



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño de red de abastecimiento de Agua potable y Alcantarillado del Hipermercado
Cono Norte, Esperanza, Trujillo, La Libertad – 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Bach. Segura Aguilar, Alexander Aron (ORCID: 0000-0002-4659-4137)

Bach. Valles Rojas, Jairo Christian (ORCID: 0000-0003-1756-1851)

ASESOR:

Mg. Marlon Gastón Farfán Córdova (ORCID: 0000-0001-9295-5557)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de obras hidráulicas y saneamiento

TRUJILLO – PERÚ

2020

Dedicatoria

*A Dios por ser la guía, por ser quien nos
acompaña en el camino lleno de luz y de
vida, para ser personas de bien.*

*Nuestros padres, por su amor incondicional,
en nuestro sendero profesional y nunca
dejarnos solos en momentos importantes
de nuestras vidas.*

*A familiares que son nuestra inspiración de
superación en cada logro y cumplimiento de
nuestros objetivos.*

Agradecimiento

*A Dios por brindarme la fortaleza espiritual,
paciencia, responsabilidad, por darme ánimos
para seguir adelante a pesar de las dificultades.*

*A mis padres por brindarme el apoyo
condicional en el transcurso de la vida,
como en mi etapa universitaria*

*De la misma manera al Ing. Eduar José Rodríguez
Beltrán por guiarnos, aconsejarnos, su apoyo
técnico y moral que han permitido que culmine de
manera exitosa el informe de tesis.*

Página del Jurado

Declaratoria de autenticidad

Nosotros, Segura Aguilar Alexander Aarón, Valles Rojas Jairo Christian, estudiantes de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo, identificados con DNI: 77065123; DNI: 71233613, en efecto de contribuir con las disposiciones vigentes bajo el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, declaramos bajo juramento que la tesis es de nuestra autoría y que toda la documentación, datos e información que en ella se presenta es veraz y autentica.

En ese sentido, asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto del contenido de la presente tesis como de información adicional aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 20 de Julio del 2020



Segura Aguilar Alexander A.

DNI. 77065123



Valles Rojas, Jairo C.

DNI. 71233613

Índice

	Pág
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página de jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad.....	v
Índice.....	vi
Índice de Tablas.....	viii
Índice de Figuras.....	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO	14
2.1 Tipo y diseño de investigación	14
2.1.1. Tipo de Investigación:.....	14
2.1.2. Diseño de Investigación:.....	14
2.2 Operacionalización de Variables.	15
2.2.1. Variable:	15
2.2.2. Operacionalización de Variables.....	15
2.3 Población, muestra y muestreo:	18
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	18
2.5. Procedimiento	19
2.6. Método de análisis de datos.	20
2.7. Aspectos éticos.	21
III. RESULTADOS.....	22
3.1. Levantamiento Topográfico:	22
3.1.1. Generalidades.....	22
3.1.2. Objetivos	22
3.1.3. Reconocimiento del terreno	22
3.1.4. Redes de apoyos.....	23
3.1.5. Trabajo de Campo.....	23
3.1.6. Análisis de resultados:	26
3.2. Estudio de suelos	27

3.2.1. Generalidades.....	27
3.2.2. Objetivos:	27
3.2.3. Sismicidad	27
3.2.4. Trabajo de campo	28
3.2.5. Trabajo de laboratorio:.....	30
3.2.6. Características del proyecto:.....	37
3.2.7. Análisis de los resultados en laboratorio	38
3.2.8. Análisis y parámetros sismo resistentes	49
3.2.9. Conclusiones.....	49
3.3. Bases de diseño:.....	50
3.3.1. Generalidades:.....	50
3.3.2. Sistema proyectado de agua potable:.....	82
3.4. Diseño del sistema de agua potable:.....	83
3.4.1. Sistema de Almacenamiento y Regulación:	83
3.5. Diseño estructural de Tanque Cisterna y Tanque Elevado.....	95
3.5.1. Diseño Estructural de Cisterna:	95
3.5.2. Diseño Estructural del Tanque Elevado:	124
3.6. Modelamiento hidráulico del sistema de agua potable:	197
3.6.1. Consideraciones generales:	197
3.6.2. Resultados de velocidades del software Watercad:	198
3.6.3. Resultados de presiones del software Watercad	202
3.7. Diseño Alcantarillado:.....	205
3.7.1. Criterios de Diseño:	205
3.7.2. Diseño de la red alcantarillado.	205
IV. CONCLUSIONES	212
V. DISCUSIÓN	212
VI. RECOMENDACIONES.....	214
REFERENCIAS	
ANEXOS	

Índice de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Cuadro de operacionalización de variables.....	16
Tabla 2. Coordenadas de los bms.	23
Tabla 3. Elevaciones de los bms.....	24
Tabla 4. Coordenadas y elevación de los puntos de apoyo	25
Tabla 5. Registro de calicatas del proyecto	29
Tabla 6. Listado de ensayos de estudios de suelos del proyecto.	30
Tabla 7. Contenido de humedad de la calicata 1.....	38
Tabla 8. Contenido de humedad de la calicata 2.....	38
Tabla 9. Contenido de humedad de la calicata 3.....	38
Tabla 10. Contenido de humedad de la calicata 4.....	38
Tabla 11. Límites de consistencia de la calicata 1.....	39
Tabla 12. Diagrama de fluidez del análisis de la calicata 1.....	39
Tabla 13. Límites de consistencia de la calicata 2.....	40
Tabla 14. Diagrama de fluidez del análisis de la calicata 2.....	40
Tabla 15. Límites de consistencia de la calicata 3.....	40
Tabla 16. Diagrama de fluidez del análisis de la calicata 3.....	41
Tabla 17. Límites de consistencia de la calicata 4.....	41
Tabla 18. Diagrama de fluidez del análisis de la calicata 4.....	42
Tabla 19. Análisis mecánico por tamizado de la calicata 1.	42
Tabla 20. Curva granulométrica de la calicata.....	43
Tabla 21. Análisis mecánico por tamizado de la calicata 2.	43
Tabla 22. Curva granulométrica de la calicata 2.....	44
Tabla 23. Análisis mecánico por tamizado de la calicata 3.	44
Tabla 24. Curva granulométrica de la calicata 3.....	45
Tabla 25. Análisis mecánico por tamizado de la calicata 4.	45
Tabla 26. Curva granulométrica de la calicata 4.....	46
Tabla 27. Peso unitario del suelo de la calicata 1.	46
Tabla 28. Análisis de cimentaciones de las estructuras del proyecto.....	47
Tabla 29. Dimensiones de las cimentaciones según sus cargas.	48
Tabla 30. Resultados de las características físicas del suelo.	48

Tabla 31. Resultados de la clasificación del suelo por el método sucs y aashto.	48
Tabla 32. Etapas de un proyecto según los tiempos.....	51
Tabla 33. Periodo de diseño.	51
Tabla 34. Puestos comerciales del hipermercado cono norte.	52
Tabla 35. Usos de servicio según las áreas del hipermercado cono norte.....	53
Tabla 36. Dotación para restaurantes en función del área de comedores.	56
Tabla 37. Demanda según los lotes en función del área y dotación del hipermercado.	57
Tabla 38. Resumen de demanda según los usos y área del hipermercado.	81
Tabla 39. Diámetros de tubería de alimentación en función del caudal de alimentación del tanque cisterna.	86
Tabla 40. Diámetro de tuberías de rebose para cisterna.....	87
Tabla 41. Diámetros de tubería de bombeo o impulsión en función del caudal de bombeo del tanque elevado.....	90
Tabla 42. Diámetro de tuberías de rebose para tanque elevado.....	92
Tabla 43. Metrado de elementos estructurales que resiste las columnas.....	94
Tabla 44. Longitudes equivalentes de accesorios en la línea de succión y bombeo.	153
Tabla 45. Peso total de la estructura respecto al porcentaje de peso de las columnas.	154
Tabla 46. Periodos “tp” y “tl” en función del tipo del suelo.....	162
Tabla 47. Distribución del cortante basal de todos los pórticos de la estructura del tanque...	164
Tabla 48. Rigidez de los elementos vigas y columnas de los pórticos.	179
Tabla 49. Longitud efectiva para rigideces de elementos estructurales.....	179
Tabla 50. Efectos locales y globales de las cargas axiales de las columnas.....	181
Tabla 51. Relación de momentos últimos longitudinal y transversal con pesos unitarios.	181
Tabla 52. Sumatorias de cargas que deberán resistir las zapatas.	186
Tabla 53. Momentos de sismo para análisis de volteo de zapatas.....	196
Tabla 54. Velocidades en función del diámetro según la demanda del caudal.....	198
Tabla 55. Presión en función del diámetro según la demanda del caudal.....	202
Tabla 56. Redes colectoras y buzones del hipermercado cono norte.	208

Índice de Figuras

	Pág.
Figura 1. Diseño de investigación del proyecto	14
Figura 2. Zonas sísmicas del Perú	28
Figura 3. Periodo t_p y t_l	47
Figura 4. Plano con la distribución de los usos del hipermercado.....	55
Figura 5. Dimensiones del tanque cisterna.	85
Figura 6. Dimensiones del tanque elevado.	89
Figura 7. Longitudes equivalentes de accesorios para la altura dinámica de accesorios.	93
Figura 8. Perfil de fuerza de empuje del suelo a la pared de la cisterna.	96
Figura 9. Gráfico de momentos por la fuerza del empuje del suelo en la cisterna.	97
Figura 10. Diagrama de momentos flectores de la losa de fondo de la cisterna en x-x.	106
Figura 11. Diagrama de momentos flectores de la losa de fondo de la cisterna en x-x.	110
Figura 12. Coeficientes para momentos positivos debidos a carga muerta.	114
Figura 13. Coeficientes para momentos positivos debidos a carga viva.....	115
Figura 14. Coeficientes para momentos positivos debidos a carga muerta	119
Figura 15. Coeficientes para momentos positivos debidos a carga viva.....	120
Figura 16. Perfil del tanque elevado.	126
Figura 17. Refuerzo de acero en la losa de techo del tanque elevado.	132
Figura 18. Refuerzo de acero en la losa de fondo del tanque elevado.....	138
Figura 19. Fuerza de empuje del tanque elevado.....	139
Figura 20. Momentos isostáticos de las paredes del tanque elevado.	140
Figura 21. Momentos de flexión de las paredes del tanque elevado.	140
Figura 22. Perfil del fluido en el tanque elevado.	147
Figura 23. Tirante crítico del agua móvil en el tanque elevado.....	148
Figura 24. Corte de losa maciza típica.....	150
Figura 25. Corte de viga típica de concreto armado.	151
Figura 26. Vista en planta del área tributaria de la losa de fondo.....	156
Figura 27. Vista en planta del área tributaria de la losa de techo.	156
Figura 28. Carga muerta y viva lineal en el último piso del tanque elevado.....	158
Figura 29. Elevación del tanque elevado con sus elementos estructurales.....	159
Figura 30. Vista en planta de la losa de techo del tanque elevado.	159

Figura 31. Detalle de la vista del tanque elevado.	160
Figura 32: Estado de carga viva	160
Figura 33: Estado de carga muerta	160
Figura 34. Combinaciones de carga para la deformación de los pórticos de la estructura de soporte del tanque elevado.	166
Figura 35. Diagrama momento envolvente de los pórticos.	167
Figura 36. Diagrama de cortantes de los pórticos.	167
Figura 37. Diagrama de desplazamiento en los pórticos.	168
Figura 38. Diagrama de fuerza axial de las columnas.	178
Figura 39. Perfil de la cimentación superficial de la estructura de soporte del tanque.	186
Figura 40. Vista en planta de las dimensiones de las zapatas corridas de la estructura.	188
Figura 41. Diseño de los momentos actuantes en la viga de conexión.	188
Figura 42. Verificación de distancia para verificación por punzonamiento de las zapatas.....	192
Figura 43. Perfil de conexión de zapatas con columnas y vigas de cimentación.....	195
Figura 44. Momento resistente de las zapatas para chequeo de volteo.	197

RESUMEN

Este proyecto de investigación tuvo como objetivo determinar los criterios técnicos de diseño para el mejoramiento del sistema de agua potable y saneamiento básico del HIPERMERCADO CONO NORTE- La Esperanza – La Libertad, el sistema de agua potable beneficiará a 1020 puestos comerciales con un sistema de abastecimiento indirecto apoyado de un tanque cisterna de 200m³ y un tanque elevado de 90m³ con dos electrobombas de 15 HP que brindaran el servicio de agua potable para 14 horas al día. La dotación de los servicios según las normas de dotación para puestos comerciales cuenta con una demanda de 270730 lts. El diseño inicia con una tubería de alimentación de 3” que conectara a la red de la empresa prestadora de servicio SEDALIB S.A; esta misma red al tanque cisterna de concreto armado, succionado con una tubería de 3” para luego llegar a las electrobombas que transportara el agua mediante una tubería de bombeo de 2” al tanque elevado, que regulara la demanda de los puestos comerciales; a su vez la estructura derivara mediante tuberías de Ø½” con una longitud de 1383m, con una tubería de Ø1” con una longitud de 1253m, tuberías de Ø2” con una longitud de tubería de 331.10m y tuberías de Ø4” con una longitud de 132.21m a todos los puestos comerciales del hipermercado.

Para el sistema de alcantarillado que comprenderá ramales colectores para todos los puestos comerciales, evacuará las aguas servidas con tuberías de desagüe de Ø4” de 4940.61 en los ramales colectores que conectaran a la red de buzones, esta transportará las agua servidas por bloques de los puestos comerciales que será con diámetros de tuberías de Ø6” con 275.13m de longitud y tuberías de Ø8” con 976.68 m. de longitud que serán derivadas en 28 buzones.

Palabras Clave: Diseño, Sistema de agua potable, Tanque elevado y cisterna, red de alcantarillado

ABSTRACT

design for the improvement of the drinking water and basic sanitation system of the HIPERMERCADO CONO NORTE- La Esperanza - La Libertad, the potable water system will benefit 1020 commercial posts with an indirect supply system supported by a 200m³ tank and an elevated tank 90m³ with two 15 HP electric pumps that will provide drinking water service for 14 hours a day. The provision of services according to the rules of provision for commercial positions has a demand of 270730 lts. The design begins with a 3" supply pipe that will connect to the network of the service provider SEDALIB S.A; this same network to the reinforced concrete cistern tank, suctioned with a 3" pipe and then reach the electric pumps that will transport the water through a 2" pumping pipe to the elevated tank, which will regulate the demand of the trading posts; in turn, the structure will derive through Ø½" pipes with a length of 1383m, with a Ø1" pipe with a length of 1253m, Ø2" pipes with a pipe length of 331.10m and Ø4" pipes with a length of 132.21m at all the hypermarket commercial positions.

For the sewage system that will include collecting branches for all commercial posts, it will evacuate the sewage with drain pipes of Ø4" of 4940.61m in the collecting branches that will connect to the mailbox network, it will transport the water served by blocks of the posts commercial that will be with pipe diameters of Ø6" with 275.13m in length and pipes of Ø8" with 976.68m in length that will be derived in 28 mailboxes.

Keywords: Design, Potable water system, Elevated tank and cistern, sewerage network

I. INTRODUCCIÓN

El proyecto, “Diseño de red de abastecimiento de agua potable y alcantarillado del hipermercado cono norte – la esperanza – Trujillo”. Se plantea ante la urgente necesidad de cumplir con los servicios básicos como son el agua potable y red de alcantarillado que permitan su normal funcionamiento.

En la actualidad el Hipermercado Cono Norte Esperanza, no cuenta con los servicios de agua para consumo humano y alcantarillado sanitario adecuados, motivo suficiente para el cual se requiere un diseño de servicios básicos de saneamiento de agua para consumo humano y alcantarillado, y de esta forma dar solución a los diferentes problemas que se presentan al interior del hipermercado y dar una mejor calidad de trabajabilidad para los propietarios de los diferentes puestos comerciales al interior del mismo.

Hasta el día de hoy no se ha visto una solución para implementar una red de agua y alcantarillado, debido a una mala organización por parte de las autoridades del hipermercado, lo cual perjudica el avance del proyecto de implementación y habilitación de los puestos comerciales.

Debido a un crecimiento poblacional en el distrito la Esperanza, la implementación de un hipermercado sería adecuado, pues de este modo se generaría más comercio dentro del distrito, por lo cual su pronta apertura contribuiría a mejorar la economía con respecto al comercio dentro del distrito.

Asimismo, se implementará un sistema de alcantarillado, el cual se empalmará con una red ya existente sin perjudicar su funcionalidad, pues se considerará construir un sistema adecuado de evacuación de basura para que los comerciantes no arrojen basura al interior del sistema de desagüe.

A continuación, se presentarán los trabajos previos nacionales que ayuden a dar una perspectiva local de lo que busca el proyecto.

Conde (2018), en su trabajo de investigación denominado “Diseño del mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable e instalación de biodigestores en el centro

poblado Susanga, distrito Virú, provincia Virú, departamento La Libertad” tuvo como objetivo principal determinar los criterios para el mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable e instalación de biodigestores. El sistema de agua potable tiene un periodo aproximado de diseño de 20 años, en el cual tiene una captación de manantial, línea de conducción de 2317.18 metros lineales de tubería de PVC diámetro 2”, con un tramo de 50 metros de tubería HPDE de diámetro de 2”, una cámara CRP tipo 7, un reservorio cuadrado de 21 m³, línea de distribución de 6431.19 metros lineales. Se proyectó a su vez unas unidades básicas de saneamiento UBS con arrastre hidráulico, en el cual consiste de 125 cuartos de baño, teniendo en cuenta: inodoro, ducha, lavatorio y lavadero, cajas de registro, biodigestores con capacidad de 600 litros y pozos de absorción.

Para Pérez (2018), con la tesis titulada “Diseño del sistema de agua potable y alcantarillado del centro poblado de nuevo santa rosa, distrito de cura mori, provincia de Piura, departamento de Piura” tuvo como objetivo realizar el diseño del sistema de agua potable y alcantarillado en el sector Nuevo Santa Rosa, caserío del Distrito de Cura Mori, provincia de Piura, Departamento de Piura. El sistema existente es temporal ya que fue instalado después del fenómeno del niño costero del año 2017. La zona donde se apoyará el reservorio es la que tiene más altura. Se cuenta con una población en el año base de 180 habitantes, 60 viviendas de una densidad de 3 habitantes por vivienda. Se realizó el diseño incluyendo las siguientes estructuras de la captación, reservorio, red de distribución, red de alcantarillado, y la disposición final. La captación se realiza por intermedio de un pozo, el cual abastece de 1lt/s y bombea las 12 horas diarias. El reservorio tendrá una capacidad de 15 m³, será rectangular apoyado, la red de distribución se hará para toda la población y la red de alcantarillado dispondrá un tanque IMHOFF.

Según Chirinos (2017), en su tesis “Diseño del Sistema de agua potable y alcantarillado para el Caserío Anta, Moro - Ancash 2017”, el cual tiene la finalidad de elaborar el diseño de los antes mencionados. La investigación contó con una población de 204 habitantes del caserío Anta; aplicaron la guía de recolección de datos y protocolos como metodología en la obtención de datos mediante instrumentos de campo, siendo estas comprobadas por especialistas en el tema; logrando así recolectar

los datos requeridos. Concluyeron que, la demanda para este proyecto de 204 habitantes es de 100 lt/hab/día, aportando en tiempos de estiaje 0.84 lt/seg/, por lo cual el caudal máximo diaria es de 0.37 lt/seg, el cual es obligatorio para el diseño del sistema de agua, siendo en el sistema de alcantarillado el consumo máximo de 0.57 lt/seg; lo cual se estructuró de tal forma que termine en un biodigestor la carga orgánica.

Para Ancajima (2017). Su proyecto tiene como objetivo realizar el mejoramiento del servicio de agua potable e implementar la red de alcantarillado al centro poblado de Panamá, distrito de Marmot, provincia de Gran Chimú. El presente proyecto tiene como La población y muestra está conformada por el centro poblado mencionado. Este proyecto se desarrolló haciendo trabajo de campo, el cual se hizo el levantamiento topográfico de la zona de estudio, llegándose a la conclusión que la topografía que presenta la zona es ondulada siendo un 56.94% su representación de influencia; posteriormente se llevaron al laboratorio de suelos, los resultados obtenidos evidenciaron que el tipo de suelo predominando en el área de estudio es grava limosa y grava arcillosa. El sistema de agua potable se abastece de la Quebrada San juanillo, la fuente será captada por la estructura captación tipo manantial de ladera, el flujo será conducido por una línea de conducción 7687.53m de diámetro 1 ½” – 2 ½” hasta un reservorio de 30m³, el reservorio abastecerá a las redes de distribución y esta abastecerá a una población proyectada durante el periodo de diseño de 600 habitantes. La red de alcantarillado está conformada por 27 estructuras (buzones – cajas) con una red principal de 1196.82ml con tubería de DN200mm, que conduce a las aguas residuales hasta una planta de tratamiento proyectada (tanque imhoff). Se consideró para 23 lotes unidades básicas de saneamiento.

Para Delgado e Iman (2018), esta investigación tuvo como objetivo evaluar el sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado en el Asentamiento Humano Nueva Esperanza del distrito de Coishco. En la metodología de la presente investigación, el tipo de investigación es de carácter descriptiva, en donde se utilizó la técnica de la observación y el instrumento de la ficha técnica para poder recolectar los datos necesarios para la evaluación del sistema de agua potable y alcantarillado Se evaluó el sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado, llegando a la conclusión que el sistema de agua potable presenta fallas en el componente del reservorio, el cual

presenta filtraciones en las conexiones de la tuberías por lo que no logra almacenar toda su capacidad, además de contar con 29 años de antigüedad; también el componente de la red de distribución no lograba abastecer a toda la población debido a que las presiones eran menor que 10 mH₂O, presentando de 1-3 horas de servicio por tres veces por semana además de que 18 viviendas no contaban con el servicio de agua potable. Por último en la evaluación del sistema de alcantarillado se pudo verificar que el Asentamiento Humano no cuenta con una planta de tratamiento, pero cuenta con cuatro lagunas de oxidación de las cuales se encuentran en un estado regular debido a que no se realizan los debidos mantenimientos y presenta residuos inorgánicos, además de que 10 viviendas no cuentan con una red de alcantarillado para la evacuación de las aguas residuales.

Según Gallardo (2018), la tesis tuvo como objetivo determinar los criterios técnicos de diseño para el mejoramiento del sistema de agua potable y saneamiento básico del caserío de Carata – Distrito de Agallpampa – Provincia de Otuzco – La Libertad, el sistema de agua potable beneficiará a 115 familias, distribuidas entre la parte alta y baja de dicha localidad, la infraestructura de dicho sistema funciona por gravedad y se encuentra deteriorada en diferentes puntos, produciéndose desperdicios y contaminación. En saneamiento el caserío en la parte baja cuenta con un sistema de alcantarillado con una planta de Tratamiento de Aguas Residuales adecuado se diseñó una Captación de Manantial de Ladera Concentrado para un consumo máximo diario Q_{md} = 1.01 l/s, con todos sus componentes (protección de afloramiento, pantalla de captación, cámara húmeda, cámara seca, canastilla, tubería de rebose, tubería de ventilación, etc.) además de un cerco perimétrico de protección. La línea de conducción, está compuesta por 1240 mL de tubería de PVC de 2” de diámetro, una CRP-6 y una válvula de purga. En el reservorio de 50m³ solo se realizará el mantenimiento de la infraestructura que lo conforma. La red de distribución comprende 2835.13 metros lineales de tubería, de la cual 556.20 mL son de 1” y 2278.93 mL de ¾”, las conexiones domiciliarias serán con tubería de ½”, en la red de distribución también se diseñó una CRP-7, 17 válvulas de purga, 25 válvulas de control, y otros accesorios. En saneamiento se diseñó un sistema de Unidades Básicas de Saneamiento (UBS), comprende una caseta de letrina con arrastre hidráulico, un

baño completo, un biodigestor de 600 litros, además se diseñó una zanja de percolación de 5 m² de área por 9m -10 m de longitud.

También disponemos de trabajos previos internacionales, que ayudaran a dar un panorama de investigación de abastecimiento de agua potable a nivel mundial.

Según Joëlle (2016), en su investigación la cual titula: “ Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Santa Catarina Bobadilla, antigua Guatemala, Sacatepéquez” tuvo el objetivo de fomentar la utilización de recursos ya disponibles para mejorar las condiciones la calidad de vida de la población, cuyo sistema abasteció a 160 familias teniendo un total de 800 habitantes, el proyecto se realizó con un sistema por gravedad para conducir el sistema de agua potable, la cual consta una captación con caja unificadora, una línea de conducción de 2051 metros lineales de tubería PVC de diámetro =1.5 pulgadas, tres CRP, una válvula de limpieza, un reservorio de 15 m³.

Para Gonzales (2013), en tesis titulado “Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable y disposición de excretas de la población del corregimiento de Monterrey, municipio de Simití, departamento de Bolívar” tiene como finalidad a examinar el sistema de distribución de agua potable de la comunidad del corregimiento de Monterrey, municipio de Simití, para lograr mejor la salud de la comunidad. Se pudo concluir que el agua que utiliza la población proviene de los aljibes como del acueducto (rio Boque) no es para consumo humano por lo que la comunidad muestra enfermedades por Escherichia coli presentando síntomas de ingestión de mercurio.

Según Padilla (2014). en su investigación el cual titula: “Diseño de la red de alcantarillado sanitario y pluvial del corregimiento de la mesa, cesa, Bogotá” concluye que la realización del proyecto logró la complementación de los procesos teóricos adquiridos como estudiantes durante el proceso de formación en el programa de ingeniería civil de la universidad de la Salle, el diseño de red de alcantarillado se efectuó con el método convencional, en el cual se rige con la normatividad vigente.

Aleívar y Murillo (2015), en su tesis llamado “Estudio y diseño de la red de distribución de agua potable para la comunidad puerto Ébano km 16 de la parroquia

Leónidas plaza del cantón Sucre”. Tiene como objetivo principal realizar el diseño de red de distribución de agua potable para la comunidad de puerto Ébano km 16 de la parroquia Leónidas plaza del cantón Sucre. El análisis es de tipo descripción – cuantitativa. 177 familias es la muestra del estudio que conforma 1062 habitantes. Se aplicó la técnica de la observación para la recolección de datos, como instrumentos de la topografía, etc. Se llegó a la conclusión que el diseño de red de distribución de agua se realizó con una vida útil de 25 años, para la dotación de caudales, base de diseño y red se elaboró con el software WaterCAD.

El área de estudio del proyecto que está comprendida por el hipermercado cono norte y el área de abastecimiento de agua potable que es administrado por SEDALIB S.A. y el ámbito de enlace para las redes de alcantarillado seguidamente.

La zona de estudio está ubicada políticamente en la región de La Libertad, provincia de Trujillo, distrito de La Esperanza y la localidad es el Hipermercado cono norte.

El proyecto a efectuarse está ubicado 6 km al norte de Trujillo en la parte nor-central de la provincia, y geográficamente tiene una latitud sur de $8^{\circ}03'29''$ y una latitud norte de $79^{\circ}03'19''$

El Hipermercado limita de la siguiente manera: por el Norte, con Senati zonal La Libertad; por el Sur con el observatorio seguridad ciudadana de la Esperanza; por el Este con la comisaria Jerusalén – Wichanza; y por el lado Oeste con viviendas aledañas.

La extensión del área del proyecto es aproximadamente de 27435.13 m². Con un perímetro de 675.28 m. También presenta pendientes regulares propicias para una correcta red de distribución de agua y un buen diseño del sistema de alcantarillado. A su vez tiene una altitud aproximadamente 168 m.s.n.m.

El clima en el lugar del proyecto es cálido, seco y templado. Por lo general temperatura varía entre los 17 °C a 21 °C, y en épocas de verano la temperatura máxima llega a más de 25 °C. La humedad presentada es del 73% aproximadamente y la velocidad del viento es de 15 km/h. En el sitio de investigación se puede apreciar un suelo conformado por estratos arenosos - agregados finos. La vía de comunicación de acceso

al lugar puede darse de la siguiente manera: al costado del Centro de Estudios Técnicos SENATI (Esperanza), al frente de la A.V. José Gabriel Condorcanqui, al frente de la comisaria Jerusalén - Wichanza.

Con respecto al ingreso promedio familiar, no excede la remuneración mínima básica. Las actividades que realizan en el mercado hasta el momento es de bodegas, restaurantes, comercio ambulatorio y un taller de mecánico. En comparación con el nivel de ingreso del valor monetario promedio familiar per cápita del distrito de la esperanza es de S/646.50 aproximadamente. Y los centros comerciales son en su totalidad de albañilería confinada, en su gran mayoría superan los 2 niveles. Las edificaciones comenzaron a elaborarse desde el año 2014.

En el lugar de estudio se puede observar que el hipermercado cono norte de la Esperanza cuenta con el hospital de Alta complejidad Virgen de la Puerta. En el sector de educación, el hipermercado colinda con una institución técnica Senati y una institución educativa San José.

Actualmente el hipermercado no cuenta con un correcto sistema de agua potable, puesto que su reservorio no está en buen estado para poder distribuir de la mejor manera la red de abastecimiento de agua. Cabe recalcar que la red existente publicas abastecidas es por SEDALID.S.A. La red de alcantarillado no está en funcionamiento, puesto que no han terminado de ejecutar el sistema de saneamiento. Los buzones y las cajas de registro de desagüe están a la intemperie, eso podría provocar que los pobladores que viven en alrededores arrojen sus desechos de basura.

El levantamiento topográfico según Josep (2011), es un conjunto de operaciones confeccionadas en un terreno, usando instrumentos que ayuden a realizar un bosquejo gráfico. Para Myrian (2014), existen diferentes tipos de levantamiento entre ellas tenemos: levantamientos catastrales, determinan la medida a los límites de un terreno para su uso catastral, levantamientos urbanos que ayudan tener medidas precisas de una vivienda o una edificación y por último el levantamiento para proyectos de ingeniería que alberga en cualquier tipo de construcción.

Para el manual de prácticas de topografía y cartografía Santamaria y Sanz (2005). En la topografía el trazo y el levantamiento se utilizan con ayuda de equipos, el trazo es una actividad que tiene por finalidad realizar un replanteo del terreno y el levantamiento topográfico se efectúa para obtener una representación real grafica representado en un plano topográfico.

Para Tafur (2012), la topografía es una ciencia que permite realizar medidas para la representación gráfica del terreno, señalando detalles que se encuentran en el terreno como acantilados, redes de agua, redes de alcantarillado, etc. Para la obtención de un levantamiento topográfico se deben realizar las siguientes etapas:

Para Wolf (1997), brinda algunos conceptos de topografía que son las siguientes:

Estación Total, este instrumento registra distancias, niveles, ángulos; cuyos datos tomados en el campo se registrarán en la memoria del equipo para posteriormente descargarlos en los programas de Excel. AutoCAD, Civil 3D, etc.

GPS, este aparato marca las coordenadas y alturas de puntos que están dentro de la zona del proyecto.

Prisma Topográfico, Objeto circular conformado por cristales cuyo objetivo es reflejar la señal emitida por la estación total, obteniendo datos como, distancias, coordenadas, altitud en una determinada zona de estudio.

Triangulación, Se realiza con colocar las coordenadas fijas la cual apoyaremos la poligonal trazada para luego generar las curvas de nivel.

Curvas de Nivel, son líneas en la cual se unen puntos que tienen la misma cota o altitud. Para el estudio de mecánica de suelos contamos con El Reglamento Nacional de edificaciones (2016), E.050 SUELOS Y CIMENTACIONES. Tiene por función principal establecer requisitos para el estudio de mecánica de suelos, con el propósito de realizar una correcta cimentación, de edificaciones y de otras infraestructuras. Los estudios de mecánica de suelo se aplican para darle estabilidad a la estructura promoviendo la utilización racional de recursos.

Para, Kure (2011), el estudio de mecánica de suelos se basa en la realización de calicatas de exploración, que consta de efectuar una excavación de profundidad variable respecto al modelo de estructura que se construirá. Su propósito es obtener muestras representativas de los diferentes suelos y rocas que se logran encontrar en la superficie como la profundidad proyectada en la zona de estudio. Generalmente las calicatas se efectúan a profundidades de 1.5m a 4.5m. Luego de obtener dichas muestras representativas del suelo, son llevadas al laboratorio para realizar las respectivas pruebas que determinan propiedades físicas, químicas de los suelos y rocas, las cuales son detallados en instrumentos de ensayos.

Para Crespo (2011), los principales tipos de suelos se divide en dos grandes grupos; suelos inorgánicos cuya causa de debe a la descomposición física y/o química de las rocas y los otros son los suelos orgánicos. Aquí le presentamos los suelos más frecuentes:

Para Silva (2018), la granulometría es la proporción de tamaños de las partículas del suelo. La cual será representada gráficamente con una curva granulométrica. Para el entendimiento del ensayo del suelo se encuentran diferentes procedimientos la cual el más preciso es el del tamizado.

Para Albert (2018), el estudio de mecánica de suelos busca analizar las cargas que son sometidas en las superficies terrestres y el comportamiento del suelo para establecer el componente aplicado y el suelo utilizado, siendo esto uno de los pasos previos.

Para Jaime (2016). uno de los ensayos para determinar la mecánica de los suelos es el contenido de humedad del suelo, que significa la relación del coeficiente del peso de las partículas con el agua contenida en el suelo, valor expresada en porcentajes.

Según Holguín (2018), los límites de Atterberg, son aquellos límites del rango de humedad que se encuentra en el suelo, destacando el estado plástico de la misma cuyo objetivo es clasificar según la clasificación unificada de suelos (SUCS), para determinarla se requieren de los siguientes equipos; una cuchara de casa grande para determinar el límite líquido, un acanalador que sirve para separar el suelo colocado en la cuchara de Casagrande en dos mitades la cual se analizara su unión ante un determinado número de golpes, una balanza de precisión para medir las masas, y

algunos otros utensilios como espátulas, placa de vidrio y un horno donde secaremos las muestras.

Para el diseño de agua potable y alcantarillado se recomienda el uso del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) del año 2016 específicamente en las Obras de Saneamiento (OS. 10/20/30/40/50/60/70/80/90/100) e instalaciones sanitarias (IS.010-020) precisa los parámetros requeridos para realizar el cálculo hidráulico para los sistemas de abastecimiento de agua y alcantarillado. En este reglamento nos brinda los estudios necesarios para asegurar la calidad de agua necesaria para el proyecto.

Dotación, es la cantidad de agua que requiere cada una de las personas de una población para que realizar sus actividades, esta expresada en litros por habitante por día. (OS.0100,2006).

Caudal de Diseño, volumen de agua que circula por una red. El diseño de la red se establece considerando el valor de este caudal (OS.050, 2006).

Consumo Promedio Diario Anual (Q_m), valor que resulta al estimar el gasto por persona para calcular la población futura del periodo de diseño. (OS.050, 2006).

Consumo Máximo Diario (Q_{md}), es aquel caudal más alto que se genera en un día, analizado por periodo aproximado de un año, sin considerar en cuenta los gastos por incendio, perdidas, etc. (OS.050, 2006).

Consumo Máximo Horario (Q_{mh}), es la hora donde se produjo más gasto durante las 24 horas del día. (OS.050, 2006).

Periodo de Diseño, es el tiempo estimado de permanencia de la infraestructura, hasta el que por falta de capacidad se acaba con su normal funcionamiento. (OS.050, 2006).

Para realizar el diseño de red de abastecimiento de agua se tomarán en cuenta la agrupación de estructuras que lo componen teniendo estas sus parámetros de diseño que lo encontramos en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE,2016) específicamente en las Obras de Saneamiento (OS).

El sistema de conducción es transportar el agua desde la captación hasta otro punto que puede ser una planta de tratamiento de agua potable, un reservorio, o al mismo lugar que se requiere el consumo de agua potabilizada (Jiménez, 2013, p.19).

Sistema por bombeo, cuando el sistema de captación se ubica por debajo del nivel de cota del reservorio se usa el sistema para transportar el agua hasta su destino que se encontrara en la parte superior. (OS.010, 2006).

Sistemas por Gravedad, el lugar de la fuente de captación está por encima del nivel de cota del reservorio, para ello se utiliza la fuerza de gravedad para conducir el agua por medio de tuberías de línea de conducción. (OS.010, 2006).

El Reservorio, Son estructuras de almacenamiento cuyo tamaño y forma será de acuerdo a la topografía y calidad del suelo. El volumen total de almacenamiento estará conformado por el volumen de regulación, volumen contra incendio y volumen de reserva. (OS.030,2016).

Aducción, consta de un conjunto de tuberías que tiene como objetivo transportar el agua desde un tanque de regularización hacia el punto de inicio de la red de distribución que abastecerá de agua potable a una población (Jiménez, 2013, p. 20)

Redes de distribución, es el conjunto de tuberías principales y ramales distribuidores que permiten abastecer de agua para el consumo humano a las viviendas. (OS.050,2016).

Ramal distribuidor, es el sistema de red que se alimenta por una tubería principal, por lo general se ubica en la vereda y abastece una o más viviendas. (OS.050,2016).

Tubería principal de agua, es la tubería que forma un circuito de abastecimiento de agua cerrado o abierto. (OS.050,2016).

El sistema de alcantarillado es el tratamiento y recolección de aguas residuales, que se refiere a todo liquido transportado por un sistema de alcantarillado sanitario, que incluye descargas de viviendas e industriales (Jiménez, 2013, p.21).

Para el diseño del sistema de saneamiento se deberá considerar un conjunto de estructuras por lo que se debe seguir con criterios de normas para realizar el diseño, por consiguiente, haremos uso del reglamento Nacional de Edificaciones RNE 2016, específicamente de las Obras de Saneamiento.

Alcantarilla, conducto subterráneo para conducir agua de lluvia, aguas servidas o una combinación de ambas. (OS.060,2016).

Buzones, es una estructura de forma cilíndrica de 1.20m de diámetro. Se usan en inicios de red, en las intersecciones, cambios de dirección, cambios de diámetro, cambios de pendiente, y tiene la finalidad de realizar las labores de limpieza y mantenimiento general de las tuberías. (OS.060,2016).

Redes de recolección, es un grupo de tuberías principales y ramales colectores que permiten la recolección de las aguas residuales provocadas por las viviendas. (OS.070,2016).

Ramal Colector, es la tubería que se ubica en la vereda de los lotes, recoge el agua residual de las viviendas y las transporta a una tubería principal de aguas residuales. (OS.070,2016).

El problema que se plantea el proyecto se describe de la siguiente manera: ¿Qué características debe tener el diseño de red de abastecimiento de agua potable y alcantarillado del Hipermercado Cono Norte – La Esperanza – Trujillo?

El presente estudio se justifica para reestablecer el uso del agua potable del hipermercado cono norte que está ubicado en LA ESPERANZA – TRUJILLO, ya que la población que vive en las partes aledañas del Hipermercado debe cruzar por el interior del mercado para poder llegar a sus viviendas, por lo tanto, el hecho de aun mantener un mercado en mal estado genera un aspecto antiestético y peligroso ya que no está operativo en un 98%.

El lugar del problema cuenta con un sistema de agua potable y alcantarillado precario, por una mala operatividad debida que el tanque no abastece agua potable al hipermercado. Tal es que no se cuenta con un sistema adecuado, pues el sistema existente es deficiente, y mal elaborado ya que las pendientes de las tuberías no tienen un punto de salida y ocasiona que los desechos no lleguen a un punto de evacuación, además de ello las tuberías de agua están expuestas y no tienen la presión de agua necesaria para llegar a todos los puestos de ventas.

Por la falta de una red de distribución de agua y desagüe dentro del mercado no se puede implementar los puestos comerciales, generando de esta forma un atraso en el sector económico ya que el Hipermercado no está contando con un ingreso económico representativa, el cual afecta al sector privado y público, debido a los impuestos que no se pagan y las ventas de productos que no se generan dentro del Hipermercado.

Con respecto al sector ambiental, la falta de mantenimiento y el hecho de no estar en funcionamiento genera que el mercado este expuesto a ser un botadero de basura, siendo un foco infeccioso para la ciudadanía que vive alrededor del mercado.

El objetivo general que plantea el presente proyecto es de realizar el diseño de sistema de red de abastecimiento de agua potable y alcantarillado del sector hipermercado cono norte del distrito de la Esperanza de la provincia de Trujillo del departamento de la Libertad mediante el uso del Reglamento Nacional de edificaciones.

Para llevar a cabo la investigación se tendrá que proponer los siguientes objetivos específicos: Realizar el levantamiento topográfico del sector del hipermercado; definir qué tipo de suelo presente el ámbito de estudio; diseñar la red de abastecimiento de agua potable y la red de alcantarillado sanitario.

Una posible hipótesis a plantear es el diseño de la red de abastecimiento de agua potable y alcantarillado del Hipermercado Cono Norte-La Esperanza-Trujillo acelerara la implementación de los puestos comerciales.

II. MÉTODO

2.1 Tipo y diseño de investigación

2.1.1. Tipo de Investigación:

- Según el enfoque el tipo de investigación es cuantitativo puesto que sus mediciones o el alcance del proyecto serán por valores numéricos que ayudarán a tener datos exactos y precisos que ayudarán al diseño de red de agua potable y alcantarillado.
- Según el nivel es de tipo descriptivo puesto que no se va a modificar la variable.
- Según la finalidad del proyecto es de tipo de investigación aplicada puesto que el objetivo del proyecto es resolver un problema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado del hipermercado.
- Según la temporalidad es de tipo de corte transversal puesto que el proyecto se realizará en un determinado tiempo, y los datos serán utilizados solo una vez para el proyecto.

2.1.2. Diseño de Investigación:

El diseño del presente proyecto es no experimental descriptivo simple, puesto que no manipularemos variable alguna, cuyo esquema es el siguiente:

M ————— O

FIGURA 1: Diseño de Investigación del proyecto

Fuente: Elaboración Propia

Dónde:

M: Sitio donde se realizarán los estudios del proyecto y la población beneficiada del hipermercado Cono Norte.

O: Datos obtenidos de la zona de estudio del Hipermercado Cono Norte de la Esperanza.

2.2 Operacionalización de Variables.

2.2.1. Variable:

Diseño de la red de abastecimiento de agua potable y alcantarillado del hipermercado Cono Norte del distrito de la Esperanza, provincia de Trujillo – La Libertad.

2.2.2. Operacionalización de Variables

Tabla 1: Cuadro de Operacionalización de Variables

VARIABLE	DIMENSIONES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Diseño de la red de abastecimiento de agua potable y alcantarillado	Levantamiento topográfico	Es la aplicación de medir distancias tanto horizontales como verticales entre puntos y objetos sobre la superficie plana terrestre a través de un método llamado planimetría. (Llontop, 2014)	El procedimiento a efectuar en el levantamiento topográfico consta de recolectar los datos en el campo y procesarlo en gabinete.	Alineamiento topográfico (m)	Razón
				Perfil Longitudinal (m)	Razón
				Levantamiento altimétrico (m)	Razón
				Levantamiento planímetro (m)	Razón
	Estudio de mecánica de suelos	Conjunto de ensayos e investigaciones de campo, ensayos de laboratorio y análisis en gabinete que tienen por finalidad analizar el comportamiento de los suelos (RNE E 050).	Las muestras obtenidas en la exploración que son efectuadas en un laboratorio de mecánica de suelos se realizan los ensayos respectivos para determinar las propiedades físicas, químicas de los suelos.	Análisis Granulométrico (%)	Razón
				Contenido de Humedad (%)	Razón
				Peso Específico (Kg/cm ³)	Razón
				Límites de Atterberg (%)	Razón
				Perfil Estratigráfico del suelo (m)	Razón
				Capacidad Portante (Kg/cm ²)	Razón
	Diseño de red de abastecimiento de agua potable	La finalidad esencial, es entregar a la comunidad de una localidad, agua en cantidad y calidad la cual	Se basó en calcular el caudal con el que la zona dispone, para luego repartirlo de una manera eficiente, sobre todo	Demanda de Consumo (l/s)	Razón
				Velocidad (m/s)	Razón
				Diámetro de Tubería (mm)	Razón

		pueda satisfacer sus necesidades (Jimenez,2013).	garantizando su calidad y cantidad.	Presión (m.c.a)	Razón
Diseño de red de alcantarillado sanitario	Se concentra en la disposición sanitaria de excretas humanas, proporcionando una metodología compuesta por una estrategia técnica y otra de organización, protegiendo las fuentes de abastecimiento, disponiendo correctamente las excretas.	Se instalaron unidades de saneamiento básico en las casas de los beneficiarios, las cuales darán tratamiento a las aguas provenientes de accesorios sanitarios como inodoro, lavadero, urinario.	Demanda de Consumo (l/s)	Razón	
			Velocidad (m/s)	Razón	
			Diámetro de Tubería (mm)	Razón	

2.3. Población, muestra y muestreo

Población:

Está compuesta por todos los habitantes que conforman los puestos comerciales del hipermercado Cono Norte del distrito de la Esperanza, provincia de Trujillo – La Libertad.

Muestra:

Se realizó un muestreo aleatorio simple por conveniencia puesto que se trabajará en el área que requiere el servicio de saneamiento básico.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas.

- La Observación.
- Datos obtenidos del campo de manera directa (Levantamiento topográfico) e indirecta (Estudio de mecánica de suelos).

Instrumentos.

Los instrumentos utilizados para recolectar los datos son los siguientes a mencionar:

- Libreta de campo.
- Fichas de observación (Estudio de mecánica de suelos, topografía, diseño de red de agua potable y alcantarillado).

Instrumentos documentales.

Para los estudios de mecánica de suelos se utilizaron los formatos específicos como fichas de observación del laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo

Validez y confiabilidad.

Se usaron los procedimientos señalados del laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Cesar Vallejo.

2.5. Procedimiento

Para iniciar el proyecto se tuvo que efectuar el levantamiento topográfico, en el cual consta primero de confeccionar la red de apoyo planímetro, puesto que nos brindó una gráfica vista en planta de cómo podría estar distribuido la red de distribución de agua potable. En segundo lugar, se tuvo que realizar el levantamiento altimétrico, con la ayuda de un equipo topográfico como el nivel de ingeniero que, en conjunto con el levantamiento anterior, se podrá llevar a cabo el perfil longitudinal como también el levantamiento de las curvas de nivel cuyo objetivo principal fue analizar el punto de inicio para el diseño de la red de distribución del proyecto.

Se realizó el estudio de mecánica de suelos, que en primer lugar, se tuvo que efectuar una calicata en el reservorio de 3m de profundidad para la capacidad portante en dicho estructura, en otras 3 calicatas de 1.50m de profundidad en los puntos de la red de distribución con la finalidad de obtener una porción del suelo que fue utilizado como muestra para el estudio de mecánica de suelos, en ello constaría el análisis granulométrico con la ayuda de los tamices para poder confeccionar la curva granulométrica teniendo como datos los porcentajes de suelos finos y gruesos que presentaría la zona de estudio. A su vez también se tuvo que realizar el contenido de humedad, pesos unitarios, Límites de Atterberg, estos estudios nos ayudarán a clasificar el suelo tanto por los métodos ASSHTO Y SUCS.

Luego de haber obtenido todos los datos del terreno tales como la pendiente del terreno y el tipo de suelo en el cual se va a elaborar el diseño de red de agua y desagüe, para ello debemos consultar a SEDALIB acerca de si se puede acceder a una red de conducción de agua con la presión adecuada para distribución dentro del mercado, así mismo contar con una línea de evacuación de desechos orgánicos, que no afecte al ya existente, teniendo todo este proceso ya establecido y corroborado procedemos a diseñar nuestro sistema de red de agua, utilizando el programa computarizado del WaterCAD, además de ello contamos con programas en Excel para poder realizar nuestro diseño de red de agua tales como es el caso de la presión que se necesitara para nuestro diseño de red. También se utilizó el programa del AutoCAD 2016, para distribuir el sistema de red, los puntos de control y cajas de registro.

Una vez teniendo el sistema de agua ya establecido, procedimos al diseño de la red de desagüe, la cual debemos diseñarlo de acuerdo a la pendiente del terreno y que pueda ser evacuado por el punto de conexión ya establecido por SEDALIB, para que no afecte al sistema ya existente, además de ello conocer el tipo de suelo en el cual se está trabajando es muy importante pues debemos evitar cualquier tipo de complicación en el diseño.

Todos estos datos son plasmados en planos detallados, de cómo se debe elaborar el proceso constructivo y las respectivas observaciones que se presenten en el diseño de la red de agua y desagüe del Hipermercado Cono Norte La Esperanza.

2.6. Método de análisis de datos.

Para procesar la información del levantamiento topográfico en la zona de estudio se utilizó los siguientes softwares:

- **Microsoft Excel 2016**, este software permitirá procesar los datos topográficos obtenidos en el campo con ayuda del equipo de nivel de ingeniero.
- **AutoCAD Civil 3D 2018**, Se importará los datos topográficos recopilados en el Excel, para permitirnos generar las curvas de nivel del terreno de la zona de estudio.
- **AutoCAD 2018**, servirá como software de apoyo para el software anterior

Para realizar el estudio de mecánica de suelos se requerirán los siguientes ensayos.

- Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D422
- Límite Líquido
- Límite Plástico
- Contenido de Humedad
- Pesos Unitarios
- Clasificación de Suelos SUCS
- Clasificación de Suelos AASHTO

Para el diseño de red de agua potable y alcantarillado la información se procesó mediante el siguiente programa de ingeniería:

- **WaterCAD**, mediante este software se realizará el diseño, y análisis de red de abastecimiento de agua potable.

Para determinar el Costo y Presupuestos del proyecto se utilizó el siguiente software:

- **S10 Presupuestos 2005**, nos permitió elaborar el presupuesto del proyecto, teniendo en cuenta los metrados, costos de materiales, costos directo, gastos generales, etc.

Para el cronograma de ejecución del proyecto se utilizará el siguiente programa:

- **MS Project**, este software nos facilitó la programación del proyecto asignado el tiempo de las actividades, para poder así hacerle un seguimiento al avance de obra y cumplir con el tiempo proyectado.

2.7. Aspectos éticos.

Los investigadores elaboraran el proyecto con la veracidad de los resultados obtenidos en la zona de estudio como en el laboratorio, mostrando tener valores éticos y morales, sobre todo teniendo en cuenta el cuidado del medio ambiente en cada etapa que el proyecto demande.

III. RESULTADOS

3.1. Levantamiento Topográfico:

3.1.1. Generalidades

La topografía se realizó, mediante el uso de un GPS portátil, un nivel topográfico, una mira, etc. Lo cual se realizó el levantamiento de toda el área de influencia del hipermercado como norte, así como el reservorio que distribuirá el agua a la población, tomando un punto de referencia, es decir el GPS portátil con las coordenadas UTM, posteriormente se tomó los demás puntos guiado con el nivel topográfico para asegurarse la altitud correcta, tomando vista adelante y vista atrás, lo cual se tomó alrededor de 31 puntos en un terreno de área de influencia pequeña para realizar el sistema de agua potable y alcantarillado, ubicando los puestos comerciales como la cisterna y reservorio elevado que presenta.

3.1.2. Objetivos

El objetivo principal del levantamiento topográfico es la representación del área de estudio, siendo aquella una información fundamental para la realización del estudio del sistema de agua potable y alcantarillado.

Se precisa algunas fases necesarias para el estudio topográfico como:

- El Levantamiento Topográfico, determinando las características del terreno, como sus elevaciones, depresiones, para el trazado de la red topográfica.
- Procesamiento de la información obtenida del terreno. Se importa los puntos topográficos al software AutoCAD Civil 3D.
- Confeccionamiento de los planos de representación, es decir graficar las curvas de nivel del terreno con su escala respectiva.

3.1.3. Reconocimiento del terreno

Se realizó la visita a la zona de estudio donde los dueños de los puestos comerciales, se han organizado para determinar el problema principal que tiene el hipermercado que es principalmente la falta de saneamiento básico de agua

potable, la cual se hizo el recorrido por el reservorio, como las conexiones de los puestos comerciales a la red existente.

Mediante ello se pudo corroborar los puntos altos de los puestos comerciales, así como el acceso a la zona de estudio.

A su vez la zona de los puestos comerciales del Hipermercado Cono Norte comprende lo siguiente:

- 01 cisterna existente que se encuentra sin operatividad correspondiente a almacenar el agua hasta su respectivo bombeo al reservorio elevado.
- 01 reservorio existente que se encuentra en la entrada de la zona de estudio perteneciente y exclusivamente a abastecer los puestos comerciales. Reservorio elevado a unos 8m de altura.

3.1.4. Redes de apoyos

El levantamiento topográfico requiere puntos de apoyos los cuales los llamamos BM de los cuales partiremos como base, para obtener los puntos restantes.

3.1.4.1. Redes de apoyo planimétrico:

La red de apoyo planímetro que se utilizó fue la triangulación, de allí se ubicó los demás puntos topográficos, la cual se tuvo que medir los ángulos, como las medidas longitudinales para el confeccionamiento de la misma, la cual dichas medidas deben ser precisos. Se tomaron los siguientes puntos, que servirán de apoyo, para confeccionar el levantamiento topográfico, con ello se realizó una poligonal cerrada con los datos que se presentan a continuación.

PUNTO	ESTE	NORTE	DESCRIPCIÓN
1	714408.34	9108856.34	BM1
2	714415.02	9108834.25	BM2
3	714425.41	9108799.91	BM3
4	714435.8	9108765.57	BM4
5	714442.42	9108743.67	BM5

6	714400.23	9108730.9	BM6
7	714393.61	9108752.8	BM7
8	714383.22	9108787.15	BM8
9	714372.83	9108821.49	BM9
10	714366.16	9108843.54	BM10
11	714374.04	9108854.07	BM11
12	714323.94	9108846.18	BM12
13	714334.87	9108810.01	BM13
14	714345.26	9108775.67	BM14
15	714355.65	9108741.32	BM15
16	714362.27	9108719.42	BM16
17	714322.42	9108707.37	BM17
18	714315.8	9108729.27	BM18
19	714305.41	9108763.61	BM19
20	714295.02	9108797.96	BM20
21	714282.38	9108839.76	BM21
22	714236.42	9108832.66	BM22
23	714242.44	9108810.54	BM23
24	714250.56	9108784.51	BM24
25	714260.7	9108750.09	BM25
26	714271.09	9108715.75	BM26
27	714277.71	9108693.85	BM27
28	714185.01	9108793.17	BM28
29	714435.46	9108859.51	BM29
30	714440.83	9108841.00	BM30
31	714450.8	9108806.65	BM31

Fuente: Elaboración propia

3.1.4.2. Red de Apoyo Altimétrico o Circuito de Nivelación

La red de apoyo altimétrico se utilizó para averiguar las diferencias de niveles de un punto a otro. Las cuales se muestra a continuación:

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	714408.34	9108856.34	114.961	BM1
2	714415.02	9108834.25	115.003	BM2
3	714425.41	9108799.91	114.976	BM3
4	714435.8	9108765.57	114.925	BM4
5	714442.42	9108743.67	114.85	BM5
6	714400.23	9108730.9	114.671	BM6
7	714393.61	9108752.8	114.757	BM7
8	714383.22	9108787.15	114.675	BM8
9	714372.83	9108821.49	114.734	BM9

10	714366.16	9108843.54	114.93	BM10
11	714374.04	9108854.07	114.88	BM11
12	714323.94	9108846.18	114.254	BM12
13	714334.87	9108810.01	114.722	BM13
14	714345.26	9108775.67	114.966	BM14
15	714355.65	9108741.32	114.766	BM15
16	714362.27	9108719.42	114.791	BM16
17	714322.42	9108707.37	114.068	BM17
18	714315.8	9108729.27	114.674	BM18
19	714305.41	9108763.61	113.908	BM19
20	714295.02	9108797.96	114.137	BM20
21	714282.38	9108839.76	114.064	BM21
22	714236.42	9108832.66	114.09	BM22
23	714242.44	9108810.54	114.488	BM23
24	714250.56	9108784.51	114.425	BM24
25	714260.7	9108750.09	113.805	BM25
26	714271.09	9108715.75	113.761	BM26
27	714277.71	9108693.85	114.011	BM27
28	714185.01	9108793.17	113.088	BM28
29	714435.46	9108859.51	115.289	BM29
30	714440.83	9108841.00	115.264	BM30
31	714450.8	9108806.65	114.937	BM31

Fuente: Elaboración Propia

3.1.5. Trabajo de Campo

Consta de un trabajo realizado directamente al área del terreno del proyecto, desde la georreferenciación con los puntos obtenidos del GPS y posterior al levantamiento de los datos del punto del terreno.

- Se determinó los puntos apropiados para la instalación del nivel topográfico.
- Se tomó dos puntos de referencia con el GPS portátil.

Tabla 4: Coordenadas y elevación de los puntos de apoyo				
PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	714408.34	9108856.34	114.961	BM1
2	714415.02	9108834.25	115.003	BM2

Fuente: Elaboración propia

- Se procedió a colocar el nivel topográfico en el primer punto, con ayuda de la wincha se estableció las distancias de cada punto a encontrar al igual que los ángulos.
- Con la medida de vista atrás y vista adelante se procedió a encontrar las alturas de los puntos y los ángulos para darle las coordenadas correspondientes.
- Se fijaron los puntos topográficos, llamándoles BMs.

3.1.6. Análisis de resultados:

a) Elección del terreno:

Se pudo observar con los resultados plasmados que el tipo de terreno que presenta el ámbito de estudio es llano, por lo que el sistema escogido será por bombeo.

b) Conclusiones:

- Se logró determinar el tipo de topografía del terreno por su relieve realizado en campo y gabinete, obteniendo un terreno llano en el reservorio como en los puestos comerciales del proyecto.
- Se precisó un BM para el levantamiento topográfico del terreno.
- Se realizó el levantamiento topográfico, con un nivel topográfico para medir distancias verticales y una wincha para medir las distancias horizontales.
- Se utilizó el método de la triangulación para la obtención de los puntos topográficos.
- Se confecciono las curvas de nivel, con los puntos obtenidos del método de la triangulación.

3.2. Estudio de suelos

3.2.1. Generalidades

El estudio de mecánica de suelos fue realizado en el “Laboratorio de mecánica de suelos de la UNIVIERSIDAD CÉSAR VALLEJO – CIT MOCHE” con el propósito de análisis del suelo del proyecto ““Diseño de red de abastecimiento de Agua potable y alcantarillado del Hipermercado Cono Norte, Esperanza, Trujillo, La Libertad” el mismo que se obtuvo en el campo, para que enseguida fueron llevadas a laboratorio para analizar las características físicas y mecánicas que poseen el suelo, y así poner en manejo apropiado los componentes del proyecto: Línea de conducción, Reservorio, cisterna, red de distribución, red de alcantarillado.

3.2.2. Objetivos:

- Realizar calicatas para extraer los estratos representativos del suelo, muestras que serán evaluadas en el laboratorio.
- Determinar el porcentaje de humedad que tiene cada muestra, así poder conocer la cantidad de agua que tiene el estrato.
- Efectuar la granulometría respectiva con las muestras para precisar los tamaños de las partículas del suelo, utilizando el método del tamizado manual.
- Ejecutar los límites de atterberg, límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad.
- Clasificar el suelo mediante el método SUCS Y AASHTO.
- Establecer la capacidad portante del suelo la cual proporciona el límite de carga de la muestra del suelo.

3.2.3. Sismicidad

El Perú está dividido en 4 zonas de acuerdo a la actividad sísmica, según el RNE Norma E030: Diseño sismoresistente, clasificando que la zona 1 es la menor intensidad sísmica y la zona 4 es la de mayor, el hipermercado cono norte de la

Esperanza, provincia de Trujillo, departamento de la Libertad, está localizada en la zona 4 de mayor peligro sísmico.

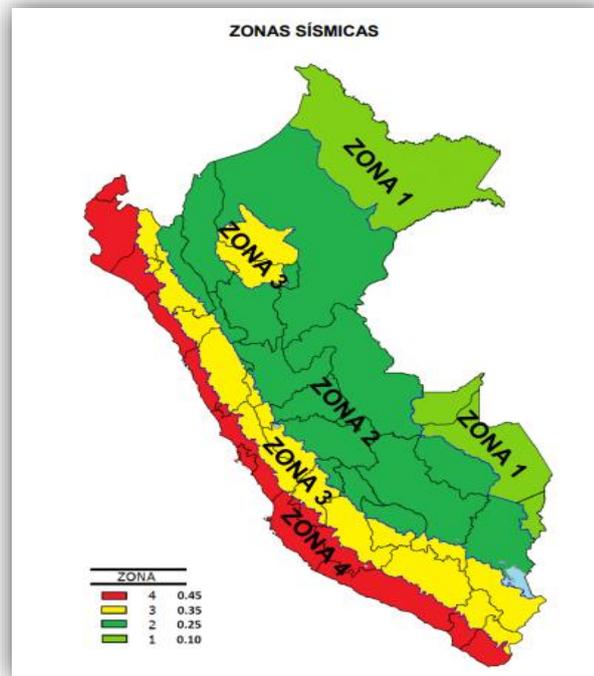


Figura 2: Zonas sísmicas del Perú

Fuente: RNE Norma E030

3.2.4. Trabajo de campo

Para efectuar la extracción de la muestra del suelo se tuvo que coordinar con el comité del hipermercado, donde se acordó que se efectuaría las excavaciones para el comportamiento del suelo para la posterior implementación de la red de agua potable. Durante la reunión con el comité se estableció una fecha fija para realizar el trabajo, así como el grupo de personas involucradas.

En la fecha establecida se procedió a realizar las calicatas, donde se tuvo que trazar el área para realizar la excavación, cuyo objetivo es extraer una porción de suelo o muestra y llevarla al laboratorio para su análisis respectivo.

Fueron 04 calicatas a cielo abierto, nombrándoles desde C-01 a C-04, las cuales fueron ubicadas tácticamente en las zonas del terreno, siendo aquellas en el reservorio (01) y en la red de distribución (03).

3.2.4.1. Excavaciones

Una vez determinado la ubicación estratégica de las excavaciones, tales como la cantidad y profundidad para la extracción del estrato, se procedió a excavar utilizando métodos convencionales con barreta y palana. Las características de las calicatas son las siguientes; dimensiones de 1.5m x 1.5m con profundidad de 3m para la calicata C-01 y las dimensiones de 1m x 1m y la profundidad de 1.5m para las calicatas de C-02, C-03, C-04 respectivamente.

3.2.4.2. Toma y Transporte de Muestras

Se procedió extraer 5kg de muestra del suelo por calicata las cuales fueron colocadas en bolsas herméticas, evitando así estar en contacto con la contaminación o que se pierda alguna cantidad en el transporte, las mismas que fueron codificadas según el número de calicata que le corresponda, luego será llevado al laboratorio de mecánica de suelos para su análisis pertinente. La muestra será serán identificados con los siguientes datos:

- Nombre de los tesisas
- Número y Ubicación de la calicata
- Profundidad de las calicatas

3.2.4.3. Registro de excavaciones

A su vez de la extracción de muestras se tuvo el registro de los datos de las calicatas que se presentó de la siguiente manera:

Tabla 5:Registro de calicatas del proyecto						
CALICATA		UBICACIÓN	PROFUND. ESTRATO	ESTE	NORTE	ALTITUD
N°	ESTRATO					
C-1	E-1	RESERVORIO	3,00 m	714390,886	9108844,031	111,46
C-2	E-1	RED DE DISTRIBUCION	1.50 m	714384,407	9108797,422	113,22
C-3	E-1	RED DE DISTRIBUCION	1.50 m	714320,035	9108769,117	113,04
C-4	E-1	RED DE DISTRIBUCION	1.50 m	714257,650	9108747,236	112,3

Fuente: Elaboración propia

3.2.5. Trabajo de laboratorio:

Posterior a la recolección de muestra de aproximadamente 5kg por calicata, se transportó al laboratorio para determinar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos, de acuerdo a la norma ASTM el número de ensayos se indican a continuación:

Muestra	Ensayo	Norma ASTM	Número de ensayos
SUELO	Determinación del Contenido de Humedad	D 2216	4
	Análisis mecánico por tamizado	D422	4
	Límite Líquido	D423	4
	Límite Plástico	D424	4
	Clasificación de suelos, Sistema SUCS y AASHTO	D2487	4
	Capacidad de Carga	-	1

Fuente: Elaboración propia

3.2.5.1. Contenido de Humedad

El presente ensayo es de gran importancia y tiene por objetivo determinar el contenido de humedad de una muestra específica del suelo, expresada como porcentaje (%) la cual determina el contenido de agua que tiene el terreno natural.

Equipo necesario:

- Horno de secado con temperatura regulada entre $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Balanza de 600g, con precisión de 2 decimales para cantidades pequeñas que requiere el ensayo.

Herramientas y Accesorios

- Taras codificadas
- Guantes
- Espátulas

Procedimiento:

- 1.- Se eligió las taras las cuales fueron codificadas para reconocerlas en nuestro ensayo. Según la norma debe ser 03 ensayos como mínimo por estrato para contenido de humedad. Posteriormente fueron pesadas para llenar el formato lo

cual lo denominamos Peso del tarro.

2.- Se tomó una porción de muestra de la bolsa hermética de cada calicata para colocarlas en las taras, las cuales fueron pesadas. Lo que llamaremos Peso del tarro + Suelo húmedo.

3.- Se procedió a insertar las taras con las muestras en el horno durante 24 horas. Luego del tiempo de secado se procedió a pesar las muestras. A esto le designamos como Peso del tarro + Suelo seco.

4.- Luego obtenemos el peso del agua de la siguiente manera:

$$PESO\ DEL\ AGUA = Peso\ del\ Suelo\ Humedo - Peso\ del\ suelo\ Seco$$

5.- Finalmente aplicamos la fórmula del contenido de humedad:

$$(\%) DE HUMEDAD = \frac{Peso\ del\ agua}{Peso\ del\ suelo\ seco} * 100$$

6.- Se aplica la fórmula para las 3 muestras de cada calicata para obtener un promedio representativo.

3.2.5.2. Análisis Mecánico por tamizado

Por recomendaciones previo al análisis granulométrico se deben lavar las muestras; en nuestro caso se observó que en su mayoría la muestra predomina arenas, la cual no es necesario previo lavado. Así que se introdujo en el horno unos 4kg de muestra por calicata previo tamizado.

Herramientas empleadas:

- Recipientes para el secado del material.
- Horno de secado con temperatura regulada entre $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Una balanza con sensibilidad de 0.01 g. para pesar el material retenido en las mallas.
- Tamices de malla cuadrada de 76.2 mm (3"), 63.5 mm (2 1/2"), 50.6 mm (2"), 38.1mm (1 1/2"), 25.4 mm (1"), 19.05 mm (3/4"), 12.7 mm (1/2"), 9.53 mm (3/8"), 6.35 mm (1/4"), 4.18 mm (N° 4), 2.36 mm (N° 8), 2,00 mm (N° 10), 1.18 mm (N° 16), 0.85mm (N° 20), 0.60 mm (N° 30), 0.42 mm (N° 40), 0.3 mm (N° 50), 0.25 mm (N° 60), 0.18 mm (N° 80), 0.15 mm (N° 100) y 0,075 mm (N°

200) y el plato.

- Cepillo.
- Brocha.

Materiales:

- Libreta con el formato de análisis granulométrico.
- Lapiceros.
- Corrector.

Procedimiento:

1. Se extrajo 2kg de muestra de las bolsas herméticas para cada calicata la cual fueron introducidas al horno de secado por 24 horas, a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
2. Se retira la muestra del horno y se reposa a enfriar por 15 min.
3. Se ordena los tamices según el tamaño de abertura que presenta.
4. Se procede a vaciar la muestra en el juego de tamices. Posterior a ello se comienza mover en forma circular durante 10 min, aproximadamente.
5. Se realizó el pesado de la muestra retenida en las mallas en un recipiente.
6. Se tomó nota en la libreta de campo el peso de la muestra retenida en los tamices.

3.2.5.3. Límites de Atterberg

• **Límite Líquido:**

Se representa como el contenido de humedad que representa una masa remoldada.

Equipos Empleados:

- Copa de Casagrande, instrumento que contiene una cuchara de bronce con una más de 200 ± 20 grs, montada en un dispositivo de apoyo fijado de caucho o de plástico duro.

- Acanalador, mango de calibre de 1cm. Por un lado, del acanalador calibra la altura de la caída de la copa y por el otro separa la muestra asentada en la copa de Casagrande.
- Plato de porcelana de 120mm de diámetro para remover el material antes de aplicarlo a la copa.
- Espátula de hoja flexible.
- Horno de secado con temperatura regulada entre $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Balanza de precisión de 0.01 gr.

Herramientas y Accesorios:

- Agua destilada
- Taras codificadas
- Malla N° 40
- Probeta de 25ml de capacidad

Procedimiento:

1. Una porción de muestra de cada calicata se procedió a ingresar al horno con un peso aproximado de 500grs. Una vez retirado del horno se condujo a tamizar por la malla N°40 ASTM.
2. La muestra que pasa por dicho tamiz se procedió a pesar 100 grs. Se colocó en un deposito una porción de muestra del total secado, la cual se agregó una cantidad de agua destilada mezclándola con una espátula de acero inoxidable, hasta lograr una pasta homogénea.
3. Posterior a eso la masa se colocó en la Copa de Casagrande a una altura de 1cm.
4. Luego se procede a efectuar los golpes según los rangos pertinentes para el cierre de la ranura. Previo a eso se debió calibrar la altura de la caída de la copa de Casagrande de 1cm.

5. El material una vez cerrado en la cuchara de bronce, se extrae una porción de la unión, colocando en taras codificadas, procediendo a calcular el porcentaje de humedad.

- **Límite Plástico**

Es el más bajo contenido de humedad que corresponde al estado plástico, en la cual se procede a formar bastones de 1/8" de diámetro, hasta que se rompan en fracciones pequeñas, representando el estado semisólido a plástico.

Equipos Empleados:

- Plato de porcelana de 120mm de diámetro para remover el material antes de aplicarlo a la copa.
- Espátula de hoja flexible.
- Placa de vidrio que se empleara como superficie.
- Horno de secado con temperatura regulada entre $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Balanza de precisión de 0.01 gr.

Herramientas y Accesorios:

- Agua destilada
- Taras codificadas
- Malla N° 40
- Probeta de 25ml de capacidad

Procedimiento:

1. La muestra se preparó de la misma manera que el límite líquido; se obtuvo un promedio de 20grs. de muestra seca la cual se tuvo que tamizar por la malla N°40 ASTM.
2. Se toma una porción de muestra y se prepara el amasado formando hilos de 3mm de diámetro con la palma de la mano.

3. Se despliega los hilos de la muestra hasta que se corten en pedazo de tamaño de 0.5 – 1.0 cm de largo.
4. Se procedió a colocar las fracciones en las taras codificadas, procediendo a colocar al horno las muestras para los cálculos respectivos.

- **Índice Plástico (IP)**

Es la diferencia entre los límites líquidos y plástico, de otra manera se puede explicar el rango de humedad que tiene el suelo hasta su estado plástico.

$$IP = LL - LP$$

3.2.5.4. Pesos unitarios del Suelo

Con este ensayo se determina la capacidad portante del terreno definido, dando valores de relación entre la masa y el volumen del suelo. En otras palabras, es la densidad de los suelos del terreno.

Equipos Empleados:

- Depósito de plástico para asentar la muestra.
- Balanza de precisión de 0.1 gr.

Herramientas y Accesorios:

- Fierro perfilador de 30cm
- Espátulas

Procedimiento:

1. Una vez abierto el tubo sellado que contenía la muestra para el estudio. Se procede a pesar y obtener el volumen del depósito de plástico.

2. Luego se vierte el material al depósito hasta su llenado, al no estar horizontal en la parte superior se utilizó el fierro perfilador que hizo estar a nivel.
3. Luego se llevó el depósito de plástico con el material a pesar en la balanza, cuyos datos servirán para obtener el peso unitario húmedo y seco.

3.2.5.5. Clasificación de Suelos

Para el proyecto se hacen uso de dos sistemas de clasificación de suelos, las cuales son:

- American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO); este Sistema consta de diferentes tipos de suelos en 7 grupos (A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7), cuyos ensayos obtenidos previamente en el laboratorio como, granulometría, límites de Atterberg, la cual se procede a obtener el “índice de grupo (IG)”, número que clasifica a cada suelo.

El índice de Grupo (IG):

$$IG = (F-35) * [0.2 + 0.005 * (LL-40)] + 0.01 * (F-15) * (IP-10)$$

Siendo:

F: % que pasa el tamiz N° 200

LL: Límite líquido

IP: Índice de plasticidad

Cabe recalcar que el índice de grupo para los suelos de los subgrupos A-2-6 y A-2-7 se calcula de la siguiente manera:

$$IG = 0.01 * (F-15) * (IP-10)$$

- Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS):
Este sistema clasifica a los suelos según los ensayos realizados de análisis granulométrico, límites de Atterberg.

3.2.6. Características del proyecto:

3.2.6.1. Perfil Estratigráfico

El perfil estratégico de los suelos se refiere a las dimensiones de los estratos encontrados en las calicatas, así como las características físicas y mecánicas que presentan:

- Calicata N°1: Reservorio Elevado.

Estrato 1: 0.00 m – 0.20m. Material de Relleno.

Estrato 2: 0.00 m – 2.4m: Estrato compuesto por arena mal graduada, arenas con gravas, pocos finos o sin finos, contiene un 1.81 % de material fino (que pasa por la malla N°200); clasificado en el sistema SUCS, como un suelo “SP”, en referencia a la clasificación AASHTO, como un suelo A – 3 (0) arena fina. Presenta un contenido de humedad de 1.30 %.

- Calicata N°2: Red de distribución.

Estrato 1: 0.00 m – 0.20m. Material de Relleno.

Estrato 2: 0.00 m – 1.30m: Estrato compuesto por arena mal graduada, arenas con gravas, pocos finos o sin finos, contiene 3.38% de material fino; clasificando en el sistema SUCS, como un suelo “SP”, en referencia a la clasificación AASHTO, como un suelo A – 3 (0) arena fina. Presenta un contenido de humedad de 1.53 %.

- Calicata N°3: Red de distribución

Estrato 1: 0.00 m – 0.20m. Material de Relleno.

Estrato 2: 0.00 m – 1.30m: Estrato compuesto por arena mal graduada, arenas con gravas, pocos finos o sin finos, contiene 2.74% de material fino; clasificando en el sistema SUCS, como un suelo “SP”, en referencia a la clasificación AASHTO, como un suelo A – 3 (0) arena fina. Presenta un contenido de humedad de 1.97 %.

- Calicata N°4: Red de distribución.

Estrato 1: 0.00 m – 0.20m. Material de Relleno.

Estrato 2: 0.00 m – 1.30m: Estrato compuesto por arena mal graduada, arenas con gravas, pocos finos o sin finos, contiene 4.19% de material fino; clasificando en el sistema SUCS, como un suelo “SP”, en referencia a la clasificación AASHTO, como un suelo A – 3 (0) arena fina. Presenta un contenido de humedad de 2.37 %.

3.2.7. Análisis de los resultados en laboratorio

3.2.7.1. Resumen de contenido de humedad.

El contenido de humedad representa la relación de agua y peso de la muestra seca de la masa del suelo. Los resultados obtenidos de las cuatro calicatas se muestran de la siguiente manera:

Tabla 7:Contenido de humedad de la calicata 1.

Ver ANEXO 10.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo

Tabla 8:Contenido de humedad de la calicata 2.

Ver ANEXO 15.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo.

Tabla 9:Contenido de humedad de la calicata 3.

Ver ANEXO 18.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo.

Tabla 10:Contenido de humedad de la calicata 4.

Ver ANEXO 21.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo.

3.2.7.2. Análisis de los límites de Atterberg

El análisis de los límites líquidos y plásticos que tiene el suelo, representan la máxima capacidad de contenido de humedad en una masa alterada, así como la capacidad de transición de semisólido a plástico. Los resultados de análisis de los límites de Atterberg así como el índice de plasticidad se detalla a continuación:

- **Calicata 1**

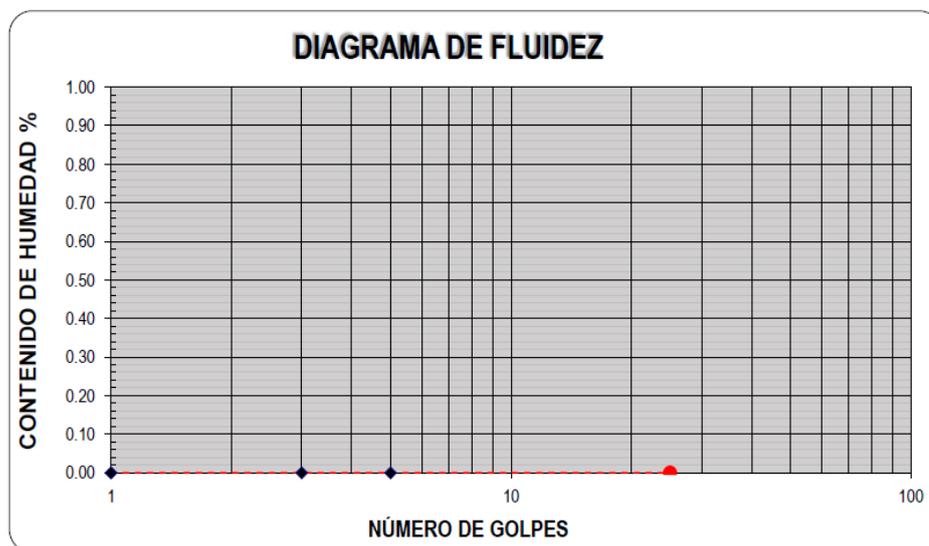
Para la calicata 1 no se presentó límites, lo que podría considerarse que es un suelo compuesto por arena mayormente.

Tabla 11: Límites de consistencia de la calicata 1.

Ver ANEXO 9.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo

Tabla 12: Diagrama de fluidez del análisis de la calicata 1.



Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo.

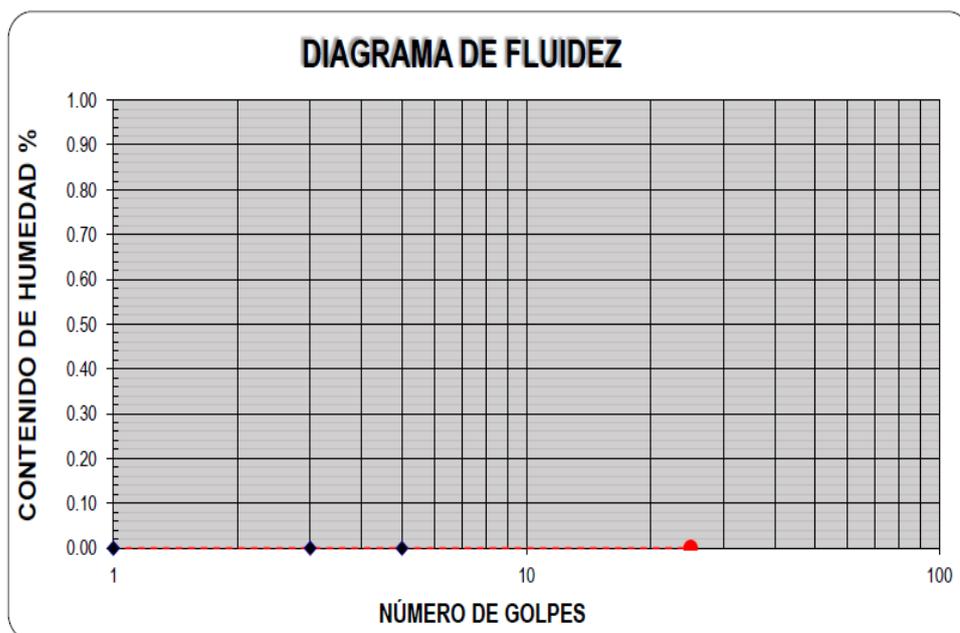
- **Calicata 2:** Para la calicata 2 también no se presentó límites, lo que podría considerarse que es un suelo compuesto por arena.

Tabla 13: Límites de consistencia de la calicata 2.

Ver ANEXO 14.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo.

Tabla 14: Diagrama de fluidez del análisis de la calicata 2.



Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo.

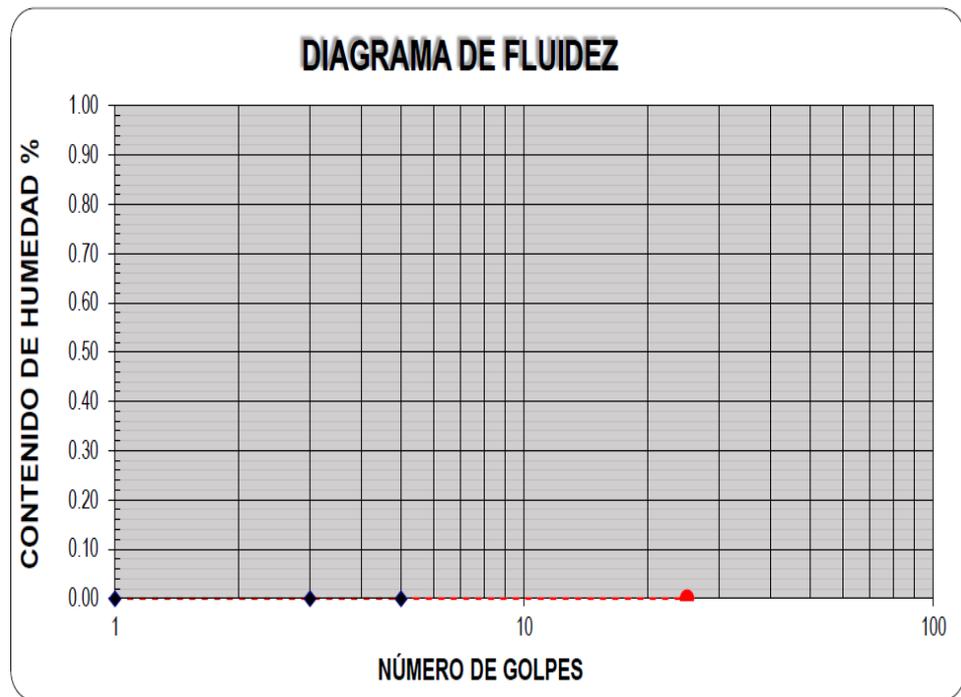
- **Calicata 3:** Para la calicata 3 de igual manera no se presentó límites, lo que podría considerarse que es un suelo compuesto por arena.

Tabla 15: Límites de consistencia de la calicata 3.

Ver ANEXO 17.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo.

Tabla 16: Diagrama de fluidez del análisis de la calicata 3.



Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo.

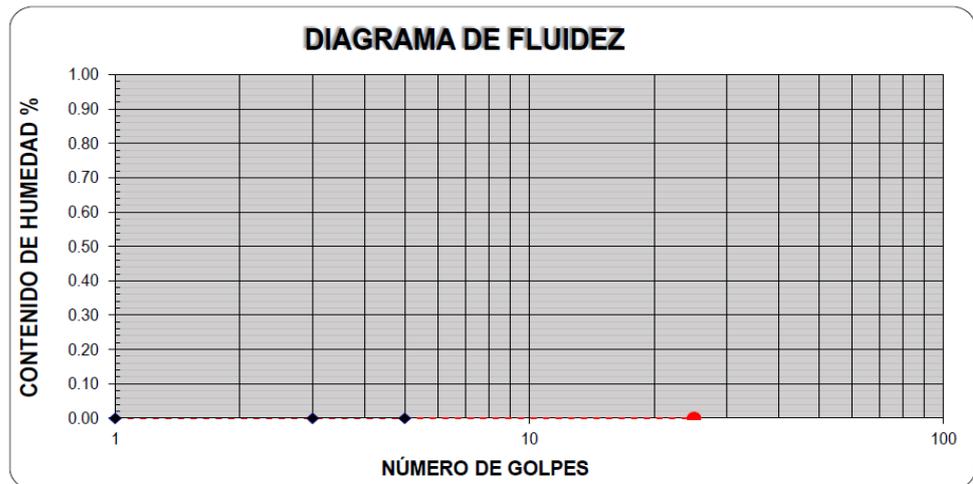
- **Calicata 4:** Para la calicata 4 de igual manera no se presentó límites, lo que podría considerarse que es un suelo compuesto por arena.

Tabla 17: Límites de consistencia de la calicata 4.

Ver ANEXO 20.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo.

Tabla 18: Diagrama de fluidez del análisis de la calicata 4.



Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo.

3.2.7.3. Análisis mecánico por tamizado

Con el ensayo mecánico por tamizado según ASTM D-422, se realizó para determinar el análisis granulométrico del suelo, datos que servirán a la clasificación de los suelos de cada calicata del terreno del Hipermercado Cono Norte.

La muestra C – 1 tiene los siguientes resultados de los análisis granulométricos y se presentan a continuación:

Datos del ensayo:

- Peso de muestra seca = 1800.00 kg
- Peso de muestra seca luego del lavado = 1767.48 kg
- Peso perdido por lavado = 32.52 kg

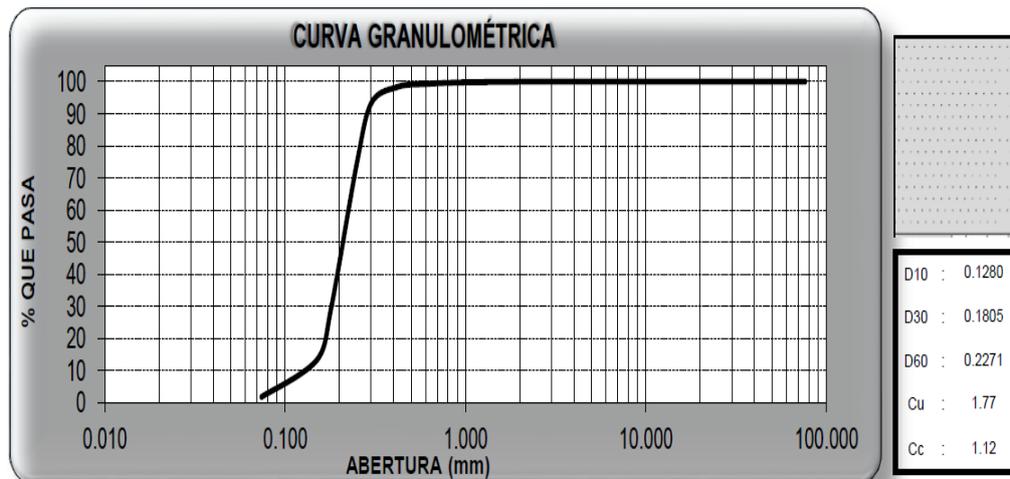
Tabla 19: Análisis mecánico por tamizado de la calicata 1.

Ver ANEXO 8.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo.

Los resultados de la curva granulométrica de C - 1 se detalla de la siguiente manera:

Tabla 20: Curva granulométrica de la calicata.



Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo

La muestra C - 2 tiene los siguientes resultados de los análisis granulométricos:

Datos del ensayo:

- Peso de muestra seca = 2000.00 kg
- Peso de muestra seca luego del lavado = 1932.33 kg
- Peso perdido por lavado = 67.67 kg

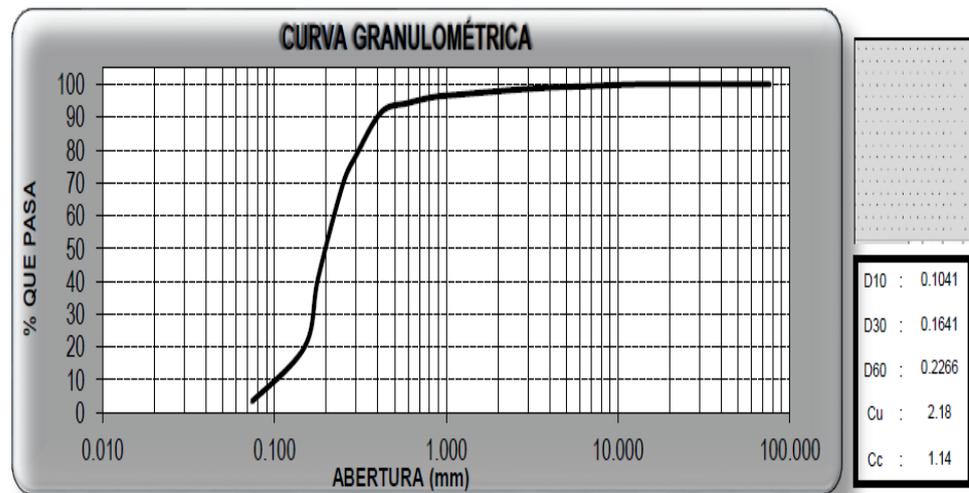
Tabla 21: Análisis mecánico por tamizado de la calicata 2.

Ver ANEXO 13.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo.

Los resultados de la curva granulométrica de C - 2 se detalla de la siguiente manera:

Tabla 22: Curva granulométrica de la calicata 2.



Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo.

La muestra C – 3 tiene los siguientes resultados de los análisis granulométricos:

Datos del ensayo:

- Peso de muestra seca = 2000.00 kg
- Peso de muestra seca luego del lavado = 1945.20 kg
- Peso perdido por lavado = 54.80 kg.

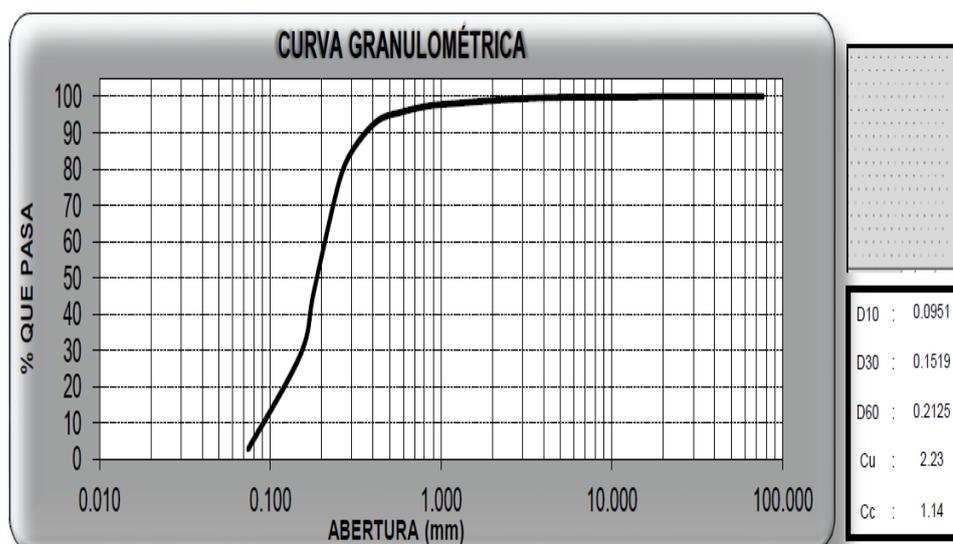
Tabla 23: Análisis mecánico por tamizado de la calicata 3.

Ver ANEXO 16.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo.

Los resultados de la curva granulométrica de C - 3 se detalla de la siguiente manera:

Tabla 24: Curva granulométrica de la calicata 3.



Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo.

La muestra C – 4 tiene los siguientes resultados de los análisis granulométricos:

Datos del ensayo:

- Peso de muestra seca = 2000.00 kg
- Peso de muestra seca luego del lavado = 1916.13 kg
- Peso perdido por lavado = 83.87 kg

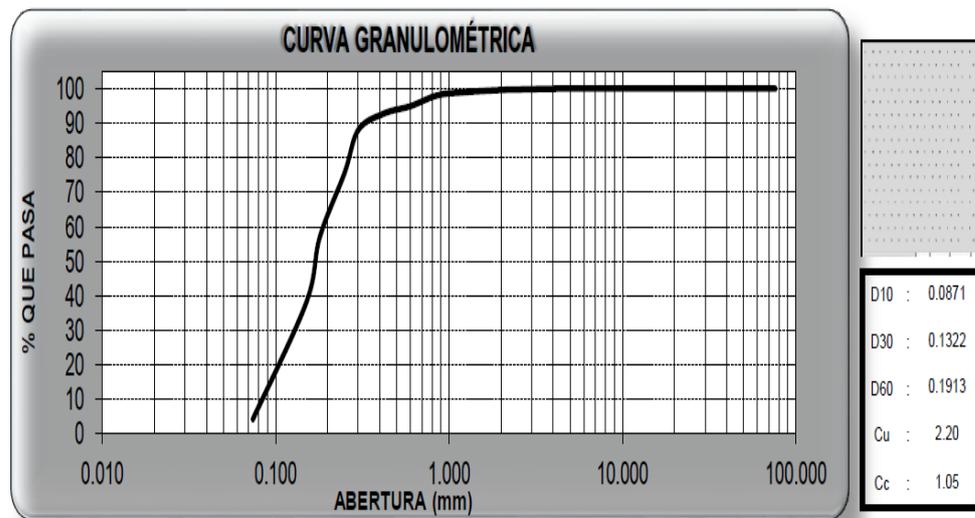
Tabla 25: Análisis mecánico por tamizado de la calicata 4.

Ver ANEXO 19.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo.

Los resultados de la curva granulométrica de C - 4 se detalla de la siguiente manera:

Tabla 26: Curva granulométrica de la calicata 4.



Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo.

3.2.7.4. Resultado de los Pesos Unitarios del Suelo.

El ensayo del peso unitario se realizó para el C-1 que corresponde al reservorio elevado, la cual determina la capacidad portante que obtiene el suelo ante el asentamiento de una estructura. Los resultados son los siguientes:

Tabla 27: Peso unitario del suelo de la calicata 1.

Ver ANEXO 11.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo.

- Análisis de cimentaciones superficiales

a) **Capacidad de Carga:** Se determina la capacidad según la fórmula de Terzaghi (1943) modificado por Vesic (1975).

$$q_u = c N_c S_c + q N_q S_q + \frac{\gamma B}{2} N_\gamma S_\gamma$$

b) **Factores de Capacidad de Carga:** Los factores se obtienen según las siguientes formulas:

$$N_c = \cot \Phi (N_q - 1)$$

$$Nq = e^{ntan\Phi} \tan^2 \left(\frac{1}{4} \pi + \frac{1}{2} \Phi \right)$$

$$N\gamma = 2(Nq + 1) \tan \emptyset$$

c) **Factores de Forma:** Según vesic los factores de forma son:

$$Sc = 1 + \frac{B}{L} \frac{Nq}{Nc}$$

$$Sq = 1 + \frac{B}{L} \tan \Phi$$

$$S\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L} > = 0.60$$

d) **Asentamiento Inicial (S):** La teoría elástica nos da la siguiente fórmula de asentamiento:

$$S = Cs q B + \left(\frac{1 - V^2}{Es} \right) > = 0.60$$

Figura 3: Periodo TP Y TL.

Tabla N° 4 PERÍODOS "TP" Y "TL"				
	Perfil de suelo			
	S0	S1	S2	S3
TP (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
TL (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo.

Considerando falla local por corte se obtiene los siguientes resultados:

Tabla 28: Análisis de cimentaciones de las estructuras del proyecto.

Ver ANEXO 12.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo.

Según el análisis planteado se proyecta cimentaciones superficiales, para

cimentación corrida, cuadrada y rectangular respectivamente:

Tabla 29: Dimensiones de las cimentaciones según sus cargas.

Ver ANEXO 12.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo.

Se puede considerar como valor único de diseño:

$$q_{\text{admisible}} = 1.30 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{\text{admisible}} = 12.97 \text{ tn/m}^2$$

$$Q = 18.67 \text{ tn}$$

$$S = 0.21 \text{ cm}$$

$$\text{Carga Admisible Bruta} = 18.67 \text{ tn}$$

También se presenta las características físicas del suelo de la siguiente manera:

Tabla 30: Resultados de las características físicas del suelo.

Ver ANEXO 12.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo.

3.2.7.5. Resultados de la Clasificación por el método SUCS y AASHTO

Para determinar el tipo de suelo que presenta el terreno, según los resultados de los ensayos de contenido de humedad, límites de atterberg y análisis granulométrico por tamizado, brindo los siguientes resultados para ambos métodos. Los mismos que se detalla a continuación:

TABLA 31: Resultados de la clasificación del suelo por el método SUCS y AASHTO.

Ver ANEXO 7.

Fuente: Laboratorio de Mecánica de suelos de la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo.

3.2.8. Análisis y parámetros sismo resistentes

Según lo especificado el Perú, está dividido en 4 zonas sísmicas, según el RNE, norma E030: Diseño Sismo resistente, detallando que la menor intensidad sísmica es en la zona 1 y la mayor intensidad sísmica es en la zona 4. Conociendo que el Hipermercado Cono Norte está ubicado en el distrito de la Esperanza, Provincia de Trujillo y departamento de la Libertad, presenta una zona sísmica de 4, teniendo esta ubicación un factor Z de 0.45grs la cual es la aceleración máxima horizontal en el suelo con probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

También según lo estipulado en la norma E.030 “DISEÑO SISMORRESISTENTE” del reglamento nacional de edificaciones capítulo II y II. Nos brindan criterios y consideraciones sísmicas, obteniendo los siguientes parámetros:

- Zonificación: Zona 4
- Factor de Zona (Z): 0.45
- Tipo de Suelo (S): S2
- Factor de Suelo: 1.05
- Periodo (Tp): 0.6
- Uso (U): 1.5
- Amplificación sísmica (C): 2.50

3.2.9. Conclusiones

- Se pudo realizar las excavaciones para la extracción de muestras, con ayuda de herramientas como barreta y palana, donde se realizó cuatro calicatas, cuyas muestras fueron depositadas en bolsas herméticas para su cuidado y posterior transporte al laboratorio de mecánica de suelos para sus respectivos ensayos.
- Se logró establecer el porcentaje de humedad de las cuatro calicatas, datos que sirvieron para determinar el tipo de suelo extraídos en la zona de terreno.
- Se determinó el análisis granulométrico por tamizado para conocer la proporción del tamaño de las partículas que se encuentra en la zona del proyecto.

- Realizo la capacidad portante de la calicata C-1 del reservorio elevado, la cual nos permitió la carga admisible que presenta para el asentamiento de la estructura de almacenamiento de agua potable.
- Se clasifico el suelo según los resultados de contenido de humedad, análisis granulométrico, tomando en cuenta los métodos SUCS y AASHTO para conocer el tipo de suelo representativo del terreno.

3.3. Bases de diseño:

3.3.1. Generalidades:

Lo conforman los parámetros, formulas, y métodos de diseños, aplicados a la confección del sistema de agua potable y alcantarillado. Tomando como referencia los parámetros establecidos del Reglamento Nacional de Edificaciones y normas vigentes para obras de saneamiento.

La finalidad del proyecto es abastecer eficaz y eficiente a toda la población, según el cálculo de dotación de consumo humano, tomando consideraciones de presión y velocidades necesarias que permitan compensar las variaciones de la demanda.

El sistema adoptado para el proyecto es el sistema por bombeo, debido a las pendientes de la topografía en el terreno, lo cual empieza de la línea de conducción de la caja de red de agua potable de sedalib. S.A que une con una cisterna reguladora del consumo de la población, hasta llegar al tanque elevado que almacenará el caudal requerido por la dotación de los puestos comerciales, posterior a ello, la red de distribución repartirá las presiones y velocidad requeridas de la dotación para culminar con las conexiones de los puestos comerciales.

3.3.1.1. Área de Influencia:

El área de influencia del proyecto es la zona del Hipermercado Cono Norte del distrito de la Esperanza, Provincia de Trujillo, Departamento de la Libertad con una superficie de 28,291 m², con una cantidad de 1020 puestos comerciales.

3.3.1.2. Horizonte de planeamiento:

Para determinar el horizonte de planeamiento de cada estructura, se tomó en cuenta el tiempo de demanda según las etapas de Pre Inversión, Inversión y Post Inversión.

La etapa de Pre Inversión identifica el problema social que tiene una comunidad, por lo que hace posible analizar alternativas de solución. La etapa de Inversión detalla la ejecución y gestión del proyecto teniendo en cuenta la viabilidad. En la etapa de Post Inversión consiste en la operación y mantenimiento del proyecto.

Tabla 32: Etapas de un proyecto según los tiempos

Etapas	Periodo	Nº de Años
Pre Inversión	2019	1
Inversión	2020	1
Post Inversión	2021 - 2070	50

Fuente: Elaboración Propia.

3.3.1.3. Periodo de diseño:

El periodo de diseño es fijado por el proyectista según lo demanda la norma RNE OS.100. Según el ámbito donde se desarrolla el proyecto además de los factores que intervienen en el diseño, como la vida útil de las estructuras del sistema, ampliación de los puestos comerciales, situación geográfica, entre otros; limitando los máximos periodos de diseño para el sistema de agua potable como:

Tabla 33: Periodo de Diseño.

DESCRIPCIÓN	PERIODO DE DISEÑO
Cisterna y Tanque Elevado	50 años
Tubería de Alimentación,	50 años
Tubería de succión	50 años

Tubería de Bombeo o impulsión	50 años
Tubería de distribución	50 años
Tuberías de alcantarillado.	50 años

Fuente: Elaboración propia.

3.3.1.4. Población actual

Haciendo un bosquejo del diseño presentada para lotizar los puestos comerciales, se determinaron los siguientes datos que se muestran en siguiente tabla:

Tabla 34: Puestos comerciales del hipermercado Cono Norte.

Datos obtenidos del hipermercado cono norte	
Localidad	2019
	Puestos Comerciales
Hipermercado Cono Norte	1020

Fuente: Elaboración Propia.

3.3.1.5. Usos de los Puestos Comerciales:

En el presente proyecto, tiene como población 1020 puestos comerciales, las cuales están lotizadas en manzanas, cuyos puestos genera servicios tanto de:

- ✓ Venta de Carnes, pescados, pollos, pavo, etc.
- ✓ Venta de abarrotes
- ✓ Servicio de menú, restaurante
- ✓ Venta de frutas, verduras, tubérculos, etc.
- ✓ Venta de mercadería; ropa, telas, calzado, cuero, etc.
- ✓ Ferreterías

Una vez determinado los servicios que brindaran los puestos comerciales del Hipermercado, se distribuirá en función de las manzanas y áreas respectivas.

Tabla 35: Usos de servicio según las áreas del Hipermercado Cono Norte.

SECTORES	MANZANAS	ÁREAS M2	TOTAL M2
CARNES - PESCADOS - POLLOS	M-5	134.7	4218.03
	M-6	255.69	
	M-7	257.2	
	M-8	259.62	
	M-9	136.47	
	M-10	259.05	
	M-11	260.58	
	M-12	261.39	
	M-18	258.8	
	M-19	257.48	
	M-25	278.19	
	M-26	360.9	
	M-27	291.08	
	M-28	292.87	
M-29	361.67		
M-30	292.34		
	M-13	85.93	
	M-14	163.4	
	M-15	164.82	
	M-16	164.3	
	M-17	163.9	

ABARROTOS	M-31	309.28	2501.03
	M-32	334.9	
	M-33	131.66	
	M-34	133.02	
	M-35	163.3	
	M-36	162.64	
	M-62(1)	523.88	
COMIDAS Y MENÚS	M-1	84.5	1840.69
	M-2	160.4	
	M-3	161.34	
	M-4	162.87	
	M-20	161.46	
	M-21	33.56	
	M-22	303.74	
	M-23	334.79	
	M-24	291.34	
	M-63 (1)	146.69	
FRUTAS Y VERDURAS	M-45	227.44	1227.49
	M-46	235.49	
	M-47	306.37	
	M-48	318.57	
	M-63(2)	139.62	
	M-39	220.51	
	M-40	241.77	
	M-41	239.15	
	M-42	219.37	
	M-54	370.14	
	M-55	385.46	
	M-56	371.73	

MERCADERÍA	M-57	388.84	4493.43
	M-58	371.46	
	M-59	387.42	
	M-60	371.34	
	M-61	371.14	
	M-62(2)	197.00	
	M-64	223.46	
	M-65(1)	134.64	
FERRETERÍA	M-65(2)	102.1	1735.64
	M-63(3)	188.63	
	M-49	318.6	
	M-50	264.22	
	M-51	258.46	
	M-52	253.06	
	M-53	266.87	
	M-66	83.7	
TOTAL			16016.31

Fuente: Elaboración propia

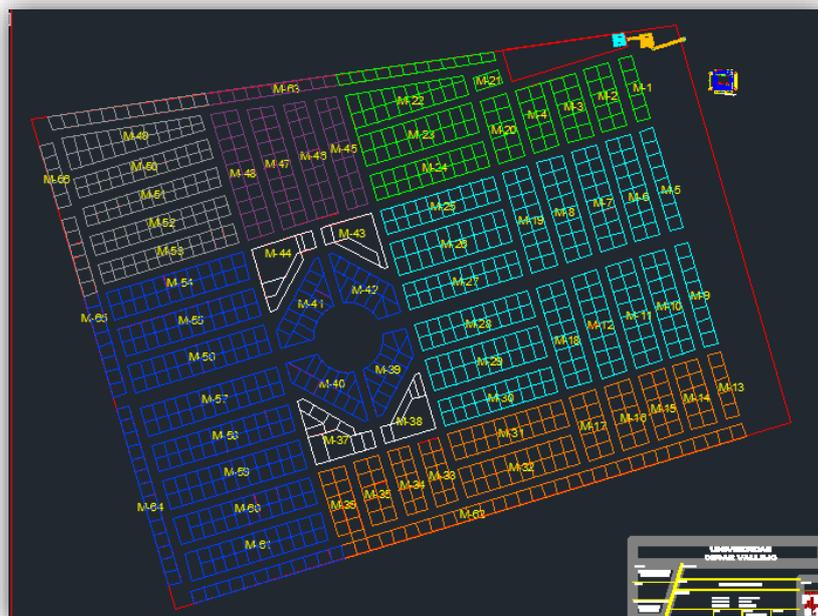


Figura 4: Plano con la distribución de los usos del Hipermercado.

Según lo proyectado, los usos que dispondrá el mercado para su comercio, son los siguientes:

LEYENDA	
CARNES , PESCADOS..	
ABARROTES	
RESTAURANTES	
FRUTAS Y VERDURAS	
MERCADERIA	
FERRETERIA	

Fuente: Elaboración Propia

3.3.1.6. Población de diseño:

La población de diseño son los puestos comerciales del Hipermercado Cono Norte, que cuenta con un total de 1020 de locales comerciales, la cual, en función a sus usos de servicio, contribuirá al cálculo de la demanda de agua.

3.3.1.7. Dotaciones:

La dotación es el volumen de agua que se expresa en litros por día, por cada m² en nuestro caso; para mercados en general, la cual es base de un estudio de consumo de agua para la zona del proyecto. Según el RNE Norma IS.010 – Instalaciones sanitarias para edificaciones indica en el inciso 2.2 dotaciones para agua fría, las dotaciones diarias mínimas de agua para uso comercial, restaurantes, etc. se indican a continuación:

- La dotación de agua para restaurantes estará en función del área de los comedores, según la siguiente tabla:

Tabla 36:Dotación para restaurantes en función del área de comedores.

Área de los comedores en m ²	Dotación
Hasta 40	2000 L
41 a 100	50 L por m ²
Más de 100	40 L por m ²

Fuente: RNE – Norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para edificaciones.

- La dotación de agua para locales comerciales dedicados a comercio, mercancías secas, será de 6 L/d por m² de área útil del local, considerándose una dotación mínima de 500 L/d.
- La dotación de agua para mercados y establecimientos, para ventas de carnes, pescados y similares serán de 15 L/d por m² de área del local.

Teniendo en cuenta los usos del hipermercado como la dotación mínima que nos brinda el reglamento, en conjunto con el metrado del área de cada sección de uso se calculara la demanda necesaria del hipermercado en litros por día. En el presente cuadro se detalla el cálculo de la demanda total.

Tabla 37: Demanda según los lotes en función del área y dotación del Hipermercado.

MANZANA	LOTE	ÁREA		DOTACIÓN					
				24 HORAS		12 HORAS		14 HORAS	
M1	1	16.90	m2	169.00	L/d	84.50	L/d	98.58	L/d
	2	16.90	m2	169.00	L/d	84.50	L/d	98.58	L/d
	3	16.90	m2	169.00	L/d	84.50	L/d	98.58	L/d
	4	16.90	m2	169.00	L/d	84.50	L/d	98.58	L/d
	5	16.90	m2	169.00	L/d	84.50	L/d	98.58	L/d
M2	1	16.04	m2	160.40	L/d	80.20	L/d	93.57	L/d
	2	16.04	m2	160.40	L/d	80.20	L/d	93.57	L/d
	3	16.04	m2	160.40	L/d	80.20	L/d	93.57	L/d
	4	16.04	m2	160.40	L/d	80.20	L/d	93.57	L/d
	5	16.04	m2	160.40	L/d	80.20	L/d	93.57	L/d
	6	16.04	m2	160.40	L/d	80.20	L/d	93.57	L/d
	7	16.04	m2	160.40	L/d	80.20	L/d	93.57	L/d
	8	16.04	m2	160.40	L/d	80.20	L/d	93.57	L/d
	9	16.04	m2	160.40	L/d	80.20	L/d	93.57	L/d
	10	16.04	m2	160.40	L/d	80.20	L/d	93.57	L/d
M3	1	16.13	m2	161.30	L/d	80.65	L/d	94.09	L/d
	2	16.13	m2	161.30	L/d	80.65	L/d	94.09	L/d
	3	16.13	m2	161.30	L/d	80.65	L/d	94.09	L/d
	4	16.13	m2	161.30	L/d	80.65	L/d	94.09	L/d
	5	16.13	m2	161.30	L/d	80.65	L/d	94.09	L/d
	6	16.13	m2	161.30	L/d	80.65	L/d	94.09	L/d
	7	16.13	m2	161.30	L/d	80.65	L/d	94.09	L/d

	8	16.13	m2	161.30	L/d	80.65	L/d	94.09	L/d
	9	16.13	m2	161.30	L/d	80.65	L/d	94.09	L/d
	10	16.13	m2	161.30	L/d	80.65	L/d	94.09	L/d
M4	1	16.29	m2	162.90	L/d	81.45	L/d	95.03	L/d
	2	16.29	m2	162.90	L/d	81.45	L/d	95.03	L/d
	3	16.29	m2	162.90	L/d	81.45	L/d	95.03	L/d
	4	16.29	m2	162.90	L/d	81.45	L/d	95.03	L/d
	5	16.29	m2	162.90	L/d	81.45	L/d	95.03	L/d
	6	16.29	m2	162.90	L/d	81.45	L/d	95.03	L/d
	7	16.29	m2	162.90	L/d	81.45	L/d	95.03	L/d
	8	16.29	m2	162.90	L/d	81.45	L/d	95.03	L/d
	9	16.29	m2	162.90	L/d	81.45	L/d	95.03	L/d
	10	16.29	m2	162.90	L/d	81.45	L/d	95.03	L/d
M5	1	16.84	m2	252.60	L/d	126.30	L/d	147.35	L/d
	2	16.84	m2	252.60	L/d	126.30	L/d	147.35	L/d
	3	16.84	m2	252.60	L/d	126.30	L/d	147.35	L/d
	4	16.84	m2	252.60	L/d	126.30	L/d	147.35	L/d
	5	16.84	m2	252.60	L/d	126.30	L/d	147.35	L/d
	6	16.84	m2	252.60	L/d	126.30	L/d	147.35	L/d
	7	16.84	m2	252.60	L/d	126.30	L/d	147.35	L/d
	8	16.84	m2	252.60	L/d	126.30	L/d	147.35	L/d
M6	1	15.98	m2	239.70	L/d	119.85	L/d	139.83	L/d
	2	15.98	m2	239.70	L/d	119.85	L/d	139.83	L/d
	3	15.98	m2	239.70	L/d	119.85	L/d	139.83	L/d
	4	15.98	m2	239.70	L/d	119.85	L/d	139.83	L/d
	5	15.98	m2	239.70	L/d	119.85	L/d	139.83	L/d
	6	15.98	m2	239.70	L/d	119.85	L/d	139.83	L/d
	7	15.98	m2	239.70	L/d	119.85	L/d	139.83	L/d
	8	15.98	m2	239.70	L/d	119.85	L/d	139.83	L/d
	9	15.98	m2	239.70	L/d	119.85	L/d	139.83	L/d
	10	15.98	m2	239.70	L/d	119.85	L/d	139.83	L/d
	11	15.98	m2	239.70	L/d	119.85	L/d	139.83	L/d
	12	15.98	m2	239.70	L/d	119.85	L/d	139.83	L/d
	13	15.98	m2	239.70	L/d	119.85	L/d	139.83	L/d
	14	15.98	m2	239.70	L/d	119.85	L/d	139.83	L/d
	15	15.98	m2	239.70	L/d	119.85	L/d	139.83	L/d
	16	15.98	m2	239.70	L/d	119.85	L/d	139.83	L/d
M7	1	16.08	m2	241.20	L/d	120.60	L/d	140.70	L/d
	2	16.08	m2	241.20	L/d	120.60	L/d	140.70	L/d
	3	16.08	m2	241.20	L/d	120.60	L/d	140.70	L/d
	4	16.08	m2	241.20	L/d	120.60	L/d	140.70	L/d
	5	16.08	m2	241.20	L/d	120.60	L/d	140.70	L/d
	6	16.08	m2	241.20	L/d	120.60	L/d	140.70	L/d
	7	16.08	m2	241.20	L/d	120.60	L/d	140.70	L/d

	8	16.08	m2	241.20	L/d	120.60	L/d	140.70	L/d
	9	16.08	m2	241.20	L/d	120.60	L/d	140.70	L/d
	10	16.08	m2	241.20	L/d	120.60	L/d	140.70	L/d
	11	16.08	m2	241.20	L/d	120.60	L/d	140.70	L/d
	12	16.08	m2	241.20	L/d	120.60	L/d	140.70	L/d
	13	16.08	m2	241.20	L/d	120.60	L/d	140.70	L/d
	14	16.08	m2	241.20	L/d	120.60	L/d	140.70	L/d
	15	16.08	m2	241.20	L/d	120.60	L/d	140.70	L/d
	16	16.08	m2	241.20	L/d	120.60	L/d	140.70	L/d
M8	1	16.23	m2	243.45	L/d	121.73	L/d	142.01	L/d
	2	16.23	m2	243.45	L/d	121.73	L/d	142.01	L/d
	3	16.23	m2	243.45	L/d	121.73	L/d	142.01	L/d
	4	16.23	m2	243.45	L/d	121.73	L/d	142.01	L/d
	5	16.23	m2	243.45	L/d	121.73	L/d	142.01	L/d
	6	16.23	m2	243.45	L/d	121.73	L/d	142.01	L/d
	7	16.23	m2	243.45	L/d	121.73	L/d	142.01	L/d
	8	16.23	m2	243.45	L/d	121.73	L/d	142.01	L/d
	9	16.23	m2	243.45	L/d	121.73	L/d	142.01	L/d
	10	16.23	m2	243.45	L/d	121.73	L/d	142.01	L/d
	11	16.23	m2	243.45	L/d	121.73	L/d	142.01	L/d
	12	16.23	m2	243.45	L/d	121.73	L/d	142.01	L/d
	13	16.23	m2	243.45	L/d	121.73	L/d	142.01	L/d
	14	16.23	m2	243.45	L/d	121.73	L/d	142.01	L/d
	15	16.23	m2	243.45	L/d	121.73	L/d	142.01	L/d
	16	16.23	m2	243.45	L/d	121.73	L/d	142.01	L/d
M9	1	17.06	m2	255.90	L/d	127.95	L/d	149.28	L/d
	2	17.06	m2	255.90	L/d	127.95	L/d	149.28	L/d
	3	17.06	m2	255.90	L/d	127.95	L/d	149.28	L/d
	4	17.06	m2	255.90	L/d	127.95	L/d	149.28	L/d
	5	17.06	m2	255.90	L/d	127.95	L/d	149.28	L/d
	6	17.06	m2	255.90	L/d	127.95	L/d	149.28	L/d
	7	17.06	m2	255.90	L/d	127.95	L/d	149.28	L/d
	8	17.06	m2	255.90	L/d	127.95	L/d	149.28	L/d
M10	1	16.19	m2	242.85	L/d	121.43	L/d	141.66	L/d
	2	16.19	m2	242.85	L/d	121.43	L/d	141.66	L/d
	3	16.19	m2	242.85	L/d	121.43	L/d	141.66	L/d
	4	16.19	m2	242.85	L/d	121.43	L/d	141.66	L/d
	5	16.19	m2	242.85	L/d	121.43	L/d	141.66	L/d
	6	16.19	m2	242.85	L/d	121.43	L/d	141.66	L/d
	7	16.19	m2	242.85	L/d	121.43	L/d	141.66	L/d
	8	16.19	m2	242.85	L/d	121.43	L/d	141.66	L/d
	9	16.19	m2	242.85	L/d	121.43	L/d	141.66	L/d
	10	16.19	m2	242.85	L/d	121.43	L/d	141.66	L/d
	11	16.19	m2	242.85	L/d	121.43	L/d	141.66	L/d

	12	16.19	m2	242.85	L/d	121.43	L/d	141.66	L/d
	13	16.19	m2	242.85	L/d	121.43	L/d	141.66	L/d
	14	16.19	m2	242.85	L/d	121.43	L/d	141.66	L/d
	15	16.19	m2	242.85	L/d	121.43	L/d	141.66	L/d
	16	16.19	m2	242.85	L/d	121.43	L/d	141.66	L/d
M11	1	16.29	m2	244.35	L/d	122.18	L/d	142.54	L/d
	2	16.29	m2	244.35	L/d	122.18	L/d	142.54	L/d
	3	16.29	m2	244.35	L/d	122.18	L/d	142.54	L/d
	4	16.29	m2	244.35	L/d	122.18	L/d	142.54	L/d
	5	16.29	m2	244.35	L/d	122.18	L/d	142.54	L/d
	6	16.29	m2	244.35	L/d	122.18	L/d	142.54	L/d
	7	16.29	m2	244.35	L/d	122.18	L/d	142.54	L/d
	8	16.29	m2	244.35	L/d	122.18	L/d	142.54	L/d
	9	16.29	m2	244.35	L/d	122.18	L/d	142.54	L/d
	10	16.29	m2	244.35	L/d	122.18	L/d	142.54	L/d
	11	16.29	m2	244.35	L/d	122.18	L/d	142.54	L/d
	12	16.29	m2	244.35	L/d	122.18	L/d	142.54	L/d
	13	16.29	m2	244.35	L/d	122.18	L/d	142.54	L/d
	14	16.29	m2	244.35	L/d	122.18	L/d	142.54	L/d
	15	16.29	m2	244.35	L/d	122.18	L/d	142.54	L/d
	16	16.29	m2	244.35	L/d	122.18	L/d	142.54	L/d
M12	1	16.34	m2	245.10	L/d	122.55	L/d	142.98	L/d
	2	16.34	m2	245.10	L/d	122.55	L/d	142.98	L/d
	3	16.34	m2	245.10	L/d	122.55	L/d	142.98	L/d
	4	16.34	m2	245.10	L/d	122.55	L/d	142.98	L/d
	5	16.34	m2	245.10	L/d	122.55	L/d	142.98	L/d
	6	16.34	m2	245.10	L/d	122.55	L/d	142.98	L/d
	7	16.34	m2	245.10	L/d	122.55	L/d	142.98	L/d
	8	16.34	m2	245.10	L/d	122.55	L/d	142.98	L/d
	9	16.34	m2	245.10	L/d	122.55	L/d	142.98	L/d
	10	16.34	m2	245.10	L/d	122.55	L/d	142.98	L/d
	11	16.34	m2	245.10	L/d	122.55	L/d	142.98	L/d
	12	16.34	m2	245.10	L/d	122.55	L/d	142.98	L/d
	13	16.34	m2	245.10	L/d	122.55	L/d	142.98	L/d
	14	16.34	m2	245.10	L/d	122.55	L/d	142.98	L/d
	15	16.34	m2	245.10	L/d	122.55	L/d	142.98	L/d
	16	16.34	m2	245.10	L/d	122.55	L/d	142.98	L/d
M13	1	17.19	m2	51.57	L/d	25.79	L/d	30.08	L/d
	2	17.19	m2	51.57	L/d	25.79	L/d	30.08	L/d
	3	17.19	m2	51.57	L/d	25.79	L/d	30.08	L/d
	4	17.19	m2	51.57	L/d	25.79	L/d	30.08	L/d
	5	17.19	m2	51.57	L/d	25.79	L/d	30.08	L/d
M14	1	16.34	m2	49.02	L/d	24.51	L/d	28.60	L/d
	2	16.34	m2	49.02	L/d	24.51	L/d	28.60	L/d

	3	16.34	m2	49.02	L/d	24.51	L/d	28.60	L/d
	4	16.34	m2	49.02	L/d	24.51	L/d	28.60	L/d
	5	16.34	m2	49.02	L/d	24.51	L/d	28.60	L/d
	6	16.34	m2	49.02	L/d	24.51	L/d	28.60	L/d
	7	16.34	m2	49.02	L/d	24.51	L/d	28.60	L/d
	8	16.34	m2	49.02	L/d	24.51	L/d	28.60	L/d
	9	16.34	m2	49.02	L/d	24.51	L/d	28.60	L/d
	10	16.34	m2	49.02	L/d	24.51	L/d	28.60	L/d
M15	1	16.48	m2	49.44	L/d	24.72	L/d	28.84	L/d
	2	16.48	m2	49.44	L/d	24.72	L/d	28.84	L/d
	3	16.48	m2	49.44	L/d	24.72	L/d	28.84	L/d
	4	16.48	m2	49.44	L/d	24.72	L/d	28.84	L/d
	5	16.48	m2	49.44	L/d	24.72	L/d	28.84	L/d
	6	16.48	m2	49.44	L/d	24.72	L/d	28.84	L/d
	7	16.48	m2	49.44	L/d	24.72	L/d	28.84	L/d
	8	16.48	m2	49.44	L/d	24.72	L/d	28.84	L/d
	9	16.48	m2	49.44	L/d	24.72	L/d	28.84	L/d
	10	16.48	m2	49.44	L/d	24.72	L/d	28.84	L/d
M16	1	16.43	m2	49.29	L/d	24.65	L/d	28.75	L/d
	2	16.43	m2	49.29	L/d	24.65	L/d	28.75	L/d
	3	16.43	m2	49.29	L/d	24.65	L/d	28.75	L/d
	4	16.43	m2	49.29	L/d	24.65	L/d	28.75	L/d
	5	16.43	m2	49.29	L/d	24.65	L/d	28.75	L/d
	6	16.43	m2	49.29	L/d	24.65	L/d	28.75	L/d
	7	16.43	m2	49.29	L/d	24.65	L/d	28.75	L/d
	8	16.43	m2	49.29	L/d	24.65	L/d	28.75	L/d
	9	16.43	m2	49.29	L/d	24.65	L/d	28.75	L/d
	10	16.43	m2	49.29	L/d	24.65	L/d	28.75	L/d
M17	1	16.39	m2	49.17	L/d	24.59	L/d	28.68	L/d
	2	16.39	m2	49.17	L/d	24.59	L/d	28.68	L/d
	3	16.39	m2	49.17	L/d	24.59	L/d	28.68	L/d
	4	16.39	m2	49.17	L/d	24.59	L/d	28.68	L/d
	5	16.39	m2	49.17	L/d	24.59	L/d	28.68	L/d
	6	16.39	m2	49.17	L/d	24.59	L/d	28.68	L/d
	7	16.39	m2	49.17	L/d	24.59	L/d	28.68	L/d
	8	16.39	m2	49.17	L/d	24.59	L/d	28.68	L/d
	9	16.39	m2	49.17	L/d	24.59	L/d	28.68	L/d
	10	16.39	m2	49.17	L/d	24.59	L/d	28.68	L/d
M18	1	16.18	m2	242.70	L/d	121.35	L/d	141.58	L/d
	2	16.18	m2	242.70	L/d	121.35	L/d	141.58	L/d
	3	16.18	m2	242.70	L/d	121.35	L/d	141.58	L/d
	4	16.18	m2	242.70	L/d	121.35	L/d	141.58	L/d
	5	16.18	m2	242.70	L/d	121.35	L/d	141.58	L/d
	6	16.18	m2	242.70	L/d	121.35	L/d	141.58	L/d

M19	7	16.18	m2	242.70	L/d	121.35	L/d	141.58	L/d	
	8	16.18	m2	242.70	L/d	121.35	L/d	141.58	L/d	
	9	16.18	m2	242.70	L/d	121.35	L/d	141.58	L/d	
	10	16.18	m2	242.70	L/d	121.35	L/d	141.58	L/d	
	11	16.18	m2	242.70	L/d	121.35	L/d	141.58	L/d	
	12	16.18	m2	242.70	L/d	121.35	L/d	141.58	L/d	
	13	16.18	m2	242.70	L/d	121.35	L/d	141.58	L/d	
	14	16.18	m2	242.70	L/d	121.35	L/d	141.58	L/d	
	15	16.18	m2	242.70	L/d	121.35	L/d	141.58	L/d	
	16	16.18	m2	242.70	L/d	121.35	L/d	141.58	L/d	
	M20	1	16.09	m2	241.35	L/d	120.68	L/d	140.79	L/d
		2	16.09	m2	241.35	L/d	120.68	L/d	140.79	L/d
		3	16.09	m2	241.35	L/d	120.68	L/d	140.79	L/d
		4	16.09	m2	241.35	L/d	120.68	L/d	140.79	L/d
		5	16.09	m2	241.35	L/d	120.68	L/d	140.79	L/d
		6	16.09	m2	241.35	L/d	120.68	L/d	140.79	L/d
7		16.09	m2	241.35	L/d	120.68	L/d	140.79	L/d	
8		16.09	m2	241.35	L/d	120.68	L/d	140.79	L/d	
9		16.09	m2	241.35	L/d	120.68	L/d	140.79	L/d	
10		16.09	m2	241.35	L/d	120.68	L/d	140.79	L/d	
11		16.09	m2	241.35	L/d	120.68	L/d	140.79	L/d	
12		16.09	m2	241.35	L/d	120.68	L/d	140.79	L/d	
13		16.09	m2	241.35	L/d	120.68	L/d	140.79	L/d	
14		16.09	m2	241.35	L/d	120.68	L/d	140.79	L/d	
15		16.09	m2	241.35	L/d	120.68	L/d	140.79	L/d	
16		16.09	m2	241.35	L/d	120.68	L/d	140.79	L/d	
M21	1	16.15	m2	161.50	L/d	80.75	L/d	94.21	L/d	
	2	16.15	m2	161.50	L/d	80.75	L/d	94.21	L/d	
	3	16.15	m2	161.50	L/d	80.75	L/d	94.21	L/d	
	4	16.15	m2	161.50	L/d	80.75	L/d	94.21	L/d	
	5	16.15	m2	161.50	L/d	80.75	L/d	94.21	L/d	
	6	16.15	m2	161.50	L/d	80.75	L/d	94.21	L/d	
	7	16.15	m2	161.50	L/d	80.75	L/d	94.21	L/d	
	8	16.15	m2	161.50	L/d	80.75	L/d	94.21	L/d	
	9	16.15	m2	161.50	L/d	80.75	L/d	94.21	L/d	
	10	16.15	m2	161.50	L/d	80.75	L/d	94.21	L/d	
M22	1	16.78	m2	167.80	L/d	83.90	L/d	97.88	L/d	
	2	16.78	m2	167.80	L/d	83.90	L/d	97.88	L/d	
M22	1	5.89	m2	58.90	L/d	29.45	L/d	34.36	L/d	
	2	7.66	m2	76.60	L/d	38.30	L/d	44.68	L/d	
	3	9.31	m2	93.10	L/d	46.55	L/d	54.31	L/d	
	4	11.02	m2	110.20	L/d	55.10	L/d	64.28	L/d	
	5	12.70	m2	127.00	L/d	63.50	L/d	74.08	L/d	
	6	14.42	m2	144.20	L/d	72.10	L/d	84.12	L/d	

	7	16.14	m2	161.40	L/d	80.70	L/d	94.15	L/d
	8	17.80	m2	178.00	L/d	89.00	L/d	103.83	L/d
	9	19.56	m2	195.60	L/d	97.80	L/d	114.10	L/d
	10	21.27	m2	212.70	L/d	106.35	L/d	124.08	L/d
	11	16.80	m2	168.00	L/d	84.00	L/d	98.00	L/d
	12	16.80	m2	168.00	L/d	84.00	L/d	98.00	L/d
	13	16.80	m2	168.00	L/d	84.00	L/d	98.00	L/d
	14	16.80	m2	168.00	L/d	84.00	L/d	98.00	L/d
	15	16.80	m2	168.00	L/d	84.00	L/d	98.00	L/d
	16	16.80	m2	168.00	L/d	84.00	L/d	98.00	L/d
	17	16.80	m2	168.00	L/d	84.00	L/d	98.00	L/d
	18	16.80	m2	168.00	L/d	84.00	L/d	98.00	L/d
	19	16.80	m2	168.00	L/d	84.00	L/d	98.00	L/d
	20	16.80	m2	168.00	L/d	84.00	L/d	98.00	L/d
M23	1	16.74	m2	167.40	L/d	83.70	L/d	97.65	L/d
	2	16.74	m2	167.40	L/d	83.70	L/d	97.65	L/d
	3	16.74	m2	167.40	L/d	83.70	L/d	97.65	L/d
	4	16.74	m2	167.40	L/d	83.70	L/d	97.65	L/d
	5	16.74	m2	167.40	L/d	83.70	L/d	97.65	L/d
	6	16.74	m2	167.40	L/d	83.70	L/d	97.65	L/d
	7	16.74	m2	167.40	L/d	83.70	L/d	97.65	L/d
	8	16.74	m2	167.40	L/d	83.70	L/d	97.65	L/d
	9	16.74	m2	167.40	L/d	83.70	L/d	97.65	L/d
	10	16.74	m2	167.40	L/d	83.70	L/d	97.65	L/d
	11	16.74	m2	167.40	L/d	83.70	L/d	97.65	L/d
	12	16.74	m2	167.40	L/d	83.70	L/d	97.65	L/d
	13	16.74	m2	167.40	L/d	83.70	L/d	97.65	L/d
	14	16.74	m2	167.40	L/d	83.70	L/d	97.65	L/d
	15	16.74	m2	167.40	L/d	83.70	L/d	97.65	L/d
	16	16.74	m2	167.40	L/d	83.70	L/d	97.65	L/d
	17	16.74	m2	167.40	L/d	83.70	L/d	97.65	L/d
	18	16.74	m2	167.40	L/d	83.70	L/d	97.65	L/d
	19	16.74	m2	167.40	L/d	83.70	L/d	97.65	L/d
	20	16.74	m2	167.40	L/d	83.70	L/d	97.65	L/d
M24	1	14.57	m2	145.70	L/d	72.85	L/d	84.99	L/d
	2	14.57	m2	145.70	L/d	72.85	L/d	84.99	L/d
	3	14.57	m2	145.70	L/d	72.85	L/d	84.99	L/d
	4	14.57	m2	145.70	L/d	72.85	L/d	84.99	L/d
	5	14.57	m2	145.70	L/d	72.85	L/d	84.99	L/d
	6	14.57	m2	145.70	L/d	72.85	L/d	84.99	L/d
	7	14.57	m2	145.70	L/d	72.85	L/d	84.99	L/d
	8	14.57	m2	145.70	L/d	72.85	L/d	84.99	L/d
	9	14.57	m2	145.70	L/d	72.85	L/d	84.99	L/d
	10	14.57	m2	145.70	L/d	72.85	L/d	84.99	L/d

	11	14.57	m2	145.70	L/d	72.85	L/d	84.99	L/d
	12	14.57	m2	145.70	L/d	72.85	L/d	84.99	L/d
	13	14.57	m2	145.70	L/d	72.85	L/d	84.99	L/d
	14	14.57	m2	145.70	L/d	72.85	L/d	84.99	L/d
	15	14.57	m2	145.70	L/d	72.85	L/d	84.99	L/d
	16	14.57	m2	145.70	L/d	72.85	L/d	84.99	L/d
	17	14.57	m2	145.70	L/d	72.85	L/d	84.99	L/d
	18	14.57	m2	145.70	L/d	72.85	L/d	84.99	L/d
	19	14.57	m2	145.70	L/d	72.85	L/d	84.99	L/d
	20	14.57	m2	145.70	L/d	72.85	L/d	84.99	L/d
M25	1	13.91	m2	208.65	L/d	104.33	L/d	121.71	L/d
	2	13.91	m2	208.65	L/d	104.33	L/d	121.71	L/d
	3	13.91	m2	208.65	L/d	104.33	L/d	121.71	L/d
	4	13.91	m2	208.65	L/d	104.33	L/d	121.71	L/d
	5	13.91	m2	208.65	L/d	104.33	L/d	121.71	L/d
	6	13.91	m2	208.65	L/d	104.33	L/d	121.71	L/d
	7	13.91	m2	208.65	L/d	104.33	L/d	121.71	L/d
	8	13.91	m2	208.65	L/d	104.33	L/d	121.71	L/d
	9	13.91	m2	208.65	L/d	104.33	L/d	121.71	L/d
	10	13.91	m2	208.65	L/d	104.33	L/d	121.71	L/d
	11	13.91	m2	208.65	L/d	104.33	L/d	121.71	L/d
	12	13.91	m2	208.65	L/d	104.33	L/d	121.71	L/d
	13	13.91	m2	208.65	L/d	104.33	L/d	121.71	L/d
	14	13.91	m2	208.65	L/d	104.33	L/d	121.71	L/d
	15	13.91	m2	208.65	L/d	104.33	L/d	121.71	L/d
	16	13.91	m2	208.65	L/d	104.33	L/d	121.71	L/d
	17	13.91	m2	208.65	L/d	104.33	L/d	121.71	L/d
	18	13.91	m2	208.65	L/d	104.33	L/d	121.71	L/d
	19	13.91	m2	208.65	L/d	104.33	L/d	121.71	L/d
	20	13.91	m2	208.65	L/d	104.33	L/d	121.71	L/d
M26	1	18.05	m2	270.75	L/d	135.38	L/d	157.94	L/d
	2	18.05	m2	270.75	L/d	135.38	L/d	157.94	L/d
	3	18.05	m2	270.75	L/d	135.38	L/d	157.94	L/d
	4	18.05	m2	270.75	L/d	135.38	L/d	157.94	L/d
	5	18.05	m2	270.75	L/d	135.38	L/d	157.94	L/d
	6	18.05	m2	270.75	L/d	135.38	L/d	157.94	L/d
	7	18.05	m2	270.75	L/d	135.38	L/d	157.94	L/d
	8	18.05	m2	270.75	L/d	135.38	L/d	157.94	L/d
	9	18.05	m2	270.75	L/d	135.38	L/d	157.94	L/d
	10	18.05	m2	270.75	L/d	135.38	L/d	157.94	L/d
	11	18.05	m2	270.75	L/d	135.38	L/d	157.94	L/d
	12	18.05	m2	270.75	L/d	135.38	L/d	157.94	L/d
	13	18.05	m2	270.75	L/d	135.38	L/d	157.94	L/d
	14	18.05	m2	270.75	L/d	135.38	L/d	157.94	L/d

	15	18.05	m2	270.75	L/d	135.38	L/d	157.94	L/d
	16	18.05	m2	270.75	L/d	135.38	L/d	157.94	L/d
	17	18.05	m2	270.75	L/d	135.38	L/d	157.94	L/d
	18	18.05	m2	270.75	L/d	135.38	L/d	157.94	L/d
	19	18.05	m2	270.75	L/d	135.38	L/d	157.94	L/d
	20	18.05	m2	270.75	L/d	135.38	L/d	157.94	L/d
M27	1	14.55	m2	218.25	L/d	109.13	L/d	127.31	L/d
	2	14.55	m2	218.25	L/d	109.13	L/d	127.31	L/d
	3	14.55	m2	218.25	L/d	109.13	L/d	127.31	L/d
	4	14.55	m2	218.25	L/d	109.13	L/d	127.31	L/d
	5	14.55	m2	218.25	L/d	109.13	L/d	127.31	L/d
	6	14.55	m2	218.25	L/d	109.13	L/d	127.31	L/d
	7	14.55	m2	218.25	L/d	109.13	L/d	127.31	L/d
	8	14.55	m2	218.25	L/d	109.13	L/d	127.31	L/d
	9	14.55	m2	218.25	L/d	109.13	L/d	127.31	L/d
	10	14.55	m2	218.25	L/d	109.13	L/d	127.31	L/d
	11	14.55	m2	218.25	L/d	109.13	L/d	127.31	L/d
	12	14.55	m2	218.25	L/d	109.13	L/d	127.31	L/d
	13	14.55	m2	218.25	L/d	109.13	L/d	127.31	L/d
	14	14.55	m2	218.25	L/d	109.13	L/d	127.31	L/d
	15	14.55	m2	218.25	L/d	109.13	L/d	127.31	L/d
	16	14.55	m2	218.25	L/d	109.13	L/d	127.31	L/d
	17	14.55	m2	218.25	L/d	109.13	L/d	127.31	L/d
	18	14.55	m2	218.25	L/d	109.13	L/d	127.31	L/d
	19	14.55	m2	218.25	L/d	109.13	L/d	127.31	L/d
	20	14.55	m2	218.25	L/d	109.13	L/d	127.31	L/d
M28	1	14.64	m2	219.60	L/d	109.80	L/d	128.10	L/d
	2	14.64	m2	219.60	L/d	109.80	L/d	128.10	L/d
	3	14.64	m2	219.60	L/d	109.80	L/d	128.10	L/d
	4	14.64	m2	219.60	L/d	109.80	L/d	128.10	L/d
	5	14.64	m2	219.60	L/d	109.80	L/d	128.10	L/d
	6	14.64	m2	219.60	L/d	109.80	L/d	128.10	L/d
	7	14.64	m2	219.60	L/d	109.80	L/d	128.10	L/d
	8	14.64	m2	219.60	L/d	109.80	L/d	128.10	L/d
	9	14.64	m2	219.60	L/d	109.80	L/d	128.10	L/d
	10	14.64	m2	219.60	L/d	109.80	L/d	128.10	L/d
	11	14.64	m2	219.60	L/d	109.80	L/d	128.10	L/d
	12	14.64	m2	219.60	L/d	109.80	L/d	128.10	L/d
	13	14.64	m2	219.60	L/d	109.80	L/d	128.10	L/d
	14	14.64	m2	219.60	L/d	109.80	L/d	128.10	L/d
	15	14.64	m2	219.60	L/d	109.80	L/d	128.10	L/d
	16	14.64	m2	219.60	L/d	109.80	L/d	128.10	L/d
	17	14.64	m2	219.60	L/d	109.80	L/d	128.10	L/d
	18	14.64	m2	219.60	L/d	109.80	L/d	128.10	L/d

	19	14.64	m2	219.60	L/d	109.80	L/d	128.10	L/d
	20	14.64	m2	219.60	L/d	109.80	L/d	128.10	L/d
M29	1	18.08	m2	271.20	L/d	135.60	L/d	158.20	L/d
	2	18.08	m2	271.20	L/d	135.60	L/d	158.20	L/d
	3	18.08	m2	271.20	L/d	135.60	L/d	158.20	L/d
	4	18.08	m2	271.20	L/d	135.60	L/d	158.20	L/d
	5	18.08	m2	271.20	L/d	135.60	L/d	158.20	L/d
	6	18.08	m2	271.20	L/d	135.60	L/d	158.20	L/d
	7	18.08	m2	271.20	L/d	135.60	L/d	158.20	L/d
	8	18.08	m2	271.20	L/d	135.60	L/d	158.20	L/d
	9	18.08	m2	271.20	L/d	135.60	L/d	158.20	L/d
	10	18.08	m2	271.20	L/d	135.60	L/d	158.20	L/d
	11	18.08	m2	271.20	L/d	135.60	L/d	158.20	L/d
	12	18.08	m2	271.20	L/d	135.60	L/d	158.20	L/d
	13	18.08	m2	271.20	L/d	135.60	L/d	158.20	L/d
	14	18.08	m2	271.20	L/d	135.60	L/d	158.20	L/d
	15	18.08	m2	271.20	L/d	135.60	L/d	158.20	L/d
	16	18.08	m2	271.20	L/d	135.60	L/d	158.20	L/d
	17	18.08	m2	271.20	L/d	135.60	L/d	158.20	L/d
	18	18.08	m2	271.20	L/d	135.60	L/d	158.20	L/d
	19	18.08	m2	271.20	L/d	135.60	L/d	158.20	L/d
	20	18.08	m2	271.20	L/d	135.60	L/d	158.20	L/d
M30	1	14.62	m2	219.30	L/d	109.65	L/d	127.93	L/d
	2	14.62	m2	219.30	L/d	109.65	L/d	127.93	L/d
	3	14.62	m2	219.30	L/d	109.65	L/d	127.93	L/d
	4	14.62	m2	219.30	L/d	109.65	L/d	127.93	L/d
	5	14.62	m2	219.30	L/d	109.65	L/d	127.93	L/d
	6	14.62	m2	219.30	L/d	109.65	L/d	127.93	L/d
	7	14.62	m2	219.30	L/d	109.65	L/d	127.93	L/d
	8	14.62	m2	219.30	L/d	109.65	L/d	127.93	L/d
	9	14.62	m2	219.30	L/d	109.65	L/d	127.93	L/d
	10	14.62	m2	219.30	L/d	109.65	L/d	127.93	L/d
	11	14.62	m2	219.30	L/d	109.65	L/d	127.93	L/d
	12	14.62	m2	219.30	L/d	109.65	L/d	127.93	L/d
	13	14.62	m2	219.30	L/d	109.65	L/d	127.93	L/d
	14	14.62	m2	219.30	L/d	109.65	L/d	127.93	L/d
	15	14.62	m2	219.30	L/d	109.65	L/d	127.93	L/d
	16	14.62	m2	219.30	L/d	109.65	L/d	127.93	L/d
	17	14.62	m2	219.30	L/d	109.65	L/d	127.93	L/d
	18	14.62	m2	219.30	L/d	109.65	L/d	127.93	L/d
	19	14.62	m2	219.30	L/d	109.65	L/d	127.93	L/d
	20	14.62	m2	219.30	L/d	109.65	L/d	127.93	L/d
M31	1	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	2	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d

	3	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	4	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	5	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	6	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	7	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	8	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	9	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	10	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	11	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	12	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	13	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	14	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	15	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	16	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	17	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	18	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	19	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	20	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
M32	1	16.75	m2	50.25	L/d	25.13	L/d	29.31	L/d
	2	16.75	m2	50.25	L/d	25.13	L/d	29.31	L/d
	3	16.75	m2	50.25	L/d	25.13	L/d	29.31	L/d
	4	16.75	m2	50.25	L/d	25.13	L/d	29.31	L/d
	5	16.75	m2	50.25	L/d	25.13	L/d	29.31	L/d
	6	16.75	m2	50.25	L/d	25.13	L/d	29.31	L/d
	7	16.75	m2	50.25	L/d	25.13	L/d	29.31	L/d
	8	16.75	m2	50.25	L/d	25.13	L/d	29.31	L/d
	9	16.75	m2	50.25	L/d	25.13	L/d	29.31	L/d
	10	16.75	m2	50.25	L/d	25.13	L/d	29.31	L/d
	11	16.75	m2	50.25	L/d	25.13	L/d	29.31	L/d
	12	16.75	m2	50.25	L/d	25.13	L/d	29.31	L/d
	13	16.75	m2	50.25	L/d	25.13	L/d	29.31	L/d
	14	16.75	m2	50.25	L/d	25.13	L/d	29.31	L/d
	15	16.75	m2	50.25	L/d	25.13	L/d	29.31	L/d
	16	16.75	m2	50.25	L/d	25.13	L/d	29.31	L/d
	17	16.75	m2	50.25	L/d	25.13	L/d	29.31	L/d
	18	16.75	m2	50.25	L/d	25.13	L/d	29.31	L/d
	19	16.75	m2	50.25	L/d	25.13	L/d	29.31	L/d
	20	16.75	m2	50.25	L/d	25.13	L/d	29.31	L/d
M33	1	13.17	m2	39.51	L/d	19.76	L/d	23.05	L/d
	2	13.17	m2	39.51	L/d	19.76	L/d	23.05	L/d
	3	13.17	m2	39.51	L/d	19.76	L/d	23.05	L/d
	4	13.17	m2	39.51	L/d	19.76	L/d	23.05	L/d
	5	13.17	m2	39.51	L/d	19.76	L/d	23.05	L/d
	6	13.17	m2	39.51	L/d	19.76	L/d	23.05	L/d

		7	13.17	m2	39.51	L/d	19.76	L/d	23.05	L/d
		8	13.17	m2	39.51	L/d	19.76	L/d	23.05	L/d
		9	13.17	m2	39.51	L/d	19.76	L/d	23.05	L/d
		10	13.17	m2	39.51	L/d	19.76	L/d	23.05	L/d
M34		1	13.30	m2	39.90	L/d	19.95	L/d	23.28	L/d
		2	13.30	m2	39.90	L/d	19.95	L/d	23.28	L/d
		3	13.30	m2	39.90	L/d	19.95	L/d	23.28	L/d
		4	13.30	m2	39.90	L/d	19.95	L/d	23.28	L/d
		5	13.30	m2	39.90	L/d	19.95	L/d	23.28	L/d
		6	13.30	m2	39.90	L/d	19.95	L/d	23.28	L/d
		7	13.30	m2	39.90	L/d	19.95	L/d	23.28	L/d
		8	13.30	m2	39.90	L/d	19.95	L/d	23.28	L/d
		9	13.30	m2	39.90	L/d	19.95	L/d	23.28	L/d
		10	13.30	m2	39.90	L/d	19.95	L/d	23.28	L/d
M35		1	16.33	m2	48.99	L/d	24.50	L/d	28.58	L/d
		2	16.33	m2	48.99	L/d	24.50	L/d	28.58	L/d
		3	16.33	m2	48.99	L/d	24.50	L/d	28.58	L/d
		4	16.33	m2	48.99	L/d	24.50	L/d	28.58	L/d
		5	16.33	m2	48.99	L/d	24.50	L/d	28.58	L/d
		6	16.33	m2	48.99	L/d	24.50	L/d	28.58	L/d
		7	16.33	m2	48.99	L/d	24.50	L/d	28.58	L/d
		8	16.33	m2	48.99	L/d	24.50	L/d	28.58	L/d
		9	16.33	m2	48.99	L/d	24.50	L/d	28.58	L/d
		10	16.33	m2	48.99	L/d	24.50	L/d	28.58	L/d
M36		1	16.26	m2	48.78	L/d	24.39	L/d	28.46	L/d
		2	16.26	m2	48.78	L/d	24.39	L/d	28.46	L/d
		3	16.26	m2	48.78	L/d	24.39	L/d	28.46	L/d
		4	16.26	m2	48.78	L/d	24.39	L/d	28.46	L/d
		5	16.26	m2	48.78	L/d	24.39	L/d	28.46	L/d
		6	16.26	m2	48.78	L/d	24.39	L/d	28.46	L/d
		7	16.26	m2	48.78	L/d	24.39	L/d	28.46	L/d
		8	16.26	m2	48.78	L/d	24.39	L/d	28.46	L/d
		9	16.26	m2	48.78	L/d	24.39	L/d	28.46	L/d
		10	16.26	m2	48.78	L/d	24.39	L/d	28.46	L/d
M37	Aparatos Sanitarios	15.00	53 UH	100224.00	L/d	50112.00	L/d	58464.00	L/d	
M38	Aparatos Sanitarios	10.00	38 UH	76032.00	L/d	38016.00	L/d	44352.00	L/d	
M39		1	16.18	m2	48.54	L/d	24.27	L/d	28.32	L/d
		2	15.37	m2	46.11	L/d	23.06	L/d	26.90	L/d
		3	14.51	m2	43.53	L/d	21.77	L/d	25.39	L/d
		4	18.08	m2	54.24	L/d	27.12	L/d	31.64	L/d
		5	16.33	m2	48.99	L/d	24.50	L/d	28.58	L/d

	6	15.72	m2	47.16	L/d	23.58	L/d	27.51	L/d
	7	10.04	m2	30.12	L/d	15.06	L/d	17.57	L/d
	8	17.66	m2	52.98	L/d	26.49	L/d	30.91	L/d
	9	16.92	m2	50.76	L/d	25.38	L/d	29.61	L/d
	10	16.97	m2	50.91	L/d	25.46	L/d	29.70	L/d
	11	16.04	m2	48.12	L/d	24.06	L/d	28.07	L/d
	12	16.60	m2	49.80	L/d	24.90	L/d	29.05	L/d
	13	16.73	m2	50.19	L/d	25.10	L/d	29.28	L/d
	14	14.03	m2	42.09	L/d	21.05	L/d	24.55	L/d
M40	1	14.36	m2	43.08	L/d	21.54	L/d	25.13	L/d
	2	17.51	m2	52.53	L/d	26.27	L/d	30.64	L/d
	3	16.00	m2	48.00	L/d	24.00	L/d	28.00	L/d
	4	16.07	m2	48.21	L/d	24.11	L/d	28.12	L/d
	5	16.47	m2	49.41	L/d	24.71	L/d	28.82	L/d
	6	15.56	m2	46.68	L/d	23.34	L/d	27.23	L/d
	7	16.53	m2	49.59	L/d	24.80	L/d	28.93	L/d
	8	14.85	m2	44.55	L/d	22.28	L/d	25.99	L/d
	9	17.17	m2	51.51	L/d	25.76	L/d	30.05	L/d
	10	16.66	m2	49.98	L/d	24.99	L/d	29.16	L/d
	11	15.69	m2	47.07	L/d	23.54	L/d	27.46	L/d
	12	16.77	m2	50.31	L/d	25.16	L/d	29.35	L/d
	13	16.56	m2	49.68	L/d	24.84	L/d	28.98	L/d
	14	16.27	m2	48.81	L/d	24.41	L/d	28.47	L/d
	15	15.37	m2	46.11	L/d	23.06	L/d	26.90	L/d
M41	1	15.57	m2	46.71	L/d	23.36	L/d	27.25	L/d
	2	16.88	m2	50.64	L/d	25.32	L/d	29.54	L/d
	3	18.22	m2	54.66	L/d	27.33	L/d	31.89	L/d
	4	17.70	m2	53.10	L/d	26.55	L/d	30.98	L/d
	5	17.47	m2	52.41	L/d	26.21	L/d	30.57	L/d
	6	17.81	m2	53.43	L/d	26.72	L/d	31.17	L/d
	7	16.64	m2	49.92	L/d	24.96	L/d	29.12	L/d
	8	14.49	m2	43.47	L/d	21.74	L/d	25.36	L/d
	9	15.37	m2	46.11	L/d	23.06	L/d	26.90	L/d
	10	14.99	m2	44.97	L/d	22.49	L/d	26.23	L/d
	11	16.15	m2	48.45	L/d	24.23	L/d	28.26	L/d
	12	15.01	m2	45.03	L/d	22.52	L/d	26.27	L/d
	13	15.62	m2	46.86	L/d	23.43	L/d	27.34	L/d
	14	14.64	m2	43.92	L/d	21.96	L/d	25.62	L/d
	15	14.89	m2	44.67	L/d	22.34	L/d	26.06	L/d
M42	1	18.25	m2	54.75	L/d	27.38	L/d	31.94	L/d
	2	17.56	m2	52.68	L/d	26.34	L/d	30.73	L/d
	3	18.61	m2	55.83	L/d	27.92	L/d	32.57	L/d
	4	19.46	m2	58.38	L/d	29.19	L/d	34.06	L/d
	5	16.69	m2	50.07	L/d	25.04	L/d	29.21	L/d

	6	18.47	m2	55.41	L/d	27.71	L/d	32.32	L/d
	7	12.56	m2	37.68	L/d	18.84	L/d	21.98	L/d
	8	9.23	m2	27.69	L/d	13.85	L/d	16.15	L/d
	9	14.79	m2	44.37	L/d	22.19	L/d	25.88	L/d
	10	15.80	m2	47.40	L/d	23.70	L/d	27.65	L/d
	11	15.63	m2	46.89	L/d	23.45	L/d	27.35	L/d
	12	14.77	m2	44.31	L/d	22.16	L/d	25.85	L/d
	13	13.90	m2	41.70	L/d	20.85	L/d	24.33	L/d
	14	15.02	m2	45.06	L/d	22.53	L/d	26.29	L/d
M43	Aparato Sanitarios	10.00	38 UH	76032.00	L/d	38016.00	L/d	44352.00	L/d
M44	Aparato Sanitarios	15.00	53 UH	100224.00	L/d	50112.00	L/d	58464.00	L/d
M45	1	16.25	m2	48.75	L/d	24.38	L/d	28.44	L/d
	2	16.25	m2	48.75	L/d	24.38	L/d	28.44	L/d
	3	16.25	m2	48.75	L/d	24.38	L/d	28.44	L/d
	4	16.25	m2	48.75	L/d	24.38	L/d	28.44	L/d
	5	16.25	m2	48.75	L/d	24.38	L/d	28.44	L/d
	6	16.25	m2	48.75	L/d	24.38	L/d	28.44	L/d
	7	16.25	m2	48.75	L/d	24.38	L/d	28.44	L/d
	8	16.25	m2	48.75	L/d	24.38	L/d	28.44	L/d
	9	16.25	m2	48.75	L/d	24.38	L/d	28.44	L/d
	10	16.25	m2	48.75	L/d	24.38	L/d	28.44	L/d
	11	16.25	m2	48.75	L/d	24.38	L/d	28.44	L/d
	12	16.25	m2	48.75	L/d	24.38	L/d	28.44	L/d
	13	16.25	m2	48.75	L/d	24.38	L/d	28.44	L/d
	14	16.25	m2	48.75	L/d	24.38	L/d	28.44	L/d
M46	1	14.78	m2	44.34	L/d	22.17	L/d	25.87	L/d
	2	14.78	m2	44.34	L/d	22.17	L/d	25.87	L/d
	3	14.78	m2	44.34	L/d	22.17	L/d	25.87	L/d
	4	14.78	m2	44.34	L/d	22.17	L/d	25.87	L/d
	5	14.78	m2	44.34	L/d	22.17	L/d	25.87	L/d
	6	14.78	m2	44.34	L/d	22.17	L/d	25.87	L/d
	7	14.78	m2	44.34	L/d	22.17	L/d	25.87	L/d
	8	14.78	m2	44.34	L/d	22.17	L/d	25.87	L/d
	9	14.78	m2	44.34	L/d	22.17	L/d	25.87	L/d
	10	14.78	m2	44.34	L/d	22.17	L/d	25.87	L/d
	11	14.78	m2	44.34	L/d	22.17	L/d	25.87	L/d
	12	14.78	m2	44.34	L/d	22.17	L/d	25.87	L/d
	13	14.78	m2	44.34	L/d	22.17	L/d	25.87	L/d
	14	14.78	m2	44.34	L/d	22.17	L/d	25.87	L/d
	15	14.78	m3	44.34	L/d	22.17	L/d	25.87	L/d
	16	14.78	m4	44.34	L/d	22.17	L/d	25.87	L/d
M47	1	15.32	m2	45.96	L/d	22.98	L/d	26.81	L/d

	2	15.32	m2	45.96	L/d	22.98	L/d	26.81	L/d
	3	15.32	m2	45.96	L/d	22.98	L/d	26.81	L/d
	4	15.32	m2	45.96	L/d	22.98	L/d	26.81	L/d
	5	15.32	m2	45.96	L/d	22.98	L/d	26.81	L/d
	6	15.32	m2	45.96	L/d	22.98	L/d	26.81	L/d
	7	15.32	m2	45.96	L/d	22.98	L/d	26.81	L/d
	8	15.32	m2	45.96	L/d	22.98	L/d	26.81	L/d
	9	15.32	m2	45.96	L/d	22.98	L/d	26.81	L/d
	10	15.32	m2	45.96	L/d	22.98	L/d	26.81	L/d
	11	15.32	m2	45.96	L/d	22.98	L/d	26.81	L/d
	12	15.32	m2	45.96	L/d	22.98	L/d	26.81	L/d
	13	15.32	m2	45.96	L/d	22.98	L/d	26.81	L/d
	14	15.32	m2	45.96	L/d	22.98	L/d	26.81	L/d
	15	15.32	m2	45.96	L/d	22.98	L/d	26.81	L/d
	16	15.32	m2	45.96	L/d	22.98	L/d	26.81	L/d
	17	15.32	m2	45.96	L/d	22.98	L/d	26.81	L/d
	18	15.32	m2	45.96	L/d	22.98	L/d	26.81	L/d
	19	15.32	m2	45.96	L/d	22.98	L/d	26.81	L/d
	20	15.32	m2	45.96	L/d	22.98	L/d	26.81	L/d
M48	1	15.93	m2	47.79	L/d	23.90	L/d	27.88	L/d
	2	15.93	m2	47.79	L/d	23.90	L/d	27.88	L/d
	3	15.93	m2	47.79	L/d	23.90	L/d	27.88	L/d
	4	15.93	m2	47.79	L/d	23.90	L/d	27.88	L/d
	5	15.93	m2	47.79	L/d	23.90	L/d	27.88	L/d
	6	15.93	m2	47.79	L/d	23.90	L/d	27.88	L/d
	7	15.93	m2	47.79	L/d	23.90	L/d	27.88	L/d
	8	15.93	m2	47.79	L/d	23.90	L/d	27.88	L/d
	9	15.93	m2	47.79	L/d	23.90	L/d	27.88	L/d
	10	15.93	m2	47.79	L/d	23.90	L/d	27.88	L/d
	11	15.93	m2	47.79	L/d	23.90	L/d	27.88	L/d
	12	15.93	m2	47.79	L/d	23.90	L/d	27.88	L/d
	13	15.93	m2	47.79	L/d	23.90	L/d	27.88	L/d
	14	15.93	m2	47.79	L/d	23.90	L/d	27.88	L/d
	15	15.93	m2	47.79	L/d	23.90	L/d	27.88	L/d
	16	15.93	m2	47.79	L/d	23.90	L/d	27.88	L/d
	17	15.93	m2	47.79	L/d	23.90	L/d	27.88	L/d
	18	15.93	m2	47.79	L/d	23.90	L/d	27.88	L/d
	19	15.93	m2	47.79	L/d	23.90	L/d	27.88	L/d
	20	15.93	m2	47.79	L/d	23.90	L/d	27.88	L/d
M49	1	13.28	m2	39.84	L/d	19.92	L/d	23.24	L/d
	2	13.28	m2	39.84	L/d	19.92	L/d	23.24	L/d
	3	13.28	m2	39.84	L/d	19.92	L/d	23.24	L/d
	4	13.28	m2	39.84	L/d	19.92	L/d	23.24	L/d
	5	13.28	m2	39.84	L/d	19.92	L/d	23.24	L/d

	6	13.28	m2	39.84	L/d	19.92	L/d	23.24	L/d
	7	13.28	m2	39.84	L/d	19.92	L/d	23.24	L/d
	8	13.28	m2	39.84	L/d	19.92	L/d	23.24	L/d
	9	13.28	m2	39.84	L/d	19.92	L/d	23.24	L/d
	10	13.28	m2	39.84	L/d	19.92	L/d	23.24	L/d
	11	13.28	m2	39.84	L/d	19.92	L/d	23.24	L/d
	12	13.28	m2	39.84	L/d	19.92	L/d	23.24	L/d
	13	13.28	m2	39.84	L/d	19.92	L/d	23.24	L/d
	14	13.28	m2	39.84	L/d	19.92	L/d	23.24	L/d
	15	13.28	m2	39.84	L/d	19.92	L/d	23.24	L/d
	16	13.28	m2	39.84	L/d	19.92	L/d	23.24	L/d
	17	13.28	m2	39.84	L/d	19.92	L/d	23.24	L/d
	18	13.28	m2	39.84	L/d	19.92	L/d	23.24	L/d
	19	13.28	m2	39.84	L/d	19.92	L/d	23.24	L/d
	20	13.28	m2	39.84	L/d	19.92	L/d	23.24	L/d
	21	13.28	m2	39.84	L/d	19.92	L/d	23.24	L/d
	22	13.28	m2	39.84	L/d	19.92	L/d	23.24	L/d
	23	13.28	m2	39.84	L/d	19.92	L/d	23.24	L/d
	24	13.28	m2	39.84	L/d	19.92	L/d	23.24	L/d
M50	1	11.00	m2	33.00	L/d	16.50	L/d	19.25	L/d
	2	11.00	m2	33.00	L/d	16.50	L/d	19.25	L/d
	3	11.00	m2	33.00	L/d	16.50	L/d	19.25	L/d
	4	11.00	m2	33.00	L/d	16.50	L/d	19.25	L/d
	5	11.00	m2	33.00	L/d	16.50	L/d	19.25	L/d
	6	11.00	m2	33.00	L/d	16.50	L/d	19.25	L/d
	7	11.00	m2	33.00	L/d	16.50	L/d	19.25	L/d
	8	11.00	m2	33.00	L/d	16.50	L/d	19.25	L/d
	9	11.00	m2	33.00	L/d	16.50	L/d	19.25	L/d
	10	11.00	m2	33.00	L/d	16.50	L/d	19.25	L/d
	11	11.00	m2	33.00	L/d	16.50	L/d	19.25	L/d
	12	11.00	m2	33.00	L/d	16.50	L/d	19.25	L/d
	13	11.00	m2	33.00	L/d	16.50	L/d	19.25	L/d
	14	11.00	m2	33.00	L/d	16.50	L/d	19.25	L/d
	15	11.00	m2	33.00	L/d	16.50	L/d	19.25	L/d
	16	11.00	m2	33.00	L/d	16.50	L/d	19.25	L/d
	17	11.00	m2	33.00	L/d	16.50	L/d	19.25	L/d
	18	11.00	m2	33.00	L/d	16.50	L/d	19.25	L/d
	19	11.00	m2	33.00	L/d	16.50	L/d	19.25	L/d
	20	11.00	m2	33.00	L/d	16.50	L/d	19.25	L/d
	21	11.00	m2	33.00	L/d	16.50	L/d	19.25	L/d
	22	11.00	m2	33.00	L/d	16.50	L/d	19.25	L/d
	23	11.00	m2	33.00	L/d	16.50	L/d	19.25	L/d
	24	11.00	m2	33.00	L/d	16.50	L/d	19.25	L/d
M51	1	10.77	m2	32.31	L/d	16.16	L/d	18.85	L/d

	2	10.77	m2	32.31	L/d	16.16	L/d	18.85	L/d
	3	10.77	m2	32.31	L/d	16.16	L/d	18.85	L/d
	4	10.77	m2	32.31	L/d	16.16	L/d	18.85	L/d
	5	10.77	m2	32.31	L/d	16.16	L/d	18.85	L/d
	6	10.77	m2	32.31	L/d	16.16	L/d	18.85	L/d
	7	10.77	m2	32.31	L/d	16.16	L/d	18.85	L/d
	8	10.77	m2	32.31	L/d	16.16	L/d	18.85	L/d
	9	10.77	m2	32.31	L/d	16.16	L/d	18.85	L/d
	10	10.77	m2	32.31	L/d	16.16	L/d	18.85	L/d
	11	10.77	m2	32.31	L/d	16.16	L/d	18.85	L/d
	12	10.77	m2	32.31	L/d	16.16	L/d	18.85	L/d
	13	10.77	m2	32.31	L/d	16.16	L/d	18.85	L/d
	14	10.77	m2	32.31	L/d	16.16	L/d	18.85	L/d
	15	10.77	m2	32.31	L/d	16.16	L/d	18.85	L/d
	16	10.77	m2	32.31	L/d	16.16	L/d	18.85	L/d
	17	10.77	m2	32.31	L/d	16.16	L/d	18.85	L/d
	18	10.77	m2	32.31	L/d	16.16	L/d	18.85	L/d
	19	10.77	m2	32.31	L/d	16.16	L/d	18.85	L/d
	20	10.77	m2	32.31	L/d	16.16	L/d	18.85	L/d
	21	10.77	m2	32.31	L/d	16.16	L/d	18.85	L/d
	22	10.77	m2	32.31	L/d	16.16	L/d	18.85	L/d
	23	10.77	m2	32.31	L/d	16.16	L/d	18.85	L/d
	24	10.77	m2	32.31	L/d	16.16	L/d	18.85	L/d
M52	1	10.54	m2	31.62	L/d	15.81	L/d	18.45	L/d
	2	10.54	m2	31.62	L/d	15.81	L/d	18.45	L/d
	3	10.54	m2	31.62	L/d	15.81	L/d	18.45	L/d
	4	10.54	m2	31.62	L/d	15.81	L/d	18.45	L/d
	5	10.54	m2	31.62	L/d	15.81	L/d	18.45	L/d
	6	10.54	m2	31.62	L/d	15.81	L/d	18.45	L/d
	7	10.54	m2	31.62	L/d	15.81	L/d	18.45	L/d
	8	10.54	m2	31.62	L/d	15.81	L/d	18.45	L/d
	9	10.54	m2	31.62	L/d	15.81	L/d	18.45	L/d
	10	10.54	m2	31.62	L/d	15.81	L/d	18.45	L/d
	11	10.54	m2	31.62	L/d	15.81	L/d	18.45	L/d
	12	10.54	m2	31.62	L/d	15.81	L/d	18.45	L/d
	13	10.54	m2	31.62	L/d	15.81	L/d	18.45	L/d
	14	10.54	m2	31.62	L/d	15.81	L/d	18.45	L/d
	15	10.54	m2	31.62	L/d	15.81	L/d	18.45	L/d
	16	10.54	m2	31.62	L/d	15.81	L/d	18.45	L/d
	17	10.54	m2	31.62	L/d	15.81	L/d	18.45	L/d
	18	10.54	m2	31.62	L/d	15.81	L/d	18.45	L/d
	19	10.54	m2	31.62	L/d	15.81	L/d	18.45	L/d
	20	10.54	m2	31.62	L/d	15.81	L/d	18.45	L/d
	21	10.54	m2	31.62	L/d	15.81	L/d	18.45	L/d

	22	10.54	m2	31.62	L/d	15.81	L/d	18.45	L/d
	23	10.54	m2	31.62	L/d	15.81	L/d	18.45	L/d
	24	10.54	m2	31.62	L/d	15.81	L/d	18.45	L/d
M53	1	11.12	m2	33.36	L/d	16.68	L/d	19.46	L/d
	2	11.12	m2	33.36	L/d	16.68	L/d	19.46	L/d
	3	11.12	m2	33.36	L/d	16.68	L/d	19.46	L/d
	4	11.12	m2	33.36	L/d	16.68	L/d	19.46	L/d
	5	11.12	m2	33.36	L/d	16.68	L/d	19.46	L/d
	6	11.12	m2	33.36	L/d	16.68	L/d	19.46	L/d
	7	11.12	m2	33.36	L/d	16.68	L/d	19.46	L/d
	8	11.12	m2	33.36	L/d	16.68	L/d	19.46	L/d
	9	11.12	m2	33.36	L/d	16.68	L/d	19.46	L/d
	10	11.12	m2	33.36	L/d	16.68	L/d	19.46	L/d
	11	11.12	m2	33.36	L/d	16.68	L/d	19.46	L/d
	12	11.12	m2	33.36	L/d	16.68	L/d	19.46	L/d
	13	11.12	m2	33.36	L/d	16.68	L/d	19.46	L/d
	14	11.12	m2	33.36	L/d	16.68	L/d	19.46	L/d
	15	11.12	m2	33.36	L/d	16.68	L/d	19.46	L/d
	16	11.12	m2	33.36	L/d	16.68	L/d	19.46	L/d
	17	11.12	m2	33.36	L/d	16.68	L/d	19.46	L/d
	18	11.12	m2	33.36	L/d	16.68	L/d	19.46	L/d
	19	11.12	m2	33.36	L/d	16.68	L/d	19.46	L/d
	20	11.12	m2	33.36	L/d	16.68	L/d	19.46	L/d
	21	11.12	m2	33.36	L/d	16.68	L/d	19.46	L/d
	22	11.12	m2	33.36	L/d	16.68	L/d	19.46	L/d
	23	11.12	m2	33.36	L/d	16.68	L/d	19.46	L/d
	24	11.12	m2	33.36	L/d	16.68	L/d	19.46	L/d
M54	1	15.42	m2	46.26	L/d	23.13	L/d	26.99	L/d
	2	15.42	m2	46.26	L/d	23.13	L/d	26.99	L/d
	3	15.42	m2	46.26	L/d	23.13	L/d	26.99	L/d
	4	15.42	m2	46.26	L/d	23.13	L/d	26.99	L/d
	5	15.42	m2	46.26	L/d	23.13	L/d	26.99	L/d
	6	15.42	m2	46.26	L/d	23.13	L/d	26.99	L/d
	7	15.42	m2	46.26	L/d	23.13	L/d	26.99	L/d
	8	15.42	m2	46.26	L/d	23.13	L/d	26.99	L/d
	9	15.42	m2	46.26	L/d	23.13	L/d	26.99	L/d
	10	15.42	m2	46.26	L/d	23.13	L/d	26.99	L/d
	11	15.42	m2	46.26	L/d	23.13	L/d	26.99	L/d
	12	15.42	m2	46.26	L/d	23.13	L/d	26.99	L/d
	13	15.42	m2	46.26	L/d	23.13	L/d	26.99	L/d
	14	15.42	m2	46.26	L/d	23.13	L/d	26.99	L/d
	15	15.42	m2	46.26	L/d	23.13	L/d	26.99	L/d
	16	15.42	m2	46.26	L/d	23.13	L/d	26.99	L/d
	17	15.42	m2	46.26	L/d	23.13	L/d	26.99	L/d

	18	15.42	m2	46.26	L/d	23.13	L/d	26.99	L/d
	19	15.42	m2	46.26	L/d	23.13	L/d	26.99	L/d
	20	15.42	m2	46.26	L/d	23.13	L/d	26.99	L/d
	21	15.42	m2	46.26	L/d	23.13	L/d	26.99	L/d
	22	15.42	m2	46.26	L/d	23.13	L/d	26.99	L/d
	23	15.42	m2	46.26	L/d	23.13	L/d	26.99	L/d
	24	15.42	m2	46.26	L/d	23.13	L/d	26.99	L/d
M55	1	16.06	m2	48.18	L/d	24.09	L/d	28.11	L/d
	2	16.06	m2	48.18	L/d	24.09	L/d	28.11	L/d
	3	16.06	m2	48.18	L/d	24.09	L/d	28.11	L/d
	4	16.06	m2	48.18	L/d	24.09	L/d	28.11	L/d
	5	16.06	m2	48.18	L/d	24.09	L/d	28.11	L/d
	6	16.06	m2	48.18	L/d	24.09	L/d	28.11	L/d
	7	16.06	m2	48.18	L/d	24.09	L/d	28.11	L/d
	8	16.06	m2	48.18	L/d	24.09	L/d	28.11	L/d
	9	16.06	m2	48.18	L/d	24.09	L/d	28.11	L/d
	10	16.06	m2	48.18	L/d	24.09	L/d	28.11	L/d
	11	16.06	m2	48.18	L/d	24.09	L/d	28.11	L/d
	12	16.06	m2	48.18	L/d	24.09	L/d	28.11	L/d
	13	16.06	m2	48.18	L/d	24.09	L/d	28.11	L/d
	14	16.06	m2	48.18	L/d	24.09	L/d	28.11	L/d
	15	16.06	m2	48.18	L/d	24.09	L/d	28.11	L/d
	16	16.06	m2	48.18	L/d	24.09	L/d	28.11	L/d
	17	16.06	m2	48.18	L/d	24.09	L/d	28.11	L/d
	18	16.06	m2	48.18	L/d	24.09	L/d	28.11	L/d
	19	16.06	m2	48.18	L/d	24.09	L/d	28.11	L/d
	20	16.06	m2	48.18	L/d	24.09	L/d	28.11	L/d
	21	16.06	m2	48.18	L/d	24.09	L/d	28.11	L/d
	22	16.06	m2	48.18	L/d	24.09	L/d	28.11	L/d
	23	16.06	m2	48.18	L/d	24.09	L/d	28.11	L/d
		24	16.06	m2	48.18	L/d	24.09	L/d	28.11
M56	1	15.49	m2	46.47	L/d	23.24	L/d	27.11	L/d
	2	15.49	m2	46.47	L/d	23.24	L/d	27.11	L/d
	3	15.49	m2	46.47	L/d	23.24	L/d	27.11	L/d
	4	15.49	m2	46.47	L/d	23.24	L/d	27.11	L/d
	5	15.49	m2	46.47	L/d	23.24	L/d	27.11	L/d
	6	15.49	m2	46.47	L/d	23.24	L/d	27.11	L/d
	7	15.49	m2	46.47	L/d	23.24	L/d	27.11	L/d
	8	15.49	m2	46.47	L/d	23.24	L/d	27.11	L/d
	9	15.49	m2	46.47	L/d	23.24	L/d	27.11	L/d
	10	15.49	m2	46.47	L/d	23.24	L/d	27.11	L/d
	11	15.49	m2	46.47	L/d	23.24	L/d	27.11	L/d
	12	15.49	m2	46.47	L/d	23.24	L/d	27.11	L/d
	13	15.49	m2	46.47	L/d	23.24	L/d	27.11	L/d

	14	15.49	m2	46.47	L/d	23.24	L/d	27.11	L/d
	15	15.49	m2	46.47	L/d	23.24	L/d	27.11	L/d
	16	15.49	m2	46.47	L/d	23.24	L/d	27.11	L/d
	17	15.49	m2	46.47	L/d	23.24	L/d	27.11	L/d
	18	15.49	m2	46.47	L/d	23.24	L/d	27.11	L/d
	19	15.49	m2	46.47	L/d	23.24	L/d	27.11	L/d
	20	15.49	m2	46.47	L/d	23.24	L/d	27.11	L/d
	21	15.49	m2	46.47	L/d	23.24	L/d	27.11	L/d
	22	15.49	m2	46.47	L/d	23.24	L/d	27.11	L/d
	23	15.49	m2	46.47	L/d	23.24	L/d	27.11	L/d
	24	15.49	m2	46.47	L/d	23.24	L/d	27.11	L/d
M57	1	16.20	m2	48.60	L/d	24.30	L/d	28.35	L/d
	2	16.20	m2	48.60	L/d	24.30	L/d	28.35	L/d
	3	16.20	m2	48.60	L/d	24.30	L/d	28.35	L/d
	4	16.20	m2	48.60	L/d	24.30	L/d	28.35	L/d
	5	16.20	m2	48.60	L/d	24.30	L/d	28.35	L/d
	6	16.20	m2	48.60	L/d	24.30	L/d	28.35	L/d
	7	16.20	m2	48.60	L/d	24.30	L/d	28.35	L/d
	8	16.20	m2	48.60	L/d	24.30	L/d	28.35	L/d
	9	16.20	m2	48.60	L/d	24.30	L/d	28.35	L/d
	10	16.20	m2	48.60	L/d	24.30	L/d	28.35	L/d
	11	16.20	m2	48.60	L/d	24.30	L/d	28.35	L/d
	12	16.20	m2	48.60	L/d	24.30	L/d	28.35	L/d
	13	16.20	m2	48.60	L/d	24.30	L/d	28.35	L/d
	14	16.20	m2	48.60	L/d	24.30	L/d	28.35	L/d
	15	16.20	m2	48.60	L/d	24.30	L/d	28.35	L/d
	16	16.20	m2	48.60	L/d	24.30	L/d	28.35	L/d
	17	16.20	m2	48.60	L/d	24.30	L/d	28.35	L/d
	18	16.20	m2	48.60	L/d	24.30	L/d	28.35	L/d
	19	16.20	m2	48.60	L/d	24.30	L/d	28.35	L/d
	20	16.20	m2	48.60	L/d	24.30	L/d	28.35	L/d
	21	16.20	m2	48.60	L/d	24.30	L/d	28.35	L/d
	22	16.20	m2	48.60	L/d	24.30	L/d	28.35	L/d
	23	16.20	m2	48.60	L/d	24.30	L/d	28.35	L/d
	24	16.20	m2	48.60	L/d	24.30	L/d	28.35	L/d
M58	1	15.48	m2	46.44	L/d	23.22	L/d	27.09	L/d
	2	15.48	m2	46.44	L/d	23.22	L/d	27.09	L/d
	3	15.48	m2	46.44	L/d	23.22	L/d	27.09	L/d
	4	15.48	m2	46.44	L/d	23.22	L/d	27.09	L/d
	5	15.48	m2	46.44	L/d	23.22	L/d	27.09	L/d
	6	15.48	m2	46.44	L/d	23.22	L/d	27.09	L/d
	7	15.48	m2	46.44	L/d	23.22	L/d	27.09	L/d
	8	15.48	m2	46.44	L/d	23.22	L/d	27.09	L/d
	9	15.48	m2	46.44	L/d	23.22	L/d	27.09	L/d

	10	15.48	m2	46.44	L/d	23.22	L/d	27.09	L/d
	11	15.48	m2	46.44	L/d	23.22	L/d	27.09	L/d
	12	15.48	m2	46.44	L/d	23.22	L/d	27.09	L/d
	13	15.48	m2	46.44	L/d	23.22	L/d	27.09	L/d
	14	15.48	m2	46.44	L/d	23.22	L/d	27.09	L/d
	15	15.48	m2	46.44	L/d	23.22	L/d	27.09	L/d
	16	15.48	m2	46.44	L/d	23.22	L/d	27.09	L/d
	17	15.48	m2	46.44	L/d	23.22	L/d	27.09	L/d
	18	15.48	m2	46.44	L/d	23.22	L/d	27.09	L/d
	19	15.48	m2	46.44	L/d	23.22	L/d	27.09	L/d
	20	15.48	m2	46.44	L/d	23.22	L/d	27.09	L/d
	21	15.48	m2	46.44	L/d	23.22	L/d	27.09	L/d
	22	15.48	m2	46.44	L/d	23.22	L/d	27.09	L/d
	23	15.48	m2	46.44	L/d	23.22	L/d	27.09	L/d
	24	15.48	m2	46.44	L/d	23.22	L/d	27.09	L/d
M59	1	16.14	m2	48.42	L/d	24.21	L/d	28.25	L/d
	2	16.14	m2	48.42	L/d	24.21	L/d	28.25	L/d
	3	16.14	m2	48.42	L/d	24.21	L/d	28.25	L/d
	4	16.14	m2	48.42	L/d	24.21	L/d	28.25	L/d
	5	16.14	m2	48.42	L/d	24.21	L/d	28.25	L/d
	6	16.14	m2	48.42	L/d	24.21	L/d	28.25	L/d
	7	16.14	m2	48.42	L/d	24.21	L/d	28.25	L/d
	8	16.14	m2	48.42	L/d	24.21	L/d	28.25	L/d
	9	16.14	m2	48.42	L/d	24.21	L/d	28.25	L/d
	10	16.14	m2	48.42	L/d	24.21	L/d	28.25	L/d
	11	16.14	m2	48.42	L/d	24.21	L/d	28.25	L/d
	12	16.14	m2	48.42	L/d	24.21	L/d	28.25	L/d
	13	16.14	m2	48.42	L/d	24.21	L/d	28.25	L/d
	14	16.14	m2	48.42	L/d	24.21	L/d	28.25	L/d
	15	16.14	m2	48.42	L/d	24.21	L/d	28.25	L/d
	16	16.14	m2	48.42	L/d	24.21	L/d	28.25	L/d
	17	16.14	m2	48.42	L/d	24.21	L/d	28.25	L/d
	18	16.14	m2	48.42	L/d	24.21	L/d	28.25	L/d
	19	16.14	m2	48.42	L/d	24.21	L/d	28.25	L/d
	20	16.14	m2	48.42	L/d	24.21	L/d	28.25	L/d
	21	16.14	m2	48.42	L/d	24.21	L/d	28.25	L/d
	22	16.14	m2	48.42	L/d	24.21	L/d	28.25	L/d
	23	16.14	m2	48.42	L/d	24.21	L/d	28.25	L/d
	24	16.14	m2	48.42	L/d	24.21	L/d	28.25	L/d
M60	1	15.47	m2	46.41	L/d	23.21	L/d	27.07	L/d
	2	15.47	m2	46.41	L/d	23.21	L/d	27.07	L/d
	3	15.47	m2	46.41	L/d	23.21	L/d	27.07	L/d
	4	15.47	m2	46.41	L/d	23.21	L/d	27.07	L/d
	5	15.47	m2	46.41	L/d	23.21	L/d	27.07	L/d

	6	15.47	m2	46.41	L/d	23.21	L/d	27.07	L/d
	7	15.47	m2	46.41	L/d	23.21	L/d	27.07	L/d
	8	15.47	m2	46.41	L/d	23.21	L/d	27.07	L/d
	9	15.47	m2	46.41	L/d	23.21	L/d	27.07	L/d
	10	15.47	m2	46.41	L/d	23.21	L/d	27.07	L/d
	11	15.47	m2	46.41	L/d	23.21	L/d	27.07	L/d
	12	15.47	m2	46.41	L/d	23.21	L/d	27.07	L/d
	13	15.47	m2	46.41	L/d	23.21	L/d	27.07	L/d
	14	15.47	m2	46.41	L/d	23.21	L/d	27.07	L/d
	15	15.47	m2	46.41	L/d	23.21	L/d	27.07	L/d
	16	15.47	m2	46.41	L/d	23.21	L/d	27.07	L/d
	17	15.47	m2	46.41	L/d	23.21	L/d	27.07	L/d
	18	15.47	m2	46.41	L/d	23.21	L/d	27.07	L/d
	19	15.47	m2	46.41	L/d	23.21	L/d	27.07	L/d
	20	15.47	m2	46.41	L/d	23.21	L/d	27.07	L/d
	21	15.47	m2	46.41	L/d	23.21	L/d	27.07	L/d
	22	15.47	m2	46.41	L/d	23.21	L/d	27.07	L/d
	23	30.95	m2	92.85	L/d	46.43	L/d	54.16	L/d
M61	1	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	2	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	3	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	4	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	5	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	6	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	7	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	8	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	9	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	10	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	11	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	12	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	13	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	14	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	15	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	16	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	17	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	18	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	19	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	20	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	21	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	22	15.46	m2	46.38	L/d	23.19	L/d	27.06	L/d
	23	30.93	m2	92.79	L/d	46.40	L/d	54.13	L/d
M62 (1)	1	16.37	m2	49.11	L/d	24.56	L/d	28.65	L/d
	2	16.37	m2	49.11	L/d	24.56	L/d	28.65	L/d
	3	16.37	m2	49.11	L/d	24.56	L/d	28.65	L/d

	4	16.37	m2	49.11	L/d	24.56	L/d	28.65	L/d
	5	16.37	m2	49.11	L/d	24.56	L/d	28.65	L/d
	6	16.37	m2	49.11	L/d	24.56	L/d	28.65	L/d
	7	16.37	m2	49.11	L/d	24.56	L/d	28.65	L/d
	8	16.37	m2	49.11	L/d	24.56	L/d	28.65	L/d
	9	16.37	m2	49.11	L/d	24.56	L/d	28.65	L/d
	10	16.37	m2	49.11	L/d	24.56	L/d	28.65	L/d
	11	16.37	m2	49.11	L/d	24.56	L/d	28.65	L/d
	12	16.37	m2	49.11	L/d	24.56	L/d	28.65	L/d
	13	16.37	m2	49.11	L/d	24.56	L/d	28.65	L/d
	14	16.37	m2	49.11	L/d	24.56	L/d	28.65	L/d
	15	16.37	m2	49.11	L/d	24.56	L/d	28.65	L/d
	16	16.37	m2	49.11	L/d	24.56	L/d	28.65	L/d
	17	16.37	m2	49.11	L/d	24.56	L/d	28.65	L/d
	18	16.37	m2	49.11	L/d	24.56	L/d	28.65	L/d
	19	16.37	m2	49.11	L/d	24.56	L/d	28.65	L/d
	20	16.37	m2	49.11	L/d	24.56	L/d	28.65	L/d
	21	16.37	m2	49.11	L/d	24.56	L/d	28.65	L/d
	22	16.37	m2	49.11	L/d	24.56	L/d	28.65	L/d
	23	16.37	m2	49.11	L/d	24.56	L/d	28.65	L/d
	24	16.37	m2	49.11	L/d	24.56	L/d	28.65	L/d
	25	16.37	m2	49.11	L/d	24.56	L/d	28.65	L/d
	26	16.37	m2	49.11	L/d	24.56	L/d	28.65	L/d
	27	16.37	m2	49.11	L/d	24.56	L/d	28.65	L/d
	28	16.37	m2	49.11	L/d	24.56	L/d	28.65	L/d
	29	16.37	m2	49.11	L/d	24.56	L/d	28.65	L/d
	30	16.37	m2	49.11	L/d	24.56	L/d	28.65	L/d
	31	16.37	m2	49.11	L/d	24.56	L/d	28.65	L/d
	32	16.37	m2	49.11	L/d	24.56	L/d	28.65	L/d
M62 (2)	1	16.42	m2	49.26	L/d	24.63	L/d	28.74	L/d
	2	16.42	m2	49.26	L/d	24.63	L/d	28.74	L/d
	3	16.42	m2	49.26	L/d	24.63	L/d	28.74	L/d
	4	16.42	m2	49.26	L/d	24.63	L/d	28.74	L/d
	5	16.42	m2	49.26	L/d	24.63	L/d	28.74	L/d
	6	16.42	m2	49.26	L/d	24.63	L/d	28.74	L/d
	7	16.42	m2	49.26	L/d	24.63	L/d	28.74	L/d
	8	16.42	m2	49.26	L/d	24.63	L/d	28.74	L/d
	9	16.42	m2	49.26	L/d	24.63	L/d	28.74	L/d
	10	16.42	m2	49.26	L/d	24.63	L/d	28.74	L/d
	11	16.42	m2	49.26	L/d	24.63	L/d	28.74	L/d
	12	16.42	m2	49.26	L/d	24.63	L/d	28.74	L/d
M63 (1)	1	12.22	m2	122.20	L/d	61.10	L/d	71.28	L/d
	2	12.22	m2	122.20	L/d	61.10	L/d	71.28	L/d
	3	12.22	m2	122.20	L/d	61.10	L/d	71.28	L/d

	4	12.22	m2	122.20	L/d	61.10	L/d	71.28	L/d
	5	12.22	m2	122.20	L/d	61.10	L/d	71.28	L/d
	6	12.22	m2	122.20	L/d	61.10	L/d	71.28	L/d
	7	12.22	m2	122.20	L/d	61.10	L/d	71.28	L/d
	8	12.22	m2	122.20	L/d	61.10	L/d	71.28	L/d
	9	12.22	m2	122.20	L/d	61.10	L/d	71.28	L/d
	10	12.22	m2	122.20	L/d	61.10	L/d	71.28	L/d
	11	12.22	m2	122.20	L/d	61.10	L/d	71.28	L/d
	12	12.22	m2	122.20	L/d	61.10	L/d	71.28	L/d
M63 (2)	1	13.96	m2	41.88	L/d	20.94	L/d	24.43	L/d
	2	13.96	m2	41.88	L/d	20.94	L/d	24.43	L/d
	3	13.96	m2	41.88	L/d	20.94	L/d	24.43	L/d
	4	13.96	m2	41.88	L/d	20.94	L/d	24.43	L/d
	5	13.96	m2	41.88	L/d	20.94	L/d	24.43	L/d
	6	13.96	m2	41.88	L/d	20.94	L/d	24.43	L/d
	7	13.96	m2	41.88	L/d	20.94	L/d	24.43	L/d
	8	13.96	m2	41.88	L/d	20.94	L/d	24.43	L/d
	9	13.96	m2	41.88	L/d	20.94	L/d	24.43	L/d
	10	13.96	m2	41.88	L/d	20.94	L/d	24.43	L/d
M63 (3)	1	15.72	m2	47.16	L/d	23.58	L/d	27.51	L/d
	2	16.42	m2	49.26	L/d	24.63	L/d	28.74	L/d
	3	16.42	m2	49.26	L/d	24.63	L/d	28.74	L/d
	4	16.42	m2	49.26	L/d	24.63	L/d	28.74	L/d
	5	16.42	m2	49.26	L/d	24.63	L/d	28.74	L/d
	6	16.42	m2	49.26	L/d	24.63	L/d	28.74	L/d
	7	16.42	m2	49.26	L/d	24.63	L/d	28.74	L/d
	8	16.42	m2	49.26	L/d	24.63	L/d	28.74	L/d
	9	16.42	m2	49.26	L/d	24.63	L/d	28.74	L/d
	10	16.42	m2	49.26	L/d	24.63	L/d	28.74	L/d
	11	16.42	m2	49.26	L/d	24.63	L/d	28.74	L/d
	12	16.42	m2	49.26	L/d	24.63	L/d	28.74	L/d
M64	1	15.96	m2	47.88	L/d	23.94	L/d	27.93	L/d
	2	15.96	m2	47.88	L/d	23.94	L/d	27.93	L/d
	3	15.96	m2	47.88	L/d	23.94	L/d	27.93	L/d
	4	15.96	m2	47.88	L/d	23.94	L/d	27.93	L/d
	5	15.96	m2	47.88	L/d	23.94	L/d	27.93	L/d
	6	15.96	m2	47.88	L/d	23.94	L/d	27.93	L/d
	7	15.96	m2	47.88	L/d	23.94	L/d	27.93	L/d
	8	15.96	m2	47.88	L/d	23.94	L/d	27.93	L/d
	9	15.96	m2	47.88	L/d	23.94	L/d	27.93	L/d
	10	15.96	m2	47.88	L/d	23.94	L/d	27.93	L/d
	11	15.96	m2	47.88	L/d	23.94	L/d	27.93	L/d
	12	15.96	m2	47.88	L/d	23.94	L/d	27.93	L/d
	13	15.96	m2	47.88	L/d	23.94	L/d	27.93	L/d

	14	15.96	m2	47.88	L/d	23.94	L/d	27.93	L/d
M65 (1)	1	16.83	m2	50.49	L/d	25.25	L/d	29.45	L/d
	2	16.83	m2	50.49	L/d	25.25	L/d	29.45	L/d
	3	16.83	m2	50.49	L/d	25.25	L/d	29.45	L/d
	4	16.83	m2	50.49	L/d	25.25	L/d	29.45	L/d
	5	16.83	m2	50.49	L/d	25.25	L/d	29.45	L/d
	6	16.83	m2	50.49	L/d	25.25	L/d	29.45	L/d
	7	16.83	m2	50.49	L/d	25.25	L/d	29.45	L/d
	8	16.83	m2	50.49	L/d	25.25	L/d	29.45	L/d
M65 (2)	1	17.02	m2	51.06	L/d	25.53	L/d	29.79	L/d
	2	17.02	m2	51.06	L/d	25.53	L/d	29.79	L/d
	3	17.02	m2	51.06	L/d	25.53	L/d	29.79	L/d
	4	17.02	m2	51.06	L/d	25.53	L/d	29.79	L/d
	5	17.02	m2	51.06	L/d	25.53	L/d	29.79	L/d
	6	17.02	m2	51.06	L/d	25.53	L/d	29.79	L/d
M66	1	16.74	m2	50.22	L/d	25.11	L/d	29.30	L/d
	2	16.74	m2	50.22	L/d	25.11	L/d	29.30	L/d
	3	16.74	m2	50.22	L/d	25.11	L/d	29.30	L/d
	4	16.74	m2	50.22	L/d	25.11	L/d	29.30	L/d
	5	16.74	m2	50.22	L/d	25.11	L/d	29.30	L/d
DOTACIÓN				464105.1	L/d	232052.55	L/d	270727.98	L/d
VOLUMEN DE CONSUMO				464.11	M3	232.05	M3	270.73	M3

Fuente: Elaboración propia

Para resumir la dotación elaborado para cada lote, según los usos que tendrá el hipermercado, se presenta a continuación:

Tabla 38: Resumen de demanda según los usos y área del hipermercado.

USOS	DOTACIÓN	ÁREA	DEMANDA- 14 HORAS
Carnes , Pescados.	15 lts/día x m2	4218 m2	36910 lts/día
Abarrotes	6 lts/día x m2	2501 m2	4377 lts/día
Restaurantes	40 lts/día x m2	1841 m2	10738 lts/día
Frutas y Verduras	6 lts/día x m2	1228 m2	2150 lts/día
Mercadería	6 lts/día x m2	4497 m2	7384 lts/día
Ferretería	6 lts/día x m2	1743 m2	3050 lts/día
Aparatos Sanitarios	-	-	205632 lts/día
TOTAL			270728 lts/día

Fuente: Elaboración propia

La demanda total del hipermercado para 14 horas de servicio es 270728 lts/día para convertir en m³ se determinará de la siguiente manera:

$$Qp = 270728 \left(\frac{lts}{dia} \right) * \left(\frac{1 m^3}{1000 lts} \right)$$

$$Qp = 270.73 m^3$$

3.3.2. Sistema proyectado de agua potable:

3.3.2.1. Datos y Parámetros de Diseño:

El proyecto tiene un sistema indirecto por gravedad, es decir por condiciones de la topografía de la zona, consta principalmente de una línea de conducción que conecta a un tanque cisterna que almacenara el agua, mediante una electrobomba impulsara el agua hasta un reservorio elevado que mantendrá el caudal requerido por la dotación de los puestos comerciales, cuya presión se genera por gravedad para abastecer la red de distribución, para finalmente llegar a las conexiones los puestos comerciales.

Los diseños de las estructuras de saneamiento son resultados obtenidos según los parámetros que se indican a continuación:

- Topografía
- Clasificación del suelo
- Caudales
- Velocidad
- Presiones
- Perdida de carga
- Clases y diámetro de tuberías

3.4. Diseño del sistema de agua potable:

3.4.1. Sistema de Almacenamiento y Regulación:

Es un sistema que tiene el propósito de absorber las variaciones de consumo, continuidad y regulación del servicio de agua fría en los puestos comerciales, se ha proyectado el uso de una cisterna y su correspondiente Tanque Elevado, apoyado con una bomba de agua que, en conjunto de tubería de succión e impulsión, operan de acuerdo a la demanda de agua de los usuarios

3.4.1.1. Criterios de Diseño:

3.4.1.1.1. Consideraciones básicas:

Con el propósito de presentar un diseño hidráulico del sistema de agua potable eficiente, la cisterna tendrá un volumen de $\frac{3}{4}$ partes del volumen diario total y el Tanque elevado el $\frac{1}{3}$ del total del volumen de demanda. Las tuberías de alimentación, bombeo y rebose, se diseñarán según con los parámetros de la norma de Instalaciones Sanitarias de la RNE.

3.4.1.1.2. Criterios para el Cálculo Hidráulico.

a) Caudal de diseño.

El sistema de regulación tendrá la capacidad para almacenar la demanda total del sistema, o también llamado volumen de consumo (V_c):

3.4.1.2. Diseño de Tanque Cisterna:

LA norma IS 010 de Instalaciones Sanitarias en el 2.4 Almacenamiento y Regulación indica que cuando sea necesario emplear un sistema combinado de cisterna, bomba de elevación y tanque elevado, la capacidad de la primera no será menor de las $\frac{3}{4}$ partes de la dotación diaria.

a) Volumen de Tanque Cisterna:

$$\text{VOL. DE CISTERNA} = 3/4 \times \text{CONSUMO DIARIO TOTAL}$$

$$V_c = \text{Volumen de Consumo}$$

$$V_c = 270.73 \text{ m}^3/\text{d}$$

Por lo tanto:

$$\text{VOL. DE CISTERNA} = \frac{3}{4} * 270.73 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{VOL. DE CISTERNA} = 203.05 \text{ m}^3$$

Se adoptará un volumen requerido de:

$$\text{VOL. DE CISTERNA} = 200.00 \text{ m}^3$$

b) Dimensionamiento de la Cisterna:

Se requiere hacer una cisterna de base rectangular, por lo que se tiene que adoptar una altura hidráulica, con ello se determinara el área de la base, al igual que las longitudes; el diseño se hará de la siguiente manera:

- Se asumirá una altura hidráulica (H_w) de:

$$H_w = 6.00 \text{ m}$$

- Teniendo en cuenta el volumen de la cisterna y la altura hidráulica, se calcula el área de la base:

$$\text{Vol de Cisterna}(\text{m}^3) = \text{Area}(\text{m}^2) * \text{Altura Hidraulica}(\text{m})$$

$$\text{Area}(\text{m}^2) = \frac{\text{Vol de Cisterna}(\text{m}^3)}{\text{Altura Hidraulica}(\text{m})}$$

$$\text{Area}(\text{m}^2) = \frac{200.00 \text{ m}^3}{6.00 \text{ m}}$$

$$\text{Area}(\text{m}^2) = 33.33 \text{ m}^2$$

- Para la longitud de la base suponemos una Cisterna de base cuadrada, por lo tanto:

$$l(\text{m}) = \sqrt{\text{Area de base}(\text{m}^2)}$$

$$l(m) = \sqrt{33.33 m^2}$$

$$l(m) = 5.77m$$

Adoptamos lados de la base de 5.8m x 5.8m

- En resumen, la cisterna tiene las siguientes dimensiones:

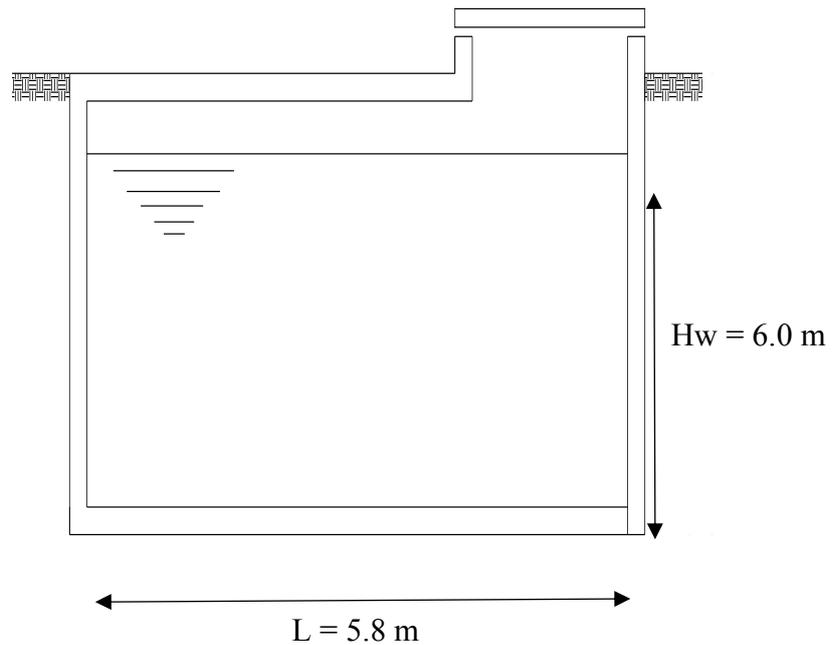


Figura 5: Dimensiones del tanque Cisterna.

Fuente: Elaboración propia

c) Caudal de Alimentación:

Para el cálculo de caudal se prevé el volumen mínimo útil de almacenamiento de agua en la cisterna, sobre el tiempo de llenado del tanque de 4 horas.

$$\text{Caudal de Alimentación } (Qa) = \frac{\text{Volumen de Cisterna (lts)}}{\text{Tiempo de llenado (seg)}}$$

$$\text{Caudal de Alimentación } (Qa) = \frac{200000 \text{ lts/seg}}{3600 * 4 \text{ seg}}$$

$$\text{Caudal de Alimentación } (Qa) = 13.89 \text{ lts/seg}$$

d) Diámetro de Tubería de Alimentación:

Para determinar el diámetro de la tubería de alimentación se debe tener en cuenta el cuadro de diámetros de las tuberías de impulsión en función del gasto de bombeo del Anexo N°05 de I.S 010 del RNE.

Tabla 39: Diámetros de Tubería de alimentación en función del Caudal de Alimentación del tanque cisterna.

Gastos de Bombeo en L/S	Diámetro de la tubería de Impulsión (mm)
Hasta 0.50	20(3/4")
Hasta 1.00	25(1")
Hasta 1.60	32(1 1/4")
Hasta 3.00	40(1 1/2")
Hasta 5.00	50(2")
Hasta 8.00	65(2 1/2")
Hasta 15.00	75(3")
Hasta 25.00	100(4")

Fuente: Instalaciones Sanitarias 010 del RNE

De acuerdo, al gasto de alimentación 13.89 l/s, el diámetro correspondiente será:

$$\varnothing \text{ alimentacion} = 3''$$

e) Velocidad del Gasto de Alimentación (Va):

Para el cálculo de la velocidad, se debe tener en cuenta que el transporte del agua en la tubería se efectúa a sección completa. Por lo tanto:

- Fórmula del Caudal: (Qa):

$$Q = V * A$$

Pasando los valores para el cálculo de velocidad, será:

$$V = \frac{Q}{A}$$

Q: Caudal de tubería de alimentación (m3/s).

A: Área de la sección de tubería de alimentación (m2).

V: velocidad del flujo de alimentación (m/s).

- Área de la sección de Tubería:

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

D: Diámetro de la sección de Tubería (3")

Para una tubería de 3", el diámetro es 0.0762m, de tal manera:

$$A = \frac{\pi * (0.0762m)^2}{4}$$

$$A = 0.00456 \text{ m}^2$$

Ahora se procede a determinar la velocidad de alimentación:

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{13.89 \frac{\text{lt}}{\text{s}} / 1000}{0.00456 \text{ m}^2}$$

$$V = 3.05 \text{ m/s}$$

f) Diámetro de Tubería de Rebose (Ør) Para la cisterna:

La Norma IS010 de Instalaciones Sanitarias, indica el diámetro de tubo de rebose, se calculará únicamente, no debiendo ser menor que lo indicado en la siguiente tabla.

Tabla 40: Diámetro de Tuberías de Rebose para cisterna.

Capacidad de deposito(L)	Diámetro de tubo de rebose
Hast 5000	50 mm(2")
5001 a 12000	75 mm(3")
12001 a 30000	100 mm(4")
Mayor de 30000	150 mm(6")

Fuente: Instalaciones Sanitarias 010 del RNE

Para el gasto de 200000 lts/d del tanque cisterna, se proyectó un diámetro de:

$$\text{Ør} = 6 \text{ ''}$$

3.4.1.3. Diseño de Tanque Elevado:

Para el cálculo del Volumen del Tanque Elevado, debemos de tener en cuenta que dicho volumen no debe de ser menor a 1/3 del Volumen de la Cisterna,

según R.N.E. (acápite *2.4. Almacenamiento y Regulación - Agua Fría)

a) Volumen de Tanque Elevado:

$$\text{VOL. DE CISTERNA} = 1/3 \times \text{CONSUMO DIARIO TOTAL}$$

$$V_c = \text{Volumen de Consumo}$$

$$V_c = 270.73 \text{ m}^3/\text{d}$$

Por lo tanto:

$$\text{VOL. DE T. E} = \frac{1}{3} * 270.73 \text{ m}^3/\text{d}$$

$$\text{VOL. DE T. E} = 90.24 \text{ m}^3$$

Se adoptará un volumen requerido de:

$$\text{VOL. DE T. E} = 90.00 \text{ m}^3$$

b) Dimensionamiento de la Tanque Elevado:

Se diseñó hacer un tanque elevado de base circular, por lo que se tiene que adoptar una altura hidráulica, con ello se determinara el área de la base, al igual que el diámetro; el diseño se hará de la siguiente manera:

- Se asumirá una altura hidráulica (H_w) de:

$$H_w = 4.5 \text{ m}$$

- Teniendo en cuenta el volumen del tanque elevado y la altura hidráulica, se calcula el área de la base:

$$\text{Vol de T. E (m}^3\text{)} = \text{Area (m}^2\text{)} * \text{Altura Hidraulica(m)}$$

$$\text{Area (m}^2\text{)} = \frac{\text{Vol de T. E (m}^3\text{)}}{\text{Altura Hidraulica (m)}}$$

$$\text{Area (m}^2\text{)} = \frac{90.00\text{m}^3}{4.50 \text{ m}}$$

$$\text{Area (m}^2\text{)} = 20.00 \text{ m}^2$$

- Para el radio de la base suponemos un Tanque Elevado de base circular, por lo tanto:

$$r \text{ (m)} = \sqrt{\frac{\text{Area de base (m}^2\text{)}}{\pi}}$$

$$r \text{ (m)} = \sqrt{\frac{20.00 \text{ (m}^2\text{)}}{\pi}}$$

$$r = 2.52 \text{ m}$$

Adoptamos una base circular del tanque de radio = 2.5m

- En resumen, el tanque elevado tiene las siguientes dimensiones:

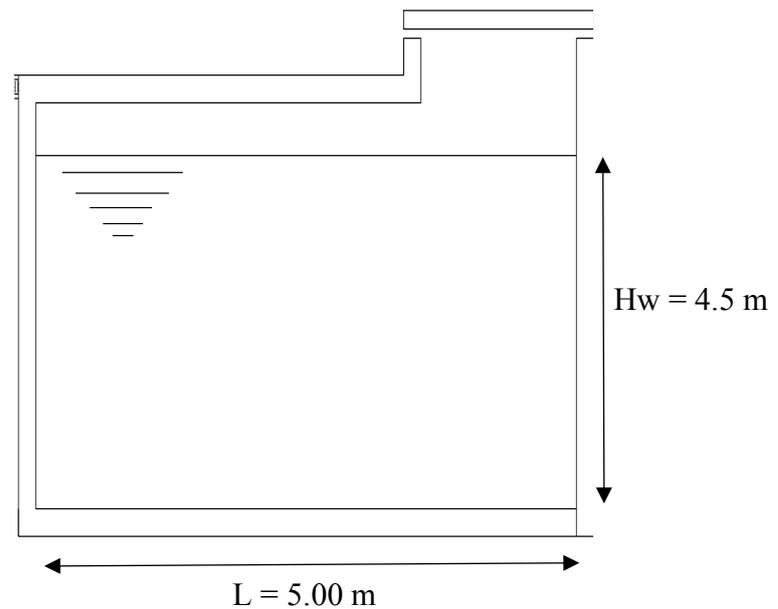


Figura 6: Dimensiones del Tanque Elevado.

Fuente: Elaboración propia

c) Caudal de Bombeo (Q_b):

Para el cálculo de caudal de bombeo se tiene que contar con el volumen mínimo útil de almacenamiento de agua en el tanque Elevado, sobre el tiempo de llenado del tanque de 2 horas.

$$\text{Caudal de Bombeo } (Q_b) = \frac{\text{Volumen de T. E (lts)}}{\text{Tiempo de llenado (seg)}}$$

$$\text{Caudal de Bombeo } (Qa) = \frac{90000 \text{ lts/seg}}{3600 * 2 \text{ seg}}$$

$$\text{Caudal de Bombeo } (Qa) = 12.50 \text{ lts/seg}$$

d) Diámetro de Tubería de Bombeo:

Para determinar el diámetro de la tubería de Bombeo o de Impulsión se debe tener en cuenta el cuadro de diámetros de las tuberías de impulsión en función del gasto de bombeo del Anexo N°05 de I.S 010 del RNE.

Tabla 41: Diámetros de Tubería de Bombeo o impulsión en función del Caudal de Bombeo del Tanque Elevado.

Gastos de Bombeo en L/S	Diámetro de la tubería de Impulsión (mm)
Hasta 0.50	20(3/4")
Hasta 1.00	25(1")
Hasta 1.60	32(1 1/4")
Hasta 3.00	40(1 1/2")
Hasta 5.00	50(2")
Hasta 8.00	65(2 1/2")
Hasta 15.00	75(3")
Hasta 25.00	100(4")

Fuente: Instalaciones Sanitarias 010 del RNE

De acuerdo, al gasto de bombeo es 12.50 l/s, el diámetro correspondiente será:

$$\emptyset \text{ Bombeo} = 3''$$

Nota: Se escogerá un diámetro menor de tubería de bombeo, para reducir la potencia de la bomba de agua, al llenado del Tanque Elevado. El diámetro de bombeo escogido es:

$$\emptyset \text{ Bombeo} = 2''$$

Se recalca que el diámetro de tubería de succión:

$$\emptyset \text{ Succion} = 3''$$

e) Velocidad del Gasto de Bombeo:

Para el cálculo de la velocidad, se debe tener en cuenta que el transporte del

agua en la tubería se efectúa a sección completa. Por lo tanto:

- Fórmula del Caudal:

$$Qb = V * A$$

Pasando los valores para el cálculo de velocidad, será:

$$Vb = \frac{Qb}{A}$$

Q: Caudal de tubería de bombeo (m³/s).

A: Área de la sección de tubería de bombeo (m²).

V: velocidad del flujo de bombeo (m/s).

- Área de la sección de Tubería:

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

D: Diámetro de la sección de Tubería (2”).

Para una tubería de 2”, el diámetro es 0.0508m, de tal manera:

$$A = \frac{\pi * (0.0508m)^2}{4}$$

$$A = 0.002027 \text{ m}^2$$

Ahora se procede a determinar la velocidad de bombeo:

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{12.50 \frac{lt}{s} / 1000}{0.002027 \text{ m}^2}$$

$$V = 6.17 \text{ m/s}$$

f) Diámetro de Tubería de Rebose (Ør) para Tanque Elevado:

La Norma IS010 de Instalaciones Sanitarias, indica el diámetro de tubo de rebose, se calculará únicamente, no debiendo ser menor que lo indicado en la

siguiente tabla.

Tabla 42: Diámetro de Tuberías de Rebose para Tanque Elevado.

Capacidad del deposito (L)	Diámetro del tubo de rebose
Hasta 5000	50 mm (2")
5001 a 12000	75 mm (3")
12001 a 30000	100 mm (4")
Mayor de 30000	150 mm (6")

Fuente: Instalaciones Sanitarias 010 del RNE

Para el gasto de 90000 lts/d del tanque Elevado, se diseñó con un diámetro de:

$$\varnothing r = 6 \text{ ''}$$

3.4.1.4. Determinación de Potencia de Electrobomba (HP):

El caudal de bombeo calculado anteriormente será necesario para llenar el Tanque Elevado en dos horas para suplir la demanda de consumo de los puestos comerciales.

$$\text{Caudal de Bombeo } (Qa) = 12.50 \text{ lts/seg}$$

Para el cálculo de la Potencia del Electrobomba se determinó usando la siguiente fórmula:

$$Pot B = \frac{\gamma * Qb * Ht}{746 * \eta}$$

Dónde:

γ : Peso Específico del Agua = 10000 kg/m³.

Qb : Caudal de Bombeo = 12.50 lts/seg.

Ht : Altura Total (m).

η : Eficiencia de la Bomba de Agua = 70.

Para determinar la altura total de la sección de tuberías y accesorios de la bomba, se harán en dos partes:

$$\text{Altura Dinamica Total} = Hg + Hf$$

Dónde:

Hg = Altura dinámica de tuberías

Hf = Altura dinámica de accesorios

Para calcular la altura dinámica de tuberías, se tuvo que realizar el metrado de la tubería de succión y la tubería de impulsión respectivamente:

$$H_g = H_t \text{ succion} + H_t \text{ Implusion}$$

$$H_g = 7.58m + 17.95m$$

$$H_g = 25.53m$$

Para la altura dinámica de accesorios, se hizo de acuerdo a la tabla de longitudes equivalentes de accesorios, que son longitudes de acuerdo a su diámetro, equivalen a una longitud de tubería. Existen varios ábacos para determinar las longitudes equivalentes, en el presente proyecto usaremos la tabla de CRANE que se presenta a continuación:

LONGITUDES EQUIVALENTES DE CRANE

DIAMETRO D	Codo 90° Radio largo		Codo 50° Radio medio		Codo 30° Radio corto		Codo 45°		Curva 90° r/d = 1/2		Curva 90° r/d = 1		Curva 45°		Entrada normal		Entrada de Borde		Valvula tipo globo		Valvula tipo abarba		Valvula tipo abarba		Valvula tipo abarba		Te de paso directo		Te de salida lateral		Te de salida bilateral		Válv. de pé		Soldo de Tubería		Valvula de retención tipo llave		Valvula de retención tipo pasador	
	mm.	pulg.																																						
13	1/2	0.3	0.4	0.5	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.4	0.1	4.9	2.6	0.3	1.0	1.0	3.6	0.4	1.1	1.6																				
19	3/4	0.4	0.6	0.7	0.3	0.3	0.4	0.2	0.2	0.5	0.1	6.7	3.6	0.4	1.4	1.4	5.6	0.5	1.6	2.4																				
25	1	0.5	0.7	0.8	0.4	0.3	0.5	0.2	0.3	0.7	0.2	8.2	4.6	0.5	1.7	1.7	7.3	0.7	2.1	3.2																				
32	1 1/4	0.7	0.9	1.1	0.5	0.4	0.6	0.3	0.4	0.9	0.2	11.3	5.6	0.7	2.3	2.3	10.0	0.9	2.7	4.0																				
38	1 1/2	0.9	1.1	1.3	0.6	0.5	0.7	0.3	0.5	1.0	0.3	13.4	6.6	0.9	2.8	2.8	11.6	1.0	3.2	4.8																				
50	2	1.1	1.4	1.7	0.8	0.6	0.9	0.4	0.7	1.5	0.4	17.4	8.5	1.1	3.5	3.5	14.0	1.5	4.2	6.4																				
63	2 1/2	1.3	1.7	2.0	0.9	0.8	1.0	0.5	0.9	1.9	0.4	21.0	10.0	1.3	4.3	4.3	17.0	1.9	5.2	8.1																				
75	3	1.6	2.1	2.5	1.2	1.0	1.3	0.6	1.1	2.2	0.5	26.0	13.0	1.6	5.2	5.2	20.0	2.2	6.3	9.7																				
100	4	2.1	2.8	3.4	1.5	1.3	1.6	0.7	1.6	3.2	0.7	34.0	17.0	2.1	6.7	6.7	25.0	3.2	8.4	12.9																				
125	5	2.7	3.7	4.2	1.9	1.6	2.1	0.9	2.0	4.0	0.9	43.0	21.0	2.7	8.4	8.4	30.0	4.0	10.4	16.1																				
150	6	3.4	4.3	4.9	2.3	1.9	2.5	1.1	2.5	5.0	1.1	51.0	26.0	3.4	10.0	10.0	39.0	5.0	12.5	19.3																				
200	8	4.3	5.5	6.4	3.0	2.4	3.3	1.5	3.5	6.0	1.4	67.0	34.0	4.3	13.0	13.0	52.0	6.0	16.0	25.0																				
250	10	5.5	6.7	7.9	3.8	3.0	4.1	1.8	4.5	7.5	1.7	85.0	43.0	5.5	16.0	16.0	65.0	7.5	20.0	32.0																				
300	12	6.1	7.9	9.5	4.6	3.6	4.8	2.2	5.5	9.0	2.1	102.0	51.0	6.1	19.0	19.0	78.0	9.0	24.0	38.0																				
350	14	7.3	9.5	10.5	5.3	4.4	5.4	2.5	6.2	11.0	2.4	120.0	60.0	7.3	22.0	22.0	90.0	11.0	28.0	45.0																				

† Los valores indicados para valvulas tipo globo se aplican tambien a llaves para reguladas y valvulas o llaves de descarga.

Figura 7: Longitudes equivalentes de accesorios para la altura dinámica de accesorios.

Fuente: Longitudes equivalentes de Crane.

Para ello, se tuvo que contar con los accesorios necesarios para satisfacer el correcto abastecimiento al tanque elevado, por lo que se elaboró una tabla con los accesorios requeridos en la tubería de succión y tubería de bombeo o impulsión, de la siguiente manera:

Tabla 43: Longitudes equivalentes de accesorios en la línea de succión y bombeo.

DESCRIPCIÓN	DIÁMETRO (mm)	CANTIDAD	L.EQUIVALENTE (m)	TOTAL (m)
Válvula de Pie	75.00	1	20.00	20.00
Codo 90°	75.00	2	2.10	4.20
Codo 90°	50.00	1	1.4	1.40
Union Universal	50.00	1	17.40	17.40
Union Universal	75.00	1	26.00	26.00
Tee	75.00	1	3.50	3.50
Valvula de Globo	75.00	1	17.40	17.40
Tapon macho	50.00	1	1.40	1.40
Valvula Check	75.00	1	6.30	6.30
TOTAL				97.60

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto, el valor obtenido de longitud equivalente de accesorios en el tramo de tuberías de succión y bombeo es la siguiente:

$$H_f = 97.60m$$

Ahora se determinó la altura dinámica total del sistema, la cual será la suma de ambas alturas dinámicas de tuberías y accesorios:

$$\text{Altura Dinamica Total (m)} = H_g(m) + H_f(m)$$

$$H_g = 25.53m$$

$$H_f = 97.60 m$$

$$\text{Altura Dinamica Total} = 25.53m + 97.60m$$

$$\text{Altura Dinamica Total} = 123.13m$$

Una vez determinado la altura dinámica se procede a calcular la potencia de la electrobomba:

$$Pot B = \frac{1000 \frac{kg}{m^3} * 12.50 \text{ lts/seg} * 123.13 \text{ m}}{746 * 70}$$

$$Pot Bomba = 29.49 HP$$

Por lo que se adoptó 2 bombas de:

$$Elec A = 15 HP \quad ; \quad Elec B = 15 HP$$

3.5. Diseño estructural de Tanque Cisterna y Tanque Elevado.

3.5.1. Diseño Estructural de Cisterna:

Para diseñar la estructura del tanque cisterna, que debe resistir como mínimo las fuerzas de empuje del suelo, como también la comprobación por verificación por corte de las estructuras de soporte, repartiendo cantidad de acero en las estructuras, como las losas de fondo, muros de concreto de la cisterna. A su vez el estudio de suelos, brindo información como; ángulo de fricción del suelo, capacidad admisible del suelo, pesos unitarios del suelo, datos que serán necesarios para predimensionar y diseñar las estructuras del tanque regulador.

Datos:

$$\text{Altura total de Cisterna (h)} = 6.70 \text{ m}$$

$$\text{Lado de Base de Cisterna (l)} = 5.80 \text{ m}$$

$$\text{Ancho de base de Cisterna (b)} = 5.80 \text{ m}$$

$$\text{Ángulo de fricción del suelo } (\phi) = 26.50^\circ$$

$$\text{Peso Unitarios del suelo } (\gamma) = 1.18 \text{ tn/m}^3$$

$$\text{Carga Admisible del Suelo } (\sigma_t) = 12.97 \text{ tn/m}^2$$

$$\text{Límite de fluencia del Acero } (F_y) = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Esfuerzo máximo del concreto } (F'_c) = 210 \text{ kg/cm}^2$$

3.5.1.1. Diseño de la Pared de la Cisterna:

Para determinar el espesor de la pared de la cisterna, se tiene que contar primero con el cálculo de la fuerza de empuje del suelo.

a) Determinación de K_a (Coeficiente de Empuje del Suelo):

El coeficiente tiene la siguiente fórmula:

$$K_a = \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{\emptyset}{2} \right)$$

Dónde:

\emptyset = Angulo de fricción del suelo

$\emptyset = 26.50^\circ$

Por lo tanto:

$$K_a = \operatorname{tg}^2 \left(45 - \frac{26.50}{2} \right)$$

$$K_a = 0.383$$

b) Pre-dimensionamiento de la pared:

Se calcula la fuerza de empuje del suelo para determinar el momento en la pared de soporte, para luego usar la fórmula de flexión para calcular el espesor de la estructura de concreto.

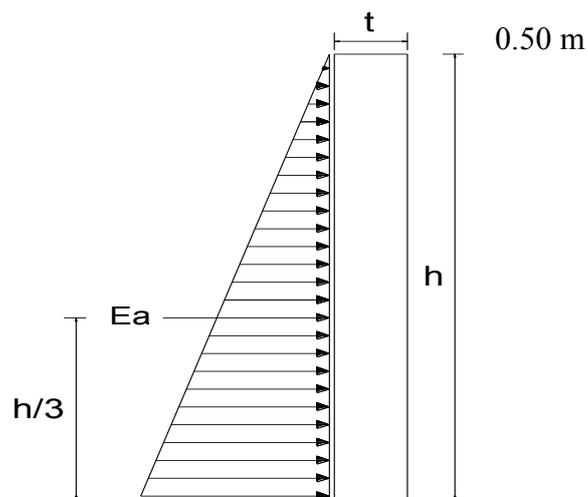


Figura 8: Perfil de fuerza de empuje del suelo a la pared de la cisterna.

Fuente: Elaboración propia.

La fórmula empuje del suelo es la siguiente:

$$Ea = \frac{1}{2} * \gamma * h^2 * Ka$$

Dónde:

Ea: Fuerza de Empuje del suelo (T/m)

h: Altura del muro de cisterna = 6.20m

γ : Peso Unitarios del suelo = 1.18 tn/m³

Ka: Coeficiente de fuerza de empuje del suelo = 0.383

Ingresamos los datos a la fórmula:

$$Ea = \frac{1}{2} * 1.18 \frac{\text{tn}}{\text{m}^3} * (6.2\text{m})^2 * 0.383$$

$$Ea = 8.648 \text{ tn/m}$$

Se procedió a calcular el momento en el centro del muro se soporte, con la fórmula de fuerza y distancia:

$$M = \left(\frac{h}{3}\right) * Ea$$

$$M = \left(\frac{6.2\text{m}}{3}\right) * 8.648 \text{ tn/m}$$

$$M = 17.873 \text{ tn.m}$$

Se amplifica el momento en la pared por motivo de seguridad con el valor de 1.6 veces el momento último.

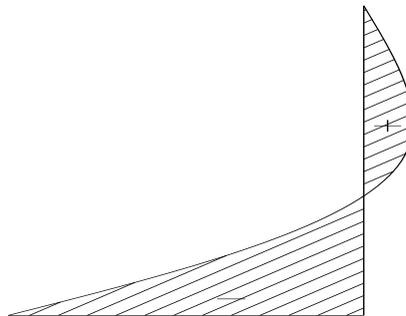


Figura 9: Grafico de momentos por la fuerza del empuje del suelo en la cisterna.

Fuente: Elaboración propia

$$Mu (tn.m) = M * 1.6$$

$$M = 28.596 tn.m$$

Para determinar el espesor, primero calculamos “d” que es la distancia del centro de varilla de acero positivo a la fibra de compresión de concreto. Se halla el valor con la fórmula de flexión:

$$Mu (tn.m) = 0.9 * b * d^2 * fy * p * \left(1 - 0.59 * p * \frac{fy}{f'c}\right)$$

Dónde:

b = base del muro proyectado a 1m

d = peralte efectivo del concreto

Fy = 4200 kg/cm²

F'c = 210 kg/cm²

P = 0.002

Por lo tanto, se pasarán los valores para determinar el peralte efectivo del concreto:

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{0.9 * b * fy * p * \left(1 - 0.59 * p * \frac{fy}{f'c}\right)}}$$

$$d = \sqrt{\frac{28.596 tn.m * 10^5}{0.9 * 100 cm * 4200 kg/cm^2 * 0.002 * \left(1 - 0.59 * 0.002 * \frac{4200 kg/cm^2}{210 kg/cm^2}\right)}}$$

$$d = 62.241 cm$$

Para determinar el espesor del muro de soporte se sumará el recubrimiento de concreto incluido la mitad del diámetro de barra del acero. Para en este caso usaremos barra de diámetro de 5/8”.

$$t (cm) = d + rec + \frac{\emptyset}{2}$$

d: Peralte efectivo = 62.24 cm

rec: recubrimiento de concreto = 4.00 cm

Ø : Diámetro de barra del acero de diseño = 1.59 cm -----→ 5/8"

$$t (cm) = 62.24cm + 4.00cm + \frac{1.59cm}{2}$$

$$t (cm) = 67.00 cm$$

Usaremos un ancho de pared de soporte de 70 cm

c) Verificación por cortante del muro de soporte:

o Peralte Efectivo:

Se determinó nuevamente el peralte efectivo con el ancho de pared asumido.

$$d (cm) = t - rec - \frac{\emptyset}{2}$$

$$d (cm) = 70 - 4.00cm - \frac{1.59cm}{2}$$

$$d (cm) = 65.205 cm$$

o Cálculo de Vdu:

En segundo lugar, se halló la fuerza cortante amplificada en la sección con la siguiente fórmula de la norma E060 Concreto Armado del RNE.

$$Vdu (tn) = 1.6 * \left(\frac{1}{2}\right) * \gamma * Ka * (h - d)^2$$

Dónde:

Vdu: Fuerza cortante en la sección

γ : Peso Unitario del suelo = 1.18 tn/m³

Ka: Coeficiente de empuje del suelo = 0.383

h: Altura de muro de soporte = 6.2 m

d: Peralte efectivo de la sección = 65.205 cm

Por lo tanto:

$$Vdu (tn) = 1.6 * \left(\frac{1}{2}\right) * 1.18tn/m^3 * 0.383 * (6.2m - 0.6521m)^2$$

$$Vdu = 11.079 \text{ tn}$$

○ Cálculo de $\emptyset Vc$:

El cálculo de la resistencia nominal al cortante por el concreto dependerá de la base, peralte efectivo y de la resistencia a la compresión del concreto:

$$\emptyset Vc = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

Dónde:

$\emptyset Vc$ = Resistencia nominal al cortante por el concreto

$F'c$ = 210 kg/cm²

b = 100 cm

d = 65.205 cm

Por lo tanto:

$$\emptyset Vc = \frac{0.85 * 0.53 * \sqrt{210 \frac{kg}{cm^2}} * 100cm * 65.205 \text{ cm}}{1000}$$

$$\emptyset Vc = 42.568 \text{ tn}$$

○ Verificación por cortante ($\emptyset Vc > Vdu$)

Para que sea correcto la verificación por corte del concreto, la norma E060 de concreto armado, la resistencia nominal al cortante del concreto deberá ser mayor a la fuerza cortante en la sección.

$$\emptyset Vc > Vdu$$

Reemplazando valores de la resistencia al corte en la sección y del concreto respectivamente.

$$42.568 \text{ tn} > 11.079 \text{ tn}$$

Por lo que se podría interpretar que la verificación al corte es la correcta.

d) Diseño de pared de la cisterna

○ Acero Vertical (cm²)

Para calcular el acero vertical primero se determinó el acero mínimo

requerido.

✚ Acero mínimo (cm²):

$$A_s = 0.0018b * d$$

Dónde:

b: proyección de base a = 100 cm

d: Peralte efectivo = 65.205 cm

$$A_s \text{ min} = 0.0018 * 100\text{cm} * 65.205\text{cm}$$

$$A_s \text{ min} = 11.737 \text{ cm}^2$$

✚ Acero efectivo (cm²):

Determinado el acero mínimo, el acero efectivo siendo mayor se diseñará para diferentes diámetros de acero:

Para varilla de acero de 5/8"

Área de acero de varilla de 5/8"

$$A \text{ } \emptyset \text{ } 5/8'' = (\pi * d^2)/4$$

$$A \text{ } \emptyset \text{ } 5/8'' = (\pi * 1.59^2)/4$$

$$A \text{ } \emptyset \text{ } 5/8'' = 1.979 \text{ cm}^2$$

Se calcular la cantidad de acero efectivo con la siguiente fórmula, suponiendo que $(d - a/2) = 0.9d$

$$A_s = \frac{M_u}{0.9 * f_y * 0.9 * d}$$

$$A_s = \frac{28.596 \text{ tn. m} * 100}{0.9 * \frac{4200}{1000} \text{ kg/cm}^2 * 0.9 * 65.205\text{cm}}$$

$$A_s = 12.891 \text{ cm}^2$$

Se calcula el valor "a" profundidad del bloque rectangular equivalente de esfuerzos.

$$a \text{ (cm)} = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

$$a \text{ (cm)} = \frac{12.891 \text{ cm}^2 * 4200 \text{ kg/cm}^2}{0.85 * 210 \text{ kg/cm}^2 * 100\text{cm}}$$

$$a = 3.033 \text{ cm}$$

Ahora se calcular la cantidad de varillas que entran en el acero para varilla de 5/8":

$$Cant. \text{ varillas} = \frac{As(cm^2)}{A \text{ } \emptyset 5/8''}$$

$$Cant. \text{ varillas} = \frac{12.891 \text{ cm}^2}{1.979 \text{ cm}^2}$$

$$Cant. \text{ varillas} = 6.5$$

Analizaremos el acero utilizando 6 varillas de acero vertical.

$$As = A \text{ } \emptyset 5/8'' * cant. \text{ varillas}$$

$$As = 1.979 \text{ cm}^2 * 6$$

$$As = 11.88 \text{ cm}^2$$

Por lo que se comprueba que el acero efectivo, es mayor que el acero mínimo. Ahora se determinará el espaciamiento de las varillas de acero.

$$S (cm) = \frac{(b - 2 * rec)}{cant. \text{ varilla}}$$

$$S (cm) = \frac{(100cm - 2 * 4cm)}{6}$$

$$S (cm) = 15.3 \text{ cm}$$

Por lo tanto, el acero vertical del muro se soporte sera con:

Acero de $\emptyset 5/8''$ a una separación de 15 cm de varilla

o Acero Horizontal

Según la norma E-060 para acero menor a 5/8" el refuerzo horizontal para muros tiene una cuantía de 0.002. Para ello calculamos el acero efectivo.

$$As = 0.002 * 100cm * 65.205cm$$

$$As = 13.041 \text{ cm}^2$$

Para una varilla de 5/8", el área de la varilla obtenida anteriormente es :

$$A \text{ } \emptyset 5/8'' = 1.979 \text{ cm}^2$$

Ahora se calcular la cantidad de varillas que entran en el acero para varilla de 5/8":

$$\text{Cant. varillas} = \frac{As(\text{cm}^2)}{A \text{ } \emptyset 5/8''}$$

$$\text{Cant. varillas} = \frac{13.041 \text{ cm}^2}{1.979 \text{ cm}^2}$$

$$\text{Cant. varillas} = 6.59$$

Analizaremos el acero utilizando 7 varillas de acero vertical.

$$As = A \text{ } \emptyset 5/8'' * \text{cant. varillas}$$

$$As = 1.979 \text{ cm}^2 * 7$$

$$As = 13.853 \text{ cm}^2$$

Ahora se determinará el espaciamiento de las varillas de acero, con la siguiente fórmula

$$S (\text{cm}) = \frac{(100\text{cm} - 2 * 4\text{cm})}{7}$$

$$S (\text{cm}) = 13.14 \text{ cm}$$

Por lo tanto, el acero horizontal del muro se soporte será con:

Acero de $\emptyset 5/8''$ a una separación de 14 cm de varilla

e) Diseño de la Losa de Fondo de la Cisterna:

Dirección X-X:

✚ Cálculo de Carga Ultima de la estructura (W_u):

Para el cálculo de la carga ultima de la estructura, se obtuvo sumando las cargas muertas y vivas de la cisterna.

✓ Carga muerta (W_m):

Se asumió los siguientes datos:

- e. Muros = 0.70m
- e. losa de fondo = 0.20m
- e. losa de cubierta = 0.15m

Luego se procedió a determinar los pesos de las estructuras, de la siguiente manera:

$$P_{muro} = 2.40 \frac{tn}{m^3} * (2 * e.m * (h - e.lf) * bc + 2 * e.m * (h - e.lf * lc))$$

$$P_{muro} = 2.40 * ((2 * 0.70 * (6.70 - 0.20) * 5.8) + (2 * 0.70 * (6.70 - 0.2) * 5.8))$$

$$P_{muro} = 253.344 \text{ tn}$$

Se calculó el peso de la losa de fondo de la cisterna:

$$P_{\text{losa de fondo}} = 2.40 \frac{tn}{m^3} * e.\text{losa de fondo} * \text{lado de cis.} * \text{ancho de cis.}$$

$$P_{\text{losa de fondo}} = 2.40 \frac{tn}{m^3} * 0.20m * 5.8m * 5.8m$$

$$P_{\text{losa de fondo}} = 16.147 \text{ tn}$$

Se procedió a determinar el peso de la losa de cubierta de la cisterna:

$$P_{\text{losa de cubierta}} = 2.40 \frac{tn}{m^3} * e.\text{losa de cubierta} * \text{lado de cis.} * \text{ancho de cis}$$

$$P_{\text{losa de cubierta}} = 2.40 \frac{tn}{m^3} * 0.15m * 5.8m * 5.8m$$

$$P_{\text{losa de cubierta}} = 12.11 \text{ tn}$$

El otro peso a tomar en cuenta, principalmente es el peso del agua que se deposita en la cisterna

$$P_{\text{agua}} = 1 * (h_{\text{cis}} - e.lf - e.lc) * (lc_{\text{cis}} - 2 * e.m) * (ac_{\text{cis}} - 2 * e.m)$$

$$P_{\text{agua}} = 1.00 \frac{tn}{m^3} * (6.70m - 0.2m - 0.15m) * (5.8m - 2 * 0.7m) * (5.8m - 2 * 0.7m)$$

$$P_{\text{agua}} = 122.936 \text{ tn}$$

Una vez calculado, los pesos parciales de la estructura, se sumarán todos para obtener la carga muerta de la cisterna.

$$W_m (tn) = P_{\text{muro}} + P_{\text{losa de fondo}} + P_{\text{losa de cubierta}} + P_{\text{agua}}$$

$$W_m (tn) = 253.344 \text{ tn} + 16.147 \text{ tn} + 12.11 \text{ tn} + 122.936 \text{ tn}$$

$$W_m = 404.537 \text{ tn}$$

✓ Carga viva (W_v):

A su vez es necesario determinar la carga viva por seguridad de la estructura, con una sobrecarga de 250 kg/m²

$$W_v = S/c * ancho de cisterna * lado de cisterna$$

$$W_v = \frac{\left(250 \frac{kg}{m^2}\right)}{1000 \frac{kg}{tn}} * 5.8m * 5.8m$$

$$W_v = 8.41 tn$$

✓ Carga ultima de la estructura (W_u):

Finalmente obtenemos la carga ultima de la estructura, sumando ambas cargas muerta y viva de la cisterna.

$$W_u = W_m + W_v$$

Por lo tanto:

$$W_u = 404.537 tn + 8.41 tn$$

$$W_u = 412.948 tn$$

✚ Verificación de presión de la losa de fondo de la cisterna:

Se calculó la presión de la losa de fondo, cuyo dato deberá ser menor que $\sigma_t = 20.00 tn/m^2$. La presión dependerá de la carga ultima, y de las dimensiones de la base de la cisterna:

$$\sigma tn/m^2 = \frac{W_u (tn)}{ancho de cisterna (m) * lado de cisterna(m)}$$

$$\sigma tn/m^2 = \frac{412.948 tn}{5.8m * 5.8m}$$

$$\sigma = 12.275 tn/m^2$$

Se deberá comparar con presión máxima admisible:

$$20.00 \frac{tn}{m^2} > 12.275 \frac{tn}{m^2}$$

Se comprobó que las dimensiones y las cargas son las correctas para el análisis de presión de la estructura de la cisterna.

✚ Presión de diseño σu (tn/m²)

Para determinar la presión de diseño se le amplificara la carga a 1.4 veces la carga muerta más 1.7 veces la carga viva:

$$\sigma u \text{ tn/m}^2 = \frac{1.4 Wm + 1.7 Wv}{\text{ancho de cisterna (m)} * \text{lado de cisterna(m)}}$$
$$\sigma u \text{ tn/m}^2 = \frac{1.4 (404.537\text{tn}) + 1.7 (8.41 \text{ tn})}{5.8\text{m} * 5.8\text{m}}$$
$$\sigma u = 17.26\text{tn/m}^2$$

✚ Momentos de empotramiento en los extremos (Me):

Para calcular los momentos de empotramientos, se analizó con la presión de diseño y el lado de la base de la cisterna.

$$Me = \frac{\sigma u * L^2}{192}$$
$$Me = \frac{17.26 \text{ tn/m}^2 * 5.8\text{m}^2}{192}$$
$$Me = 3.024 \text{ tn.m}$$

✚ Momentos de empotramiento en el centro (Muc):

$$Muc = \frac{\sigma u * L^2}{384}$$
$$Muc = \frac{17.26 \text{ tn/m}^2 * 5.8\text{m}^2}{384}$$
$$Muc = 1.512 \text{ tn.m}$$

✚ Diagrama de momentos flectores:

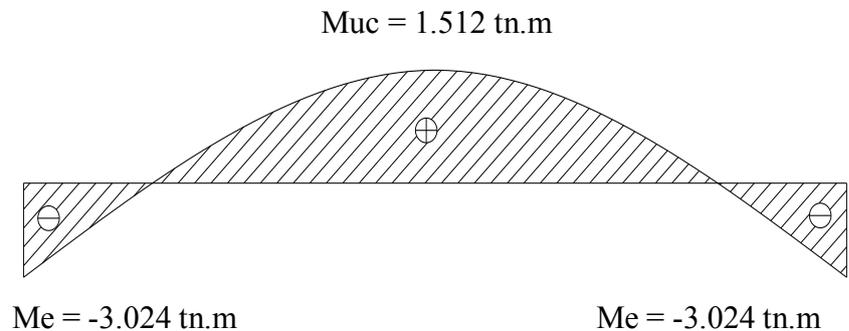


Figura 10:Diagrama de momentos flectores de la losa de fondo de la Cisterna en X-X.

Fuente: Elaboración Propia

✚ Cálculo del espesor de la losa de fondo:

Para el cálculo del espesor de la losa utilizo en momento máximo que en este caso es $Mu = 3.024 \text{ t-m}$. Para determinar el espesor, primero calculamos “d” que es la distancia del centro de varilla de acero positivo a la fibra de compresión de concreto. Se halla el valor con la fórmula de flexión:

$$Mu \text{ (tn.m)} = 0.9 * b * d^2 * fy * p * \left(1 - 0.59 * p * \frac{fy}{f'c}\right)$$

Dónde:

b = base de losa de fondo proyectado a 1m

d = peralte efectivo del concreto

Fy = 4200 kg/cm²

F'c = 210 kg/cm²

P = 0.002

Por lo tanto, se pasarán los valores para determinar el peralte efectivo del concreto:

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{0.9 * b * fy * p * \left(1 - 0.59 * p * \frac{fy}{f'c}\right)}}$$

$$d = \sqrt{\frac{3.024 \text{ tn.m} * 10000}{0.9 * 100\text{cm} * 4200\text{kg/cm}^2 * 0.002 * \left(1 - (0.59 * 0.002 * \frac{4200\text{kg/cm}^2}{210\text{kg/cm}^2})\right)}}$$

$$d = 20.24\text{cm}$$

Para determinar el espesor de la losa de fondo se sumará el recubrimiento de concreto incluido la mitad del diámetro de barra del acero. Igual al caso de los muros de soporte usaremos barra de diámetro de 1/2”.

$$t \text{ (cm)} = d + rec + \frac{\emptyset}{2}$$

d: Peralte efectivo = 20.241 cm

rec: recubrimiento de concreto = 4.00 cm

Ø : Diámetro de barra del acero de diseño = 1.27 cm ----→ 1/2"

$$t \text{ (cm)} = 20.241\text{cm} + 4.00\text{cm} + \frac{1.27\text{cm}}{2}$$

$$t \text{ (cm)} = 24.876 \text{ cm}$$

Usaremos un peralte de losa de fondo de 25 cm

o Acero mínimo (cm²):

$$A_s = 0.0018 b * d$$

Dónde:

b: proyección de base a = 100 cm

e: peralte de la losa = 20.241 cm

$$A_s \text{ min} = 0.0018 * 100\text{cm} * 20.241\text{cm}$$

$$A_s \text{ min} = 3.643 \text{ cm}^2$$

o Acero efectivo (cm²):

Determinado el acero mínimo, el acero efectivo siendo mayor se diseñará para diferentes diámetros de acero:

Para varilla de acero de 1/2"

Área de acero de varilla de 1/2"

$$A \text{ Ø } 1/2" = (\pi * d^2)/4$$

$$A \text{ Ø } 1/2" = (\pi * 1.27^2)/4$$

$$A \text{ Ø } 1/2" = 1.267 \text{ cm}^2$$

Se calcular la cantidad de acero efectivo con la siguiente fórmula, suponiendo que $(d-a/2) = 0.9d$

$$A_s = \frac{M_u}{0.9 * f_y * 0.9 * d}$$

$$A_s = \frac{3.024 \text{ tn.m} * 100}{0.9 * \frac{4200}{1000} \text{ kg/cm}^2 * 0.9 * 20.241\text{m}}$$

$$A_s = 4.400 \text{ cm}^2$$

Se calcula el valor “a” profundidad del bloque rectangular equivalente de esfuerzos.

$$a (cm) = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b}$$

$$a (cm) = \frac{4.400 \text{ cm}^2 * 4200 \text{ kg/cm}^2}{0.85 * 210 \text{ kg/cm}^2 * 100 \text{ cm}}$$

$$a = 1.035 \text{ cm}$$

Ahora se calcular la cantidad de varillas que entran en el acero para varilla de 1/2”:

$$Cant. \text{ varillas} = \frac{As(cm^2)}{A \text{ } \emptyset \text{ } 5/8''}$$

$$Cant. \text{ varillas} = \frac{4.40 \text{ cm}^2}{1.267 \text{ cm}^2}$$

$$Cant. \text{ varillas} = 3.47$$

Analizaremos el acero utilizando 4 varillas de acero vertical.

$$As = A \text{ } \emptyset \text{ } 1/2'' * cant. \text{ varillas}$$

$$As = 1.267 \text{ cm}^2 * 4$$

$$As = 5.07 \text{ cm}^2$$

Por lo que se comprueba que el acero efectivo, es mayor que el acero mínimo. Ahora se determinará el espaciamiento de las varillas de acero.

$$S (cm) = \frac{(b - 2 * rec)}{cant. \text{ varilla}}$$

$$S (cm) = \frac{(100 \text{ cm} - 2 * 4 \text{ cm})}{4}$$

$$S (cm) = 23 \text{ cm}$$

Por lo tanto, el acero en la losa de fondo sera diseñado con:

Acero de \emptyset 1/2" a una separación de 23 cm entre varillas

Dirección Y-Y:

- ✚ Cálculo de W_u (Carga de Diseño)

$$W_u = 17.261 \text{ tn/m}$$

- ✚ Momentos de empotramiento en los extremos (M_e):

Para calcular los momentos de empotramientos, se analizó con la carga de diseño y el lado de la base de la cisterna.

$$M = \frac{W_u * L^2}{192}$$

$$M_e = \frac{17.26 \text{ tn/m}^2 * 5.8\text{m}^2}{192}$$

$$M_e = 3.024 \text{ tn.m}$$

- ✚ Momentos de empotramiento en el centro (M_{uc}):

$$M_{uc} = \frac{\sigma u * L^2}{384}$$

$$M_{uc} = \frac{17.26 \text{ tn/m}^2 * 5.8\text{m}^2}{384}$$

$$M_{uc} = 1.512 \text{ tn.m}$$

- ✚ Diagrama de momentos flectores:

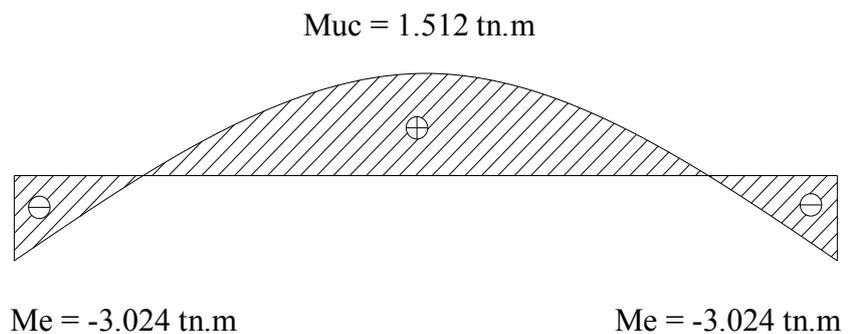


Figura 11: Diagrama de momentos flectores de la losa de fondo de la Cisterna en X-X.

Fuente: Elaboración Propia

- Acero mínimo (cm^2):

$$A_s = 0.0018 b * d$$

Dónde:

b: proyección de base a = 100 cm

e: peralte de la losa = 20.241 cm

$$As_{min} = 0.0018 * 100cm * 20.241cm$$

$$As_{min} = 3.643 cm^2$$

o Acero efectivo (cm²):

Para varilla de acero de 1/2"

Área de acero de varilla de 1/2"

$$A_{\emptyset 1/2"} = 1.267 cm^2$$

Se calcular la cantidad de acero efectivo con la siguiente fórmula, suponiendo que $(d-a/2) = 0.9d$

$$As = \frac{Mu}{0.9 * fy * 0.9 * d}$$

$$As = \frac{3.024 tn.m * 100}{0.9 * \frac{4200}{1000} kg/cm^2 * 0.9 * 20.241m}$$

$$As = 4.400 cm^2$$

Se calcula el valor "a" profundidad del bloque rectangular equivalente de esfuerzos.

$$a (cm) = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b}$$

$$a (cm) = \frac{4.400 cm^2 * 4200 kg/cm^2}{0.85 * 210 kg/cm^2 * 100cm}$$

$$a = 1.035 cm$$

Ahora se calcular la cantidad de varillas que entran en el acero para varilla de 1/2":

$$Cant. varillas = \frac{As(cm^2)}{A_{\emptyset 1/2"}}$$

$$Cant. varillas = \frac{4.40 cm^2}{1.267 cm^2}$$

$$Cant. \text{ varillas} = 3.47$$

Analizaremos el acero utilizando 4 varillas de acero vertical.

$$A_s = A \text{ } \emptyset \text{ } 1/2'' * cant. \text{ varillas}$$

$$A_s = 1.267 \text{ cm}^2 * 4$$

$$A_s = 5.07 \text{ cm}^2$$

Por lo que se comprueba que el acero efectivo, es mayor que el acero mínimo. Ahora se determinará el espaciamiento de las varillas de acero.

$$S \text{ (cm)} = \frac{(b - 2 * rec)}{cant. \text{ varilla}}$$

$$S \text{ (cm)} = \frac{(100\text{cm} - 2 * 4\text{cm})}{4}$$

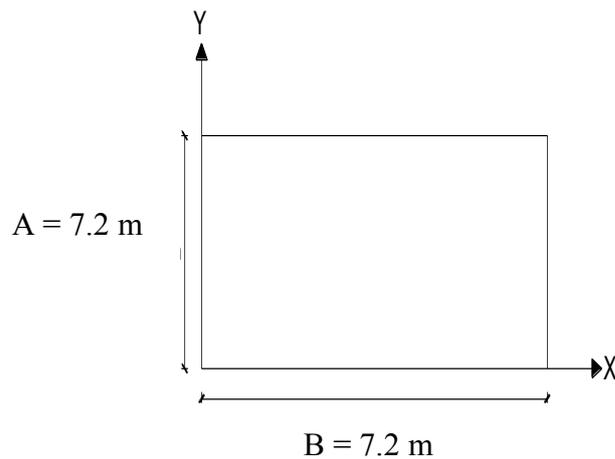
$$S \text{ (cm)} = 23 \text{ cm}$$

Por lo tanto, el acero en la losa de fondo será diseñado con:

Acero de \emptyset 1/2" a una separación de 23 cm entre varillas

f) Diseño de la Losa de cubierta de la Cisterna:

Para el diseño de la losa de cubierta utilizare el método del ACI:



a) Cálculo de espesor de la cubierta: (e)

Para calcular el espesor de la cubierta se divide la mayor longitud de la cubierta entre 36.

$$e = \frac{L}{36}$$

$$e = \frac{7.2m}{36} = 0.20 m$$

b) Cálculo de Wu (Carga ultima):

✚ Carga muerta (Wm):

Se determinó los pesos que presenta la losa de la cubierta, siendo el peso propio de la losa, el peso del agua y sobrecarga, los que se tomaran en cuenta:

$$P. losa de cubierta = 2.40 \frac{tn}{m^3} * e. losa de cisterna * lado de cis. * ancho de cis.$$

$$P. losa de cubierta = 2.40 \frac{tn}{m^3} * 0.20m * 1m * 1m$$

$$P. losa de cubierta = 0.480 tn$$

El otro peso a tomar en cuenta, principalmente es el peso del agua que se deposita en la cisterna

$$P. agua = 1.00 \frac{tn}{m^3} * 6.7 * 1m * 1m$$

$$P. agua = 6.70 tn$$

Una vez calculado, los pesos parciales de la estructura, se sumarán todos para obtener la carga muerta de la cisterna.

$$Wm (tn) = P. de losa de cubierta + P. Agua$$

$$Wm (tn) = 0.48 tn + 6.70 tn$$

$$Wm = 7.18 tn$$

✚ Carga viva (Wv):

A su vez es necesario determinar la carga viva por seguridad de la estructura, con una sobrecarga de 250 kg/m²

$$Wv = \frac{\left(250 \frac{kg}{m^2}\right)}{1000 \frac{kg}{tn}} * 1m * 1m = 0.25tn$$

✚ Carga ultima de la estructura (W_u):

Finalmente obtenemos la carga ultima de la estructura, sumando 1.4 veces la carga muerta y 1.7 veces la carga viva de la cisterna.

$$W_u = 1.4 W_m + 1.7 W_v$$

Por lo tanto:

$$W_m = 1.4 * 7.18 + 1.7 * 0.25$$

$$W_u = 10.477 \text{ tn}$$

c) Diseño de loza en dirección X:

✚ Cálculo de momentos flectores:

Para calcular el momento flector, se debe analizar, el valor m , que es resultado de la diferencia de lado A y lado B de la cubierta de la cisterna:

$$m = \frac{7.2m}{7.2m} = 1$$

Como se observa nuestro caso en la tabla de coeficientes será el caso 1.

✚ Momentos positivos:

Para calcular el momento positivo se determinó los coeficientes del momento positivo debidos a la carga muerta de la tabla 13.2 y 13.3 del E060 Concreto Armado del RNE.

Relación	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
$m = \frac{A}{B}$									
1,00 C_a	0,036	0,018	0,018	0,027	0,027	0,033	0,027	0,020	0,023
C_b	0,036	0,018	0,027	0,027	0,018	0,027	0,033	0,023	0,020

Fuente: E060 Concreto Armado del RNE

Figura 12: Coeficientes para momentos positivos debidos a carga muerta.

También debemos contar la tabla para que nos brinde el coeficiente de los momentos debido a la carga viva.

Relación	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9	
$m = \frac{A}{B}$										
1,00	$C_{b,cm}$	0,036	0,027	0,027	0,032	0,032	0,035	0,032	0,028	0,030
	$C_{b,cv}$	0,036	0,027	0,032	0,032	0,027	0,032	0,035	0,030	0,028

Fuente: E060 Concreto Armado del RNE

Figura 13: Coeficientes para momentos positivos debidos a carga viva.

La fórmula del momento flector es la siguiente:

$$MB = C_{b,cm} W_{ucm} B^2 + C_{b,cv} W_{ucv} B^2$$

De la tabla se obtiene:

$$C_{b,cm} = 0.036$$

$$C_{b,cv} = 0.036$$

Por lo que reemplazamos en la fórmula del momento flector:

$$MB = 0.036 * 10.477 \text{ tn} * 7.2m^2 + 0.036 * 10.477 \text{ tn} * 7.2m^2$$

$$MB = 39.105 \text{ tn} \cdot m$$

✚ Verificación del cortante en la losa (ϕV_c):

La verificación de la cortante en la losa de cubierta, dependerá de la resistencia de la compresión del concreto, base proyectado a 1m y el peralte de la losa, con la siguiente fórmula, proporcionada por el E060 de concreto armado del RNE.

$$\phi V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * h$$

Reemplazando los valores, obtenemos:

$$\phi V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{\frac{210 \text{ kg}}{\text{cm}^2}} * 1m * 0.2m * \frac{100}{1000}$$

$$\phi V_c = 13.057 \text{ tn}$$

○ Cálculo de V_{du} :

En segundo lugar, se halló la fuerza cortante amplificada en la sección con la siguiente fórmula de la norma E060 Concreto Armado del RNE.

$$V_{du} (\text{tn}) = \frac{0.06 * WB * B^2}{2 * B}$$

Dónde:

Vdu: Fuerza cortante en la sección

Wu : Carga ultima de la losa de la cubierta = 10.477 tn/m²

A: lado de la sección de la cubierta = 7.2m

Por lo tanto:

$$Vdu (tn) = \frac{0.06 * 10.477 \frac{tn}{m^2} * 7.2m^2}{2 * 7.2m}$$

$$Vdu = 2.263 tn$$

o Verificación por cortante ($\phi Vc > Vdu$):

Para la verificación por corte del concreto, la norma E060 de concreto armado, la resistencia nominal al cortante del concreto deberá ser mayor a la fuerza cortante en la sección.

$$\phi Vc > Vdu$$

Reemplazando valores de la resistencia al corte en la sección y del concreto respectivamente.

$$13.057 tn > 2.263 tn$$

Por lo que se podría interpretar que la verificación al corte es la correcta.

✚ Verificación del cortante en los apoyos de la losa (ϕVc):

La verificación de la cortante en los apoyos de la losa, dependerá de la resistencia de la compresión del concreto, base proyectado a 1m y el espesor del muro de soporte, con la siguiente fórmula.

$$\phi Vc = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'c} * b * h$$

Reemplazando los valores, obtenemos:

$$\phi Vc = 0.85 * 0.53 * \sqrt{\frac{210kg}{cm^2}} * 1m * 0.7m * \frac{100}{1000}$$

$$\phi Vc = 45.699tn$$

- Cálculo de V_{du} :

Posterior a ello se obtuvo la fuerza cortante amplificada en la sección con la siguiente fórmula:

$$V_{du} (tn) = \frac{2 * VB * B}{2}$$

Dónde:

V_{du} : Fuerza cortante en la sección

VB : Fuerza cortante en la sección de la losa = 2.263 tn

B : lado de la sección de la cubierta = 7.2m

Por lo tanto:

$$V_{du} (tn) = \frac{2 * 2.263 \text{ tn} * 7.2\text{m}}{2}$$

$$V_{du} = 16.294 \text{ tn}$$

- Verificación por cortante ($\phi V_c > V_{du}$)

$$\phi V_c > V_{du}$$

Reemplazando valores de la resistencia al corte en la sección y del concreto respectivamente.

$$45.699 \text{ tn} > 16.294 \text{ tn}$$

Se interpreta dicha diferencia que la verificación al corte es la correcta.

- ✚ Cálculo de acero en la losa de cubierta (ϕV_c):

Primero se debe tener en cuenta la cantidad de acero mínimo que debe satisfacer la sección de la losa.

- Acero mínimo (cm^2):

$$A_s = 0.0018 b * d$$

Dónde:

b : proyección de base a = 100 cm

d : peralte efectivo de la losa de la cubierta

$$d = e - rec - \phi 5/8" / 2$$

$$d = 20 - 4cm - 1.59cm / 2$$

$$d = 15.205\text{cm}$$

Ahora se procede a calcular el acero mínimo de la sección:

$$As_{min} = 0.0018 * 100\text{cm} * 15.205\text{cm}$$

$$As_{min} = 2.737\text{ cm}^2$$

○ Acero efectivo (cm²)

Para varilla de acero de 5/8"

Área de acero de varilla de 5/8"

$$A \text{ } \emptyset 5/8" = 1.979\text{ cm}^2$$

Se calcula la cantidad de acero efectivo con la siguiente fórmula, suponiendo que $(d-a/2) = 0.9d$

$$As = \frac{Mu}{0.9 * fy * 0.9 * d}$$

$$As = \frac{39.105\text{tn. m} * 100}{0.9 * \frac{4200}{1000}\text{ kg/cm}^2 * 0.9 * 0.15205\text{m}}$$

$$As = 75.599\text{ cm}^2$$

Se calcula el valor "a" profundidad del bloque rectangular equivalente de esfuerzos.

$$a\text{ (cm)} = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b}$$

$$a\text{ (cm)} = \frac{75.599\text{ cm}^2 * 4200\text{ kg/cm}^2}{0.85 * 210\text{ kg/cm}^2 * 100\text{cm}}$$

$$a = 17.788\text{ cm}$$

Ahora se calcula la cantidad de varillas que entran en el acero para varilla de 5/8":

$$\text{Cant. varillas} = \frac{As(\text{cm}^2)}{A \text{ } \emptyset 5/8"}$$

$$\text{Cant. varillas} = \frac{75.599\text{ cm}^2}{1.979\text{ cm}^2}$$

$$\text{Cant. varillas} = 13.6$$

Analizaremos el acero utilizando 15 varillas de acero horizontal

$$A_s = A \text{ } \emptyset 5/8'' * \text{cant. varillas}$$

$$A_s = 1.979 \text{ cm}^2 * 30$$

$$A_s = 59.38 \text{ cm}^2$$

Por lo que se comprueba que el acero efectivo, es mayor que el acero mínimo. Ahora se determinará el espaciamiento de las varillas de acero.

$$S \text{ (cm)} = \frac{(b - 2 * rec)}{\text{cant. varilla}}$$

$$S \text{ (cm)} = \frac{(100\text{cm} - 2 * 2.5\text{cm})}{30}$$

$$S \text{ (cm)} = 3.17 \text{ cm}$$

Por lo tanto, el acero en x para la losa de la cubierta será diseñado con:

Acero de $\emptyset 5/8''$ a una separación de 3.5 cm entre varillas

d) Diseño de losa en la Dirección Y:

✚ Cálculo de momentos flectores:

$$m = \frac{7.2m}{7.2m} = 1$$

Como se observa nuestro caso en la tabla de coeficientes será el caso 1.

✚ Momentos positivos:

Relación	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9	
$m = \frac{A}{B}$										
1.00	C_a	0,036	0,018	0,018	0,027	0,027	0,033	0,027	0,020	0,023
	C_b	0,036	0,018	0,027	0,027	0,018	0,027	0,033	0,023	0,020

Figura 14: Coeficientes para momentos positivos debidos a carga muerta

Fuente: E060 Concreto Armado del RNE

También debemos contar la tabla para que nos brinde el coeficiente de los momentos debido a la carga viva

Relación	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9	
$m = \frac{A}{B}$										
1,00	Ca	0,036	0,027	0,027	0,032	0,032	0,035	0,032	0,028	0,030
	Cb	0,036	0,027	0,032	0,032	0,027	0,032	0,035	0,030	0,028

Figura 15: Coeficientes para momentos positivos debidos a carga viva.

Fuente: E060 Concreto Armado del RNE

La fórmula del momento flector es la siguiente:

$$MA = Ca,cm Wucm A^2 + Ca,cv Wucv A^2$$

De la tabla se obtiene:

$$Ca,cm = 0.036$$

$$Ca,cv = 0.036$$

Por lo que reemplazamos en la fórmula del momento flector:

$$MA = 0.036 * 10.477 tn * 7.2m^2 + 0.036 * 10.477tn 7.2m^2$$

$$MA = 39.105 tn.m$$

✚ Verificación del cortante en la losa (ϕVc):

La verificación de la cortante en la losa de cubierta, dependerá de la resistencia de la compresión del concreto, base proyectado a 1m y el peralte de la losa, con la siguiente fórmula, proporcionada por el E060 de concreto armado del RNE.

$$\phi Vc = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'c} * b * h$$

Reemplazando los valores, obtenemos:

$$\phi Vc = 0.85 * 0.53 * \sqrt{\frac{210kg}{cm^2}} * 1m * 0.2m * \frac{100}{1000}$$

$$\phi Vc = 13.057 tn$$

○ Cálculo de Vdu:

$$Vdu (tn) = \frac{0.094 * W * A^2}{2 * A}$$

Dónde:

Vdu: Fuerza cortante en la sección

Wu : Carga ultima de la losa de la cubierta = 10.477 tn/m²

A: lado de la sección de la cubierta = 7.2m

Por lo tanto:

$$Vdu (tn) = \frac{0.06 * 10.477 \frac{tn}{m^2} * 7.2m^2}{2 * 7.2m}$$

$$Vdu = 2.263 tn$$

○ Verificación por cortante ($\emptyset Vc > Vdu$):

Para la verificación por corte del concreto, la norma E060 de concreto armado, la resistencia nominal al cortante del concreto deberá ser mayor a la fuerza cortante en la sección.

$$\emptyset Vc > Vdu$$

Reemplazando valores de la resistencia al corte en la sección y del concreto respectivamente.

$$13.057 tn > 2.263 tn$$

Por lo que se podría interpretar que la verificación al corte es la correcta.

✚ Verificación del cortante en los apoyos de la losa (ϕVc):

La verificación de la cortante en los apoyos de la losa, dependerá de la resistencia de la compresión del concreto, base proyectado a 1m y el espesor del muro de soporte, con la siguiente fórmula.

$$\phi Vc = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'c} * b * h$$

Reemplazando los valores, obtenemos:

$$\phi Vc = 0.85 * 0.53 * \sqrt{\frac{210kg}{cm^2}} * 1m * 0.7m * \frac{100}{1000}$$

$$\phi V_c = 45.699 \text{ tn}$$

- Cálculo de Vdu:

Posterior a ello se obtuvo la fuerza cortante amplificada en la sección con la siguiente fórmula:

$$V_{du} (tn) = \frac{2 * VB * B}{2}$$

Dónde:

Vdu: Fuerza cortante en la sección

VB : Fuerza cortante en la sección de la losa = 2.263 tn

A: lado de la sección de la cubierta = 7.2m

Por lo tanto:

$$V_{du} (tn) = \frac{2 * 2.263 \text{ tn} * 7.2\text{m}}{2}$$

$$V_{du} = 16.294 \text{ tn}$$

- Verificación por cortante ($\phi V_c > V_{du}$)

$$\phi V_c > V_{du}$$

Reemplazando valores de la resistencia al corte en la sección y del concreto respectivamente.

$$45.699 \text{ tn} > 16.294 \text{ tn}$$

Se interpreta dicha diferencia que la verificación al corte es la correcta.

- ✚ Cálculo de acero en la losa de cubierta (ϕV_c):

- Acero mínimo (cm²)

$$A_s = 0.0018 b * d$$

Dónde:

b: proyección de base a = 100 cm

d: peralte efectivo de la losa de la cubierta

$$d = e - rec - \phi 5/8''/2$$

$$d = 20 - 4\text{cm} - 1.59\text{cm}/2$$

$$d = 15.205\text{cm}$$

Ahora se procede a calcular el acero mínimo de la sección:

$$As_{min} = 0.0018 * 100\text{cm} * 15.205\text{cm}$$

$$As_{min} = 2.737\text{ cm}^2$$

o Acero efectivo (cm²)

Para varilla de acero de 5/8"

Área de acero de varilla de 5/8"

$$A \text{ } \emptyset 5/8" = 1.979\text{ cm}^2$$

Se calcula la cantidad de acero efectivo con la siguiente fórmula, suponiendo que $(d-a/2) = 0.9d$

$$As = \frac{Mu}{0.9 * fy * 0.9 * d}$$

$$As = \frac{39.105\text{tn. m} * 100}{0.9 * \frac{4200}{1000}\text{ kg/cm}^2 * 0.9 * 0.15205\text{m}}$$

$$As = 75.599\text{ cm}^2$$

Se calcula el valor "a" profundidad del bloque rectangular equivalente de esfuerzos.

$$a\text{ (cm)} = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b}$$

$$a\text{ (cm)} = \frac{75.599\text{ cm}^2 * 4200\text{ kg/cm}^2}{0.85 * 210\text{ kg/cm}^2 * 100\text{cm}}$$

$$a = 17.788\text{ cm}$$

Ahora se calcula la cantidad de varillas que entran en el acero para varilla de 5/8":

$$\text{Cant. varillas} = \frac{As(\text{cm}^2)}{A \text{ } \emptyset 5/8"}$$

$$\text{Cant. varillas} = \frac{75.599\text{ cm}^2}{1.979\text{ cm}^2}$$

$$\text{Cant. varillas} = 38$$

Analizaremos el acero utilizando 15 varillas de acero vertical

$$A_s = A \text{ } \emptyset 5/8" * \text{cant. varillas}$$

$$A_s = 1.979 \text{ cm}^2 * 15$$

$$A_s = 26.69 \text{ cm}^2$$

Por lo que se comprueba que el acero efectivo, es mayor que el acero mínimo. Ahora se determinará el espaciamiento de las varillas de acero.

$$S (\text{cm}) = \frac{(b - 2 * rec)}{\text{cant. varilla}}$$

$$S (\text{cm}) = \frac{(100\text{cm} - 2 * 2.5\text{cm})}{15}$$

$$S (\text{cm}) = 6.33 \text{ cm}$$

Por lo tanto, el acero en x para la losa de la cubierta será diseñado con:

Acero de $\emptyset 5/8"$ a una separación de 6.5 cm entre varillas.

3.5.2. Diseño Estructural del Tanque Elevado:

Para diseñar la estructura del tanque elevado, el conjunto de la sub estructura, como los cimientos superficiales, en este caso, zapatas corridas, la superestructura, así como los elementos estructurales como losa, vigas, columnas, paredes, y la cuba del tanque elevado deben resistir como mínimo las fuerzas sísmicas producidas por los elementos estructurales, así como el análisis independiente de losa, columnas, vigas, pared, zapatas, etc. Para el análisis del tanque elevado, se debe tomar dimensiones tanto para el castillo (estructura de soporte), como pesos específicos del suelo y del agua; a su vez el estudio de mecánica de suelos nos brindó información del esfuerzo admisible del suelo, peso específico, y el ángulo de fricción, datos que son necesarios para el análisis y diseño del tanque elevado.

3.5.2.1. Pre-dimensionamiento del Tanque Elevado

Se previó de algunos datos de diseño de tanques elevados para su análisis respectivo:

- Capacidad del Reservorio = 90.00m³
- Altura total de agua (Ha) = 4.50m
- Borde libre de agua (Bl) = 0.50m
- Altura del Castillo = 13.60m
- Espesor de la pared del reservorio (ep) = 0.20m
- Espesor de losa de techo del reservorio (et) = 0.10m
- Espesor de losa de fondo del reservorio (ef) = 0.20m
- Recubrimiento en losas y muros = 7.50m
- Recubrimiento de zapatas = 7.5cm
- Resistencia a la compresión del concreto Armado(f'c) = 210 kg/cm²
- Peso específico del concreto (Pe.) = 2400 kg/cm³
- Peso específico del agua (Pa.) = 1000 kg/cm³
- Límite de fluencia del Acero (fy) = 4200 kg/cm²
- Esfuerzo admisible del suelo(Qadm) = 0.63 kg/cm²
- Peso específico del suelo (P.s) = 1.95kg/cm³
- Angulo de fricción interna del suelo (Ø) = 26.50°
- Nivel de cimentación (Df) = 1.40m

a) Altura neta del Tanque Elevado:

Para determinar la altura de la estructura de tanque elevado, se obtuvo sumando, altura hidráulica, borde libre, y el espesor de la losa de techo.

$$Hn(m) = Ha + BL + et$$

$$Hn(m) = 4.50m + 0.50m + 0.1m = 5.10m$$

b) Diámetro interior del Tanque Elevado:

Para el cálculo del diámetro de la base, como de la cuba del tanque, se determinará con la fórmula del volumen de un cilindro.

$$V = \frac{\pi * D^2}{4} * h \quad \text{--- -->} \quad D = \sqrt{\frac{4V}{\pi * h}}$$

Dónde:

V: Volumen del tanque elevado = 90.00 m³

h: Altura hidráulica = 4.50m

$$D = \sqrt{\frac{4 * (90.00m^3)}{3.1416 * 4.5 m}}$$

$D = 5.05 m$ ---→ El diámetro asumido en la base será = 5.00m

A continuación, se presenta una vista preliminar del tanque elevado, analizado para su diseño.

c) Diseño de losa de techo:

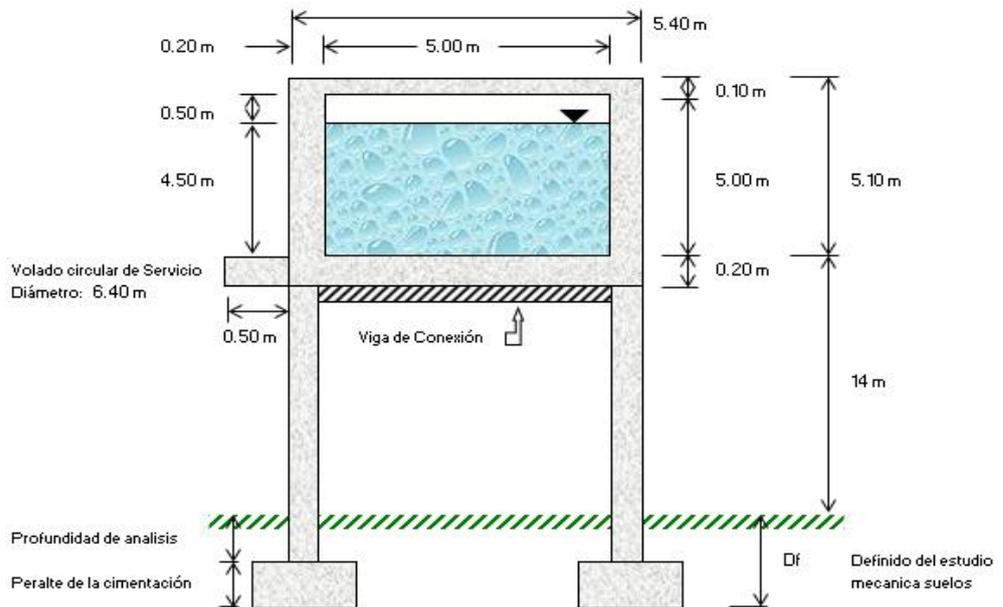


Figura 16: Perfil del Tanque Elevado.

Fuente: Elaboración Propia

El peralte asumido de la losa de techo es de 0.10 m. Los datos necesarios para el metrado de carga, como análisis y diseño de la losa, se proporcionan a continuación:

Datos:

Di: Diámetro Interior del Tanque = 5.00m

De: Diámetro Exterior del Tanque = 5.40m

F'c: resistencia a la compresión de concreto = 210 kg/cm²

Pe: Peso Específico del concreto = 2400 kg/m³

Fy: límite de fluencia del acero = 4200 kg/cm²

✚ Metrado de Cargas:

Para el metrado de cargas de la losa de techo, tiene el peso propio, de los acabados y de la sobrecarga:

Peso propio de la losa:

$$P. \text{propio} \left(\frac{kg}{m^2} \right) = \text{Peralte de losa} * \text{Peso específico de Concreto}$$

$$P. \text{propio} \left(\frac{kg}{m^2} \right) = 0.10m * 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$P. \text{propio} = 240 \text{ kg/m}^2$$

Peso de los acabados = 100 kg/cm²

Sobrecarga = 50 kg/cm²

Otros = 50 kg/cm²

Así obtenemos la carga muerta respectivamente:

$$W_{muerta} = P. \text{propio de losa} + \text{Peso de los acabados}$$

$$W_{muerta} = 240 \text{ kg/cm}^2 + 100 \text{ kg/cm}^2$$

$$W_{muerta} = 340 \text{ kg/cm}^2$$

Y la carga viva de la cuba del Tanque Elevado:

$$W_{viva} = \text{Sobrecarga} + \text{Otros}$$

$$W_{viva} = 50 \text{ kg/cm}^2 + 50 \text{ kg/cm}^2$$

$$W_{viva} = 100 \text{ kg/cm}^2$$

La carga última de la cuba, se obtuvo sumando la carga muerta y la carga viva, incluyendo también la amplificación de cargas, para seguridad de la estructura.

$$W_u = 1.4 * W_{muerta} + 1.7 * W_{viva}$$

$$W_u = 1.4 * 340 \text{ kg/cm}^2 + 1.7 * 100 \text{ kg/cm}^2$$

$$W_u = 476.00 \text{ kg/cm}^2 + 170 \text{ kg/cm}^2$$

$$Wu = 646.00 \text{ kg/cm}^2$$

✚ Momento Último (Mu):

El momento último de la cuba se obtuvo en función de la carga ultima y el diámetro del tanque.

$$Mu = 0.1 * Wu * Di^2$$

Dónde:

Wu: Carga ultima = 646 kg/cm²

Di : Diámetro de losa de techo del tanque elevado = 5.00m

Reemplazando:

$$Mu = 0.1 * 646.00 \text{ kg/cm}^2 * (5.00\text{m})^2$$

$$Mu = 1615.00 \text{ kg.m}$$

✚ Verificación por el esfuerzo cortante de la losa de techo:

○ Área de la base de techo de la losa:

Dependerá del diámetro de la losa de techo.

$$\text{Area losa de techo} = \frac{\pi * d^2}{4}$$

$$\text{Area losa de techo} = \frac{\pi * (5.00\text{m})^2}{4}$$

$$\text{Area losa de techo} = \frac{\pi * (5.00\text{m})^2}{4} = 19.63 \text{ cm}^2$$

○ Peso de la losa de techo:

Dependerá de la carga ultima y el área:

$$Pu = \text{Area losa de techo} * Wu$$

$$Pu = 19.63\text{cm}^2 * 646\text{kg/cm}^2$$

$$Pu = 12684.18 \text{ kg}$$

○ Peralte Efectivo:

Se determinó el peralte efectivo de la losa de la siguiente manera:

$$d \text{ (cm)} = t - rec - \frac{\emptyset}{2}$$

$$d (cm) = 10 - 2.50cm - \frac{0.95cm}{2}$$

$$d (cm) = 7.03 cm$$

○ Cálculo de Vu:

Se deberá hallar la fuerza cortante amplificada en la sección, con los coeficientes de momentos de carga muerta y viva respectivamente.

$$Vu = C (cm \text{ o } cv) * Pu$$

Dónde:

C (cm o cv): Coeficiente de momento para carga muerta y carga viva = 0.036

Pu = Peso de la estructura de la losa de techo

Reemplazando los valores:

$$Vu = 0.036 * 12684.18kg$$

$$Vu = 456.63 kg$$

○ Cálculo de ØVc:

El cálculo de la resistencia nominal al cortante por el concreto dependerá de la base, peralte efectivo y de la resistencia a la compresión del concreto:

$$\text{ØVc} = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

Dónde:

ØVc : Resistencia nominal al cortante por el concreto

F'c = 210 kg/cm²

b = 100 cm

d = 7.03 cm

Por lo tanto:

$$\text{ØVc} = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210 \frac{kg}{cm^2}} * 100cm * 7.03cm$$

$$\text{ØVc} = 4586.18 kg$$

- Verificación por cortante ($\phi V_c > V_{du}$)

Para que sea correcto la verificación por corte del concreto, la norma E060 de concreto armado, la resistencia nominal al cortante del concreto deberá ser mayor a la fuerza cortante en la sección.

$$\phi V_c > V_{du}$$

Reemplazando valores de la resistencia al corte en la sección y del concreto respectivamente.

$$4586.18 \text{ kg} > 456.63 \text{ kg}$$

Por lo que se podría interpretar que la verificación al corte es la correcta.

✚ Cálculo de Refuerzo:

- Acero mínimo (cm²):

$$A_s = 0.0018 b * d$$

Dónde:

b: proyección de base a = 100 cm

d: peralte efectivo de la losa de la cubierta

$$d = 7.03 \text{ cm}$$

Ahora se procede a calcular el acero mínimo de la sección:

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 * 100 \text{ cm} * 7.03 \text{ cm}$$

$$A_{s \text{ min}} = 1.26 \text{ cm}^2$$

- Acero efectivo (cm²):

Para varilla de acero de 3/8"

Área de acero de varilla de 3/8"

$$A_{\phi 3/8"} = 0.708 \text{ cm}^2$$

Se calcular la cantidad de acero efectivo con la siguiente fórmula, suponiendo que $(d-a/2) = 0.9d$

$$A_s = \frac{M_u}{0.9 * f_y * 0.9 * d}$$

$$A_s = \frac{1.605 * 100 \text{ Tn.m}}{0.9 * \frac{4200}{1000} \text{ kg/cm}^2 * 0.9 * 7.03 \text{ cm}}$$

$$A_s = 6.71 \text{ cm}^2$$

Se calcula el valor “a” profundidad del bloque rectangular equivalente de esfuerzos.

$$a \text{ (cm)} = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

$$a \text{ (cm)} = \frac{6.71 \text{ cm}^2 * 4200 \text{ kg/cm}^2}{0.85 * 210 \text{ kg/cm}^2 * 100 \text{ cm}}$$

$$a = 1.58 \text{ cm}$$

Ahora se calcular la cantidad de varillas que entran en el acero para varilla de 3/8”:

$$\text{Cant. varillas} = \frac{A_s(\text{cm}^2)}{A \text{ } \emptyset \text{ 3/8"}}$$

$$\text{Cant. varillas} = \frac{6.71 \text{ cm}^2}{0.709 \text{ cm}^2}$$

$$\text{Cant. varillas} = 9.46$$

Analizaremos el acero utilizando 10 varillas

$$A_s = A \text{ } \emptyset \text{ 3/8" } * \text{cant. varillas}$$

$$A_s = 0.709 \text{ cm}^2 * 10$$

$$A_s = 7.09 \text{ cm}^2$$

Por lo que se comprueba que el acero efectivo, es mayor que el acero mínimo. Ahora se determinará el espaciamiento de las varillas de acero.

$$S \text{ (cm)} = \frac{(b - 2 * rec)}{10}$$

$$S \text{ (cm)} = \frac{(100 - 2 * 2.5 \text{ cm})}{10}$$

$$S \text{ (cm)} = 9.5 \text{ cm}$$

Por lo tanto, el acero en la losa de techo será con varilla de acero de 3/8” a una separación de 10 cm entre varillas.

Se puede diseñar la longitud ganchos que será el diámetro total del tanque elevado sobre 3.5.

$$\text{Longitud de ganchos} = \frac{D_i}{3.5}$$

$$\text{Longitud de ganchos} = \frac{5.40\text{m}}{3.5} = 1.54\text{cm}$$

Se usará longitud de ganchos de 1.55cm. Por lo que el acero de la losa de techo queda diseñado de la siguiente manera:

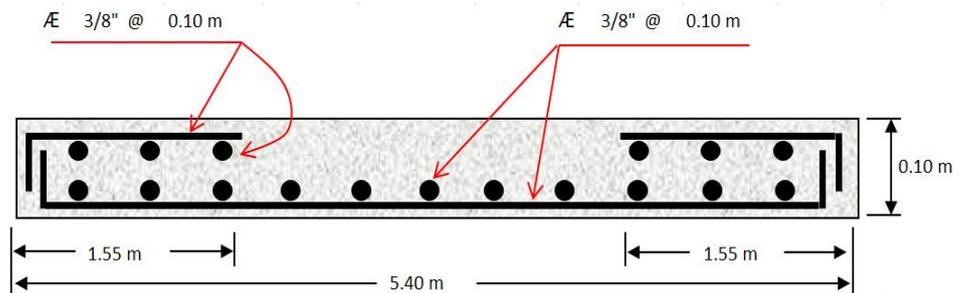


Figura 17: Refuerzo de acero en la losa de techo del tanque elevado.

Fuente: Elaboración propia

d) Diseño del fondo (Losa de fondo):

El peralte asumido de la losa de fondo es de 0.20 m puesto que resistirá a su vez las cargas de la pared, como losa de techo y peso del agua del tanque elevado. Los datos necesarios para el metrado de carga, como análisis y diseño de la losa, se proporcionan a continuación:

Datos:

Di: Diámetro Interior del Tanque = 5.00m

De: Diámetro Exterior del Tanque = 6.40m

Ha: Altura hidráulica del Tanque Elevado = 4.50m

F'c: resistencia a la compresión de concreto = 210 kg/cm²

Pe: Peso Específico del concreto = 2400 kg/m³

Fy: límite de fluencia del acero = 4200 kg/cm²

✚ Metrado de Cargas

Para el metrado de cargas de la losa de fondo, deberá resistir como mínimo las cargas del peso propio de la losa, los acabados y pesos del agua.

Peso propio de la losa:

$$P. \text{propio} \left(\frac{kg}{m^2} \right) = 0.20m * 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$P. \text{propio} = 480 \text{ kg/m}^2$$

Peso de acabados = 100 kg/cm²

Peso del agua:

$$Peso \text{ del agua} = 4.50m * 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$P. \text{propio} = 4500 \text{ kg/m}^2$$

La carga ultima de la losa de fondo, se obtuvo sumando la carga de del peso propio de losa y la carga del peso de agua, incluyendo también la amplificación de cargas, para seguridad de la estructura.

$$W_u = 1.4 * W(\text{losa} + \text{acabados}) + 1.7 * W_{\text{agua}}$$

$$W_u = 1.4 * 580 \text{ kg/cm}^2 + 1.7 * 4500 \text{ kg/cm}^2$$

$$W_u = 812.00 \text{ kg/cm}^2 + 7650 \text{ kg/cm}^2$$

$$W_u = 8642 \text{ kg/cm}^2$$

✚ Momento Último (Mu):

El momento último de la cuba se obtuvo en función de la carga ultima y el diámetro del tanque.

$$M_u = 0.1 * W_u * D_i^2$$

Dónde:

W_u: Carga ultima = 8642 kg/cm²

D_i: Diámetro de losa de techo del tanque elevado = 6.40m

Reemplazando:

$$Mu = 0.1 * 8642 \text{ kg/cm}^2 * (5.00\text{m})^2$$

$$Mu = 21155 \text{ kg.m}$$

✚ Verificación por el esfuerzo cortante de la losa de fondo:

○ Área de la base de losa de la losa:

Dependerá del diámetro exterior de la losa de techo.

$$\text{Area losa de fondo} = \frac{\pi * d^2}{4}$$

$$\text{Area losa de fondo} = \frac{\pi * (6.40\text{m})^2}{4}$$

$$\text{Area losa de fondo} = \frac{\pi * (6.40\text{m})^2}{4} = 32.17 \text{ cm}^2$$

○ Peso de la losa de fondo:

Dependerá de la carga ultima y el área:

$$Pu = \text{Area losa de techo} * Wu$$

$$Pu = 32.17\text{cm}^2 * 8642\text{kg/cm}^2$$

$$Pu = 272221.77 \text{ kg}$$

○ Peralte Efectivo:

Se determinó el peralte efectivo de la losa de la siguiente manera:

$$d (\text{cm}) = t - \text{rec} - \frac{\emptyset}{2}$$

$$d (\text{cm}) = 20 - 2.50\text{cm} - \frac{1.59\text{cm}}{2}$$

$$d (\text{cm}) = 16.71 \text{ cm}$$

○ Cálculo de Vu:

Se deberá hallar la fuerza cortante amplificada en la sección, con los coeficientes de momentos de carga muerta y viva respectivamente.

$$Vu = C (\text{cm o cv}) * Pu$$

Dónde:

C (cm o cv): Coeficiente de momento para carga muerta y carga viva = 0.036

Pu = Peso de la estructura de la losa de techo

Reemplazando los valores:

$$Vu = 0.036 * 272221.77 \text{ kg}$$

$$Vu = 9800 \text{ kg}$$

o Cálculo de $\emptyset Vc$:

El cálculo de la resistencia nominal al cortante por el concreto dependerá de la base, peralte efectivo y de la resistencia a la compresión del concreto:

$$\emptyset Vc = 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

Dónde:

$\emptyset Vc$: Resistencia nominal al cortante por el concreto

$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$b = 100 \text{ cm}$

$d = 16.87 \text{ cm}$

Por lo tanto:

$$\emptyset Vc = 0.53 * \sqrt{2400 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * 100 \text{ cm} * 16.71 \text{ cm}$$

$$\emptyset Vc = 43373.85 \text{ kg}$$

o Verificación por cortante ($\emptyset Vc > Vdu$):

Para que sea correcto la verificación por corte del concreto, la norma E060 de concreto armado, la resistencia nominal al cortante del concreto deberá ser mayor a la fuerza cortante en la sección.

$$\emptyset Vc > Vdu$$

Reemplazando valores de la resistencia al corte en la sección y del concreto respectivamente.

$$43373.85 \text{ kg} > 9800 \text{ kg}$$

Por lo que se podría interpretar que la verificación al corte es la correcta.

✚ Cálculo de Refuerzo:

- Acero mínimo (cm²):

$$A_s = 0.0018 b * d$$

Dónde:

b: proyección de base a = 100 cm

d: peralte efectivo de la losa de la cubierta

$$d = 16.71 \text{ cm}$$

Ahora se procede a calcular el acero mínimo de la sección:

$$A_{s \text{ min}} = 0.0018 * 100 \text{ cm} * 16.71 \text{ cm}$$

$$A_{s \text{ min}} = 3.01 \text{ cm}^2$$

- Acero efectivo (cm²):

Para varilla de acero de 5/8"

Área de acero de varilla de 5/8"

$$A_{\emptyset 5/8"} = 1.99 \text{ cm}^2$$

Se calcular la cantidad de acero efectivo con la siguiente fórmula, suponiendo que $(d-a/2) = 0.9d$

$$A_s = \frac{M_u}{0.9 * f_y * 0.9 * d}$$

$$A_s = \frac{21155.00 \text{ kg.m} * 100}{0.9 * 4200 \text{ kg/cm}^2 * 0.9 * 16.71 \text{ cm}}$$

$$A_s = 37.21 \text{ cm}^2$$

Se calcula el valor "a" profundidad del bloque rectangular equivalente de esfuerzos.

$$a \text{ (cm)} = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

$$a \text{ (cm)} = \frac{37.21 \text{ cm}^2 * 4200 \text{ kg/cm}^2}{0.85 * 210 \text{ kg/cm}^2 * 100 \text{ cm}}$$

$$a = 8.76 \text{ cm}$$

Ahora se calcular la cantidad de varillas que entran en el acero para varilla de 5/8":

$$Cant. varillas = \frac{As(cm^2)}{A \text{ } \emptyset \text{ } 5/8''}$$

$$Cant. varillas = \frac{37.21 \text{ cm}^2}{1.99 \text{ cm}^2}$$

$$Cant. varillas = 18.7$$

Analizaremos el acero utilizando 20 varillas

$$As = A \text{ } \emptyset \text{ } 5/8'' * cant. varillas$$

$$As = 1.99 \text{ cm}^2 * 20$$

$$As = 39.2 \text{ cm}^2$$

Por lo que se comprueba que el acero efectivo, es mayor que el acero mínimo. Ahora se determinará el espaciamiento de las varillas de acero.

$$S (cm) = \frac{(b - 2 * rec)}{cant \text{ de varillas}}$$

$$S (cm) = \frac{(100 - 2 * 2.5cm)}{20}$$

$$S (cm) = 4.75 \text{ cm}$$

Por lo tanto, el acero en la losa de techo será con varilla de acero de 5/8" a una separación de 5 cm entre varillas.

Se puede diseñar la longitud ganchos que será el diámetro total del tanque elevado sobre 3.5.

$$Longitud \text{ de ganchos} = \frac{Di}{3.5}$$

$$Longitud \text{ de ganchos} = \frac{6.40m}{3.5} = 1.83cm$$

Se usará longitud de ganchos de 1.85m. Por lo que el acero de la losa de techo queda diseñado de la siguiente manera:

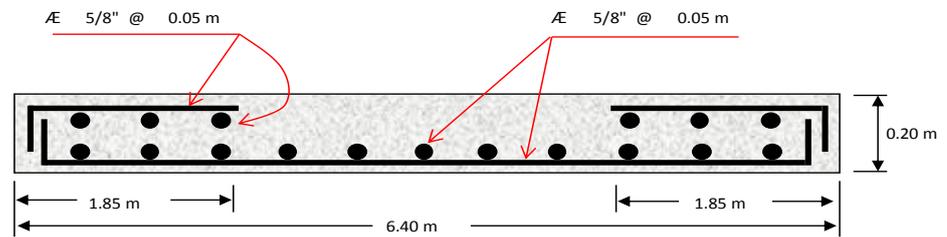


Figura 18: Refuerzo de acero en la losa de fondo del tanque elevado.

Fuente: Elaboración propia

e) Paredes del Tanque Elevado:

El ancho de la pared del tanque elevado asumido es de 0.20 m. Los datos necesarios para el momento isostático, flector, como análisis y diseño de la pared, se proporcionan a continuación:

Datos:

F'_c : resistencia a la compresión de concreto = 210 kg/cm²

P_c : Peso Específico del concreto = 2400 kg/m³

Rec : Recubrimiento = 2.50 cm

F_y : límite de fluencia del acero = 4200 kg/cm²

✚ Cálculo del espesor de Pared:

Se debe verificar el espesor asumido, en función de la altura neta del tanque elevado.

Altura neta del reservorio (H) = 5.00m

Diámetro del reservorio = 5.00m

El espesor de las paredes será:

$$E(m) = 0.07 + \left(\frac{2H}{100} \right)$$

$$E(m) = 0.07 + \left(\frac{2 * 5.00}{100}\right) = 0.17m$$

Se asumirá un espesor de paredes: 0.20m

✚ Momento de empotramiento en la Base:

Para el momento de empotramiento, dependerá de la fuerza en la pared del tanque.

Fuerza en la pared del tanque:

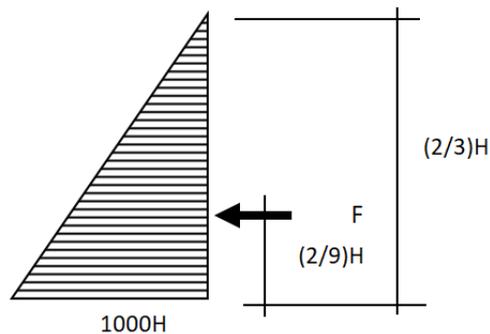


Figura 19: Fuerza de empuje del tanque elevado.

Fuente: Elaboración propia

$$F = \frac{1000}{3} H^2$$

Dónde:

H: Altura neta del tanque elevado = 5.00m

$$F = \frac{1000}{3} (5.00m)^2 = 8333.33 \text{ kg}$$

Se procederá a calcular el momento de empotramiento con la siguiente fórmula:

$$M = -F \left(\frac{2}{9} * H\right)$$

$$M = -(8333.33 \text{ kg}) * \left(\frac{2}{9} * 5.00m\right) = -9259.26 \text{ kg.m}$$

Momento Isostático:

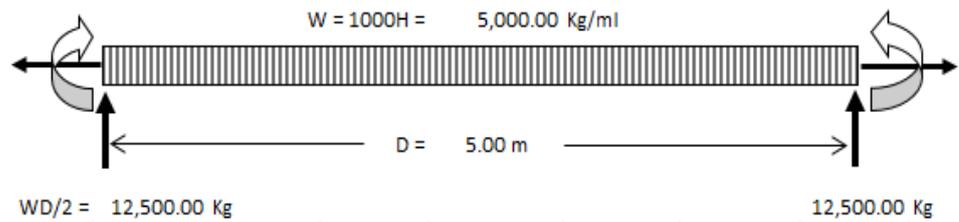


Figura 20: Momentos isostáticos de las paredes del tanque elevado.

Fuente: Elaboración propia

El momento isostático depende de la altura hidráulica del tanque elevado, así como el diámetro de la base, se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$M_o = \left(\frac{1000}{8}\right) * D_i * H a^2$$

$$M_o = \left(\frac{1000}{8}\right) * 5.00m * (5.00m)^2 = 15625 \text{ kg.m}$$

✚ Momento de flexión en el centro:

Para calcular el momento de flexión en el centro de la pared será con el momento de empotramiento y el momento isostático:

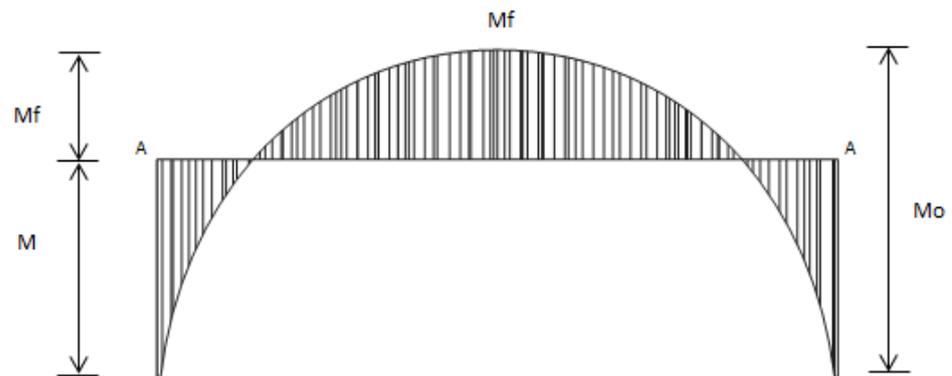


Figura 21: Momentos de flexión de las paredes del tanque elevado.

Fuente: Elaboración propia

El momento de flexión se obtendrá restando el momento isostático con el momento de empotramiento.

$$M_{flexion} = M_{isostatico} - M_{empotramiento}$$

$$M_{flexion} = 6365.74 \text{ kg.m}$$

🚧 Chequeo del peralte o espesor de Pared:

Primero se determina el momento de empotramiento amplificado, como la carga muerta:

$$Mu = M * 1.4$$

Dónde:

Mu: Momento último

M: Momento de empotramiento = 9259.26 kg.m

$$Mu = 9259.26 \text{ kg.m} * 1.4$$

$$Mu = 12962.96 \text{ kg.m}$$

$$r = r_{max} = 0.75rb$$

$$rb = \frac{0.85 * b * f'c}{fy} * \frac{6115}{(6115 + fy)}$$

$$rb = \frac{0.85 * 0.85 \text{ cm} * 210 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2} * \frac{6115}{\left(6115 + 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}\right)}$$

$$rb = 0.0214$$

Reemplazando valores:

$$r_{max} = 0.75 * 0.0214 = 0.0161$$

Ahora se procede hallar el peralte efectivo:

$$d = \sqrt{\left(\frac{100 * Mu}{f * r_{max} * fy * b * \left(1 - 0.59 * b * \frac{fy}{f'c}\right)}\right)}$$

$$d = \sqrt{\left(\frac{100 * 12962.96}{0.9 * 0.0214 * 4200 * 100 \text{ cm} * \left(1 - 0.59 * 100 \text{ cm} * \frac{4200}{210}\right)}\right)}$$

$$d = 16.23 \text{ cm}$$

Para calcular el espesor de la pared del tanque será:

$$e = d + rec + (\emptyset 1/2'')/2$$

$$e = 16.23cm + 2.5cm + \frac{1.27cm}{2} = 19.37cm$$

Por lo que se podría decir que el valor de $19.37cm < 20.00cm$ (valor asumido), entonces el valor asumido es el correcto.

✚ Cálculo del acero horizontal (Trabajo a tracción):

○ Peralte Efectivo:

Se determinó el peralte efectivo de la losa de la siguiente manera:

$$d (cm) = t - rec - \frac{\emptyset}{2}$$

$$d (cm) = 20 - 2.50cm - \frac{1.27cm}{2}$$

$$d (cm) = 16.87 cm$$

○ Acero mínimo (cm²)

$$As = 0.0018 b * d$$

Dónde:

b: proyección de base a = 100 cm

d: peralte efectivo de la losa de la cubierta

$$d = 16.87cm$$

Ahora se procede a calcular el acero mínimo de la sección:

$$As_{min} = 0.0018 * 100cm * 16.87cm$$

$$As_{min} = 3.04 cm^2$$

○ Acero efectivo (cm²):

Para varilla de acero de 1/2"

Área de acero de varilla de 1/2"

$$A_{\emptyset 1/2''} = 1.29 cm^2$$

Se calcular la cantidad de acero efectivo con la siguiente fórmula, suponiendo que $(d-a/2) = 0.9d$

$$As = \frac{Mu}{0.9 * fy * 0.9 * d}$$

$$As = \frac{12962.96 \text{ kg.m} * 100}{0.9 * 4200 \text{ kg/cm}^2 * 0.9 * 16.87 \text{ cm}}$$

$$As = 22.59 \text{ cm}^2$$

Se calcula el valor “a” profundidad del bloque rectangular equivalente de esfuerzos.

$$a \text{ (cm)} = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b}$$

$$a \text{ (cm)} = \frac{22.59 \text{ cm}^2 * 4200 \text{ kg/cm}^2}{0.85 * 210 \text{ kg/cm}^2 * 100 \text{ cm}}$$

$$a = 5.32 \text{ cm}$$

Ahora se calcular la cantidad de varillas que entran en el acero para varilla de 1/2”:

$$Cant. \text{ varillas} = \frac{As(\text{cm}^2)}{A \text{ } \emptyset \text{ } 1/2''}$$

$$Cant. \text{ varillas} = \frac{22.59 \text{ cm}^2}{1.29 \text{ cm}^2}$$

$$Cant. \text{ varillas} = 17.51$$

Analizaremos el acero utilizando 18 varillas

$$As = A \text{ } \emptyset \text{ } 1/2'' * cant. \text{ varillas}$$

$$As = 1.29 \text{ cm}^2 * 18$$

$$As = 23.22 \text{ cm}^2$$

Por lo que se comprueba que el acero efectivo, es mayor que el acero mínimo. Ahora se determinará el espaciamiento de las varillas de acero.

$$S \text{ (cm)} = \frac{(b - 2 * rec)}{cant \text{ de varillas}}$$

$$S \text{ (cm)} = \frac{(100 - 2 * 2.5 \text{ cm})}{18}$$

$$S (cm) = 5.27cm$$

Por lo tanto, el acero en la losa de techo será con varilla de acero de 1/2” a una separación de 6 cm entre varillas.

✚ Cálculo del acero vertical (Trabajo a flexión):

○ Momento de flexión amplificado:

El momento de flexión se amplificará 1.4 veces su valor.

$$Mu = 1.4 * Mf = 1.4 * 6365.74kg.m$$

$$Mu = 8912.04 kg.m$$

○ Acero mínimo (cm²):

$$As = 0.0018 b * d$$

Dónde:

b: proyección de base a = 100 cm

d: peralte efectivo de la losa de la cubierta

$$d = 16.87cm$$

Ahora se procede a calcular el acero mínimo de la sección:

$$As_{min} = 0.0018 * 100cm * 16.87cm$$

$$As_{min} = 3.04 cm^2$$

○ Acero efectivo (cm²)

Para varilla de acero de 1/2”

Área de acero de varilla de 1/2”

$$A \text{ } \emptyset 1/2" = 1.29 cm^2$$

Se calcular la cantidad de acero efectivo con la siguiente fórmula, suponiendo que $(d-a/2) = 0.9d$

$$As = \frac{Mu}{0.9 * fy * 0.9 * d}$$

$$As = \frac{8912.04 kg.m * 100}{0.9 * 4200 kg/cm^2 * 0.9 * 16.87cm}$$

$$As = 15.53 cm^2$$

Se calcula el valor “a” profundidad del bloque rectangular equivalente de

esfuerzos.

$$a (cm) = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b}$$

$$a (cm) = \frac{15.53 cm^2 * 4200 kg/cm^2}{0.85 * 210 kg/cm^2 * 100cm}$$

$$a = 3.65 cm$$

Ahora se calcular la cantidad de varillas que entran en el acero para varilla de 1/2":

$$Cant. varillas = \frac{As(cm^2)}{A \emptyset 1/2''}$$

$$Cant. varillas = \frac{15.53 cm^2}{1.29 cm^2}$$

$$Cant. varillas = 12.03$$

Analizaremos el acero utilizando 12 varillas

$$As = A \emptyset 1/2'' * cant. varillas$$

$$As = 1.29 cm^2 * 12$$

$$As = 15.48 cm^2$$

Por lo que se comprueba que el acero efectivo, es mayor que el acero mínimo. Ahora se determinará el espaciamiento de las varillas de acero.

$$S (cm) = \frac{(b - 2 * rec)}{cant de varillas}$$

$$S (cm) = \frac{(100 - 2 * 2.5cm)}{12}$$

$$S (cm) = 7.92cm$$

Por lo tanto, el acero en la losa de techo será con varilla de acero de 1/2" a una separación de 8 cm entre varillas.

✚ Esfuerzo cortante admisible del concreto:

El esfuerzo de la cortante se hará en función de la resistencia a la compresión del concreto

$$V_{ad} = 0.5(F_e)^{1/2}$$

Dónde:

$$F_e = f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

La fuerza del cortante admisible será:

$$V_{ad} = 0.5(210 \text{ kg/cm}^2)^{1/2} = 7.25 \text{ kg/cm}^2$$

El cortante total que toma el concreto:

Se determina en primer lugar la resistencia nominal al cortante del concreto:

$$V_c = f * V_{ad} * b * d$$

$$V_c = 0.85 * 7.25 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 100 \text{ cm} * 16.87 \text{ cm}$$

$$V_c = 10386.88 \text{ kg/cm}^2$$

Luego se determina la fuerza cortante en la sección:

$$V_u = \frac{1000}{3} * H^2 = \frac{1000}{3} * 5.00^2$$

$$V_u = 8333.33 \text{ kg/cm}^2$$

Se verifica que la fuerza cortante sea mayor que la fuerza cortante en el concreto:

$$V_c > V_u$$

Reemplazando las fuerzas:

$$10386.88 \text{ kg/cm}^2 > 8333.33 \text{ kg/cm}^2$$

f) Análisis Dinámico del tanque elevado:

Por estar ubicada en la ciudad de Trujillo, la zona presenta riesgo sísmico, siendo necesario que la estructura sea analizada para soportar las fuerzas sísmicas. Las paredes de la Cuba deben de ser diseñadas para soportar además las presiones hidrostáticas, causadas por el movimiento impulsivo del agua contenida, inducido por la vibración de la estructura. Así como presiones

hidrodinámicas son causadas por el impacto del agua contra la pared circular de la cuba, resultado de estas cuando son aceleradas por el movimiento sísmico.

✚ Sistema Mecánica Equivalente:

Peso líquido que oscila libremente en el tanque, determinado el valor del peso del agua móvil, que está en función peso total del volumen del líquido, así como el peso del agua fija que acompaña a la estructura.

Se determinará primero el peso total del volumen del líquido.

$$\frac{M_o}{M_f} = \frac{\left(T_{agh} \left(\frac{\sqrt{3}}{2} * \frac{D}{H} \right) \right)}{\frac{\sqrt{3}}{2} * \frac{D}{H}}$$

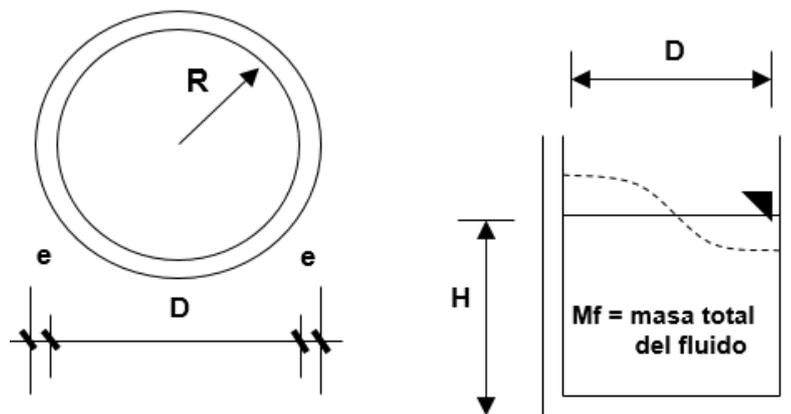


Figura 22: Perfil del fluido en el tanque elevado.

Fuente: Elaboración propia

La fórmula de masa de agua:

$$M_t = M_f + M_m$$

Dónde:

Mf: Peso del agua fija que acompaña a la estructura

Mm: Peso del agua móvil

Mt: Peso total del volumen del líquido = 88.357 tn

D: Diámetro interior de la cuba = 5.00 m

H: Altura promedio del agua

Del análisis se obtiene, la altura hidráulica.

$$H = 4.50 \text{ m}$$

Entonces:

$$\frac{M_f}{M_t} = \frac{\left(T \alpha g h \left(\frac{\sqrt{3}}{2} * \frac{5.00 \text{ m}}{4.50 \text{ m}} \right) \right)}{\frac{\sqrt{3}}{2} * \frac{5.00 \text{ m}}{4.50 \text{ m}}} = 0.077452$$

$$M_f = 0.775 * 88.357 \text{ m}^3 = 68.43 \text{ tn}$$

$$M_m = 88.36 - 68.43 = 19.92 \text{ tn}$$

✚ Análisis modal espectral:

- Tirante crítico en el móvil

Se calcula el tirante crítico agua móvil.

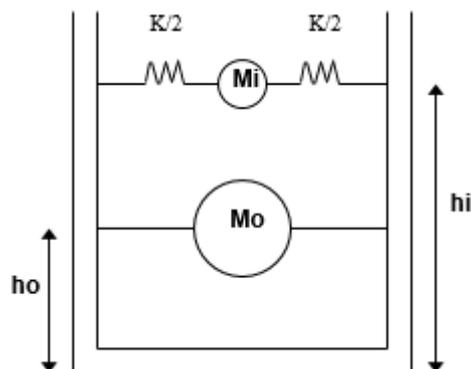


Figura 23: Tirante crítico del agua móvil en el tanque elevado.

Fuente: Elaboración propia

$$h_o = \frac{3}{8} H \left(1 + \alpha \left(\frac{M_t}{M_f} - 1 \right) \right)$$

$$h1 = H \left(1 - \frac{(\cosh((\sqrt{1.35} * \frac{H}{D}) - \beta)}{\sqrt{1.35} * \frac{H}{D} \sinh(\sqrt{1.35} * \frac{H}{D})} \right)$$

Solo se considera los efectos de las presiones en la pared de la cuba
(caso para tanques circulares)

$$a = 0 \quad \text{y} \quad b = 1$$

De las fórmulas:

$$h_o = \frac{3}{8}(4.50m) \left(1 + 0 \left(\frac{88.357}{68.43} - 1 \right) \right)$$

$$h_o = 1.69m$$

$$h1 = H \left(1 - \frac{(\cosh((\sqrt{1.35} * \frac{4.50m}{5.00m}) - 1)}{\sqrt{1.35} * \frac{4.50m}{5.00m} \sinh(\sqrt{1.35} * \frac{4.50m}{5.00m})} \right)$$

$$h1 = 2.43m$$

o Periodo de Vibración:

Luego se determina el periodo de vibración con la siguiente fórmula:

$$\frac{HK}{Wf} = \frac{45}{2} * \left(\frac{Mm}{Mt} \right)^2 * \left(\frac{H}{D} \right)^2$$

De la fórmula se obtiene la rigidez de la pared:

$$\frac{HK}{Wf} = \frac{45}{2} * \left(\frac{Mm}{Mt} \right)^2 * \left(\frac{H}{D} \right)^2$$

$$K = \frac{45}{2} * \left(\frac{19.92tn}{88.357tn} \right)^2 * \left(\frac{4.50m}{5.00m} \right)^2 * \left(\frac{88.357tn}{4.50m} \right)$$

$$K = 18.194$$

Ahora procedemos a obtener el periodo de vibración de la pared del tanque.

$$T_a = 2\pi \sqrt{\frac{Mm}{K}}$$

Dónde:

Ta: Periodo de Vibración (seg)

Mm: Peso del agua móvil (tn)

K: Rigidez del elemento estructural

Reemplazando valores:

$$Ta = 2\pi \sqrt{\frac{\left(\frac{19.92 \text{ tn}}{9.81 \text{ m/s}^2}\right)}{18.194}}$$

$$Ta = 2.10 \text{ seg}$$

Lo que se podría interpretar que el periodo de vibración de la estructural es de 2.10 seg.

g) Análisis la estructura de soporte del tanque elevado:

Para analizar la estructura de soporte del tanque elevado se procedió a determinar las dimensiones de losa, las vigas y las columnas.

✚ Predimensionamiento de elementos estructurales:

○ Predimensionamiento de Losa maciza:

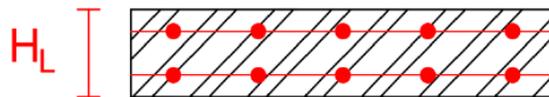


Figura 24: Corte de losa maciza típica.

Fuente: Elaboración propia

Para calcular la altura de losa, se determinará con la siguiente fórmula:

$$H_L \geq \frac{Ln}{32} \quad \text{ó} \quad H_L \geq \frac{Ln}{25} - 5$$

Longitud de base del tanque elevado = 5.40m

Altura de losa (hl) = 0.17m

Adoptamos altura de losa de 0.20m

- Pre-dimensionamiento de vigas:

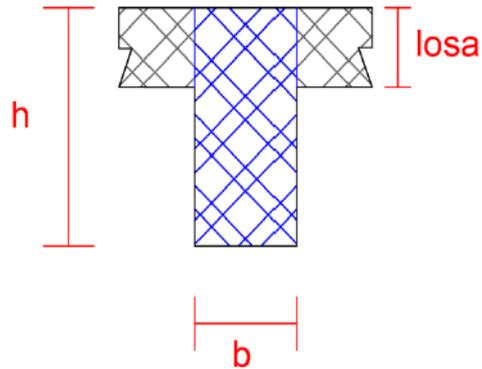


Figura 25: Corte de viga típica de concreto armado.

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de peralte de Viga, teniendo en cuenta la sobrecarga para:

$$h = \frac{\text{Longitud de base}}{12} = \frac{5.40m}{12} = 0.45m$$

Adoptaremos una viga con dimensiones de 0.50m x 0.30m

Se determinó el peralte de la viga en función de las cargas ultima que deberá resistir con la siguiente fórmula:

$$h = \frac{Ln}{4\sqrt{Wu}}$$

Dónde:

h: Peralte de la viga (cm)

Ln: Luz libre de base del tanque elevado

Wu: Carga ultima que debe resistir la viga

Para determinar el metrado de cargas debemos contar con los siguientes datos:

F'c: Resistencia a la compresión del concreto = 210 kg/cm²

Pe: Peso específico del concreto = 2400 kg/cm²

Fy: Limite de fluencia del acero = 4200 kg/cm²

Pa: Peso específico del agua = 1000 kg/cm²

ha: Altura hidráulica del agua = 4.50 m

Metrado de cargas:

Para el metrado de cargas, corresponderá la muerta y la carga viva que deberá resistir el elemento estructural.

Carga muerta (Wdu):

- Peso de Tapa de Tanque Elevado = 0.10m x 2400 kg/m² = 240 kg/m²
- Peso de Pared de Tanque Elevado = 0.20m x 2400 kg/m²*4 = 1920 kg/m²
- Peso de fondo de Tanque Elevado = 0.20m x 2400 kg/m² = 480 kg/m²
- Peso de losa = 0.20m x 2400 kg/m² = 480 kg/m²
- Acabados = 100 kg/m²
- Peso del Agua = 4.50m x 1000 kg/m² = 4500 kg/m²

Sumado todas las cargas muertas se obtiene una carga de Wd = 7720 kg/m²

Carga Viva (Wlu):

Con la sobrecarga 50 kg/m² y otros de 50 kg/m² se metrara la carga viva con un valor de 100 kg/m².

Carga Ultima (Wu):

Se obtuvo sumando ambas cargas y amplificación 1.4 veces la muerta y 1.7 veces la carga viva.

$$Wu = 1.4 * Wdu + 1.7 * Wlu$$

$$Wu = 1.4 * 7720 \text{ kg/m}^2 + 1.7 * 100 \text{ kg/m}^2$$

$$Wu = 10978.00 \text{ kg/m}^2$$

$$Wu = 1.10 \text{ kg/cm}^2$$

Reemplazando valores el peralte de la viga:

$$h = \frac{5.40m}{4 \sqrt{1.10 \text{ kg/cm}^2}} = 1.41m$$

Por lo que adoptamos una sección de vigas de 0.60m x 0.30m en los cuatro pisos de la estructura de soporte del tanque.

○ Predimensionamiento de Columnas:

Para determinar la sección de las columnas, es necesario contar con el peso de la estructura:

La fórmula de columnas esquinadas o excéntricas son las siguientes:

$$A_{col} = \frac{p}{0.35 f'c}$$

Dónde:

P: Carga de servicio (PD + PL)

PD: Carga muerta; PL: Carga viva

F'c: Esfuerzo de resistencia de compresión del concreto

F'c: 210 kg/cm² = 0.21 tn/cm²

Tabla 44: Metrado de elementos estructurales que resiste las columnas.

Dimensiones						
ESTRUCTURAS	PESOS ESPECÍFICOS	b	h	Longitud	Área	Total
Vigas	2.4 Tn/m ³	0.30 m	0.60 m	19.20 m	0.18 m ²	8.294 Tn
Losa Maciza	2.4 Tn/m ³	5.40 m	5.40 m	0.20 m	29.16 m ²	13.997 Tn
T.E Paredes	2.4 Tn/m ³	5.00 m	5.00 m	0.20 m	25.00 m ²	12.000 Tn
T.E fondo y Tapa	2.4 Tn/m ³	5.40 m	5.40 m	0.20 m	29.16 m ²	13.997 Tn
Peso de Agua	1.0 Tn/m ³	4.50 m	4.50 m	4.00 m	20.25 m ²	81.000 Tn
Acabados	0.1 Tn/m ²	5.40 m	5.40 m		29.16 m ²	2.916 Tn
					ΣP=	132.204 Tn

Fuente: Elaboración Propia

Primero debemos determinar el peso de la estructura que lleva consigo las columnas. Para ello se presentó una tabla de los metrados de elementos estructurales.

Ahora se determina el peso vivo de la estructura que resistirá la columna:

$$PD = 100 \frac{kg}{m^2} * (5.40m * 5.40m)$$

$$Pl = 29.16 m^2$$

Distribuyendo el metrado de cargas para el piso 5 al piso 1 que será diseñado las columnas, se realizó el cuadro con el peso total de la estructura:

Tabla 45: Peso total de la estructura respecto al porcentaje de peso de las columnas.

Peso	PM	PV	Columna (6%)	Total
5	132.20 Tn	2.92 Tn	7.93 Tn	143.05 Tn
4	11.21 Tn	2.92 Tn	0.67 Tn	14.80 Tn
3	11.21 Tn	2.92 Tn	0.67 Tn	14.80 Tn
2	11.21 Tn	2.92 Tn	0.67 Tn	14.80 Tn
1	11.21 Tn	2.92 Tn	0.67 Tn	14.80 Tn
Total				202.25 Tn

Fuente: Elaboración propia

Obteniendo el peso total de la estructura, se determina el área de la columna.

$$A_{col} = \frac{202.25tn * 1000}{0.35 * 210 kg/cm^2}$$

$$A_{col} = 2751.68 cm^2 > 1000 cm^2 = \text{Área mínima de columnas (E060)}$$

Determinando las dimensiones de las columnas, de base cuadrada

$$A_{col} = lado^2$$

$$Lado(cm) = \sqrt{2751.68 cm^2}$$

$$Lado(cm) = 52.46 \text{ cm}$$

Por lo que se adoptara columnas con sección de 50cm x 50cm.

✚ Estados de carga:

Para determinar las cargas en cada piso de estructuras que resistirá el tanque elevado, será de utilidad los siguientes datos:

- Diámetro interior de la cuba (Di) = 5.00 m
- Diámetro exterior de la cuba (De) = 5.40m
- Diámetro exterior de mantenimiento (De') = 6.40m
- Espesor del techo de la cuba (et) = 0.10m
- Espesor de la pared de la cuba (ep) = 0.20m
- Espesor del fondo de la cuba (ef) = 0.20m
- Altura de la pared de la cuba (hn) = 5.00m
- Altura neta de agua (ha) = 4.50m
- Peso específico del concreto (Pe) = 2400 kg/m³
- Peso específico del agua (Pa) = 1000 kg/m³

Según el análisis anterior:

Vigas para todos los niveles = 0.30m x 0.60m

Columnas para todos los niveles = 0.50m x 0.50m

○ Área Tributaria:

Se hace un análisis de los elementos estructurales de la base del tanque, así como de la losa de cubierta.

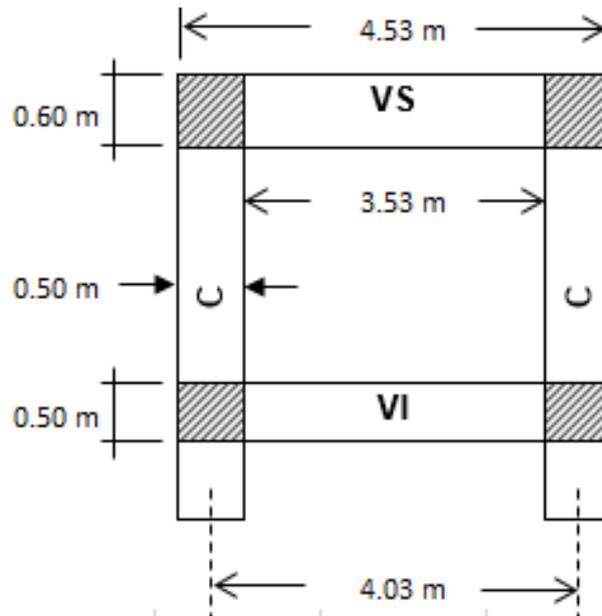


Figura 26: Vista en planta del área tributaria de la losa de fondo.

Fuente: Elaboración propia.

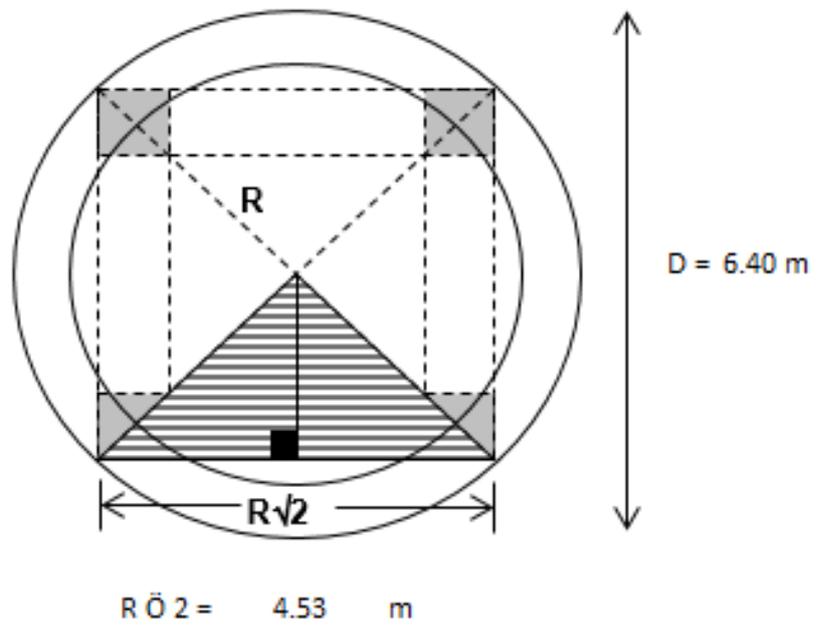


Figura 27: Vista en planta del área tributaria de la losa de techo.

Fuente: Elaboración propia

Dónde:

Ld = La longitud de diseño de área tributaria será:

$$Ld = 4.03m$$

o Medrado de las cargas en el pórtico:

En el nivel superior tenemos:

Peso del techo:

$$P. techo = \frac{p \cdot De^2}{4} * et \cdot Pe = \frac{3.1416 * (5.40m)^2}{4} * 0.1m * \frac{2400 \frac{kg}{m^3}}{1000}$$

$$P. techo = 5.947 tn$$

Peso de la pared:

$$P. pared = \frac{p(De^2 - Di^2)}{4} * hp * Pe$$

$$P. pared = \frac{3.1416(5.40m^2 - 5.00m^2)}{4} * 5.00 * \frac{2400 \frac{kg}{m^3}}{1000}$$

$$P. pared = 39.207 tn$$

Peso de fondo:

$$P. fondo = \frac{p \cdot De'^2}{4} * ef \cdot Pe = \frac{3.1416 * (6.40m)^2}{4} * 0.2m * \frac{2400 \frac{kg}{m^3}}{1000}$$

$$P. fondo = 15.442 tn$$

Peso de vigas:

$$P. viga = Lv * b * (h - ef) * Pe$$

$$P. viga = 4 * 4.53m * 0.3m * (0.6m - 0.2m) * \frac{2400 \frac{kg}{m^3}}{1000}$$

$$P. viga = 5.213tn$$

Luego procedemos a determinar la carga muerta del nivel superior

$$CM = P. techo + P. pared + P. fondo + P. vigas$$

$$CM = 5.947tn + 39.207tn + 15.442tn + 5.213tn$$

$$CM = 65.359tn$$

Tomando en cuenta el peso del agua, que es 1/3 del volumen de consumo que almacena el tanque elevado

$$CV = 88.357 \text{ tn}$$

○ Sobrecarga lineal:

Se realizó el peso lineal para carga muerta respectivamente:

$$Wm = \frac{CM}{2 * \text{Dist. entre columnas}}$$

$$Wm = \frac{65.359 \text{ tn}}{2 * 4.03 \text{ m}} = 8.118 \text{ tn/m}$$

Para carga viva:

$$Wv = \frac{CV}{2 * \text{Dist. entre columnas}}$$

$$Wv = \frac{88.357 \text{ tn}}{2 * 4.03 \text{ m}} = 10.975 \text{ tn/m}$$

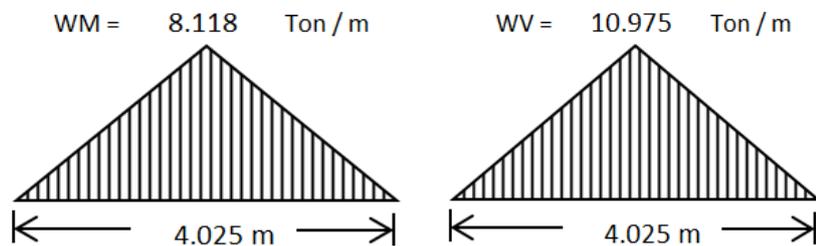


Figura 28: Carga muerta y viva lineal en el último piso del tanque elevado.

Fuente: Elaboración propia

Para niveles inferiores:

Peso de viga:

$$P. \text{ viga} = b * h * Pe$$

$$P. \text{ viga} = 0.3 \text{ m} * 0.6 \text{ m} * \frac{2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{1000}$$

$$P. \text{ viga} = 0.432 \text{ tn/m}$$

Perfil del tanque elevado:

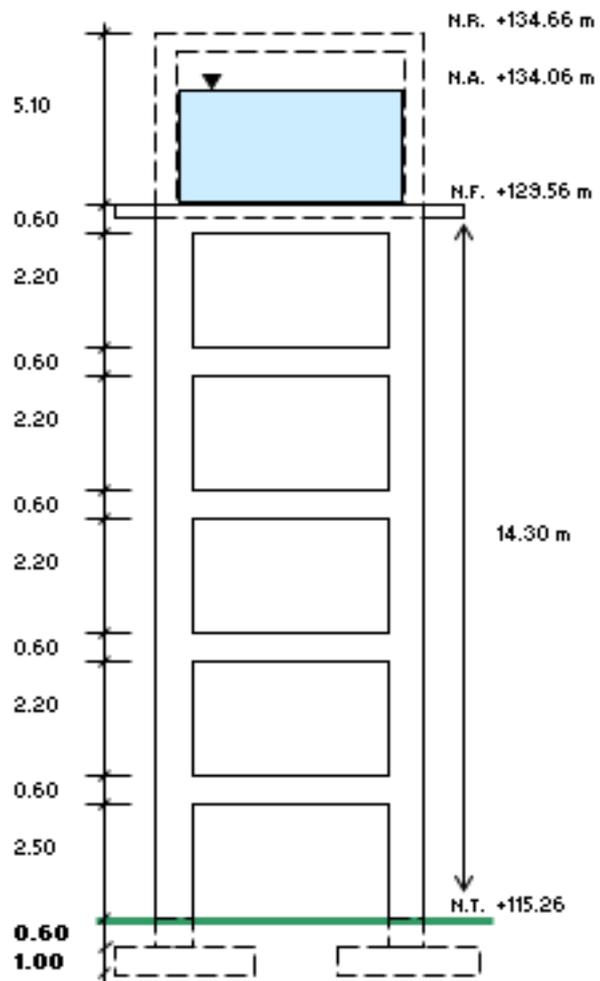


Figura 29: Elevación del tanque elevado con sus elementos estructurales.

Fuente: Elaboración propia

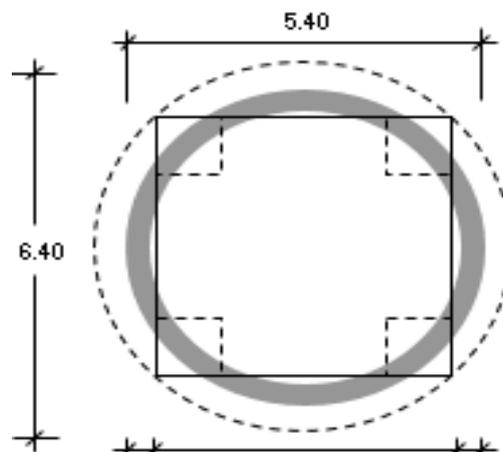


Figura 30: Vista en planta de la losa de techo del tanque elevado.

Fuente: Elaboración propia

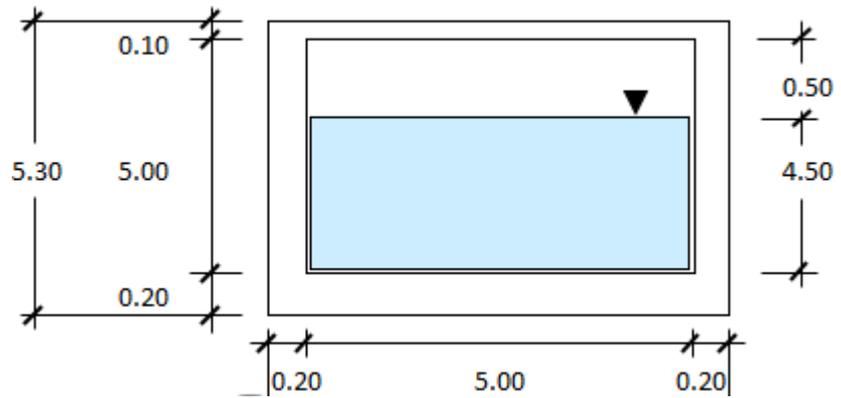


Figura 31:Detalle de la vista del tanque elevado.

Fuente: Elaboración propia

Estados de carga de la estructura del tanque elevado:

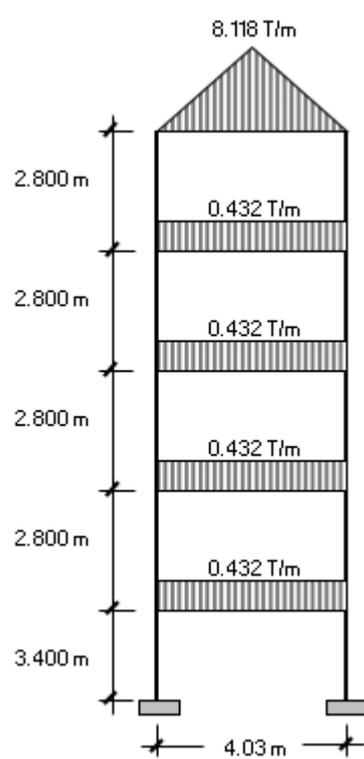


Figura 33:Estado de carga muerta

en la estructura del T.E.

Fuente: Elaboración propia

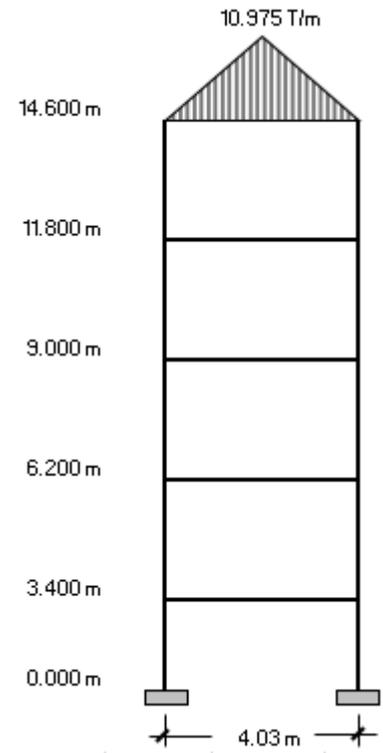


Figura 32:Estado de carga viva

en la estructura del T.E.

Fuente: Elaboración propia

h) Análisis sísmico de la estructura de soporte.

✚ Parámetros sísmicos:

$$V = \frac{ZUSC}{R} * P$$

Dónde:

V: Fuerza horizontal o cortante total en la base debido a la acción sísmica.

Z: Factor de Zona = 0.45 (Zona 4, departamento La Libertad)

U: Factor de Uso = 1.5 (Categoría A, reservorios de agua)

S: Factor de suelo = 1.05 (Para suelos arenosos)

C: Factor de sollicitación sísmica

R: Coeficiente de solitación sísmica = 8 (Pórticos de concreto armado)

P: Peso total de la estructura

Para el cálculo del factor sísmico la norma E030 de diseño sismo resistente brinda la siguiente fórmula.

$$C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{T}\right) \leq 2.5$$

Dónde:

Tp: Periodo predominante del suelo

T: Periodo fundamental de la estructura

Primero se debe tener el periodo fundamental de la estructura que dependerá del coeficiente de la estructura, que en este caso el valor es de 60 puesto que son elementos formando pórticos y la altura total de la estructura incluyendo tanque elevado.

$$T = \frac{hn}{Ct} = \frac{19.40m}{60} = 0.32 \text{ seg}$$

El periodo predominante del suelo dependerá del tipo del suelo predominante en el terreno:

Tabla 46: Periodos "Tp" y "Tl" en función del tipo del suelo.

Tabla N°4				
PERIODOS "Tp" Y "Tl"				
	Perfil de suelo			
	So	S1	S2	S3
TP(S)	0.3	0.4	0.6	1.0
TL(S)	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: Norma E030 Cargas del RNE

La cual el periodo predominante del suelo corresponde un valor de 0.6 para un tipo de suelo S2.

Para el castillo (estructura de soporte del tanque elevado):

$$C = 2.5 * \left(\frac{0.6}{0.32} \right) = 4.64$$

Se verifica sollicitación sísmica:

El periodo fundamental de la estructura (T) < 0.70

$$0.32 < 0.70 \dots\dots\dots \text{OK}$$

De la misma manera:

$$\frac{C}{R} = \frac{2.50}{8} = 0.31 > 0.10, \dots\dots\dots \text{OK}$$

Para la cuba (tanque elevado estructural):

Periodo de vibración de las paredes del tanque regulador

$$C = 2.5 * \left(\frac{0.6}{2.10} \right) \leq 2.5 = 0.71 \leq 2.5 \dots\dots\dots \text{OK}$$

✚ Cálculo del peso de la estructura (P):

5° Nivel:

Cuba = 65.359 tn

Columnas: 0.5m * 0.5m * 2.6m * 2.4 tn/m³ * 4 = 6.240 tn

Agua = 88.357 tn

Wm (5to Nivel) = 159.956 tn

4° Nivel:

$$\text{Vigas} : 0.3.m*0.6m*3.53m*2.4 \text{ tn/m}^3*4 = 6.092 \text{ tn}$$

$$\text{Columnas: } 0.5m * 0.5m * 2.6m*2.4 \text{ tn/m}^3*4 = 6.720 \text{ tn}$$

$$W_m (4\text{to Nivel}) = 12.812 \text{ tn}$$

3° Nivel:

$$\text{Vigas} : 0.3.m*0.6m*3.53m*2.4 \text{ tn/m}^3*4 = 6.092 \text{ tn}$$

$$\text{Columnas: } 0.5m * 0.5m * 2.6m*2.4 \text{ tn/m}^3*4 = 6.720 \text{ tn}$$

$$W_m (3\text{er Nivel}) = 12.812 \text{ tn}$$

2° Nivel:

$$\text{Vigas} : 0.3.m*0.6m*3.53m*2.4 \text{ tn/m}^3*4 = 6.092 \text{ tn}$$

$$\text{Columnas: } 0.5m * 0.5m * 2.6m*2.4 \text{ tn/m}^3*4 = 6.720 \text{ tn}$$

$$W_m (2\text{do Nivel}) = 12.812 \text{ tn}$$

1° Nivel:

$$\text{Vigas} : 0.3.m*0.6m*3.53m*2.4 \text{ tn/m}^3*4 = 6.092 \text{ tn}$$

$$\text{Columnas: } 0.5m * 0.5m * 2.6m*2.4 \text{ tn/m}^3*4 = 6.720 \text{ tn}$$

$$W_m (1\text{er Nivel}) = 12.812 \text{ tn}$$

$$Peso \text{ total} = W_m(1^\circ) + W_m(2^\circ) + W_m(3^\circ) + W_m(4^\circ) + W_m(5^\circ)$$

$$PE = 212.284 \text{ tn}$$

$$\text{Peso del agua móvil (PA)} = 19.923 \text{ tn}$$

✚ Distribución del cortante Basal:

Ahora se procede a determinar el cortante basal total de la estructura, que se obtiene reemplazando los valores de parámetro sísmico a la fórmula:

$$V = \frac{(0.45 * 1.5 * 1.05 * 2.50)}{8} * 212.284 \text{ tn}$$

$$V = 47.02 \text{ tn}$$

También se calcula la fuerza debido al peso del agua móvil. El coeficiente

de la estructura será el de la cuba; $C = 0.71$

$$V = \frac{(0.45 * 1.5 * 1.05 * 0.71)}{8} * 19.923 \text{ tn}$$

$$V = 1.26 \text{ tn}$$

Luego se distribuye la cortante basal en todos los pisos de la estructura, según el porcentaje de peso respecto al total. La cual se verifica el cortante entre piso que llevara el pórtico del castillo del tanque elevado.

Tabla 47: Distribución del cortante basal de todos los pórticos de la estructura del tanque.

Nº Piso	Pi (Ton)	hi (m)	Pi.hi	%	Vi	Fa	En cada Pórtico	
5	159.956	14.600	2,335.35	0.86	40.24	1.26	20.752	Ton
4	12.812	11.800	151.18	0.06	2.61		1.303	Ton
3	12.812	9.000	115.31	0.04	1.99		0.993	Ton
2	12.812	6.200	79.43	0.03	1.37		0.684	Ton
1	13.892	3.400	47.23	0.02	0.81		0.407	Ton
Total			2,728.51	1.00	47.02			

Fuente: Elaboración propia

i) Diseño de la estructura de soporte:

✚ Diseño de las vigas:

Los momentos de diseño de las vigas se obtendrán del análisis sismo resistente de la estructura como producto de todas las combinaciones de cargas existentes.

Datos Generales:

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$d = h - (rec + \emptyset 3/8" + \emptyset 1")$$

$$d = h - (4 + 0.95cm + 2.54cm)$$

$$d = h - 6.22 \text{ cm}$$

De las fórmulas de la cuantía de acero mínimo y máximo se presentan a continuación:

$$\rho_{min} = 0.7 * \frac{\sqrt{f'c}}{f_y} = 0.7 * \frac{\sqrt{210 \frac{kg}{cm^2}}}{4200 \frac{kg}{cm^2}} = 0.00242$$

Dónde:

ρ_{min} : cuantía de acero mínimo

$$\rho_{max} = 0.75 * \left(0.85 * \beta_1 * \left(\frac{f'c}{f_y} \right) * \frac{6000}{(6000 + f_y)} \right)$$

$$\rho_{max} = 0.75 * \left(0.85 * 0.85 * \left(\frac{210 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2} \right) * \frac{6000}{(6000 + 4200 \text{ kg/cm}^2)} \right)$$

$$\rho_{max} = 0.01594$$

Dónde:

ρ_{max} : cuantía de acero máximo

- o Limitaciones de diseño:

Vigas superiores e inferiores: 0.3 x 0.6 cm

Ahora obtenemos el peralte efectivo de la viga con la altura de la sección:

$$d = h - 6.22 \text{ cm} = 60 \text{ cm} - 6.22 \text{ cm}$$

$$d = 53.78 \text{ cm}$$

Acero mínimo (cm²)

$$A_{s \text{ min}} = \rho_{min} * b * d$$

Dónde:

b: proyección de base a = 100 cm

d: peralte efectivo de la losa de la cubierta

$$A_{s \text{ min}} = 0.00242 * 30 \text{ cm} * 53.78 \text{ cm}$$

$$A_{s \text{ min}} = 3.90 \text{ cm}^2$$

Acero máximo (cm²)

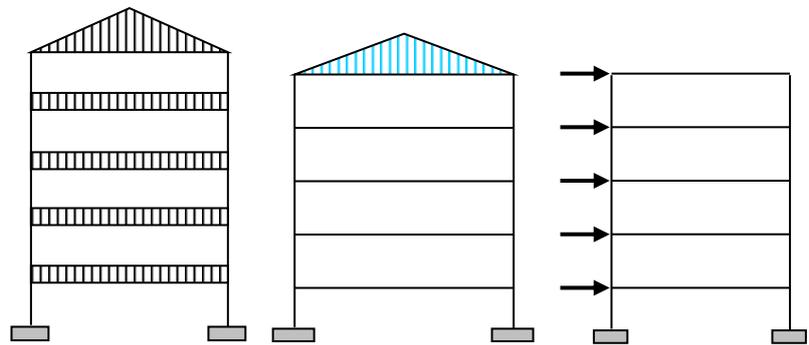
$$As_{max} = \rho_{max} * b * d$$

$$As_{min} = 0.01594 * 30cm * 53.78cm$$

$$As_{min} = 25.71 \text{ cm}^2$$

- Combinaciones de carga:

Para poder diseñar el acero en las vigas del 1er piso al 5to debemos realizar las deformaciones en los pórticos, que estará en función de la carga muerta, la carga viva y las cargas de sismo.



D (Carga muerta)

L (Carga viva)

S (Carga de Sismo)

Figura 34:Combinaciones de carga para la deformación de los pórticos de la estructura de soporte del tanque elevado.

Fuente: Elaboración propia

Las cargas que producirán los efectos desfavorables según la norma E060 de concreto armado son:

$$1) 1.4 D + 1.7 L$$

$$2) 1.25 (D + L) \pm S$$

$$2) 1.25 (D + L) \pm S$$

Se presentará para diagramas de momento envolvente en momentos, diagrama de cortantes y el diagrama de desplazamiento por las fuerzas de sismo.

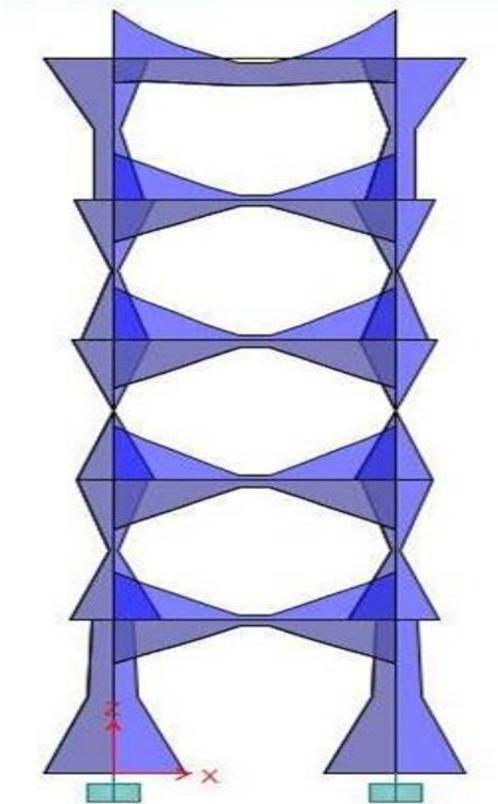


Figura 35:Diagrama momento envolvente de los pórticos.

Fuente: Elaboración propia

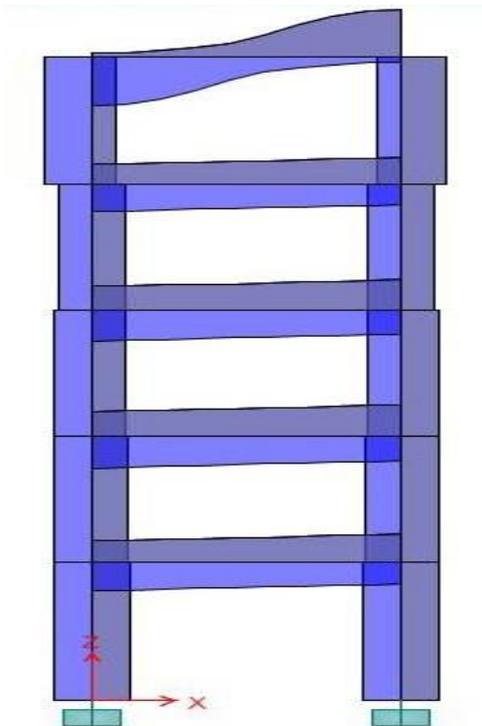


Figura 36:Diagrama de Cortantes de los pórticos.

Fuente: Elaboración propia

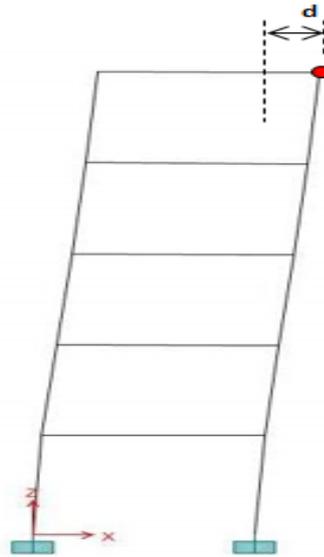


Figura 37: Diagrama de Desplazamiento en los pórticos.

Fuente: Elaboración propia

Punto de análisis:

Para el desplazamiento lateral relativo se debe tomar en cuenta la altura del castillo de $h_n = 14.60m$ y el desplazamiento lateral obtenido del software SAP 2000, con el valor de 9.89 cm . Se realiza el análisis de desplazamiento lateral.

$$D = \frac{d}{h_n * 100}$$

$$D = \frac{9.89\text{cm}}{14.60m * 100} = 0.0068$$

Nota: Según el reglamento nacional de edificaciones, en el E030 Cargas indica que el desplazamiento relativo permisible para concreto armado será:

$$D_{adm} = 0.007$$

Por lo tanto:

$$D_{adm} > D_{est}$$

$$0.007 > 0.0068$$

Por lo que se podría interpretar que el desplazamiento relativo permisible es mayor que el de la estructura, por lo tanto, el análisis es el correcto.

○ Cálculo del acero de refuerzo:

Del análisis sismo-resistente (SAP 2000), se obtendrá los momentos de empotramiento para cada tramo producto de los momentos envolventes; luego hallar el área de acero con las siguientes fórmulas:

$$AS = \frac{Mu}{\phi * fy * \left(d - \frac{a}{2}\right)} \rightarrow a = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b}$$

En el 5to Nivel: Apoyos M (-) = 29.276 tn.m

Se calcular la cantidad de acero efectivo con la siguiente fórmula, suponiendo que $(d-a/2) = 0.9d$

$$As = \frac{Mu}{0.9 * fy * 0.9 * d}$$

$$As = \frac{29.276 * 1000 * 100 \text{ tn.m}}{0.9 * 4200 \frac{kg}{cm^2} * 0.9 * 53.78cm}$$

$$As = 16.00 \text{ cm}^2$$

El acero correspondiente en el apoyo será

$$2 \text{ de } \emptyset 1 + 2\emptyset 3/4''$$

En el 5to Nivel: Apoyos M (-) = 28.355 tn.m

$$As = \frac{28.355 * 1000 * 100 \text{ tn.m}}{0.9 * 4200 \frac{kg}{cm^2} * 0.9 * 53.78cm}$$

$$As = 15.50 \text{ cm}^2$$

El acero correspondiente en el apoyo será

$$2 \text{ de } \emptyset 1 + 2\emptyset 3/4''$$

En el 5to Nivel: Tramo M (+) = 14.13 tn.m

$$As = \frac{14.13 * 1000 * 100 \text{ tn.m}}{0.9 * 4200 \frac{kg}{cm^2} * 0.9 * 53.78cm}$$

$$As = 7.72 \text{ cm}^2$$

El acero correspondiente en el apoyo será

$$2 \text{ de } \emptyset 1''$$

En el 4to Nivel: Apoyos M (-) = 26.490 tn.m

$$As = \frac{26.490 * 1000 * 100 \text{ tn.m}}{0.9 * 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 0.9 * 53.78 \text{ cm}}$$

$$As = 14.48 \text{ cm}^2$$

El acero correspondiente en el apoyo será

$$2 \text{ de } \emptyset 1 + 2\emptyset 3/4''$$

En el 4to Nivel: Apoyos M (-) = 29.325 tn.m

$$As = \frac{29.325 * 1000 * 100 \text{ tn.m}}{0.9 * 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 0.9 * 53.78 \text{ cm}}$$

$$As = 16.03 \text{ cm}^2$$

El acero correspondiente en el apoyo será

$$2 \text{ de } \emptyset 1 + 2\emptyset 3/4''$$

En el 4to Nivel: Tramo M (+) = 0.55 tn.m

$$As = \frac{0.55 * 1000 * 100 \text{ tn.m}}{0.9 * 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 0.9 * 53.78 \text{ cm}}$$

$$As = 0.30 \text{ cm}^2$$

Se adoptará el acero mínimo planteado en el análisis

$$As = 3.90 \text{ cm}^2$$

El acero correspondiente en el apoyo será

$$2 \text{ de } \emptyset 3/4''$$

En el 3er Nivel: Apoyos M (-) = 30.572 tn.m

$$As = \frac{30.572 * 1000 * 100 \text{ tn. m}}{0.9 * 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 0.9 * 53.78 \text{ cm}}$$

$$As = 16.71 \text{ cm}^2$$

El acero correspondiente en el apoyo será

$$2 \text{ de } \emptyset 1 + 3 \emptyset 3/4''$$

En el 3er Nivel: Apoyos M (-) = 31.309 tn.m

$$As = \frac{31.309 * 1000 * 100 \text{ tn. m}}{0.9 * 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 0.9 * 53.78 \text{ cm}}$$

$$As = 17.11 \text{ cm}^2$$

El acero correspondiente en el apoyo será

$$2 \text{ de } \emptyset 1 + 3 \emptyset 3/4''$$

En el 3er Nivel: Tramo M (+) = 0.495 tn.m

$$As = \frac{0.495 * 1000 * 100 \text{ tn. m}}{0.9 * 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 0.9 * 53.78 \text{ cm}}$$

$$As = 0.27 \text{ cm}^2$$

Se adoptará el acero mínimo planteado en el análisis

$$As = 3.90 \text{ cm}^2$$

El acero correspondiente en el apoyo será

$$2 \text{ de } \emptyset 3/4''$$

En el 2do Nivel: Apoyos M (-) = 30.502 tn.m

$$As = \frac{30.502 * 1000 * 100 \text{ tn. m}}{0.9 * 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 0.9 * 53.78 \text{ cm}}$$

$$As = 17.22 \text{ cm}^2$$

El acero correspondiente en el apoyo será

$$2 \text{ de } \emptyset 1 + 3 \emptyset 3/4''$$

En el 2do Nivel: Apoyos M (-) = 32.585 tn.m

$$As = \frac{32.585 * 1000 * 100 \text{ tn. m}}{0.9 * 4200 \frac{kg}{cm^2} * 0.9 * 53.78cm}$$

$$As = 17.81 \text{ cm}^2$$

El acero correspondiente en el apoyo será

$$2 \text{ de } \emptyset 1 + 3 \emptyset 3/4''$$

En el 2do Nivel: Tramo M (+) = 0.325 tn.m

$$As = \frac{0.325 * 1000 * 100 \text{ tn. m}}{0.9 * 4200 \frac{kg}{cm^2} * 0.9 * 53.78cm}$$

$$As = 0.18 \text{ cm}^2$$

Se adoptará el acero mínimo planteado en el análisis

$$As = 3.90 \text{ cm}^2$$

El acero correspondiente en el apoyo será

$$2 \text{ de } \emptyset 3/4''$$

En el 1er Nivel: Apoyos M (-) = 30.471 tn.m

$$As = \frac{30.471 * 1000 * 100 \text{ tn. m}}{0.9 * 4200 \frac{kg}{cm^2} * 0.9 * 53.78cm}$$

$$As = 16.66 \text{ cm}^2$$

El acero correspondiente en el apoyo será

$$2 \text{ de } \emptyset 1 + 3 \emptyset 3/4''$$

En el 1er Nivel: Apoyos M (-) = 31.453 tn.m

$$As = \frac{31.453 * 1000 * 100 \text{ tn. m}}{0.9 * 4200 \frac{kg}{cm^2} * 0.9 * 53.78cm}$$

$$As = 17.19 \text{ cm}^2$$

El acero correspondiente en el apoyo será

2 de Ø1 + 3 Ø3/4"

En el 1er Nivel: Tramo M (+) = 0.375 tn.m

$$As = \frac{0.325 * 1000 * 100 \text{ tn. m}}{0.9 * 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 0.9 * 53.78 \text{ cm}}$$

$$As = 0.20 \text{ cm}^2$$

Se adoptará el acero mínimo planteado en el análisis

$$As = 3.90 \text{ cm}^2$$

El acero correspondiente en el apoyo será

2 de Ø3/4"

o Corte de varillas:

La longitud de desarrollo en la viga según el E060 Concreto Armado se obtendrá con la siguiente fórmula:

$$Ldb = 0.06 * Ab * \frac{fy}{\sqrt{f'c}}$$

Para 1":

El área de la barra de 1" es 5.10 cm² y con un diámetro de 2.54cm

$$Ldb = 0.06 * 5.10 \text{ cm}^2 * \frac{4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{\sqrt{210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}} = 88.69 \text{ cm}$$

Para vigas con más de 30cm de concreto se multiplica por el factor: K = 1.4.

$$Ldb (1") = 1.4 * Ldb = 1.4 * 88.69 \text{ cm}$$

$$Ldb (1") = 124.16 \text{ cm}$$

Para 3/4":

El área de la barra de 3/4" es 2.84 cm² y con un diámetro de 1.91cm

$$Ldb = 0.06 * 5.10 \text{ cm}^2 * \frac{4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{\sqrt{210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}} = 49.39 \text{ cm}$$

Para vigas con más de 30cm de concreto se multiplica por el factor: K = 1.4.

$$Ldb (3/4") = 1.4 * Ldb = 1.4 * 49.39 \text{ cm}$$

$$Ldb (1") = 69.14 \text{ cm}$$

○ Refuerzo Transversal por Cortante:

Hacemos uso de la NTE E060 capítulo 13. Límites del espaciamiento del refuerzo por corte:

A) S_{max} , donde no se requiere refuerzo transversal.

$$Vu \leq f Vn$$

$$Vn = VC + Vs$$

$$Vs = Vud / f - Vc$$

Para:

1. $S \leq 0.60 \text{ m}$
2. $S \leq 0.50d$
3. $S \leq Av_{\text{mín}} * Fy / 3.5b$

Dónde:

Av : Área mínima de corte

b : Base de la sección en cm

Si $Vs > 1.1 \sqrt{F'c} \cdot b \cdot d$; el espaciamiento máximo deberá reducirse a la mitad, además Vs no será mayor de $2.1 \sqrt{F'c} \cdot b \cdot d$

B) $S_{máx}$, desde la cara de apoyo hasta la distancia "d".

$$S = f Av \cdot Fy \cdot D / (Vud - fVc) \quad f = 0.85$$

C) $S_{máx}$, $Vs = Av \cdot Fy \cdot d / S$

Dónde:

Av : Es el área de refuerzo por cortante dentro de una distancia "S"

proporcional por la suma de áreas de las ramas del o de los estribos ubicados en el alma.

○ Refuerzo transversal en elementos que resistan fuerzas de sismo por confinamiento.

1. Constituido por estribos cerrados de diámetro mínimo 3/8"

2. Longitud de la zona de confinamiento, dos veces de peralte del elemento.

3. Espaciamiento máximo en la zona de confinamiento, el menor de los siguientes valores:

a) 0.25d

b) Ocho veces el diámetro de la barra longitudinal de menor diámetro

c) 30 cm

El primer estribo debe ubicarse a la mitad de S_o ó 5cm

4. Espaciamiento máximo fuera de la zona de confinamiento: 0.5d

○ Limitaciones de diseño:

El cortante de contribución del concreto se determina con la siguiente fórmula:

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

Reemplazando valores con $b = 30\text{cm}$ y $d = 53.78\text{cm}$

$$V_c = 0.53 * \sqrt{210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * 30\text{cm} * 53.78\text{cm}$$

$$V_c = 12392 \text{ tn}$$

Ahora determinamos el fV_c

$$fV_c = 0.85 * 12392 \text{ tn} = 10533 \text{ tn}$$

○ Cálculo de los estribos:

Primero se calcula la resistencia nominal a cortante proporcionada por el refuerzo de cortante (V_s)

$$V_s = \frac{V_{ud}}{\phi} - V_c$$

Dónde:

V_u : Es la resistencia requerida por corte en la sección analizada

V_{ud} : Resistencia requerida por corte a una distancia de la columna

V_c : Contribución del concreto

Vigas de 30 x 60 cm

Por cortante de diseño:

Para valores de

$$V_u = 27.722 \text{ tn}$$

$$V_{ud} = 26.638 \text{ tn}$$

$$V_c = 12.392 \text{ tn}$$

$$FV_c = 10.533 \text{ tn}$$

Dónde no se requiere estribos:

$$V_s = \frac{26.638 \text{ tn}}{0.85} - 12.392 \text{ tn} = 18.947 \text{ tn}$$

Se determina diferentes espaciamientos entre varillas

$$S_1 = 0.60 \text{ m}$$

$$S_2 = 0.27 \text{ m}$$

$$S_3 = 0.57 \text{ m} \text{ -----} \rightarrow A_b = 0.71 \text{ cm}^2$$

$$\text{Hasta una distancia "d" : } S = 0.17 \text{ m}$$

$$\text{Hasta una distancia "l" : } S = 0.25 \text{ m} \quad \text{P} \quad S = 0.79 \text{ m}$$

En conclusión, el diseño quedara de la siguiente manera

$$A_E \quad 3/8" \quad 1@0.05\text{m}; 4 @ 0.20\text{m}; R@0.25\text{m}$$

Por confinamiento:

Diámetro mínimo: $\bar{A} \text{ mín.} = 3/8''$

Longitud de la zona de confinamiento: $L = 2d = 1.08 \text{ m}$

Espaciamiento máximo de la zona de confinamiento: $0.13 - 0.15 - 0.30 \text{ m}$

Espaciamiento máximo fuera de la zona de confinamiento: $L = 0.5d = 0.27 \text{ m}$

En conclusión, el diseño por confinamiento con varilla de $3/8''$ será:

$$\bar{A} \quad 3/8'' \quad 1@0.05\text{m}; 4 @ 0.20\text{m}; R@0.25\text{m}$$

✚ Diseño de las columnas:

Todas las columnas son de igual sección transversal de: $0.50 \times 0.50 \text{ m}$

Según N.P.E.

Si : $P_u > 0.1 * f'c * A_g$

La columna se analizará como elementos en flexo compresión en caso contrario se diseñará como elemento en flexión.

$$0.1 * F'c * A_g = 52.5 \text{ Ton}$$

La menos cargada = 27.73 Ton

Por lo tanto, las columnas se diseñarán como elementos en flexo compresión y se tendrá en cuenta los efectos de esbeltez.

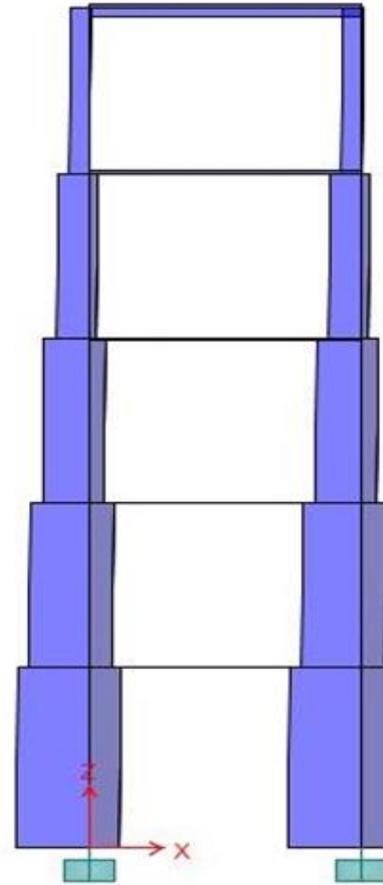


Figura 38: Diagrama de fuerza axial de las columnas.

Fuente: Elaboración propia

- Verificación por Esbeltez

Rigideces:

$$K = \frac{I}{L} \longrightarrow I = \frac{bh^3}{12}$$

Dónde:

I: Inercia de la sección (m³)

L: Longitud del elemento (m)

b: Base de la sección (m)

h: Altura de la sección (m)

Tabla 48: Rigidez de los elementos vigas y columnas de los pórticos.

Elemento	Nivel	L (m)	b (m)	h (m)	K
Viga	Superior	4.025	0.30	0.60	1341
	Resto	4.025	0.30	0.60	1341
Columna	Superior	2.800	0.50	0.50	1860
	Centro	2.800	0.50	0.50	1860
	Inferior	3.400	0.50	0.50	1532

Fuente: Elaboración propia

De las fórmulas:

$$\psi = \frac{\sum K_{col}}{\sum K_{vig}} \longrightarrow \psi_m = \frac{\psi_{sup} + \psi_{inf}}{2}$$

Para elementos no arriostrados contra desplazamiento lateral, sujetos a compresión, la longitud efectiva se puede hallar de la siguiente forma:

Para: $y_m < 2$

$$K = (20 - \psi_m) * \sqrt{\frac{1 + \psi_m}{20}}$$

Para: $y_m > 2$

$$K = 0.9 * \sqrt{(1 + \psi_m)}$$

Si: $K * L_n / r \leq 22$; no es necesario considerar efectos de esbeltez.

$r = 0.3t$ (radio de giro)

$r = 0.150$ m

Reemplazando:

Tabla 49: Longitud efectiva para rigideces de elementos estructurales.

Nivel	y sup	y inf	y m	K	Ln	K Ln / r
5	1.387	2.773	2.080	1.579	2.20	23.17
4	2.773	2.773	2.773	1.748	2.20	25.64
3	2.773	2.773	2.773	1.748	2.20	25.64
2	2.773	2.529	2.651	1.720	2.20	25.22
1	2.529	1.000	1.764	1.496	3.10	30.92

Fuente: Elaboración propia

Se observa que la esbeltez de columnas en todos los niveles es mayor a 22, por lo tanto, se debe analizar el elemento por efectos de esbeltez.

○ Análisis del Efecto de Esbeltez:

$$I_g = \frac{b * t^3}{12}$$

Dónde:

Ig: Inercia de la Columna

Ec: Módulo de elasticidad del concreto

$$P_c = \frac{\pi^2 * EI}{(K * l_n)^2} \quad E_c = 15000\sqrt{f'_c}$$

$$EI = \frac{E_c * I_g}{(2.5 * (1 + Bd))} \quad Bd = \frac{Md}{Mu_{max}}$$

Dónde:

MD: Momento máximo de carga muerta

Mu: Momento máximo positivo debido a la carga total de diseño

El Momento último para el diseño de las columnas será determina por:

$$Mu = \delta l * M_{uv} + \delta g * M_{us}$$

Dónde:

$$\delta l = \frac{C_m}{(1 - \frac{P_u}{\phi P_c})} \geq 1 \quad \delta l = \frac{C_m}{(1 - \frac{\sum P_u}{\phi \sum P_c})} \geq 1$$

f = 0.7 (para aplastamiento del concreto)

Cm = 1 (por no estar arriostrado)

dl = Efectos Locales

dg = Efectos Globales

Muv = Momento en el elemento debido a cargas verticales amplificadas, del análisis de 1º orden.

Mus = Momento en el elemento debido a cargas laterales amplificadas, del análisis de 1º orden.

SPu = Sumatoria de cargas axiales de todas las columnas del entrepiso

SPc = Sumatoria de cargas críticas de pandeo de todas las columnas del entrepiso.

K = Factor de longitud efectiva de columna.

f = Factor de reducción de resistencia.

bd = Relación entre el momento máximo debido a carga muerta de diseño y el momento máximo debido a carga total de diseño, siempre positivo.

Datos: F'c = 210 Kg/cm², Ec = 2.17x10⁶ Ton/m², Ig = 5.21 x 10⁻³ m⁴

Tabla 50: Efectos locales y globales de las cargas axiales de las columnas.

Nivel	bd	EI	K	Ln	Pc (Ton)	Pu (Ton)	dl	dg
5	0.191	3801.36	1.579	2.20	3107.15	27.730	1.013	1.013
4	0.034	4379.65	1.748	2.20	2922.06	70.173	1.036	1.036
3	0.014	4467.79	1.748	2.20	2980.87	128.840	1.066	1.066
2	0.017	4453.73	1.720	2.20	3071.07	204.280	1.105	1.105
1	0.016	4457.24	1.496	3.10	2044.43	295.956	1.261	1.261

Fuente: Elaboración propia

Se puede apreciar:

$$\delta l = \delta g$$

Esto es debido a que la columna es simétrica en todos los sentidos.

Tabla 51: Relación de momentos últimos longitudinal y transversal con pesos unitarios.

Nivel	Pu (Ton)	Mu (Ton-m)		ex (m)	ey (m)
		Longit.	Transv.		
5	27.730	28.434	15.625	0.563	1.025
4	70.173	17.592	11.679	0.166	0.251
3	128.840	16.832	11.855	0.092	0.131
2	204.280	17.755	12.072	0.059	0.087
1	295.956	27.716	12.159	0.041	0.094

Fuente: Elaboración propia

Cuando la cuantía exceda de 0.04, los planos deberán incluir detalles constructivos de la armadura en la unión viga-columna.

Tener en cuenta que debe considerarse siempre una excentricidad

accidental igual a:

$$0.05h \geq 2 \text{ cm}$$

Siendo "h" la dimensión de la columna en la dirección de la flexión.

○ Análisis de la Flexión Biaxial:

Se usará el siguiente método de análisis, aproximado para columnas cuadradas o rectangulares.

Fórmulas de BRESLER:

$$\frac{1}{P_u} \leq \frac{1}{\phi P_{nx}} + \frac{1}{\phi P_{ny}} - \frac{1}{\phi P_{no}}$$

Dónde:

P_u = Es la resistencia última en la flexión biaxial

ϕP_{nx} = Es la resistencia de diseño para $e_y = 0$

ϕP_{ny} = Es la resistencia de diseño para $e_x = 0$

ϕP_{no} = Es la resistencia de diseño para $e_x = e_y = 0$ $f = 0.80$

Esta ecuación es válida para valores de:

$$\frac{P_u}{\phi P_{no}} \geq 0.1$$

En caso contrario se usará la siguiente expresión:

$$\frac{M_{ux}}{\phi M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi M_{ny}} \leq 1$$

ϕM_{nx} , ϕM_{ny} : Resistencia de diseño en los ejes x e y.

○ Cálculo del Acero Longitudinal:

Para la sección de la columna:

Datos:

$$F'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2 \text{ -----} \rightarrow \text{Æ (3/8")} = 0.95\text{cm} ; \text{Æ (1")} = 2.54 \text{ cm}$$

$$d = 50 - (4.00 + 0.95 + 2.54 / 2) = 43.78 \text{ cm} \quad d' = 6.22\text{cm}$$

Hacemos uso del diagrama de iteración para el diseño de columnas. Se diseñará la columna del primer piso por tener.

$P_u = 295.956$ Ton (deberá cumplir los requisitos de flexión)

$$e_x = 0.041\text{m} \quad e_y = 0.094\text{ m} \quad e_{\text{mín}} = 0.0275$$

De la cuantía para diseño de columnas:

$$r_{\text{mín.}} = 0.01 \quad r_{\text{máx.}} = 0.06$$

Asumiremos: $r = 0.012$

$$\text{Varillas Longitudinales de } \bar{A} = 1" \bar{A} (1") = 5.10 \text{ cm}^2$$

$$\text{Varillas Transversales de } \bar{A} = 3/8" \bar{A} (3/8") = 0.71 \text{ cm}^2$$

Entonces:

$$A = p * b * d$$

$$p_t = \frac{A_s}{b * t} \quad m = \frac{f_y}{0.85 * f'_c}$$

$$A = 52.54\text{cm}^2$$

Para: $12@1" \bar{P} A_s = 61.20 \text{ cm}^2$

$$r_t = 0.024 > 0.012 \dots\dots\dots\text{ok!}$$

$$m = 23.53 \quad \bar{P} \quad p_{tm} = 0.576$$

Cálculo de Cargas Ultimas:

- $\bar{A} P_{nx}$:

$$g_x = \frac{b - 2 * d'}{b}$$

$$g_x = 0.75 \quad e = 0.0410 \quad \text{Interpolando: } K = 0.765$$

$$P_{nx} = K * f'_c * b * t$$

$$fP_{nx} = 401.63 \text{ Ton}$$

$$g_y = \frac{b - 2 * d'}{b} = 0.75$$

$$e = 0.094 = 0.187$$

Interpolando: $K = 0.225$

- Æ Pny :

$$Pny = K * f'c * b * t$$

$$fPny = 118.13 \text{ Ton}$$

- Æ Pno :

$$Pno = 0.85 * f'c * (Ag - As) + As * fy$$

$$Pno = 692.37 \text{ Ton}$$

$$fPno = 553.89 \text{ Ton}$$

- Cálculo del Acero Transversal:

Cortante que absorbe el concreto:

$$Vc = 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$Vc = 16.81 \text{ Ton} \quad \text{P} \quad fVc = 14.29 \text{ Ton}$$

Especificaciones:

Según los resultados del análisis, ningún cortante de diseño sobrepasa al cortante que absorbe el concreto. Por lo tanto, la distribución de los estribos es de la siguiente manera. Se calcula la longitud de la zona de confinamiento.

$$Lc \geq \frac{Ln}{6}$$

$$Ln = 2.20 \text{ m} \quad \text{P} \quad Lc = 0.3667 \text{ m}$$

Mayor lado de la sección: $Lc = 0.5 \text{ m}$

Mayor de: $Lc = 0.45 \text{ m}$

Adoptamos: $Lc = 0.5 \text{ m}$

Dentro de la zona de confinamiento la separación de estribos debe ser menor que:

$$\text{Menor lado de la sección} / 2 = 0.25 \text{ m}$$

Menor de: 0.10 m

Fuera de la zona de confinamiento la separación de estribos debe ser mayor que:

$$16 db = 0.41 \text{ m}$$

Mayor de: 0.10 m

En conclusión: $\text{Æ } 3/8" \text{ } 1@0.05; 5@ 0.10 \text{ R}@0.30$ desde ambos extremos de la columna.

j) Diseño de la Cimentación:

Peso de la estructura del T.E = 65.359 Ton

Peso de las Vigas: $0.30 \times 0.40 \times 3.53 \times 2.40 \times 4 = 4.061 \text{ Ton}$

$$0.30 \times 0.60 \times 3.53 \times 2.40 \times 16 = 24.368 \text{ Ton}$$

Peso de Columnas: $0.50 \times 0.50 \times 14.70 \times 2.40 \times 4 = 35.280 \text{ Ton}$

$$\text{CM} = 129.068 \text{ Ton}$$

$$\text{CV} = 88.357 \text{ Ton}$$

Peso para cada Zapata:

$$\text{CM} = 32.27 \text{ Ton}$$

$$\text{CV} = 22.09 \text{ Ton}$$

CS = 47.02 Ton (del análisis estructural por cortante Vasal)

$$\text{Ct} = 101.38 \text{ Ton}$$

✚ Capacidad portante del suelo:

De acuerdo al estudio de suelos realizado, como se puede apreciar en la mecánica de suelos; la capacidad portante para la zona de ubicación del Tanque Elevado es:

$$q_{adm} = 1.175 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (del estudio de suelos)}$$

datos:

Se emplearán zapatas cuadradas conectadas con vigas de cimentación.

Columnas diseño: 0.50m x 0.50m

$g_s = 1.95 \text{ Ton/m}^3$

$g_c = 2.40 \text{ Ton/m}^3$

$F'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

$F_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$

$D_f = 1.60 \text{ m}$

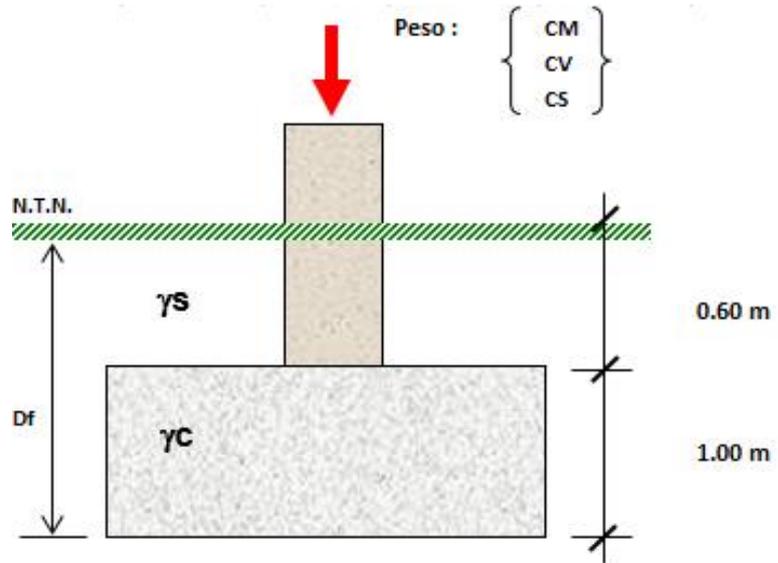


Figura 39: Perfil de la cimentación superficial de la estructura de soporte del tanque.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52: Sumatorias de cargas que deberán resistir las zapatas.

M	Longitudinal	Transversal
M _{cm}	0.186 Ton-m	0.186 Ton-m
M _{cv}	0.012 Ton-m	0.012 Ton-m
M _{cs}	32.048 Ton-m	32.048 Ton-m
M _{total}	32.246 Ton-m	32.246 Ton-m

Fuente: Elaboración propia

Nota:

Por ser zapatas conectadas por vigas de cimentación en ambos sentidos, no se va a considerar momento por carga de sismo en el sentido transversal.

✚ Capacidad neta del terreno:

$$\sigma_{nt} = \sigma_t - h * \gamma_c - (D_f - h) * \gamma_s$$

Dónde:

σ_t : Capacidad portante del terreno

γ_c : Peso específico del concreto

γ_s : Peso específico del suelo

D_f : Profundidad de cimentación

h : Peralte de zapata.

$$\sigma_{nt} = 11.75 - 1.00 \times 2.40 - 0.60 \times 1.950$$

$$\sigma_{nt} = 8.18 \text{ Ton/m}^2$$

✚ Pre-Dimensionamiento de zapatas:

$$A_s = \frac{P_s}{\sigma_{nt}} * f$$

Dónde:

P_s : Carga de servicio

σ_{nt} : Capacidad neta del terreno

f : Factor que permite aumentar en 10% y 15% el área de zapata, por posible aumento de momentos y peso de la zapata respectivamente.

Carga y Momento de Servicio:

$$P_s = 32.27 \text{ tn} + 22.09 \text{ tn} = 54.36 \text{ Ton}$$

$$M_s = 0.186 \text{ tn} + 0.012 = 0.198 \text{ Ton}$$

$$A_z = 8.41 \text{ m}^2 \quad \text{P Adoptar una zapata cuadrada: } L = 2.899 \text{ m}$$

$$L = 3.00 \text{ m}$$

✚ Dimensiones de la zapata:

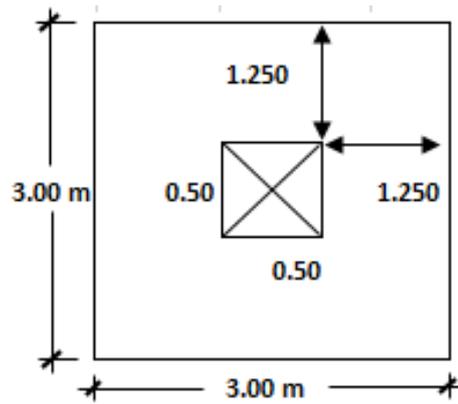


Figura 40: Vista en planta de las dimensiones de las zapatas corridas de la estructura.

Fuente: Elaboración propia

o Determinación de la presión de diseño (última transmitida):

Se elige la mayor presión de todas las combinaciones anteriormente calculadas, y a la reacción correspondiente se le multiplicará por su respectivo factor de mayoración de carga. En este caso, resultó La Carga de Gravedad y Sismo. Dirección Longitudinal - Sentido Horario

$$S = \frac{111.40}{3m * 3m} \pm 6 \left(\frac{-7.339}{3m + 3m^2} \right) * 1.25$$

$$Su = 14.268 \frac{tn}{m}$$

k) Diseño de la viga de conexión:

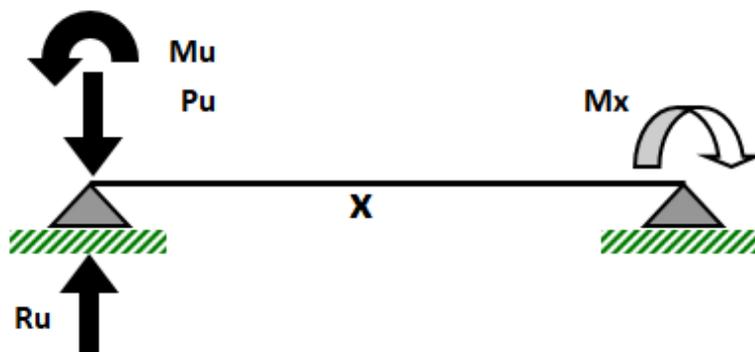


Figura 41: Diseño de los momentos actuantes en la viga de conexión.

Fuente: Elaboración propia

$$\sum M_o = 0$$

$$M_x - M_u + P_u \cdot X - R_u \cdot X = 0$$

$$M_x = M_u + P_u \cdot X - R_u \cdot X$$

$$M_x = M_u + (P_u - R_u) \cdot X$$

$$R_u = 1.25 \times 117.40 = 146.76 \text{ Ton}$$

$$P_u = 1.25 \times 101.38 = 126.73 \text{ Ton}$$

$$M_u = 1.25 \times 32.246 = 40.31 \text{ Ton}$$

Momento de Diseño se calcula a cara de la zapata:

$$\text{Dist.} = 1.50 \text{ m}$$

$$M_d = 40.31 + 126.73 - 146.76 \times 1.50$$

$$M_d = 10.27 \text{ Ton-m.}$$

✚ Dimensionamiento de la viga de conexión:

$$h = \frac{L_n}{7} \quad b \geq \frac{h}{2}$$

$$L_n = 3.53 \text{ m}$$

$$b \geq 0.30 \text{ m}$$

Asumiremos: $h = 0.60 \text{ m}$ y $b = 0.50 \text{ m}$

✚ Determinación del Peralte Efectivo:

$$p_{min} = 0.7 * \sqrt{\frac{f'_c}{f_y}}$$

$$M_u = \phi * b * d^2 * f_y * p * \left(1 - 0.59 * p * \frac{f_y}{f'_c}\right)$$

$$f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f = 0.9$$

Remplazando:

$$r_{\min} = 0.0024$$

$$M_u = 10.27 \text{ Ton-m}$$

$$d_{\min} = 46.75 \text{ cm} < h \dots\dots\dots \text{ok!}$$

✚ Diseño por Flexión:

$$b = 50.00 \text{ cm}$$

$$h = 60.00 \text{ cm}$$

$$M_u = 10.27 \text{ Ton-m} \quad E: \Delta E = 3/8" = 0.95$$

$$\text{rec.} = 5.00 \text{ cm} \quad L: \Delta E = 1" = 2.54$$

$$d = h - (\text{rec.} + \Delta E + \Delta L / 2) = 52.78 \text{ cm}$$

$$a) A_s = \frac{M_u}{\phi * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)} \quad \text{---} \rightarrow \quad a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

$$A_s = 4.97 \text{ cm}^2$$

$$b) A_s \text{ min} = 0.0024 * b * d$$

$$A_s = 6.33 \text{ cm}^2$$

Entonces asumiremos: 4@ 1/2"

✚ Diseño por Cortante:

$$\text{Cortante \u00cdltimo:} \quad V_u = 146.76 - 126.73 = 20.03 \text{ Ton}$$

$$\text{Cortante que absorbe el concreto:} \quad f = 0.85$$

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_c = 20.27 \text{ Ton}$$

$$fV_c = 17.23 \text{ Ton}$$

Cortante tomado por los estribos:

$$V_s = \frac{V_u d}{\phi} - V_c$$

$$V_s = 3.29 \text{ Ton}$$

Se observa que por diseño no es necesario, pero por confinamiento adoptamos:

$$\text{Æ } 3/8" \text{ 1@0.05, 8@0.15, R@0.35}$$

✚ Diseño de la zapata:

Datos:

Columnas: 0.50 x 0.50 m

$$F'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

Cargas: CM = 32.27 Ton

$$F_y = 4,200 \text{ Kg/cm}^2$$

$$CV = 22.09 \text{ Ton}$$

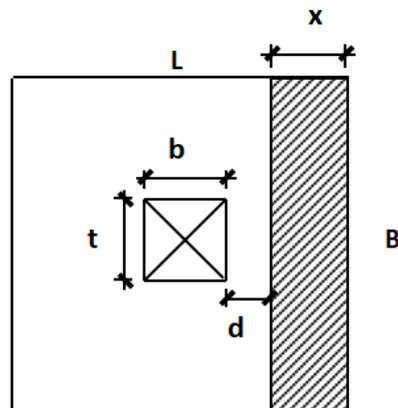
Zapata: 3.00 x 3.00 m

Presión: $s_u = 14.27 \text{ Ton/m}^2$.

✚ Verificación del Peralte por Cortante:

Se analizará a una distancia "d" de la cara de la columna.

$$\text{Æ } (1") 2.54 \text{ cm}$$



Datos:

$$h = 1.00 \text{ m}, \text{ rec.} = 7.5 \text{ cm}$$

Entonces:

$$d = h - (\text{rec.} + \text{Æ})$$

$$d = 89.96 \text{ cm}$$

$$x = L / 2 - (b/2 + d)$$

$$x = 0.35 \text{ m}$$

Cortante actuante último a una distancia "d":

$$Vud = \sigma u * B * x$$

$$Vud = 15.00 \text{ Ton}$$

Cortante que absorbe el concreto:

$$Vc = 0.53 * \sqrt{f'c} * B * d$$

$$Vc = 207.28 \text{ Ton}$$

$$fVc = 176.19 \text{ Ton} > Vud \dots \text{ok!}$$

🚧 Verificación del Peralte por Punzonamiento:

La sección crítica se encuentra a una distancia "d/2" de la cara de la columna.

Punzonamiento actuante último a una distancia "d/2".

$$Vup = \sigma u * (At - Ao)$$

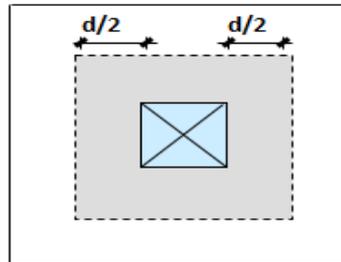


Figura 42: Verificación de distancia para verificación por punzonamiento de las zapatas.

Fuente: Elaboración propia

Dónde:

At: Área total de zapata: $At = 9.00 \text{ m}^2$

Ao: Área punzonada: $Ao = 1.96 \text{ m}^2$

$$Vup = 100.46 \text{ Ton}$$

Punzonamiento cortante del concreto.

El mayor de:

$$Vcp = \frac{0.53 + 1.1}{B} * \sqrt{f'c} * bo * d$$

$$V_{cp} = 1189.63 \text{ Ton}$$

$$V_{cp} = 1.1 * \sqrt{f'c} * b_o * d$$

$$V_{cp} = 802.82 \text{ Ton}$$

Dónde:

b: Relación entre el lado mayor y menor de la columna

b_o: Perímetro punzonado

b = 1 (cuadrada)

b_o = 5.60 m

Se analizará con:

$$V_{cp} = 1189.63 \text{ Ton}$$

$$fV_{cp} = 1011.18 \text{ Ton}$$

Por lo tanto: $fV_{cp} > V_{up}$ ok!

✚ Verificación del Peralte por Longitud de Anclaje del Acero de la Columna:

Del diseño estructural del castillo tenemos las varillas longitudinales:

El mayor de:

$$l = 0.08 * d_b * \frac{f_y}{\sqrt{f'c}} = 58.89 \text{ cm}$$

$$l = 0.004 * d_b * f_y = 42.67 \text{ cm}$$

$$l = 20 \text{ cm}$$

Por lo tanto: la longitud mayor es = 58.89 cm

Por lo tanto:

$$d = 89.96 \text{ cm} > l_a = 58.89 \text{ cm} \text{ok!}$$

✚ Diseño por Flexión:

La sección crítica en la cara de la columna (la cual será la misma en ambas direcciones por ser cuadrada).

Carga Ultima Actuante:

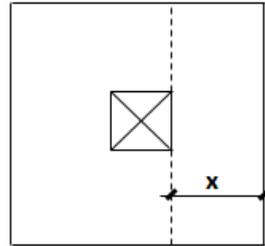
$$Wu = \sigma u * B$$

$$Wu = 42.80 \text{ Ton/m}$$

Momento Último Actuante:

$$Mu = \frac{Wu * x^2}{2}$$

$$Mu = 33.44 \text{ tn. m}$$



$$x = 1.25 \text{ m}$$

Acero minima:

$$Asmin = 0.0018 * B * d$$

$$Asmin = 48.58 \text{ cm}^2$$

Acero Requerido:

$$As = \frac{Mu}{\phi * fy * \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b}$$

$$As = 21.56 \text{ cm}^2 \text{ iterando}$$

$$Ad = 48.58 \text{ cm}^2 \text{ diseño}$$

Se usará:

$$1 \text{ } \text{Æ} \text{ 1" @ 0.15 m}$$

✚ Verificación por Adherencia:

Las varillas de la zapata en ambas direcciones serán de:

Æ	Æ (cm)	Av (cm ²)
1"	2.54	5.10

El mayor de:

$$I = 0.06 * A_s * \frac{f_y}{\sqrt{f'_c}} = 88.69 \text{ cm}$$

$$I = 0.006 * d_b * f_y = 64.01 \text{ cm}$$

$$I = 20 \text{ cm}$$

Por lo tanto: la longitud mayor es = 88.69 cm.

Entonces:

$$l_a = x - rec = 117.50 \text{ cm} > 88.69 \text{ cm} \dots \text{ok}$$

Se usará una longitud de 90 cm

✚ Verificación Por Aplastamiento:

Datos:

$f = 0.70$ (factor de reducción a la resistencia por aplastamiento)

$P_u = 126.73 \text{ Ton}$ (peso último del análisis de Presiones)

Resistencia Nominal:

$$P_n = 0.85 * f'_c * A$$

A: área de la columna

$$P_n = 446.25 \text{ Ton}$$

$$fP_n = 312.38 \text{ Ton} > P_u \dots \text{ok!}$$

✚ Metrado de la cimentación:

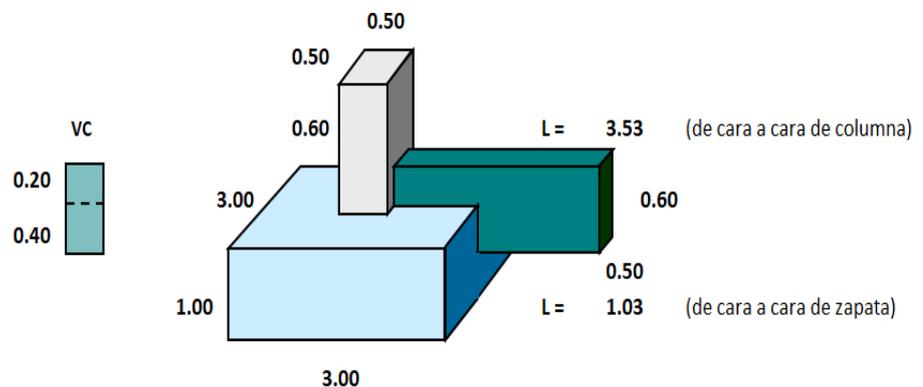


Figura 43: Perfil de conexión de zapatas con columnas y vigas de cimentación.

Fuente: Elaboración propia

Diseño:

Las vigas de conexión apoyadas sobre el suelo que soporta esfuerzos sísmicos de flexión provenientes de los momentos en las columnas; deben tener una distribución del refuerzo similar al de las vigas que forman parte del pórtico sobre la cimentación; esta encajada en el peralte de la zapata.

Peso:

$$\text{Zapata: } 1.00 \times 3.00 \times 3.00 \times 2.40 \times 4 = 86.400 \text{ Ton}$$

Viga Cimentación:

$$0.40 \times 1.03 \times 0.50 \times 2.40 \times 4 = 1.969 \text{ Ton}$$

$$0.20 \times 3.53 \times 0.50 \times 2.40 \times 4 = 3.384 \text{ Ton}$$

Peso de cimentación: 91.753 Ton

Peso Total:

$$Pt = \text{Peso de la estructura} + \text{Peso de la cimentación} = 309.179 \text{ tn}$$

✚ Chequeo del volteo:

Momento Resistente (Mr):

Peso Total de la Estructura:

$$Mr = Pt \times D$$

$$Mr = 1,086.06 \text{ Ton.m}$$

Momento de Volteo (Mv):

Del análisis sísmico:

Tabla 53: Momentos de sismo para análisis de volteo de zapatas.

Nº Piso	hi (m)	Vi (tn)	Mi (tn.m)
5	14.600	40.24	587.54
4	11.800	2.61	30.74
3	9.000	1.99	17.88
2	6.200	1.37	8.49
1	3.400	0.81	2.77
Total			647.42

Fuente: Elaboración propia

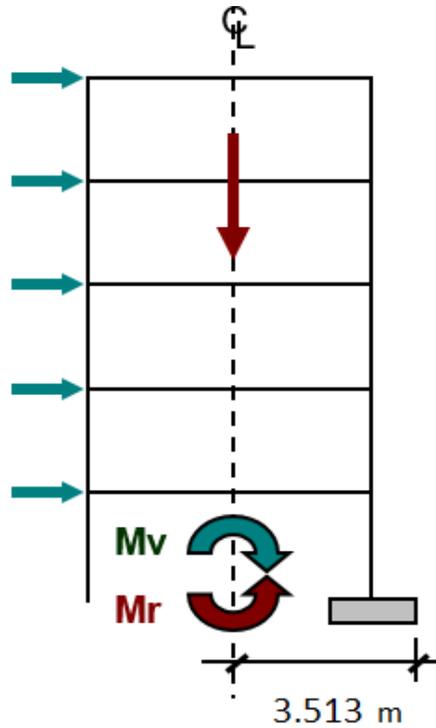


FIGURA 44: Momento resistente de las zapatas para chequeo de volteo.

Fuente: Elaboración propia

Según NTE.E030:

$$FS = \frac{Mr}{Mv} \geq 1.5 = \frac{1086.06}{647.42} = 1.68 > 1.50 \dots \dots OK$$

3.6. Modelamiento hidráulico del sistema de agua potable:

3.6.1. Consideraciones generales:

Para modelar el sistema de agua potable utilizamos el software WaterCAD que distribuirá el caudal en función de diámetros y la altura dinámica del tanque elevado respecto a diseño de la red, la cual nos arrojará velocidades y presiones que harán efecto para el correcto abastecimiento de agua potable.

3.6.2. Resultados de velocidades del software WaterCAD:

Tabla 54: Velocidades en función del diámetro según la demanda del caudal.

TUBERIA		Diámetro In	VELOCIDAD m/s
R1-J1	P-1	4"	1.43
J1-J2	P-2	4"	1.43
J2-J3	P-3	4"	1.07
J3-J4	P-4	4"	0.8
J4-J5	P-5	1"	0.6
J5-J6	P-6	1"	0.66
J6-J7	P-7	1"	0.64
J7-J8	P-8	1"	0.61
J7-J16	P-9	1"	0.6
J8-J9	P-10	1"	0.61
J9-J10	P-11	2"	0.60
J9-J14	P-12	4"	0.82
J10-J11	P-13	1"	0.61
J10-J13	P-14	2"	0.75
J2-J11	P-15	4"	0.62
J3-J10	P-16	2"	0.98
J4-J9	P-17	4"	0.76
J5-J8	P-18	1/2"	0.62
J8-J15	P-19	1"	0.60
J11-J12	P-20	4"	0.60
J12-J13	P-21	1"	0.7
J13-J14	P-22	2"	0.61
J14-J15	P-23	1"	0.63
J15-J16	P-24	1/2"	0.61
J16-J17	P-25	1"	0.73
J17-J18	P-26	1/2"	0.65
J18-J19	P-27	1"	0.64
J19-J20	P-28	1"	0.60
J20-J21	P-29	1"	0.61
J12-J21	P-30	2"	0.96
J13-J20	P-31	2"	0.65
J14-J19	P-32	4"	0.84
J15-J18	P-33	1"	0.61
J21-J22	P-34	2"	0.78
J22-J23	P-35	1"	0.6
J23-J24	P-36	2"	0.62
J24-J25	P-37	1"	0.72

J25-J26	P-38	1/2"	0.61
J17-J26	P-39	1"	0.88
J18-J25	P-40	1"	0.88
J19-J24	P-41	4"	0.8
J20-J23	P-42	2"	0.75
J22-J37	P-43	2"	0.61
J23-J35	P-44	2"	1.05
J24-J32	P-45	4"	0.69
J25-J29	P-46	1"	1.34
J26-J27	P-47	1"	1.02
J27-J28	P-48	1"	0.62
J28-J29	P-49	1"	0.61
J29-J30	P-50	1/2"	0.68
J30-J31	P-51	1"	0.69
J31-J32	P-52	1"	1.75
J32-J33	P-53	1"	0.99
J33-J34	P-54	1/2"	0.63
J34-J35	P-55	1"	0.72
J35-J36	P-56	1"	0.61
J36-J37	P-57	1"	0.84
J37-J38	P-58	1"	0.72
J38-J40	P-59	1"	0.61
J38-J41	P-60	1"	0.64
J41-J42	P-61	1/2"	0.62
J42-J43	P-62	1/2"	0.76
J43-J44	P-63	1"	0.61
J44-J45	P-64	1"	0.65
J45-J46	P-65	1"	1.17
J46-J47	P-66	1"	1.99
J47-J48	P-67	1"	0.69
J48-J49	P-68	1"	1.34
J49-J50	P-69	1"	1.48
J50-J51	P-70	1"	0.65
J51-J52	P-71	1"	0.60
J52-J53	P-72	1/2"	0.74
J53-J54	P-73	1/2"	0.97
J37-J42	P-74	1"	0.62
J36-J43	P-75	1/2"	0.60
J35-J44	P-76	2"	0.97
J34-J45	P-77	1"	0.62
J33-J46	P-78	1"	0.92
J32-J48	P-79	2"	1.79
J31-J50	P-80	1"	0.93
J30-J51	P-81	1"	0.72

J29-J52	P-82	1"	0.79
J28-J53	P-83	1"	0.63
J27-J54	P-84	1"	0.72
J54-J55	P-85	1"	0.92
J55-J56	P-86	1/2"	0.62
J56-J52	P-87	1"	1.01
J56-J57	P-88	1"	1.15
J57-J58	P-89	1/2"	0.61
J58-J59	P-90	1"	0.62
J59-J60	P-91	1/2"	0.64
J60-J63	P-92	1/2"	0.61
J60-J57	P-93	1/2"	0.60
J61-J62	P-94	1/2"	0.62
J62-J63	P-95	1/2"	0.61
J63-J64	P-96	1/2"	0.63
J64-J65	P-97	1/2"	0.64
J65-J66	P-98	1/2"	0.86
J66-J67	P-99	1"	1.93
J67-J68	P-100	1"	1.25
J68-J69	P-101	1"	0.98
J69-J70	P-102	1"	0.95
J70-J71	P-103	1"	1.01
J71-J72	P-104	1/2"	0.61
J72-J73	P-105	1/2"	0.62
J73-J74	P-106	1/2"	0.63
J74-J75	P-107	1/2"	0.62
J75-J76	P-108	1/2"	0.63
J76-J77	P-109	1/2"	0.93
J77-J78	P-110	1/2"	0.64
J71-J78	P-111	1"	1.15
J78-J79	P-112	1"	1.01
J79-J80	P-113	1/2"	0.62
J77-J80	P-114	1"	0.61
J80-J81	P-115	1"	0.68
J81-J82	P-116	1/2"	0.64
J82-J79	P-117	2"	0.91
J82-J44	P-118	2"	0.89
J41-J81	P-119	1"	0.79
J79-J84	P-120	1"	2.41
J84-J83	P-121	1"	2.02
J84-J85	P-122	1"	0.65
J85-J47	P-123	1"	1.07
J83-J68	P-124	1/2"	0.66
J84-J86	P-125	1/2"	0.64

J86-J87	P-126	1/2"	0.62
J87-J88	P-127	2"	1.15
J88-J67	P-128	2"	0.89
J88-J92	P-129	1"	0.96
J89-J109	P-130	1/2"	0.61
J87-J89	P-131	2"	1.2
J89-J90	P-132	2"	1.2
J90-J48	P-133	2"	1.21
J90-J91	P-134	1/2"	0.61
J92-J93	P-135	1"	0.95
J93-J94	P-136	1"	1.98
J93-J95	P-137	1"	0.60
J95-J49	P-138	1"	1.2
J94-J66	P-139	1/2"	0.64
J93-J57	P-140	1"	1.45
J61-J96	P-141	1/2"	0.62
J96-J97	P-142	1/2"	0.61
J97-J98	P-143	1/2"	0.63
J98-J99	P-144	1/2"	0.62
J99-J100	P-145	1/2"	0.64
J100-J101	P-146	1/2"	0.65
J101-J102	P-147	1/2"	0.64
J102-J103	P-148	1/2"	0.61
J103-J104	P-149	1/2"	0.61
J104-J105	P-150	1/2"	0.62
J105-J106	P-151	1/2"	0.63
J106-J107	P-152	1/2"	0.62
J107-J108	P-153	1/2"	0.67
J108-J39	P-154	1/2"	0.68
J39-J76	P-155	1/2"	0.64
J108-J75	P-156	1/2"	0.65
J107-J74	P-157	1/2"	0.68
J106-J73	P-158	1/2"	0.61
J105-J72	P-159	1/2"	0.63
J104-J71	P-160	1/2"	0.64
J103-J70	P-161	1/2"	0.62
J102-J69	P-162	1/2"	0.64
J101-J67	P-163	1/2"	0.62
J100-J65	P-164	1/2"	0.64
J99-J64	P-165	1/2"	0.62
J98-J63	P-166	1/2"	0.62
J97-J62	P-167	1/2"	0.61
J58-J55	P-168	1"	0.75
J59-J61	P-169	1"	0.63

Fuente: Elaboración propia

Nota: Se puede interpretar en el siguiente cuadro que la velocidad mínima es 0.6m/s y la velocidad máxima de 2.41 m/s estando dentro del parámetro del OS 050 redes de distribución de agua potable indica que la velocidad máxima será de 3m/s para tuberías de PVC. También se recalca que el diámetro mínimo de tubería de ½” y la máxima de 4”.

3.6.3. Resultados de presiones del software WaterCAD

Tabla 55: Presión en función del diámetro según la demanda del caudal.

NODO	Demanda L/s	COTA msnm	PRESION m H2O
J-1	0.000	115.39	17
J-2	0.011	115.38	17
J-3	0.039	115.42	17
J-4	0.055	115.41	16
J-5	0.031	114.9	17
J-6	0.005	115.34	16
J-7	0.006	114.85	16
J-8	0.030	114.53	17
J-9	0.052	114.98	17
J-10	0.037	115.01	17
J-11	0.011	114.96	17
J-12	0.022	114.94	17
J-13	0.074	114.94	17
J-14	0.105	114.9	17
J-15	0.059	114.48	17
J-16	0.010	114.81	16
J-17	0.011	114.76	16
J-18	0.060	114.44	17
J-19	0.105	114.83	17
J-20	0.074	114.87	17
J-21	0.022	114.92	17
J-22	0.022	114.85	17
J-23	0.074	114.8	17
J-24	0.106	114.75	17
J-25	0.061	114.4	16
J-26	0.010	114.72	16
J-27	0.017	114.67	15

J-28	0.016	114.72	15
J-29	0.047	114.36	16
J-30	0.086	114.73	15
J-31	0.083	114.7	15
J-32	0.075	114.68	17
J-33	0.086	114.7	16
J-34	0.023	114.72	16
J-35	0.076	114.73	17
J-36	0.053	114.82	17
J-37	0.047	114.93	17
J-38	0.045	114.77	17
J-39	0.016	114.06	15
J-40	0.009	114.88	17
J-41	0.039	114.3	17
J-42	0.042	114.46	17
J-43	0.045	114.62	16
J-44	0.049	114.72	16
J-45	0.065	114.8	16
J-46	0.066	114.89	15
J-47	1.030	114.91	14
J-48	0.061	114.95	15
J-49	1.031	114.9	14
J-50	0.066	114.89	14
J-51	0.066	114.82	14
J-52	0.037	114.77	14
J-53	0.015	114.78	15
J-54	0.017	114.79	14
J-55	0.009	114.65	14
J-56	0.005	114.75	14
J-57	0.006	114.72	13
J-58	0.009	114.46	14
J-59	0.011	114.27	14
J-60	0.007	114.7	13
J-61	0.012	114.07	14
J-62	0.019	114.38	14
J-63	0.017	114.67	13
J-64	0.015	114.42	14
J-65	0.015	114.17	13
J-66	1.358	114.06	13
J-67	0.017	113.92	15
J-68	1.358	113.95	14
J-69	0.015	113.99	14
J-70	0.015	114.07	15
J-71	0.014	114.14	15

J-72	0.013	114.12	15
J-73	0.014	114.09	15
J-74	0.016	114.09	15
J-75	0.013	114.08	15
J-76	0.016	114.07	16
J-77	0.015	114.12	16
J-78	0.011	114.29	16
J-79	0.010	114.45	16
J-80	0.021	114.17	16
J-81	0.012	114.21	17
J-82	0.009	114.58	16
J-83	1.357	114.36	14
J-84	0.004	114.39	14
J-85	1.030	114.45	14
J-86	0.007	114.38	14
J-87	0.003	114.21	14
J-88	0.003	114.16	14
J-89	0.003	114.76	15
J-90	0.003	114.84	15
J-91	0.003	114.77	15
J-92	0.006	114.69	13
J-93	0.004	114.79	13
J-94	1.357	114.78	12
J-95	1.030	114.8	13
J-96	0.010	114.09	14
J-97	0.020	113.89	14
J-98	0.019	113.79	14
J-99	0.019	113.78	14
J-100	0.019	113.79	14
J-101	0.019	113.84	15
J-102	0.019	114.05	14
J-103	0.019	114.26	15
J-104	0.016	114.42	15
J-105	0.013	114.44	15
J-106	0.012	114.46	15
J-107	0.015	114.47	15
J-108	0.015	114.32	15
J-109	0.003	114.2	15
R-1	0.000	126.31	

Nota: en el cuadro se puede observar que la presión máxima es de 17 m.c.a y la presión mínima de 12 m.c.a por lo que norma OS 050 de redes de distribución de agua indica que la presión estática mínima es de 10 m.c.a y la presión dinámica es 50 m.c.a por lo que se cumple con la normativa.

3.7. Diseño Alcantarillado:

3.7.1. Criterios de Diseño:

3.7.1.1. Consideraciones básicas:

Con el propósito de evacuar las aguas servidas que se presentaran en los puestos comerciales, así como las instalaciones sanitarias en los SS. HH del hipermercado, es vital importancia realizar un sistema de alcantarillado con redes colectores y buzones, para el correcto saneamiento del hipermercado cono norte.

3.7.1.2. Criterios para el Sistema de alcantarillado.

a) Caudal de diseño.

El Sistema de alcantarillado sera diseñado con el 80% de la demanda total del sistema, o también llamado volumen de consumo (Vc).

3.7.2. Diseño de la red alcantarillado.

3.7.2.1. Cálculo del caudal de desagüe (Qd)

A) Caudal de contribución de alcantarillado (Qa)

$$Qa = 80\% \times Qm$$

Dónde:

Qm = Consumo total de alcantarillado en (lts/seg)

Para ello primero tenemos que determinar el consumo total de alcantarillado en lts/seg de la siguiente manera:

$$Qm = \frac{Qc = 270738 \frac{lts}{día}}{14 \text{ horas} * 60min * 60seg}$$

$$Qm = 5.371 \text{ lts/seg}$$

Luego procedemos a determinar el caudal de contribución:

$$Qa = 5.371 \text{ lts/seg} * 0.8$$

$$Qa = 4.297 \text{ lts/seg}$$

b) Caudal de Infiltración Subterránea (Qinf):

Para el cálculo de caudal de infiltración debemos contar con los siguientes datos diseñados en el plano de alcantarillado

- Longitud total de la red (lt) = 1251.81m
- Numero de buzones de la red (Nb) = 28 buzones

1. Caudal de infiltración de la red (Qinf.Red)

$$Q_{inf.red} = 20000 \frac{lbs}{km} Colector/dia * \frac{lt}{86400}$$
$$Q_{inf.red} = 20000 \frac{lbs}{km} * \frac{1251.81m}{1000} * \frac{1}{86400} = 0.28977 lbs/seg$$

2. Caudal de infiltración de Buzones (Qinf.buzones)

$$Q_{inf.buzones} = 380 \frac{lbs}{buzon} /dia * \frac{Nb}{86400}$$
$$Q_{inf.buzones} = 380 \frac{lbs}{buzon} /dia * \frac{28}{86400}$$
$$Q_{inf.buzones} = 0.123 lbs/seg$$

Luego obtenemos el caudal de infiltración subterránea (Qinf):

$$Q_{inf} = Q_{inf.Red} + Q_{inf.Buzones}$$
$$Q_{inf} = 0.4129 lbs/seg$$

c) Caudal de diseño de aguas residuales (Qd):

$$Q_d = Q_a + Q_{inf}$$
$$Q_d = 4.710 lbs/seg$$

d) Caudal en marcha o caudal unitario (Qu):

$$Q_u = \frac{Q_d}{lt} = 0.00376 \frac{lbs}{seg} /ml$$

e) Coeficiente de rugosidad:

* Para tuberías de PVC Proyectada (n1) = 0.010

B) Para los cálculos Hidráulicos por Tramo de la Red se Considera:

* La Fórmula de Manning:

$$Q = (A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}) / n \Leftrightarrow (0.284 D^{8/3} \cdot S^{1/2}) / n$$

$$V = (R^{2/3} \cdot S^{1/2}) / n \Leftrightarrow (0.450 D^{2/3} \cdot S^{1/2}) / n \text{ a tubo Lleno}$$

* El Tirante en los colectores será como máximo el 75% del Diámetro

* Se debe cumplir que: Veloc. Min. \Rightarrow 0.45mts/Seg, y la Max. \leq 3mts/Seg

* Se debe cumplir las pendientes mínimas: 10/1000 (1%) en el tramo de arranque y en tramos intermedios que garanticen las velocidades.

Tabla 56: Redes colectoras y Buzones del Hipermercado Cono Norte.

TRAMO	BUZÓN		LONGITUD DEL TRAMO (mts)	COTAS DEL TERRENO		LÍMITE MÍNIMO DE PROFUNDIDAD DEL COLECTOR		COTAS DE FONDO DE BUZÓN		PENDIENTE (%)	DIAM. COM. (Pulgada)	BUZÓN AGUAS ABAJO		VELOCIDAD REAL (Mts/Seg)
	AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO		AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO	AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO	AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO			COTA COLECTOR	PROFUNDIDAD	
R E D C O L E C T O R														
1	Bz-01	Bz-02	50.26	114.250	114.250	1.25	0.92	113.330	0.300	0.597%	8"	113.33	0.92	1.19
2	Bz-02	Bz-03	41.37	114.060	114.060	0.920	1.530	112.530	0.800	1.934%	8"	112.53	1.53	2.14
3	Bz-03	Bz-04	45.65	114.090	114.090	1.530	1.980	112.110	0.420	0.920%	8"	112.11	1.98	1.48
4	Bz-04	Bz-05	21.92	114.490	114.490	1.980	2.610	111.880	0.230	1.049%	8"	111.88	2.61	1.58
5	Bz-05	Bz-12	26.69	114.420	114.420	2.610	2.790	111.630	0.250	0.937%	8"	111.63	2.79	1.49
6	Bz-06	Bz-07	44.13	114.930	114.930	1.050	1.230	113.700	0.210	0.476%	8"	113.70	1.23	1.06
7	Bz-07	Bz-09	22.63	114.730	114.730	1.230	1.320	113.410	0.290	1.281%	8"	113.41	1.32	1.74
8	Bz-08	Bz-09	44.12	114.730	114.730	1.050	1.320	113.410	0.540	1.224%	8"	113.41	1.32	1.70
9	Bz-02	Bz-10	36.75	114.720	114.720	0.920	1.640	113.080	0.250	0.680%	8"	113.08	1.64	1.27
10	Bz-09	Bz-10	38.69	114.720	114.720	1.320	1.640	113.080	0.330	0.853%	8"	113.08	1.64	1.42
11	Bz-10	Bz-11	40.94	114.140	114.140	1.640	1.430	112.710	0.370	0.904%	8"	112.71	1.43	1.46
12	Bz-11	Bz-12	45.56	114.420	114.420	1.430	2.790	111.630	1.080	2.371%	8"	111.63	2.79	2.37
13	Bz-09	Bz-14	35.37	114.680	114.680	1.320	1.570	113.110	0.300	0.848%	8"	113.11	1.57	1.42
14	Bz-10	Bz-15	35.35	114.970	114.970	1.640	2.070	112.900	0.180	0.509%	8"	112.90	2.07	1.10
15	Bz-11	Bz-16	35.37	113.910	113.910	1.430	1.620	112.290	0.420	1.187%	8"	112.29	1.62	1.68
16	Bz-12	Bz-17	35.38	113.800	113.800	2.790	2.430	111.370	0.260	0.735%	8"	111.37	2.43	1.32
17	Bz-13	Bz-14	44.16	114.680	114.680	1.080	1.570	113.110	0.790	1.789%	8"	113.11	1.57	2.06
18	Bz-14	Bz-15	38.92	114.970	114.970	1.570	2.070	112.900	0.210	0.540%	8"	112.90	2.07	1.13
19	Bz-15	Bz-16	40.94	113.910	113.910	2.070	1.620	112.290	0.610	1.490%	8"	112.29	1.62	1.88
20	Bz-16	Bz-17	45.80	113.800	113.800	1.620	2.430	111.370	0.920	2.009%	8"	111.37	2.43	2.18
21	Bz-15	Bz-20	35.64	114.770	114.770	2.070	2.120	112.650	0.250	0.701%	8"	112.65	2.12	1.29
22	Bz-16	Bz-21	35.75	114.670	114.670	1.620	2.890	111.780	0.510	1.427%	8"	111.78	2.89	1.84
23	Bz-17	Bz-22	35.75	113.760	113.760	2.430	2.640	111.120	0.250	0.699%	8"	111.12	2.64	1.29
24	Bz-18	Bz-19	43.94	114.760	114.760	1.020	1.330	113.430	0.470	1.070%	6"	113.43	1.33	1.31
25	Bz-19	Bz-20	38.86	114.770	114.770	1.330	2.120	112.650	0.780	2.007%	6"	112.65	2.12	1.80
26	Bz-20	Bz-21	40.95	114.670	114.670	2.120	2.890	111.780	0.870	2.125%	8"	111.78	2.89	2.24
27	Bz-21	Bz-22	46.03	113.780	113.780	2.890	2.640	111.120	0.660	1.434%	8"	111.12	2.64	1.84
28	Bz-23	Bz-24	44.12	114.670	114.670	1.020	1.320	113.350	0.480	1.088%	6"	113.35	1.32	1.33
29	Bz-24	Bz-25	38.63	114.790	114.790	1.320	1.860	112.930	0.420	1.087%	6"	112.93	1.86	1.32
30	Bz-25	Bz-26	41.06	114.070	114.070	1.860	1.930	112.140	0.790	1.924%	6"	112.14	1.93	1.76
31	Bz-26	Bz-27	46.14	114.010	114.010	1.930	2.450	111.560	0.580	1.257%	6"	111.56	2.45	1.42
32	Bz-27	Bz-22	22.38	113.760	113.760	2.450	2.640	111.120	0.440	1.966%	6"	111.12	2.64	1.78
33	Bz-22	Bz-28	12.56	112.360	112.360	2.640	1.680	110.680	0.440	3.503%	8"	110.68	1.68	2.88

Fuente: Elaboración propia

Nota 1: La velocidad mínima de escurrimiento será de 0.6 m/seg. Para el flujo correspondiente al 50% del caudal máximo. Las velocidades máximas admisibles según el tipo de material de la tubería serán las siguientes:

Cerámica Vitrificada: 5m/s

Asbestos Cemento y PVC: 3m/s

F°F° y Acero : 5 m/s

Concreto: 3 m/s

Según el cuadro de las redes colectoras la velocidad máxima es de 2.88 m/s y la velocidad mínima de 1.06 m/s por lo que estamos dentro de los rangos permitidos

Nota 2: La velocidad mínima de escurrimiento serán en función al caudal, pendiente y diámetro de la tubería que transporta la red ya que en caso de este proyecto presentan velocidades mínimas hasta 1.06 m/s este caso se suscita ya el caudal que transporta dicha tubería es mínima en relación a las distancias y de igual manera los tirantes serán mínimas. La solución a este tipo de problemas, para evitar la sedimentación de las aguas servidas se proyectarán pendientes mínimas de hasta 0.3% El Ing. Residente será el responsable único de verificar en situ las pendientes mínimas que presentan en los tramos entre buzones.

IV. CONCLUSIONES

- ✓ Se realizó el levantamiento topográfico, esta presenta un terreno llano con pendientes suaves, situación que justifica un sistema indirecto por gravedad con tanque cisterna, tanque elevado apoyado con electrobombas para el abastecimiento de agua potable de la población.
- ✓ Se efectuó el estudio básico de mecánica de suelos que indica que el tipo de suelo según norma SUCS es una arena mal graduada y norma AASHTO que es una arena fina de excelente a bueno, a su vez con poca presencia de gravas, esto es todas las calicatas realizadas
- ✓ Se realizó el diseño hidráulico que cumple con las normas establecidas por el Reglamento Nacional de Edificaciones, como OS. 050 Redes de distribución de agua para consumo humano y la norma IS. 010 Instalaciones Sanitarias la cual establecen los parámetros que presenta el sistema indirecto por gravedad del proyecto.

La línea de alimentación, que es la tubería que conecta de la matriz principal de Sedalib S.A al tanque cisterna, cuenta con una tubería de 3" Ø, que permitirá la fluidez del caudal calculado.

La Cisterna tiene un volumen de 200m³ de concreto armado, el cual satisface la demanda de la población, a su vez se cuenta con un Tanque elevado de 90m³ de concreto armado, que regulara el consumo de demanda para 14 horas de servicio. La forma del Tanque Cisterna será enterrada de forma rectangular y la del tanque elevado de forma cilíndrica. Ambas estructuras cuentan con tubería de Rebose 6" Ø.

Las líneas de succión, que es la tubería que conecta la cisterna con las 02 electrobombas de agua de 15HP de potencia, es con una tubería de 3" Ø de diámetro.

La línea de Impulsión, que conecta de las electrobombas al Tanque elevado, es con tubería de 2" Ø, diseño según parámetros de la norma IS.010 Instalaciones Sanitarias.

Las redes de distribución, tiene tuberías de diferentes diámetros, de 4" Ø, 2" Ø, 1"

Ø,1/2" Ø, cuyas dimensiones cumplen los parámetros de presiones y velocidades del diseño, a su vez, es una red cerrada por ser el proyecto un hipermercado, que cuenta con puestos comerciales en bloques dentro de la zona de estudio.

Las dimensiones con las que se diseñó los sistemas de almacenamiento y regulación satisface el volumen requerido; la distribución de armado de acero en los elementos estructurales es con 3/8" de diámetro mínimo en losas, y 1" de diámetro en vigas, columnas y zapatas, esto se ve reflejado en la verificación de los esfuerzos cortantes, de esbeltez, volteo respectivamente.

- ✓ Se realizó el diseño de la red de alcantarillado que está en función de la normativa vigente del Reglamento Nacional de Edificaciones principalmente del OS. 070 Redes de desagüe, la cual establece las condiciones de caudal, cámaras de inspección, diámetros de tuberías de alcantarillado, velocidades máxima y mínima de la red, ubicación topográfica, conexiones prediales del proyecto.

El diseño de la red alcantarillado cuenta con una red colectora con tuberías de 4" Ø, tubería principal de alcantarillado de 6" y 8" Ø. Los 28 buzones que cuenta el proyecto, serán prefabricados con un buzón de principio de altura de 1.05m y un buzón final a la red de alcantarillado con una altura de 2.65m.

V. DISCUSIÓN

- ✓ El sistema de abastecimiento de agua potable utilizado en la tesis es un sistema indirecto por gravedad, el cual tiene una línea de distribución para conexiones de puestos comerciales que va a proveer las 14 horas del día, con un periodo del sistema de 50 años del hipermercado como norte, en comparación con el artículo presentado por Conde (2018), “Diseño del mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable e instalación de biodigestores en el centro poblado Susanga, distrito Virú, provincia Virú, departamento La Libertad”, el programa su sistema para un periodo de 20 años, y su proyección es mediante un reservorio con línea de conducción.
- ✓ El presente proyecto es un sistema de agua potable mediante estructuras de almacenamiento y regulación, como el tanque cisterna y el tanque elevado para lograr que el sistema sea por gravedad, por el tema que el terreno maneja pendientes llanos, en comparación el proyecto presentado por Pérez (2018), “Diseño del sistema de agua potable y alcantarillado del centro poblado de nuevo santa rosa, distrito de cura mori, provincia de Piura, departamento de Piura” tiene su sistema con reservorio que se ubica en la cota más alta, cuyo objetivo principal es proveer de agua de consumo a la población por medio de dos parámetros, las presiones y las velocidades,
- ✓ El sistema indicado provee de 14 horas de servicios a los puestos comerciales, proveniente de la red principal de Sedalib.S. A con una presión constante, a su vez la red de distribución cuenta con diámetros comerciales para uso industrial hasta tuberías de 4” Ø, en cambio Joëlle (2016), en su tesis “Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Santa Catarina Bobadilla, antigua Guatemala, Sacatepéquez” cuenta con una captación con caja unificadora para abastecer la demanda de la población, y tuberías en su red de distribución de 1 ½” Ø para la conexión domiciliarias de la población.
- ✓ El proyecto tiene una red de distribución de agua potable cerrado puesto que será para un hipermercado por bloques separados por muy poca distancia, el abastecimiento es para puestos comerciales, así que los diámetros de tuberías

cambiar a secciones más amplias para cumplir con los requisitos de la norma, en cambio la tesis de Alcívar y Murillo (2015) llamado “Estudio y diseño de la red de distribución de agua potable para la comunidad puerto Ébano km 16 de la parroquia Leónidas plaza del cantón Sucre”. Realiza un sistema de agua potable modelado en WaterCAD para un sistema de red abierta, para 177 familias conformado por 1062 habitantes para su consumo de agua.

VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda realizar una mejora de compactación al suelo arenoso ya que, al montar las cajas de inspección, de válvulas y demás, puede producir deslizamiento.
- ✓ Llevar un adecuado control de operación y mantenimiento del sistema de agua potable y alcantarillado, de la misma manera a las estructuras de regulación, de la cisterna y tanque elevado. A fin de proteger la salud de las personas como del medio ambiente.
- ✓ Realizar un Plan de mantenimiento de todo el sistema para una organización con los representantes de la junta de socios del hipermercado, para encargarnos de la operación, mantenimiento y administración del proyecto, así puede trascender en el tiempo.
- ✓ Se debe tener en cuenta que las tapas metálicas de la cisterna y tanque elevado deben estar tapadas, para evitar que ingrese algún material orgánico, o material en suspensión del ambiente que haga afectar la calidad de agua en las estructuras de regulación.

REFERENCIAS

ANCAJIMA, Jhan. Diseño del mejoramiento del servicio de agua potable e implementación de la red de alcantarillado del centro poblado de Panamá del distrito de Marmot, provincia de Gran Chimú – La Libertad. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Trujillo, Perú 2017: Universidad Cesar Vallejo, Escuela de Ingeniería Civil, 599pp.

CHIRINOS, S. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado del Caserío Anta, Moro - Ancash 2017. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Chimbote: Universidad César Vallejo, 2017.

CONDE, Flor. Diseño del mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable e instalación de biodigestores en el centro poblado Susanga, distrito Virú, provincia Virú, departamento La Libertad. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Trujillo, Perú 2018: Universidad Cesar Vallejo, Escuela de Ingeniería Civil, 504pp.

CRESPO, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones. 6° edición, México. Limusa, 2011

DELGADO, Diego y IMAN, Andy. Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable y alcantarillado del asentamiento humano Nueva Esperanza en el distrito de Coishco, provincia de Santa Ancash – Ancash. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Chimbote, Perú 2018: Universidad Cesar Vallejo, Escuela de Ingeniería Civil, 325pp.

GONZALES, Scandella. Evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable y disposición de excretas de la población del corregimiento de Monterrey, municipio de Simití, departamento de Bolívar. Tesis (título profesional de Ecología). Colombia, Bogotá 2013: Pontificia Universidad Javeriana, 67pp.

GALLARDO, Auber. Diseño del mejoramiento y ampliación del sistema de agua potable y saneamiento básico del caserío de Carata, distrito de Agallpampa, provincia de Otuzco, La Libertad. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Trujillo, Perú 2018: Universidad Cesar Vallejo, Escuela de Ingeniería Civil, 462pp.

HOLGUIN, Renato. Mejoramiento y Ampliación de los servicios de agua potable y alcantarillado del AA. HH Primavera III, distrito de La Esperanza – Trujillo – La Libertad, Perú 2018.

JIMENEZ, José. Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario. México, 2013. 209pp

JOËLLE, Yamina. Diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Santa Catarina Bobadilla, antigua Guatemala, Sacatepéquez. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Guatemala 2016: Universidad de San Carlos de Guatemala, 98pp.

KURE, Michel. Resumen ejecutivo estudio de mecánica de suelos. Santiago de Chile, 2011

MURILLO Y ALCIVAR. Estudio y diseño de la red de distribución de agua potable para la comunidad puerto Ébano km 16 de la parroquia Leónidas plaza del cantón Sucre. Tesis (título profesional de Ingeniero Civil). Ecuador, Manabí 2015: Universidad Técnica de Manabí.

Manual de prácticas de topografía y cartografía JACINTO SANTAMARIA PEÑA Y TEOFILO SANZ (2005)

PEREZ, Giorgio. Diseño del sistema de agua potable y alcantarillado del centro poblado de nuevo santa rosa, distrito de cura mori, provincia de Piura, departamento de Piura. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Trujillo, Perú 2018: Universidad Cesar Vallejo, Escuela de ingeniería Civil, 539pp.

PADILLA, Ramón. Diseño de la red de alcantarillado sanitario y pluvial del corregimiento de la mesa, cesa, Bogotá. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Bogota 2014: Universidad de Bogota.

SILVA, Carlos. Diseño del sistema de agua potable y unidades de saneamiento básico en el caserío chugursillo, centro poblado Llaucan, distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc – Cajamarca. Tesis (título profesional de ingeniero civil). Trujillo, Perú 2018: Universidad Cesar Vallejo, Escuela de ingeniería Civil, 503pp.

TAFUR, Benjamín. Topografía 1ra ed. Perú: Escuela de Ingeniería Civil, Universidad Cesar Vallejo: 2012. 55pp

Reglamento Nacional de edificaciones (Perú). OS-030, OS-050, OS-070 Obras de Saneamiento. Lima, Perú, 2016.

Reglamento nacional de edificaciones (Perú). E-050 Suelos y Cimentaciones. Lima, Perú, 2016, 20 pp.

ANEXOS

REALIDAD PROBLEMÁTICA



ANEXO 1: Vista Satelital de Hipermercado Cono Norte.



ANEXO 2: Fotografía del estado actual del Hipermercado sin Sistema de Agua ni Desagüe.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



ANEXO 3: Fotografía de levantamiento Topográfico con Nivel del Terreno Natural.



ANEXO 4: Fotografía de levantamiento Topográfico con el Proceso de Winchado para obtener las Áreas de Puestos Comerciales.

ESTUDIO DE SUELOS



ANEXO 5: Fotografía de excavación de calicatas a cielo abierto.



ANEXO 6: Fotografía de extracción de muestras de los estratos del suelo.

ANEXO 7: RESUMEN DE ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELO.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO : DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL HIPERMERCADO CONO NORTE DEL DISTRITO LA ESPERANZA, LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : SEGURA AGUILAR, ALEXANDER AARON - VALLES ROJAS, JAIRO CHRISTIAN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019

Calicata		Ubicación	Prof. Estrato	PROPIEDADES FÍSICAS							CLASIFICACIÓN		PROPIEDADES MECÁNICAS					
Nº	Estrato			% CH	% Finos	% Arenas	% Gravas	% LL	% LP	% IP	SUCS	AASHTO	MDS (g/cm3)	OCH %	CBR 100%	CBR 95%	PU (g/cm3)	Qadm. (Kg/cm2)
C-1	E-1	RESERVORIO	3.00 m	1.30	1.81	98.19	0.00	NP	NP	NP	SP	A-3 (0)	-	-	-	-	1.175	1.30
C-2	E-1	MUESTRA 2	1.50 m	1.53	3.38	95.70	0.92	NP	NP	NP	SP	A-3 (0)	-	-	-	-	-	-
C-2	E-1	MUESTRA 3	1.50 m	1.97	2.74	96.93	0.33	NP	NP	NP	SP	A-3 (0)	-	-	-	-	-	-
C-2	E-1	MUESTRA 4	1.50 m	2.37	4.19	95.80	0.01	NP	NP	NP	SP	A-3 (0)	-	-	-	-	-	-



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

ANEXO 8: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO C-1



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO ASTM D - 422

PROYECTO : DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL HIPERMERCADO CONO NORTE DEL DISTRITO LA ESPERANZA, LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : SEGURA AGUILAR, ALEXANDER AARON - VALLES ROJAS, JAIRO CHRISTIAN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-1 / E-1 / RESERVOIRIO / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

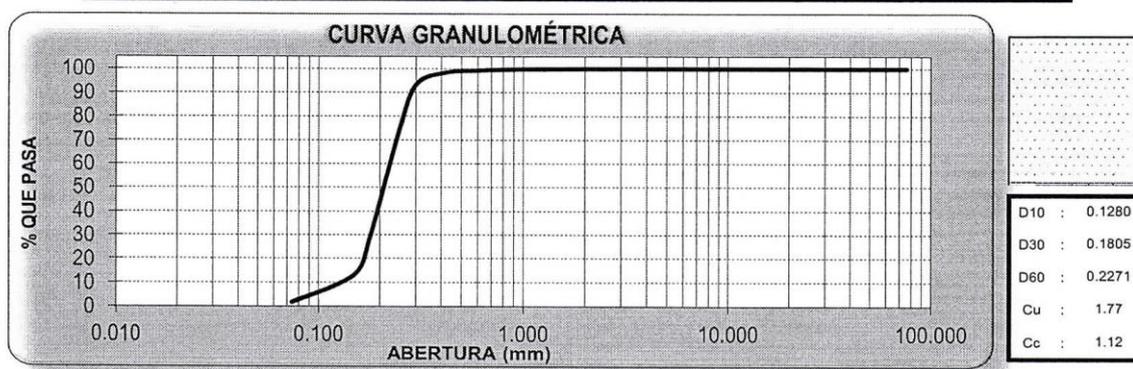
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 1800.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1767.48

Peso perdido por lavado : 32.52

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	1.30%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	Límites e Índices de Consistencia
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : NP
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico : NP
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plasticidad : NP
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación de la Muestra
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	
No4	4.178	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. SUCS : SP
No8	2.360	0.47	0.03	0.03	99.97	Clas. AASHTO : A-3 (0)
No10	2.000	0.40	0.02	0.05	99.95	Descripción de la Muestra
No16	1.180	2.47	0.14	0.19	99.81	
No20	0.850	2.78	0.15	0.34	99.66	SUCS: Arena mal graduada
No30	0.600	7.30	0.41	0.75	99.25	AASHTO: Arena fina / Excelente a bueno
No40	0.420	16.58	0.92	1.67	98.33	Tiene un % de finos de = 1.81%
No50	0.300	91.34	5.07	6.74	93.26	
No60	0.250	332.52	18.47	25.21	74.79	Descripción de la Calicata
No80	0.180	812.44	45.14	70.35	29.65	
No100	0.150	293.73	16.32	86.67	13.33	C-1 : E-1
No200	0.074	207.45	11.53	98.19	1.81	Profundidad : 0.00 m - 3.00 m
< No200		32.52	1.81	100.00	0.00	
Total		1800.00	100.00			



CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

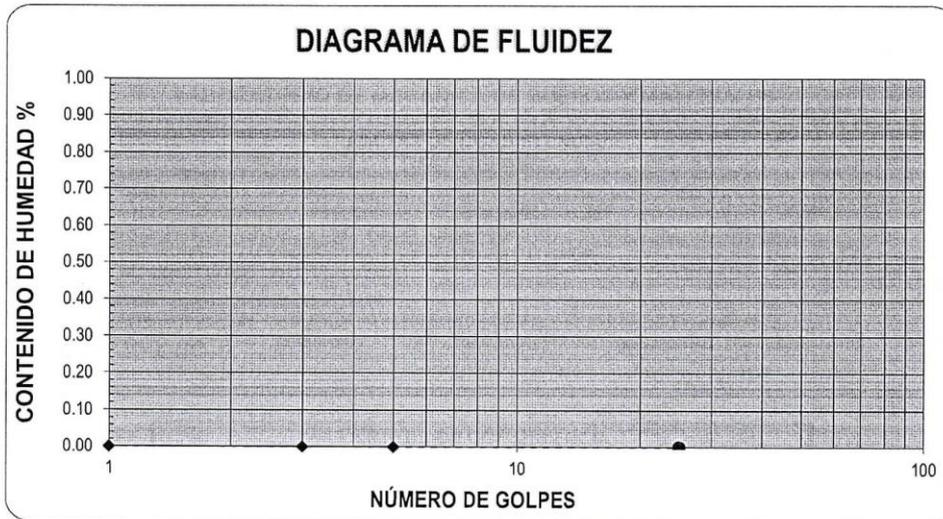
[fb/ucv.peru](https://www.facebook.com/ucv.peru)
[@ucv_peru](https://www.instagram.com/ucv_peru)
[#saliradelante](https://www.tiktok.com/@saliradelante)
[ucv.edu.pe](https://www.ucv.edu.pe)

ANEXO 9: LÍMITES DE CONSISTENCIA C-1



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES	
LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318	
PROYECTO	: DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL HIPERMERCADO CONO NORTE DEL DISTRITO LA ESPERANZA, LA LIBERTAD - 2019
SOLICITANTE	: SEGURA AGUILAR, ALEXANDER AARON - VALLES ROJAS, JAIRO CHRISTIAN
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	: C-1 / E-1 / RESERVORIO / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Límite Líquido			Límite Plástico	
	N° de golpes	NP	NP	NP	NP
Peso de tara (g)					
Peso de tara + suelo húmedo (g)					
Peso tara + suelo seco (g)					
Contenido de Humedad %	NP	NP	NP	NP	NP
Límites %	NP			NP	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cardenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
ucv.edu.pe

ANEXO 10: CONTENIDO DE HUMEDAD C-1



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES	
CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216	
PROYECTO	: DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL HIPERMERCADO CONO NORTE DEL DISTRITO LA ESPERANZA, LA LIBERTAD - 2019
SOLICITANTE	: SEGURA AGUILAR, ALEXANDER AARON - VALLES ROJAS, JAIRO CHRISTIAN
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	: C-1 / E-1 / RESERVORIO / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216
--

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	9.70	10.27	10.75
Peso del tarro + suelo humedo (g)	128.17	126.32	122.34
Peso del tarro + suelo seco (g)	126.64	124.83	120.91
Peso del suelo seco (g)	116.94	114.56	110.16
Peso del agua (g)	1.53	1.49	1.43
% de humedad (%)	1.31	1.30	1.30
% de humedad promedio (%)	1.30		

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
ucv.edu.pe

ANEXO 11: PESO UNITARIO DEL SUELO C-1.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES	
PESO UNITARIO DEL SUELO ASTM C-29	
PROYECTO	: DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL HIPERMERCADO CONO NORTE DEL DISTRITO LA ESPERANZA, LA LIBERTAD - 2019
SOLICITANTE	: SEGURA AGUILAR, ALEXANDER AARON - VALLES ROJAS, JAIRO CHRISTIAN
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	: C-1 / E-1 / RESERVORIO / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO DEL SUELO		
Frasco Graduado		
Muestra N°	1	2
Peso del frasco (gr)	121.50	121.50
Volumen del frasco (cm ³)	1105.00	1105.00
Peso del Suelo Húmedo + Frasco (gr)	1426.30	1413.00
Peso del Suelo Húmedo (gr)	1304.80	1291.50
Peso Unitario Húmedo (gr/cm ³)	1.181	1.169
Contenido de Humedad (%)	1.30%	
Peso Unitario Seco (gr/cm ³)	1.181	1.169
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm ³)	1.175	



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
ucv.edu.pe

ANEXO 12: ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN SUPERFICIALES C-1.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES

C-1 / E-1

PROYECTO	DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALcantarillado del hipermercado cono norte del distrito la esperanza, la libertad - 2019
SOLICITANTE	SEGURA AGUILAR, ALEXANDER AARON - VALLES ROJAS, JAIRO CHRISTIAN
RESPONSABLE	ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	SEPTIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	C-1 / E-1 / RESERVOIRIO / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CAPACIDAD DE CARGA

(Terzaghi 1943 y modificado por Vesic 1975)

$$q_u = c N_c S_c + q N_q S_q + \frac{\gamma B}{2} N_\gamma S_\gamma$$

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$$N_c = \cot \phi (N_q - 1)$$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(\frac{1}{4} \pi + \frac{1}{2} \phi \right)$$

$$N_\gamma = 2 (N_q + 1) \tan \phi$$

ASENTAMIENTO INICIAL

Teoría Elástica

$$S = C_s q B \left(\frac{1 - \nu^2}{E_s} \right)$$

FACTORES DE FORMA (Vesic)

$$S_c = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$$

$$S_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

$$S_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

Peso Unitario del Suelo encima del NNF	$\gamma = 0.886$ ton/m3	Relación de Poisson	$\nu = 0.30$
Peso Unitario del Suelo debajo del NNF	$\gamma' = 1.175$ ton/m3	Módulo de elasticidad del suelo	$E_s = 560.00$ Kg/cm2
Profundidad de cimentación (ZAPATA)	= 2.00 m	Factor de forma y rigidez cimentación corrida	$C_s = 79.00$ cm/m
Factor de seguridad	= 3	Factor de forma y rigidez cimentación cuadrada	$C_s = 82.00$ cm/m
Profundidad de cimientto corrido	= 1.00 m	Factor de forma y rigidez cimentación rectangular	$C_s = 112.00$ cm/m
Sobrecarga en la base de la cimentación	$q = \gamma D = 1.77$ ton/m2		
Sobrecarga en la base del cimientto corrido	$q = \gamma D = 0.89$ ton/m2		

CONSIDERANDO FALLA LOCAL POR CORTE

Ángulo de fricción ϕ	C (kg/cm2)	N_c	N_q	N_γ (Vesic)	N_q/N_c	Tan ϕ
26.50	0.000	23.078	12.506	13.468	0.584	0.499

CIMENTACION CORRIDA							
B (m)	L (m)	S_c	S_q	S_γ	q_u (kg/cm2)	q_{ad} (kg/cm2)	S (cm)
0.40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.42	0.47	0.02
0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50	0.50	0.03
0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.58	0.53	0.04
0.80	1.00	1.00	1.00	1.00	1.74	0.58	0.06
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.90	0.63	0.08

CIMENTACION CUADRADA							
B (m)	L (m)	S_c	S_q	S_γ	q_u (kg/cm2)	q_{ad} (kg/cm2)	S (cm)
1.20	1.20	1.58	1.50	0.60	3.89	1.30	0.21
1.30	1.30	1.58	1.50	0.60	3.94	1.31	0.23
1.50	1.50	1.58	1.50	0.60	4.03	1.34	0.27
1.80	1.80	1.58	1.50	0.60	4.18	1.39	0.33
2.00	2.00	1.58	1.50	0.60	4.27	1.42	0.38

CIMENTACION RECTANGULAR							
B (m)	L (m)	S_c	S_q	S_γ	q_u (kg/cm2)	q_{ad} (kg/cm2)	S (cm)
1.00	1.20	1.49	1.42	0.67	3.66	1.22	0.22
1.20	1.50	1.47	1.40	0.68	3.75	1.25	0.27
1.50	1.80	1.49	1.42	0.67	3.93	1.31	0.36
1.80	2.00	1.53	1.45	0.64	4.12	1.37	0.45

Se puede considerar como valor único de diseño:

$q_{admissible} = 1.30$ Kg/cm2
$q_{admissible} = 12.97$ tn/m2
$Q = 18.67$ tn
$S = 0.21$ cm

CARGA ADMISIBLE BRUTA

18.67 tn

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO

SUCS	SP	
AASHTO	A-3 (0)	
ϕ°	C (Kg/cm2)	P. u. (Tn/m3)
26.50	0.000	1.175

CAMPUS TRUJILLO

Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

ANEXO 13: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO C-2.



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
ASTM D - 422

PROYECTO : DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL HIPERMERCADO CONO NORTE DEL DISTRITO LA ESPERANZA, LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : SEGURA AGUILAR, ALEXANDER AARON - VALLES ROJAS, JAIRO CHRISTIAN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-2 / E-1 / MUESTRA 2 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

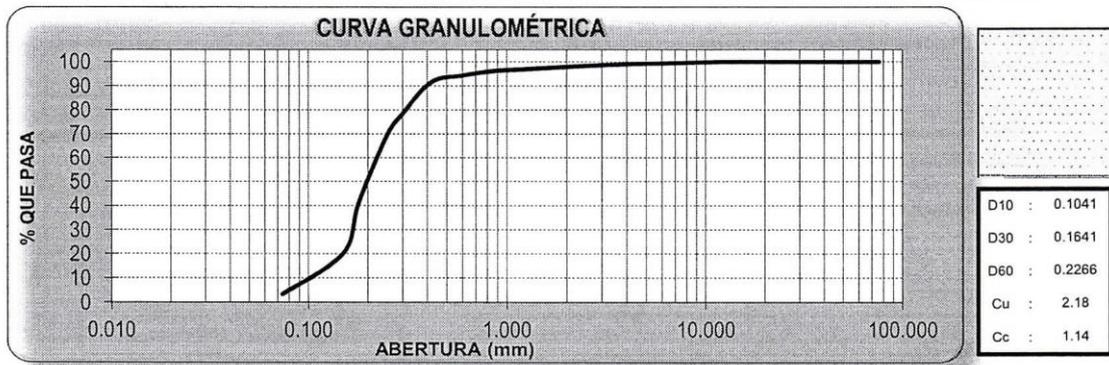
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1932.33

Peso perdido por lavado : 67.67

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	1.53%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	
Limites e Índices de Consistencia						
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : NP
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico : NP
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plasticidad : NP
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	4.40	0.22	0.22	99.78	Clasificación de la Muestra
1/4"	6.350	7.94	0.40	0.62	99.38	
No4	4.178	6.07	0.30	0.92	99.08	Clas. SUCS : SP
No8	2.360	17.31	0.87	1.79	98.21	Clas. AASHTO : A-3 (0)
No10	2.000	6.46	0.32	2.11	97.89	Descripción de la Muestra
No16	1.180	20.44	1.02	3.13	96.87	
No20	0.850	14.66	0.73	3.86	96.14	SUCS: Arena mal graduada
No30	0.600	36.65	1.83	5.70	94.30	AASHTO: Arena fina / Excelente a bueno
No40	0.420	55.04	2.75	8.45	91.55	Tiene un % de finos de = 3.38%
No50	0.300	261.22	13.06	21.51	78.49	Descripción de la Calicata
No60	0.250	180.88	9.04	30.55	69.45	
No80	0.180	566.37	28.32	58.87	41.13	
No100	0.150	421.24	21.06	79.93	20.07	
No200	0.074	333.65	16.68	96.62	3.38	
< No200		67.67	3.38	100.00	0.00	
Total		2000.00	100.00			C-2 : E-1 Profundidad : 0.00 m - 1.50 m



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

ANEXO 14: LÍMITES DE CONSISTENCIA C-2.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D - 4318**

PROYECTO : DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL HIPERMERCADO CONO NORTE DEL DISTRITO LA ESPERANZA, LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : SEGURA AGUILAR, ALEXANDER AARON - VALLES ROJAS, JAIRO CHRISTIAN

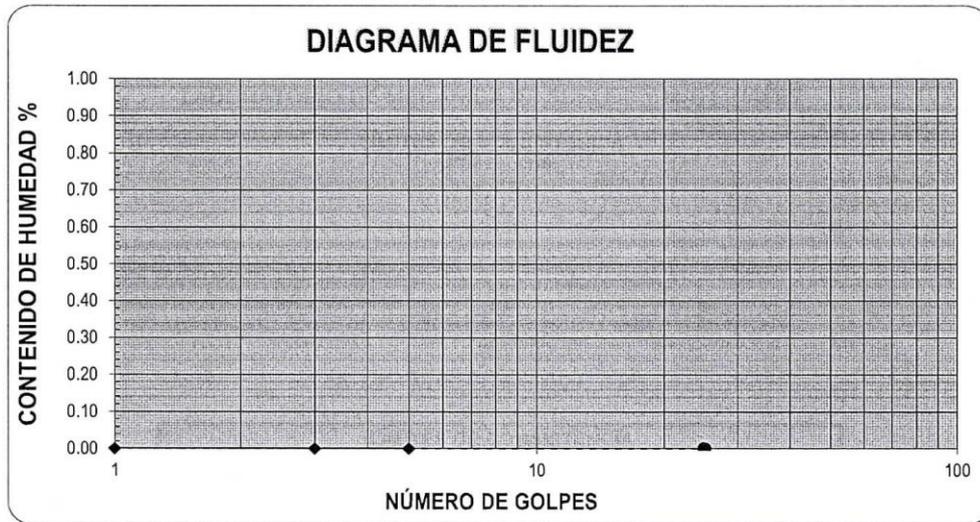
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-2 / E-1 / MUESTRA 2 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	NP	NP	NP	NP	NP
N° de golpes	NP	NP	NP	NP	NP
Peso de tara (g)					
Peso de tara + suelo húmedo (g)					
Peso tara + suelo seco (g)					
Contenido de Humedad %	NP	NP	NP	NP	NP
Límites %	NP			NP	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

ANEXO 15: CONTENIDO DE HUMEDAD C-2.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES	
CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216	
PROYECTO	: DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL HIPERMERCADO CONO NORTE DEL DISTRITO LA ESPERANZA, LA LIBERTAD - 2019
SOLICITANTE	: SEGURA AGUILAR, ALEXANDER AARON - VALLES ROJAS, JAIRO CHRISTIAN
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	: C-2 / E-1 / MUESTRA 2 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

<p>CONTENIDO DE HUMEDAD</p> <p>ASTM D-2216</p>

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	10.15	10.31	10.04
Peso del tarro + suelo humedo (g)	126.72	123.97	128.39
Peso del tarro + suelo seco (g)	125.07	122.26	126.51
Peso del suelo seco (g)	114.92	111.95	116.47
Peso del agua (g)	1.65	1.71	1.88
% de humedad (%)	1.44	1.53	1.61
% de humedad promedio (%)	1.53		

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
ucv.edu.pe

ANEXO 16: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO C-3.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
ASTM D - 422**

PROYECTO : DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL HIPERMERCADO CONO NORTE DEL DISTRITO LA ESPERANZA, LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : SEGURA AGUILAR, ALEXANDER AARON - VALLES ROJAS, JAIRO CHRISTIAN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-3 / E-1 / MUESTRA 3 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

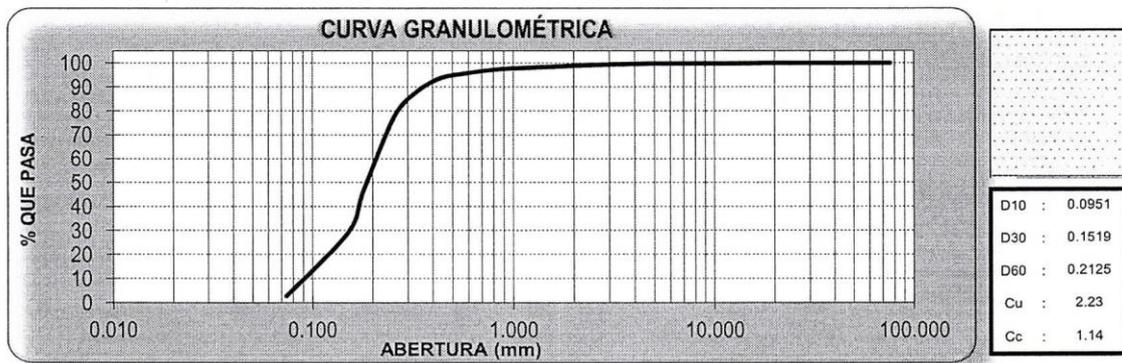
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1945.20

Peso perdido por lavado : 54.80

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	1.97%	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Límites e Índices de Consistencia	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		L. Líquido : NP
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		L. Plástico : NP
1/2"	12.700	3.92	0.20	0.20	99.80	Ind. Plasticidad : NP	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.20	99.80	Clasificación de la Muestra	
1/4"	6.350	0.67	0.03	0.23	99.77		Clas. SUCS : SP
No4	4.178	1.98	0.10	0.33	99.67		Clas. AASHTO : A-3 (0)
No8	2.360	10.73	0.54	0.87	99.14	Descripción de la Muestra	
No10	2.000	5.00	0.25	1.12	98.89		SUCS: Arena mal graduada
No16	1.180	17.03	0.85	1.97	98.03		AASHTO: Arena fina / Excelente a bueno
No20	0.850	12.43	0.62	2.59	97.41	Tiene un % de finos de = 2.74%	
No30	0.600	32.09	1.60	4.19	95.81		
No40	0.420	53.89	2.69	6.89	93.11		
No50	0.300	165.43	8.27	15.16	84.84	Descripción de la Calicata	
No60	0.250	182.96	9.15	24.31	75.69		
No80	0.180	586.27	29.31	53.62	46.38		
No100	0.150	350.33	17.52	71.14	28.86	C-3 : E-1 Profundidad : 0.00 m - 1.50 m	
No200	0.074	522.47	26.12	97.26	2.74		
< No200		54.80	2.74	100.00	0.00		
Total		2000.00	100.00				



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

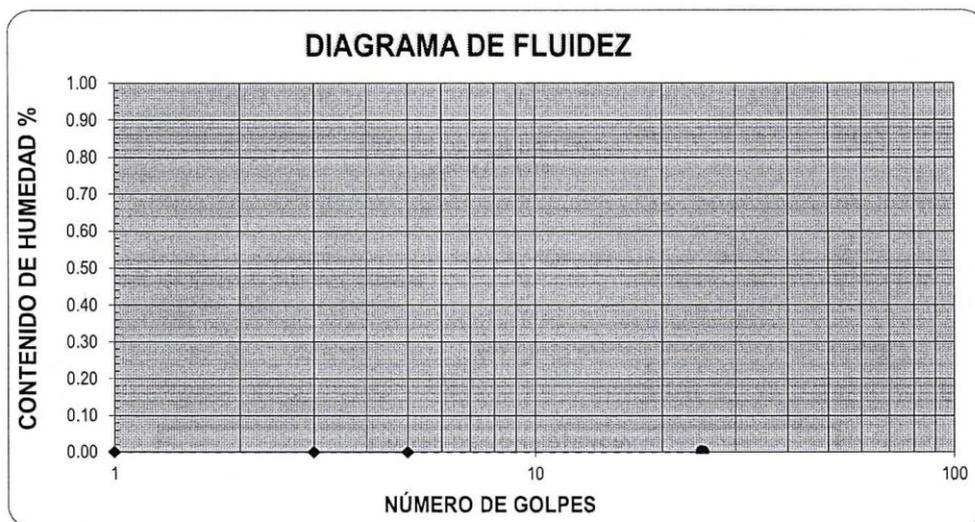
fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

ANEXO 17: LÍMITES DE CONSISTENCIA C-3.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES	
LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318	
PROYECTO	: DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL HIPERMERCADO CONO NORTE DEL DISTRITO LA ESPERANZA, LA LIBERTAD - 2019
SOLICITANTE	: SEGURA AGUILAR, ALEXANDER AARON - VALLES ROJAS, JAIRO CHRISTIAN
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	: C-3 / E-1 / MUESTRA 3 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	NP	NP	NP	NP	NP
N° de golpes					
Peso de tara (g)					
Peso de tara + suelo húmedo (g)					
Peso tara + suelo seco (g)					
Contenido de Humedad %	NP	NP	NP	NP	NP
Límites %	NP			NP	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
ucv.edu.pe

ANEXO 18: CONTENIDO DE HUMEDAD C-3.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES	
CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216	
PROYECTO	: DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL HIPERMERCADO CONO NORTE DEL DISTRITO LA ESPERANZA, LA LIBERTAD - 2019
SOLICITANTE	: SEGURA AGUILAR, ALEXANDER AARON - VALLES ROJAS, JAIRO CHRISTIAN
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	: C-3 / E-1 / MUESTRA 3 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216
--

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	10.60	10.02	10.75
Peso del tarro + suelo humedo (g)	126.39	124.88	129.14
Peso del tarro + suelo seco (g)	124.19	122.55	126.94
Peso del suelo seco (g)	113.59	112.53	116.19
Peso del agua (g)	2.20	2.33	2.20
% de humedad (%)	1.94	2.07	1.89
% de humedad promedio (%)	1.97		

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
ucv.edu.pe

ANEXO 19: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS C-4.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO
ASTM D - 422**

PROYECTO : DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL HIPERMERCADO CONO NORTE DEL DISTRITO LA ESPERANZA, LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : SEGURA AGUILAR, ALEXANDER AARON - VALLES ROJAS, JAIRO CHRISTIAN

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-4 / E-1 / MUESTRA 4 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

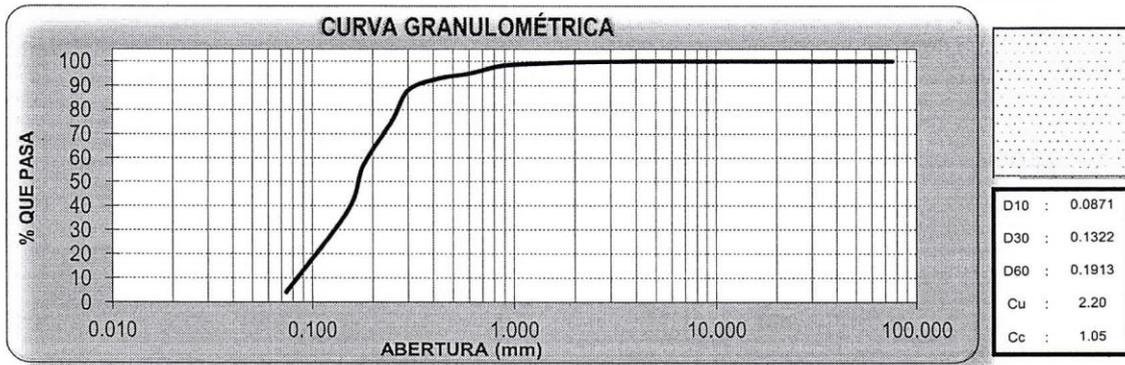
DATOS DEL ENSAYO

Peso de muestra seca : 2000.00

Peso de muestra seca luego de lavado : 1916.13

Peso perdido por lavado : 83.87

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Contenido de Humedad
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	2.37%
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	
Limites e Índices de Consistencia						
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : NP
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico : NP
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plasticidad : NP
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	Clasificación de la Muestra
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. SUCS : SP
No4	4.178	0.13	0.01	0.01	99.99	Clas. AASHTO : A-3 (0)
No8	2.360	5.36	0.27	0.27	99.73	Descripción de la Muestra
No10	2.000	2.08	0.10	0.38	99.62	
No16	1.180	14.19	0.71	1.09	98.91	SUCS: Arena mal graduada
No20	0.850	18.11	0.91	1.99	98.01	AASHTO: Arena fina / Excelente a bueno
No30	0.600	61.49	3.07	5.07	94.93	Tiene un % de finos de = 4.19%
No40	0.420	43.70	2.19	7.25	92.75	Descripción de la Calicata
No50	0.300	94.69	4.73	11.99	88.01	
No60	0.250	248.34	12.42	24.40	75.60	C-4 : E-1
No80	0.180	371.92	18.60	43.00	57.00	Profundidad : 0.00 m - 1.50 m
No100	0.150	382.70	19.14	62.14	37.86	
No200	0.074	673.42	33.67	95.81	4.19	
< No200		83.87	4.19	100.00	0.00	
Total		2000.00	100.00			



CAMPUS TRUJILLO
Av. Larco 1770.
Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
CIP: 211074
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
@ucv_peru
#saliradelante
ucv.edu.pe

ANEXO 20: LÍMITES DE CONSISTENCIA C-4.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

PROYECTO : DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL HIPERMERCADO CONO NORTE DEL DISTRITO LA ESPERANZA, LA LIBERTAD - 2019

SOLICITANTE : SEGURA AGUILAR, ALEXANDER AARON - VALLES ROJAS, JAIRO CHRISTIAN

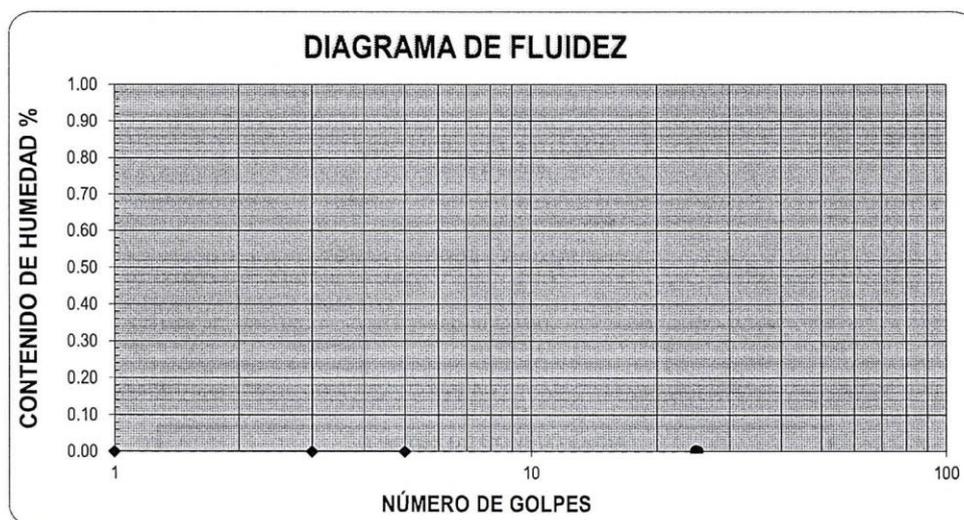
RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

MUESTRA : C-4 / E-1 / MUESTRA 4 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

LÍMITES DE CONSISTENCIA					
Descripción	Limite Líquido			Limite Plástico	
	NP	NP	NP	NP	NP
N° de golpes					
Peso de tara (g)					
Peso de tara + suelo húmedo (g)					
Peso tara + suelo seco (g)					
Contenido de Humedad %	NP	NP	NP	NP	NP
Límites %	NP			NP	



ECUACIÓN DE LA RECTA

(Elaborada a partir de los datos de los ensayos)

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
ucv.edu.pe

ANEXO 21: CONTENIDO DE HUMEDAD C-4.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES	
CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216	
PROYECTO	: DISEÑO DE LA RED DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL HIPERMERCADO CONO NORTE DEL DISTRITO LA ESPERANZA, LA LIBERTAD - 2019
SOLICITANTE	: SEGURA AGUILAR, ALEXANDER AARON - VALLES ROJAS, JAIRO CHRISTIAN
RESPONSABLE	: ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	: LA ESPERANZA - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	: SETIEMBRE DEL 2019 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)
MUESTRA	: C-4 / E-1 / MUESTRA 4 / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	9.84	10.26	10.36
Peso del tarro + suelo humedo (g)	129.56	130.04	128.03
Peso del tarro + suelo seco (g)	126.76	127.30	125.31
Peso del suelo seco (g)	116.92	117.04	114.95
Peso del agua (g)	2.80	2.74	2.72
% de humedad (%)	2.39	2.34	2.37
% de humedad promedio (%)	2.37		

CAMPUS TRUJILLO
 Av. Larco 1770.
 Tel.: (044) 485 000. Anx.: 7000.
 Fax: (044) 485 019.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña
 CIP: 211074
 jefe del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru
 @ucv_peru
 #saliradelante
 ucv.edu.pe

ANEXO 22: "RESOLUCIONES PRESENTADAS A SEDALIB"

"Año de la Lucha contra la Corrupción e Impunidad"

SOLICITO: ADJUNTO PLANO DE UBICACIÓN DEL
HIPERMERCADO CONO CORTE DEL DISTRITO DE LA
ESPERANZA, PROVINCIA DE TRUJILLO

Sr. Ing Eloy Díaz Ríos

Gerente General SEDALIB S.A

Trujillo

SEDALIB S.A.
Solicitante: ALEXANDER SEGURA AGUILAR
DNI: Págs: 2
JR: 000022977 FR: 22/10/2019 09:56:36 a.m.
000022977
Variable de Documentario (No es señal de aceptación)

Nosotros, SEGURA AGUILAR, ALEXANDER ARON, Identificado con DNI. N°77065123 y VALLES ROJAS JAIRO CHRISTIAN, identificado con DNI. N°71233613 siendo estudiantes de X de la carrera profesional de Ingeniería Civil de la Universidad CESAR VALLEJO; nos presentamos muy cordialmente ante Ud. para lo siguiente:

Anexamos planos de ubicación del Hipermercado Cono Norte de la Esperanza, al **OFICIO N° 506 – 2019/PAIC-FI-UCV**. El cual fue presentado con fecha 10 de Octubre del 2019, el cual tiene un registro con el código **000022695** de la empresa **SEDALIB S.A**

Todo ello debido a la realización de nuestro proyecto de desarrollo de tesis "**Diseño de red de abastecimiento de Agua potable y alcantarillado del Hipermercado Cono Norte, Esperanza, Trujillo, La Libertad – 2019**".

Por ello acudimos ante Ud. Para que nos facilite una autorización de conexión a las redes básicas de saneamiento para el Hipermercado Cono Norte con el fin de satisfacer la demanda requerida de 200,000 lts/día con 24 horas de servicio. Dicha autorización nos facilitara al desarrollo de nuestro proyecto.

Por lo expuesto, es justicia que esperamos alcanzar.

Trujillo, 22 de Octubre del 2019



SEGURA AGUILAR, ALEXANDER ARON

DNI: 77065123



VALLES ROJAS, JAIRO CHRISTIAN

DNI: 71233613

ADJUNTO CELULAR: 927072499 – 941166061

CORREO: aaronsegura@hotmail.com - jairo.jvr28@gmail.com

ANEXO 23: "RESOLUCIONES PRESENTADAS A SEDALIB POR PARTE DE LA UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO"



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

Trujillo, 10 de Octubre del 2019

OFICIO N° 506-2019/PAIC-FI-UCV

Señor:
DIAZ RIOS ELOY
GERENTE GENERAL
SEDALIB S.A
TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

Trujillo.-

De mi consideración:

Por intermedio del presente, es grato dirigirme a usted y manifestarle que los estudiantes, **SEGURA AGUILAR ALEXANDER AARON** y **VALLES ROJAS JAIRO CHRISTIAN**, se encuentran cursando el X Ciclo del Programa Académico de **INGENIERIA CIVIL**, en nuestra Universidad.

Dentro de su curricula vigente los estudiantes deberán llevar el curso de Desarrollo de tesis, motivo por el cual solicito a Ud. Tenga la bondad de brindar el apoyo necesario a los referidos estudiantes, permitiéndoles realizar su proyecto de investigación denominado **"DISEÑO DE RED DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DEL HIPERMERCADO CONO NORTE, ESPERANZA, TRUJILLO, LA LIBERTAD - 2019"** proyecto que, a su vez beneficiará a su Institución por el aporte que podría brindarles para su comunidad.

Seguro de contar con su apoyo, aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi consideración y estima personal.

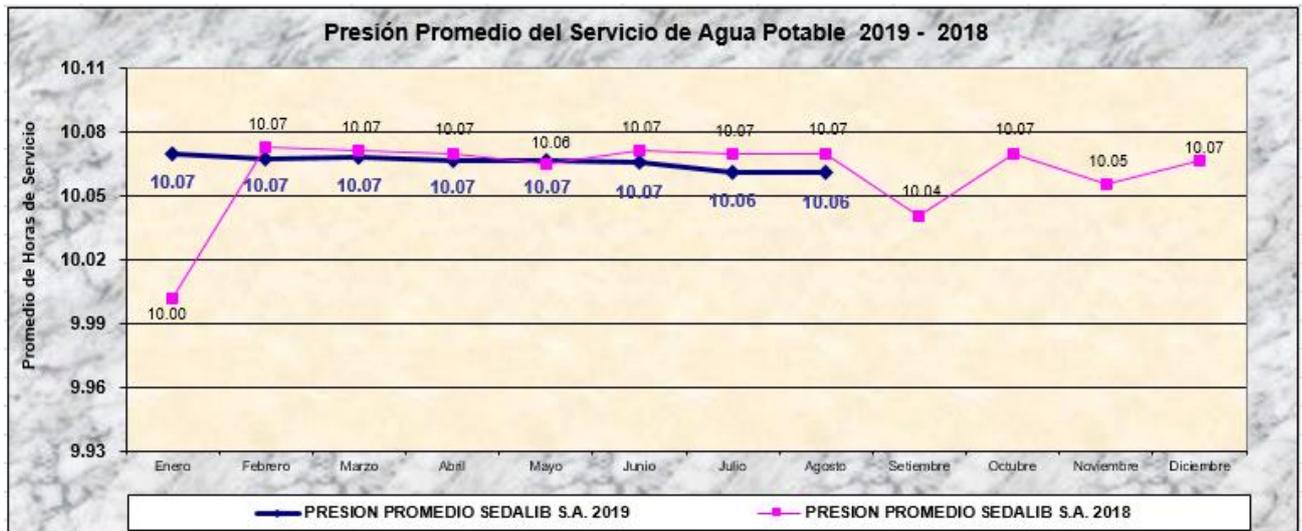
Atentamente

Dr. Alan Yordan Valdivieso Velarde
DIRECTOR
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

C.C. File
AJVV/mraa

ANEXO 24: “DATOS EN EXCEL DADOS POR SEDALIB”

PRESION PROMEDIO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE POR LOCALIDADES 2019											
Localidades	PRESION PROMEDIO (mca)										
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviemb
TRUJILLO	10.49	10.49	10.49	10.49	10.49	10.49	10.49	10.49			
VICTOR LARCO	9.63	9.63	9.63	9.63	9.63	9.63	9.63	9.63			
LA ESPERANZA	10.16	10.16	10.16	10.16	10.16	10.16	10.16	10.16			
FLORENCIA DE MORA	9.61	9.61	9.61	9.61	9.61	9.61	9.61	9.61			
EL PORVENIR	9.85	9.85	9.85	9.85	9.85	9.85	9.85	9.85			
HUANCHACO	7.90	7.90	7.90	7.90	7.89	7.89	7.87	7.87			
MOCHE	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00			
SALAVERRY	10.02	10.02	10.02	10.02	10.02	10.02	10.02	10.02			
PUERTO MALABRIGO	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00			
CHOCOPE	10.25	10.25	10.25	10.25	10.26	10.25	10.25	10.25			
PAJAN	10.14	10.15	10.15	10.15	10.14	10.14	10.14	10.14			
CHEPEN	10.53	10.53	10.53	10.53	10.53	10.53	10.52	10.53			
PACANGUILLA	10.60	10.59	10.60	10.59	10.59	10.59	10.59	10.59			
PRESION PROMEDIO SEDALIB S.A. 2019	10.07	10.07	10.07	10.07	10.07	10.07	10.06	10.06			
PRESION PROMEDIO SEDALIB S.A. 2018	10.00	10.07	10.07	10.07	10.07	10.06	10.07	10.07	10.04	10.07	10.07



ANEXO 25: “PLANOS”