

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



Diseño de tanque elevado para abastecimiento de agua
potable para viviendas en Villa Nueva

Trabajo de graduación presentado por Nolan Evan Rivera Frey para
optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Civil

Guatemala,

2019

Diseño de tanque elevado para abastecimiento de agua
potable para viviendas en Villa Nueva

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



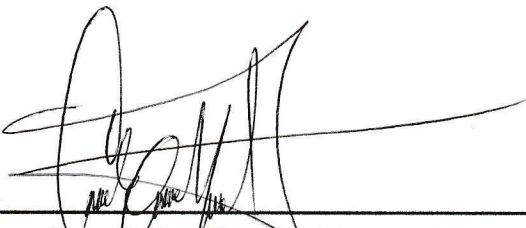
Diseño de tanque elevado para abastecimiento de agua
potable para viviendas en Villa Nueva

Trabajo de graduación presentado por Nolan Evan Rivera Frey para
optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Civil

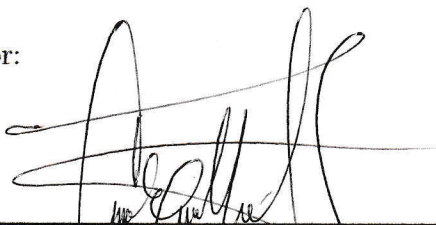
Guatemala,

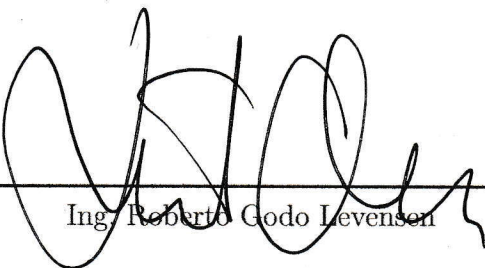
2019


Vo.Bo.:

(f) 
Ing. Carlos Enrique Monzon Arriola

Tribunal Examinador:

(f) 
Ing. Carlos Enrique Monzon Arriola

(f) 
Ing. Roberto Godo Levenson

(f) 
Ing. Otoniel Alejandro Echeverría Castellanos

Fecha de aprobación: Guatemala, 9 de enero de 2020.

Lista de figuras	VII
Lista de cuadros	IX
Resumen	XI
Abstract	XIII
1. Introducción	1
2. Objetivos	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
3. Marco teórico	5
3.1. Fuentes de agua	5
3.1.1. Agua superficial	5
3.1.2. Agua subterránea	5
3.2. Agua potable	6
3.2.1. Características para agua potable	6
3.3. Diseño de abastecimiento de agua potable	10
3.4. Aforo	12
3.5. Topografía	12
3.5.1. Topografía para obras hidráulicas	13
3.6. Localización de tanque	13
3.6.1. Datos topográficos	13
3.7. Factores de consumo	14
3.7.1. Consumo medio diario	14
3.7.2. Consumo máximo diario	14
3.7.3. Consumo máximo horario	14
3.8. Tanque de abastecimiento de agua	14
3.8.1. Tanques enterrados	15
3.8.2. Tanques semienterrados	15

3.8.3. Tanques superficiales	16
3.8.4. Tanques elevados	16
3.9. Distribución de agua	18
3.10. Diseños estructural	18
3.10.1. Proceso de diseño estructural	19
3.11. Vivienda	19
4. Marco metodológico	21
5. Análisis y resultados	23
6. Conclusiones	27
7. Recomendaciones	29
8. Bibliografía	31
9. Anexos	33
9.1. Memoria de cálculo	33
10. Glosario	71

Lista de figuras

1. Tanque enterrado	15
2. Tanque superficial	16
3. Tanque elevado	17

Lista de cuadros

1. Características físicas y organolépticas para agua potable	7
2. Características químicas para agua potable	7
3. Relación de sustancias inorgánicas	8
4. Presencias de sustancias plagarias	8
5. Limite de presencia orgánicas en el agua	9
6. Valores para verificación de calidad microbiológicos en el agua	10
7. Aspectos radiológicos	10
8. Variación de consumo	24
9. Volumen	24
10. Dimensiones	25

Esta investigación tiene como objetivo realizar el diseño de un tanque elevado para abastecimiento de agua potable para viviendas en el municipio de Villa Nueva departamento de Guatemala. Para esto se realizará un estudio en donde se tendrá la estimación de la cantidad de viviendas a las que se le brindará agua potable para un abastecimiento adecuado. Se debe tener conocimiento de la capacidad mínima que se requerirá en el elemento de abastecimiento para asegurar que el volumen de agua sea el adecuado.

Se recopilará información del desarrollo del área para establecer el uso de agua correspondiente a cada vivienda a edificar, teniendo conocimiento del tamaño y consumo potencial. Se debe tener conocimiento del terreno para conocer sus elevaciones, teniendo la información de los niveles más alto y bajo con respecto a la ubicación del tanque para brindar el líquido vital por medio de gravedad, reduciendo costos en el uso de bombeo y mantener una presión constante. Se realizarán los cálculos correspondientes para determinar la altura mínima del tanque con respecto de las viviendas, asegurando una presión adecuada y así distribuirla por medio de gravedad a la red de distribución de una manera eficiente.

Para determinar la capacidad de almacenamiento que debe de tener el tanque se llevaron a cabo los cálculos correspondientes para obtener el conocimiento del consumo de agua por vivienda para un diseño abastecedor. También se realizaron los cálculos correspondientes para analizar el dimensionamiento del tanque de abastecimiento de agua y brindar el mismo de la mejor manera sin interrupción e inconveniencia.

This research aims to design a water tower for the use of homes in the municipality of Villa Nueva department of Guatemala. For this, a study will be carried out in which the estimate of the amount of homes and its inhabitants that will be provided with an adequate supply of water. Information por the minimum capacity should be known to be able to ensure an adequate water volume to be held in the tower.

Information on the development of the area will be collected to establish the water use corresponding to each home to be built, having knowledge of the size and potential consumption of each. Knowledge of the terrain must be known to have its elevations, having the information of the highest and lowest levels regarding the location of the tank to provide the vital liquid through means of gravity. This method will serve to reduce costs in the use of pumping and maintaining a constant pressure. The corresponding calculations will be made to determine the minimum height of the tank with respect to the dwellings, ensuring adequate pressure and thus being able to distribute it by gravity to the distribution network in an efficient manner.

To determine the storage capacity that the tank, the corresponding calculations will be performed to obtain knowledge of water consumption per home for an abundant supply. The corresponding calculations will also be performed to estimate the sizing of the water tower and provide the same in the best way without interruption and inconvenience.

CAPÍTULO 1

Introducción

El agua potable es un líquido vital, lo que se refiere a que es un recurso con la cual es esencial para vivir. La importancia de tener acceso a este líquido es esencial para cualquier persona o ser viviente. En muchos casos el agua potable es un lujo ya que una fuente puede quedar lejano, por la cual tienen que acarear agua para su uso diario. Tener la accesibilidad de agua en la casa y solo abrir un grifo es un privilegio que no todos lo tiene, pero se encuentra en zonas de desarrollo y ciudades.

Una problemática en las ciudades es que por el desarrollo el espacio es muy limitado. Igual que encontrar formas de ahorrar recursos económicos. Un tanque elevado es un sistema que puede servir para hacer todo esto. El tanque elevado permite brindar agua por medio de presión gravitatoria, es un sistema de almacenamiento viable en muchas regiones siempre y cuando el terreno lo permita y así reducir costos por no necesitar bombas para mantener presión en la tubería reduciendo uso energético.

El tanque elevado es llenado por un sistema de alimentación, como bomba subterránea o algún otro equipo, que lleva el líquido a al tanque de almacenamiento listo para el uso. El tanque permite que el uso se de en cualquier momento siempre y cuando haya agua en el tanque. Esto ofrece la disponibilidad de agua a cualquier hora del día en casos donde el agua es racionado, igual que permite una presión adecuada ya que funciona por gravedad y no depende de electricidad ni una bomba externa para mantener presión en la tubería de la red de distribución.

Un tanque elevado permite utilizar la parte de abajo para diferentes usos, aunque sea limitado, pero permite aprovechar ya sea para área de bodega, equipo de bombeo o cualquier sistema que se pueda implementar en el espacio. También permite brindar agua de manera adecuada ya que el sistema trabaja por gravedad y es un sistema de almacenamiento que reserva el agua para el uso y no depende como en mucho zonas y regiones de agua racionalizada por día y horas. Permite abastecer a muchas viviendas, comercio o personas todos a la misma vez y así ofrecer el liquido vital a mas personas de una mejor manera.

2.1. Objetivo general

Realizar el diseño de un tanque elevando para el abastecimiento de agua potable para viviendas en Villa Nueva.

2.2. Objetivos específicos

- Analizar consumo de agua por vivienda para realizar diseño de abastecimiento adecuado.
- Analizar elevación de terreno para determinar altura mínima para tanque de abastecimiento para brindar agua por gravedad.
- Aplicar datos recolectados para cálculo y diseño de tanque elevando para abastecimiento de agua adecuado.
- Diseñar el tanque elevando para agua potable para vivienda en Villa Nueva ofreciendo presión y abastecimiento adecuado.
- Elaborar planos de diseño de tanque elevado para abastecimiento de agua potable.

3.1. Fuentes de agua

3.1.1. Agua superficial

El agua superficial son diversas fuentes de agua que se encuentran por encima de la corteza de la tierra. Algunos ejemplos son ríos, lagos, lagunas y océanos. El hielo es otras fuentes que se toma en cuenta como agua superficial, siendo de los polos y acumulación que se puede encontrar en diversas regiones en sus montañas. El agua superficial con excepción de los océanos es obtenida por precipitación, en donde se recolecta el exceso de precipitación que no son absorbidas por la tierra.

3.1.2. Agua subterránea

Son conocidos como agua subterránea toda la acumulación de agua y depositados debajo de la corteza de la tierra. Esto se llegan a encontrar en manantiales, cuevas y pozos, que son áreas de origen para extracción. La extracción del agua se debe realizar por medio de bombeo, el volumen obtenido depende de la capacidad del equipo y condiciones naturales.

1

La importancia de las aguas subterráneas es debido a que el agua que se encuentra en el subsuelo no es afectado drásticamente por la temperatura. Lo que esto permite es que en tiempos de sequías los acuíferos, que es una conducción de agua subterránea, permite la extracción de agua para uso. Esta agua se clasifica como agua dulce que permite ser consumido ya sea para uso de vivienda, personas, áreas urbanas, agrícola o industrial. 2

3.2. Agua potable

El agua potable o también conocido como agua para el consumo humano es clasificado como agua que no causa daño a la salud para el consumidor. Esto es que las características físicas, químicas, bacteriológicas y organolépticas sean las adecuadas, reguladas y controlados para no permitir el daño al momento del consumo. En la Norma Técnica Guatemalteca, COGUANOR NTG 29001, se especifican la normativa que debe de cumplir la calidad de agua en Guatemala para ser apto para el consumo humano.

Teniendo tabulado las especificaciones y características que deberán cumplir en el momento de realizar muestreo para que el agua llegue a ser considerado potable o para el consumo humano. Los elementos tabulados son características, sustancias, grupos y compuestos, que al momento de realizar un muestreo y analizas del mismo deben estar en los rangos tabulado y normada, ya sea por el limita máximo aceptable o límite máximo permisible. El límite máximo aceptable (LMA) son valores de concentración de las características del agua que son perceptibles sensorialmente por el consumidor sin llegar a causarle daños. Límite máximo permisible (LMP) es el valor que delimite características que no son aptos para el consumo humano dando la posibilidad de algún daño. [3](#)

Proceso de potabilización es el proceso que se debe realizar en algunos casos para que el agua a consumir sea adecuada y que no sea dañina. El proceso conlleva de cuatro pasos para permitir agua potable limpia para consumir. Esto en muchos casos se realiza en plantas de potabilizadoras. Pre-cloración y floculación es el proceso en donde después de un filtrado para remover materiales solidos se realiza un proceso de cloración y agregado de aditivos para eliminar microorganismos y otras sustancias que se pueden presentar. La decantación y sedimentación permite eliminar partículas restantes en el agua. La filtración tiene el propósito de eliminar sedimentos que pueden persistir como arenas, igual que ayudar con la turbidez. El proceso final consiste en la cloración para eliminar lo último de microorganismos que pudieron permanecer y asegurar la desinfección en las tuberías antes de ser ingresados a la red de distribución. [4](#)

3.2.1. Características para agua potable

Físicas y organolépticas

Son las propiedades que se pueden percibir por los sentidos o de manera sensorial y las que se pueden encontrar por medio de análisis realizado en laboratorios. Es un conjunto de muestreo *in situ* de laboratorio para asegurar un buen resultado. Las características organolépticas por ser de percepción son realizado por el encargado de muestreo. Los otras características a analizar requieren de algún equipo especializado para asegurar determinar el contenido del mismo para definir la calidad de agua.

Características	LMA	LMP
Color	5,0 u	35,0 u (a)
Olor	No rechazable	No rechazable
Turbiedad	5,0 UNT	15,0 UNT (b)
Conductividad eléctrica	750 $\mu S/cm$	1500 $\mu S/cm$ (d)
Potencial de hidrógeno	7,0-7,5	6,5-8,5 (c)(d)
Sólidos totales disueltos	500,0 mg/L	1000,0 mg/L
(a) Unidades de color en la escala de platino-cobalto		
(b) Unidades nefelométricas de turbiedad (UNT)		
(c) En Unidades de ph		
(d) Límites establecidos a una temperatura de 25°C		

Cuadro 1: Características físicas y organolépticas para agua potable

Fuente: [3](#)

Químicas

Las características químicas con elementos que son percibidos por muestreo con equipo específico para asegurar que el contenido de esa característica no sea dañina para el consumo humano. Estas características con los límites demostrados llegan a determinar la potabilización del agua y los usos que se le pueden dar, ya que depende de la calidad que uso se le va dar.

Características	LMA (mg/L)	LMP (mg/L)
Color residual libre (a)	0,5	1,0
Cloruro (Cl)	100,0	250,0
Dureza total (CaCO ₃)	100,0	500,0
Sulfato (SO ₄ ⁻)	100,0	250,0
Aluminio (aL)	0,050	0,100
Calcio (Ca)	75,0	150,0
Cinca (Zn)	3,0	70,0
Cobre (Cu)	0,050	1,500
Magnesio (Mg)	50,0	100,0
Manganeso total (Mn)	0,1	0,4
Hierro total (Fe) (b)	0,3	—
a) El Ministerio de Salud y Asistencia Social será el ente encargado de indicar los límites mínimos y máximos de cloro residuales según sea necesario o en caso de emergencia.		
b) No se incluye el LMP porque la OMS establece que no es un riesgo para la salud del consumidor a las concentraciones normales en el agua para consumo humano, sin embargo el gusto y apariencia del agua puede verse afectados a concentraciones superiores al LMA		

Cuadro 2: Características químicas para agua potable

Fuente: [3](#)

Substancias	LMP (mg/L)
Arsénico (As)	0,010
Bario (Ba)	0,70
Boro (B)	0,30
Cadmio (Cd)	0,003
Cianuro (CN)	0,070
Cromo total (Cr)	0,050
Fluoruro (F)	1,50
Mercurio total (Hg)	0,001
Plomo (Pb)	0,010
Selenio (se)	0,010
Nitrato (NO ₃ -)	50,0
Nitrito	3,0

Cuadro 3: Relación de sustancias inorgánicas

Fuente: [3](#)

Substancias	LMP (mg/L)
Arsénico (As)	0,010
Bario (Ba)	0,70
Boro (B)	0,30
Cadmio (Cd)	0,003
Cianuro (CN)	0,070
Cromo total (Cr)	0,050
Fluoruro (F)	1,50
Mercurio total (Hg)	0,001
Plomo (Pb)	0,010
Selenio (se)	0,010
Nitrato (NO ₃ -)	50,0
Nitrito (NO ₂ -)	3,0

Cuadro 4: Presencias de sustancias plagarias

Fuente: [3](#)

Grupo	LMP ($\mu\text{g/L}$)
Compuestos organoclorados (a)	
Aldrin y Dieldrin	0,03
Clordano	0,02
Clororolurón	30,0
DDT y sus metabolitos	1,00
Endrín	0,60
Lindano	2,00
Metoxicloro	20,0
Pentaclorofenol	9,00
Acidos fenoxi	
2,4-D	30,0
2,4-DB	90,0
2,4,5-T	9,00
Mecoprop	10,0
Dicloroprop	100,0
MCPA	2,00
Fumigantes	
1,2-Dicloropropano	40,0
1,3-Dicloropropeno	20,0
DBCP (1,2-Dibromo-3-cloropropano)	1,0
Triazinas	
Atrazina	2,00
Simazina	2,00
Acetanilidas	
Alacloro	20,0
Metolacloro	10,0
Carbamatos	
Aldicarb y sus metabolitos	10,0
Carbofurán	7,00
Isoproturón	9,00
Molinato	6,00
Pendimetalina	20,0
Amidas	
DI (etil-hexi) ftalato	8,0
Trifluralin	20,0
Organofosforados	
Carbofurán	7,00
Clorpirifós	30,0
Dimetoato	6,00

Cuadro 5: Limite de presencia orgánicas en el agua

Fuente: **3**

Microbiológicas

Los aspectos microbiológicos son característica que es determinado por macroorganismos que son observados, que llegar a determinar la calidad del agua ayudando determinar el uso y nivel del agua. En un agua no deber ser detectable coliformes totales o E. coli la cual es dañina al ser consumido por el ser humano. Por lo cual este análisis microbiológico es importante para determinar si la calidad de agua es adecuada para uso de consumo o si se deberá utilizar para otro. Es importante conocer estos parámetros para reconocerlos y encontrar, si es posible, donde se esta contaminando el agua y como eliminar la contaminación.

Microorganismos	Límite Máximo Permissible
Agua para consumo directo Coliformes totales y E. coli	No deben ser detectables en 100mL de agua
Agua tratada que entra al sistema de distribución Coliformes totales y E. coli	No deben ser detectables en 100mL de agua
Agua tratada en el sistema de distribución Coliformes totales y E. coli	No deben ser detectables en 100mL de agua

Cuadro 6: Valores para verificación de calidad microbiológicos en el agua

Fuente: [3](#)

La radioactividad en una muestra de agua debe ser analizado por equipo mas detallado en casos de que los dos parámetros sean presentes y si es sobrepasa por el valor máximo dado que esta tabulado.

Características	Valor Máximo Aceptable	Observaciones
Radioactividad alfa total	0,10 Bq/L (1)	Si se sobrepasa el valor límite, 2*es necesario un análisis más detallado de los radionúclidos.
Radioactividad beta total	1,0 Bq/L	

Cuadro 7: Aspectos radiológicos

Fuente: [3](#)

3.3. Diseño de abastecimiento de agua potable

Para un buen diseño de sistema de abastecimiento para agua potable es muy importante una investigación de campo, esta investigación es para recopilar información del área que se va a analizar. Los aspectos importantes que se debe investigar son: ubicación, población actual y futura, tipo de vivienda, acceso, acceso actual de agua que se tiene, servicios existentes, conocimiento de fuente de agua para la propuesta, organización de la comunidad y recursos que estén disponibles. Esta es importante en una primera investigación para tener los conocimientos adecuados para realizar un diseño adecuado a la ubicación que se seleccionó. En algunos casos si se cree que puede crecer mucho la población o la demanda se puede estudiar poblaciones cercanas para tomar en cuenta para el diseño.

Con la información recopilada en la visita a campo es necesario hacer un análisis de este para entender o tomar decisiones con lo obtenido. La información se ingresa en una computadora o de cualquier método que desea el usuario siempre y cuando que sea entendible para tener un análisis correcto y para depurar datos no necesarios. Luego de analizar lo obtenido se realiza un reporte donde se indica las acciones a tomar, factibilidad de proyecto y priorización entre otros. Esto es para realizar un sistema de agua eficiente para las regiones que mas lo necesiten.

Una vez completada el informe y listo para la ejecución el proyecto es necesario tener aún más información más detallada del terreno y sus usos. Por lo cual se tomará en cuenta un levantamiento topográfico y otros estudios. En esto el levantamiento topográfico par indicar terreno, usos, estructuras existentes y niveles. Se debe tener un orden del levantamiento, zonas y la libreta de campo para ser eficientes. Esto se debe realizar en área donde se desarrollará un proyecto completamente nuevo en donde este estudio nunca se ha realizado. Si hay un levantamiento ya realizado y no hay mucho cambio de desarrollo en el área se puede utilizar ese levantamiento. También es importante tomar en cuenta algún tipo de censo de la población para conocer el número de consumidores del agua a proveer y también tener conocimiento de algún crecimiento poblacional. Un aforo de la fuente de suministro es importante también para asegurar un buen manejo de recursos.

El diseño de un sistema de abastecimiento de agua potables requiere un periodo de diseño, este es el tiempo que el servicio va a ser brindado. En este periodo se toma en cuenta la vida útil, costo, intereses, población y el comportamiento del sistema al inicio de su uso. Es recomendado 20 años para obras civiles y para equipo mecánico es recomendado entre 5 a 10 años. Depende del tipo de obra y en algunos casos especiales se puede realizar el diseño por etapas para hacer más eficiente el proyecto.

En el diseño se debe de tomar en cuanta un cálculo de población, lo cual es importante para saber la cantidad de gente para la cual se esta diseñando el sistema. Esto es importante para tener un sistema adecuado para abastecer a la población actual y en algunos casos la población futura. Esto dependerá de los habitantes, comunidad y posibilidad de crecimiento. El establecimiento de consumo de agua, o dotación, es algo esencial para el diseño ya que esto permite establecer los consumos que se pueden llevar en las áreas de desarrollo. Dependiendo de clases social, clima, calidad de agua, actividades diarias de población, accesibilidad entre otros. Para definir la dotación de la mejor manera, se debe realizar un estudio de las demandas de la población o de poblaciones parecidas para tener mejor conocimiento y tomar buenas decisiones.

Si no se tiene algún estudio adecuado para la dotación se puede usar los siguientes valores:

- Servicio exclusivamente de llena cántaros: 30 a 60 litros
- Servicios mixtos (llena cántaros y conexión predial): 60 a 90 litros
- Servicio de conexión predial afuera de viviendas: 60 a 120 litros
- Servicio de bomba excavando y comba de mano: mínimo 15 litros

Para el diseño es importante tener un conocimiento de consumo de agua, igual que diferentes tanques que se pueden usar. Igual que tipo de bombeo o alimentación para alimentar el sistema. La distribución de agua sino esta ya existente, se debe calcular para asegurar un buen servicio de agua. [5]

3.4. Aforo

Un aforo es una medición que se puede realizar en un cuerpo de agua ya sea subterránea o superficial para conocer las capacidades que existe. Esta capacidad es el contenido de agua o cantidad que existe actualmente, y determinar un uso correspondiente. Esto se realiza para no sobre explotar la fuente de agua ya que esto puede llevar a perjudicar la inversión y de usuarios que dependen de esa fuente.

Un aforo generalmente se realiza por profesionales para asegurar que la información que se recibe sea correcta y confiable. En el aforo se mide la profundidad en donde se encuentre el agua, se utiliza una sonda para esto. La sonda lo que indica la profundidad actual en donde se encuentra el agua. La zona da el aviso al llegar en contacto con agua, dando una profundidad exacta. Otro método puede ser la sumersión de una cámara, este método tiene dos beneficios, ubicación del nivel de agua actual y la supervisión de la condición del pozo. La cámara funciona eficientemente ya que tiene la ventaja de ofrecer la visualización del pozo actual para conocer el estado en el que se encuentre. Conociendo la profundidad del pozo es importante para conocer donde hay agua para tener conocimiento exacto y realizar cálculos adecuados.

El aforo consiste en una extracción de agua en un periodo interrumpido que es establecido. En este periodo se realiza un bombeo constante con una potencia de una bomba pensado a utilizar o con un caudal mayor. El motivo de realizarlo con bombas mayores es para tener un conocimiento del comportamiento del pozo a sus niveles estáticos y dinámicos, que son cuando esta sin bombeo y sin alteraciones y cuando se está realizando un uso del pozo y saber el nivel al que bajo el agua. Es importante tener estos conocimientos para realizar acciones que son adecuadas para el pozo, teniendo en cuenta nivel estático y dinámico que son las alturas del liquido cuando la bomba esta en reposo y en funcionamiento respectivamente.

El aforo sirve para realizar cálculos correspondientes y asegurar el mejor uso y explotación del pozo sin perjudica iones. El aforo permite conocer el tipo de bomba máximo y su capacidad para permitir una extracción más eficiente del agua. [6]

3.5. Topografía

Es una ciencia en donde se determina una posición absoluta o relativa de puntos sobre la tierra, para realizar la representación de un plano en un espacio. Se realizan métodos y procedimientos para realizar mediciones en el terreno para tener una representación visual, gráfica y a una escala determinada del terreno analizado. La topografía toma en cuenta la planimetría y altimetría. En diversos campos profesionales se utiliza la topografía, generalmente en los diversos campos de ingeniera. Se utiliza en ingeniera para conocer el terreno, desniveles,

áreas a utilizar, conocimiento de estructuras actuales, ubicaciones, nivel de terreno, delimitación de terrenos y más. Se implementa este conocimiento para realizar diversos proyectos teniendo más información y conocimiento del terreno para saber si el proyecto es viable o para usar la información para realizar proyectos nuevos y desarrollarlos correctamente. [7]

3.5.1. Topografía para obras hidráulicas

La topografía es importante para las obras hidráulicas debido a que esto permite obtener información importante que eficientiza un proyecto. La topografía permite establecer la factibilidad de un proyecto igual que el tamaño permitido, ubicación y elevaciones óptimas y permitidas. Además de estas características lo que permite es ofrecer seguridad, funcionamiento adecuado para el proyecto y permite delimitar el área para trabajar. Esto lo permite la topografía gracias a que es un estudio de terreno para analizar las características geológicas, geográficas y físicas ayudando permitir establecer posibles alteraciones futuras. El tipo de obra hidráulico para la cual es necesario de la topografía son sistemas para abastecimiento de agua, presas, canales, plantas de tratamiento entre otros. Cada obra requiere de cierto nivel de topografía, cada uno dependiendo de la importancia y del tipo de obra que se va a realizar. El equipo necesario para los diferentes tipos de levantamiento, se necesita un equipo que sea versátil y adaptable para las diferentes características de las obras. El equipo que se puede utilizar es estación total, estadales, balizas, nivel fijo entre otros, siempre usando lo que es disponible y lo mejor para el levantamiento que se va a realizar. [8]

3.6. Localización de tanque

La selección de la ubicación de un tanque es muy importante, el proyectista es el encargado de analizar los componentes esenciales para realizar una buena distribución. Para esto se debe tomar en cuenta ciertas condiciones o recomendaciones, tales como la fuente de alimentación del tanque para reducir el factor económico y hacer que brindar el agua del tanque al consumidos sea el mas eficiente y económico. Es aconsejable en casos que sean permitido por el terreno que la alimentación de la red sea por medio de gravedad, esto solo se logra con altura suficiente del tanque para ofrecer suficiente presión en la red. Siempre se deberá tomar en cuenta el estudio de impacto ambiental la que empezó el proyecto. [9]

3.6.1. Datos topográficos

La ubicación del tanque es esencial ya que esto debe llevar conocimientos de la red de distribución para reducir costo tener un proyecto lo más económico posible. Para tener uniformidad y presiones iguales en toda la red se recomienda que el taque este situado lo más céntrico posible. No es necesario y depende del diseño, es sugerencia para realizarlo de manera más económico. También puede ser que el terreno no permite que sea centralizado ya que esto afecta las presiones es importante tener conocimiento del terreno para selección una ubicación ideal que sea el más próximo al proyecto de desarrollo o urbanización.

El tanque debe ser diseñado con límites, uno mínimo y otro máximo. El mínimo contempla diámetros menores que se pueden llegar a ser utilizados para la red, lo cual conllevaría a cargas mínimas. El terreno llega a definir mucho de la ubicación y construcción. Si un terreno tiene elevaciones mayores a 50 metros es recomendado la implementación de varios tanques. Se puede usar accesorios y otras tuberías para asegurar una buena distribución. La topografía llega a definir mucho del diseño y también el método que se quiere implementar para el abastecimiento, ya sea de bombeo o gravedad. Con el conocimiento de la topografía se puede realizar decisiones correctas que eficientizan el proyecto. [9](#)

3.7. Factores de consumo

3.7.1. Consumo medio diario

El consumo medio diario es una unidad de volumen que represente la cantidad que es consumido por una población en un día. Este se obtiene analizando el consumo diario en un año. Se puede realizar el cálculo con una proyección a futuro de la capacidad que puede llegar a tener para tener un cálculo de consumo por día.

3.7.2. Consumo máximo diario

El consumo máximo diario es la cantidad de agua que es consumido en el transcurso de 24 horas. Este se debe de tomar en cuenta durante un año, sin tomarse en cuenta eventos otros eventos que no sean de consumo normal tales como los de incendios. Se puede utilizar un con un factor de día máximo, que es un porcentaje. Este valor varía entre 1.2 y 1.5 cuando a futuro la población será menor de 1000 habitantes y 1.2 cuando es mayor. [10](#)

3.7.3. Consumo máximo horario

El consumo máximo horario es el mayor consumo que se da a una hora específica del día. También es conocido como caudal de distribución, la cual es calculado con la observación del consumo en un año. Si no existe algún registro es aceptable multiplicar el caudal medio por un factor medio horario. Este factor está entre 2 a 3 cuando se asume que la población futura es menor que 1000 habitantes y de 2 cuando la población es mayor.

3.8. Tanque de abastecimiento de agua

Un tanque de abastecimiento también conocido como tanque de almacenamiento es la parte de almacenar agua en donde se recibe agua potable de una fuente para brindarlo a un área poblado. Satisface el consumo de la población por un periodo de tiempo por medio del almacenamiento de un volumen. El almacenamiento ocurre cuando hay menos consumo que del llenado mientras que el consumo es el uso del agua por la demanda necesaria. Tanques de almacenamiento además de cumplir con el consumo normal tiene un volumen

adicional que tiene funcionamiento como reserva que permite que pueda ser usado en casos de escases, suspensión de servicio, casos de emergencia y en casos de consume excesivo. Existe una variedad de tanques para almacenamiento de agua cada uno dependiendo del tipo de terreno, topografía y material de construcción disponible. [9]

3.8.1. Tanques enterrados

Los tanques enterrados se ubican debajo del nivel de la superficie de suelo. Son implementados en área donde el terreno lo permite, igual que permitiendo realizar una excavación de una forma fácil. Estos tanques ofrecen una ventaja de protección al agua a temperatura gracias a la protección del terreno que lo rodea al ser enterrado. La desventaja de este tanque es que requiere excavación para el tanque y sus componentes principales para crear la red de distribución de agua adecuada. Debido al enterrado el mantenimiento y control de filtración o reparaciones es más complicado de detectar y trabajar. [9]

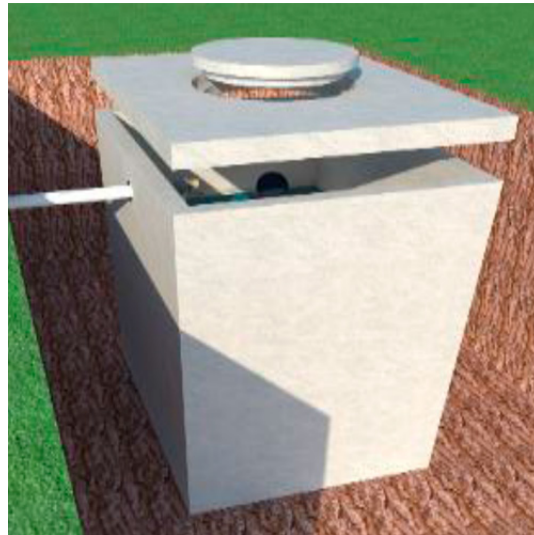


Figura 1: Tanque enterrado

Fuente: [11]

3.8.2. Tanques semienterrados

Es un tanque que solo es parcialmente ubicado bajo el nivel del suelo con el otro extremo sobre la superficie. Son tanques que se implementan cuando el terreno causa dificultad de excavación y cuando la altura topográfica es la adecuada para la alimentación a una red de distribución. Este mismo permite la facilidad de acceso a las instalaciones del tanque por mantenimiento o reparaciones si son necesarias. [9]

3.8.3. Tanques superficiales

Los tanques superficiales se construyen sobre el nivel del terreno y son comunes en regiones con un tipo de suelo firme y duro que no es susceptible al hundimiento para que el tanque no pierda altura. La topografía es otro factor importante que debe ser adecuado para este tipo de sistema para brindar el servicio y caudal adecuado en la red de distribución. [9]



Figura 2: Tanque superficial

Fuente: [12]

3.8.4. Tanques elevados

El tanque elevado es una estructura que soporte el tanque, que permite que la superficie y la construcción del tanque sea por encima del nivel del terreno. En general estos son ubicados en regiones con topográficamente planos, consisten en una torre para mantener elevado el tanque. El tanque mismo y tuberías que conllevan para el llenado del tanque y la salida que lleva a la red de distribución para el consumo también son soportados por la torre. Generalmente los tanques tienen una torre que varían entre 10, 15 y 20 metros de elevación para tener un mejor uso, cada uno dependiendo de la necesidad y diseño. Se ubican centralizados al área de uso para disminuir pérdidas por fricción. En zonas con mayor consumo se implementan varios tanques en diversas ubicaciones para mejorar la distribución y brindar la mejor presión posible. Por ser un elemento elevando tiene como desventaja que es visible desde varias áreas y lo mejor es brindarle un aspecto estético para las regiones que lo ven. Lo ideal es encontrar la mejor forma de integración con el paisaje o el entorno que lo rodea. [9]

Los tanques elevados son conformados por el tanque, torre y cimiento. Materiales más utilizados para este tipo de tanque es de concreto reforzado y de acero estructural, cada uno dependiendo de su diseño. En los diseños de concreto para tanques elevando pueden variar entre cilíndricos, rectangulares o poligonales. Los de acero estructural generalmente son esféricos o cilíndricos. Dependiendo del material de construcción del tanque elevando hay requisitos de diseño, dependiendo del uso que se le dará y el diseño deseado. [9]

La información necesaria para realizar el diseño de un tanque elevado es:

- Especificaciones de elevación, niveles máximos de agua, entrada y salida de agua, capacidad, accesorios ventilas entre otros.
- Plano topográfico con identificación de niveles.
- Estudio de tipo de suelo [9]

Aspectos importantes que considerar para tanques elevados:

- Nivel de agua en el tanque sea adecuado y capaz de brindar una presión suficiente a la línea de conducción.
- Descarga libre de tubería de rebalse.
- Tubería de salida del tanque sea reentrante mínimo de 20 centímetros.
- Tubo de desagua con accesorios correspondientes para el vacío del sistema.
- Dispositivo de ventilación por cada 30m² de superficie.
- Sistema de escaleras par subir el tanque cuando tiene mas de 1.20m de alto.
- Caja seca para instalación de accesorios.
- Tubería de rebalse debe tener un sistema de alcantarillado con descarga mínima de 1 metro con desfogue adecuado que no sea afectado por la erosión.
- Protección para tuberías de rebalse para evitar ingreso de insectos y animales. [5]



Figura 3: Tanque elevado

Fuente: [13]

3.9. Distribución de agua

La distribución de agua se clasifica como el conjunto de tuberías que son sometidos a presión, que son instaladas en vías de comunicación para abastecer diferentes áreas. La red de distribución de agua tiene como funcionamiento de transportar agua de un lugar de recolección de agua hasta un punto localizado para el consumo. La calidad y cantidad son factores importantes que considerar en esta trasportación de líquido. El sistema puede ser clasificado según las diversas posibilidades de fuentes de agua, ya sean superficiales, subterráneas o por captación de lluvia. [14]

El diseño de la red de distribución deber ser en condiciones perfectas para la mejor distribución. Se debe tomar en cuenta el tipo de red que se implementara, siendo abierto o cerrada. El abierto es una tubería en donde se ramifica y llega a un tope que es conocido como punto ciego. El cerrado es una interconexión de ramas para crear una red de distribución de agua. La decisión de diseño es dependiendo de parámetro que se deben estudiar para tomar una decisión adecuada, que luego llega ser decidido y analizado por funcionamiento, capacidad, viabilidad y ámbito económico. Estos son factores importantes qué considerar para el diseño para llegar a la implementación, pero el objetivo es utilizar una buena red de distribución para transportar el líquido con presión adecuada, de buen volumen y par un buen servicio y uso. [14]

Para una red de distribución de agua potables hay elementos integrantes, tales como tuberías, depósitos o almacenamientos y elementos singulares. Las tuberías son elementos que permite transportar un fluido de un lugar a otro. Estas son clasificadas y definidas por su tamaño de diámetro, usos y material de fabricación entre otras. Los depósitos tienen el objetivo de almacenamiento igual que regular presión y caudales en una red de distribución de agua. El dimensionamiento y capacidad de un depósito es establecido por medio del ámbito económico, tiempo de abastecimiento y el tiempo de retención del líquido en la red. Otros elementos singulares son los accesorios que se pueden implementar en la red de distribución. Ejemplo de estos elementos son diversas válvulas, estaciones para toma de muestras, estaciones para realizar mantenimiento, elementos para uniones o alineaciones como codos, te, reducciones entre otros. Estos diversos elementos tienen un funcionamiento específicamente diseñada que son analizados e implementados en puntos necesarios. [15]

3.10. Diseños estructural

El diseño estructural es necesario para el desarrollo de un proyecto, para conocer características, dimensionamientos y detalles que son esenciales. Permite determinar el comportamiento de una construcción al ser afectado por solicitaciones en el transcurso de su existencia. Este sirve para asegurar que la obra civil sea eficiente para el uso que se le asigna. Tiene como objetivo evitar las fallas en las construcciones que pueden ser causados sobrecargas a la cual es afectado la obra. Puede ser un proceso complejo dada que se debe de considerar diversos aspectos que debe cumplir la construcción, cada uno para el uso que se le dará.

Una obra de construcción se considera como una combinación de subsistemas que se unen a crear uno solo que cumple con un uso establecido. Esto se logra con la colaboración de diversos especialistas que deben ser contemplados, cada uno dependiendo de la necesidad de la obra. El trabajo en conjunto es importante para crear una construcción funcional.

3.10.1. Proceso de diseño estructural

El diseño estructural es un proceso con objetivo que resistir fuerzas aplicadas para que no haya colapso ni fallas. El éxito de un proyecto consiste en un sistema estructural que sea el adecuado para absorber las acciones externas que pueden ser aplicadas. Los cálculos estructurales son para determinar detalles y las características de una estructura para el funcionamiento del sistema estructural propuesto. El diseño dependerá mucho de la disponibilidad de recursos y económicos que permiten la construcción del proyecto. Cuando el diseño que es propuesto no cumple para ser una construcción estable la solución es un cambio y aumento económico y una solución no funcional ni correcto. Un diseño estructural adecuado y eficiente se realiza con experiencia, intuición, practica todo con un buen conocimiento teórico de un análisis estructural correcto.

Dimensionamiento, análisis y estructuración son los aspectos importantes para el entendimiento y para el proceso de diseño estructural. La estructuración es la parte del proceso para definir materiales, forma, arreglo de elementos, características y dimensionamiento adecuado que consistirá en la estructuración de un proyecto. El análisis consiste en brindar conocimiento del comportamiento de la construcción al ser expuesto a fuerzas externas que afectan al mismo durante la vida de uso de la estructura. La modelación de una estructura permite conocer los comportamientos de los elementos constructivos. El proceso de modelación toma en cuenta los cálculos que se realizan en el análisis, igual que cargas aplicadas y propiedades de materiales y dimensiones y secciones de los elementos estructurales. [16]

3.11. Vivienda

Una vivienda es el lugar donde las personas están presente y conllevan a realizar las actividades personales. Es donde las personas viven, se mantienen, guardan sus pertenencias y más. Es su pertenencia física para sus familiares y les da sentido de seguridad. Es la estructura física donde personas se siente identificadas. Varían según gustos, economía y ubicación. Las viviendas pueden ser de diversos tamaños, de grande a pequeños. Varían en número de dormitorios para el uso personal. Cada vivienda tiene diferente número de personas que se habitan ahí, donde el consumo de bienes y servicios dependiendo de la necesidad, disponibilidad y recursos disponibles. [17]

Marco metodológico

Para realizar este trabajo se recompilo información necesaria para el diseño del tanque elevando para agua potable. Se empezó consiguió información básica como la ubicación, proyecto a desarrollar, tipo de vivienda, cantidad de viviendas y cuando gente se calcula por vivienda. También se obtuvo conocimiento del sistema de alimentación para tener conocimiento de donde está ubicado y cuanto es lo que bombea ya que es un pozo. Se procedió a realizar un estudio para el consumo por modelo de casa que existen para tener un conocimiento de cuanto es un consumo promedio por mes en cada tipo de vivienda. Esto es solo para tener conocimiento como base antes de proceder con los cálculos.

Teniendo un conocimiento preliminar del proyecto se procede a realizar cálculos de habitantes y población futura, para tener y conocer un posible crecimiento en la zona. Con esta información se puede calcular la dotación por vivienda que se realiza con cálculos obtenidos o de la “Guía para el diseño de abastecimiento de agua potables a zonas rurales” del instituto de fomento municipal y la unidad ejecutora del programa de acueductos rurales (INFOM-UNEPAR). Se estima que para ciudades el valor de dotación es mayor. Se procede con calcular la variación de consumo que consiste en el promedio, medio diario y medio horario para tener conocimiento del aprovechamiento de agua en el proyecto. En donde las ecuaciones están indicadas en el mismo guía para diseño de abastecimiento mencionado anteriormente.

Teniendo la información de consumo se puede calcular el volumen del tanque la cual depende del caudal medio diario que se calculo anteriormente. Esto permite hacer un cálculo de volumen para un sistema cubico. Donde se multiplican las bases y la altura para tener un volumen y ver si el dimensionamiento propuesto es el adecuadas. Se debe asegurar que el volumen del tanque sea adecuado y también que el volumen de agua en el tanque abastece el volumen ya que estos son diferentes, el volumen del tanque y el volumen de agua difiera debido a un espacio libre para evitar rebalse. Esto se debe realizar ya que el volumen del tanque no es el mismo que el volumen de agua que hay en un tanque y así asegurando que el volumen es el el indicado para abastecer la demanda. El borde libre que se tiene en la superficie del tanque es para tanque no se llena al 100 por ciento y así tener un espacio libre por cualquier inconveniencia y así tener un espacio de rebalse y instalar equipo como válvulas de flote y mas.

Una vez se tiene el volumen se utiliza la ecuación de Bernoulli. Con la información obtenida de la presión que indica en la guía mencionada, se puede encontrar la altura mínima del tanque para una presión deseada. Los planos topográficos son necesario para esta parte ya que brindan las elevaciones del terreno para conocer sus características superficiales. Con esta información y calculo de la cota donde tiene que estar el tanque se encontró la altura topográfica para ubicar el tanque de abastecimiento de agua.

El diseño del tanque mismo se baso en el libro de texto de *Diseño de concreto reforzado, igual que el uso de la norma ACI350.01 de diseño sísmico de estructuras contenedores de líquidos (ACI 350.3-0.1) y comentarios (ACI 350.3R-0.1)* . Con la ayuda de programas como Zap 2000 se modela el tanque asumiendo dimensiones para luego evaluarlos y establecer su funcionamiento. Estas herramientas permiten realizar los cálculos correspondientes al diseño del tanque como la estructuras que lo soporta.

Después el diseño del tanque elevando se realiza planos. Estos planos son de detalles, secciones, vistas del tanque igual que de ubicacion en el terreno. Estos se apoyan con herramientas de Autodesk como Revit y AutoCAD 3D. Estas herramientas permiten realizar detallamientos de la estructura igual que vistas acotadas dando a conocer las dimensiones y especificaciones de este.

Análisis y resultados

El tanque se diseñó para un uso de 248 viviendas por la cual se estima 5 habitantes por unidad habitacional, que es lo promedio para esta zona. Esto lleva a un tanque para abastecer a 1240 habitantes. las dimensiones del tanque, volumen de este se pueden ver a continuación.

Para este trabajo era necesario recopilar información para su análisis adecuado. Uno de estos es la dotación, se asumió una dotación que se puede ver en el anexo en la tabla de dotación. En el estudio de recopilación de información se obtuvo los mismos modelos de casa que del proyecto de 248 vivienda para usar como referencia, esta tabla y los promedios se pueden observar en el anexo, la primera tabla de consumo en donde se identifica con diferentes colores los diferentes modelos de casa. Con esta información se obtuvo un consumo promedio por mes por modelo de casa como usar de base y tener conocimiento del potencial consumo de agua en la zona. Esta información permite conocer el posible futuro por modelo de casa que se implementará en el proyecto. Al estudiar estos resultados se asumió una dotación mayor que el promedio analizado.

La depreciación del uso de datos recopilados del consumo en el estudio se dio ya que el consumo era menor de lo que se les ofrece. Debido a que los habitantes de las viviendas tiene la posibilidad de 30 metros cúbicos por un periodo de 30 días y que el consumo promedio obtenido esta muy debajo de ese valor se decidió despreciarlo. Debido a esto se decidió no usar la información obtenida para asegurar que la dotación sea suficiente para abastecer. Para asegurar que el agua abasteciera se asumió una dotación de 145 litros por persona por día. Se utilizó este valor asumido para estar arriba del promedio obtenido en la información recibida y asegurar que se pueda abastecer el acuerdo que se le da con cada vivienda. En investigación se indicaba que en zonas rurales la dotación máxima llegaba a 120 litro por habitante por día. Se procedió a utilizar una dotación arriba que esto ya que es en la ciudad de Villa Nueva y así dando un buen ofrecimiento de agua y posibilidad de comodidad de consumo con lo estimado. La dotación permite definir el volumen adecuado en el tanque

para un buen dimensionamiento, el Cuadro 9 demuestra los volúmenes del tanque y de agua que se tendrá adentro del mismo. Como se realizaron los cálculos de volumen se puede ver en el anexo, para llegar a obtener el volumen se utilizaron las tablas y calculo de dotación, variación de consumo que los valores se pueden ver en el Cuadro 8 y con la tabla final de volumen en el anexo. El volumen permite luego realizar un predimensionamiento del tanque que debe llegar a abastecer el volumen calculado.

Variación de consumo		
Caudal promedio	2.08	L/s
Caudal máximo diario	3.12	L/s

Cuadro 8: Variación de consumo

Volumen		
Tanque	62.5	mts ³
Agua en tanque	55	mts ³

Cuadro 9: Volumen

El crecimiento poblacional para el diseño de un sistema de abastecimiento es muy importante para calcular la variación de consumo que luego llevan a dimensionamiento del tanque y así proceder con los demás cálculos. El crecimiento se realiza con estudios de censos recientes para tener un porcentaje de crecimiento, luego hacer un cálculo de crecimiento poblacional o población futura. Este es un cálculo importante ya que permite asegurar que el tanque este diseñado para abastecer agua por el periodo de diseño o el tiempo de vida adecuada del tanque. Como se puede ver en el anexo sobre crecimiento poblacional el diseño se quiere realizar para abastecer un periodo de 20 años. Este es un periodo según lo investigado adecuado ya que es un tiempo de vida largo antes de tener que realizar un reevaluó o implementación de algún otro sistema.

Se decidió despreciar el crecimiento poblacional. Esto se decidió debido a que el proyecto que se va a analizar es un proyecto por desarrollar en el futuro y que no tendrá mayor posibilidad de crecimiento. Esto permite que se puede despreciar ya que por ser un desarrollo establecido y exacto no se permitirá construcciones alternas que pueden afectar la estructura de la vivienda. Los cálculos se realizaron por razones de practica y tener conocimiento de una posible diferencia en la población futura.

El tanque elevado brinda un líquido vital por gravedad. Con el sistema por gravedad no es necesario tener bombas exteriores al del pozo o sistema de alimentación al tanque, los que permite reducir costos de mantenimiento de equipo de bombeo y de electricidad. Este sistema permite brindar agua y no necesita una presión constante por bombeo sino gracias a la gravedad hay una alimentación constante con buena presión para el uso domestico. Se puede implementar por medio de un sistema de flotadores o eléctrico que al llegar a un nivel bajo arranque el motor del pozo y vuelve a llenar el tanque, así solo llenando al momento que sea esencial y haciendo el sistema más eficiente permitiendo que sea automático el arranque y el cierre del sistema.

La altura del tanque es de 11.47 metros sobre la superficie de la tierra, esto se realizo utilizando la ecuación de Bernoulli que se puede ver en el anexo. En los siguientes cálculos que se ven en el anexo se estimó una altura de 12 metros sobre la superficie. Un redondeo se hace por razones constructivos ya que es muy difícil llevarlo a una exactitud de 0.01, sino es común redondear para asegurar que al momento de construcción se realice correctamente. Este redondeo de altura también se realizó para asegurar que la altura fuera correcta y así brindar una buena presión al proyecto. Este sirve como factor de seguridad por si ocurre algún cambio en urbanización.

Como se puede ver en anexo hay varias hojas de cálculos de elemento que se realizaron según códigos para así cumplir con el diseño del tanque elevado. Se implementaron vigas de amarre ya que estos son necesarios debido a que sin estos la luz sería de 12 metros lo cual sería muy largo y sin estas las vigas podría llegar a fallar. Estas vigas y columnas con una altura de 4 metros brindan el espacio adecuado para utilizarlo de diferentes maneras. Igual que el espacio sí será necesario en un futuro poner caseta de bombeo o algún otro equipo que es viable usar en el espacio. Este tanque y su estructura fue diseñada para soportar el tanque y el agua para el abastecimiento, pero el espacio por debajo queda libre para realizar algún otro trabajo o uso siempre que no afecte la estructura y sea viable. El Cuadro 10 es un resumen de dimensiones de los elementos estructurales que se calcularon en el anexo.

Dimensiones			
	Base (m)	Largo (m)	Espesor (m)
Losa superior	5	5	0.25
Losa inferior	5	5	0.3
Muros	5	2.5	0.3
Vigas principales	0.3	5	0.6
Vigas de amare	0.3	5	0.4
Columnas	0.3	4	0.3
Zapatatas	2.5	2.5	1

Cuadro 10: Dimensiones

Conclusiones

- En este trabajo se logró analizar el consumo de agua por vivienda realizando una recolección de lecturas de consumo de agua de mismos estilos de vivienda en la zona.
- Con este trabajo se logró determinar la elevación del terreno y del tanque para implementar el sistema de abastecimiento.
- No se logró utilizar los datos recolectados de consumo de agua para determinar una dotación adecuada, pero sí se logró aplicar datos de topografía para establecer ubicación y altura del tanque.
- El tanque está diseñado a una altura mínima para brindar una presión adecuada a las viviendas.
- Se elaboraron planos del tanque con cotas de su dimensionamiento establecido.

Recomendaciones

- Asegurará que el crecimiento poblacional puede ser despreciado o no, esto depende de si es un proyecto en desarrollo o si será cerrado sin posibilidad de futuro desarrollo.
- Es importante no descartar la posibilidad de que en una vivienda tenga más o menos habitantes de lo propuesto, ya que la cultura guatemalteca por general tiene la costumbre de tener diferente número de integrantes en la familia dependiendo de la región.
- Tener conocimiento del consumo estimado para tomar en cuenta el porcentaje de consumo correcto ya que esto puede variar dependiendo de zona, clima y área de desarrollo.
- Es necesario asegurar que la dotación estimada sea adecuada según la información recolectada real y lo establecido por la empresa privada o administradora del suministro de agua que se le ofrece a los clientes. Dichas empresas podrán controlar la cantidad de agua estimada por persona sin saber las condiciones del equipo ya sea como punto de venta o por cualquier otro motivo.
- La altura del tanque debe ser capaz de suministrar agua a presión a el desarrollo o proyecto analizado, pero también se debe tener en cuenta si abastecerá a otro proyecto en el futuro para asegurar que el caudal sea eficiente para suministrar hasta posibles conexiones externas o proyectos futuros a desarrollar.
- La estructura del tanque queda abierta con columnas y vigas, estas no reciben cargas externas por lo cual con tabiquería o con mallas se puede cerrar para hacer una bodega de algún tipo para guardar equipo de mantenimiento o para obras. También permitiendo el posible ampliación del tanque asegurando que la estructura sea reforzada.
- Aplicar válvulas correspondientes para el sistema de llenado y cerrado del tanque, como válvulas de flote para cuando se llegue a la altura deseada y equipo de arranque para el llenado cuando baje el nivel. Igual que válvulas de cierre para facilitar al momento de tener que realizar algún trabajo, limpieza o mantenimiento del tanque.

- Asegurar tener un estudio de suelos reciente.
- Se sugiere tener un doble equipo de llenado como redundancia, para asegurar de no quedarse sin posibilidad de llenado en caso de fallas en un equipo.
- Diseño de tanques debería ser un tema mas a implementar en el transcurso del de la universidad ya que hay interés en el tema igual que brinda buen conocimiento e implementación de temas de ingeniería sanitaria, topografía e hidráulica.
- El diseño de tanques debería ser implementadas como ejemplo en la carrera para dar mejor conocimiento del tema para futuro ingenieros.
- Diseño de tanques servirá como un ejemplo para desarrollar experiencia en tema estructural e hidráulica en alumnos ya que no todos tienen los mismo temas de interés pero con un ejemplo como este ofrece trabajo en equipo para realizar su temas de interés a desarrollar.
- Municipalidades deberían implementar tanques elevados para asegurar que las personas tengan el líquido vital aun si ocurre algún conflicto de energía eléctrica que podría dejar muchas personas sin agua y sin reserva ya que no es una costumbre común dejar reserva de agua en casos de emergencias.
- Este tanque se puede desarrollar en cualquier ubicación del municipio de Villa Nueva siempre y cuando la topografía lo permite.

-
-
- [1] I. Soto. (2018). Diferencias entre Aguas Superficiales y Subterráneas, dirección: <https://diferencias.info/diferencia-entre-aguas-superficiales-y-subterranas/>.
 - [2] G. Facil. (2007). Definición y características aguas subterráneas, dirección: <http://geotecniafacil.com/aguas-subterranas-definicion/>.
 - [3] Segeplan. (). Agua para consumo humano (agua potable). Especificaciones, dirección: http://ide.segeplan.gov.gt/ranking/ranking_portal/documentos/MunicipioSaludable/COGUANOR-NTG-29-001.
 - [4] Á. R. A. Ibáñez, *Manual de Educación Ambiental Sobre el Recurso Hídrico en Guatemala*. Guatemala: Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación.
 - [5] I. D. F. M. Y. U. E. D. P. D. A. RURALES, *GUÍA PARA EL DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A ZONAS RURALES*. Guatemala: INFORM, 1997.
 - [6] S. Hidráulicas. (S.F). Aforo de pozos y su importancia, dirección: <https://www.solucioneshidraulicas.es/aforo-de-pozos-y-su-importancia/>.
 - [7] D. A. A. García, *Topografía y sus aplicaciones*. Mexico: Compañía Editorial Continental, 2014.
 - [8] G. mediterranea Geometrica. (2018). La importancia de la topografía en las obras hidráulicas, dirección: <http://www.globalmediterranea.es/la-importancia-la-topografia-las-obras-hidraulicas/>.
 - [9] C. N. del Agua. (2007). Agua para consumo humano agua potable Especificaciones, dirección: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/Libros/13DisenoConstruccionyOperacionDeTanquesDeRegulacion.pdf>.
 - [10] J. M. R. Aquino, *DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA EL RODEO Y PUENTE VEHICULAR EN LA ALDEA LA PAZ, MUNICIPIO DE JALAPA*. Universidad de San Carlos de Guatemala, julio de 2011.

- [11] CIFA. (S.F). Tanque de almacenamiento de agua 500 galones, dirección: <http://prefabricadoscifa.com/producto/tanque-de-almacenamiento-de-agua-500-galones/>.
- [12] Habitissimo. (). Tanque superficial de agua potable, dirección: https://fotos.habitissimo.com.mx/foto/tanque-superficial-de-agua-potable_206558.
- [13] J. V. R. Hinostraza. (2013). MUNICIPIO PROVINCIAL Y EMAPA CAÑETE INICIAN CAMPAÑA “TANQUES LIMPIOS Y SEGUROS” EN I.E.E, dirección: <http://actualidadcanetana.blogspot.com/2013/01/municipio-provincial-y-emapa-canete.html>.
- [14] M. S. Iglesiasa. (2016). Características de la Red de Distribución de Agua Potable, dirección: <https://www.eadic.com/caracteristicas-de-la-red-de-distribucion-de-agua-potable/>.
- [15] R. Moliá, *Redes de Distribución*.
- [16] R. Meli, *Diseño Estructural*. Mexico: Limusa, 2002.
- [17] L. P. García, *La conception de la Vivienda y Sus Objetivos*. Madrir: Universidad complutense de Madrid, 2014.

9.1. Memoria de cálculo

**UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
INGENIERIA CIVIL**



**Trabajo de Graduación:
Diseño de tanque elevado de almacenamiento de agua potable para
viviendas en Villa Nueva**

Nolan Evan Rivera Frey
Carné: 14267

Guatemala, 2019

Consumos

Consumo de proyecto ya desarrollado por modelo de casa para estimación de consumo futuro.

		2019					mts3 promedio	
		marzo	abril	mayo	junio	julio		
ESM+	1	1	36.00	29.00	31.00	36.00	27.00	31.00
T3D+DS	2	2	12.00	8.00	13.00	11.00	3.00	11.00
T3D+DS	3	3	20.00	16.00	19.00	19.00	18.00	19.00
T3D+DS	4	4	14.00	10.00	16.00	14.00	12.00	14.00
T3D+DS	5	5	24.00	21.00	24.00	23.00	35.00	24.00
T3D+DS	6	6	32.00	31.00	32.00	30.00	30.00	31.00
T3D+DS	7	7	10.00	8.00	10.00	8.00	7.00	8.00
T3D+DS	8	8	9.00	13.00	13.00	11.00	8.00	11.00
T3D+DS	9	9	12.00	14.00	15.00	15.00	9.00	14.00
T3D+DS	10	10	22.00	15.00	26.00	18.00	10.00	18.00
T3D+DS	11	11	23.00	17.00	24.00	18.00	22.00	22.00
T4D	12	12	34.00	21.00	28.00	35.00	29.00	29.00
T4D	13	13	21.00	15.00	20.00	17.00	17.00	17.00
T4D	14	15	27.00	15.00	30.00	(168.00)	30.00	27.00
T3D+PA	15	16	21.00	20.00	29.00	26.00	30.00	26.00
T3D+PA	16	17	10.00	7.00	8.00	10.00	9.00	9.00
T4D	17	18	22.00	20.00	23.00	28.00	19.00	22.00
ESM+	18	20	37.00	26.00	30.00	26.00	19.00	26.00
T4D	19	22	19.00	17.00	18.00	17.00	15.00	17.00
T4D	20	27	2.00	4.00	46.00	27.00	1.00	4.00
T4D	21	28	30.00	24.00	22.00	30.00	24.00	24.00
T4D	22	29	(78.00)	20.00	21.00	25.00	14.00	20.00
T4D	23	30	4.00	4.00	3.00	5.00	4.00	4.00
T4D	24	31	28.00	24.00	33.00	33.00	28.00	28.00
T4D	25	32	22.00	22.00	21.00	20.00	19.00	21.00
T4D	26	34	32.00	24.00	27.00	28.00	25.00	27.00
T4D	27	35	31.00	28.00	26.00	36.00	27.00	28.00
ESM+	28	36	10.00	10.00	7.00	8.00	7.00	8.00
ESM+	29	37	37.00	27.00	29.00	31.00	26.00	29.00
ESM+	30	38	11.70	5.50	70.80	(183.00)	30.00	11.70
ESM+	31	39	12.00	9.00	11.00	14.00	8.00	11.00
T3D	32	40	5.00	3.00	4.00	4.00	3.00	4.00
T3D	33	41	13.00	10.00	8.00	15.00	8.00	10.00
T3D	34	43	8.00	10.00	16.00	11.00	6.00	10.00
T3D	35	44	6.00	4.00	7.00	7.00	6.00	6.00
T3D	36	45	14.00	12.00	18.00	15.00	13.00	14.00
T3D	37	46	18.00	13.00	17.00	18.00	18.00	18.00
T3D	38	47	7.00	7.00	9.00	9.00	8.00	8.00
T3D	39	48	11.00	13.00	14.00	14.00	15.00	14.00
T3D	40	49	27.00	27.00	31.00	25.00	24.00	27.00
T3D	41	51	19.00	16.00	20.00	19.00	15.00	19.00
T3D	42	52	25.00	22.00	26.00	32.00	27.00	26.00

T3D	43	53	14.00	6.00	5.00	4.00	4.00	5.00
ESM+	44	54		-	20.00	30.00	29.00	24.50
T3D	45	60					14.00	14.00
T3D	46	61	27.00	25.00	27.00	28.00	25.00	27.00
T3D	47	62	26.00	21.00	22.00	24.00	24.00	24.00
T3D	48	63	14.00	12.00	15.00	14.00	12.00	14.00
T3D	49	64	26.00	22.00	28.00	29.00	26.00	26.00
T3D	50	65	1.00	2.00	-	1.00	-	1.00
T3D	51	68	17.00	15.00	17.00	16.00	14.00	16.00
T3D	52	69	-	-	-	-	-	-
T3D	53	70	5.00	7.00	6.00	6.00	1.00	6.00
T3D	54	71	16.00	13.00	14.00	17.00	11.00	14.00
T3D	55	72	10.00	10.00	13.00	13.00	5.00	10.00
T3D	56	73	19.00	17.00	19.00	26.00	20.00	19.00
ESM+	57	74	56.00	60.00	66.00	61.00	45.00	60.00
ESM+	58	75	45.00	40.00	42.00	37.00	35.00	40.00

Promedios por modelo de casas		
ESM+	26.00	mts3
T3D+DS	16.00	mts3
T3D+PA	17.50	mts3
T4D	22.00	mts3
T3D	14.00	mts3

Crecimiento poblacional

Viviendas	248
# de habitantes por vivienda	5
total de personas estimados	1240

Crecimiento geométrico		
Poblacion inicial	Pi	1240
Taza de crecimiento	R	0.50%
Cantidad de años	n	20
Población	1370	

No se tomará en cuenta el crecimiento poblacional debido que es para un residencial cerrado.

Dotación		
Por ser viviendas con opción de varios grifos la dotación por persona debe ser 90 - 170 litros.		
Dotación x habitante	145	lts
Dotación final total	179800	lts x día

Variación de consumo		
Caudal medio diario		
Consumo total	145.00	litros por habitante por día
Población	1240.00	habitantes
Qprom	2.08	litros

$$Q_m = \frac{P_{hab} * Dot_{/hab/día}}{86400_{/día}}$$

$$Q_{md} = Q_m \left[\frac{l}{s} \right] * Fdm$$

Consumo máximo diario		
K1	1.5	
Qmaximodiario	3.12	litros

1.2 para poblaciones futuras mayores de 1 000 habitantes, y de 1.2 a 1.5 para poblaciones futuras menores de 1 000 habitantes

$$Q_{mh} = Q_m \left[\frac{l}{s} \right] * Fmh$$

Consumo máximo horario		
K2	3.0	
Qmaximodiario	6.24	litros

2,0 para poblaciones futuras mayores de 1 000 habitantes, y de 2 a 3,0 para poblaciones futuras menores de 1 000 habitantes.

Volumen		
%	30%	
volumen	53.94	m ³

$$Vol = (Qmd * \%almacenamiento * 1m^3 * 86400 s / dia) / 1000$$

Altura de tanque			
			19967.19 Kg/m ²
Pb	Presión de tubería en vivienda	20 mca	28.4 psi
Za	Cota piezometrica de tanque	?	entre 10 y 40mca para agua potable segun infom
Zb	Cota piezometrica de vivienda más alta	160 m	
Va	Velocidad de agua en tanque	0	
Vb	Velocidad de agua en vivienda más alta	0	
g	Gravedad	9.81 m/s ²	
γ	Peso específico de agua	1000 kg/m ³	
hter	Altura de terreno donde se encontrara el tanque	168.5 m	

$$Za + \frac{Pa}{\gamma} + \frac{Va^2}{2g} = Zb + \frac{Pb}{\gamma} + \frac{Vb^2}{2g} \quad Za = Zb + \frac{Pb}{\gamma}$$

Za	179.97	m
----	--------	---

htanque	Altura de tanque sobre superficie de terreno	11.47	m
---------	--	-------	---

12 m

Datos

Yw	Peso específico de agua	1000	kg/m ³	62.43	lb/ft ³
Ys	Peso específico de suelo	1500	kg/m ³		
Yc	Peso específico de concreto	2400	kg/m ³		
f'c	Modulo de elastico de concreto	280	kg/cm ²	4000	psi
Ec	Resistencia nominal de concreto	252349.7573	kg/cm ²	3604996.5	psi
Q	Capacidad de soporte del suelo	4	kg/cm ²		
Fy (Grado 60)		4200	kg/cm ²	60000	psi

24855575078 Pa 2534564912 kg/m²

Dimensionamiento

a	Ancho	5	m	196.85	in
b	Largo o base	5	m	196.85	in
h	Altura	2.5	m	98.425	in
V	Volumen	62.5	m ³	3813961.1	in ³
	Chequeo de volumen de tanque	Cumple			
Bl	Borde libre	0.3	m	11.811	in
ha	Altura de agua	2.2	m	86.614	in
Va	Volumen de agua	55	m ³	3356285.8	in ³
	Chequeo de volumen de tanque	Cumple			

500 cm
500 cm
250 cm

30 cm
220 cm

Espeor de muro	0.3	m	30	cm
Espeor de losa	0.3	m	30	cm
Espeor de losa de cubierta	0.25	m	25	cm

Calculos de tanque				metodo PCA
Datos generales				
a	Ancho	5	m	196.85
b	Largo o base	5	m	196.85
h	Altura	2.5	m	98.425
V	Volumen	62.5	m ³	3813961
Bl	Borde libre	0.3	m	11.811
ha	Altura de agua	2.2	m	86.614
Va	Volumen de agua	55	m ³	3356286
Yw	Peso especifico de agua	1000	kg/m ³	62.43
Ys	Peso especifico de suelo	1500	kg/m ³	
Yc	Peso especifico de concreto	2400	kg/m ³	
f'c	Modulo de elastico de concreto	280	kg/m ²	4000
Ec	Resistencia nominal de concreto			3604997
Q	Capacidad de soporte del suelo	4	kg/cm ²	24855575078
Fy (Grado 60)		4200	kg/cm ²	60000
				2534564912

Espesor de muro	0.3	m
Espesor de losa	0.3	m
Espesor de losa de cubierta	0.25	m

Comportamiento	
Luz largo / Luz corta	1 m
	Bidimensional

Comportamiento de paredes y de losa de cubierta		
Paredes		
b	1	m
h	0.3	m
L	5	m
I=bh ³ /12	0.00225	m ⁴
Kp=4EI/L	44740035.14	N/m
Losa de cubierta		
h	0.25	m
I=bh ³ /12	0.001302083	m ⁴
Klc=4EI/L	25891224.04	N/m
Kp/Klc	1.728	
Condición de apoyo para losa de cubierta	Simplemente apoyado	
Borde inferior con el cimiento	Empotrados	

Condiciones de carga para analisis de muros	
Condición:	taque lleno completamente

Presión estática del agua		
qagua	Yn*h	2500
	Lx=Ly=b	5.3
Wl	peso de agua	61798
Wi	Fuerza impulsiva	28722
Wc	Fuerza convectiva	33985.94

Fuerza dinámica lateral ACI 350.01		
Z	Factor de zona	0.4
S	Factor de suelo	1
I	Factor de importancia	1.25
Rwi	Factor de modiciacion de respuesta	0.4
Rwc	Factor de modiciacion de respuesta	1
ε		1
SDs	2/3*Scr*Fa	1
SD1	2/3*S1s*Fv	1.06
Ts	SD1/SDs	1.06
mw	ha*(espesor/12)*(Yc/g)	11.21
mi	(Wi/Wl)*(L/2)*ha*(Yw/g)	276.21
m	mw+mi	287.42
Ti	2π*v(m/Kp)	0.02
λ		5.18
Tc		2.79
Ci		1
Cc		0.31
Ct		0.4
Pi		35902.5
Pc		5224.788
L/ha		2.41
hi		0.83
hc		1.23
Y	Nivel del liquido en el que el muro esta siendo investigado	0

Presión dinámica		
Pdin, convectiva unitaria] Pcy=		751.5347075
Pdin, impulsiva unitaria] Piy=		5164.224763
ε	0.65	
conclusion	Cumple	
F de inceria unitaria, Pwy=		257.9701906
Distribución dinámica horizontal		
Pc=Pcy/B		141.7990014
Pi=Piy/B		974.3820308
Pw=Pwy/B		48.67362087
uv		0.66666667
qhy		2200
P hidrodinamica vert, Pvy		1466.666667
p hidronimaico total, Py		1793.839718

Diseño de tanque	
Tanque lleno	
W1=Fuerzas convectivas	375.7673537 kg/m
W2=Fuerzas impulsivas	2582.112382 kg/m
Fuerzas inercial de muro	257.9701906 kg/m
X1=punto de aplicación convectiva	1.23 m
X2=punto de aplicación impulsiva	0.83
X3= punto de aplicación de inercia	1.25 m
M1=W1*X1	463.9240358 kg/m
M2=W2*X2	2130.242715 kg/m
M3=W3*X3	322.4627382 kg/m
Mtot	2916.629489 kg/m
Momento	4666.607182 kg*m
Corte de F impulsiva	2130.242715 kg
Corte de F convectiva	310.0080668 kg
Corte de F inercia	322.4627382 kg
Vc	2762.71352 kg
Corte	4420.341632 kg

Calculo de acero de refuerzo de muros		
Espesor	0.3 m	30 cm
Amin	6 cm ²	
Varilla No.	5 @	0.18 m
As	11 cm ²	
Momento resistente (Gravitatorio)		
Wpp=peso propio	1800 kg/m	
x	0.15 m	
Mpp	270 kg	
Wsobrecarga	5531.25 kg	
x	0.15	
Msobrecarga	829.6875 kg*m	
Mtotal	1099.6875 kg*m	
Mutotal	1759.5	
No Considerar cargas gravitatoria		
Momento nominal		
Recubrimiento	3 cm	
d	24 cm	
φ	0.9	
a=As*Fy/0.85*F'c*b	0.388235294	
φMn=φAs*Fy*(d-a/2)	4908.885882	
Chequeo		
Mu	4666.607182 kg*m	
φMn	4908.885882 kg*m	
φMn>Mu	Cumple	
Chequeo por cortante		
d	24.00 cm	
φ	0.75	
b	500 cm	
φVc=φ2Vf'c*b*d	301197.6096 kg	
φVc>Vu	Cumple	
Acero por fraguado y temperatura (horizontal)		
b=1m	100 cm	
Mu/φ*b*d ²	0.090019429	
pmin	0.0018	
As=pmin*b*d	0.069882353 cm ²	
Varilla No.	4 @	0.3 m
As	4.2 cm ²	

Losa Superior			
Cargas de losa			
Carga viva	200	kg/m ²	NSE2-2017
Sobra carga	85	kg/m ²	NSE2-2017; carga de tefre
Peso Propio del concreto	600	kg/m ²	
Wtotal	885	kg/m ²	
Espesor	0.25 m		25 cm
Amin	5 cm ²		
Varilla No.	5 @		0.2 m
As	9.9 cm ²		
Momento nominal			
W	885 kg/m ²		
M=Wl ² /8	2765.625 kg		
Mu=1.4M	3871.875 kg		
Momento resistente			
Recubrimiento	2.5 cm		
d	22.5 cm		
φ	0.9		
a=As*Fy/0.85*f'c*b	0.349411765 cm		
φMn=φAs*Fy*(d-a/2)	4144.596565 kg*m		
Chequeo			
Mu	3871.875 kg		
φMn	4144.596565 kg*m		
φMn>Mu	Cumple		
Chequeo por cortante			
d	22.50 cm		
φ	0.75		
b	500 cm		
φVc=φ2vf'c*b*d	282372.759 kg		
Vu	2212.5 kg		
φVc>Vu	Cumple		
Chequeo de deflexiones			
U=Wl ⁴ /384EI	8.72931E-05		
Uadm=L/360	0.013888889		
I	0.006510417 m ³		
δ	8.72931E-05		
δ<Uadm	Cumple		
Acero por fraguado y temperatura (horizontal)			
b=1m	100 cm		
Mu/φ*b*d ²	0.084979424		
pmin	0.0018		
As=pmin*b*d	4.05 cm ²		
Varilla No.	4 @		0.3 m
As	4.2 cm ²		

Losa inferior		
Cargas de losa		
Carga de muros	3765	kg/m ²
Peso de agua	2200	kg/m ²
Peso Propio del concreto	720	kg/m ²
Wtotal	6685	kg/m ²
Espesor	0.3 m	30 cm
Amin	6 cm ²	
Varilla No.	5 @	0.3 m
As	6.6 cm ²	
Momento nominal		
W	6685	
M=WI ² /8	20890.625	kg
Mu=1.4M	29246.875	kg
Momento resistente		
Recubrimiento	3	cm
d	27	cm
φ	0.9	
a=As*Fy/0.85*f'c*b	0.232941176	
φMn=φAs*Fy*(d-a/2)	333892.2918	
Chequeo		
Mu	29246.875	kg
φMn	333892.2918	kg
φMn>Mu	Cumple	
Chequeo por cortante		
d	27.00	cm
φ	0.75	
b	500	cm
φVc=φ2vf'c*b*d	338847.3107	
Vu	16712.5	
φVc>Vu	Cumple	
Chequeo de deflexiones		
U=Wl ⁴ /384EI	0.000381588	
Uadm=L/360	0.013888889	
I	0.01125	m ³
δ	0.000381588	
δ<Uadm	Cumple	
Acero por fraguado y temperatura (horizontal)		
b=1m	100	cm
Mu/φ*b*d ²	0.445768557	
pmin	0.0018	
As=pmin*b*d	4.86	cm ²
Varilla No.	4 @	0.25 m
As	5.1	cm ²

NSE 2

Datos sísmicos		
	Ubicación	Villa Nueva
	Clase de sitio	ordinaria
	Clase de obra	D
Io	Índice de sismicidad	4.2
Scr	Ordenada espectral periodo corto	1.5
S1r	Ordenada espectral periodo de 1s	0.55
	Velocidad básica del viento	100
Fa	Coefficiente de sitio periodo corto	1
Fv	Coefficiente de sitio periodo largo	1.7
Na	Factor para periodos cortos de vibración a 10 Km	1
Nv	Factor para periodos largo de vibración a 10 Km	1
Ts		0.623333333
To		0.124666667
Kd	Factor acuerdo al nivel de sismo	0.66
	Factor de importancia para tanque	

g
g
kph

Scs	Scr*Fa*Na	1.5
S1s	S1r*Fv*Nv	0.935
Scd	Kd*Scs	0.99
S1d	Kd*S1s	0.6171

Sistema estructural		
Sistema E6		
R		2.5
Ω_r		1.2
Cd		1.5

Coeficiente sísmico al límite de cedencia		
Sa		0.99
Cs	Sa/R	0.396
Cs min1		0.04356
Cs min2		0.1221858
Cs max		0.396
Comprobación		OK

NSE 1 capitulo 3
 Tabla A-1 de anexo NSE 2-2018
 Tabla 4.2.2-1 NSE 2-2018
 Tabla 4.2.2-1 NSE 2-2018
 Tabla 4.2.2-1 NSE 2-2018
 Tabla 4.5-1 NSE 2-2018
 Tabla 4.5-1 NSE 2-2018

$$T_s = S_{1s} / S_{cs}$$

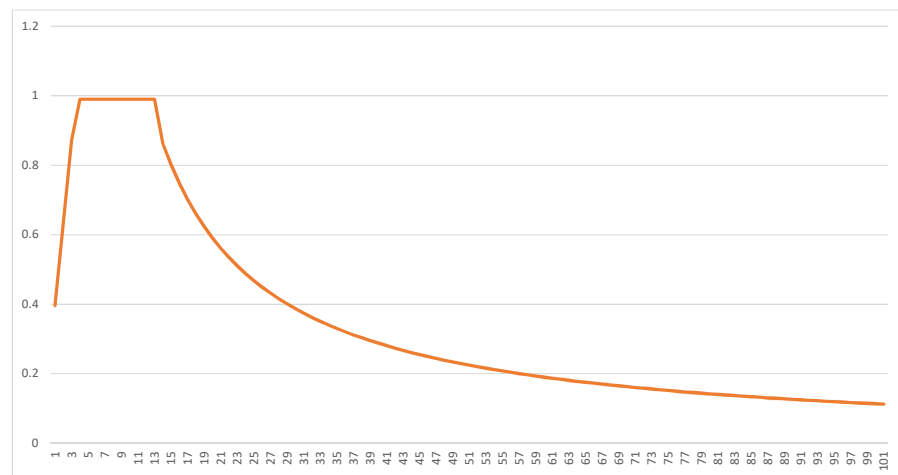
$$T_0 = 0.2 T_s$$

Tabla 4.5.5-1 NSE 2-2018

Gravedad	9.81
Scd	0.99
To	0.124667
Ts	0.623333
S1d	0.561
R	2.5

T	Sa		
0	0.396		
0.05	0.634235	2.55	0.22
0.1	0.872471	2.6	0.215769
0.15	0.99	2.65	0.211698
0.2	0.99	2.7	0.207778
0.25	0.99	2.75	0.204
0.3	0.99	2.8	0.200357
0.35	0.99	2.85	0.196842
0.4	0.99	2.9	0.193448
0.45	0.99	2.95	0.190169
0.5	0.99	3	0.187
0.55	0.99	3.05	0.183934
0.6	0.99	3.1	0.180968
0.65	0.863077	3.15	0.178095
0.7	0.801429	3.2	0.175313
0.75	0.748	3.25	0.172615
0.8	0.70125	3.3	0.17
0.85	0.66	3.35	0.167463
0.9	0.623333	3.4	0.165
0.95	0.590526	3.45	0.162609
1	0.561	3.5	0.160286
1.05	0.534286	3.55	0.158028
1.1	0.51	3.6	0.155833
1.15	0.487826	3.65	0.153699
1.2	0.4675	3.7	0.151622
1.25	0.4488	3.75	0.1496
1.3	0.431538	3.8	0.147632
1.35	0.415556	3.85	0.145714
1.4	0.400714	3.9	0.143846
1.45	0.386897	3.95	0.142025
1.5	0.374	4	0.14025
1.55	0.361935	4.05	0.138519
1.6	0.350625	4.1	0.136829
1.65	0.34	4.15	0.135181
1.7	0.33	4.2	0.133571
1.75	0.320571	4.25	0.132
1.8	0.311667	4.3	0.130465
1.85	0.303243	4.35	0.128966
1.9	0.295263	4.4	0.1275
1.95	0.287692	4.45	0.126067
2	0.2805	4.5	0.124667
2.05	0.273659	4.55	0.123297
2.1	0.267143	4.6	0.121957
2.15	0.26093	4.65	0.120645
2.2	0.255	4.7	0.119362
2.25	0.249333	4.75	0.118105
2.3	0.243913	4.8	0.116875
2.35	0.238723	4.85	0.11567
2.4	0.23375	4.9	0.11449
2.45	0.22898	4.95	0.113333
2.5	0.2244	5	0.1122

T	Sa		
0	1.553904		
0.05	2.488739	2.55	0.86328
0.1	3.423575	2.6	0.846678
0.15	3.88476	2.65	0.830703
0.2	3.88476	2.7	0.81532
0.25	3.88476	2.75	0.800496
0.3	3.88476	2.8	0.786201
0.35	3.88476	2.85	0.772408
0.4	3.88476	2.9	0.759091
0.45	3.88476	2.95	0.746225
0.5	3.88476	3	0.733788
0.55	3.88476	3.05	0.721759
0.6	3.88476	3.1	0.710117
0.65	3.386714	3.15	0.698846
0.7	3.144806	3.2	0.687926
0.75	2.935152	3.25	0.677343
0.8	2.751705	3.3	0.66708
0.85	2.58984	3.35	0.657124
0.9	2.44596	3.4	0.64746
0.95	2.317225	3.45	0.638077
1	2.201364	3.5	0.628961
1.05	2.096537	3.55	0.620103
1.1	2.00124	3.6	0.61149
1.15	1.91423	3.65	0.603113
1.2	1.83447	3.7	0.594963
1.25	1.761091	3.75	0.58703
1.3	1.693357	3.8	0.579306
1.35	1.63064	3.85	0.571783
1.4	1.572403	3.9	0.564452
1.45	1.518182	3.95	0.557307
1.5	1.467576	4	0.550341
1.55	1.420235	4.05	0.543547
1.6	1.375853	4.1	0.536918
1.65	1.33416	4.15	0.530449
1.7	1.29492	4.2	0.524134
1.75	1.257922	4.25	0.517968
1.8	1.22298	4.3	0.511945
1.85	1.189926	4.35	0.506061
1.9	1.158613	4.4	0.50031
1.95	1.128905	4.45	0.494689
2	1.100682	4.5	0.489192
2.05	1.073836	4.55	0.483816
2.1	1.048269	4.6	0.478557
2.15	1.02389	4.65	0.473412
2.2	1.00062	4.7	0.468375
2.25	0.978384	4.75	0.463445
2.3	0.957115	4.8	0.458618
2.35	0.936751	4.85	0.453889
2.4	0.917235	4.9	0.449258
2.45	0.898516	4.95	0.44472
2.5	0.880546	5	0.440273



Viga



datos: $\gamma_c := 2400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$ $L := 5 \text{ m}$

$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ $f'_c := 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ $bw := 30 \text{ cm}$ $d := 60 \text{ cm}$ $d' := 7 \text{ cm}$

$\beta_1 := 0.85$ $E := 218541.30 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

$M_u := 87701.20 \text{ kgf} \cdot \text{m}$ obtenido de modelo zap2000

Suponemos $\phi := 0.9$

$$M_n := \frac{M_u}{\phi} = 97445.778 \text{ m} \cdot \text{kgf}$$

ρ_{min} obtenido de tabla A.7 pg. 665 para $\epsilon_t = 0.005$

$\rho_{max} := 0.0181$

$A_{s1} := \rho_{max} \cdot bw \cdot d = 3258 \text{ mm}^2$

para $\rho = 0.0181 \frac{M_u}{\phi \cdot bw \cdot d^2}$ usar tabala A.13 pg. 672

$\rho := 6.388 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

Viga

$$Mu1 := \rho \cdot \phi \cdot bw \cdot d^2 = 0.621 \text{ m} \cdot \text{kgf}$$

$$Mn1 := \frac{Mu1}{\phi} = 0.69 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$Mn2 := Mn - Mn1 = 97445.088 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$a := \frac{As1 \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot bw} = 191.647 \text{ mm}$$

$$c := \frac{a}{\beta_1} = 225.467 \text{ mm} \quad \varepsilon'_s := \left(\frac{c - d'}{c} \right) (0.003) = 0.002$$

$$As \cdot fy = 0.85 f'c \cdot b \cdot \beta_1 \cdot c + As' \cdot fy = As' \left(\frac{c2 - d'}{c2} \right) (0.0030) \cdot E$$

$$f's := fy$$

$$A's_{teo_req} := \frac{Mn2}{fy \cdot (d - d')} = 4377.587 \text{ mm}^2$$

$$A's_{teo_req} \cdot f's = As2 \cdot fy$$

despejar para As2

$$As2 := \frac{A's_{teo_req} \cdot f's}{fy} = 4377.587 \text{ mm}^2$$

escoger acero con el As en
tabla B.4 pg. 641

como el área es de 4377.59mm² se puede utilizar 6#32 (6#10) o
8#29 (8#9)

$$As := As1 + As2 = 7635.587 \text{ mm}^2$$

como el área es de 7635.59mm² se puede utilizar 8#36 (8#11) o
10#32 (10#10)

$$V_u := 41377.83 \text{ kgf} \quad \text{obtenido de modelo zap2000} \quad \lambda := 1.0$$

$$V_u \leq \frac{1}{2} \phi \cdot V_c \quad V_c := 1.7 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot bw \cdot d = (5.12 \cdot 10^4) \text{ kgf}$$

$$\text{Chequeo} := \text{if} \left(V_u \leq \left(\frac{1}{2} \cdot \phi \cdot V_c \right), \text{“No requiere estribos”}, \text{“requiere estribos”} \right)$$

Viga

Chequeo = "requiere estribos"

$$A_v := 199 \text{ mm}^2 \quad \text{área de varillas \#16}$$

Separación teórica de estribos

$$\phi := 0.75$$

$$V_s := \frac{V_u - \phi \cdot V_c}{\phi} = (3.967 \cdot 10^3) \frac{1}{m} \cdot \text{kgf} \cdot m \quad \text{if } V_s > 8 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b_w \cdot d = \text{"calcular separación"}$$

$$s_1 := \frac{2 \cdot A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = 252.836 \text{ cm} \quad \begin{array}{l} \parallel \text{"usar otra viga"} \\ \text{else} \\ \parallel \text{"calcular separación"} \end{array}$$

Separación por suministrar el acero mínimo

$$\frac{A_v}{s_2} = \frac{0.75 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w}{F_y} \quad s_2 := \frac{2 \cdot A_v \cdot f_y}{0.75 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b_w} = 44.399 \text{ cm}$$

$$\frac{A_v}{s_3} = \frac{50 \cdot b_w}{F_y} \quad s_3 := \frac{2 \cdot A_v \cdot f_y}{50 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot b_w} = 11.144 \text{ cm}$$

No aplicar el S teórico, no suministrar acero mínimo, Separación máxima proveer Av mínimo

$$V_u < 4 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \quad 4 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b_w \cdot d = (1.205 \cdot 10^5) \text{ kgf}$$

$$s_{max1} := \frac{d}{2} = 11.811 \text{ in}$$

$$s_{max2} := 24 \text{ in}$$

$$\text{separación} := \min(s_1, s_2, s_3, s_{max1}, s_{max2}) = 11.144 \text{ cm}$$

Columnas superiores

$$\gamma_c := 2400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3} \quad h := 4 \text{ m} \quad f'_c := 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$P_u := 118608.39 \text{ kgf} \quad \text{obtenido de modelo zap2000}$$

Dimensionamiento de viga:

$$A_{st} = 0.02 \cdot A_g \quad \phi := 0.65$$

$$\phi P_n = \phi \cdot 0.8 \cdot (0.85 \cdot f'_c (A_g - (0.02 \cdot A_g)) + f_y \cdot (0.02 \cdot A_g))$$

$$A_g := P_u = \phi \cdot 0.8 \cdot (0.85 \cdot f'_c \cdot (A_g - (0.02 \cdot A_g)) + f_y \cdot (0.02 \cdot A_g)) \xrightarrow{\text{solve}, A_g} 718.99211225667536347 \cdot \text{cm}^2 = 0$$

$$A_g = 718.992 \text{ cm}^2$$

$$\text{dimensión} := \sqrt{A_g} = 26.814 \text{ cm}$$

Área de acero

$$A_{st} := P_u = \phi \cdot 0.8 \cdot (0.85 \cdot f'_c \cdot (A_g - A_{st}) + f_y \cdot A_{st}) \xrightarrow{\text{solve}, A_{st}} 57.570181143944394828 \cdot \text{cm}^2 - 0.0043190338$$

$$A_{st} = 1437.984 \text{ mm}^2$$

usar 4#7

Vigas de amarre



datos:

$$\gamma_c := 2400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3} \quad L := 5 \text{ m}$$

$$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad f'_c := 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad bw := 30 \text{ cm} \quad d := 40 \text{ cm} \quad d' := 7 \text{ cm}$$

$$\beta_1 := 0.85 \quad E := 218541.30 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$M_u := 774.07 \text{ kgf} \cdot \text{m} \quad \text{obtenido de modelo zap2000}$$

Suponemos $\phi := 0.9$

$$M_n := \frac{M_u}{\phi} = 860.078 \text{ m} \cdot \text{kgf}$$

ρ_{min} obtenido de tabla A.7 pg. 665 para $\epsilon_t = 0.005$

$$\rho_{max} := 0.0181$$

$$A_{s1} := \rho_{max} \cdot bw \cdot d = 2172 \text{ mm}^2$$

para $\rho = 0.0181 \frac{M_u}{\phi \cdot bw \cdot d^2}$ usar tabala A.13 pg. 672

$$\rho := 6.388 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$M_{u1} := \rho \cdot \phi \cdot bw \cdot d^2 = 0.276 \text{ m} \cdot \text{kgf}$$

Vigas de amarre

$$Mn1 := \frac{Mu1}{\phi} = 0.307 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$Mn2 := Mn - Mn1 = 859.771 \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

$$a := \frac{As1 \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot bw} = 127.765 \text{ mm}$$

$$c := \frac{a}{\beta_1} = 150.311 \text{ mm} \quad \epsilon'_s := \left(\frac{c - d'}{c} \right) (0.003) = 0.002$$

$$As \cdot fy = 0.85 \cdot f'c \cdot b \cdot \beta_1 \cdot c + As' \cdot fy = As' \left(\frac{c2 - d'}{c2} \right) (0.0030) \cdot E$$

$$f's := fy$$

$$A's_{teo_req} := \frac{Mn2}{fy \cdot (d - d')} = 62.033 \text{ mm}^2$$

$$A's_{teo_req} \cdot f's = As2 \cdot fy$$

despejar para As2

$$As2 := \frac{A's_{teo_req} \cdot f's}{fy} = 62.033 \text{ mm}^2$$

escoger acero con el As en
tabla B.4 pg. 641

como el área es de 62.33mm² se puede utilizar 2#10

$$As := As1 + As2 = 2234.033 \text{ mm}^2$$

como el área es de 2234.03mm² se puede utilizar 4#29

$$V_u := 48945.55 \text{ kgf} \quad \text{obtenido de modelo zap2000} \quad \lambda := 1.0$$

$$V_u \leq \frac{1}{2} \phi \cdot V_c \quad V_c := 1.7 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot bw \cdot d = (3.414 \cdot 10^4) \text{ kgf}$$

$$\text{Chequeo} := \text{if} \left(V_u \leq \left(\frac{1}{2} \cdot \phi \cdot V_c \right), \text{“No requiere estribos”}, \text{“requiere estribos”} \right)$$

Chequeo = “requiere estribos”

Vigas de amarre

$$A_v := 71 \text{ mm}^2 \quad \text{área de varillas \#10}$$

Separación teórica de estribos

$$\phi := 0.75$$

$$V_s := \frac{V_u - \phi \cdot V_c}{\phi} = (3.113 \cdot 10^4) \frac{1}{m} \cdot \text{kgf} \cdot m \quad \text{if } V_s > 8 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} \cdot b_w \cdot d = \text{"calcular separación"}$$

$$s_1 := \frac{2 \cdot A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} = 7.665 \text{ cm} \quad \begin{array}{l} \parallel \text{"usar otra viga"} \\ \text{else} \\ \parallel \text{"calcular separación"} \end{array}$$

Separación por suministrar el acero mínimo

$$\frac{A_v}{s_2} = \frac{0.75 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w}{F_y} \quad s_2 := \frac{2 \cdot A_v \cdot f_y}{0.75 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot b_w} = 15.841 \text{ cm}$$

$$\frac{A_v}{s_3} = \frac{50 \cdot b_w}{F_y} \quad s_3 := \frac{2 \cdot A_v \cdot f_y}{50 \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot b_w} = 3.976 \text{ cm}$$

No aplicar el S teórico, no suministrar acero mínimo, Separación máxima proveer A_v mínimo

$$V_u < 4 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \quad 4 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cdot b_w \cdot d = (8.032 \cdot 10^4) \text{ kgf}$$

$$s_{max1} := \frac{d}{2} = 7.874 \text{ in}$$

$$s_{max2} := 24 \text{ in}$$

$$\text{separación} := \left| \min(s_1, s_2, s_3, s_{max1}, s_{max2}) \right| = 3.976 \text{ cm}$$

Columnas intermedias

$$\gamma_c := 2400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3} \quad h := 4 \text{ m} \quad f'_c := 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$Pu := 170280.92 \text{ kgf} \quad \text{obtenido de modelo zap2000}$$

Dimensionamiento de viga:

$$Ast = 0.02 \cdot Ag \quad \phi := 0.65$$

$$\phi Pn = \phi \cdot 0.8 \cdot (0.85 \cdot f'_c \cdot (Ag - (0.02 \cdot Ag)) + f_y \cdot (0.02 \cdot Ag))$$

$$Ag := Pu = \phi \cdot 0.8 \cdot (0.85 \cdot f'_c \cdot (Ag - (0.02 \cdot Ag)) + f_y \cdot (0.02 \cdot Ag)) \xrightarrow{\text{solve, } Ag} 1032.225783924813051 \cdot \text{cm}^2 = 0.1$$

$$Ag = (1.032 \cdot 10^3) \text{ cm}^2$$

$$\text{dimensión} := \sqrt{Ag} = 32.128 \text{ cm}$$

Área de acero

$$As := Pu = \phi \cdot 0.8 \cdot (0.85 \cdot f'_c \cdot (Ag - Ast) + f_y \cdot Ast) \xrightarrow{\text{solve, } Ast} 82.651011532636974333 \cdot \text{cm}^2 - 0.00620064958$$

$$As = 2064.452 \text{ mm}^2$$

usar 6#22

Columnas base

$$\gamma_c := 2400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3} \quad h := 4 \text{ m} \quad f'_c := 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$Pu := 298980 \text{ kgf} \quad \text{obtenido de modelo zap2000}$$

Dimensionamiento de viga:

$$Ast = 0.02 \cdot Ag \quad \phi := 0.65$$

$$\phi Pn = \phi \cdot 0.8 \cdot (0.85 \cdot f'_c \cdot (Ag - (0.02 \cdot Ag)) + f_y \cdot (0.02 \cdot Ag))$$

$$Ag := Pu = \phi \cdot 0.8 \cdot (0.85 \cdot f'_c \cdot (Ag - (0.02 \cdot Ag)) + f_y \cdot (0.02 \cdot Ag)) \xrightarrow{\text{solve, } Ag} 1812.3866424837298624 \cdot \text{cm}^2 = 0$$

$$Ag = (1.812 \cdot 10^3) \text{ cm}^2$$

$$\text{dimensión} := \sqrt{Ag} = 42.572 \text{ cm}$$

Dimensionamiento de viga son de 30cm x 30cm

Área de acero

$$As := Pu = \phi \cdot 0.8 \cdot (0.85 \cdot f'_c \cdot (Ag - Ast) + f_y \cdot Ast) \xrightarrow{\text{solve, } Ast} 145.11901526035801654 \cdot \text{cm}^2 - 0.01088712824$$

$$As = 3624.773 \text{ mm}^2$$

usar 8#25

Suponiendo estribos #13

Zapata aislada

$$P_D := 130570.3 \text{ kgf}$$

$$l_{col} := 30 \text{ cm}$$

$$prof := 1.5 \text{ m}$$

$$P_L := 0 \text{ kgf}$$

$$\gamma_{suelo} := 150 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$$

$$\gamma_{conc} := 2400 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$$

$$f'_c := 280 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \quad F_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

$$q_a := 5000 \frac{\text{lbf}}{\text{ft}^2}$$

Asumir espesor de zapata aislada

$$H := 100 \text{ cm}$$

Recubrimiento: $rec := 7.5 \text{ cm}$ por alto contenido de azufre

$$d := H - rec = 92.5 \text{ cm}$$

Presión efectiva admisible en el suelo:

$$q_e := q_a - H \cdot \gamma_{conc} - (prof - H) \cdot \gamma_{suelo} = 21937.138 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Área de zapata requerida:

$$A_{zapata} := \frac{P_D + P_L}{q_e} = 5.952 \text{ m}^2$$

$$L_{zapata} := \sqrt{A_{zapata}} = 2.44 \text{ m}$$

Asumir zapata es de 2.5m x 2.5m $b_w := 2.5 \text{ m}$

Presión última de suelo:

$$I := \frac{1.4 \cdot P_D}{A_{zapata}} = (3.071 \cdot 10^4) \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$II := \frac{1.2 \cdot P_D + 1.6 \cdot P_L}{A_{zapata}} = (2.632 \cdot 10^4) \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$Pu := \max(I, II) = (3.071 \cdot 10^4) \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

Revisión del cortante por punzonamiento:

$$b_o := 4 (l_{col} + d) = 192.913 \text{ in}$$

Zapata aislada

Interfase zapata - columna $A_{per_critico} := d + 30 \text{ cm} = 1.225 \text{ m}$

$$V_u := Pu \cdot A_{zapata} - (A_{per_critico})^2 \cdot Pu = (1.367 \cdot 10^5) \text{ kgf}$$

Verificación del peralte efectivo $\phi := 0.75 \quad \lambda := 1$

$$d_1 := V_u = \phi \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'c \cdot psi} \cdot b_o \cdot d_1 \xrightarrow{\text{solve}, d_1} \frac{56.46789045646165834 \cdot \text{kgf}}{5 \cdot \text{in} \cdot \sqrt{\frac{\text{kgf} \cdot \text{psi}}{\text{cm}^2}}}$$

$$d_1 = 83.843 \text{ cm}$$

$$chequeo := \text{if}(d_1 < d, \text{"ok"}, \text{"no"}) = \text{"ok"}$$

Conclusión: La altura de la zapata asumido (H=24in,d=19.50in) es aceptable y suficiente para soportar el cortante en dos direcciones (por punzonamiento).

Cortante en 1 dirección:

$$z := \frac{b_w - l_{col}}{2} = 1.1 \text{ m}$$

$$x := z - d = 0.175 \text{ m}$$

$$A_{ashurado} := x \cdot b_w = 0.438 \text{ m}^2$$

$$V_{u1} := Pu \cdot A_{ashurado} = (1.344 \cdot 10^4) \text{ kgf}$$

Verificación de peralte efectivo "d":

$$d_2 := 3 V_{u1} = \phi \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'c \cdot psi} \cdot b_w \cdot d_2 \xrightarrow{\text{solve}, d_2} \frac{1284.7748629354030607 \cdot \text{kgf}}{m \cdot \sqrt{\frac{\text{kgf} \cdot \text{psi}}{\text{cm}^2}}}$$

$$d_2 = 0.485 \text{ m}$$

$$chequeo := \text{if}(d_2 < d, \text{"ok"}, \text{"no"}) = \text{"ok"}$$

Conclusión: La altura de la zapata asumido (H=24in,d=19.50in) es aceptable y suficiente para soportar el cortante en una dirección.

Momento flector último: $A_{ashurado_1} := z \cdot b_w = 2.75 \text{ m}^2$

$$Mu = Fu \cdot d \quad Mu := Pu \cdot A_{ashurado_1} \cdot \frac{z}{2} = (4.645 \cdot 10^4) \text{ kgf} \cdot \text{m}$$

Zapata aislada

$$Mu = \phi \cdot Mn \quad \text{asumir que } \varepsilon_s \geq 0.005 \quad \phi_1 := 0.9$$

$$As_1 := Mu = \phi_1 \cdot As_1 \cdot Fy \cdot \left(d - \frac{1}{2} \left(\frac{As_1 \cdot Fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b_w} \right) \right) \xrightarrow{\text{solve}, As_1} \left[\begin{array}{l} 0.000074955908289241622575 \cdot m \cdot cm^2 \cdot \left(\sqrt{\frac{k}{k_1}} \right) \\ \hline 0.000074955908289241622575 \cdot m \cdot cm^2 \cdot \left(\sqrt{\frac{k_1}{k}} \right) \end{array} \right]$$

$$As_1 = \left[\begin{array}{l} 1335.329 \\ 260748.004 \end{array} \right] mm^2 \text{ Seleccionar el menor}$$

$$As_1 := 1335.33 \text{ mm}^2$$

$$\rho := \frac{As_1}{b_w \cdot d} = 5.774 \cdot 10^{-4}$$

De la tabla A.7 Pg.606 de libro de texto

$$\rho_{min} := 0.0033$$

$$\rho := \text{if}(\rho < \rho_{min}, \rho_{min}, \rho) = 0.0033$$

$$As_{req} := \rho \cdot b_w \cdot d = 7631.25 \text{ mm}^2$$

$$8\#36 \text{ As}=8048 \text{ mm}^2 \quad As := 8048 \text{ mm}^2$$

Longitud efectivo:

$$\psi_t := 1 \quad \psi_e := \psi_t \quad \psi_s := \psi_t \quad \lambda := 1 \quad db := 35.8 \text{ mm}$$

$$k_{tr} := 0 \quad cb := 7.5 \text{ cm} \quad f'c = (2.746 \cdot 10^7) \text{ Pa}$$

$$b_w = 2.5 \text{ m}$$

$$k_{tr} = 0 \quad d = 0.925 \text{ m}$$

$$Ld := \frac{Ld}{db} = \frac{3}{40} \cdot \frac{Fy \cdot \psi_t \cdot \psi_e \cdot \psi_s}{\lambda \cdot \sqrt{f'c} \cdot \frac{kgf}{cm^2} \cdot \frac{cb + k_{tr}}{db}} \xrightarrow{\text{solve}, Ld} \frac{3216.8908692213977559 \cdot mm^2 \cdot kgf}{cm^3 \cdot \sqrt{\frac{kgf^2}{cm^4}}} = 0.322 \text{ m}$$

Zapata Aislada

$$Ld = 32.169 \text{ cm}$$

Redondear a 33cm

$$z - rec = 1.025 \text{ m}$$

Diámetro de tubería de salida

Tubería

$$P_{tuberia1} := 160 \quad \text{psi} \quad P_{tub160} := \frac{P_{tuberia1}}{1.42} = 112.676 \quad \text{m.c.a.}$$

$$P_{tuberia2} := 250 \quad \text{psi} \quad P_{tub250} := \frac{P_{tuberia2}}{1.42} = 176.056 \quad \text{m.c.a.}$$

$$Cota_{mayor} := 180 \quad \text{m}$$

$$Cota_{menor} := 160 \quad \text{m}$$

$$H_1 := Cota_{mayor} - Cota_{menor} = 20 \quad \text{m}$$

if ($H_1 < P_{tub160}$, “si cumple PVC 160 PSI”, “no cumple PVC 160 PSI”) = “si cumple PVC 160 PSI”

if ($H_1 < P_{tub250}$, “si cumple PVC 250 PSI”, “no cumple PVC 250 PSI”) = “si cumple PVC 250 PSI”

$$P_{tub} := P_{tub160} \quad \text{Seleccionar tubería (160PSI por razones economicos)}$$

$$\Delta h := Cota_{mayor} - Cota_{menor} = 20 \quad \text{if } (\Delta h > P_{tub}, \text{ “Poner caja”, “No necesita caja”}) = \text{ “No necesita caja”}$$

Presiones:

$$\text{Lonitud de tramo: } L := 175 \quad \text{m}$$

$$\text{Caudal: } Q := 3.12 \frac{\text{L}}{\text{s}}$$

$$\text{Peso específico de agua: } \gamma_{agua} := 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$P_A := 0 \quad \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \quad P_B := 19967.188 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$Cota_A := 180 \quad \text{m}$$

$$Cota_B := 160 \quad \text{m}$$

$$C_{pzA} := Cota_A + \frac{P_A}{\gamma_{agua}} = 180$$

$$C_{pzB} := Cota_B + \frac{P_B}{\gamma_{agua}} = 179.967$$

$$C := 150$$

Diámetro de tubería de salida

Cálculos:

$$hf := C_{pzA} - C_{pzB} = 0.033$$

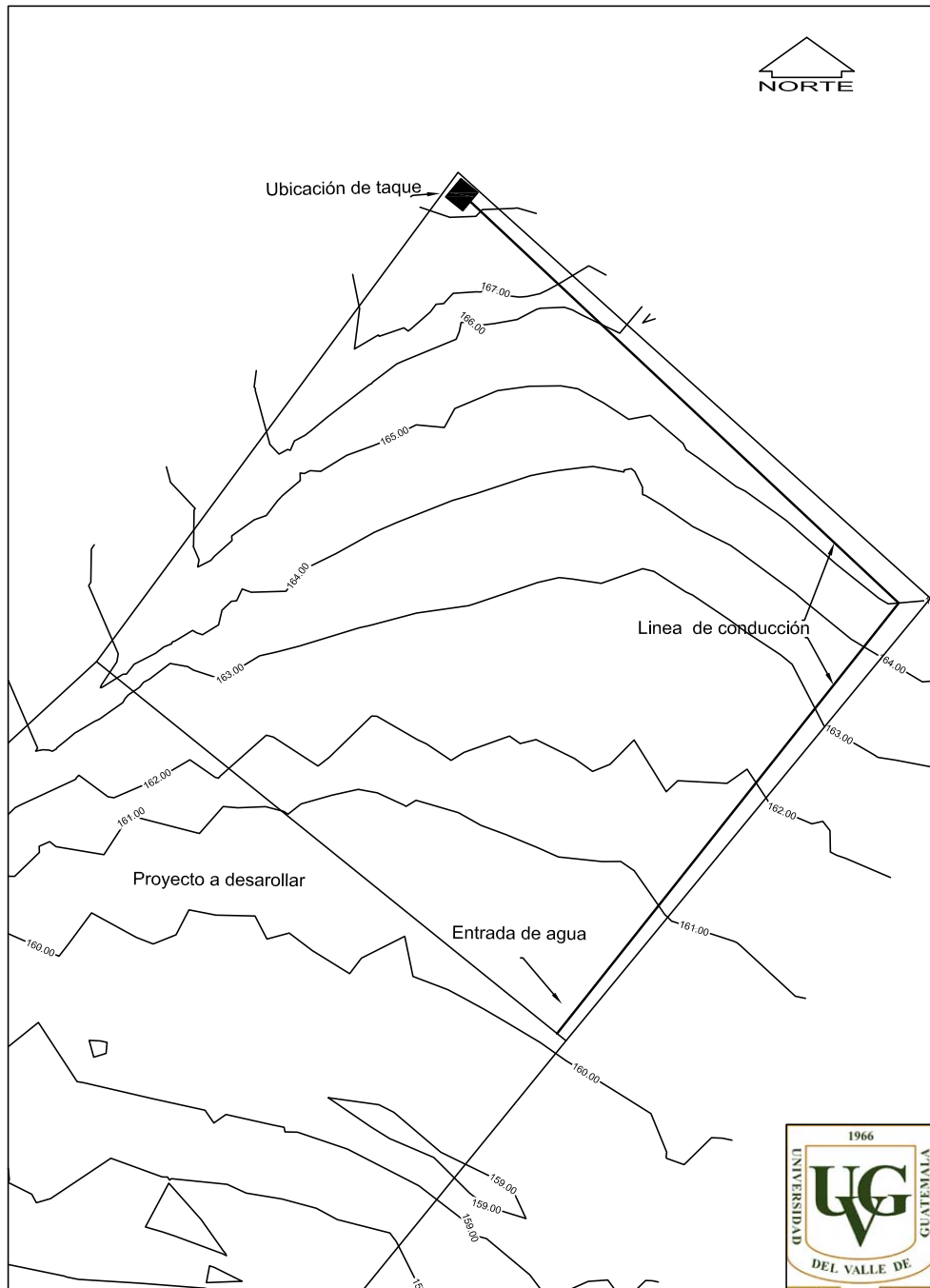
$$\phi_n := \left(\frac{1743.811 \cdot L \cdot Q^{1.852}}{C^{1.852} \cdot hf} \right)^{\frac{1}{4.871}} = 6.182 \quad \phi := 6 \quad in$$

$$h_1 := \frac{1743.811 \cdot L \cdot Q^{1.852}}{C^{1.852} \cdot \phi^{4.871}} = 0.038 \quad m$$

$$L_{tubos} := 6 \quad m$$

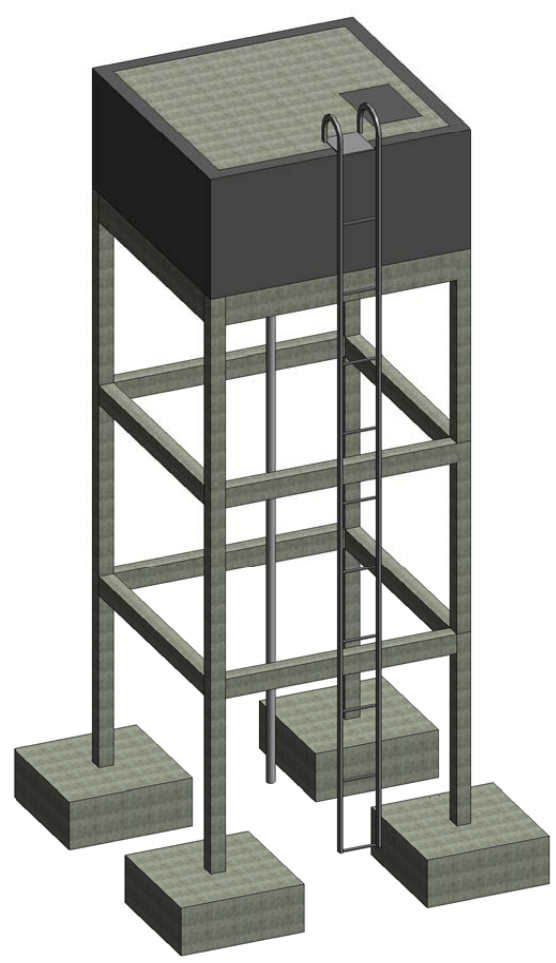
$$N_1 := \frac{L}{L_{tubos}} = 29$$

$$N_1 = 29 \quad tubos \quad de \quad \phi = 6 \quad in$$



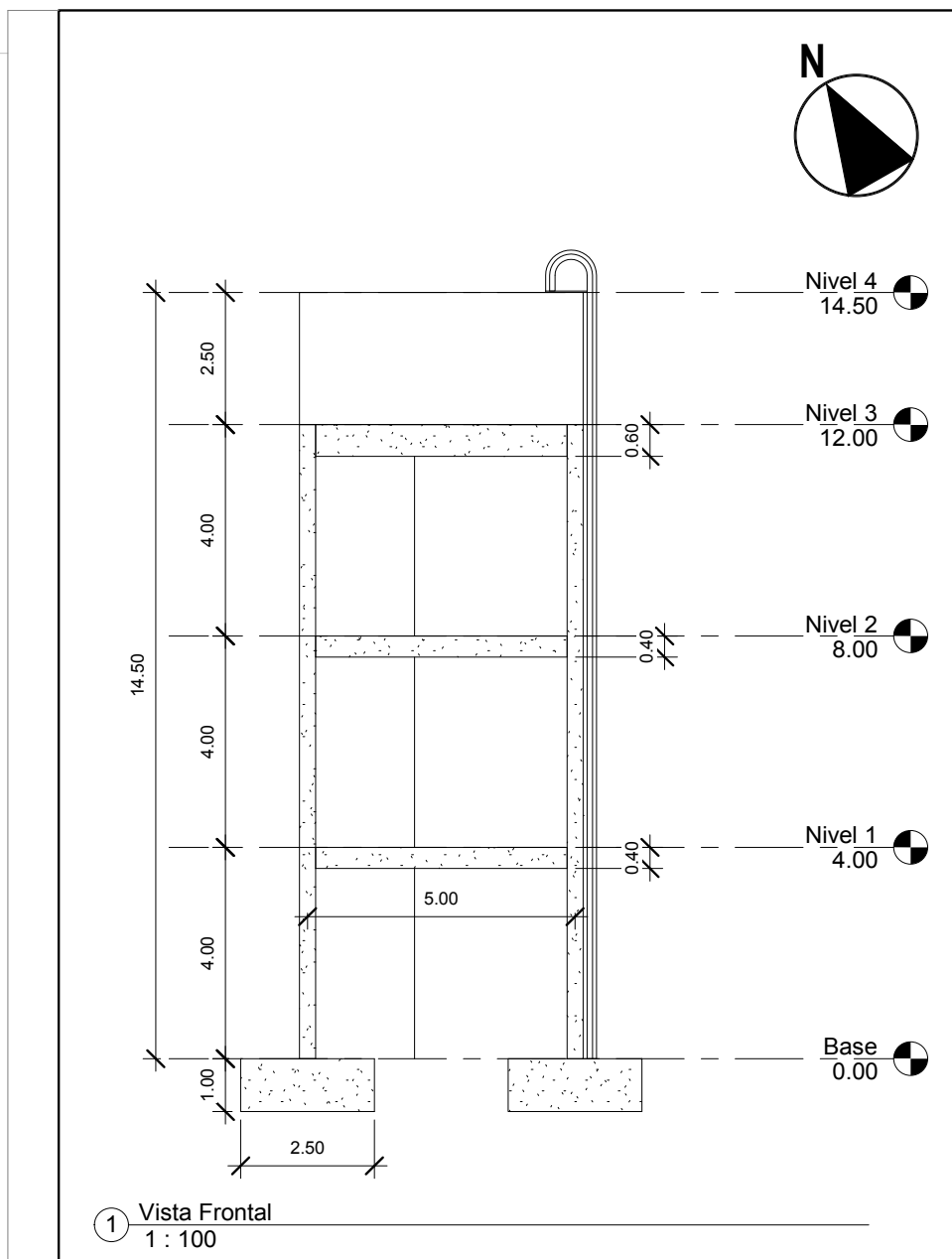
PLANO DE UBICACIÓN

UBICACION:	VILLA NUEVA
DIBUJANTE:	Nolan Rivera
SUPERVISOR:	Ing. Carlos Monzón
ESCALA:	1:1000
FECHA:	OCTUBRE 2019

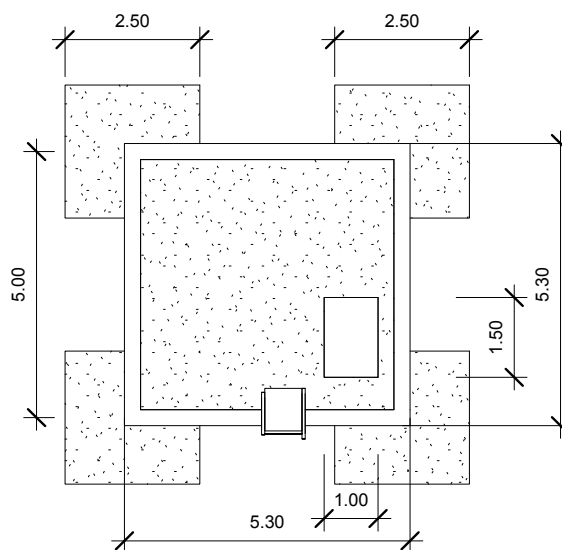
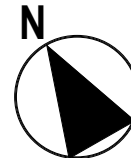


① ISOMÉTRICO


	Proyecto: Diseño de Tanque elvado de almacenamiento de agua potable para viviendas en Villa Nueva	Fecha: 14/10/19
	Dirección: Ciudad de Guatemala	Escala:
	Revisa: Ing. Carlo Monzon	Contenido:
Carné: 14267	Dibujo: Nolan Evan Rivera Frey	Plano: 101
		E

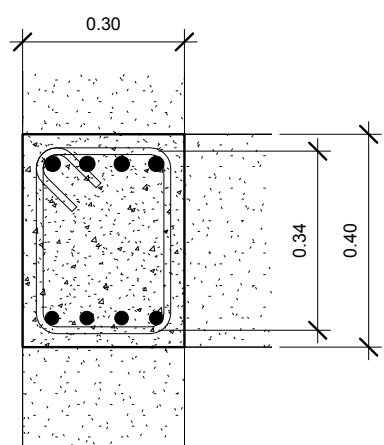
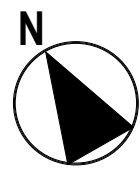


UG	Proyecto:	Diseño de Tanque elvado de almacenamiento de agua potable para viviendas en Villa Nueva	Fecha:	10/03/19
	Dirección:	Ciudad de Guatemala		
	Revisa:	Ing. Carlos Monzon	Plano:	102
Carné:	14267	Dibujo:	Nolan Evan Rivera Frey	Plano Acotado
				E

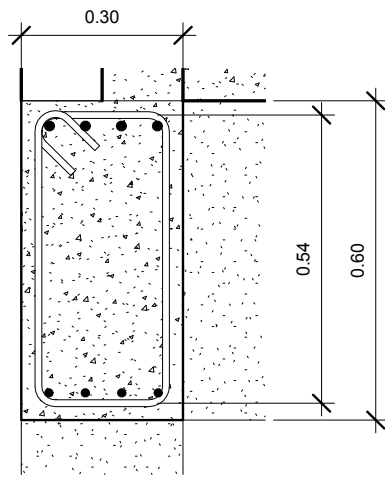


① Vista en Planta
1 : 100

	Proyecto: Diseño de Tanque elvado de almacenamiento de agua potable para viviendas en Villa Nueva	Fecha: 10/04/19
	Dirección: Ciudad de Guatemala	Escala: 1 : 100
Revisa: Ing. Carlos Monzon	Contenido:	Plano: 103
Carné: 14267	Dibujo: Nolan Evan Rivera Frey	Plano Acotado
		E

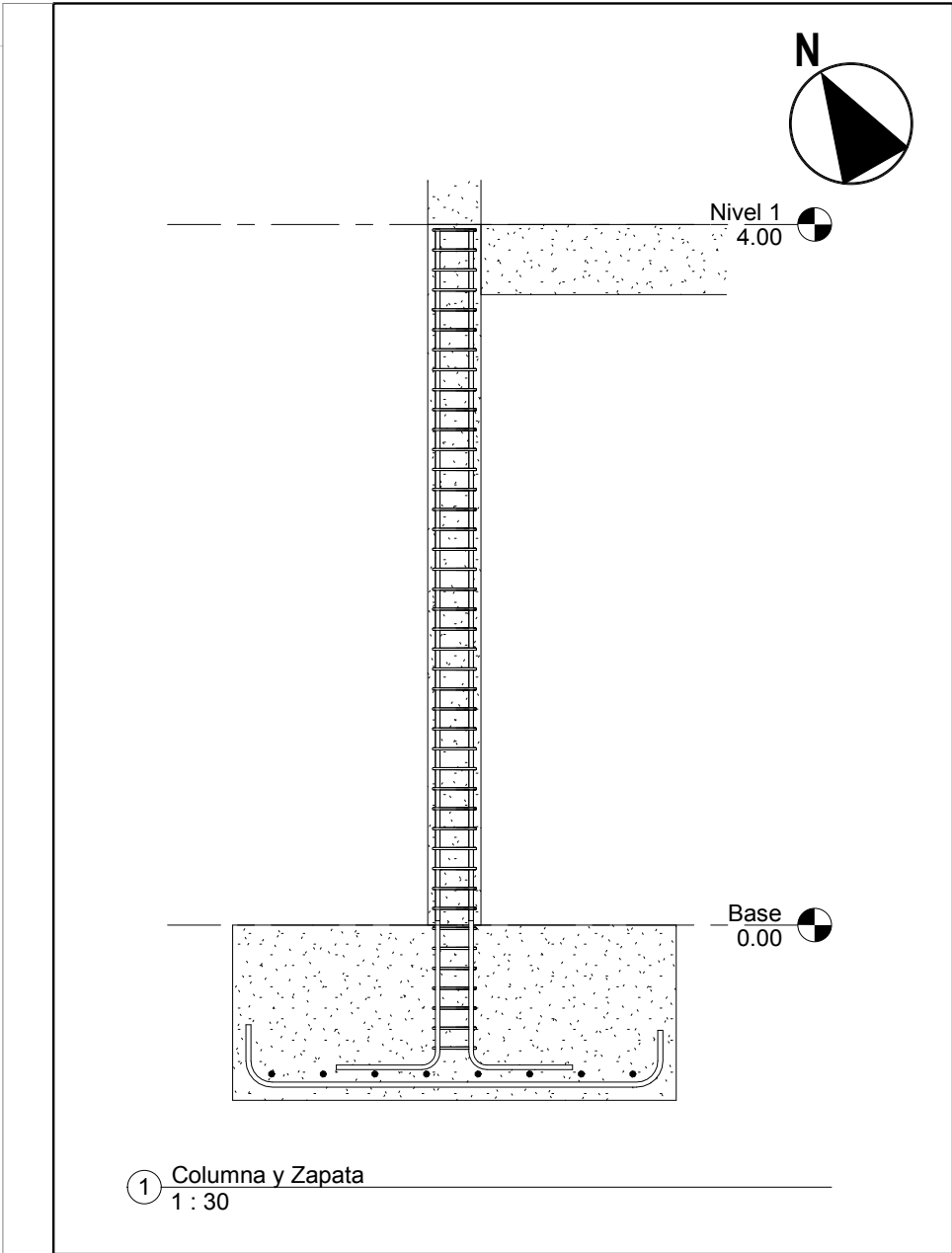


① Viga de amarre
1 : 10

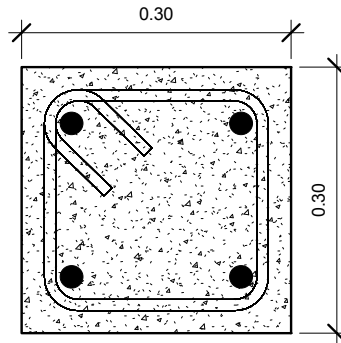
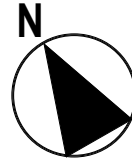


② Viga - Principal
1 : 10

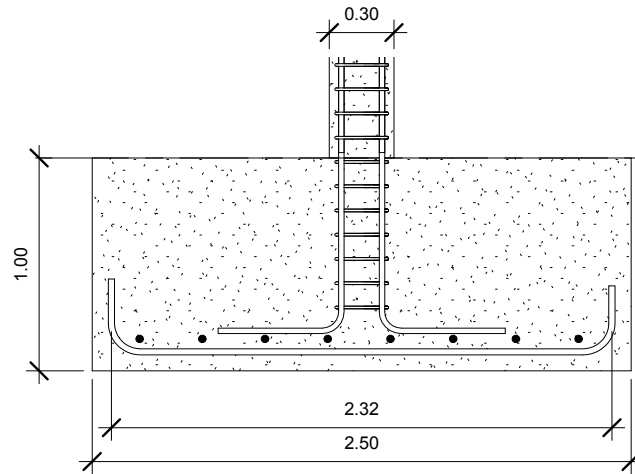
	Proyecto: Diseño de Tanque elvado de almacenamiento de agua potable para viviendas en Villa Nueva	Fecha: 10/04/19
	Dirección: Ciudad de Guatemala	Escala: 1 : 10
	Revisa: Ing. Carlos Monzon	Plano: 104
	Contenido: Plano de Detalles estructurales	
Carné: 14267	Dibujo: Nolan Evan Rivera Frey	E



UG	Proyecto:	Diseño de Tanque elevado de almacenamiento de agua potable para viviendas en Villa Nueva	Fecha:	10/04/19	
	Dirección:	Ciudad de Guatemala		Escala:	1 : 30
Carné:	Revisa:	Ing. Carlos Monzon	Contenido:	Plano:	105
	14267	Dibujo:		Nolan Evan Rivera Frey	Plano de Detalles estructurales
				E	

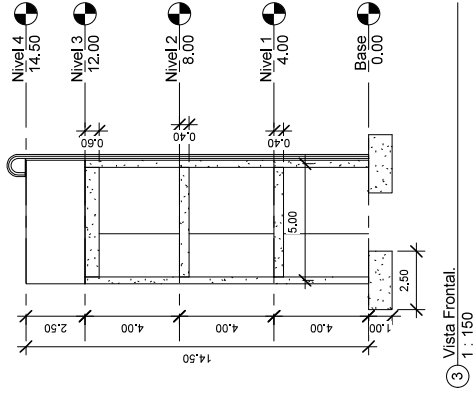


① **Detalle Columna**
1 : 6

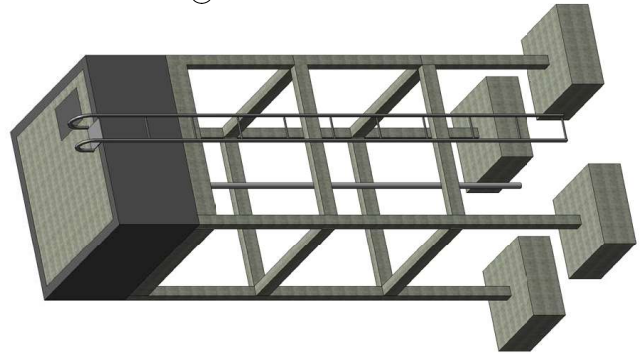


② **Detalle Zapata**
1 : 25

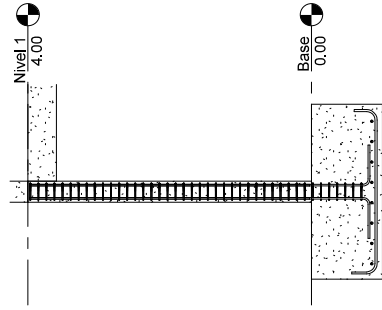
	Proyecto: Diseño de Tanque elvado de almacenamiento de agua potable para viviendas en Villa Nueva		Fecha: 10/04/19
	Dirección: Ciudad de Guatemala		Escala: As indicated
	Revisa: Ing. Carlos Monzon	Contenido:	Plano: 106
	Camé: 14267	Dibujo: Nolan Evan Rivera Frey	E
Plano de Detalles estructurales			



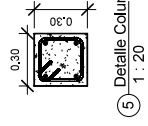
③ Vista Frontal.
1 : 150



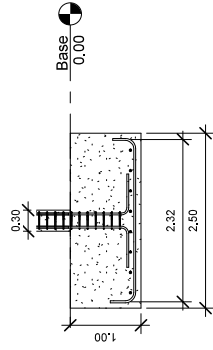
① ISOMÉTRICO.



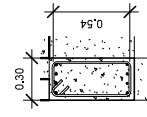
④ Columna y Zapata.
1 : 50



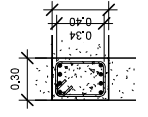
⑤ Detalle Columna.
1 : 20



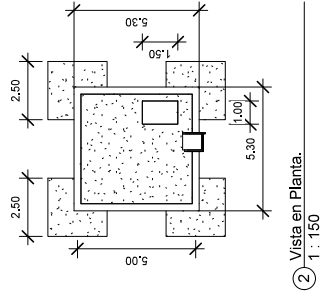
⑦ Detalle Zapata.
1 : 50



⑥ Viga - Principal.
1 : 25



⑧ Viga de amarre.
1 : 25



② Vista en Planta.
1 : 150

		Universidad de Valle de Guatemala Facultad de Ingeniería Civil Taller de Acero 2	
Proyecto: Diseño de Tanque elevado de almacenamiento de agua potable para viviendas en Villa Nueva			
Director:			
Fecha: 10/11/19	Compañía:	Ciudad de Guatemala	
Escriba: As Indicated	Plano de Detalles		
Sección: Designer	Inge. Carlos Ilmonen	Rótulo: 107	
Códig: 14327	Etapa:	Noán Evan Rivera Frey	E

- Acero de refuerzo: Es un elemento sujeto a cargas de tensión y compresión que es incrustado en el concreto para beneficios de refuerzo.
- Aforo: Método para establecer cantidad de líquido que pasa por un sistema.
- Agua potable: Agua que es apto para consumo humano, que puede ser para limpieza alimentos o consumir sin riesgos a la salud.
- Borde libre: Espacio sin relleno ni de uso.
- Carga admisible del suelo: Capacidad del suelo de soportar una carga aplicada por un elemento.
- Columnas: Elemento estructura que vertical que permite soportar una estructura superior.
- Concreto reforzado: Mezcla de elementos constructivos entre cemento, agregado, agua y acero de refuerzo.
- Cota piezométrica: Medida de presión de líquido por encima de un punto de referencia.
- Dotación: Asignar un valor para uso o consumo de un elemento específico
- Fuerza convectiva: Es una fuerza de jalar o tensión que realiza un elemento sobre otro.
- Fuerza impulsiva: Una fuerza de empuje que realiza un elemento como líquido sobre un elemento.
- Losas en dos direcciones: Elemento estructural plano que permite transmitir cargas a elementos de apoyo de manera distribuida dependiendo de sus dimensiones y cargas.
- Muros: Elemento de construcción usado para delimitar o encerrar un área.

- Presión hidrostática: Fuerza que ejercer el agua sobre un elemento.
- Tanques de almacenamiento: Una estructura que almacena una cantidad de agua para abastecer una demanda establecida.
- Topografía: Técnica para definir detalles de la superficie de la tierra.
- Vigas: Elemento rígido horizontal que soporta y transmite cargas aplicadas.
- Vigas de amare: Una viga que une dos elementos para reducir cargas o restringir movimiento
- Zapatas: Elemento de cimentación que permite transmitir cargas al suelo y funciona para apoyar a la estructura.

