



FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE
CONSTRUCCIONES**

**Comparación económica, modelación técnica y constructiva, entre
tanques de ferrocemento y tanques de hormigón armado con
capacidad de 20 m³, 50 m³ y 100 m³.**

**Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:
INGENIERO CIVIL CON MENCIÓN EN GERENCIA DE
CONSTRUCCIONES**

Autor:

CHARLES ANDRÉS JARAMILLO CARVALLO

Director:

JOSÉ FERNANDO VÁZQUEZ CALERO

CUENCA, ECUADOR

2015

**COMPARACIÓN ECONÓMICA, MODELACIÓN TÉCNICA Y
CONSTRUCTIVA, ENTRE TANQUES DE FERROCEMENTO Y TANQUES
DE HORMIGÓN ARMADO CON CAPACIDAD DE 20 M³, 50M³ Y 100 M³**

RESUMEN

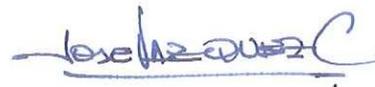
Debido a que zonas rurales del país presentan inexistencias de fuentes de abastecimiento de agua, se vio la necesidad de determinar una opción de almacenamiento de la misma, que satisfaga las necesidades de comunidades desde un punto de vista funcional, constructivo y principalmente económico. En este trabajo de graduación se realiza una comparación técnico-económica entre la tecnología de ferrocemento y la tecnología de hormigón armado, para construir tanques de almacenamiento de agua con capacidades de 20 m³, 50 m³ y 100 m³. La evaluación de los proyectos ayuda a tomar estas decisiones al comparar los beneficios con los costos que dichos proyectos implican para la sociedad, determinando la verdadera contribución de ellos al crecimiento económico y su distribución a lo largo del tiempo.

Palabras clave: Tanque, agua, comparación, ferrocemento, hormigón armado



Ing. Paúl Cornelio Cordero Díaz

Director de Escuela



Ing. José Fernando Vázquez Caldero, M.Sc

Director de Tesis



Charles Andrés Jaramillo Carvallo

Autor

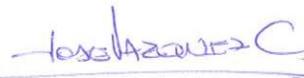
**ECONOMIC, TECHNICAL AND CONSTRUCTION-MODELING
COMPARISON BETWEEN FERROCEMENT TANKS AND CONCRETE
TANKS WITH CAPACITY OF 20 M³, 50M³ AND 100 M³**

ABSTRACT

Due to the fact that there is nonexistence of water sources in the rural areas of the country, it was necessary to present an option for its storage that meets the needs of communities from a functional, constructive and especially economic point of view. In this graduation work, we carried out a technical-economic comparison between ferrocement technology and concrete technology to be used for building water storage tanks with capacity of 20 m³, 50 m³ and 100 m³. Evaluating project helps to make the right decisions when comparing benefits against what the costs of such projects entail for society, determining their true contribution to the economic growth and its distribution over time.

Keywords: Tank, Water, Comparison, Ferrocement, Concrete


Ing. Paul Cornelio Cordero Díaz
School Director


Ing. José Fernando Vázquez Calderón, M.Sc
Thesis Director


Charles Andrés Jaramillo Carvallo
Author


UNIVERSIDAD DEL
AZUAY
Dpto. Idiomas


Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDOS	Pag.
RESUMEN.....	i
ABSTRACT	ii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I:LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	4
1.1 Información de ETAPA:	4
CAPÍTULO II:ANÁLISIS Y DISEÑO DE TANQUES DE HORMIGON	
ARMADO	6
2.1 Generalidades y características:	6
2.2. Criterios de diseño:	7
2.3 Modelación virtual y comportamiento estructural	7
2.3.1 Tanque con capacidad de 20m ³	7
2.3.1.1 Gráfico de tanque de 20m ³	7
2.3.1.2 Memoria técnica de tanque de 20m ³	8
2.3.2 tanque con capacidad de 50m ³	18
2.3.2.1 Gráfico de tanque de 50m ³	18
2.3.2.2 Memoria técnica de tanque de 50m ³	18
2.3.3 Tanque con capacidad de 100m ³	30
2.3.3.1 Gráfico de tanque de 100m ³	30

2.3.3.2 Memoria técnica de tanque de 100m ³	30
--	----

CAPÍTULO III:ANÁLISIS Y DISEÑO DE TANQUES CON TECNOLOGÍA DE FERROCEMENTO

3.1 Generalidades y características	42
3.2 Dimensiones y especificaciones	43
3.2.1 Tanque con volumen de 20m ³	44
3.2.2 Tanque con volumen de 50m ³	45
3.2.3 Tanque con volumen de 100m ³	46
3.3 Modelación virtual y comportamiento estructural	48
3.3.1 Tanque con volumen de 20m ³	48
3.3.1.1 Grafica 3D	48
3.3.1.2 Grafica cargas	49
3.3.1.3 Grafica cortantes	49
3.3.1.4 Grafica deformaciones	50
3.3.1.5 Grafica momentos	50
3.3.2 Tanque con volumen de 50m ³	51
3.3.2.1 Dibujo 3D	51
3.3.2.2 Grafica cargas	52
3.3.2.3 Grafica cortantes	52
3.3.2.4 Grafica deformaciones	53
3.3.2.5 Grafica momentos	53
3.3.3 Tanque con volumen de 100m ³	54
3.3.3.1 Dibujo 3D	54
3.3.3.2 Grafica cargas	55
3.3.3.3 Grafica cortantes	55
3.3.3.4 Grafica deformaciones	56

3.3.3.5 Grafica momentos	56
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE PRECIOS	57
4.1 Lista de análisis de precios unitarios.....	57
4.2 Presupuesto de tanques de hormigón armado	73
4.2.1 Presupuesto de tanque de 20 m ³	73
4.2.2 Presupuesto de tanque de 50 m ³	74
4.2.3 Presupuesto de tanques de 100 m ³	75
4.3 Presupuesto de tanques de ferrocemento	76
4.3.1 Presupuesto de tanque de 20 m ³	76
4.3.2 Presupuesto de tanque de 50 m ³	77
4.3.3 Presupuesto de tanque de 100 m ³	78
4.4 Graficas de comparacion.....	80
4.4.1 Grafica capacidad – costo	80
4.4.2 Grafica capacidad – cemento	80
4.4.3 Grafica capacidad – grava.....	81
4.4.4 Grafica capacidad – arena	81
4.5 Ventajas y desventajas de construcción de tanques de hormigón armado en zonas rurales.....	82
4.6 Ventajas y desventajas de construcción de tanques con tecnología de ferrocemento en zonas rurales.....	83
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	85
BIBLIOGRAFIA	87
ANEXOS	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla # 1: Dimensiones de tanques y cantidad de materiales de ferrocemento.....	4
Tabla # 2:: Dimensiones y cantidad de materiales para tanque de ferrocemento de 20 m ³	44
Tabla # 3: Dimensiones y cantidad de materiales para tanque de ferrocemento de 50 m ³	45
Tabla # 4: Dimensiones y cantidad de materiales para tanque de ferrocemento de 20 m ³	46
Tabla # 5: Características del suelo y empujes para modelación estructural de tanque de hormigón armado de 20 m ³	48
Tabla # 6: Características del suelo y empujes para modelación estructural de tanque de hormigón armado de 50 m ³	51
Tabla # 7: Características del suelo y empujes para modelación estructural de tanque de hormigón armado de 100 m ³	54
Tabla # 8: Presupuesto de tanque de hormigón armado 20 m ³	73
Tabla # 9: Presupuesto de tanque de hormigón armado 50 m ³	74
Tabla # 10: Presupuesto de tanque de hormigón armado 100 m ³	75
Tabla # 11: Presupuesto de tanque de ferrocemento 20 m ³	76
Tabla # 12: Presupuesto de tanque de ferrocemento 50 m ³	77
Tabla # 13: Presupuesto de tanque de ferrocemento 100 m ³	78
Tabla # 14: Tabla de comparación de costos entre tanques de ferrocemento y hormigón armado.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Tanque de reserva de hormigón armado.....	6
Figura 2: Tanque de hormigón armado de 20 m ³	7
Figura 3: Tanque de hormigón armado de 50 m ³	18
Figura 4: Tanque de hormigón armado de 100 m ³	30
Figura 5: Tanque superficial de ferrocemento	43
Figura 6: Tanque semienterrado de ferrocemento	43
Figura 7: Tanque de ferrocemento de 20 m ³	45
Figura 8: Tanque de ferrocemento de 50 m ³	46
Figura 9: Tanque de ferrocemento de 100 m ³	47
Figura 10: Grafica 3D de tanque de ferrocemento de 20 m ³	48
Figura 11: Grafica de cargas de tanque de ferrocemento de 20 m ³	49
Figura 12: Grafica de Cortantes de tanque de ferrocemento de 20 m ³	49
Figura 13: Grafica de deformaciones de tanque de ferrocemento de 20 m ³	50
Figura 14: Grafica de momentos de tanque de ferrocemento de 20 m ³	50
Figura 15: Grafica 3D de tanque de ferrocemento de 50 m ³	51
Figura 16: Grafica de cargas de tanque de ferrocemento de 50 m ³	52
Figura 17: Grafica de cortantes de tanque de ferrocemento de 50 m ³	52
Figura 18: Grafica de deformaciones de tanque de ferrocemento de 50 m ³	53
Figura 19: Grafica de momentos de tanque de ferrocemento de 50 m ³	53
Figura 20: Grafica 3D de tanque de ferrocemento de 100 m ³	54
Figura 21: Grafica de cargas de tanque de ferrocemento de 100 m ³	55
Figura 22: Grafica de cortantes de tanque de ferrocemento de 100 m ³	55
Figura 23: Grafica de deformaciones de tanque de ferrocemento de 100 m ³	56
Figura 24: Grafica de momentos de tanque de ferrocemento de 100 m ³	56

Figura 25: Grafica de comparación capacidad-costo entre tanques de hormigón armado y ferrocemento.....	80
Figura 26: Grafica de comparación capacidad-cemento entre tanques de hormigón armado y ferrocemento.....	80
Figura 27: Grafica de comparación capacidad-grava entre tanques de hormigón armado y ferrocemento.....	81
Figura 28: Grafica de comparación capacidad-arena entre tanques de hormigón armado y ferrocemento.....	81

Jaramillo Carvallo Charles Andrés

Trabajo de Graduación

Ing. Vázquez Calero José Fernando

Octubre, 2015

“COMPARACIÓN ECONÓMICA, MODELACIÓN TÉCNICA Y CONSTRUCTIVA, ENTRE TANQUES DE FERROCEMENTO Y TANQUES DE HORMIGÓN ARMADO CON CAPACIDAD DE 20 m³, 50 m³ Y 100 m³”

INTRODUCCIÓN

Los tanques reservorios son elementos estructurales cuya función principal es almacenar líquidos, los cuales se utilizan en diversos procesos como purificación de agua, fases de almacenamiento y distribución, así como también en varios procesos del tratamiento de aguas residuales como sedimentadores, floculadores, almacenamiento y control de caudales. Alvarado Pulla y Barahona Barahona también nos dicen que son utilizados en edificaciones para el almacenamiento y distribución de agua potable y fosas sépticas. (Arévalo Pulla & Barahona Barahona, 2013).

Entre construcciones elaboradas de hormigón armado y de ferrocemento, existen características que nos ayudarán a decidir a qué infraestructura se le da prioridad según las exigencias que se necesiten.

La evaluación económica de los proyectos de infraestructura ayuda a tomar estas decisiones, al permitir comparar el beneficio social esperado con el costo de oportunidad de la inversión. No se trata sólo de invertir, sino de invertir bien.

ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE UN TANQUE

La cubierta o tapa suele ser una losa nervada que descansa sobre las paredes del mismo, incrementando la carga que baja por los muros. Esta puede estar soportando cargas adicionales como la de un terreno, equipos que coloquen sobre ella.

Dado un empuje de tierra, se considera o no el apoyo que suministra la tapa, al trabajar a compresión, según que ésta se coloque antes o después del relleno, de acuerdo con la manera en que esté unida a las paredes.

Las paredes están sometidas, en general a empujes diferentes: el empuje del líquido que contiene, del terreno que lo rodea y si es el caso la influencia del nivel freático.

Cuando el depósito está vacío, las paredes han de resistir los empujes exteriores.

La losa de fondo tiene gran importancia ya que soporta el peso de todo el líquido y la estructura misma, además de soportar la reacción del suelo y los posibles hundimientos.

Es importante conocer el nivel freático al inicio y al final de la exploración y después, diariamente durante el mayor tiempo posible. Se registrará el máximo y el mínimo nivel freático así determinado.

La cimentación o fondo, puede ser una losa estructural o no, lo cual depende de la manera como trabajará en conjunto con las paredes (monolítica, articulada o apoyo deslizante), y el tipo de cimentación está definido por el tipo de suelo sobre el cual se va a fundar el tanque. (López Delgado & Sánchez Ramírez, 2011).

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

- Diseñar y modelar tanques de hormigón armado y tanques de ferrocemento de 20 m³, 50 m³ y 100 m³, hacer un análisis técnico-económico para cada alternativa nombrada y recomendar la favorable.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Conocer ventajas y desventajas del hormigón armado
- Conocer las ventajas y desventajas del ferrocemento, dándonos una noción general de su uso y aprovechamiento.

- Realizar una comparación de las dos tecnologías en cuanto a sus dimensiones, resistencia de elementos, cantidad de materiales, entre otros.
- Realizar un análisis económico entre las dos opciones y determinar la opción más factible para zonas rurales del país.

CAPÍTULO I

LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN

1.1 INFORMACIÓN DE ETAPA EP:

Según la información conseguida en ETAPA EP se pudo obtener las especificaciones de tanques tipo de ferrocemento que se utilizan por lo general en la construcción de tanques de almacenamiento de agua en el cantón Cuenca; esta información nos servirá para la modelación virtual y comportamiento estructural que haremos posteriormente.

Tabla # 1: Dimensiones de tanques y cantidad de materiales de ferrocemento

DIMENSIONES DE TANQUES Y CANTIDAD DE MATERIAL												
VOLUMEN	m3	10	20	30	40	50	80	100	120	141.76	180	200
Radio interior del Tanque	m	1.55	2.15	2.25	2.60	2.60	3.30	3.65	3.65	4.75	4.45	4.70
Altura	m	1.50	1.50	2.00	2.00	2.50	2.50	2.50	3.00	2.00	3.00	3.00
PISO												
Replanteo de piedra	e	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.20	0.15	0.15
Hormigón 210 kg/cm ²	e	0.08	0.08	0.10	0.10	0.12	0.12	0.12	0.15	0.10	0.15	0.15
Malla electrosoldada 15x15x6	#	1	1	1	1							
Malla electrosoldada 15x15x7	#					1	1	1	1	1	1	1
Malla hexagonal 5/8"	#	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
PARED												
Espesor	cm	3.2	3.2	4.0	4.0	4.5	5.2	5.2	5.2	8.0	5.9	5.9
ESTRUCTURA DEL PANEL	Número de mallas (en toda la altura del tanque)											
Malla hexagonal 5/8" (Interno)	#	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
Malla de cerramiento 50x12 h = 1.50	#	1	1									
Malla de cerramiento 50x11 h = 2.00	#			1	1							
Malla de cerramiento 50x10 h = 2.50	#					1	1	1				
Malla de cerramiento 50x10 h = 3.00	#								1	1	1	1
Malla hexagonal 5/8" (Externa)	#	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
ARMADURA DE REFUERZO												
Malla cuadrada 25x25 h = 17.5 cm	Número de mallas (refuerzo adicional en la pared)											
h5	#											
h4	#								1	1	1	1
h3	#							1	1	1	2	2

h2	#			1	1	1	1	1	2	2	2	3
h1	#					1	2	2	2	3	3	3
CUPULA												
Radio de la cúpula	m	2.76	3.74	4.01	4.63	4.63	5.88	6.50	6.50	8.48	7.93	8.37
Flecha	m	0.48	0.64	0.69	0.8	0.8	1.01	1.12	1.12	1.45	1.37	1.44
Espesor	cm	2.40	2.50	2.50	2.80	2.80	2.80	2.80	2.80	3.00	3.00	3.00
ESTRUCTURA DEL PANEL	Número de mallas											
Malla hexagonal 5/8" (Interno)	#	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Malla hexagonal 5/8" (Externa)	#	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
ARMADURA DE REFUERZO	Alambre radial @20 cm. Circunferencial @ 20 cm:											
Alambre galvanizado (calibre)	12	10	10	8	8	8	8	8	8	6	6	6
ACERO DE REFUERZO CIRCUNFERENCIAL D = 12mm												
Varilla perimetral d = 12mm	#	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
Varilla en la cúpula d = 12mm	#	2	3	3	4	4	5	6	6	7	8	8
Varilla en la tapa d = 12mm	#	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
ACERO DE REFUERZO RADIAL D = 10mm												
Varilla radial d = 10mm	#	12	10	10	8	8	8	8	8	6	6	6

Fuente: (ETAPA EP, 2015)

CAPÍTULO II

ANÁLISIS Y DISEÑO DE TANQUES DE HORMIGÓN ARMADO

2.1 GENERALIDADES Y CARACTERÍSTICAS:

Una estructura de hormigón armado está formada de hormigón (agua, cemento portland, arena, grava, aditivos) que ayuda a soportar los esfuerzos a compresión, y de acero de refuerzo para que soporte grandes presiones a tracción que se producen por el líquido o por el suelo; estos pueden tomar cualquier geometría.

Los tanques de hormigón armado han sido usados extensivamente por municipios e industria a lo largo de las últimas décadas. El diseño de estas estructuras requiere no solo poner atención en los requerimientos de esfuerzo, sino también en los de serviciabilidad. Un tanque reservorio diseñado apropiadamente debe ser capaz de resistir las cargas aplicadas sin sufrir grietas que puedan eventualmente causar fugas. La meta de diseñar y construir un tanque estructuralmente adecuado sin fugas es logrado colocando una adecuada cantidad y distribución correcta al refuerzo de acero, con el separamiento adecuado y un detallamiento en las juntas de construcción, usando hormigón de buena calidad. (López Delgado & Sánchez Ramírez, 2011)



Figura 1: Tanque de reserva de hormigón armado

Fuente: López Delgado & Sánchez Ramírez, 2011

2.2. CRITERIOS DE DISEÑO:

El espesor mínimo de las paredes de los depósitos. Según el informe 350 de ACI (American Concrete Institute) *Environmental Engineering Concrete Structures*, los muros de concreto reforzado con una altura del líquido igual o mayor a 3.00 m, tendrán un espesor mínimo de 30 cm.

En términos generales, el espesor mínimo de cualquier elemento estructural de los depósitos deberá ser de 15 cm. Se requerirá un mínimo de 20 cm donde el recubrimiento del concreto para protección del acero de refuerzo sea de 5 cm o más. Sin embargo, cuando se usen dispositivos para la retención de agua y la posición del acero de refuerzo que puedan afectar adversamente a la colocación apropiada del concreto, se considerará un espesor mayor. (López Delgado & Sánchez Ramírez, 2011)

2.3 MODELACIÓN VIRTUAL Y COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL

2.3.1 TANQUE CON CAPACIDAD DE 20M³

2.3.1.1 GRÁFICO DE TANQUE DE 20M³

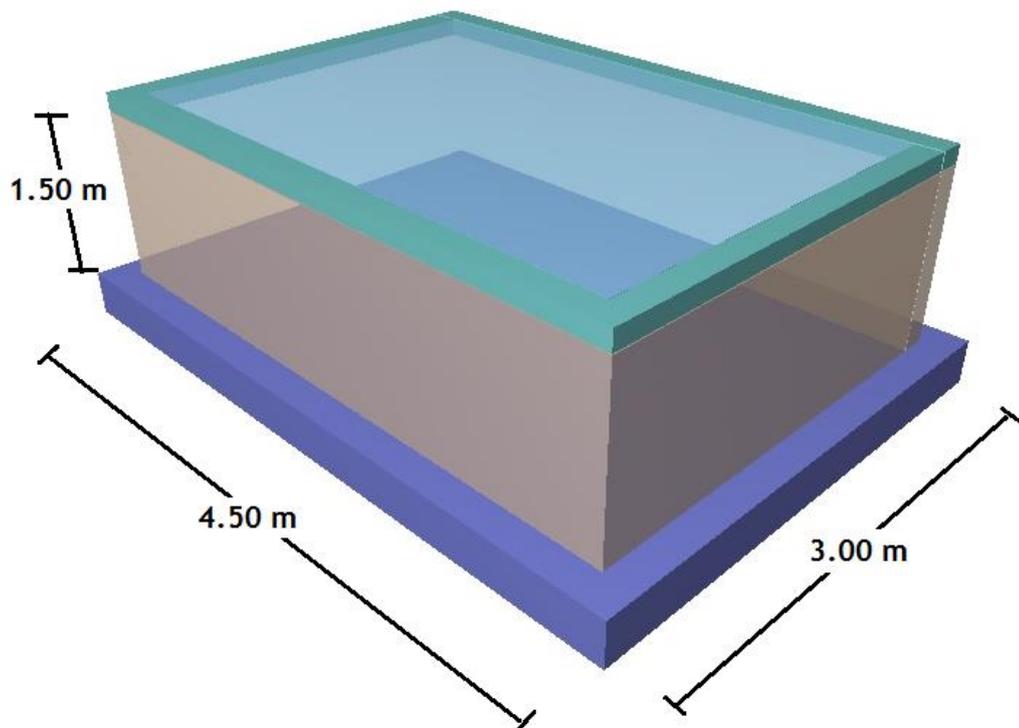


Figura 2: Tanque de hormigón armado de 20 m³

Fuente: Autor

2.3.1.2 MEMORIA TÉCNICA DE TANQUE DE 20M³

1.- VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA

Versión: 2015

Número de licencia: 99193

2.- DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: hormigon 20

Archivo: hormigon 20

3.- NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: ACI 318M-08

Aceros conformados: AISI S100-2007 (LRFD)

Aceros laminados y armados: ANSI/AISC 360-10 (LRFD)

Categoría de uso: General

4.- ACCIONES CONSIDERADAS

4.1.- Gravitatorias

Planta	S.C.U (t/m ²)	Cargas permanentes (t/m ²)
Tapa	0.01	0.00
Base N -1.2	1.50	0.00

4.2.- Viento

Sin acción de viento

4.3.- Sismo

Norma utilizada: NEC -11

NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN

Capítulo 2.- Peligro sísmico y requisitos de diseño

Método de cálculo: Análisis modal espectral (NEC -11, 2.7.7.6)

4.3.1.- Datos generales de sismo

Caracterización del emplazamiento

Zona sísmica (NEC -11, 2.5.2.1): II

Región sísmica (NEC -11, 2.5.3): Sierra

Tipo de suelo (NEC -11, 2.5.4.5): C

Sistema estructural**R_x**: Factor de reducción (X) (NEC -11, 2.7.2.3) **R_x** : 6.00**R_y**: Factor de reducción (Y) (NEC -11, 2.7.2.3) **R_y** : 6.00 **P**: Coeficiente de regularidad en planta (NEC -11, 2.6.6) **P** : 0.90 **E**: Coeficiente de regularidad en elevación (NEC -11, 2.6.7) **E** : 0.90

Geometría en altura (NEC -11, 2.7.7.8): Regular

Estimación del periodo fundamental de la estructura: Según norma

Sistema estructural (X) (NEC -11, 2.7.2.2.1): III

Sistema estructural (Y) (NEC -11, 2.7.2.2.1): III

h: Altura del edificio **h** : 0.30 m**Importancia de la obra (NEC -11, 2.6.4.2):** Otras estructuras**Parámetros de cálculo**

Número de modos de vibración que intervienen en el análisis: Según norma

Fracción de sobrecarga de uso : 0.25Factor multiplicador del espectro : 1.00

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Criterio de armado a aplicar por ductilidad: Ninguno

Factores reductores de la inercia (NEC -11, 2.7.1.2.1)

Vigas: 0.5

Losas: 0.5

Columnas: 0.8

Tabiques: 0.6

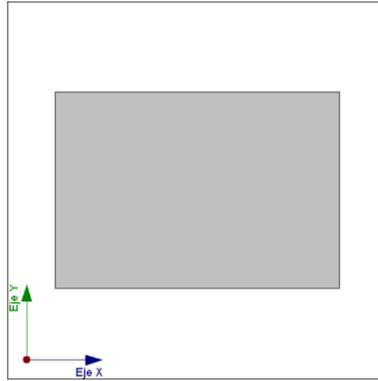
Muros: 0.6

Muros de mampostería: 0.5

Direcciones de análisis

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y



Proyección en planta de la obra

4.4.- Hipótesis de carga

Automáticas	Peso propio Cargas permanentes Sobrecarga de uso Sismo X Sismo Y
-------------	--

4.5.- Empujes en muros

Empuje de Defecto

Una situación de relleno

Carga: Cargas permanentes

Con relleno: Cota 0.00 m

Ángulo de talud 0.00 Grados

Densidad aparente 1.80 t/m³

Densidad sumergida 1.10 t/m³

Ángulo rozamiento interno 30.00 Grados

Evacuación por drenaje 100.00 %

5.- ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón	ACI 318M-08
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	ASCE 7
Tensiones sobre el terreno	Acciones características
Desplazamientos	

6.- SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- **Situaciones persistentes o transitorias**

- **Situaciones sísmicas**

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

A_E Acción sísmica

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

γ_{A_E} Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica

6.1.- Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: ACI 318M-08

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: ACI 318M-08

(9-1)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.400	1.400
Sobrecarga (Q)		

(9-2 Lr)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600

(9-2 S)		
	Coeficientes parciales de seguridad (\square)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600

(9-3 Lr, L)		
	Coeficientes parciales de seguridad (\square)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500

(9-3 S, L)		
	Coeficientes parciales de seguridad (\square)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500

(9-3 Lr, W)		
	Coeficientes parciales de seguridad (\square)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)		

(9-3 S, W)		
	Coeficientes parciales de seguridad (\square)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)		

(9-4 Lr)		
	Coeficientes parciales de seguridad (\square)	
	Favorable	Desfavorable

(9-4 Lr)		
	Coeficientes parciales de seguridad (\square)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500

(9-4 S)		
	Coeficientes parciales de seguridad (\square)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500

(9-5)		
	Coeficientes parciales de seguridad (\square)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Sismo (E)	-1.000	1.000

Notas:
Las solicitudes obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

(9-6)		
	Coeficientes parciales de seguridad (\square)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0.900	0.900
Sobrecarga (Q)		

(9-7)		
	Coeficientes parciales de seguridad (\square)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0.900	0.900
Sobrecarga (Q)		
Sismo (E)	-1.000	1.000

(9-7)		
	Coeficientes parciales de seguridad (□)	
	Favorable	Desfavorable
<i>Notas:</i> <i>Las solicitudes obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.</i>		

Tensiones sobre el terreno

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (□)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000

Sísmica		
	Coeficientes parciales de seguridad (□)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Sismo (E)	-1.000	1.000

Desplazamientos

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (□)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000

Sísmica		
	Coeficientes parciales de seguridad (□)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Sismo (E)	-1.000	1.000

6.2.- Combinaciones

■ Nombres de las hipótesis

PP Peso propio

CM Cargas permanentes

Qa Sobrecarga de uso

SX Sismo X

SY Sismo Y

■ E.L.U. de rotura. Hormigón

■ E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

Comb.	PP	CM	Qa	SX	SY
1	1.400	1.400			
2	1.200	1.200			
3	1.200	1.200	1.600		
4	1.200	1.200		-0.300	-1.000
5	1.200	1.200	0.500	-0.300	-1.000
6	1.200	1.200		0.300	-1.000
7	1.200	1.200	0.500	0.300	-1.000
8	1.200	1.200		-1.000	-0.300
9	1.200	1.200	0.500	-1.000	-0.300
10	1.200	1.200		-1.000	0.300
11	1.200	1.200	0.500	-1.000	0.300
12	1.200	1.200		0.300	1.000
13	1.200	1.200	0.500	0.300	1.000
14	1.200	1.200		-0.300	1.000
15	1.200	1.200	0.500	-0.300	1.000
16	1.200	1.200		1.000	0.300
17	1.200	1.200	0.500	1.000	0.300
18	1.200	1.200		1.000	-0.300
19	1.200	1.200	0.500	1.000	-0.300
20	0.900	0.900			
21	0.900	0.900		-0.300	-1.000
22	0.900	0.900		0.300	-1.000
23	0.900	0.900		-1.000	-0.300
24	0.900	0.900		-1.000	0.300
25	0.900	0.900		0.300	1.000
26	0.900	0.900		-0.300	1.000
27	0.900	0.900		1.000	0.300
28	0.900	0.900		1.000	-0.300

- Tensiones sobre el terreno
- Desplazamientos

Comb.	PP	CM	Qa	SX	SY
1	1.000	1.000			
2	1.000	1.000	1.000		
3	1.000	1.000		-1.000	
4	1.000	1.000	1.000	-1.000	
5	1.000	1.000		1.000	
6	1.000	1.000	1.000	1.000	
7	1.000	1.000			-1.000
8	1.000	1.000	1.000		-1.000
9	1.000	1.000			1.000
10	1.000	1.000	1.000		1.000

7.- DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Tapa	1	Tapa	1.50	0.30
0	Base N -1.2				-1.20

8.- DATOS GEOMÉTRICOS DE COLUMNAS, TABIQUES Y MUROS

8.1.- Muros

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.
- Las dimensiones están expresadas en metros.

Datos geométricos del muro

Referencia	Tipo muro	GI- GF	Vértices		Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
			Inicial	Final		
M1	Muro de hormigón armado	0-1	(-0.10, 3.10)	(4.60, 3.10)	1	0.1+0.1=0.2
M2	Muro de hormigón armado	0-1	(4.60, -0.10)	(4.60, 3.10)	1	0.1+0.1=0.2
M3	Muro de hormigón armado	0-1	(-0.10, -0.10)	(4.60, -0.10)	1	0.1+0.1=0.2
M4	Muro de hormigón armado	0-1	(-0.10, -0.10)	(-0.10, 3.10)	1	0.1+0.1=0.2

Empujes y zapata del muro

Referencia	Empujes	Zapata del muro
M1	Empuje izquierdo: Empuje de Defecto Empuje derecho: Sin empujes	Con vinculación exterior
M2	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Empuje de Defecto	Con vinculación exterior
M3	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Empuje de Defecto	Con vinculación exterior
M4	Empuje izquierdo: Empuje de Defecto Empuje derecho: Sin empujes	Con vinculación exterior

9.- LOSAS Y ELEMENTOS DE FUNDACIÓN

-Tensión admisible en situaciones persistentes: 2.00 kp/cm²

-Tensión admisible en situaciones accidentales: 3.00 kp/cm²

10.- MATERIALES UTILIZADOS**10.1.- Hormigones**

Elemento	Hormigón	f_{ck} (kp/cm ²)	α_c	Tamaño máximo del árido (mm)
Todos	$f_c=240$	240	1.00	15

10.2.- Aceros por elemento y posición**10.2.1.- Aceros en barras**

Elemento	Acero	f_{yk} (kp/cm ²)	α_s
Todos	Grado 60 (Latinoamérica)	4200	1.00

10.2.2.- Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (kp/cm ²)	Módulo de elasticidad (kp/cm ²)
Acero conformado	ASTM A 36 36 ksi	2548	2069317
Acero laminado	ASTM A 36 36 ksi	2548	2038736

2.3.2 TANQUE CON CAPACIDAD DE 50M³

2.3.2.1 GRÁFICO DE TANQUE DE 50M³

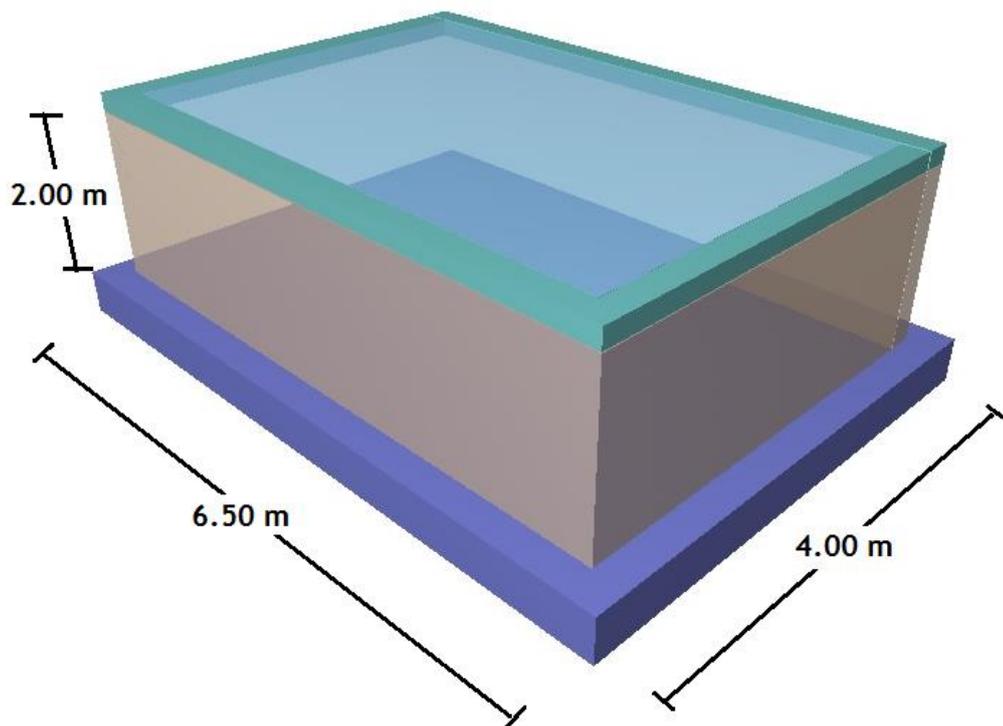


Figura 3: Tanque de hormigón armado de 50 m³

Fuente: Autor

2.3.2.2 MEMORIA TÉCNICA DE TANQUE DE 50M³

1.- VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA

Versión: 2015

Número de licencia: 99193

2.- DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: hormigon 50

Archivo: hormigon 50

3.- NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: ACI 318M-08

Aceros conformados: AISI S100-2007 (LRFD)

Aceros laminados y armados: ANSI/AISC 360-10 (LRFD)

Categoría de uso: General

4.- ACCIONES CONSIDERADAS

4.1.- Gravitatorias

Planta	S.C.U (t/m ²)	Cargas permanentes (t/m ²)
Tapa	0.01	0.00
Base N -1.2	1.50	0.00

4.2.- Viento

Sin acción de viento

4.3.- Sismo

Norma utilizada: NEC -11

NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN

Capítulo 2.- Peligro sísmico y requisitos de diseño

Método de cálculo: Análisis modal espectral (NEC -11, 2.7.7.6)

4.3.1.- Datos generales de sismo

Caracterización del emplazamiento

Zona sísmica (NEC -11, 2.5.2.1): II

Región sísmica (NEC -11, 2.5.3): Sierra

Tipo de suelo (NEC -11, 2.5.4.5): C

Sistema estructural

R_x: Factor de reducción (X) (NEC -11, 2.7.2.3)

R_x : 6.00

R_y: Factor de reducción (Y) (NEC -11, 2.7.2.3)

R_y : 6.00

P: Coeficiente de regularidad en planta (NEC -11, 2.6.6)

P : 0.90

E: Coeficiente de regularidad en elevación (NEC -11, 2.6.7)

E : 0.90

Geometría en altura (NEC -11, 2.7.7.8): Regular

Estimación del periodo fundamental de la estructura: Según norma

Sistema estructural (X) (NEC -11, 2.7.2.2.1): III

Sistema estructural (Y) (NEC -11, 2.7.2.2.1): III

h: Altura del edificio

h : 0.30 m

Importancia de la obra (NEC -11, 2.6.4.2): Otras estructuras

Parámetros de cálculo

Número de modos de vibración que intervienen en el análisis: Según norma

Fracción de sobrecarga de uso : 0.25

Factor multiplicador del espectro : 1.00

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Criterio de armado a aplicar por ductilidad: Ninguno

Factores reductores de la inercia (NEC -11, 2.7.1.2.1)

Vigas: 0.5

Losas: 0.5

Columnas: 0.8

Tabiques: 0.6

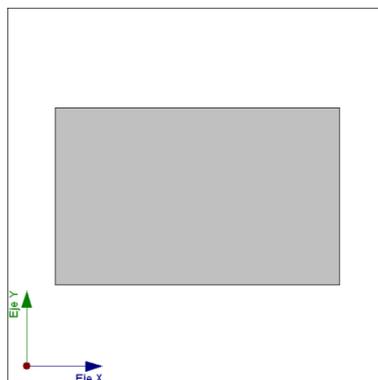
Muros: 0.6

Muros de mampostería: 0.5

Direcciones de análisis

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y



Proyección en planta de la obra

4.4.- Hipótesis de carga

Automáticas	Peso propio Cargas permanentes Sobrecarga de uso Sismo X Sismo Y
-------------	--

4.5.- Empujes en muros

Empuje de Defecto

Una situación de relleno

Carga: Cargas permanentes

Con relleno: Cota 0.00 m

Ángulo de talud 0.00 Grados

Densidad aparente 1.80 t/m³Densidad sumergida 1.10 t/m³

Ángulo rozamiento interno 30.00 Grados

Evacuación por drenaje 100.00 %

5.- ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón	ACI 318M-08
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	ASCE 7
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características

6.- SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- **Situaciones persistentes o transitorias**

- **Situaciones sísmicas**

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

A_E Acción sísmica

\square_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

\square_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\square_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\square_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

\square_{AE} Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica

6.1.- Coeficientes parciales de seguridad (\square) y coeficientes de combinación (\square)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: ACI 318M-08

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: ACI 318M-08

(9-1)		
	Coeficientes parciales de seguridad (\square)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.400	1.400
Sobrecarga (Q)		

(9-2 Lr)		
	Coeficientes parciales de seguridad (\square)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600

(9-2 S)		
	Coeficientes parciales de seguridad (\square)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600

(9-3 Lr, L)		
	Coeficientes parciales de seguridad (\square)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500

(9-3 S, L)		
	Coeficientes parciales de seguridad (\square)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500

(9-3 Lr, W)		
	Coeficientes parciales de seguridad (\square)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)		

(9-3 S, W)		
	Coeficientes parciales de seguridad (\square)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)		

(9-4 Lr)		
	Coeficientes parciales de seguridad (\square)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500

(9-4 S)		
	Coeficientes parciales de seguridad (\square)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500

(9-5)		
	Coeficientes parciales de seguridad (\square)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Sismo (E)	-1.000	1.000

Notas:
Las solicitudes obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

(9-6)		
	Coeficientes parciales de seguridad (\square)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0.900	0.900
Sobrecarga (Q)		

(9-7)		
	Coeficientes parciales de seguridad (\square)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0.900	0.900
Sobrecarga (Q)		
Sismo (E)	-1.000	1.000

(9-7)		
	Coeficientes parciales de seguridad (□)	
	Favorable	Desfavorable
<i>Notas:</i> <i>Las solicitudes obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.</i>		

Tensiones sobre el terreno

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (□)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000

Sísmica		
	Coeficientes parciales de seguridad (□)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Sismo (E)	-1.000	1.000

Desplazamientos

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (□)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000

Sísmica		
	Coeficientes parciales de seguridad (□)	
	Favorable	Desfavorable

Sísmica		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Sismo (E)	-1.000	1.000

6.2.- Combinaciones

■ Nombres de las hipótesis

PP Peso propio

CM Cargas permanentes

Qa Sobrecarga de uso

SX Sismo X

SY Sismo Y

■ E.L.U. de rotura. Hormigón

■ E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones

Comb.	PP	CM	Qa	SX	SY
1	1.400	1.400			
2	1.200	1.200			
3	1.200	1.200	1.600		
4	1.200	1.200		-0.300	-1.000
5	1.200	1.200	0.500	-0.300	-1.000
6	1.200	1.200		0.300	-1.000
7	1.200	1.200	0.500	0.300	-1.000
8	1.200	1.200		-1.000	-0.300
9	1.200	1.200	0.500	-1.000	-0.300
10	1.200	1.200		-1.000	0.300
11	1.200	1.200	0.500	-1.000	0.300
12	1.200	1.200		0.300	1.000
13	1.200	1.200	0.500	0.300	1.000
14	1.200	1.200		-0.300	1.000
15	1.200	1.200	0.500	-0.300	1.000
16	1.200	1.200		1.000	0.300
17	1.200	1.200	0.500	1.000	0.300

Comb.	PP	CM	Qa	SX	SY
18	1.200	1.200		1.000	-0.300
19	1.200	1.200	0.500	1.000	-0.300
20	0.900	0.900			
21	0.900	0.900		-0.300	-1.000
22	0.900	0.900		0.300	-1.000
23	0.900	0.900		-1.000	-0.300
24	0.900	0.900		-1.000	0.300
25	0.900	0.900		0.300	1.000
26	0.900	0.900		-0.300	1.000
27	0.900	0.900		1.000	0.300
28	0.900	0.900		1.000	-0.300

■ **Tensiones sobre el terreno**

■ **Desplazamientos**

Comb.	PP	CM	Qa	SX	SY
1	1.000	1.000			
2	1.000	1.000	1.000		
3	1.000	1.000		-1.000	
4	1.000	1.000	1.000	-1.000	
5	1.000	1.000		1.000	
6	1.000	1.000	1.000	1.000	
7	1.000	1.000			-1.000
8	1.000	1.000	1.000		-1.000
9	1.000	1.000			1.000
10	1.000	1.000	1.000		1.000

7.- DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Tapa	1	Tapa	2.00	0.30
0	Base N -1.2				-1.70

8.- DATOS GEOMÉTRICOS DE COLUMNAS, TABIQUES Y MUROS

8.1.- Muros

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.
- Las dimensiones están expresadas en metros.

Datos geométricos del muro

Referencia	Tipo muro	GI- GF	Vértices		Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
			Inicial	Final		
M1	Muro de hormigón armado	0-1	(0.00, 4.00)	(6.50, 4.00)	1	0.125+0.125=0.25
M2	Muro de hormigón armado	0-1	(6.50, 0.00)	(6.50, 4.00)	1	0.125+0.125=0.25
M3	Muro de hormigón armado	0-1	(0.00, 0.00)	(0.00, 4.00)	1	0.125+0.125=0.25
M4	Muro de hormigón armado	0-1	(0.00, 0.00)	(6.50, 0.00)	1	0.125+0.125=0.25

Empujes y zapata del muro

Referencia	Empujes	Zapata del muro
M1	Empuje izquierdo: Empuje de Defecto Empuje derecho: Sin empujes	Con vinculación exterior
M2	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Empuje de Defecto	Con vinculación exterior
M3	Empuje izquierdo: Empuje de Defecto Empuje derecho: Sin empujes	Con vinculación exterior
M4	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Empuje de Defecto	Con vinculación exterior

9.- LOSAS Y ELEMENTOS DE FUNDACIÓN

-Tensión admisible en situaciones persistentes: 2.00 kp/cm²

-Tensión admisible en situaciones accidentales: 3.00 kp/cm²

10.- MATERIALES UTILIZADOS

10.1.- Hormigones

Elemento	Hormigón	f_{ck} (kp/cm ²)	α_c	Tamaño máximo del árido (mm)
Todos	$f_c=240$	240	1.00	15

10.2.- Aceros por elemento y posición

10.2.1.- Aceros en barras

Elemento	Acero	f_{yk} (kp/cm ²)	α_s
Todos	Grado 60 (Latinoamérica)	4200	1.00

10.2.2.- Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (kp/cm ²)	Módulo de elasticidad (kp/cm ²)
Acero conformado	ASTM A 36 36 ksi	2548	2069317
Acero laminado	ASTM A 36 36 ksi	2548	2038736

2.3.3 TANQUE CON CAPACIDAD DE 100M³

2.3.3.1 GRÁFICO DE TANQUE DE 100M³

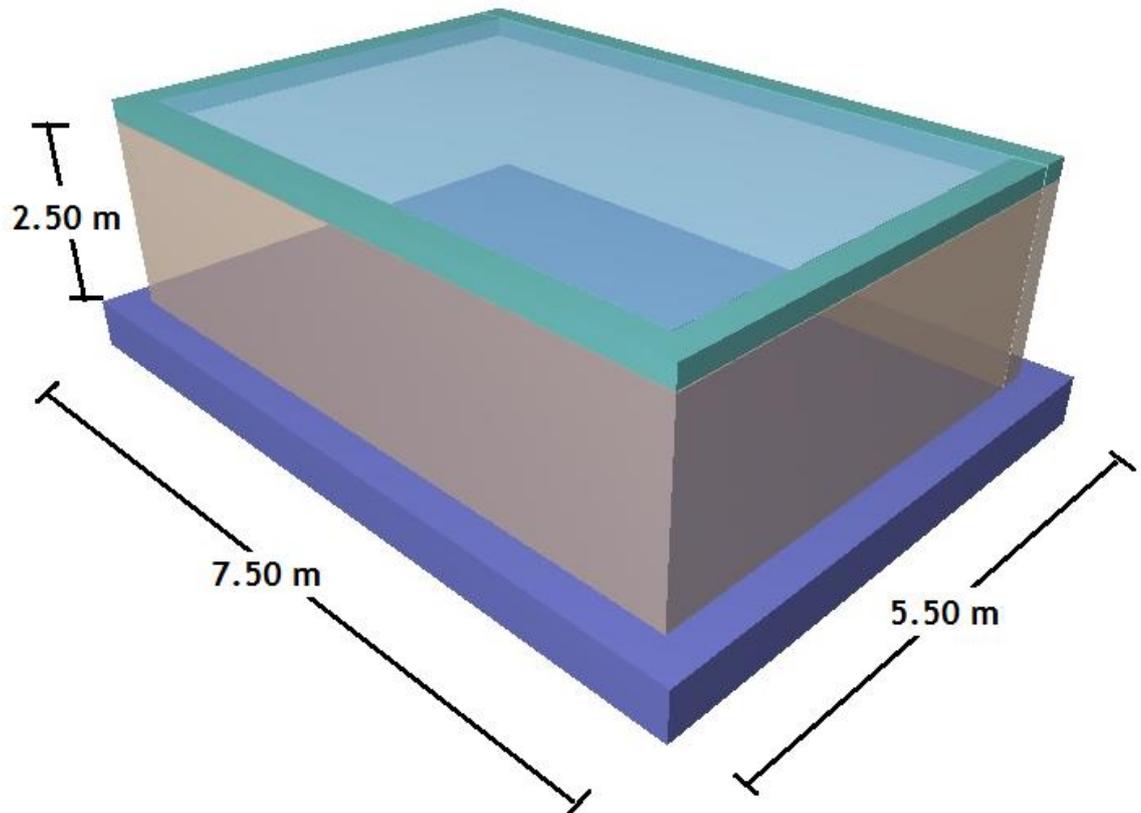


Figura 4: Tanque de hormigón armado de 100 m³

Fuente: Autor

2.3.3.2 MEMORIA TÉCNICA DE TANQUE DE 100M³

1.- VERSIÓN DEL PROGRAMA Y NÚMERO DE LICENCIA

Versión: 2015

Número de licencia: 99193

2.- DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA

Proyecto: hormigon 100

Archivo: hormigon 100

3.- NORMAS CONSIDERADAS

Hormigón: ACI 318M-08

Aceros conformados: AISI S100-2007 (LRFD)

Aceros laminados y armados: ANSI/AISC 360-10 (LRFD)

Categoría de uso: General

4.- ACCIONES CONSIDERADAS

4.1.- Gravitatorias

Planta	S.C.U (t/m ²)	Cargas permanentes (t/m ²)
Tapa	0.01	0.00
Base N -1.2	1.50	0.00

4.2.- Viento

Sin acción de viento

4.3.- Sismo

Norma utilizada: NEC -11

NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN

Capítulo 2.- Peligro sísmico y requisitos de diseño

Método de cálculo: Análisis modal espectral (NEC -11, 2.7.7.6)

4.3.1.- Datos generales de sismo

Caracterización del emplazamiento

Zona sísmica (NEC -11, 2.5.2.1): II

Región sísmica (NEC -11, 2.5.3): Sierra

Tipo de suelo (NEC -11, 2.5.4.5): C

Sistema estructural

R_X: Factor de reducción (X) (NEC -11, 2.7.2.3)

R_X : 6.00

R_Y: Factor de reducción (Y) (NEC -11, 2.7.2.3)

R_Y : 6.00

□_P: Coeficiente de regularidad en planta (NEC -11, 2.6.6)

□_P : 0.90

□_E: Coeficiente de regularidad en elevación (NEC -11, 2.6.7)

□_E : 0.90

Geometría en altura (NEC -11, 2.7.7.8): Regular

Estimación del periodo fundamental de la estructura: Según norma

Sistema estructural (X) (NEC -11, 2.7.2.2.1): III

Sistema estructural (Y) (NEC -11, 2.7.2.2.1): III

h: Altura del edificio

h : 0.30 m

Importancia de la obra (NEC -11, 2.6.4.2): Otras estructuras

Parámetros de cálculo

Número de modos de vibración que intervienen en el análisis: Según norma

Fracción de sobrecarga de uso : 0.25

Factor multiplicador del espectro : 1.00

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Criterio de armado a aplicar por ductilidad: Ninguno

Factores reductores de la inercia (NEC -11, 2.7.1.2.1)

Vigas: 0.5

Losas: 0.5

Columnas: 0.8

Tabiques: 0.6

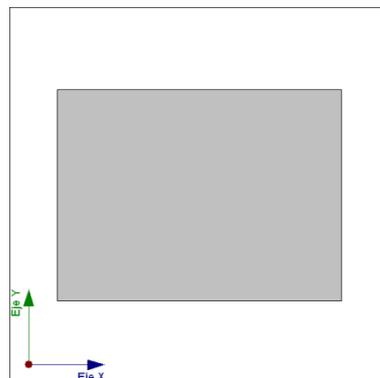
Muros: 0.6

Muros de mampostería: 0.5

Direcciones de análisis

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y



Proyección en planta de la obra

4.4.- Hipótesis de carga

Automáticas	Peso propio Cargas permanentes Sobrecarga de uso Sismo X Sismo Y
-------------	--

4.5.- Empujes en muros

Empuje de Defecto

Una situación de relleno

Carga: Cargas permanentes

Con relleno: Cota 0.00 m

Ángulo de talud 0.00 Grados

Densidad aparente 1.80 t/m³Densidad sumergida 1.10 t/m³

Ángulo rozamiento interno 30.00 Grados

Evacuación por drenaje 100.00 %

5.- ESTADOS LÍMITE

E.L.U. de rotura. Hormigón	ACI 318M-08
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	ASCE 7
Tensiones sobre el terreno	Acciones características
Desplazamientos	

6.- SITUACIONES DE PROYECTO

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- **Situaciones persistentes o transitorias**

- **Situaciones sísmicas**

- Donde:

G_k Acción permanente

P_k Acción de pretensado

Q_k Acción variable

A_E Acción sísmica

\square_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

\square_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\square_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\square_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

\square_{AE} Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica

6.1.- Coeficientes parciales de seguridad (\square) y coeficientes de combinación (\square)

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón: ACI 318M-08

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: ACI 318M-08

(9-1)		
	Coeficientes parciales de seguridad (\square)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.400	1.400
Sobrecarga (Q)		

(9-2 Lr)		
	Coeficientes parciales de seguridad (\square)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600

(9-2 S)		
	Coeficientes parciales de seguridad (\square)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600

(9-3 Lr, L)		
	Coeficientes parciales de seguridad (\square)	
	Favorable	Desfavorable

(9-3 Lr, L)		
	Coeficientes parciales de seguridad (□)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500

(9-3 S, L)		
	Coeficientes parciales de seguridad (□)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500

(9-3 Lr, W)		
	Coeficientes parciales de seguridad (□)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)		

(9-3 S, W)		
	Coeficientes parciales de seguridad (□)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)		

(9-4 Lr)		
	Coeficientes parciales de seguridad (□)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500

(9-4 S)		
	Coeficientes parciales de seguridad (\square)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500

(9-5)		
	Coeficientes parciales de seguridad (\square)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Sismo (E)	-1.000	1.000

Notas:
Las solicitudes obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

(9-6)		
	Coeficientes parciales de seguridad (\square)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0.900	0.900
Sobrecarga (Q)		

(9-7)		
	Coeficientes parciales de seguridad (\square)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0.900	0.900
Sobrecarga (Q)		
Sismo (E)	-1.000	1.000

(9-7)		
	Coeficientes parciales de seguridad (□)	
	Favorable	Desfavorable
<i>Notas:</i> <i>Las solicitudes obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.</i>		

Tensiones sobre el terreno

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (□)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000

Sísmica		
	Coeficientes parciales de seguridad (□)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Sismo (E)	-1.000	1.000

Desplazamientos

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (□)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000

Sísmica		
	Coeficientes parciales de seguridad (□)	
	Favorable	Desfavorable

Sísmica		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Sismo (E)	-1.000	1.000

6.2.- Combinaciones

- **Nombres de las hipótesis**

PP Peso propio

CM Cargas permanentes

Qa Sobrecarga de uso

SX Sismo X

SY Sismo Y

- **E.L.U. de rotura. Hormigón**
- **E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones**

Comb.	PP	CM	Qa	SX	SY
1	1.400	1.400			
2	1.200	1.200			
3	1.200	1.200	1.600		
4	1.200	1.200		-0.300	-1.000
5	1.200	1.200	0.500	-0.300	-1.000
6	1.200	1.200		0.300	-1.000
7	1.200	1.200	0.500	0.300	-1.000
8	1.200	1.200		-1.000	-0.300
9	1.200	1.200	0.500	-1.000	-0.300
10	1.200	1.200		-1.000	0.300
11	1.200	1.200	0.500	-1.000	0.300
12	1.200	1.200		0.300	1.000
13	1.200	1.200	0.500	0.300	1.000
14	1.200	1.200		-0.300	1.000
15	1.200	1.200	0.500	-0.300	1.000
16	1.200	1.200		1.000	0.300
17	1.200	1.200	0.500	1.000	0.300

Comb.	PP	CM	Qa	SX	SY
18	1.200	1.200		1.000	-0.300
19	1.200	1.200	0.500	1.000	-0.300
20	0.900	0.900			
21	0.900	0.900		-0.300	-1.000
22	0.900	0.900		0.300	-1.000
23	0.900	0.900		-1.000	-0.300
24	0.900	0.900		-1.000	0.300
25	0.900	0.900		0.300	1.000
26	0.900	0.900		-0.300	1.000
27	0.900	0.900		1.000	0.300
28	0.900	0.900		1.000	-0.300

- **Tensiones sobre el terreno**
- **Desplazamientos**

Comb.	PP	CM	Qa	SX	SY
1	1.000	1.000			
2	1.000	1.000	1.000		
3	1.000	1.000		-1.000	
4	1.000	1.000	1.000	-1.000	
5	1.000	1.000		1.000	
6	1.000	1.000	1.000	1.000	
7	1.000	1.000			-1.000
8	1.000	1.000	1.000		-1.000
9	1.000	1.000			1.000
10	1.000	1.000	1.000		1.000

7.- DATOS GEOMÉTRICOS DE GRUPOS Y PLANTAS

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
1	Tapa	1	Tapa	2.50	0.30
0	Base N -1.2				-2.20

8.- DATOS GEOMÉTRICOS DE COLUMNAS, TABIQUES Y MUROS

8.1.- Muros

- Las coordenadas de los vértices inicial y final son absolutas.
- Las dimensiones están expresadas en metros.

Datos geométricos del muro

Referencia	Tipo muro	GI- GF	Vértices Inicial Final	Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
M3	Muro de hormigón armado	0-1	(0.05, 5.50) (7.50, 5.50)	1	0.15+0.15=0.3
M4	Muro de hormigón armado	0-1	(7.50, 0.00) (7.50, 5.50)	1	0.15+0.15=0.3
M5	Muro de hormigón armado	0-1	(0.05, 0.00) (7.50, 0.00)	1	0.15+0.15=0.3
M6	Muro de hormigón armado	0-1	(0.05, 0.00) (0.05, 5.50)	1	0.15+0.15=0.3

Empujes y zapata del muro

Referencia	Empujes	Zapata del muro
M3	Empuje izquierdo: Empuje de Defecto Empuje derecho: Sin empujes	Con vinculación exterior
M4	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Empuje de Defecto	Con vinculación exterior
M5	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Empuje de Defecto	Con vinculación exterior
M6	Empuje izquierdo: Empuje de Defecto Empuje derecho: Sin empujes	Con vinculación exterior

9.- LOSAS Y ELEMENTOS DE FUNDACIÓN

- Tensión admisible en situaciones persistentes: 2.00 kp/cm²
- Tensión admisible en situaciones accidentales: 3.00 kp/cm²

10.- MATERIALES UTILIZADOS

10.1.- Hormigones

Elemento	Hormigón	f_{ck} (kp/cm ²)	α_c	Tamaño máximo del árido (mm)
Todos	$f_c=240$	240	1.00	15

10.2.- Aceros por elemento y posición

10.2.1.- Aceros en barras

Elemento	Acero	f_{yk} (kp/cm ²)	α_s
Todos	Grado 60 (Latinoamérica)	4200	1.00

10.2.2.- Aceros en perfiles

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (kp/cm ²)	Módulo de elasticidad (kp/cm ²)
Acero conformado	ASTM A 36 36 ksi	2548	2069317
Acero laminado	ASTM A 36 36 ksi	2548	2038736

CAPÍTULO III

ANÁLISIS Y DISEÑO DE TANQUES CON TECNOLOGÍA DE FERROCEMENTO

3.1 GENERALIDADES Y CARACTERÍSTICAS:

El ferrocemento es un tipo de hormigón armado en forma de lámina delgada comúnmente construido con mortero de cemento y reforzado con capas de telas de mallas, poco separadas entre sí, y formadas por alambres continuos y de relativamente pequeño diámetro.

Nieto Abad y Zhañay Ledesma también nos dicen que el ferrocemento se usa en estructuras de espesores delgados tales como tanques de reserva, silos, coberturas, filtros para plantas de tratamiento, entre otros, en donde la resistencia y rigidez se desarrollan mediante la forma del elemento.

La ejecución de depósitos de bajo costo en países en vías de desarrollo se está llevando a cabo desde hace años. La posibilidad de combinar mano de obra poco calificada y materiales de bajo costo es lo que hace del ferrocemento un material especialmente interesante para este tipo de estructuras. Este método constructivo para depósitos es particularmente adecuado para utilizar en comunidades rurales con pocos ingresos por las siguientes razones:

Materiales habitualmente disponibles. Las materias primas básicas como agua, arena, cemento y alambre de refuerzo están disponibles en la mayoría de regiones.

Equipo necesario básico. Las técnicas de construcción son simples y no requieren el uso de maquinaria cara y sofisticada ni el suministro de energía. Las filtraciones resultantes de un trabajo mal hecho u otros daños pueden ser reparadas con relativa facilidad y el mantenimiento necesario después de la construcción es mínimo.

Costo compartido del encofrado.

El encofrado necesario empleado durante la construcción puede ser hecho a base de materiales locales como madera o bien prefabricado con materiales más resistentes de forma que se pueda llevar de un sitio a otro para poder ejecutar diversos tanques (Nieto Abad & Zhañay Ledesma, 2011, pág. 6).



Figura 5: Tanque superficial de ferrocemento

Fuente: Nieto Abad & Zhañay Ledesma, 2011



Figura 6: Tanque semienterrado de ferrocemento

Fuente: Nieto Abad & Zhañay Ledesma, 2011

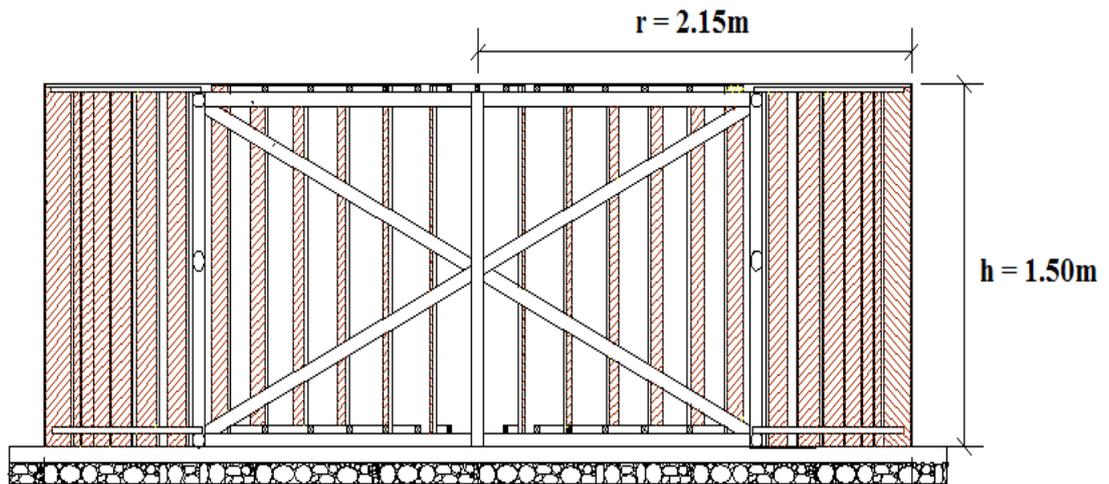
3.2 DIMENSIONES Y ESPECIFICACIONES

Debido a los modelos tipo obtenidos por la Secretaría Nacional del Agua, las dimensiones y especificaciones ya están establecidas para cada capacidad de volumen, lo cual no es necesario diseñar.

3.2.1 TANQUE CON VOLUMEN DE 20M³

Tabla # 2:: Dimensiones y cantidad de materiales para tanque de ferrocemento de 20 m³

VOLUMEN	20	m3
Radio interior del Tanque	2.15	m
Altura	1.50	m
PISO		
Replanteo de piedra	0.15	e
Hormigón 210 kg/cm ²	0.08	e
Malla electrosoldada 15x15x6	1	#
Malla hexagonal 5/8"	2	#
PARED		
Espesor	3.2	cm
ESTRUCTURA DEL PANEL	Número de mallas	
Malla hexagonal 5/8" (Interno)	2	#
Malla de cerramiento 50x12 h = 1.50	1	#
Malla hexagonal 5/8" (Externa)	2	#
ARMADURA DE REFUERZO	Alambre radial @20 cm	
Malla cuadrada 25x25 h = 17.5 cm	10	12
CUPULA		
Radio de la cúpula	3.74	m
Flecha	0.64	m
Espesor	2.50	cm
ESTRUCTURA DEL PANEL	Número de mallas	
Malla hexagonal 5/8" (Interno)	2	#
Malla hexagonal 5/8" (Externa)	1	#
ARMADURA DE REFUERZO		
Alambre galvanizado (calibre)	10	12
ACERO DE REFUERZO CIRCUNFERENCIAL D = 12mm		
Varilla perimetral d = 12mm	1	#
Varilla en la cúpula d = 12mm	3	#
Varilla en la tapa d = 12mm	2	#
ACERO DE REFUERZO RADIAL D = 10mm		
Varilla radial d = 10mm	10	#

Figura 7: Tanque de ferrocemento de 20 m³

Fuente: Etapa 2015

3.2.2 TANQUE CON VOLUMEN DE 50M³

Tabla # 3: Dimensiones y cantidad de materiales para tanque de ferrocemento de 50 m³

VOLUMEN	50	m3
Radio interior del Tanque	2.60	m
Altura	2.50	m
PISO		
Replantillo de piedra	0.15	e
Hormigón 210 kg/cm ²	0.12	e
Malla electrosoldada 15x15x7	1	#
Malla hexagonal 5/8"	2	#
PARED		
Espesor	4.5	cm
ESTRUCTURA DEL PANEL		
	Número de mallas	
Malla hexagonal 5/8" (Interno)	2	#
Malla de cerramiento 50x10 h = 2.50	1	#
Malla hexagonal 5/8" (Externa)	2	#
ARMADURA DE REFUERZO		
Malla cuadrada 25x25 h = 17.5 cm	Número de mallas	
h2	1	#
h1	1	#
CUPULA		
Radio de la cúpula	4.63	m
Flecha	0.8	m
Espesor	2.80	cm
ESTRUCTURA DEL PANEL		
	Número de mallas	
Malla hexagonal 5/8" (Interno)	2	#
Malla hexagonal 5/8" (Externa)	2	#

ARMADURA DE REFUERZO	Alambre radial @20 cm	
Alambre galvanizado (calibre)	8	12
ACERO DE REFUERZO CIRCUNFERENCIAL D = 12mm		
Varilla perimetral d = 12mm	2	#
Varilla en la cúpula d = 12mm	4	#
Varilla en la tapa d = 12mm	2	#
ACERO DE REFUERZO RADIAL D = 10mm		
Varilla radial d = 10mm	8	#

Fuente: (ETAPA EP, 2015)

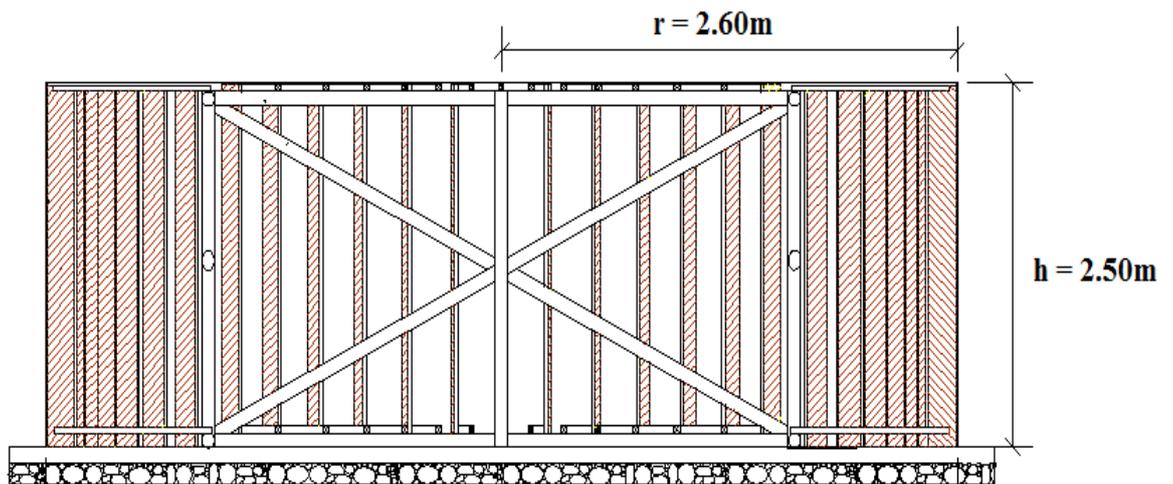


Figura 8: Tanque de ferrocemento de 50 m³

Fuente: (ETAPA EP, 2015)

3.2.3 TANQUE CON VOLUMEN DE 100M³

Tabla # 4: Dimensiones y cantidad de materiales para tanque de ferrocemento de 20 m³

VOLUMEN	100	m3
Radio interior del Tanque	3.65	m
Altura	2.50	m
PISO		
Replanteo de piedra	0.15	e
Hormigón 210 kg/cm ²	0.12	e
Malla electrosoldada 15x15x7	1	#
Malla hexagonal 5/8"	2	#
PARED		
Espesor	5.2	cm
ESTRUCTURA DEL PANEL	Número de mallas	
Malla hexagonal 5/8" (Interno)	3	#

Malla de cerramiento 50x10 h = 2.50	1	#
Malla de cerramiento 50x10 h = 3.00		#
Malla hexagonal 5/8" (Externa)	2	#
ARMADURA DE REFUERZO		
Malla cuadrada 25x25 h = 17.5 cm	Número de mallas	
h3	1	#
h2	1	#
h1	2	#
CUPULA		
Radio de la cúpula	6.50	m
Flecha	1.12	m
Espesor	2.80	cm
ESTRUCTURA DEL PANEL		
Número de mallas		
Malla hexagonal 5/8" (Interno)	2	#
Malla hexagonal 5/8" (Externa)	2	#
ARMADURA DE REFUERZO		
Alambre radial @20 cm		
Alambre galvanizado (calibre)	8	12
ACERO DE REFUERZO CIRCUNFERENCIAL D = 12mm		
Varilla perimetral d = 12mm	2	#
Varilla en la cúpula d = 12mm	6	#
Varilla en la tapa d = 12mm	2	#
ACERO DE REFUERZO RADIAL D = 10mm		
Varilla radial d = 10mm	8	#

Fuente: (ETAPA EP, 2015)

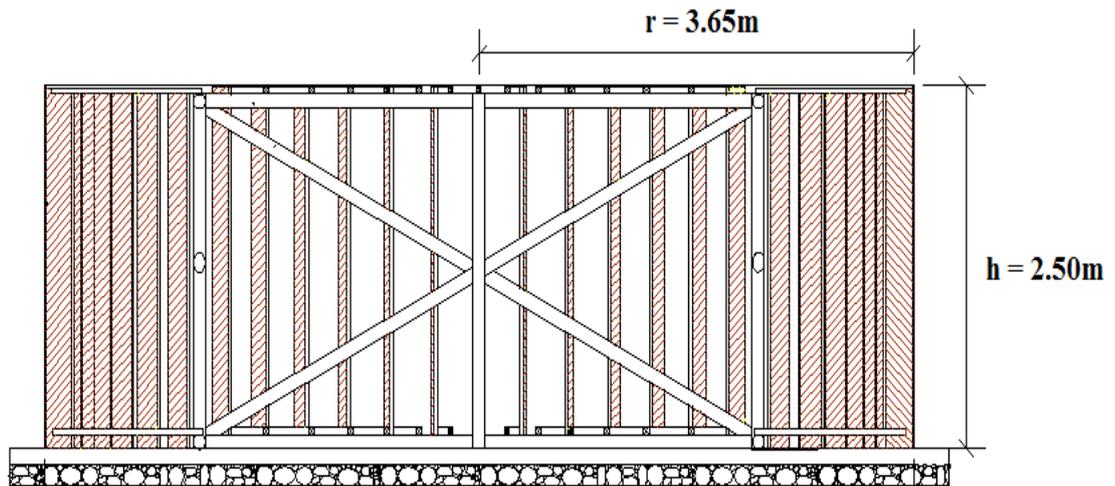


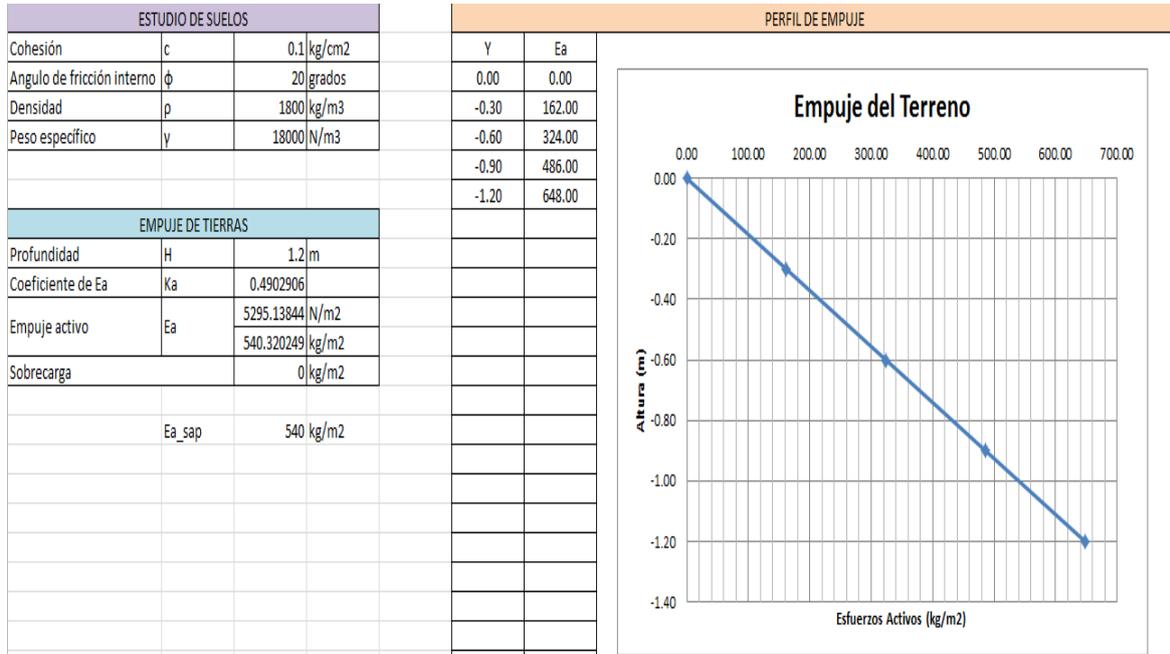
Figura 9: Tanque de ferrocemento de 100 m³

Fuente: (ETAPA EP, 2015)

3.3 MODELACIÓN VIRTUAL Y COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL

3.3.1 TANQUE CON VOLUMEN DE 20M³

Tabla # 5: Características del suelo y empujes para modelación estructural de tanque de hormigón armado de 20 m³



Fuente: Autor

3.3.1.1 GRAFICA 3D

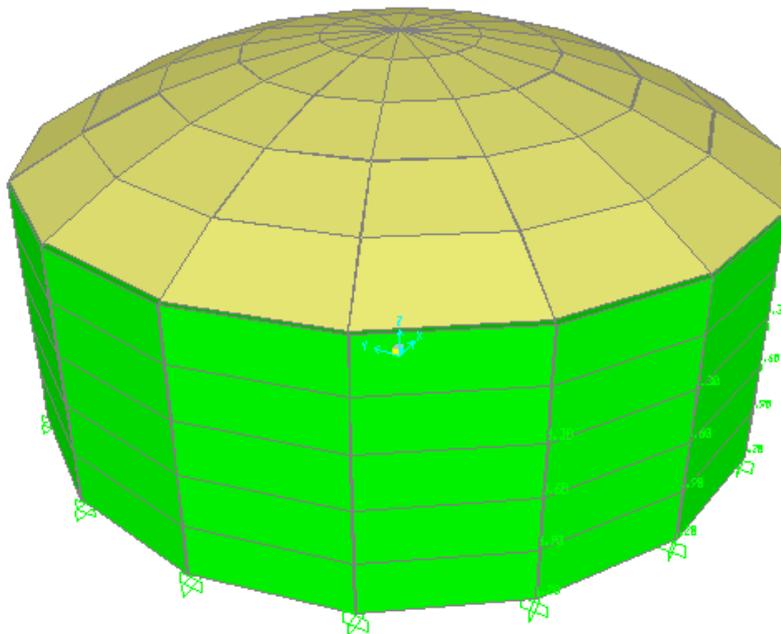


Figura 10: Grafica 3D de tanque de ferrocemento de 20 m³

Fuente: Autor

3.3.1.2 GRAFICA CARGAS

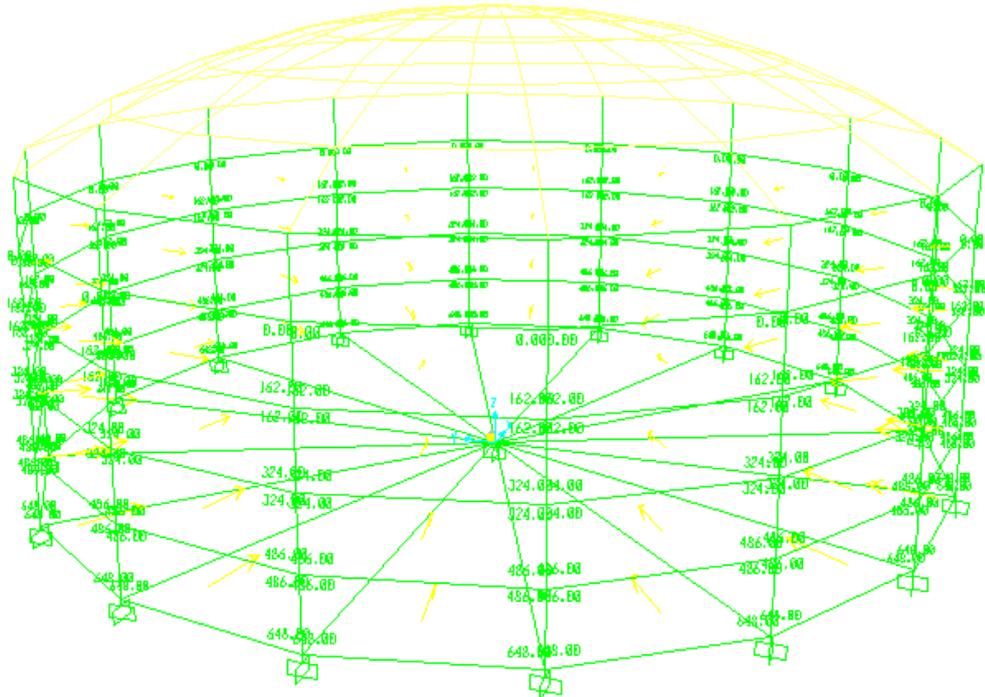


Figura 11: Grafica de cargas de tanque de ferrocemento de 20 m³

Fuente: Autor

3.3.1.3 GRAFICA CORTANTES

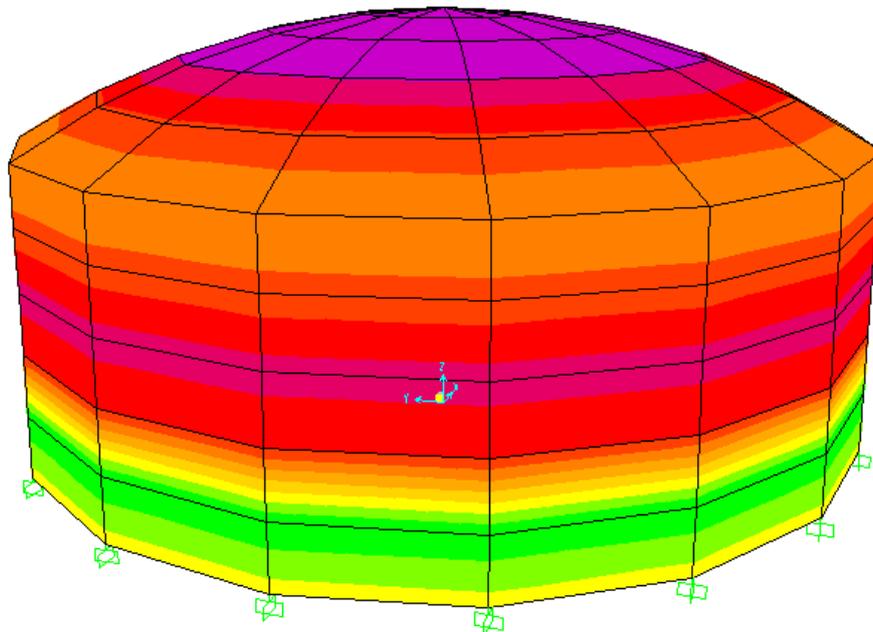


Figura 12: Grafica de Cortantes de tanque de ferrocemento de 20 m³

Fuente: Autor

3.3.1.4 GRAFICA DEFORMACIONES

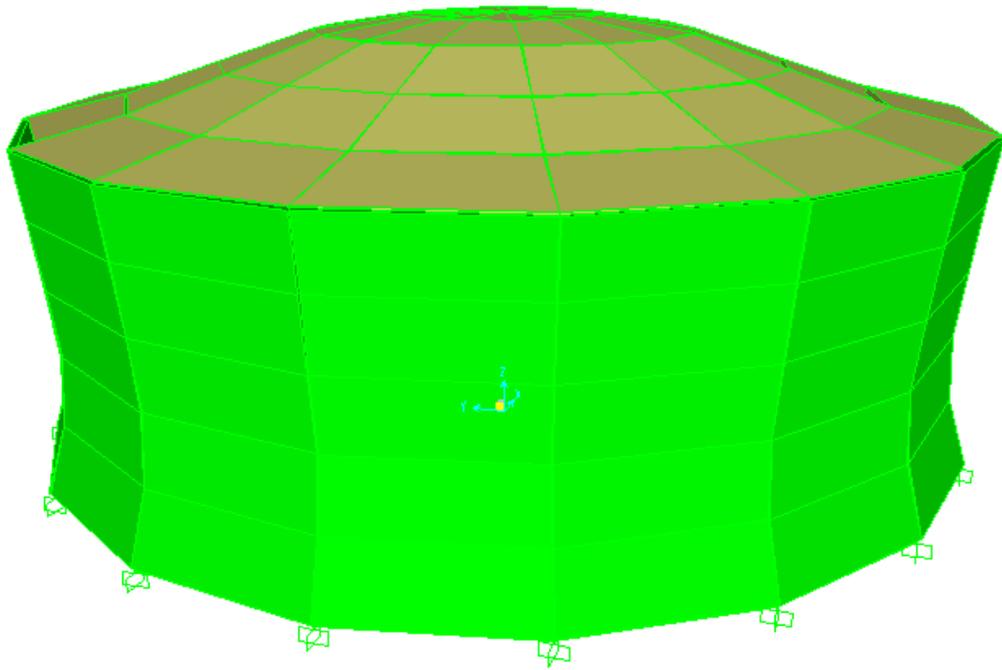


Figura 13: Grafica de deformaciones de tanque de ferrocemento de 20 m³

Fuente: Autor

3.3.1.5 GRAFICA MOMENTOS

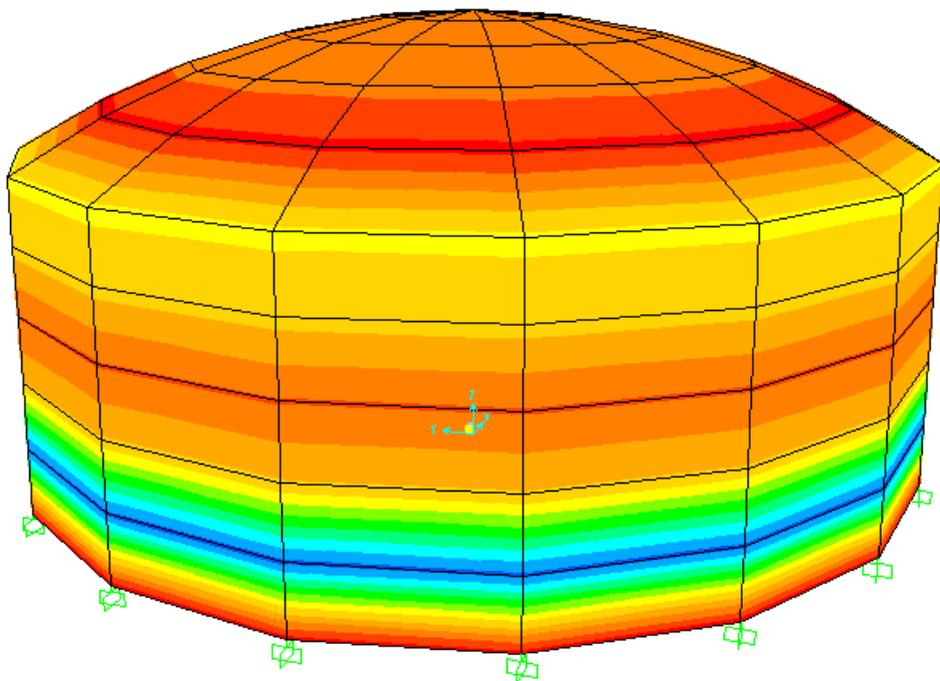


Figura 14: Grafica de momentos de tanque de ferrocemento de 20 m³

Fuente: Autor

3.3.2.2 GRAFICA CARGAS

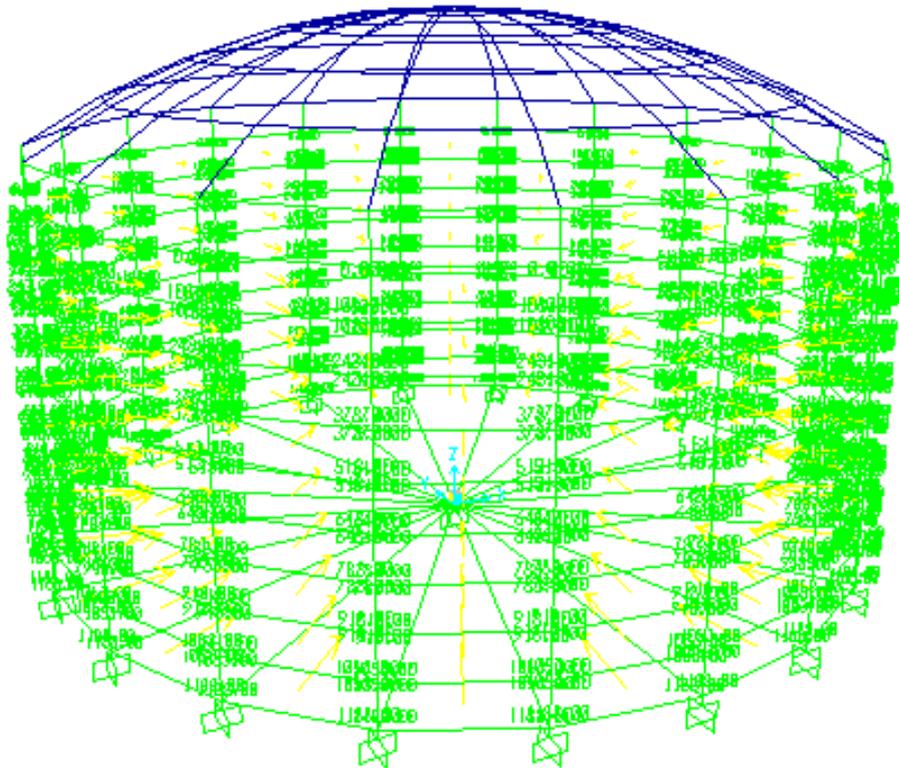


Figura 16: Grafica de cargas de tanque de ferrocemento de 50 m³

Fuente: Autor

3.3.2.3 GRAFICA CORTANTES

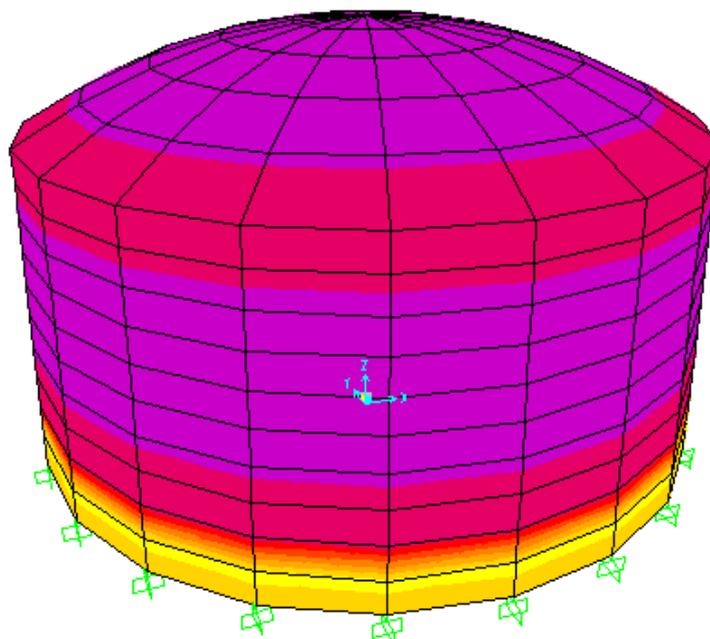


Figura 17: Grafica de cortantes de tanque de ferrocemento de 50 m³

Fuente: Autor

3.3.2.4 GRAFICA DEFORMACIONES

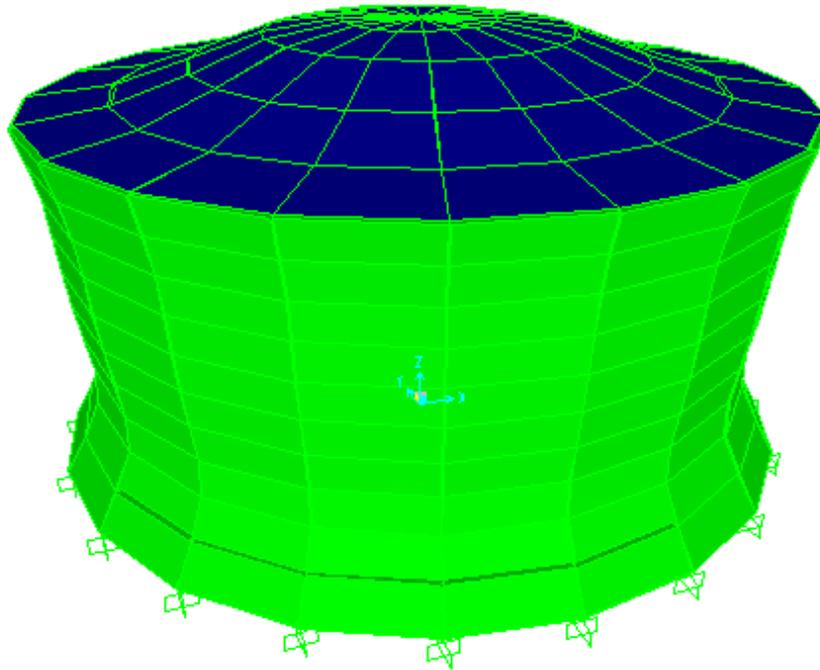


Figura 18: Grafica de deformaciones de tanque de ferrocemento de 50 m³
Fuente: Autor

3.3.2.5 GRAFICA MOMENTOS

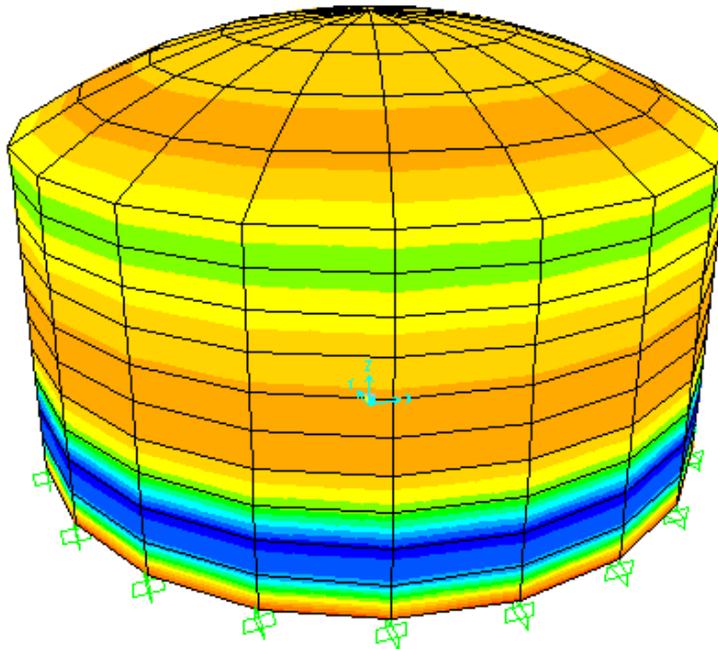


Figura 19: Grafica de momentos de tanque de ferrocemento de 50 m³
Fuente: Autor

3.3.3.2 GRAFICA CARGAS

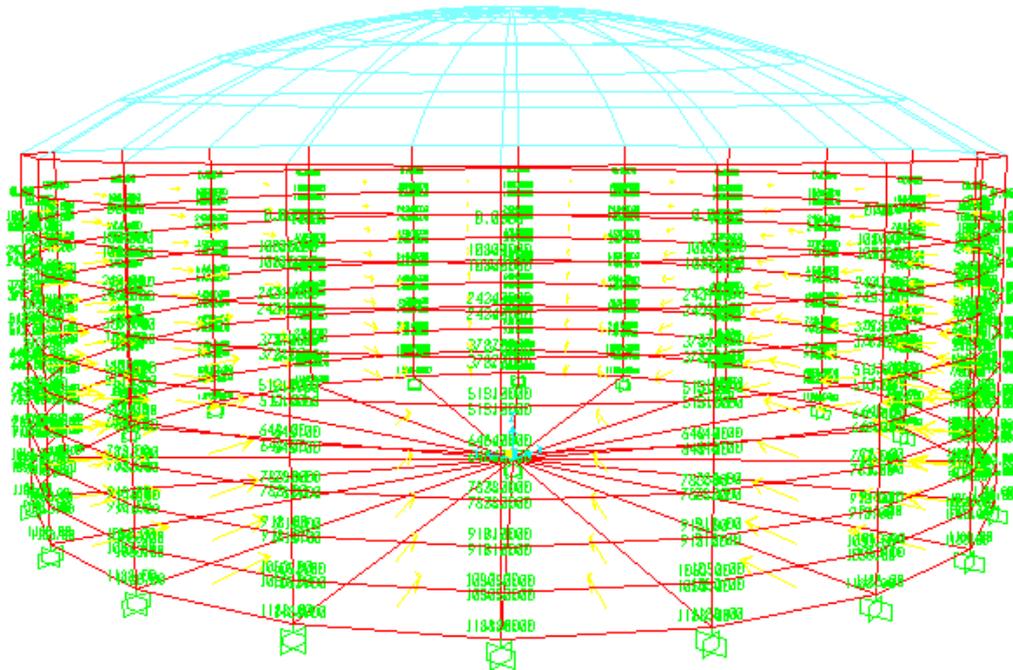


Figura 21: Grafica de cargas de tanque de ferrocemento de 100 m³

Fuente: Autor

3.3.3.3 GRAFICA CORTANTES

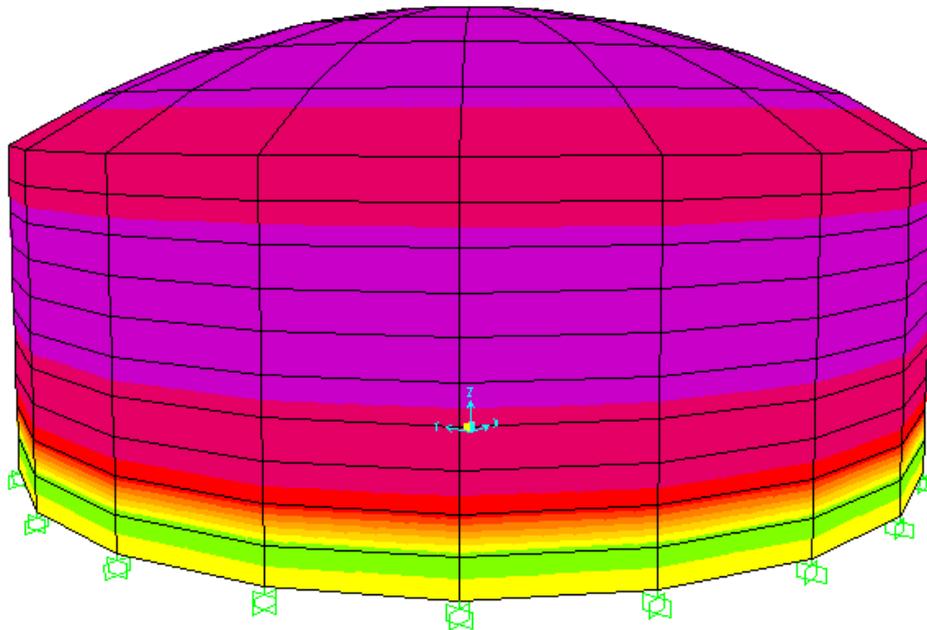


Figura 22: Grafica de cortantes de tanque de ferrocemento de 100 m³

Fuente: Autor

3.3.3.4 GRAFICA DEFORMACIONES

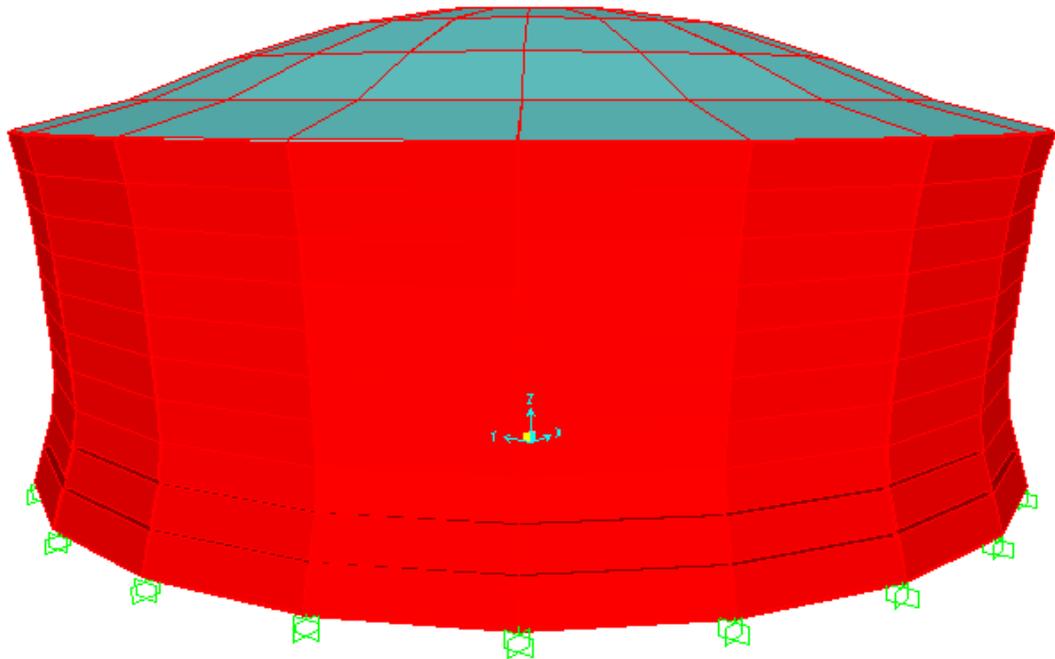


Figura 23: Grafica de deformaciones de tanque de ferrocemento de 100 m³

Fuente: Autor

3.3.3.5 GRAFICA MOMENTOS

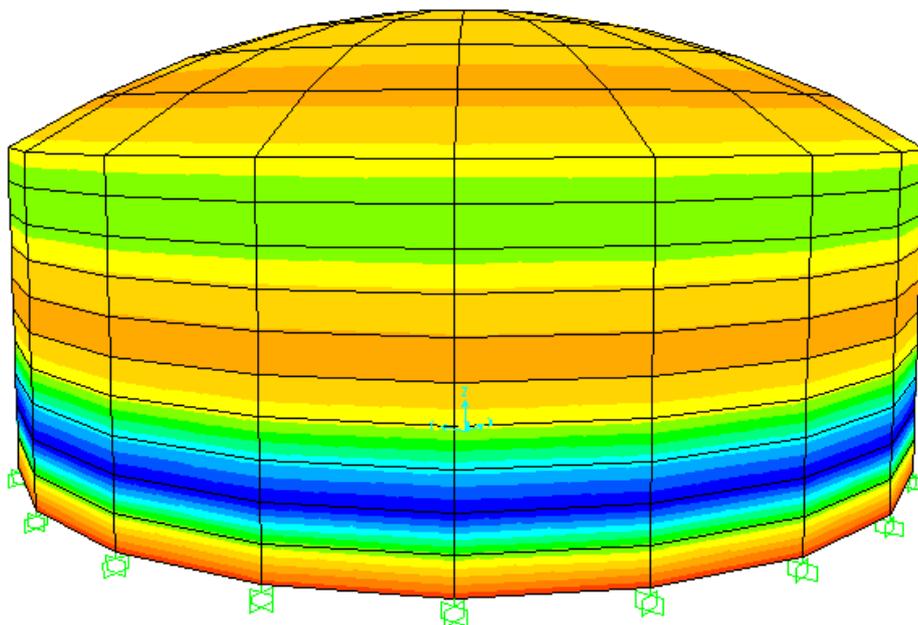


Figura 24: Grafica de momentos de tanque de ferrocemento de 100 m³

Fuente: Autor

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE PRECIOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El presupuesto es una estimación del costo de un proyecto.

La estimación más exacta del costo de una obra se obtiene por un presupuesto basado en el análisis de precios unitarios.

Costos directos:

Se obtienen de la valoración de todos los elementos que se encuentran íntimamente ligados a la construcción de la obra como tal. Estos elementos fundamentalmente se dividen en mano de obra y equipos, los cuales serán analizados de manera que puedan obtenerse un precio unitario que determine adecuadamente el costo de cada uno de los rubros considerados.

4.1 LISTA DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Análisis de Precios Unitarios

Item: 121
Código: 506050
Descrip.: Hormigón Simple 240 Kg/cm²
Unidad: m³

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101999	Equipo menor	Hora	1.0000	0.20	1.2000	0.24
102031	Concretera de un Saco	Hora	1.0000	2.30	1.2000	2.76
102032	Vibrador	Hora	1.0000	1.80	1.2000	2.16
Subtotal de Equipo:						5.16

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
201002	Agua	m ³	0.1800	0.05		0.01
211002	Arena	m ³	0.6000	18.00		10.80
211003	Grava	m ³	0.9500	16.00		15.20
202005	Cemento	saco	7.6000	7.20		54.72
Subtotal de Materiales:						80.73

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peon (EOE2)		6.0000	3.18	1.2000	22.90
403001	Albañil (EOD2)		1.0000	3.22	1.2000	3.86
403007	Op. de Equipo Liviano (EOD2)		1.0000	3.22	1.2000	3.86
Subtotal de Mano de Obra:						30.62

Costo Directo Total: 116.51

COSTOS INDIRECTOS		
	18 %	20.97

Precio Unitario Total	137.48
------------------------------------	---------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 74
Código: 506003
Descrip.: Hormigón Simple 210 Kg/cm²
Unidad: m³

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101999	Equipo menor	Hora	1.0000	0.20	1.2000	0.24
102031	Concretera de un Saco	Hora	1.0000	2.30	1.2000	2.76
102032	Vibrador	Hora	1.0000	1.80	1.2000	2.16
Subtotal de Equipo:						5.16

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
201002	Agua	m ³	0.1800	0.05		0.01
211002	Arena	m ³	0.6000	18.00		10.80
211003	Grava	m ³	0.9500	16.00		15.20
202005	Cemento	saco	7.2000	7.20		51.84
Subtotal de Materiales:						77.85

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peon (EOE2)		6.0000	3.18	1.2000	22.90
403001	Albañil (EOD2)		1.0000	3.22	1.2000	3.86
403007	Op. de Equipo Liviano (EOD2)		1.0000	3.22	1.2000	3.86
Subtotal de Mano de Obra:						30.62

Costo Directo Total: 113.63

COSTOS INDIRECTOS	
	18 % 20.45

Precio Unitario Total	134.0
------------------------------------	-------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 387
Código: 516001
Descrip.: Acero de Refuerzo (Incluye corte y doblado)
Unidad: Kg

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101999	Equipo menor	Hora	1.0000	0.20	0.0800	0.02
Subtotal de Equipo:						0.02

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
204007	Hierro Varillas (Corrugado)	kg	1.0500	1.00		1.05
204008	Alambre de Amarre Recocido No. 18	kg	0.1000	1.50		0.15
Subtotal de Materiales:						1.20

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peon (EOE2)		1.0000	3.18	0.0800	0.25
403003	Fierrero (EOD2)		1.0000	3.22	0.0800	0.26
Subtotal de Mano de Obra:						0.51

Costo Directo Total: 1.73

COSTOS INDIRECTOS	18 %	0.31
Precio Unitario Total		2.04

Análisis de Precios Unitarios

Item: 133
Código: 508002
Descrip.: Replanto de Piedra, e=20 cm
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101999	Equipo menor	Hora	1.0000	0.20	0.4500	0.09
Subtotal de Equipo:						0.09

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
211001	Piedra	m3	0.2200	16.00		3.52
211003	Grava	m3	0.0500	16.00		0.80
Subtotal de Materiales:						4.32

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peon (EOE2)		1.0000	3.18	0.4500	1.43
403001	Albañil (EOD2)		1.0000	3.22	0.4500	1.45
Subtotal de Mano de Obra:						2.88

Costo Directo Total: 7.29

COSTOS INDIRECTOS	18 %	1.31
Precio Unitario Total		8.60

Análisis de Precios Unitarios

Item: 127
Código: 507004
Descrip.: Enlucido 1:2 + Impermeabilizante
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101999	Equipo menor	Hora	1.0000	0.20	0.9500	0.19
Subtotal de Equipo:						0.19

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
504003	Mortero Cemento:Arena 1:2 con mpermeabilizante	m3	0.0250	179.18		4.48
Subtotal de Materiales:						4.48

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peon (EOE2)		1.0000	3.18	0.9500	3.02
403001	Albañil (EOD2)		1.0000	3.22	0.9500	3.06
Subtotal de Mano de Obra:						6.08

Costo Directo Total: 10.75

COSTOS INDIRECTOS

18 % 1.94

Precio Unitario Total	12.69
---------------------------------------	--------------

Análisis de Precios Unitarios

Código: 501157
Descrip.: PINTURA LATEX
Unidad: M2
Especific.: Incl. fondo

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101003	Herramientas menores	HORA	0.2400	0.40	1.0000	0.10
Subtotal de Equipo:						0.10

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
201003	Albalux	kg	0.0500	0.20		0.01
201060	Pintura de caucho	gl	0.0380	12.36		0.47
201061	Cola blanca	gl	0.0500	5.07		0.25
201190	Agua	m3	0.0010	2.03		0.00
Subtotal de Materiales:						0.73

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra

Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
403001	Categoría III		0.2400	2.47	1.0000	0.59
404001	Categoría II		0.2400	2.44	1.0000	0.59
Subtotal de Mano de Obra:						1.18

Costo Directo Total: 2.01

COSTOS INDIRECTOS

22 % 0.44

Precio Unitario Total

..... 2.45

Análisis de Precios Unitarios

Código: 501129
Descrip.: DRENES D=110 mm PVC/S DESAGUE
Unidad: M
Específic.:

COSTOS DIRECTOS**Equipo y herramienta**

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101003	Herramientas menores	HORA	0.5000	0.40	1.0000	0.20
Subtotal de Equipo:						0.20

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
201007	Grava	m3	0.1000	25.00		2.50
201111	TUBO PVC SANITARIO 110 mm	M	1.0500	3.57		3.75
201113	ACCESORIOS PVC-S:TEE, YEE, ETC.	GLOB	1.0000	1.28		1.28
Subtotal de Materiales:						7.53

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra

Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401002	Categoría I		0.5000	2.44	1.0000	1.22
403001	Categoría III		0.5000	2.47	1.0000	1.24
Subtotal de Mano de Obra:						2.46

Costo Directo Total: 10.19

COSTOS INDIRECTOS

22 % 2.24

Precio Unitario Total

..... 12.43

Análisis de Precios Unitarios

Item: 619
Código: 534018
Descrip.: Tapa de ferrocemento e=5cm
Unidad: m²

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101999	Equipo menor	Hora	1.0000	0.20	0.2500	0.05
Subtotal de Equipo:						0.05

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
201001	Clavos de 2" a 4"	Kg	0.2500	2.50		0.63
204008	Alambre de Amarre Recocido No. 18	kg	0.1000	1.50		0.15
216003	Alambre Galvanizado No. 12 al 14	kg	1.0000	2.00		2.00
206012	Pingos	m	3.1000	0.50		1.55
206016	Tiras de 4 x 5 cm	m	1.1000	0.59		0.65
216004	Malla galvanizada 50/12/	m ²	1.0000	4.50		4.50
211002	Arena	m ³	0.0500	18.00		0.90
202005	Cemento	saco	0.5500	7.20		3.96
206015	Tabla de Eucalipto cepillada	u	1.1000	3.00		3.30
Subtotal de Materiales:						17.64

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra

Código	Descripción	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peon (EOE2)	1.0000	3.18	0.2500	0.80
402003	Ayudante (EOE2)	1.0000	3.18	0.6000	1.91
403001	Albañil (EOD2)	1.0000	3.22	0.2500	0.81
403002	Carpintero (EOD2)	1.0000	3.22	0.6000	1.93
Subtotal de Mano de Obra:					5.45

Costo Directo Total: 23.14

COSTOS INDIRECTOS

18 % 4.17

Precio Unitario Total	27.31
------------------------------------	--------------

Análisis de Precios Unitarios

Item: 54
Código: 504001
Descrip.: Mortero Cemento:Arena 1:2
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101999	Equipo menor	Hora	1.0000	0.20	1.2000	0.24
Subtotal de Equipo:						0.24

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
211002	Arena	m3	1.0000	18.00		18.00
202005	Cemento	saco	15.0000	7.20		108.00
Subtotal de Materiales:						126.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peon (EOE2)		5.0000	3.18	1.2000	19.08
403001	Albañil (EOD2)		1.0000	3.22	1.2000	3.86
Subtotal de Mano de Obra:						22.94

Costo Directo Total: 149.18

COSTOS INDIRECTOS

18 % 26.85

Precio Unitario Total 176.03

Análisis de Precios Unitarios

Item: 3
Código: 501003
Descrip.: Encofrado Recto
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101999	Equipo menor	Hora	1.0000	0.20	0.6000	0.12
Subtotal de Equipo:						0.12

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
201001	Clavos de 2" a 4"	Kg	0.2500	2.50		0.63
206012	Pingos	m	3.1000	0.50		1.55
206016	Tiras de 4 x 5 cm	m	1.1000	0.59		0.65
206015	Tabla de Eucalipto cepillada	u	1.1000	3.00		3.30
Subtotal de Materiales:						6.13

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402003	Ayudante (EOE2)		1.0000	3.18	0.6000	1.91
403002	Carpintero (EOD2)		1.0000	3.22	0.6000	1.93
Subtotal de Mano de Obra:						3.84

Costo Directo Total: 10.09

COSTOS INDIRECTOS

18 % 1.82

Precio Unitario Total	11.91
------------------------------------	--------------

Análisis de Precios Unitarios

13-jul-15

Item: 2
 Código: 501002
 Descripción: Encofrado Curvo
 Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101999	Equipo menor	Hora	1.0000	0.20	0.6500	0.13
Subtotal de Equipo:						0.13

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
201001	Clavos de 2" a 4"	Kg	0.2000	2.50		0.50
206012	Pingos	m	3.5000	0.50		1.75
206016	Tiras de 4 x 5 cm	m	3.5000	0.59		2.07
206019	Tabla plywood e=4mm 1.22 x 2.44 m	u	0.4000	8.50		3.40
Subtotal de Materiales:						7.72

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra

Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402003	Ayudante (EOE2)		1.0000	3.18	0.6500	2.07
403002	Carpintero (EOD2)		1.0000	3.22	0.6500	2.09
Subtotal de Mano de Obra:						4.16

Costo Directo Total: 12.01

COSTOS INDIRECTOS

18 % 2.16

Precio Unitario Total	14.17
------------------------------------	--------------

Análisis de Precios Unitarios

Especific.:

Unidad: m2

Descrip.: Malla exagonal de 5/8"

RENDIMIENTO
(T/U)

COSTOS DIRECTOS

EQUIPOS						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101001	Herramienta menor	hora	1.0000	0.50	0.0100	0.01
Subtotal de Equipo:						0.01

MANO DE OBRA						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peón		1.0000	1.93	0.0100	0.02
402001	Ayudante		1.0000	2.00	0.0100	0.02
Subtotal de Mano de Obra:						0.04

MATERIALES						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
227002	Malla exagonal de 5/8"	m2	1.0000	2.24		2.24
Subtotal de Materiales:						2.24

TRANSPORTE						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Costos indirectos

23% 0.53

Precio unitario total

2.82

Análisis de Precios Unitarios

Código: 501133
Descrip.: ACCESORIOS DE INGRESO
Unidad: U
Especific.:

COSTOS						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101003	Herramientas menores	HORA	6.0000	0.40	1.0000	2.40
						de Equipo: 2.40

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
201032	CODO HG 2"	U	3.0000	2.54		7.62
201034	TRAMO CORTO TUBO HG 2"	U	2.0000	4.80		9.60

201035	VALVULA DE BRONCE 2"	U	1.0000	45.81		45.81
201036	ADAPTADOR PVC - HG 2"	U	1.0000	3.03		3.03
201050	UNION UNIVERSAL HG 2"	U	2.0000	7.09		14.18
201051	TEFLON, POLIPEGA, ETC	GLOB	1.0000	2.54		2.54
201065	TRAMO CORTO TUBO HG 2" 25 cm	U	2.0000	5.80		11.60
201090	TRAMO CORTO TUBO HG 2" 20 cm	U	1.0000	5.20		5.20
201166	TRAMO CORTO TUBO HG 2" 205 cm	U	1.0000	21.40		21.40
Subtotal de						120.98

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/	Distancia	Total
						Subtotal Transporte: 0.00

Mano de						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
404001	Categoría II		6.0000	2.13	1.0000	12.78
405001	Categoría IV		6.0000	2.13	1.0000	12.78
Subtotal de						no de Obra: 25.56

Costo Directo Total: 148.94
 22 % 32.77

COSTOS INDIRECTOS

Precio Unitario Total

.....
 181.71

Análisis de Precios Unitarios

Código: 501135
Descrip.: ACCESORIOS DE REBOSE Y DESAGUE RESERVA
Unidad: U
Especific.:

COSTOS DIRECTOS

Equipo y						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101003	Herramientas menores	HORA	1.000	0.40	6.000	2.40
al de						2.40

Materiale						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
201032	CODO HG 2"	U	2.000	2.54		5.08
201034	TRAMO CORTO TUBO HG 2"	U	3.000	4.80		14.40
201035	VALVULA DE BRONCE 2"	U	1.000	45.81		45.81
201036	ADAPTADOR PVC - HG 2"	U	1.000	3.03		3.03
201050	UNION UNIVERSAL HG 2"	U	3.000	7.09		21.27
201051	TEFLON. POLIPEGA. ETC	GLOB	1.000	2.54		2.54
201066	TRAMO CORTO TUBO HG 2"	U	2.000	5.00		10.00
201168	TRAMO CORTO TUBO HG 2"	U	1.000	9.10		9.10
201170	TRAMO CORTO TUBO HG 2"	U	1.000	8.50		8.50
201171	TRAMO CORTO TUBO HG 2" 225 cm	U	1.000	22.80		22.80
201172	TRAMO CORTO TUBO HG 2" 115	U	1.000	13.20		13.20
201173	TEE HAG 2"	U	1.000	3.35		3.35
e						159.0

Transport						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/	Distancia	Total
e						0.00

Mano de						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
404001	Categoría II		1.000	2.13	6.000	12.78
405001	Categoría IV		1.000	2.13	6.000	12.78
Subtotal deano de						25.56

Costo Directo Total: 187.04

COSTOS INDIRECTOS
 22 % 41.15

Precio Unitario Total
 228.19

Análisis de Precios Unitarios

Código: 501136
Descrip.: AEREADORES
Unidad: U
Especific.:

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101003	Herramientas menores	HORA	1.0000	0.40	1.0000	0.40
Subtotal de Equipo:						0.40

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
201032	CODO HG 2"	U	2.0000	2.54		5.08
201034	TRAMO CORTO TUBO HG 2" 10 cm	U	1.0000	4.80		4.80
201057	TEFLON	ROLLO	3.0000	0.20		0.60
201090	TRAMO CORTO TUBO HG 2" 20 cm	U	1.0000	5.20		5.20
Subtotal de Materiales:						15.68

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra

Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
404001	Categoría II		1.0000	2.13	1.0000	2.13
405001	Categoría IV		1.0000	2.13	1.0000	2.13
Subtotal de Mano de Obra:						4.26

Costo Directo Total: 20.34

COSTOS INDIRECTOS

22 % 4.4

Precio Unitario Total

24.81

Análisis de Precios Unitarios

Código: 501103
Descrip.: DESBROCE Y LIMPIEZA
Unidad: M3
Especific.:

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101003	Herramientas menores	HORA	1.0000	0.40	1.0000	0.40
Subtotal de Equipo:						0.40

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
403001	Categoría III		1.0000	2.47	1.0000	2.47
Subtotal de Mano de Obra:						2.47

Costo Directo
 Total:
 2.87

COSTOS INDIRECTOS
 22 % 0.63

Precio Unitario Total
 3.50

4.2 PRESUPUESTO DE TANQUES DE HORMIGÓN ARMADO

4.2.1 PRESUPUESTO DE TANQUE DE 20 M³

TANQUE DE HORMIGON ARMADO DE 20 M3

Tabla # 8: Presupuesto de tanque de hormigón armado 20 m³

Item	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
1	HORMIGON SIMPLE F`C 240 KG/CM2	M3	14.38	137.46	1,976.67
2	ACERO DE REFUERZO Fy = 4200 kg/cm2	KG	949.80	.04	1,937.59
3	REPLANTILLO DE PIEDRA e = 20 cm	M2	21.1	8.6	181.46
4	ENLUCIDO CEMENTO ARENA 1:2 + IMPERMEABILIZANTE	M3	2.76	6.49	17.91
5	PINTURA LATEX	M2	2.76	.45	6.762
6	DRENES D=110 mm PVC/S DESAGUE	M	12.5	12.43	155.375
7	MORTERO CEMENTO ARENA 1:2	M3	1.5	250.59	375.885
8	ENCOFRADO DE PARED	M2	78.62	12.72	1,000.05
9	ACCESORIOS DE INGRESO	U	1	181.71	181.71
10	ACCESORIOS DE SALIDA	U	1	156.25	156.25
11	ACCESORIOS DE REBOSE Y DESAGUE RESERVA	U	1	228.19	228.19
12	AERADORES	M2	1	24.81	24.81
13	DESBROCE Y LIMPIEZA	M3	8.43	.5	29.505
14	JUNTAS IMPERMEABILIZANTES	ML	20	10.7	214
Subtotal					6,486.17
IVA 12%					778.34
TOTAL					7,264.51

Fuente: Autor

4.2.2 PRESUPUESTO DE TANQUE DE 50 M³

TANQUE DE HORMIGON ARMADO DE 50 M3

Tabla # 9: Presupuesto de tanque de hormigón armado 50 m³

Item	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
1	HORMIGON SIMPLE F`C 240 KG/CM2	M3	24.85	137.46	3,415.88
2	ACERO DE REFUERZO Fy = 4200 kg/cm2	KG	1,481.88	.04	3,023.04
3	REPLANTILLO DE PIEDRA e = 20 cm	M2	34.4	8.6	295.84
4	ENLUCIDO CEMENTO ARENA 1:2 + IMPERMEABILIZANTE	M3	6.9	6.49	44.78
5	PINTURA LATEX	M2	6.9	.45	16.905
6	DRENES D=110 mm PVC/S DESAGUE	M	12.5	12.43	155.375
7	MORTERO CEMENTO ARENA 1:2	M3	3.5	250.59	877.065
8	ENCOFRADO DE PARED	M2	132.44	12.72	1,684.64
9	ACCESORIOS DE INGRESO	U	1	181.71	181.71
10	ACCESORIOS DE SALIDA	U	1	156.25	156.25
11	ACCESORIOS DE REBOSE Y DESAGUE RESERVA	U	1	228.19	228.19
12	AERADORES	M2	1	24.81	24.81
13	DESBROCE Y LIMPIEZA	M3	8.43	5	29.505
14	JUNTAS IMPERMEABILIZANTES	ML	20	10.7	214
Subtotal					10,347.98
IVA 12%					1241.75
TOTAL					11,589.74

Fuente: Autor

4.2.3 PRESUPUESTO DE TANQUES DE 100 M³

TANQUE DE HORMIGON ARMADO DE 100 M³

Tabla # 10: Presupuesto de tanque de hormigón armado 100 m³

Item	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
1	HORMIGON SIMPLE F`C 240 KG/CM2	M3	44.1	137.46	6,061.99
2	ACERO DE REFUERZO Fy = 4200 kg/cm2	KG	2,336.43	.04	4,766.32
3	REPLANTILLO DE PIEDRA e = 20 cm	M2	52	8.6	447.20
4	ENLUCIDO CEMENTO ARENA 1:2 + IMPERMEABILIZANTE	M3	13.8	6.49	89.56
5	PINTURA LATEX	M2	13.8	.45	33.81
6	DRENES D=110 mm PVC/S DESAGUE	M	12.5	12.43	155.375
7	MORTERO CEMENTO ARENA 1:2	M3	6.5	250.59	1628.84
8	ENCOFRADO DE PARED	M2	202.48	12.72	2,575.55
9	ACCESORIOS DE INGRESO	U	1	181.71	181.71
10	ACCESORIOS DE SALIDA	U	1	156.25	156.25
11	ACCESORIOS DE REBOSE Y DESAGUE RESERVA	U	1	228.19	228.19
12	AERADORES	M2	1	24.81	24.81
13	DESBROCE Y LIMPIEZA	M3	8.43	.5	29.505
14	JUNTAS IMPERMEABILIZANTES	ML	20	10.7	214
Subtotal					16,593.10
IVA 12%					1991.17
TOTAL					18,584.27

Fuente: Autor

4.3 PRESUPUESTO DE TANQUES DE FERROCEMENTO

4.3.1 PRESUPUESTO DE TANQUE DE 20 M³

TANQUE DE FERROCEMENTO DE 20 M³

Tabla # 11: Presupuesto de tanque de ferrocemento 20 m³

Item	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
PISO					
<u>DRENES</u>					
1	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 - 2 m	m3	30.72	2.77	85.09
2	Excavación a mano en suelo sin clasificar de 0 - 2 m	m3	1.20	10.45	12.54
3	DRENES D=110 mm PVC/S DESAGUE	m	16	12.43	198.88
<u>REPLANTILLO</u>					
4	REPLANTILLO DE PIEDRA e = 20 cm	m2	11.3	8.6	97.18
5	HORMIGON SIMPLE F`C 210 KG/CM2	m3	0.6	134.08	80.45
LOSA					
6	HORMIGON SIMPLE F`C 210 KG/CM2	m3	1.27	134.08	170.28
7	Sum. Inst. malla electrosoldada R257	m2	11.3	5.64	63.73
8	Sum. Inst. malla hexagonal 5/8	m2	22.62	2.82	63.79
PARED					
9	Encofrado curvo	m2	16.34	14.17	231.54
10	Sum. Inst. malla electrosoldada R257	m2	16.34	5.64	92.16
11	Sum. Inst. malla hexagonal 5/8	m2	103.07	2.83	291.69
12	Sum. Inst. malla entrelazada cuadrada 3/16	m2	16.4	2.4	39.36
13	ACERO DE REFUERZO □=12mm	kg	29.30	2.04	59.77
14	MORTERO CEMENTO ARENA 1:2 + IMPERMEABILIZANTE	m3	0.6	176.03	105.62
15	ENLUCIDO CEMENTO ARENA 1:2 + IMPERMEABILIZANTE	m2	16.33	12.69	207.23
16	PREPARADO Y PINTADO DE SUPERFICIE	m2	16.6	2.45	40.67
CUPULA					
17	ENCOFRADO TAPA, TANQUE CIRCULAR	m2	9.2	14.24	131.01

18	Sum. Inst. malla entrelazada cuadrada 3/16	m2	18.35	2.4	44.04
19	ACERO DE REFUERZO	kg	18.60	2.04	37.94
20	MORTERO CEMENTO ARENA 1:2 + IMPERMEABILIZANTE	m3	0.25	176.03	44.01
21	ENLUCIDO CEMENTO ARENA 1:2 + IMPERMEABILIZANTE	m2	0.18	12.69	2.28
22	Sum. Inst. Tapa metálica	m2	1	35.25	35.25
23	PREPARADO Y PINTADO DE SUPERFICIE	m2	9.2	2.45	22.54
Subtotal					2,157.05
IVA 12%					258.85
Total					2,415.90

Fuente: Autor

4.3.2 PRESUPUESTO DE TANQUE DE 50 M³**TANQUE DE FERROCEMENTO DE 50 M3**Tabla # 12: Presupuesto de tanque de ferrocemento 50 m³

Item	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
PISO					
<u>DRENES</u>					
1	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 - 2 m	m3	76.80	2.77	212.74
2	Excavación a mano en suelo sin clasificar de 0 - 2 m	m3	2.64	10.45	27.59
3	DRENES D=110 mm PVC/S DESAGUE	m	22	12.43	273.46
<u>REPLANTILLO</u>					
4	REPLANTILLO DE PIEDRA e = 20 cm	m2	28.27	8.6	243.12
5	HORMIGON SIMPLE F`C 210 KG/CM2	m3	1.41	134.08	189.05
LOSA					
6	HORMIGON SIMPLE F`C 210 KG/CM2	m3	3.19	134.08	427.72
7	Sum. Inst. malla electrosoldada R257	m2	28.27	5.64	159.44
8	Sum. Inst. malla hexagonal 5/8	m2	56.55	2.82	159.47
PARED					
9	Encofrado curvo	m2	40.84	14.17	578.70
10	Sum. Inst. malla electrosoldada R257	m2	40.84	5.64	230.34

11	Sum. Inst. malla hexagonal 5/8	m2	257.62	2.83	729.06
12	Sum. Inst. malla entrelazada cuadrada 3/16	m2	40.84	2.4	98.02
13	ACERO DE REFUERZO □=12mm	kg	73.24	2.04	149.41
14	MORTERO CEMENTO ARENA 1:2 + IMPERMEABILIZANTE	m3	1.63	176.03	286.93
15	ENLUCIDO CEMENTO ARENA 1:2 + IMPERMEABILIZANTE	m2	40.84	12.69	518.26
16	PREPARADO Y PINTADO DE SUPERFICIE	m2	41.47	2.45	101.60
CUPULA					
17	ENCOFRADO TAPA, TANQUE CIRCULAR	m2	22.94	14.24	326.67
18	Sum. Inst. malla entrelazada cuadrada 3/16	m2	45.87	2.4	110.09
19	ACERO DE REFUERZO	kg	46.46	2.04	94.78
20	MORTERO CEMENTO ARENA 1:2 + IMPERMEABILIZANTE	m3	0.69	176.03	121.46
21	ENLUCIDO CEMENTO ARENA 1:2 + IMPERMEABILIZANTE	m2	0.46	12.69	5.84
22	Sum. Inst. Tapa metálica	m2	1	35.25	35.25
23	PREPARADO Y PINTADO DE SUPERFICIE	m2	22.94	2.45	56.20
Subtotal					5,135.19
IVA 12%					616.22298
Total					5,751.41

Fuente: Autor

4.3.3 PRESUPUESTO DE TANQUE DE 100 M³**TANQUE DE FERROCEMENTO DE 100 M3**Tabla # 13: Presupuesto de tanque de ferrocemento 100 m³

Item	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
PISO					
<u>DRENES</u>					
1	Excavación mecánica en suelo sin clasificar de 0 - 2 m	m3	152.80	2.77	423.26
2	Excavación a mano en suelo sin clasificar de 0 - 2 m	m3	5.28	10.45	55.18

3	DRENES D=110 mm PVC/S DESAGUE	m	25	12.43	310.75
<u>REPLANTILLO</u>					
4	REPLANTILLO DE PIEDRA e = 20 cm	m2	55.6	8.6	478.16
5	HORMIGON SIMPLE F`C 210 KG/CM2	m3	2.8	134.08	375.42
LOSA					
6	HORMIGON SIMPLE F`C 210 KG/CM2	m3	6.36	134.08	852.75
7	Sum. Inst. malla electrosoldada R257	m2	56.34	5.64	317.76
8	Sum. Inst. malla hexagonal 5/8	m2	106.2	2.82	299.48
PARED					
9	Encofrado curvo	m2	81.6	14.17	1156.27
10	Sum. Inst. malla electrosoldada R257	m2	81.6	5.64	460.22
11	Sum. Inst. malla hexagonal 5/8	m2	507.24	2.83	1435.49
12	Sum. Inst. malla entrelazada cuadrada 3/16	m2	81.6	2.4	195.84
13	ACERO DE REFUERZO □=12mm	kg	145.30	2.04	296.41
14	MORTERO CEMENTO ARENA 1:2 + IMPERMEABILIZANTE	m3	3.24	176.03	570.34
15	ENLUCIDO CEMENTO ARENA 1:2 + IMPERMEABILIZANTE	m2	163.2	12.69	2071.01
16	PREPARADO Y PINTADO DE SUPERFICIE	m2	41.47	2.45	101.60
CUPULA					
17	ENCOFRADO TAPA, TANQUE CIRCULAR	m2	45.8	14.24	652.19
18	Sum. Inst. malla entrelazada cuadrada 3/16	m2	91.7	2.4	220.08
19	ACERO DE REFUERZO	kg	92.92	2.04	189.56
20	MORTERO CEMENTO ARENA 1:2 + IMPERMEABILIZANTE	m3	1.38	176.03	242.92
21	ENLUCIDO CEMENTO ARENA 1:2 + IMPERMEABILIZANTE	m2	0.92	12.69	11.67
22	Sum. Inst. Tapa metálica	m2	1	35.25	35.25
23	PREPARADO Y PINTADO DE SUPERFICIE	m2	45.8	2.45	112.21
Subtotal					10,863.83
IVA 12%					1303.659036
Total					12,167.48

4.4 GRAFICAS DE COMPARACION

4.4.1 GRAFICA CAPACIDAD – COSTO

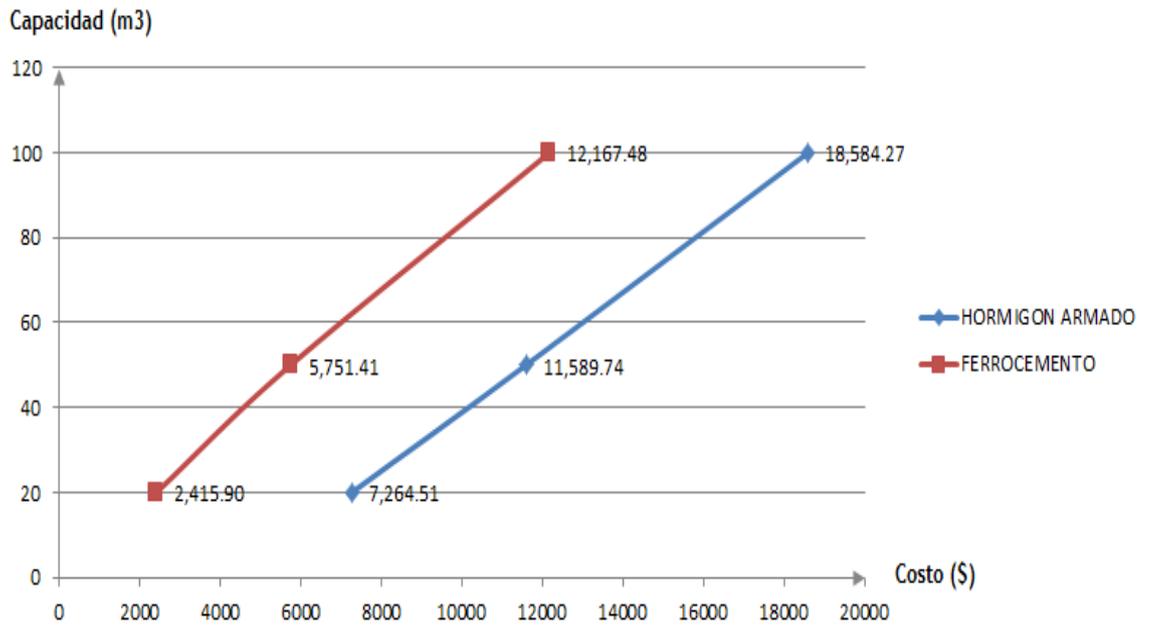


Figura 25: Grafica de comparación capacidad-costo entre tanques de hormigón armado y ferrocemento

Fuente: Autor

4.4.2 GRAFICA CAPACIDAD – CEMENTO

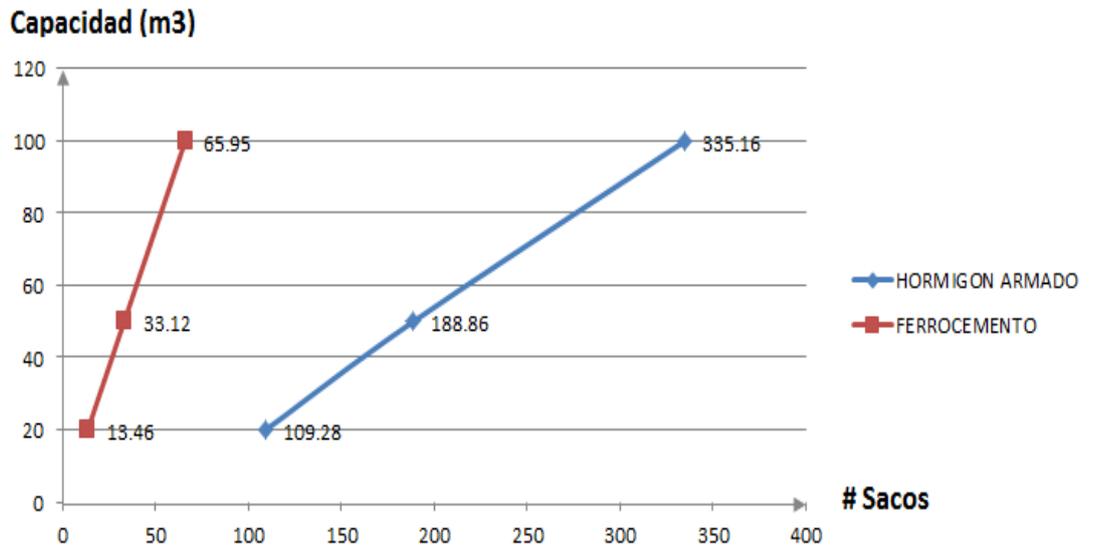


Figura 26: Grafica de comparación capacidad-cemento entre tanques de hormigón armado y ferrocemento

Fuente: Autor

4.4.3 GRAFICA CAPACIDAD – GRAVA

Capacidad (m3)

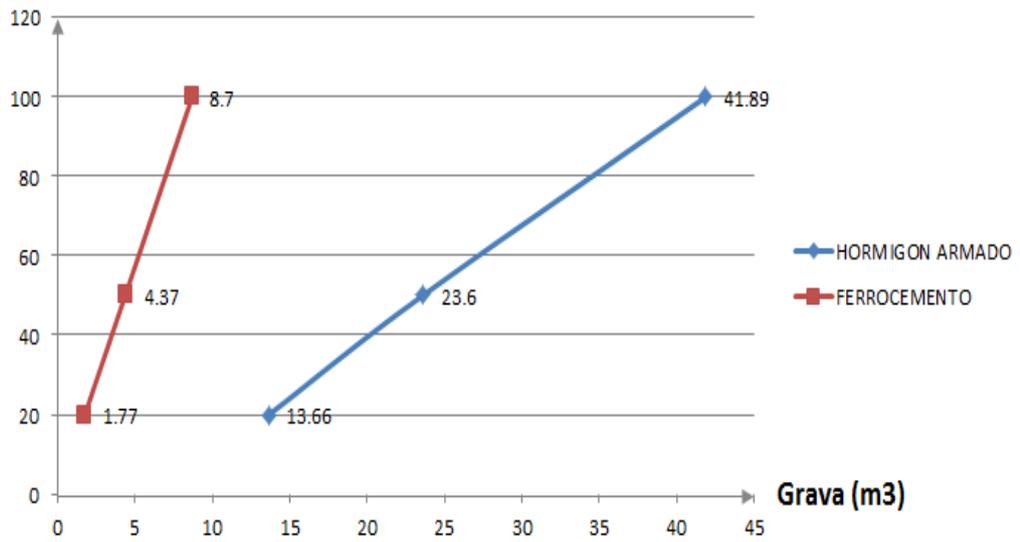


Figura 27: Grafica de comparación capacidad-grava entre tanques de hormigón armado y ferro-cemento

Fuente: Autor

4.4.4 GRAFICA CAPACIDAD – ARENA

Capacidad (m3)

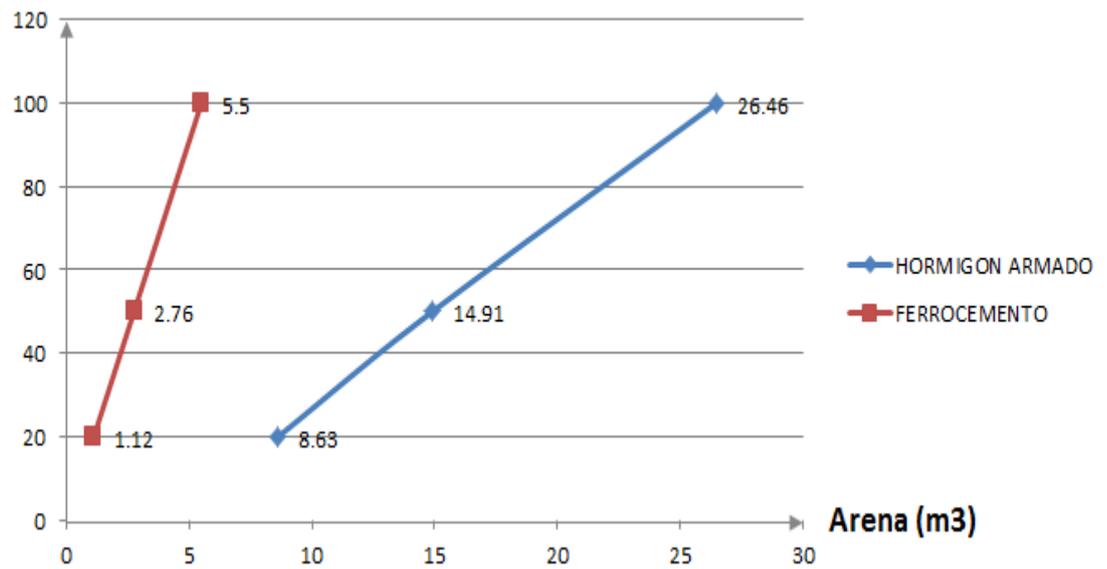


Figura 28: Grafica de comparación capacidad-arena entre tanques de hormigón armado y ferro-cemento

Fuente: Autor

4.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CONSTRUCCIÓN DE TANQUES DE HORMIGÓN ARMADO EN ZONAS RURALES

Ventajas:

- Experiencia en la construcción de estructuras de hormigón Armado.
- Este tipo de estructuras tienen una gran resistencia.
- Largos periodos de vida útil, dando un mantenimiento adecuado.
- Facilidad en la reparación en caso de daños no severos
- Elementos de hormigón armado pueden soportar grandes luces al tener un refuerzo y un peralte adecuado.
- Los elementos a compresión tienen una gran resistencia.

Desventajas:

- Debido a sus dimensiones y material utilizado tienen como consecuencia grandes pesos que pueden influir en la capacidad portante del suelo.
- El transporte de la gran cantidad de materiales es dificultoso en zonas de difícil acceso.
- Son estructuras rígidas, por lo que si sufren asentamientos o movimientos del suelo en el que están apoyados pueden sufrir fisuras.
- Costos altos debido a la cantidad de materiales a utilizar.
- Requiere de necesariamente de encofrado.
- Es muy difícil la construcción de formas irregulares, no como es el caso del ferrocemento.
- Cuidado en la elaboración del hormigón pues debe ser elaborado con las dosificaciones adecuadas para obtener la resistencia requerida para este tipo de estructuras.

- Por gran separación entre las varillas de refuerzo se pueden formar grietas debido a la tracción en las paredes.

4.6 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CONSTRUCCIÓN DE TANQUES CON TECNOLOGÍA DE FERROCEMENTO EN ZONAS RURALES

Ventajas:

- Los materiales utilizados (Cemento, arena y tela de mallas de alambre) existen prácticamente en todos los países.
- Son estructuras más livianas, por ser de menores dimensiones.
- No requieren necesariamente de encofrado, como es en el caso del hormigón
- Debido a la distribución de los alambres de malla permiten que el mortero y los alambres trabajen conjuntamente a tracción evitando la formación de grietas, dando la característica de impermeabilidad.
- Pueden realizarse reparaciones con facilidad.
- Pueden construirse con herramientas de típicas de construcción, por lo que no se requiere de equipos pesados durante la fabricación y el montaje, debido al poco peso de los elementos
- Puede fabricarse en formas diversas y es particularmente apropiado para curvas como cascaras, domos y estructuras de formas curvas.
- El ferrocemento como el hormigón es duradero y resistente al medio ambiente, no inflamable y menos propenso a la corrosión.
- Su mantenimiento es de fácil ejecución
- Bajos costos de construcción

Desventajas:

- Requiere un especial cuidado el momento de la construcción ya que la calidad de este material depende de su adecuada colocación y vibrado para la obtención de un mortero compacto sin espacios vacíos.
- Los elementos a flexión no pueden soportar grandes luces, por lo que requieren de elementos rigidizadores.
- Es importante tomar en cuenta el pandeo en zonas en donde exista compresión ya que en general los elementos de ferrocemento son esbeltos, en el caso de existir compresiones altas se recomienda darle al elemento una mayor sección o una forma adecuada la misma que proporcione una mayor inercia.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Después de haber realizado la modelación virtual y estructural de los tanques de 20 m³, 50 m³ y 100 m³, así como el análisis de precios de los mismos, se concluye que los tanques construidos en ferrocemento son la alternativa más adecuada para el análisis de este trabajo.

Tabla # 14: Tabla de comparación de costos entre tanques de ferrocemento y hormigón armado

VOLUMEN (m3)	COSTO FERROCEMENTO	COSTO HORMIGON ARMADO
20	\$ 2.415,90	\$ 7.264,51
50	\$ 5.751,41	\$ 11.589,74
100	\$ 12.167,48	\$ 18.584,27

Fuente: Autor

- El uso del ferrocemento para estructuras de tanques tiene ventajas con respecto al hormigón armado, debido a que su conformación y construcción ahorran material, transporte del mismo y espacio, disminuyendo los costos y tiempos en la ejecución de la obra.
- La impermeabilidad es una característica fundamental en obras de almacenamiento de agua; en el ferrocemento, el refuerzo tiene una mejor distribución por la menor separación y un mejor trabajo en conjunto del alambre y el mortero, permite secciones de armado menores, evitando así la aparición de grietas, que frecuentemente se presentan en estructuras de hormigón armado.
- Estructuras de ferrocemento con un adecuado diseño y construcción, pueden ser utilizadas en remplazo de aquellas estructuras de hormigón armado y a un costo menor.
- La utilización del ferrocemento es aún ventajosa en países donde la mano de obra es barata, ya que dentro de los sistemas de fabricación que se utilizan hasta el momento, representa un alto porcentaje del costo total de la obra. Al

mismo tiempo se debe tomar en cuenta que el personal debe ser calificado, debido a la tecnología que se maneja.

- El ferrocemento tiene gran aplicación en el campo de diseño de tanques, depósitos de agua, piscinas, barcos, y otros, por tener característica de bajo fisuramiento y alta permeabilidad, permite usos diversos en la ingeniería.
- Es muy importante el control de calidad de la construcción en este tipo de material para su correcto desempeño ya que la presencia de oquedades o grietas comprometen en gran escala su comportamiento estructural.
- Por todo lo dicho anteriormente que nos ayuda a la toma de decisiones de este proyecto a nivel gerencial, la tecnología de ferrocemento es la favorable.

BIBLIOGRAFIA

ARÉVALO Pulla, P. S., & Barahona Barahona, R. I. (2013). Diseño comparativo de tanques para el almacenamiento de agua de hormigón armado, enterrados hasta el nivel de la tapa. Cuenca.

LÓPEZ Delgado, A. G., & Sánchez Ramírez, J. C. (2011). Diseño de cisternas de ferrocemento, análisis económico, constructivo y cualitativo ante cisternas de hormigón armado y cisternas plásticas. Cuenca.

NIETO Abad, C. O., & Zhañay Ledesma, W. A. (2011). Diseño de un tanque apoyado de ferrocemento para la comunidad de Santa Rosa de chichin, perteneciente a la parroquia Jadán de cantón Gualaceo. Cuenca.

ETAPA EP. (2015).