vie 12/08/22	\$ 196.983.269,69
53	5.3.1.2	Pilotes 2	3 días	vie 12/08/22	jue 18/08/22	\$ 131.014.886,00
54	5.3.1.3	Pilotes 3	1 día	jue 18/08/22	jue 18/08/22	\$ 13.101.489,00
55	5.3.1.4	Pilotes 4	1 día	vie 19/08/22	vie 19/08/22	\$ 13.101.489,00
56	5.3.2	Fase 2	8 días	vie 19/08/22	mar 30/08/22	\$ 379.943.169,00
57	5.3.2.1	Pilotes 1	3 días	vie 19/08/22	mié 24/08/22	\$ 144.116.375,00
58	5.3.2.2	Pilotes 2	2 días	mié 24/08/22	vie 26/08/22	\$ 91.710.420,00
59	5.3.2.3	Pilotes 3	2 días	vie 26/08/22	lun 29/08/22	\$ 91.710.420,00
60	5.3.2.4	Pilotes 4	1 día	lun 29/08/22	mar 30/08/22	\$ 52.405.954,00
61	5.3.3	Fase 3	10 días	mar 30/08/22	sáb 10/09/22	\$ 471.653.590,00
62	5.3.3.1	Pilotes 1	3 días	mar 30/08/22	vie 2/09/22	\$ 131.014.886,00
63	5.3.3.2	Pilotes 2	3 días	vie 2/09/22	mar 6/09/22	\$ 131.014.886,00
64	5.3.3.3	Pilotes 3	2 días	mar 6/09/22	jue 8/09/22	\$ 104.811.909,00
65	5.3.3.4	Pilotes 4	2 días	jue 8/09/22	sáb 10/09/22	\$ 104.811.909,00
66	5.3.4	Fase 4	9 días	sáb 10/09/22	mié 21/09/22	\$ 432.349.323,00
67	5.3.4.1	Pilotes 1	3 días	sáb 10/09/22	mié 14/09/22	\$ 144.116.375,00
68	5.3.4.2	Pilotes 2	2 días	mié 14/09/22	vie 16/09/22	\$ 104.811.909,00
69	5.3.4.3	Pilotes 3	2 días	vie 16/09/22	lun 19/09/22	\$ 104.811.909,00
70	5.3.4.4	Pilotes 4	2 días	lun 19/09/22	mié 21/09/22	\$ 78.608.932,00

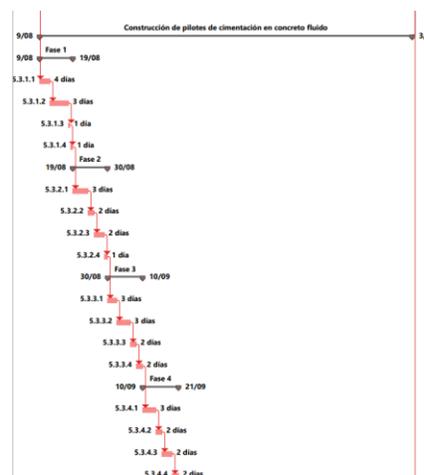


Ilustración 22 Diagrama de Gantt ruta crítica



## 15. Flujo de caja

Este proyecto se lleva a cabo con financiación pública donde el municipio hará reconocimientos por avance de obra mensuales y además entrega un anticipo del 20%, el cual tiene que ser amortizado en cada una de las actas mensuales en la misma proporción del 20%. Para realizar el flujo de caja calculamos los egresos por capitulo utilizando el cronograma y la herramienta de Project, con esta obtenemos el porcentaje de avance mensual del proyecto en cada una de las áreas como se observa a continuación:

EGRESOS	1/08/2022	1/09/2022	1/10/2022	1/11/2022
Actividades Preliminares	0%	100%	100%	100%
Contención Sótano	0%	63%	68%	68%
Movimiento de tierras Edificación	0%	19%	19%	19%
Cimentación Edificación	0%	10%	23%	35%
Estructura Edificación	0%	0%	0%	0%
Hidrotecnia	0%	0%	0%	0%

Tabla 22 Porcentaje Egresos

EGRESOS	1/08/2022	1/09/2022	1/10/2022	1/11/2022
Actividades Preliminares	0%	100%	0%	0%
Contención Sótano	0%	63%	5%	0%
Movimiento de tierras Edificación	0%	19%	0%	0%
Cimentación Edificación	0%	10%	13%	12%
Estructura Edificación	0%	0%	0%	0%
Hidrotecnia	0%	0%	0%	0%

Tabla 23 Porcentaje egresos mensuales

Con el porcentaje mensual de avance de cada una de las actividades podemos obtener los egresos mensuales correspondientes como se observa a continuación:

EGRESOS	Valor total	1/08/2022	1/09/2022	1/10/2022
Actividades Preliminares	\$ 449.752.537	\$ -	\$ 449.752.537	\$ -
Contención Sótano	\$ 1.699.283.732	\$ -	\$ 1.070.548.751	\$ 84.964.187
Movimiento de tierras Edificación	\$ 1.062.049.330	\$ -	\$ 201.789.373	\$ -
Cimentación Edificación	\$ 5.043.481.029	\$ -	\$ 504.348.103	\$ 655.652.534
Estructura Edificación	\$ 4.802.770.129	\$ -	\$ -	\$ -
Hidrotecnia	\$ 390.310.779	\$ -	\$ -	\$ -
Acero de refuerzo	\$ 4.796.406.216	\$ -	\$ 299.775.388	\$ 299.775.388
<b>Total egresos</b>		\$ -	\$ 2.526.214.152	\$ 1.040.392.109

Tabla 24 Egresos flujo de caja costos directos

Ya con los egresos mensuales de los costos directos pasamos a obtener los egresos de los costos indirectos, teniendo en cuenta como se distribuyen respectivamente durante toda la obra.

En especial en el primer mes donde podemos observar que los egresos son mayores por el pago de las pólizas. También cabe resaltar la amortización del anticipo del 20 % de los pagos de avances de obra.

EGRESOS	Valor total	1/08/2022	1/09/2022	1/10/2022
Amortización (20%)	\$ 3.648.810.750	\$ -	\$ -	\$ 505.242.830
ADMINISTRACIÓN	\$ 2.336.830.835	\$ 249.641.408	\$ 154.504.978	\$ 120.792.778
IMPREVISTOS	\$ 364.881.075	\$ -	\$ -	\$ 50.524.283
IVA 19%/ UTILIDAD	\$ 242.645.915	\$ -	\$ -	\$ -
<b>Total egresos</b>		<b>\$ 249.641.408</b>	<b>\$ 154.504.978</b>	<b>\$ 676.559.892</b>

Tabla 25 Egresos flujo de caja costos indirectos

El siguiente paso fue realizar la tabla de los ingresos mensuales, para esta se tuvo en cuenta el anticipo del 20 % a inicio de obra, los reconocimientos por avance mensual, y el AIU con sus porcentajes respectivos al avance de los costos directos del mes anterior.

INGRESOS	Valor total	1/08/2022	1/09/2022	1/10/2022	1/11/2022
Anticipo 20%	\$ 3.648.810.750	\$ 3.648.810.750	\$ -	\$ -	\$ -
Reconocimiento por avance	\$ 18.244.053.752	\$ -	\$ -	\$ 2.526.214.152	\$ 1.040.392.109
ADMINISTRACIÓN	13%	\$ -	\$ -	\$ 323.575.846	\$ 133.260.973
IMPREVISTOS	2%	\$ -	\$ -	\$ 50.524.283	\$ 20.807.842
UTILIDAD	7%	\$ -	\$ -	\$ 176.834.991	\$ 72.827.448
<b>Total ingresos</b>		<b>\$ 3.648.810.750</b>	<b>\$ -</b>	<b>\$ 3.077.149.272</b>	<b>\$ 1.267.288.372</b>

Ingresos - egresos		\$ 3.399.169.343	\$ -2.680.719.130	\$ 1.360.197.271	\$ 12.616.218
Saldo de caja		\$ 3.399.169.343	\$ 718.450.212	\$ 2.078.647.484	\$ 2.091.263.702

Tabla 26 Ingresos flujo de caja

Cabe resaltar que en ningún momento el saldo de la caja es negativo por lo cual la obra en ninguna etapa se queda sin flujo de dinero. Ya por último observamos que el VPN o valor presente neto de la obra con una tasa de un proyecto inmobiliario, es positivo por lo cual es proyecto viable para el contratista.

Constructora Mendebal	
Tasa efectiva anual	16%
NA	0,149341655
mv	0,012445138

VPN	\$ 1.922.056.811,91
-----	---------------------

Tabla 27 VPN

## 16. Proceso constructivo (Descriptivamente)

El proceso constructivo desde su etapa inicial con las actividades de preliminares de obra, hasta su etapa final que son la instalación de las cerchas metálicas se encuentran detalladamente explicados en los planos de la carpeta Planos construcción, en donde se definieron todas las fases constructivas para todos los sistemas estructurales.

## 17. Conclusiones

- La utilización de la herramienta Revit para aplicar la metodología BIM fue de gran ayuda para definir los procesos constructivos y también para conocer en que partes podíamos realizar varias actividades simultáneamente con el fin de optimizar tiempos y costos.
- Se presentó una gran dificultad para definir un sistema de contención que cumpliera las necesidades geotécnicas, estructurales, constructivas y económicas del proyecto debido a que siempre la solución de uno presentaba un problema para el otro. Finalmente, con el trabajo en conjunto de las tres áreas se pudo definir un sistema de muros de contención con tablestacas metálicas y así suplir las necesidades ya mencionadas anteriormente.
- Al realizar el video del proceso constructivo se identificaron incoherencias en las dependencias del Project, ya que se logra interpretar mas fácilmente como se lleva a cabo la obra.
- Por medio del flujo de caja se puede identificar que es un proyecto financieramente viable ya que, al realizar la comparación con la tasa de interés de un proyecto inmobiliario, el valor presente neto del flujo es positivo.
- Al identificar la ruta crítica del diagrama de Gantt, pudimos establecer las actividades primordiales a optimizar por medio del aumento de cuadrillas, y con esto reducir los tiempos de obra para ahorrar en costos directos e indirectos.
- Al momento de definir los rendimientos se pudo identificar que era indispensable calcular los rendimientos de algunos insumos como maquinarias de excavación y formaletas metálicas para los encofrados, ya que los rendimientos de estos difieren de gran manera en cada proyecto y si se tiene un valor calculado, se obtienen costos y duraciones mas cercanos al real en obra.

### 18. Referencias

- Bernal, D. F. (7 de 6 de 2020). *twitter*. Obtenido de <https://twitter.com/DanielFBernalM/status/1269807677309321222>
- Gomez Fernandez. (s.f.). Obtenido de <https://licenciasconstruccion.com/preguntas-frecuentes/#:~:text=Por%20lo%20anterior%2C%20en%20promedio,3%20a%205%20meses%20aproximadamente.>
- GOV.CO. (30 de 06 de 2021). GOV.CO. Obtenido de <https://www.gov.co/ficha-tramites-y-servicios/T18206>
- Revista Gestión. (25 de 02 de 2021). *Gestión*. Obtenido de <https://gestion-integral.com.co/2021/02/25/funza-se-consolida-como-la-cuna-de-la-cultura-colombiana/>
- SECOP I. (2018). *SECOP I*. Obtenido de <https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=18-21-6594>