



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**“PEDRO RUIZ GALLO”**

**Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**

**TESIS**

**para optar el título profesional de**

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**“Diseño del sistema de abastecimiento de agua para la red  
contra incendio del almacén de materiales peligrosos en la  
empresa DEPSA S.A.”**

**Presentado por:**

**Bach. Juan Carlos Flores Huaman**

**Asesor:**

**Msc. Oscar Méndez Cruz**

**Lambayeque – Perú**

**2019**



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**“PEDRO RUIZ GALLO”**



**Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**

**TESIS**

**para optar el título profesional de**

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**“Diseño del sistema de abastecimiento de agua para la red  
contra incendio del almacén de materiales peligrosos en la  
empresa DEPSA S.A.”**

**Presentado por:**

**Bach. Juan Carlos Flores Huamán**

**Aprobado por jurado examinador:**

**Presidente :** Msc. Juan Antonio Tumialán Hinojosa.

**Secretario :** Dr. Amado Aguinaga Paz.

**Vocal :** Ing. Percy Edwar Niño Vásquez.

**Asesor :** Msc. Oscar Méndez Cruz.

**Lambayeque – Perú**

**2019**



# UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

## TESIS TÍTULO

**“Diseño del sistema de abastecimiento de agua para la red contra incendio del almacén de materiales peligrosos en la empresa DEPSA S.A.”**

### CONTENIDO

- Capítulo I:** Problema de la investigación
- Capítulo II:** Marco teórico
- Capítulo III:** Marco metodológico
- Capítulo IV:** Propuesta de la investigación
- Capítulo V:** Análisis e interpretación de los datos
- Capítulo VI:** Conclusiones y recomendaciones
- Capítulo VII:** Biografía
- Capítulo VIII:** Anexos y planos

**Autor: Bach. Juan Carlos Flores Huamán**

Msc. Juan Antonio Tumialan Hinostroza

**Presidente**

Dr. Amado Aguinaga Paz

**secretario**

Ing. Percy Edwar Niño Vásquez.

**Miembro**

Msc. Oscar Méndez Cruz.

**Asesor**

**Lambayeque – Perú**

**2019**

## DEDICATORIA

Agradezco a Dios por haberme brindado salud, sabiduría y fuerzas para no desmayar ante obstáculos en toda la trayectoria de mi carrera.

A mis queridos padres Segundo Flores Martínez y Olga Huamán Peña por ser el ejemplo que he seguido en la vida para ser una persona de bien, por su amor, por los buenos valores que me inculcaron y sobre todo por apoyarme a cumplir mis metas.

A mis hermanos Jenni Liliana, John, Franklin y Richard que me brindan su apoyo incondicional para seguir adelante y cumplir con cada objetivo.

A mi abuelita Bruna Martínez Santos que en paz descansa en el cielo, por haberme cuidado, soportado mis travesuras y haber sido partícipe de innumerables anécdotas en mi vida.

A toda mi familia, amigos y mis compañeros de trabajo que de una u otra manera me han ayudado para lograr culminar esta etapa profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a los docentes de la escuela profesional de ingeniería mecánica y eléctrica que me formo para ser un profesional competente.

Al Ing. Oscar Méndez Cruz, mi asesor de tesis y catedrático que me impartió sus conocimientos para lograr desarrollar con éxito la presente tesis, además de sus buenas enseñanzas durante mi etapa universitaria las cuales me han servido para ser un buen profesional.

## **RESUMEN**

La presente tesis de grado tiene como finalidad el diseñar la red de rociadores y el abastecimiento de agua para el almacén de materiales peligrosos, desde su diseño hasta su construcción basándose en la norma API 650

Actualmente la empresa DEPOSITOS S.A. ha suscrito convenios con importantes empresas mineras las cuales requieren el servicio de almacenamiento de materiales peligrosos del tipo combustible; por tal motivo, se implementara en dos fases el sistema de abastecimiento de agua por medio de dos tanques de acero atmosféricos del tipo cilíndrico y fondo plano, cada uno 100 m<sup>3</sup> de capacidad, diseñados bajo la norma API 650 – 2013 y la norma NFPA-13; asimismo, se desarrollara la red de rociadores complementaria para asegurar el correcto funcionamiento del sistema contra incendio y lograr una autonomía de 60 minutos de operación en caso de un incendio de magnitud. Este trabajo de investigación sirve como guía metodológica aplicada al diseño de sistema de almacenaje de agua a temperatura ambiente.

**Palabras Claves: Tanque, Diseño, Normas API 650, NFPA 13.**

## **ABSTRACT**

The present thesis has as finality the design of the water supply system for the network against fire of the warehouse of storage of dangerous materials, from its design to its construction based on API 650.

At present the company DEPOSITOS S.A, It has underwrite agreements with important mining companies which they require the storage service of dangerous materials of the fuel type for this reason the necessity arose to implement the water supply system by means of two atmospheric steel tanks of the cylindrical type and flat bottom each 100 m<sup>3</sup> capacity, designed under API 650 - 2013 and the NFPA standard to ensure the proper functioning of the fire system to have a 60-minute autonomy in case of a high magnitude fire.

This research investigation serves as a methodological guide applied to the design of steel tanks for the storage of water at room temperature.

**Keywords: Tank, Design, API 650 Standard, NFPA 13.**

## ÍNDICE

### Contenido

DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS .....	v
RESUMEN .....	vi
ABSTRACT .....	vii
ÍNDICE .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	1
1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	3
1.1 Realidad del problema .....	3
1.2 Formulación del Problema.....	3
1.3 Delimitación de la investigación .....	4
1.4 Delimitación espacial.....	4
1.5 Delimitación temporal.....	7
1.6 Justificación e importancia de la tesis .....	7
1.7 Limitaciones de la tesis .....	9
1.8 Objetivo de la tesis .....	9
2 MARCO TEÓRICO .....	11



2.1	Antecedentes del estudio .....	11
2.2	Desarrollo de la teoría .....	12
2.2.1	Clasificación de los incendios .....	12
2.2.2	Clasificación de riesgos ocupacionales.....	13
2.3	Tanque metálico de 100 m3 .....	18
2.4	Materiales .....	20
2.5	Uniones y soldaduras.....	20
2.6	Definición conceptual de la terminología empleada.....	22
3	MARCO METODOLÓGICO .....	25
3.1	Tipo y diseño de la investigación.....	25
3.2	Población y muestra.....	25
3.3	Hipótesis .....	26
3.4	Operatividad de variables.....	27
3.5	Métodos y técnicas de investigación .....	28
3.6	Descripción de instrumentos utilizados .....	30
4	PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN .....	31
4.1	Propuesta de investigación .....	31
5	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	32
5.1	Parámetros de diseño del sistema .....	32
5.2	Determinación del riesgo.....	32

5.3	Área de diseño .....	33
5.4	Área de cobertura del rociador .....	33
5.5	Número de rociadores que se activaran .....	34
5.6	Número de rociadores que se activaran por ramal .....	34
5.7	Diámetro por tuberías.....	35
5.8	Caudal en gabinetes .....	36
5.9	Cálculo hidráulico del sistema de rociadores.....	37
5.10	Cálculo de caudales y presiones en la red .....	39
5.11	Cálculo del volumen de almacenamiento .....	55
5.12	Diseño del tanque de almacenamiento .....	56
5.12.1	Consideraciones de diseño .....	56
5.13	Cálculo del espesor de cada virola.....	57
5.13.1	Método del pie .....	58
5.13.2	Dimensionamiento del cuerpo del tanque .....	58
5.13.3	Cálculo del espesor de las virolas .....	58
5.13.4	Cálculo de anillo de refuerzo .....	61
5.13.5	Rigidizadores secundarios en la envolvente del tanque .....	61
5.13.6	Espesor de la plancha en el fondo del tanque .....	62
5.14	Cálculo por viento .....	62
5.15	Cálculo por sismo .....	63
5.16	Carga de diseño.....	64

5.17	Peso efectivo del producto .....	64
5.18	Efecto sísmico Vertical.....	66
5.19	Momento de volteo .....	67
5.20	Comprobación análisis estructural en sap2000. ....	68
5.20.1	Consideraciones para el análisis.....	68
5.20.2	Consideraciones de diseño.....	69
5.21	Cálculo estructural .....	71
5.21.1	Ratio de esfuerzo en elementos estructurales. ....	71
5.21.2	Distribución de cargas en elementos .....	72
5.21.3	Fuerza anular que se aplica sobre las paredes del tanque .....	72
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	73
7	BIBLIOGRAFIA.....	76
8	ANEXOS.....	78
8.1	Reporte fotográfico.....	78
8.1.1	Registro fotográfico de la construcción de los tanques .....	78
8.2	Certificados de calibración .....	81
8.2.1	Certificado de calibración de medidor de espesor.....	81
8.2.2	Certificado de calibración de manómetro .....	83
8.3	Presupuesto.....	84
8.4	Planos Asbuilt .....	88

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. LOCAL DE LA EMPRESA DEPÓSITOS S.A.....	5
FIGURA 2. TEMPERATURA MÁXIMA Y MÍNIMA PROMEDIO EN EL CALLAO .....	6
FIGURA 3. VELOCIDAD PROMEDIO DEL VIENTO MENSUAL EN EL CALLAO .....	7
FIGURA 4. CURVA DE OPERACIÓN DE BOMBA PRINCIPAL PATTERSON .....	18
FIGURA 5. TANQUES VERTICALES DE FONDO PLANO .....	19
FIGURA 6. TIPOS DE SOLDADURAS.....	20
FIGURA 7. DETALLE DE SOLDADURA.....	21
FIGURA 8. DISEÑO DE TANQUE VERTICAL DE ACERO .....	57
FIGURA 9. SIMULACIÓN DE ESTRUCTURA DE TANQUE EN SAP 2000.....	69
FIGURA 10. CARGA SÍSMICA .....	70
FIGURA 11. MODELAMIENTO EN SAP 2000 .....	71
FIGURA 12. VIGA CENTRAL “U” DE 6x13 .....	72
FIGURA 13. FUERZA ANULAR SOBRE LAS PAREDES DEL TANQUE .....	72
FIGURA 14. CIMENTACIÓN DEL TANQUE .....	78
FIGURA 15. SOLDADURA DE LAS UNIONES DE LOS TANQUES .....	78
FIGURA 16. MONTAJE DE ANILLOS DE TANQUES .....	79
FIGURA 17. MONTAJE DE ANILLOS DE TANQUES .....	79
FIGURA 18. ALMACÉN DE MATERIALES PELIGROSOS.....	80
FIGURA 19. CUARTO DE BOMBAS Y GABINETE .....	80

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. OPERACIÓN DE VARIABLES .....	27
TABLA 2. INSTRUMENTOS UTILIZADOS PARA CADA TÉCNICA .....	30
TABLA 3. ESPACIAMIENTO MÁXIMO PARA RIESGO EXTRA Y ÁREA DE PROTECCIÓN.....	32
TABLA 4. ÁREAS DE PROTECCIÓN Y ESPACIAMIENTO MÁXIMO .....	33
TABLA 5. DIÁMETRO DE TUBERÍAS PARA RIESGO ORDINARIO .....	35
TABLA 6. CAUDAL REQUERIDO RESPECTO AL NIVEL DE RIESGO .....	36
TABLA 7. DATOS DE DISEÑO DE TANQUE .....	56
TABLA 8. RESULTADOS DE MEDIDAS DE ESPESOR DEL TANQUE .....	60
TABLA 9. FACTOR DE MODIFICACIONES EN ASD MÉTODOS.....	67
TABLA 10. CARGAS DE TECHO DE UNA CAÍDA .....	68

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación desarrolla “Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua para la Red Contra Incendio del Almacén de Materiales Peligrosos en la empresa Depósitos S.A.”.

Tiene como finalidad el diseño del sistema de abastecimiento de agua para la red contra incendio de la bodega de almacenamiento de materiales peligrosos, desde su diseño hasta su construcción basándose en la norma API 650 y NFPA 13.

Actualmente la empresa DEPOSITOS S.A. ha suscrito convenios con importantes empresas mineras las cuales requieren el servicio de almacenamiento de materiales peligrosos del tipo combustible, por tal motivo, surgió la necesidad de implementar el sistema de abastecimiento de agua por medio de dos tanques de acero atmosféricos del tipo cilíndrico y fondo plano, cada uno 100 m<sup>3</sup> de capacidad, diseñados bajo la norma API 650 – 2013 y la norma NFPA-13 para asegurar el correcto funcionamiento del sistema contra incendio y lograr una autonomía de 60 minutos de operación en caso de un incendio de magnitud, además sirve como guía metodológica aplicada al diseño de sistema de almacenaje de agua aplicado a la industria logística.

La tesis se desarrolla en 8 capítulos que se presentan a continuación:

El capítulo I, desarrolla el planteamiento del problema, detallando la situación actual de la empresa frente a las nuevas exigencias del sector logístico, delimita la investigación y presenta los objetivos a cumplir.

El capítulo II, desarrolla el marco teórico, así como la teoría que sustenta la investigación en el ámbito nacional como internacional de acuerdo con las variables.

El capítulo III, explica la metodología de investigación en términos de: tipo de estudio, población, técnica de investigación y análisis de los datos.

El capítulo IV, explica el planteamiento del problema, en la cual detalla la situación actual de la empresa frente a las nuevas exigencias del sector logístico, la delimitación de la investigación, delimitación y los objetivos a cumplir.

El capítulo V, se analiza e interpreta los resultados obtenidos de la investigación.

El capítulo VI, permite conocer las conclusiones y recomendaciones.

El capítulo VII, se hace referencia a los autores consultados en la investigación.

El capítulo VIII, se presentan los planos de la bodega de almacenamiento, planos de ubicación y diseño del sistema de red contraincendios y los anexos que contiene el registro fotográfico, especificaciones técnicas de equipos y materiales.

# **1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1 Realidad del problema**

En el presente siglo las empresas buscan consolidar su liderazgo en el sector logístico, promoviendo servicios de calidad que brinden seguridad y respeto al medio ambiente.

DEPOSITOS S.A. es empresa logística que almacena bienes de diversa naturaleza; por tal motivo, se requiere la construcción de almacenes seguros que brinden las condiciones de seguridad requeridas para almacenar productos peligrosos.

La empresa ha firmado importantes contratos con clientes del sector minero, por tal motivo a remodelado una bodega de almacenamiento de materiales peligrosos (MATPEL), debido a la creciente demanda de hidrocarburos en el sector minero, considerando que los hidrocarburos son altamente inflamables, se necesita brindar seguridad a sus instalaciones e infraestructura por medio de una red de rociadores, gabinetes abastecidos por un sistema de almacenamiento de agua, previniendo y /o eliminando todos los escenarios de posibles incendios.

## **1.2 Formulación del Problema**

¿Cómo abastecer adecuadamente el suministro de agua por medio del diseño de una red contraincendios, ante la ocurrencia de un incendio en la bodega de almacenamiento de materiales peligrosos basándonos en las normas API 060 y la norma NFPA 13?

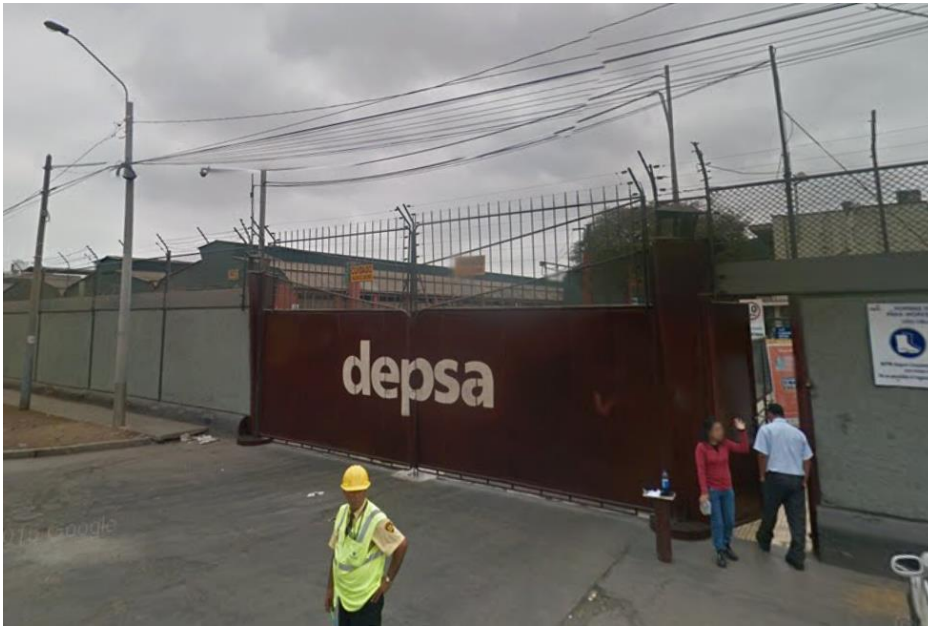


### **1.3 Delimitación de la investigación**

El presente trabajo de investigación desarrolla la metodología para calcular hidráulicamente el volumen de abastecimiento de agua, desarrollando la red de rociadores y gabinetes, determinando parámetros de caudal y presión, determinando así la demanda del sistema.

### **1.4 Delimitación espacial**

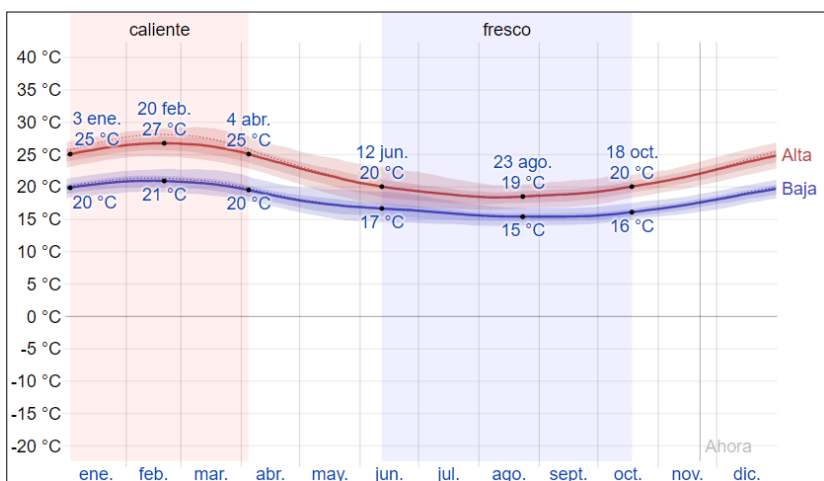
La presente tesis se desarrolla en dirección física de empresa Depósitos S.A., ubicada en el Jirón Fernando Wiesse 502 en el distrito del Callao, provincia Callao, departamento del Callao.



***Figura 1. Local de la empresa Depósitos S.A***

## **Temperatura**

La temperatura en la región del Callao se caracteriza por zonas costeras, con aproximadamente 3 meses de temperaturas suaves de enero hasta abril, con temperatura templada diaria de 25°C. El día más caluroso de 2019 se registró el 20 de febrero, con temperatura máxima aproximada de 27°C y temperatura mínima aproximada de 21°C.



**Figura 2. Temperatura máxima y mínima promedio en el Callao**

## Viento

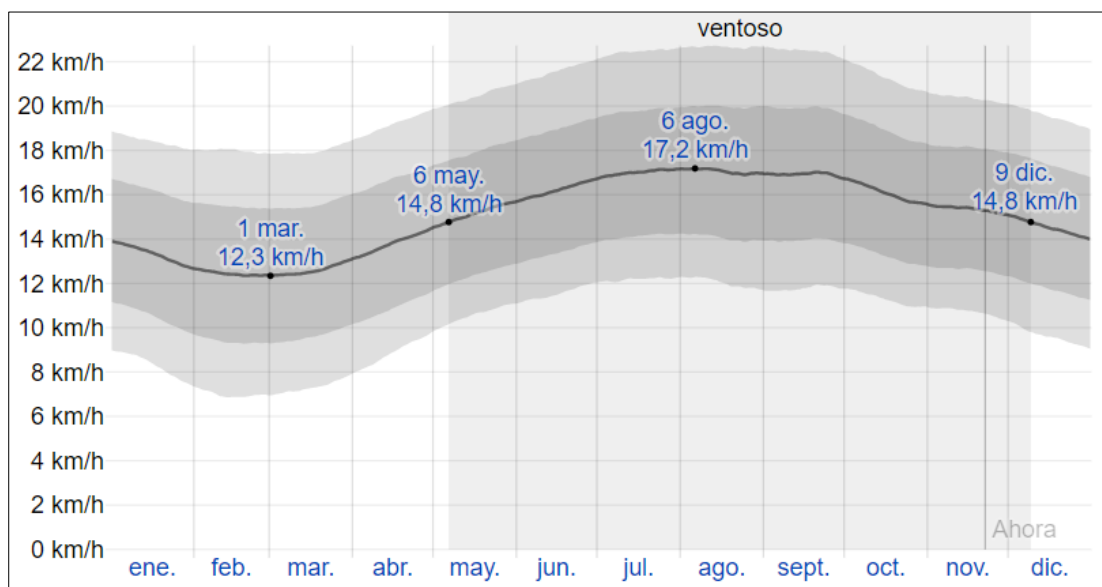
El vector de viento (velocidad y dirección) en un área ancha a 10 metros sobre el suelo.

El viento depende de la topografía del lugar y otros factores como la velocidad y dirección y estos varían más que los promedios por hora.

En el Cercado de Lima, la velocidad promedio aproximada del viento por hora experimenta variaciones fluctuantes durante el año.

La parte ventosa del año dura 7,1 meses, con vientos con un promedio de más de 9 millas por hora del 6 de mayo al 9 de diciembre. El día más ventoso fue el 6 de agosto del año, con velocidad promedio de 17,2 kilómetros por hora.

El período tranquilo del año dura 4,9 meses, del 9 de diciembre al 6 de mayo. El día más tranquilo del año es el 1 de marzo, con vientos que promedian los 12,3 kilómetros por hora.



**Figura 3. Velocidad promedio del viento mensual en el Callao**

## 1.5 Delimitación temporal

El presente trabajo de investigación se desarrolla en dos fases, la primera contempla la obra civil y la construcción de los tanques de 100m<sup>3</sup> y la segunda etapa que desarrolla el cuarto de bombas, red de rociadores y gabinetes, con tiempo de ejecución de 3 meses

## 1.6 Justificación e importancia de la tesis

En una organización es fundamental reducir los peligros y riesgos que afectan a las instalaciones, infraestructura y equipos hasta eliminarlos, ya que las consecuencias de no contar con un sistema de respuesta rápida ante posibles peligros pueden derivar en vidas humanas, pérdidas económicas y daños.

La seguridad de la infraestructura y el bienestar de los trabajadores son lo más importante para una empresa, de ahí el desarrollo de este proyecto, que constituye el Sistema de Respuesta Rápida contra Incendios.

Actualmente la empresa no cuenta con un sistema de respuesta rápida que garantice el desarrollo de las actividades de manera segura, por lo tanto hay que implementar el sistema mencionado de manera inmediata para evitar eventos que arriesguen el desarrollo de las actividades ,ya que estas traen consigo penalidades y pérdidas económicas debido a que un incendio en las instalaciones pondría en peligro las demás bodegas con productos de otros clientes , lo cual repercutirá de manera negativa en la imagen y economía de la empresa.

### **Justificación científica**

Se desarrolla con la teoría científica aplicada a sistemas autónomos de protección contra incendio. Este tipo de investigación permite promover el uso de fuentes de energía renovables como una disciplina de investigación científica.

### **Justificación ambiental**

El proyecto de tesis se busca reducir hasta su eliminación el impacto ambiental que producen los incendios, evitando que el dióxido de carbono vaya a la atmosfera y debilite la capa de ozono, de este modo estaremos contribuyendo en tener un mejor medio ambiente.

### **Justificación social**

El equipo utilizado mantendrá alta disponibilidad y cooperará en el desarrollo de los proyectos de almacenaje de materiales peligrosos, el proyecto tiene como finalidad concientizar a los empresarios en invertir recursos para tener instalaciones seguras y prevenir, mitigar y eliminar los peligros que ponen en riesgo la integridad de los colaboradores.

### **Justificación técnica**

El proyecto será óptimo debido a la interconexión de sus elementos, los cuales permitirán abastecer la mínima demanda y cubrir la autonomía establecida para combatir incendios en la bodega de almacenamiento de residuos peligrosos.

### **1.7 Limitaciones de la tesis**

El diseño hidráulico es aplicable para un nivel de riesgo extra y ordinario, válido para el almacenaje de producto de origen combustible a temperatura ambiente.

### **1.8 Objetivo de la tesis**

#### **Objetivo General**

El objetivo general es desarrollar la metodología para calcular hidráulicamente el volumen de abastecimiento de agua, desarrollando la red de rociadores y gabinetes, determinando parámetros de caudal y presión, para brindar seguridad a la infraestructura y personal que labora en la bodega de almacenamiento de materiales peligrosos.

### **Objetivo Especifico**

- a) Evaluar e identificar el tipo de riesgo correspondiente a la bodega de almacenamiento de materiales peligrosos.
- b) Describir los componentes de sistema y su dimensionamiento.
- c) Calcular el volumen de agua requerido para extinguir un incendio en el almacén de materiales peligrosos.
- d) Calcular y seleccionar el equipo de bombeo que asegure el caudal y presión del sistema para que sea seguro.
- e) Analizar y evaluar el diseño de tanques basados en la norma API 650-2013.

## 2 MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes del estudio

Según (Martínez-Jamaica & Blanco-Duarte, 2016) en su tesis de título “GUÍA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS, ENFOCADA EN REDES INTERNAS DE EDIFICACIONES”. Nos describe el sistema de protección contra incendios, enfatiza en términos relacionados con el tema, al mismo tiempo explica la mecánica de fluidos, el flujo de agua que interactúa en la red contra incendios, y evalúa tres posibles escenarios, como son:

Sistema contra incendio por gabinetes, por rociadores y sistema combinado.

Así mismo (Albán Aráuz, 2006) en su Tesis de Grado, titulado: **"Diseño de un Sistema Contra Incendio para Tanques de Almacenamiento de Diésel para la Empresa Termopichincha Central Santa. Rosa."**, Nos menciona formas útiles para desarrollar cálculos hidráulicos para el sistema de agua, puesto que la ejecución está orientada para tanques de combustible diésel; adicionalmente, permite identificar los lineamientos ejecutados, anteriormente aplicados en la norma que sostiene todos los líquidos combustibles, la norma NFPA 30 - Código de Líquidos Inflamables y Combustibles.

De tal forma (Bósquez Yánez, 2013) en su Tesis, titulado: **"Diseño de un Sistema Contra Incendios en Base a la Normativa NFPA, para la Empresa Metalúrgica Ecuatoriana ADELCA C.A"** Nos proporciona cálculos para determinar el diseño del



sistema de tubería, selección de los equipos y materiales complementarios. Además, de gran importancia en la instalación del sistema contra incendios.

## **Contexto nacional**

Según (Mendoza, 2014) en su tesis, titulado: **“Diseño Hidráulico de un Sistema de Protección Contra Incendio para el Patio de Tanques de Almacenamiento de Diésel 85-Unidad Minera Toquepala”**, La presente tesis mencionada permitió el desarrollo de cálculos hidráulicos de la red de agua, siguiendo los lineamientos de la norma NFPA 13.

Según lo señalado (Bermeo, 2017) en el Trabajo de titulación, titulado: **“Análisis del Volumen Óptimo de un Tanque de Almacenamiento para un Sistema Contra Incendio”**. Explica como calcular adecuadamente el volumen total requerido por el sistema de almacenamiento de agua, así mismo describe una solución para el almacenamiento de agua, calculando el volumen óptimo utilizando norma de diseño, seguridad y calidad basados en la norma NFPA 13.

## **2.2 Desarrollo de la teoría**

### **2.2.1 Clasificación de los incendios**

Un incendio se define como una situación indeseable producto de la combustión rápida que se desarrolla de manera incontrolable en el tiempo y el espacio cuando un material alcanza su punto de ignición.

Los tipos de incendios se han clasificado en 5 clases las cuales son A, B, C, D y K.

(NFPA 10,2006, p.11.)

**Incendios clase A**

Son aquellos que involucran materiales como tela, madera, papel, caucho y plástico.

**Incendios clase B**

Son aquellos que involucran, grasa, aceite, alcohol y todo tipo de grasas inflamables.

**Incendios clase C**

Son incendios que básicamente involucran a dispositivos eléctricos como tableros de electricidad, paneles e interruptores.

**Incendios clase D**

Son aquellos que involucran metales como potasio, titanio, zirconio y magnesio.

**Incendios clase K**

Son incendios de equipos o combustibles domésticos como aceites y grasas para cocinar.

**2.2.2 Clasificación de riesgos ocupacionales**

Los riesgos ocupacionales según la norma (NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION, 2007), clasifica los riesgos en 3 categorías: riesgo leve, riesgo ordinario y riesgo extra.

**Riesgo leve (bajo)**

Un riesgo Leve se presenta en los ambientes de gran cantidad de combustibles Clase A. En la Clase B es baja y son incendios de niveles bajos.

### **Riesgo ordinario (moderado)**

Un riesgo Moderado se presenta en los ambientes de gran cantidad de combustibles Clase A. En la Clase B es moderada y son incendios de niveles de calor moderadas.

### **Riesgo extra (altos)**

Un riesgo moderado se presenta en los ambientes de gran cantidad de combustible y material Clase A. En la clase B es alta y generalmente son incendios de crecimiento rápido.

Estos riesgos se asocian con las actividades del tipo industrial donde se presentan cantidades de material combustible mayor a 5 galones en cualquier área.

### **Demanda de agua**

Se obtiene realizando cálculos, dependiendo del área que cubra el equipo y la tasa de aplicación deseada. El área para proteger debe dividirse en escenarios específicos identificados por análisis de riesgo cuantitativo (ACR), que incluye una evaluación sistemática de la instalación para identificar cualquier evento potencialmente peligrosos y estimación de daños al personal (trabajadores y terceros) por emisión de sustancias inflamables y combustibles para determinar el nivel de riesgo existente, estimando la frecuencia de ocurrencia y el alcance de las consecuencias.

Seguidamente debemos señalar que la cantidad de agua utilizada en cada equipo depende del criterio norma y del uso adecuado del equipo, así como del área misma que se debe cubrir para controlar completamente un posible incendio.

## **Tuberías**

En las tuberías para determinar su tamaño de distribución será importante conocer las zonas de la instalación con mayor demanda de agua y de ahí derivar el balance hidráulico, teniendo en cuenta el caudal de diseño necesario para las zonas de mayor demanda.

Luego de consultar los criterios anteriores y comprender las especificaciones que tendrá en cuenta el sistema de válvulas de tubería, la velocidad en la tubería, los diámetros máximos o mínimos, los materiales utilizados y los diversos tipos de pruebas que se deben aplicar a la tubería. Por consiguiente, el sistema comprueba que está funcionando de manera óptima.

## **Rociadores**

Los rociadores son un sistema de redes de tuberías instaladas bajo el techo y activada mediante temperatura que fluye en el lugar. Cuando estalla la vulva del rociador, expulsa una gran cantidad de agua sobre el fuego en forma de ducha (Uribe González, 2013).

### **Tipos de rociadores**

Generalmente los sistemas son:

**Sistemas de tubería húmeda:** Consiste en rociadores automáticos que están conectados al sistema de tuberías que alberga agua y conectado para suministrar agua de manera rápida y precisa (Uribe González, 2013).

**Sistemas de tubería seca normales:** son rociadores conectados a tuberías que contienen agua a presión. Permitiendo que la presión del agua abra la válvula y circule través del sistema de rociadores abiertos (Uribe González, 2013).

**Sistemas de Acción Previa:** Son rociadores que están conectados a tuberías con aire, por lo que están bajo presión, seguidamente para garantizar la seguridad tiene un sistema de detección suplementario (Uribe González, 2013).

**Sistema de Inundación Total:** Son sistemas de rociadores abiertos que se conecta a sistema de tubería y suministro de agua al detectar las válvulas que abre el sistema (Uribe González, 2013).

### **Sistema de Bombeo**

Los sistemas de bombeo contra incendios son los encargados de suministrar el agente extintor para combatir los incendios; por lo general, se usa agua en la mayor parte de industrias, es fundamental la correcta elección del agente extintor para el correcto funcionamiento y será fundamental tener un diseño y una elección cuidadosa de componentes. Se prefieren las bombas impulsadas por diésel debido al riesgo potencial de pérdida de las instalaciones de generación de vapor y energía debido a explosiones. Asimismo, las bombas impulsadas por motores eléctricos y de turbina son menos confiables y deben investigarse más a fondo. Sistema de distribución de energía que puede estar seguro de que la bomba seguirá funcionando incluso en caso de un accidente grave. Seguidamente en el caso de una bomba accionada por un motor eléctrico, la fuente de alimentación debe diseñarse de tal manera que un solo evento

(explosión, incendio, subestación, cortocircuito, etc.) no resulte en la pérdida de energía.

La capacidad de la bomba se determinará con base en la premisa de la norma NFPA, que brinda las normas que debemos seguir para bombas eléctricas, diésel y jockey seguidamente de sus sistemas de arranque y parada (Scattaglia, 2008).

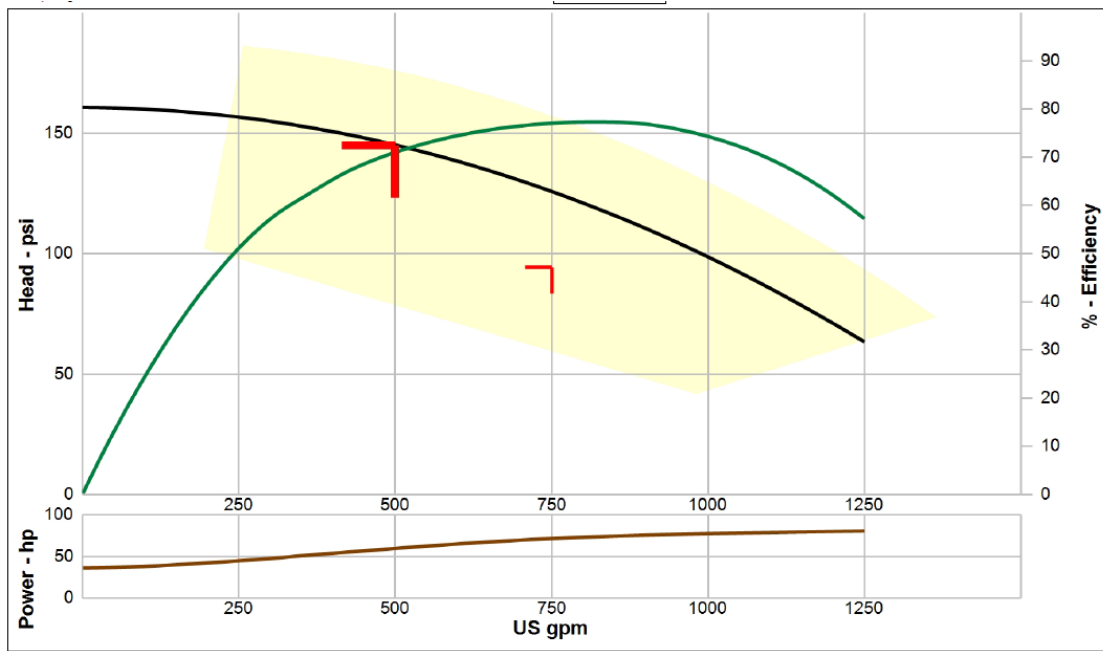
### **Tipos de Bombas**

Por lo general, se instalarán dos bombas: bombas centrífugas y auxiliares respectivamente primero utiliza agua para la carga y el segundo para mantener la presión en caso de fuga y evitar que la bomba arranque cuando no se necesita.

Las bombas contra incendios están diseñadas para operar en PSI (lb/in<sup>2</sup>) a presiones y velocidades de bombeo específicas (Bermeo Illescas, 2017).

### **Parámetros de Diseño**

La norma NFPA 20 establece que las bombas utilizadas en los sistemas de extinción de incendios deberán tener curva suave de presión de flujo y proporcionar capacidad nominal no menor de 150 % y presión nominal de 65%, con presión de cierre 140 % presión nominal; asimismo, la presión de cierre no será inferior a la presión nominal. La verificación se llevara a cabo antes de la entrega del sistema y también se verificara que la bomba principal cumpla con los parámetros de flujo y presión diseñados.(Araujo & Pierre, 2019,p.63).



**Figura 4. Curva de operación de bomba principal Patterson**

Una bomba contra incendios es una máquina equipada con tuberías de succión y tiene por función aumentar la presión y suministrará la cantidad de agua a presión necesaria para extinguir por completo un incendio.

La caída de presión debida a la apertura del mecanismo extintor de incendios activa la bomba.

### **2.3 Tanque metálico de 100 m<sup>3</sup>**

Los tanques de 100 m<sup>3</sup> serán utilizados como depósito reteniendo así productos de diversas propiedades para su posterior evaluación de su comercialización o posible uso, por lo tanto, los tanques de almacenamiento se clasifican de la siguiente manera

## **Los Tanques Cilíndricos Horizontales**

Se trata de volúmenes pequeños, que presentan falla de corte y flexión. Generalmente, se utilizan albergando volúmenes relativamente pequeños

## **Los Tanques Cilíndricos Verticales de Fondo Plano**

Son excelentes para albergar grandes cantidades de productos a bajo costo. Limitado por uso a presión atmosférica o presión interna relativamente baja.

Los tanques anteriormente mencionados clasificados en: techo fijo, techo flotante y sin techo.

En nuestro proyecto de investigación diseñaremos dos tanques verticales de fondo plano, sin techo el cual estará anclado a la estructura



***Figura 5. Tanques verticales de fondo***



## 2.4 Materiales

La construcción de tanques de almacenamiento de grandes volúmenes nos permite elegir dos alternativas en la adquisición de material.

### Acero Inoxidable












El empleo de este tipo de acero representa un ahorro de la imprimación, además permite no vaciar el tanque al momento de realizar inspección.

### Acero al carbono con imprimación.

Utilizar este tipo de acero en la superficie interior, tiene como desventaja que debemos vaciar el tanque e ingresar en su interior para verificar su estado.

## 2.5 Uniones y soldaduras

Existen diversas soldaduras que se pueden utilizar en tanques y está representado de la siguiente manera.

Tipo de soldadura								Soldadura de campo	Soldadura todo alrededor	Enrasado
Cordón	Filete	Ranura de las piezas								
		Rectangular	V	Bisel	U	J	Tapón			
										

**Figura 6. Tipos de soldaduras**

En resumen, los tipos de uniones entre las partes del tanque se representan de la siguiente manera.

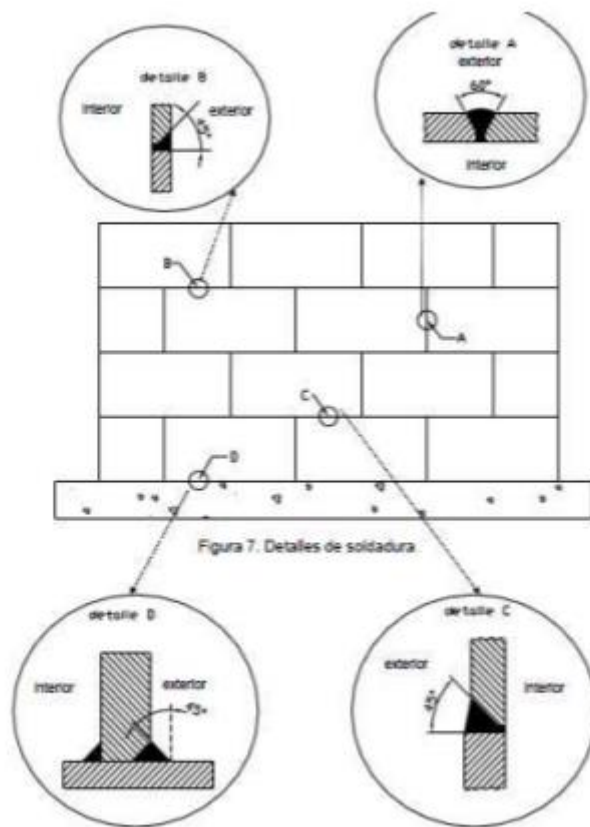


Figura 7. Detalles de soldadura

**Figura 7. Detalle de soldadura**

En la figura de detalle de soldadura se puede apreciar que en detalle (a) las soldaduras están en el mismo nivel entre virolas; para el detalle (b) nos indica soldadura entre virolas de distintos niveles y estas tienen mismo espesor; en el detalle (c) la soldadura entre virolas de diferente espesor; seguidamente en el detalle (d) apreciamos la soldadura entre fondo y virola.

## 2.6 Definición conceptual de la terminología empleada

**Conexión de manguera:** Se trata de una combinación entre un equipo para la conexión y una manguera conectado al sistema de tubería ascendente que proporciona una válvula de mangueras con solo una salida roscada (National Fire Protection Association, 2016).

**Conexión para bomberos:** Es una conexión por la que los bomberos pueden suministrar agua a la red contra incendio (National Fire Protection Association, 2016).

**Control de incendios:** Función de disminuir y limitar un incendio mediante suministro de agua y lograr disminuir el calor liberado (National Fire Protection Association, 2016).

**Rociador automático:** En cierta medida, hablamos de un dispositivo de control de incendios que enciende en el momento termo activado y es calentado hasta su límite de temperatura, logrando descargar agua sobre la superficie cobertura (National Fire Protection Association, 2016).

**Rociador colgante:** Se trata de un rociador que al ser instalado genera corriente de agua y esta se dirige contra el deflector (National Fire Protection Association, 2016).

**Rociador montante:** Es un rociador diseñado para, una vez instalado, dirija el agua contra el deflector (National Fire Protection Association, 2016).

Es un rociador diseñado para, una vez instalado, dirija el agua contra el deflector

**Válvula de control:** Registro que controla el flujo que se desplaza hacia el sistema de protección contra incendios de agua. (National Fire Protection Association, 2016)

**Sistema clase I:** En cierta medida, hablamos de un sistema que proporciona conexiones de manguera de 2½" pulgadas (65mm) que permitira distribuir agua que utilizaran los bomberos (National Fire Protection Association, 2016).

**Sistema clase II:** Este sistema proporciona estaciones de manguera de 1½" pulgadas (40mm) para abastecer de agua y estas puedan usados por personal capacitado (National Fire Protection Association, 2016).

**Sistema clase III:** Este sistema proporciona estaciones de manguera de 1½" pulgadas (40mm) para el suministro de agua y puedan ser operadas por personal capacitado y conexiones de manguera de 2½" pulgadas (65mm) y distribuir una gran cantidad de agua para el posterior uso de los bomberos.

**Sistema diseñado hidráulicamente:** Son sistemas de rociadores calculados, donde los diámetros de tuberías son elegidos por la pérdida de presión.

**Sistema de rociadores:** Este sistema cuenta con una red integrada de tuberías, la cual cuenta con una válvula de control de agua, alarma de flujo y drenaje. Principalmente se logra activar debido al calor proveniente de un incendio, seguidamente procederá a descargar agua sobre la superficie del incendio.

**Bomba jockey:** En cierta medida, se trata de una bomba destinada a compensar la despresurización de la red, equilibrando la presión del sistema, evitando la puesta en servicio de la bomba principal ante una fuga o requerimiento en la red.

**Bomba contra incendio:** Este tipo de bomba provee flujo a presión, el cual está destinada a la protección contra incendio.

**Presión:** Magnitud física definida como la proyección fuerza sobre un área definida.

**Caudal:** Cantidad de fluido que circula por una sección que pueden ser tubería, cañería, oleoducto, etc. en un tiempo determinado. Definido básicamente como caudal volumétrico que circula en una determinada superficie por unidad de tiempo.

**Tanque cilíndrico de fondo plano:** Permite almacenar grandes volúmenes a bajo precio, pero solo se puede usar a presiones atmosféricas o internas relativamente bajas.

**Volumen específico:** La relación que existe entre el peso de un elemento en una unidad de volumen. El peso específico variara dependiendo de la gravedad.

### **3 MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Tipo y diseño de la investigación**

El tipo de investigación se aplica calculando el caudal requerido por el sistema de rociadores y mangueras para determinar el volumen de agua de los tanques metálicos que servirán como reservorio del agente extintor, resolviendo así la inseguridad de las instalaciones internas de la empresa Depósitos S.A.

El diseño del proyecto es descriptivo, debido a que desarrolla técnicas para describir los fundamentos del problema; es decir, cada análisis y diseño del sistema de prueba se realiza a lo largo de la construcción del tanque y el dimensionamiento de la red contra incendio, garantizando el control de calidad de acuerdo con la normativa respectiva.

#### **3.2 Población y muestra**

##### **La población**

En la presente investigación, la población quedara delimitada por la red de rociadores, gabinetes y tanques destinados a la seguridad de la bodega de almacenamiento de materiales y productos MATPEL, delimitando el problema y los objetivos del proyecto.

##### **La muestra**

La población resulta accesible para fines del estudio en su totalidad; por esta razón, no se requiere extraer una muestra para investigar datos de la población objetivo.

### **3.3 Hipótesis**

¿Se logrará cumplir con los requisitos solicitados en las normas NFPA, diseñando un sistema de abastecimiento de agua, basándonos en el cálculo hidráulico de la red de rociadores y gabinetes para una autonomía de 60 minutos en la bodega de materiales peligrosos?

### 3.4 Operatividad de variables

**Tabla 1. Operación de variables**

*Fuente:* Elaboración propia

TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	TECNICA	INSTRUMENTO	INDICADORES
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	Diseño del Sistema de Abastecimiento de Agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cálculo y selección de tanques de almacenamiento</li> <li>✓ Dimensionamiento del sistema de almacenamiento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Observación</li> <li>✓ Resumen</li> <li>✓ Encuesta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Guía de observación</li> <li>✓ Cuadros sinópticos</li> <li>✓ Cuestionarios</li> <li>✓ Mapas conceptuales</li> <li>✓ Test</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Dotación de Agua</li> <li>✓ Volumen de diseño de tanques</li> <li>✓ Potencia de la Bomba</li> <li>✓ Presión y Caudal de Operación</li> </ul>
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	Seguridad en la Bodega de Almacenamiento de Materiales Peligrosos	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mitigación del incendio mediante agua</li> <li>✓ Prevención de incendios mediante dispositivos adecuados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Observación</li> <li>✓ Resumen</li> <li>✓ Encuesta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Guía de observación</li> <li>✓ Fichas</li> <li>✓ Cuadros sinópticos</li> <li>✓ Cuestionarios</li> <li>✓ Mapas conceptuales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Valores mínimos dotación de agua</li> <li>✓ Niveles de seguridad</li> </ul>
<b>VARIABLE DE LOCALIZACIÓN</b>	ALMACÉN DEPÓSITOS S.A	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tipo de Almacén</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Observación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Guía de observación</li> <li>✓ Fotografía</li> <li>✓ Mapas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ubicación</li> <li>✓ Acceso</li> <li>✓ Tamaño</li> </ul>



### **3.5 Métodos y técnicas de investigación**

El presente trabajo de investigación, se aplicó métodos deductivos para calcular y seleccionar equipos basados en teorías, leyes y estándares promulgados por la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA). Las principales técnicas utilizadas son las siguientes:

#### **Las técnicas**

##### **a) Fichaje**

Se trata de un instrumento de medición el cual cumple la función de registrar los datos obtenidos en instrumentos llamados fichas, estos están preparados, ordenados y almacenan gran parte de la información que se logró recopilar en la investigación, ahorrando tiempo, espacio y dinero

##### **b) Análisis de documentos**

Técnica utilizada en la revisión de fichas bibliográficas con la finalidad de analizar el presente trabajo. Fue utilizado para la elaboración del marco teórico del estudio.

##### **c) Observación**

Implica recibir conocimientos a través del mundo y registrarlos por medio de instrumentos científicos

## **Instrumentos**

### **a) Resumen**

Estos instrumentos se utilizaron para sintetizar información científica, leyes y normas emitidas por la NFPA esto permitirá elaborar nuestro marco conceptual y metodológico.

### **b) Ficha de observación**

A partir de las visitas técnicas realizadas al establecimiento se pudo observar la necesidad de implementar un diseño de sistema de suministro en respuesta rápida para la red contra incendio.

### **c) Hojas de calculo**

Utilizando las hojas de cálculo del Excel del Software Office, nos facilitara los diferentes cálculos para seleccionar los equipos que necesitaremos para nuestro proyecto.

### **d) Fotografías**

Lo utilizaremos para llevar un control de lo observado, presentar no solo con palabras lo que se observa acerca del estado de las instalaciones de la bodega de almacenamiento.

### **e) Mapas**

Proporciona ubicación geográfica del almacén, que posteriormente será estudiado en nuestro trabajo de investigación.

### **f) Planos**

Estos planos permiten tener un enfoque detallado de la ubicación y distribución de los elementos a instalar en el almacén.

### 3.6 Descripción de instrumentos utilizados

**Tabla 2. Instrumentos utilizados para cada técnica**

<b>Técnicas</b>	<b>Instrumento de registro</b>
Fichaje	Libros, revisas
Análisis de documentos	Libros, revisas, páginas de internet, software
Observación	Papel, lápiz, cámara fotografía

*Fuente:* Elaboración propia

## 4 PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

### 4.1 Propuesta de investigación

Considerando la problemática de seguridad analizada en la bodega de almacenaje de materiales peligroso en la empresa DEPOSITOS S.A, ubicado en el distrito del Callao, se propone un diseño de red de rociadores, gabinetes con respaldo de suministro de agua como agente extintor para un tiempo de 60 minutos.

El sistema estará compuesto por un cuarto de bombas, dos tanques que suministran agua con capacidad 100 m<sup>3</sup> del tipo verticales de acero con fondo plano sin techo, un sistema de rociadores, 2 gabinetes y una toma siamesa para conexión de los bomberos. El sistema de abastecimiento de agua propuesto permitirá combatir amagos de incendios durante una hora.

Para lo cual se propone lo siguiente:

**Sistema de Rociadores:** definiremos una red integrada de tuberías específicamente diseñadas como nos indica las normas de protección contra incendios.

**Cuarto de bombas:** Se tiene un cuarto de bombas que es parte fundamental del sistema de extinción de incendios, ya que contiene a las bombas principales, como lo son la bomba jockey y la bomba principal

**Tanque:** Los tanques están diseñados para contener fluidos, generalmente a baja presión atmosférica o presión interna.

## 5 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

### 5.1 Parámetros de diseño del sistema

#### 5.1.1 Determinación del riesgo

La muestra estudiada en nuestro proyecto de investigación es una bodega de almacenamiento de materiales peligrosos, en dicha bodega se almacenará combustibles líquidos, por lo tanto, se trata de un riesgo extra perteneciente al grupo 2 NFPA 13- Tabla 8.6.2.2.1 (c)

**Tabla 3. Espaciamiento máximo para riesgo extra y área de protección**

Tipo de construcción	Tipo de sistema	Área de protección		Espaciamiento (máximo)	
		<i>pies</i> <sup>2</sup>	<i>m</i> <sup>2</sup>	<i>pies</i>	<i>m</i>
Todos	Por tablas de cálculo	90	8,4	12	3,7
	Calculado				
Todos	hidráulicamente con densidad $\geq 0,25$	100	9,3	12	3,7

Todos	Calculado				
	hidráulicamente				
	con densidad <	130	12,1	15	4,6
	0,25				

*Fuente:* Norma NFPA 13- Tabla 8.6.2.2.1 (c)

### 5.1.2 Área de diseño

La normativa NFPA 13 nos brinda información que bajo ningún caso el área, en esta figura nos permite determinar el nivel de peligro en la bodega de almacenamiento en los residuos peligrosos así mismo determinar el valor de la densidad.

Área:  $A = 1500 \text{ pies}^2$

Densidad:  $\rho = 0.2 \text{ gpm/pies}^2$

### 5.1.3 Área de cobertura del rociador

La superficie de cobertura por rociadores será un área donde un rociador va a descargar el agua, en la norma NFPA 13 precisa que el área de cobertura no sobrepasará los  $225 \text{ pies}^2$ , por tal motivo hemos seleccionado, el área de cobertura de nuestro rociador será de  $130 \text{ pies}^2$

**Tabla 4. Áreas de protección y espaciamiento máximo**

Tipo de construcción	Tipo de sistema	Área de protección	Espaciamiento (máximo)
----------------------	-----------------	--------------------	------------------------

		<b>pies<sup>2</sup></b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>pies</b>	<b>m</b>
Todos	Todos	130	12,1	15	4,6

*Fuente:* NFPA 13 capitulo Tabla 8.6.2.2.1 (b)

$$S = 13 \text{ pie}^2$$

$$L = 10 \text{ pie}^2$$

$$A_s = S \times L = 130 \text{ pie}^2$$

#### 5.1.4 Número de rociadores que se activaran

Determinamos el número de rociadores que se activaran durante un incendio en nuestro sistema de rociadores, dividiendo la superficie de diseño a 1500 pies<sup>2</sup> dividida entre la superficie cubierta del rociador que tiene valor de 130 pies<sup>2</sup>, obteniendo como resultado la activación de 12 rociadores

$$\frac{\text{Area de Diseño}}{\text{Area de rociador}} = \frac{A}{A_s} = \frac{1500}{130} = 11.53 \cong 12$$

Caudal por unidad de rociador

$$Q = A_s \times \rho$$

$$Q = 130 \text{ pies}^2 \times 0.2 \text{ gpm/pies}^2$$

$$Q = 20 \text{ gpm}$$

#### 5.1.5 Número de rociadores que se activaran por ramal

Es el número de rociadores que se activaran en un ramal de alimentación, para lo cual utilizamos la fórmula:

$$\text{Rociadores activos por ramal} = \frac{1.2\sqrt{A}}{S}$$

Donde:

$S$  = Espaciamiento maximo entre rociadores de valor 13 pies<sup>2</sup>

$A$  = Es el area de diseño de valor 1500 pies<sup>2</sup>

$$\text{Rociadores por ramal} = \frac{1.2\sqrt{A}}{S} = \frac{1.2\sqrt{1500 \text{ pies}^2}}{13 \text{ pies}} = 3.57 \approx 4$$

Realizado el cálculo, se determina que 4 rociadores se activarán por ramal.

#### 5.1.6 Diámetro por tuberías

Deberá instalarse tubería no menor a 6 pulgadas de diámetro como tubería principal (National Fire Protection Association, 2007, p. 241)

Para determinar el diámetro de las tuberías de nuestro sistema, primero debemos tener en consideración el criterio establecido, en el que se indica que el diámetro de tubería se calculará teniendo en cuenta el total de rociadores,

**Tabla 5. Diámetro de tuberías para riesgo ordinario**

Acero		Cobre	
1 pulg	2 rociadores	1 pulg	2 rociadores
1 ¼ pulg	3 rociadores	1 ¼ pulg	3 rociadores
1 ½ pulg	5 rociadores	1 ½ pulg	5 rociadores
2 pulg	10 rociadores	2 pulg	12 rociadores



2 ½ pulg	20 rociadores	2 ½ pulg	25 rociadores
3 pulg	40 rociadores	3 pulg	45 rociadores
3 ½ pulg	65 rociadores	3 ½ pulg	75 rociadores
4 pulg	100 rociadores	4 pulg	115 rociadores
5 pulg	160 rociadores	5 pulg	180 rociadores
6 pulg	275 rociadores	6 pulg	300 rociadores
8 pulg	Ver sección 8.2	8 pulg	Ver sección 8.2

*Fuente:* NFPA 13 – tabla 22.5.3.4, Tabulación de tuberías para riesgo ordinario

### 5.1.7 Caudal en gabinetes

El caudal total requerido por nuestras mangueras se terminará por medio del nivel del riesgo asociado a nuestra bodega de almacenamiento, resultado 500 gpm por tratarse de un riesgo extra.

***Tabla 6. Caudal requerido respecto al nivel de riesgo***

Mangueras interiores			Total combinado de las mangueras interiores y exteriores		Duración (minutos)
Ocupación	<i>gpm</i>	<i>L/m</i>	<i>gpm</i>	<i>L/m</i>	

Riesgo ligero	0,50-100	0,189 - 379	100	379	30
Riesgo ordinario	0,50-100	0,189- 379	250	946	60-90
Riesgo extra	0,50- 100	0,189- 379	500	1893	90-120

*Fuente:* Norma NFPA 13 capítulo 13 - Tabla 11.2.3.1.2

### 5.1.8 Cálculo hidráulico del sistema de rociadores

#### Presión en el rociador más lejano<sup>1</sup>

Para el diseño del sistema de rociadores es importante conocer la presión en el rociador más lejano, debido a que debemos calcular la presión en el rociador más alejado; por lo tanto, haremos el cálculo con la fórmula del factor nominal ( $K_n$ )

El factor K nominal elegido es de 5.6

$$K_n = 5.6$$

$$K_n = \frac{Q}{\sqrt{P}}$$

Despejamos P

$$P = \left( \frac{Q}{K_n} \right)^2$$

Donde:

---

<sup>1</sup> fuente nfpa13 - 8.3.4.1 rociadores de orificios pequeños

$$Q = 26 \text{ gpm}$$

$$K_n = 5.6$$

$$P = \left( \frac{26 \text{ gpm}}{5.6} \right)^2 = 22 \text{ psi}$$

Una vez determinada la presión en el rociador más alejado, procedemos a calcular las presiones y caudales en cada tramo y ramal desde el área de diseño hasta llegar a la red principal.

Procederemos a analizar los respectivos ramales y tramos:

Ramal 1: Tramos [(1,2) ;(2,3) ;(3,4) ;(4,7)]

Ramal 2: Tramo 7-8

Ramal 3: Tramo 8-9

Ramal 4: Tramos [(9,7); (9,23); (23,25)]

### **Lista de términos del cálculo**

Caudal ( $Q$ )

Presión ( $P$ )

Diámetro de Tubería ( $\emptyset$ )

Valores de Hazen – Williams ( $c$ )

Longitud de tramo ( $L$ )

Longitud Equivalente ( $L_{eq}$ )

Perdida de fricción por longitud de tubería ( $\Delta p$ )

Presión de velocidad ( $P_v$ )

Velocidad del fluido ( $V_f$ )

Diferencia de Presión por cambio de elevación ( $\Delta p_e$ )

### 5.1.9 Cálculo de caudales y presiones en la red

#### Ramal1: Tramo 1-2 (Rociador Nº 1)

Determinaremos la presión del rociador número 1, tomando como referencia los datos anteriormente calculados.

El caudal en rociador número 1 será igual al caudal requerido en el tramo 1-2.

$$Q_1 = Q_{\text{tramo 1-2}} = 26 \text{ gpm}$$

$$\phi = 1 \text{ "}$$

$$d = 1.049$$

$$C = 120$$

$$L = 10 \text{ pies}$$

$$L_{acc} = 1 \text{ pies}$$

$$L_{eq} = L + L_{acc} = 10 \text{ pies} + 1 \text{ pies} = 11 \text{ pies}$$

Perdida por fricción por longitud de tubería

$$\Delta P_{\text{tramo 1-2}} = \frac{4.52}{C^{1.85} * d^{4.87}} * Q_{t1}^{1.85} * L_{eq}$$

$$\Delta P_{\text{tramo 1-2}} = \frac{4.52}{120^{1.85} * 1.049^{4.87}} * 26^{1.85} * 11 = 2.325 \text{ psi}$$

Presión de velocidad

$$P_v = \frac{0.001123 * (Q_t)^2}{d^4} = \frac{0.001123 * (26)^2}{1.049^4} = 0.626 \text{ psi}$$

Perdidas por elevación

El sistema de encuentra en la cota máxima por lo tanto su elevación es cero

Velocidad del fluido

$$V_e = \frac{0.4085x Q_1}{d} = \frac{0.4085x 26}{1.049} = 10.124 \text{ fps}$$

La presión en este rociador será la misma presión calculada para el rociador más alejado, debido a que se trata del mismo rociador.

$$P_{\text{roc1}} = 22 \text{ psi}$$

Sumatoria de pérdida de presiones

$$P_{f1} = P_1 + P_v + \Delta P_{\text{tramo 1-2}}$$

$$P_{f1} = 22 \text{ psi} + 0.626 \text{ psi} + 2.325 \text{ psi} = 24.509 \text{ psi}$$

### **Ramal1: Tramo 2-3 (Rociador N° 2)**

Determinaremos la presión del rociador número 2, sumando el caudal del tramo 1-2 y tramo 2-3.

El primer paso para seguir es determinar el caudal del tramo 2-3

Donde:

$$Q_{tramo\ 2-3} = k\sqrt{P_{f1}}$$

$$Q_{tramo\ 2-3} = 5.6 \times \sqrt{24.509} = 27.724\ gpm$$

El caudal requerido en el rociador numero 2 será igual a la suma del caudal del tramo 1-2 y tramo 2-3

$$Q_T = Q_{Tramo\ 1-2} + Q_{Tramo\ 2-3}$$

Obtenido el caudal del tramo 2-3, procedemos a calcular el caudal total que pasara por el rociador numero 2

$$Q_{T2} = 26\ gpm + 27.724\ gpm = 53.72\ gpm$$

$$\phi = 1\ ''$$

$$d = 1.049$$

$$C = 120$$

$$L = 10\ pies$$

$$L_{acc} = 1\ pies$$

$$L_e = L + L_{acc} = 10\ pies + 1\ pies = 11\ pies$$

Perdida por ficción por longitud de tubería

$$\Delta P_{tramo\ 2-3} = \frac{4.52}{C^{1.85} * d^{4.87}} * Q_{T2}^{1.85} * L_{eq}$$

$$\Delta P_{tramo\ 2-3} = \frac{4.52}{120^{1.85} * 1.049^{4.87}} * 53.72^{1.85} * 11 = 8.91\ psi$$

Presión de velocidad

$$P_v = \frac{0.001123 * (Q_{T2})^2}{d^4}$$
$$P_v = \frac{0.001123 * (53.724)^2}{1.049^4} = 2.68 \text{ psi}$$

### Perdidas por elevación

El sistema de encuentra en la cota máxima por lo tanto su elevación es cero

Velocidad del fluido

$$V_e = \frac{0.4085xQ_{T1}}{d} = \frac{0.4085x 53.724}{1.049} = 20.92 \text{ fps}$$

La presión en el rociador numero 2 será igual:

$$P_{roc2} = P_{f1} + \Delta P_{tramo 2-3}$$
$$P_{roc2} = 24.509 \text{ psi} + 8.91 \text{ psi} = 33.42 \text{ psi}$$

Sumatoria de pérdida de presiones

$$P_{f2} = P_{roc2} + P_v$$
$$P_{f2} = 33.42 \text{ psi} + 2.68 \text{ psi} = 36.09 \text{ psi}$$

### Ramal1: Tramo 3 - 4 (Rociador N° 3)

Determinaremos la presión del rociador número 3, sumando el caudal de los

Tramos [(1,2) ;(2,3) ;(3,4)]

Aplicamos la siguiente fórmula para el cálculo del caudal del tramo 3-4:

$$Q_{tramo\ 3-4} = k * \sqrt{P_{f2}}$$

$$Q_{tramo\ 3-4} = 5.6 * \sqrt{36.09} = 33.64\ gpm$$

Obtenido el caudal del tramo 3-4, procedemos a calcular el caudal total que pasara por el rociador numero 3

$$Q_{T3} = Q_{Tramo\ 1-2} + Q_{Tramo\ 2-3} + Q_{Tramo\ 3-4}$$

$$Q_{T3} = 26\ gpm + 27.72\ gpm + 33.64\ gpm = 87.36\ gpm$$

$$\emptyset = 1\frac{1}{4}"$$

$$d = 1.380$$

$$C = 120$$

$$L = 10\ pies$$

$$L_{acc} = 1\ pies$$

$$L_e = L + L_{acc} = 10\ pies + 1\ pies = 11\ pies$$

Perdida por ficción por longitud de tubería

$$\Delta P_{tramo\ 3-4} = \frac{4.52}{C^{1.85} * d^{4.87}} * Q_{T3}^{1.85} * L_{eq}$$

$$\Delta P_{tramo\ 3-4} = \frac{4.52}{120^{1.85} * 1.380^{4.87}} * 87.36^{1.85} * 11 = 5.76\ psi$$

Presión de velocidad



$$P_v = \frac{0.001123 * (Q_{T3})^2}{d^4}$$

$$P_v = \frac{0.001123 * (87.36)^2}{1.380^4} = 2.36 \text{ psi}$$

Perdidas por elevación

El sistema de encuentra en la cota máxima por lo tanto su elevación es cero

Velocidad del fluido

$$V_e = \frac{0.4085 * Q_{T3}}{d}$$

$$V_e = \frac{0.4085 * 87.36}{1.380} = 25.86 \text{ fps}$$

La presión en el rociador numero 3 será igual:

$$P_{roc3} = P_{f2} + \Delta P_{tramo\ 3-4}$$

$$P_{roc3} = 36.09 \text{ psi} + 5.76 \text{ psi} = 41.85 \text{ psi}$$

Sumatoria de pérdida de presiones

$$P_{f3} = P_{roc3} + P_v$$

$$P_{f3} = 41.85 \text{ psi} + 2.36 \text{ psi} = 44.21 \text{ psi}$$

### **Ramal1: Tramo 4 - 7 (Rociador Nº 4)**

Determinaremos la presión del rociador número 4, sumando el caudal de los

Tramos [(1,2) ;(2,3) ;(3,4) ;(4,7)]

Primero determinaremos el caudal del tramo 4-7, mediante la siguiente formula.

$$Q_{tramo\ 4-7} = k * \sqrt{P_{f3}}$$

$$Q_{tramo\ 4-7} = 5.6 * \sqrt{44.21} = 37.24\ gpm$$

Obtenido el caudal del tramo 3-4, procedemos a calcular el caudal total que pasara por el rociador número 4

$$Q_{T4} = Q_{Tramo\ 1-2} + Q_{Tramo\ 2-3} + Q_{Tramo\ 3-4} + Q_{Tramo\ 4-7}$$

$$Q_{T4} = 26\ gpm + 27.724\ gpm + 33.64\ gpm + 37.24\ gpm = 124.60\ gpm$$

$$\emptyset = 2"$$

$$d = 2.067$$

$$C = 120$$

$$L = 30\ pies$$

$$L_{acc} = 1\ pies$$

$$L_e = L + L_{acc} = 30\ pies + 1\ pies = 31\ pies$$

Perdida por fricción por longitud de tubería

$$\Delta P_{tramo\ 3-4} = \frac{4.52}{C^{1.85} * d^{4.87}} * Q_{T4}^{1.85} * L_{eq}$$

$$\Delta P_{tramo\ 3-4} = \frac{4.52}{120^{1.85} * 2.067^{4.87}} * 124.60^{1.85} * 31 = 4.38\ psi$$

### Presión de velocidad

$$P_v = \frac{0.001123 * (Q_{T4})^2}{d^4}$$

$$P_v = \frac{0.001123 * 124.60^2}{2.067^4} = 0.96 \text{ psi}$$

### Perdidas por elevación

El sistema de encuentra en la cota máxima por lo tanto su elevación es cero, debemos tener en cuenta que la red de principal se encuentre a 0.80m más alta a la red del tramo 4-7, por lo tanto, se calcula la diferencia presión de fricción por cambio en elevación.

$$\Delta P_e = \pm 0.433. h$$

$$\Delta P_e = + 0.433 * 0.80$$

$$\Delta P_e = 1.14 \text{ psi}$$

### Velocidad del fluido

$$V_e = \frac{0.4085 * Q_{T4}}{d}$$

$$V_e = \frac{0.4085 * 124.60}{2.067} = 24.62 \text{ fps}$$

La presión en el rociador número 4 será igual:

$$P_{roc4} = P_{f3} + \Delta P_{tramo\ 4-7}$$

$$P_{roc4} = 44.21 \text{ psi} + 4.38 \text{ psi} = 48.59 \text{ psi}$$

Sumatoria de pérdida de presiones

$$P_{f4} = P_{roc4} + P_v + \Delta P_e$$

$$P_{f4} = 48.59 \text{ psi} + 0.96 \text{ psi} + 1.14 \text{ psi} = 50.68 \text{ psi}$$

### **Ramal 2: Tramo 7-8**

Determinaremos la presión en este tramo, para lo cual tomaremos en cuenta el caudal total, posteriormente calcularemos el caudal correspondiente a este ramal, debiendo calcular un nuevo factor nominal "K" para todos los ramales.

$$K_n = \frac{Q_{T4}}{\sqrt{P_{f4}}}$$

$$K_n = \frac{124.60}{\sqrt{50.68}}$$

$$K_n = 17.50 \text{ gpm/psi}$$

Ahora procedemos a calcular el caudal del tramo 7-8, el cual se encuentra en la red de distribución principal, debido a que estas tuberías alimentan a los ramales donde se encuentran los rociadores, deberán ser de un diámetro mayoría que transportan mayor caudal.

$$\emptyset = 2"$$

$$d = 2.067$$

$$C = 120$$

$$L = 10 \text{ pies}$$

$$L_{acc} = 1 \text{ pies} \times 2 \text{ pies} + 1 \text{ teex} \times 20 \text{ pies} = 22 \text{ pies}$$

$$L_e = L + L_{acc} = 10 \text{ pies} + 22 \text{ pies} = 32 \text{ pies}$$

Perdida por fricción por longitud de tubería

$$\Delta P_{tramo\ 7-8} = \frac{4.52}{C^{1.85} * d^{4.87}} * Q_{T4}^{1.85} * L_{eq}$$

$$\Delta P_{tramo\ 7-8} = \frac{4.52}{120^{1.85} * 2.067^{4.87}} * 124.6^{1.85} * 32 = 4.52\text{psi}$$

Presión de velocidad

$$P_v = \frac{0.001123 * (Q_{T4})^2}{d^4}$$

$$P_v = \frac{0.001123 * (124.6)^2}{2.067^4} = 0.96\text{ psi}$$

Perdidas por elevación

El sistema se encuentra en la cota máxima por lo tanto su elevación es cero

Velocidad del fluido

$$V_e = \frac{0.4085 * Q_{T4}}{d}$$

$$V_e = \frac{0.4085 * 124.6}{2.067} = 24.63\text{fps}$$

La sumatoria de presiones es:

$$P_{f5} = P_{f4} + \Delta P_{tramo\ 7-8} + P_v$$

$$P_{f5} = 50.68\text{ psi} + 4.52\text{ psi} + 0.96 = 56.15\text{ psi}$$

Con los datos obtenidos, procedemos a calcular el caudal del tramo 7-8.

El caudal en el ramal 2 será igual a:

$$P = \left( \frac{Q}{K_n} \right)^2$$

Donde:

$$Q = 26 \text{ gpm}$$

$$K_n = 5.6$$

Despejamos

$$Q_{T6} = k * \sqrt{P_{f5}}$$

$$Q_{T6} = 17.5 * \sqrt{56.15} = 131.16 \text{ gpm}$$

### **Ramal 3: Tramo 8-9**

Determinaremos la presión en el tramo 8-9, sumando los caudales del ramal 1 y el ramal número 2

$$Q_{T7} = Q_{ramal\ 1} + Q_{ramal\ 2}$$

$$Q_{T7} = 124.60 \text{ gpm} + 131.16 \text{ gpm} = 255.76 \text{ gpm}$$

$$\phi = 2 \frac{1"}{2}$$

$$d = 2.469$$

$$C = 120$$

$$L = 10 \text{ pies}$$

$$L_{acc} = 1 \text{ pies} \times 2 \text{ pies} + 1 \text{ teex} \times 20 \text{ pies} = 22 \text{ pies}$$

$$L_e = L + L_{acc} = 10 \text{ pies} + 22 \text{ pies} = 32 \text{ pies}$$

Perdida por fricción por longitud de tubería

$$\Delta P_{tramo\ 8-9} = \frac{4.52}{C^{1.85} * d^{4.87}} * Q_{T7}^{1.85} * L_{eq}$$

$$\Delta P_{tramo\ 8-9} = \frac{4.52}{120^{1.85} * 2.469^{4.87}} * 255.76^{1.85} * 32 = 7.18\ psi$$

Presión de velocidad

$$P_v = \frac{0.001123 * (Q_{T7})^2}{d^4}$$

$$P_v = \frac{0.001123 * (255.76)^2}{2.469^4} = 1.97\ psi$$

Perdidas por elevación

El sistema se encuentra en la cota máxima por lo tanto su elevación es cero

Velocidad del fluido

$$V_e = \frac{0.4085 * Q_{T7}}{d}$$

$$V_e = \frac{0.4085 * 255.76}{2.469} = 42.32\ fps$$

La sumatoria de presiones es:

$$P_{f7} = P_{f6} + \Delta P_{tramo\ 8-9} + P_v$$

$$P_{f7} = 56.15\ psi + 7.18\ psi + 1.97 = 65.32\ psi$$

Con los datos obtenidos, procedemos a calcular el caudal del tramo 8-9.

El caudal en el ramal 2 será igual a:

$$P = \left( \frac{Q}{K_n} \right)^2$$

Donde:

$$K_n = 5.6$$

Despejamos

$$Q_{ramal\ 3} = k * \sqrt{P_{f7}}$$

$$Q_{ramal\ 3} = 17.5 * \sqrt{65.32} = 141.46\ gpm$$

#### **Ramal 4: Tramo 9-23**

Determinaremos la presión en el tramo 9-23, sumando los caudales del ramal 1 y el ramal 2, ramal 3 y ramal 4

$$Q_{T8} = Q_{ramal\ 1} + Q_{ramal\ 2} + Q_{ramal\ 3} + Q_{ramal\ 4}$$

$$Q_{T8} = 124.60\ gpm + 131.16\ gpm + 141.46\ gpm = 397.22\ gpm$$

$$\emptyset = 4"$$

$$d = 4.026$$

$$C = 120$$

$$L = 140\ pies$$

$$L_{acc} = (3\text{codos}) (10\ pies) + (1\text{codo}) (14\text{pies}) + (1\text{valvula mariposa}) (12\text{pies}) + (1\text{válvula de retención}) (22\text{pies}). = 78\text{pies}$$

$$L_{eq} = L + L_{acc} = 140\ pies + 78\ pies = 218\ pies$$

Perdida por ficción por longitud de tubería

$$\Delta P_{tramo\ 10-23} = \frac{4.52}{C^{1.85} * d^{4.87}} * Q_{T8}^{1.85} * L_{eq}$$



$$\Delta P_{tramo\ 10-23} = \frac{4.52}{120^{1.85} * 4.026^{4.87}} * 397.22^{1.85} * 218 = 10.22\ psi$$

Presión de velocidad

$$P_v = \frac{0.001123 * (Q_{T8})^2}{d^4}$$

$$P_v = \frac{0.001123 * (397.22)^2}{4.026^4} = 0.67\ psi$$

Perdidas por elevación

El sistema de encuentra en la cota máxima por lo tanto su elevación es cero

Velocidad del fluido

$$V_e = \frac{0.4085 * Q_{T8}}{d}$$

$$V_e = \frac{0.4085 * 397.22}{4.026} = 40.30\ fps$$

La sumatoria de presiones es:

$$P_{f8} = P_{f7} + \Delta P_{tramo\ 10-23} + P_v$$

$$P_{f8} = 65.32\ psi + 10.22\ psi + 0.67\ psi = 76.22\ psi$$

Con los datos obtenidos, procedemos a calcular el caudal del tramo 10-23.

El caudal en el tramo 10-23 será igual a:

$$P = \left( \frac{Q}{K_n} \right)^2$$

Donde:

$$K_n = 17.5$$

Despejamos

$$Q_{ramal\ 5} = k * \sqrt{P_{f8}}$$

$$Q_{ramal\ 5} = 17.5 * \sqrt{76.22} = 152.33\ gpm$$

### Tramo 23-25

Determinaremos la presión en el tramo 23-25, sumando los caudales del ramal 1 y el ramal 2, ramal 3 y ramal 4 y tramo 10-23

$$Q_{T9} = Q_{ramal\ 1} + Q_{ramal\ 2} + Q_{ramal\ 3} + Q_{ramal\ 4}$$

$$Q_{T9} = 124.60\ gpm + 131.16\ gpm + 141.46\ gpm + 152.33 = 550\ gpm$$

$$\phi = 6"$$

$$d = 6.065$$

$$C = 120$$

$$L = 50\ pies$$

$$L_{acc} = (2\text{codos}) (14\text{pies}) + (1\text{codo}) (32\text{pies}) + (1\text{valvula mariposa}) (10\text{pies}) = 70\text{pies}$$

$$L_{eq} = L + L_{acc} = 50\ pies + 70\ pies = 120\ pies$$

Perdida por fricción por longitud de tubería

$$\Delta P_{tramo\ 23-25} = \frac{4.52}{C^{1.85} * d^{4.87}} * Q_{T8}^{1.85} * L_{eq}$$

$$\Delta P_{tramo\ 23-25} = \frac{4.52}{120^{1.85} * 6.065^{4.87}} * 550^{1.85} * 120 = 1.4\ psi$$

Presión de velocidad

$$P_v = \frac{0.001123 * (Q_{T9})^2}{d^4}$$

$$P_v = \frac{0.001123 * (550)^2}{6.065^4} = 0.25 \text{ psi}$$

Perdidas por elevación

h=10 pies

$$\Delta P_e = \pm 0.433 \cdot h$$

$$\Delta P_e = + 0.433 * 10 \text{ pies}$$

$$\Delta P_e = 4.33 \text{ psi}$$

$$V_e = \frac{0.4085 * Q_{T9}}{d}$$

$$V_e = \frac{0.4085 * 550}{6.065} = 37.05 \text{ fps}$$

La sumatoria de presiones es:

$$P_{f9} = P_{f8} + \Delta P_{tramo\ 23-25} + P_v + \Delta P_e$$

$$P_{f9} = 76.22 \text{ psi} + 1.39 \text{ psi} + 0.25 \text{ psi} + 4.33 \text{ psi} = 82.19 \text{ psi}$$

Con los datos obtenidos, procedemos a calcular el caudal del tramo 10-23.

El caudal en el tramo 10-23 será igual a:

$$P = \left( \frac{Q}{K_n} \right)^2$$

Donde:

$$K_n = 17.5$$

Despejamos

$$Q_{tramo\ 10-23} = k * \sqrt{P_{f9}}$$

$$Q_{tramo\ 10-23} = 17.5 * \sqrt{82.19} = 158.80\ gpm$$

Realizando cálculos de demanda de caudal y presión del sistema tenemos los

Siguientes resultados:

Caudal total del sistema de rociadores: 708.7 gpm

Presión final requerida por el sistema: 82.19

#### **5.1.10 Cálculo del volumen de almacenamiento**

Determinaremos el volumen de almacenamiento de agua requerido en un sistema contra incendio, utilizaremos la siguiente formula.

$$V = Q_{Total} * T$$

Tenemos lo siguiente:

$V$  = Volumen

$Q_{Total}$  =Caudal

$T$  =Tiempo

Se ha determinado como tiempo de 60 minutos como tiempo de mitigación para la operación del sistema de rociadores y mangueras; a continuación, procedemos a calcular el caudal requerido por el sistema

$$V = Q_{Total} * T$$

$$V = 708.7 gpm * 60 min$$

$$V = 42522 gal$$

Ahora convertiremos de galones a m<sup>3</sup>

$$V = 42522 gpm * \frac{1 m^3}{264.12 gal}$$

$$V = 160.99 m^3$$

Los datos del volumen obtenido nos permiten selección dos tanques de 100 m<sup>3</sup> para atender la demanda de la red de rociadores y gabinetes de la bodega MATPEL.

## 5.2 Diseño del tanque de almacenamiento

### 5.2.1 Consideraciones de diseño

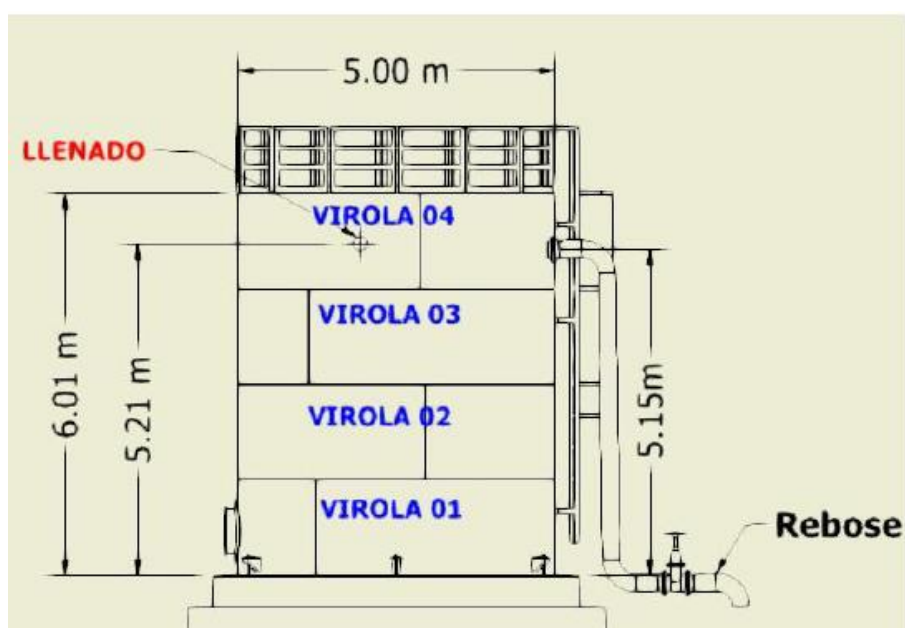
La geometría del tanque se muestra a continuación:

**Tabla 7. Datos de diseño de tanque**

Ítem	Símbolo	Característica
Diámetro interior	D	5 m
Altura	H	5.15 m
Corrosión permisible	C.a	1
Material	---	ASTM 36
Tensión de diseño	Sd	<b>166.66 Mpa</b>
Tensión de prueba hidrostática	St	<b>187.5 Mpa</b>
Fluido	---	1.5 m
Velocidad de viento	V	150 km/h

Gravedad específica	G	1
Ancho plancha	---	2400 mm
Largo plancha	---	5990 mm

*Fuente:* Elaboración propia



**Figura 8. Diseño de tanque vertical de acero**

### 5.3 Cálculo del espesor de cada virola

En los tanques de diámetro menor a 61 m, el método del espesor de la virola es el "método del pie". En los tanques de diámetro mayor a 61m, el método para calcular el espesor de la virola es el "método del punto de variable". Para nuestro proyecto, aplicaremos el primer método.

### 5.3.1 Método del pie

El método del pie nos brinda los cálculos del espesor requeridos en un punto de diseño ubicado 0,3m por encima de la parte inferior de cada virola. El espesor mínimo requerido para cada virola será mayor al espesor calculado con la siguiente expresión:

Para la altura H utilizada para calcular el espesor de cada una de las virolas mediremos la parte inferior de la virola que se va a calcular.

El cliente determinará la gravedad específica de diseño del líquido almacenado.

### 5.3.2 Dimensionamiento del cuerpo del tanque

Emplearemos el acero ASTM A 36, debido a que el diámetro del tanque es menor a 61m y además le aplicaremos el método del pie para calcular el espesor de cada virola del tanque

$$s_d = \min\left(\frac{2}{3} 250Mpa, \frac{2}{5} 550\right) = (166.66Mpa, 220Mpa) = 166.66 Mpa$$

$$s_t = \min\left(\frac{3}{4} 250Mpa, \frac{3}{7} 550\right) = (187.5 Mpa, 235.71Mpa) = 187.5 Mpa$$

Ahora determinaremos la gravedad específica

$$G = \frac{1000}{1000} = 1$$

### 5.3.3 Cálculo del espesor de las virolas

El espesor de las virolas forma parte del cuerpo y tendrá el valor más alto de las siguientes ecuaciones

Siendo:

$$t_d = \frac{4.9 * (H_w - 0.3) * G}{S_d} + CA$$

$$t_t = \frac{4.9 * D * (H_w - 0.3)}{S_t}$$

Se procede a calcular los espesores de los 4 anillos de nuestro tanque de almacenamiento

### Cálculo del primer anillo

$$H = 5.15$$

$$t_d = \frac{4.9 * D * (H_w - 0.3) * G}{S_d} + CA$$

$$t_d = \frac{4.9 * 5 * (5.15 - 0.3) * 1}{166.6} + 1 = 1.72 \text{ mm}$$

$$t_t = \frac{4.9 * D * (H_w - 0.3)}{S_t}$$

$$t_t = \frac{4.9 * 5 * (5.15 - 0.3)}{187.5} = 0.63 \text{ mm}$$

$$t_{maximo} = (1.72 \text{ mm}, 0.63 \text{ mm}, 6 \text{ mm}) = 6 \text{ mm}$$

### Cálculo del segundo anillo

$$H = 5.15 - 1.5$$



$$t_d = \frac{4.9 * 5 * (3.65 - 0.3) * 1}{166.6} + 1 = 1.49mm$$

$$t_t = \frac{4.9 * 5 * (3.65 - 0.3)}{187.5} = 0.43mm$$

### **Cálculo del tercer anillo**

$$H = 5.15 - 3$$

$$t_d = \frac{4.9 * 5 * (2.15 - 0.3) * 1}{166.6} + 1 = 1.27 \text{ mm}$$

$$t_t = \frac{4.9 * 5 * (2.15 - 0.3)}{187.5} = 0.24mm$$

### **Cálculo del cuarto anillo**

$$H = 5.15 - 4.5$$

$$t_d = \frac{4.9 * 5 * (0.65 - 0.3) * 1}{166.6} + 1 = 1.05 \text{ mm}$$

$$t_t = \frac{4.9 * 5 * (0.65 - 0.3)}{187.5} = 0.046mm$$

**Tabla 8. Resultados de medidas de espesor del tanque**

Anillo	Td (mm)	Tt (mm)	Tc (mm)
Primero	1.71	0.63	6

Segundo	1.49	0.43	6
Tercero	1.27	0.24	6
Cuarto	1.05	0.045	6

*Fuente:* Elaboración propia

Las virolas superiores 2,3 y 4 soportaran menor presión hidráulica por lo tanto requieren de espesores menores, pero debemos tener en cuenta que no se permite diámetros menores a 6mm, por lo tanto, los espesores de las virolas superiores también serán de 6mm

### 5.3.4 Cálculo de anillo de refuerzo

Anillo de refuerzo superior

Cálculo del módulo de sección mínima

$$Z = \frac{D^2 * H_2}{17} \left( \frac{V}{190} \right)^2$$

$$Z = \frac{5^2 * 5.15}{17} \left( \frac{100}{190} \right)^2$$

$$Z = 2.097 \text{ cm}^2$$

### 5.3.5 Rigidizadores secundarios en la envolvente del tanque

Frente al viento la rigidización envolvente del tanque, la resolveremos aumentando el espesor de las virolas, con el objetivo principal de evitar la rigidización envolvente

En la altura máxima del tanque no será necesario rigidización intermedia

$$H_1 = 9.47 * t_{ultima \ virola} * \sqrt[2]{\left( \frac{t_{ultima \ virola}}{D} \right)^3 * \left( \frac{190}{V} \right)^2}$$

$$H_1 = 9.47 * 6 * \sqrt[2]{\left(\frac{5}{6}\right)^3} * \left(\frac{190}{150}\right)^2$$

$$H_1 = 119.83m$$

Con el resultado obtenido de H1, se demuestra que nuestro caso de estudio no requiere rigidización

$$W_{tr} = \sum_1^{n\ vir} h_i * \sqrt{\left(\frac{t_{ultima\ virola}}{t_{actual(i)}}\right)^5}$$

$$W_{tr} = 1.5(1 + 1 + 1 + 1) = 6m$$

Del cálculo realizado se determina lo siguiente: la altura máxima transformada es inferior a la altura máxima sin rigidizar. Por lo que, no es necesario disponer de un rigidizador intermedio.

### 5.3.6 Espesor de la plancha en el fondo del tanque

En el mercado peruano las pacas metálicas son de 1.5 y 1.2 m de ancho, además dichas planchas no tendrán espesor corroído menor que 6mm en el fondo, las placas adoptadas serán de 1.5 de ancho.

$$t_{min} = 6mm$$

$$t_{f\ adoptado} = t_{min} + CA_f$$

$$t_{f\ adoptado} = 8$$

## 5.4 Cálculo por viento

Utilizaremos la fuerza ejercida en el tanque que será igual a 150 km/h para nuestro cálculo.

Presión del viento sobre el casco

$$P_{WS} = 0.86 * \left(\frac{V}{190}\right)^2$$

$$P_{WS} = 0.86 * \left(\frac{150}{190}\right)^2$$

$$P_{WS} = 0.54 \text{ kPa}$$

Presión del viento sobre el techo

$$P_{Wr} = 1.44 * \left(\frac{V}{190}\right)^2$$

$$P_{WR} = 1.44 * \left(\frac{150}{190}\right)^2$$

$$P_{WR} = 0.89 \text{ kPa}$$

Momento producido por acción del viento

$$M_W = P_{WS} * D * \frac{H^2}{2} + P_{WR} * D * Hr * \left(H - \frac{Hr}{3}\right)$$

$$M_W = 0.54 * 5 * \frac{5.15^2}{2} + 0.89 * 5 * 0 * \left(5.15 - \frac{0}{3}\right)$$

$$M_W = 35.8 \text{ Nm}$$

## 5.5 Cálculo por sismo

Es muy importante en el diseño de tanques verticales para asegurar la estabilidad de la estructura.

Se debe tener en cuenta que el centro de gravedad se ve afectado por las fuerzas originadas por los movimientos sísmicos, esto ocasiona inestabilidad y riesgo de volcadura de los tanques.

## 5.6 Carga de diseño

Siendo (impulsivo, convectivo) el peso efectivo del producto; por lo que, son determinados por el máximo nivel del líquido y la geometría del tanque, los datos utilizados son para relación diámetro a nivel de líquido menor a 1.33

## 5.7 Peso efectivo del producto

Determinaremos la presión mínima del producto por unidad de área  $W_p$  en kPa

Cuando  $\frac{D}{H_w} < 1.33$  se aplica la siguiente formula:

$$W_p = 100000 \text{ kg} + 7528 \text{ kg} = 107528 \text{ kg}$$

$$W_i = \left(1 - 0.218 * \frac{D}{H_w}\right) * W_p$$

$$W_i = \left(1 - 0.218 * \frac{D}{H_w}\right) * W_p$$

$$W_i = \left(1 - 0.218 * \frac{5}{5.15}\right) * 107528 * 981$$

$$W_c = 0.230 * \frac{D}{H_w} * \tanh\left(\frac{3.67 * H_w}{5}\right) * W_p$$

$$W_c = 0.230 * \frac{5}{5.15} * \tanh\left(\frac{3.67 * 5.15}{5}\right) * 107528 * 981$$

$$W_c = 235303.751 \text{ N}$$

Ahora determinaremos la cortante de base por la acción sísmica

Donde:

$$W_s = 800 \text{ Kg}$$

$$W_r = 1320 \text{ Kg}$$

$$W_f = 27787.11 \text{ N}$$

$$W_i = 2353.03 \text{ N}$$

$$V = \sqrt{V_i^2 + V_c^2}$$

$$V = \sqrt{27398.63^2 + 2353.03^2} = 27499.48 \text{ N}$$

Momento vuelco de anillo, tenemos su centro de acción

cuando  $\frac{D}{H_w} < 1.333$ , se aplica la siguiente formula

$$X_i = \left( 0.5 - 0.094 * \frac{D}{H_w} \right) * H_w$$

$$X_i = \left( 0.5 - 0.094 * \frac{5}{5.15} \right) * 5.15$$

$$X_i = 2.105.$$

Se aplica la siguiente fórmula en el brazo de momento y la fuerza conectiva.

$$X_c = \left( 1 - \frac{\cosh \frac{3.67 * H_w}{D} - 1}{\frac{3.67 * H_w}{D} * \sinh \frac{3.67 * H_w}{D}} \right) * H_w$$

$$X_c = \left( 1 - \frac{\cosh \frac{3.67 * 5.15}{5} - 1}{\frac{3.67 * 5.15}{5} * \sinh \frac{3.67 * 5.15}{5}} \right) * 5.15$$

$$X_c = (3.84)$$

cuando  $\frac{D}{H_w} < 1.333$ , se aplica la siguiente formula

$$X_{is} = \left( 0.5 + 0.06 * \frac{D}{H_w} \right) * H_w$$

$$X_{is} = \left( 0.5 + 0.06 * \frac{5}{5.15} \right) * 5.15$$

$$X_{is} = 2.875$$

La componente conectiva de la losa será igual:

$$X_{cs} = \left( 1 - \frac{\cosh\left(\frac{3.67 * H_w}{D}\right) - 1}{\frac{3.67 * H_w}{D} * \sinh\left(\frac{3.67 * H_w}{D}\right)} \right) * H_w$$

$$X_{cs} = \left( 1 - \frac{\cosh\left(\frac{3.67 * 5.15}{5}\right) - 1}{\frac{3.67 * 5.15}{5} * \sinh\left(\frac{3.67 * 5.15}{5}\right)} \right) * 5.15$$

$$X_{cs} = 3.906$$

## 5.8 Efecto sísmico Vertical

Para determinar el efecto de aceleración vertical que actúa en dirección

(arriba y abajo) combinando efectos de aceleración lateral.

Ahora determinaremos el momento del vuelco del cuerpo y la losa debido a un sismo

$$A_i = 2.5 * Q * F_a * S_0 * \left( \frac{1}{R_{wi}} \right)$$

El factor de modificación  $R_{wi}$  Sera igual a 4 por tratarse de un sistema mecánicamente anclado.

**Tabla 9. Factor de modificaciones en ASD métodos**

Sistema de anclaje	$R_{wi}$ (impulsivo)	$R_{wc}$ (convectivo)
Auto anclado	3.5	2
Mecánicamente anclado	4	2

*Fuente:* Elaboración propia

$$A_i = 2.5 * 1 * 1.2 * 0.04 * \left(\frac{1}{4}\right)$$

$$A_c = 0.01$$

## 5.9 Momento de volteo

Para determinar el momento vuelco en la base de tanque se utiliza componentes impulsivos y conectivos multiplicados por el momento que se produce en la base hacia dicho dentro de acción de fuerza

$$M_{rw} = \sqrt{[A_i * (W_i * X_i + W_s * X_s + W_r * X_r)]^2 + [A_c * (W_c * X_c)]^2}$$

$$M_{rw} = \sqrt{[0.03 * (831590.23 * 2.105 + 7528 * 2.575 + 800 * 6)]^2 + [0.01 * (235303.75 * 3.84)]^2}$$

$$M_{rw} = 54001.76 \text{ Nm}$$

Momento en la base de la losa es:



$$M_s = \sqrt{[A_i * (W_i * X_{is} + W_s * X_s + W_r * X_r)]^2 + [A_c * (W_c * X_{cs})]^2}$$

$$M_s = \sqrt{[0.03 * (831590.23 * 2.875 + 7528 * 2.575 + 800 * 6)]^2 + [0.01 * (235303.75 * 3.906)]^2}$$

$$M_s = 73030.847 Nm$$

## 5.10 Comprobación análisis estructural en sap2000.

Según la norma técnica peruana de diseño de estructuras de acero y diseño sismorresistente-20, e-30, e90.

Se ha elaborado el modelo matemático de la estructura en estudio utilizando el Programa SAP-2000. Las medidas, materiales y perfiles utilizados para el presente cálculo, fueron indicadas en los primeros capítulos de esta memoria de cálculo. El método de diseño será el AISC-LRFD.

### 5.10.1 Consideraciones para el análisis.

Se someterá la estructura a las cargas que se detallan en el cuadro adjunto.

Se considerará la sobre carga viva de diseño de 80 Kg m2 sobre el techo

**Tabla 10. Cargas de techo de una caída**

CARGAS DE TECHO DE UNA CAIDA	ABREV,	VALOR	UNIDAD
<b>Carga muerta</b>			
Peso de la plancha lisa e=4.5mm			
Considerada por el programa	<i>P<sub>p</sub></i>	2	<i>Kg/m2</i>
El peso propio de los elementos estructurales está considerado por el programa.			
<b>Carga viva</b>	CV	100	Ton

---

Peso total del agua almacenada

**Carga de viento**

CV

50

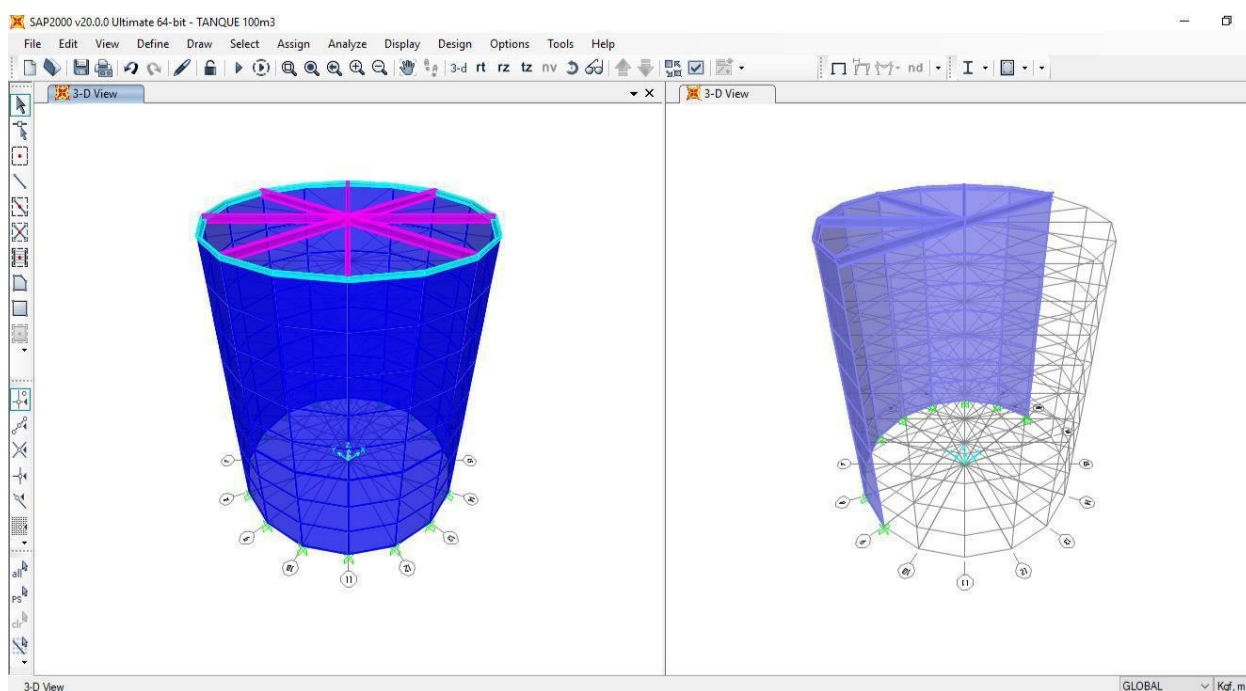
***Kg/m<sup>2</sup>***

---

*Fuente:* Elaboración propia

### 5.10.2 Consideraciones de diseño

1. Se considera el acero estructural ASTM A36 para el análisis en todos sus elementos.
2. El cuerpo del tanque será en plancha 6mm (elemento Shell en sap 2000).
3. El techo del tanque será de plancha de 4.5mm (3/16") (elemento Shell en SAP 2000).
4. El techo será reforzado con una estructura anular de Angulo L 3x3x1/4".
5. Tendrá vigas según detalle 3D de tipo Canal "U" 6x13 estándar americano.



*Figura 9. Simulación de estructura de tanque en SAP 2000*

## CARGA SÍSMICA (S).

De acuerdo con los parámetros de la Norma E-030 del RNE tenemos:

Cortante Sísmico:  $V = \frac{ZUCS}{R} P$

Factor de Zona:  $Z = 0.4$

Periodo del suelo:  $T_p = 0.6$

Factor amplificado de suelo:  $S = 2/10$

Factor amplificado de suelo:  $C = 0.5 * \left(\frac{T_p}{T}\right), C \leq 2.5$

Categoría de la edificación:  $U = 1.5$

Factor de Reducción:  $R = 6$

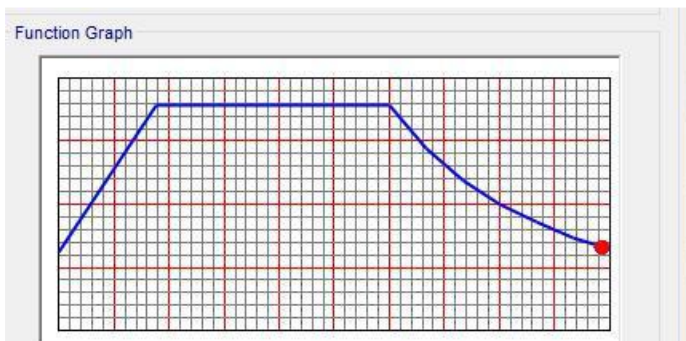


Figura 10. Carga sísmica

## 5.11 Cálculo estructural

### 5.11.1 Ratio de esfuerzo en elementos estructurales.

Se muestra el Ratio Menor a 1, la estructura es estable. Los elementos más comprometidos son las Vigas Principales conformadas por canal “U” 6x13 todo esto en la zona céntrica del tanque.

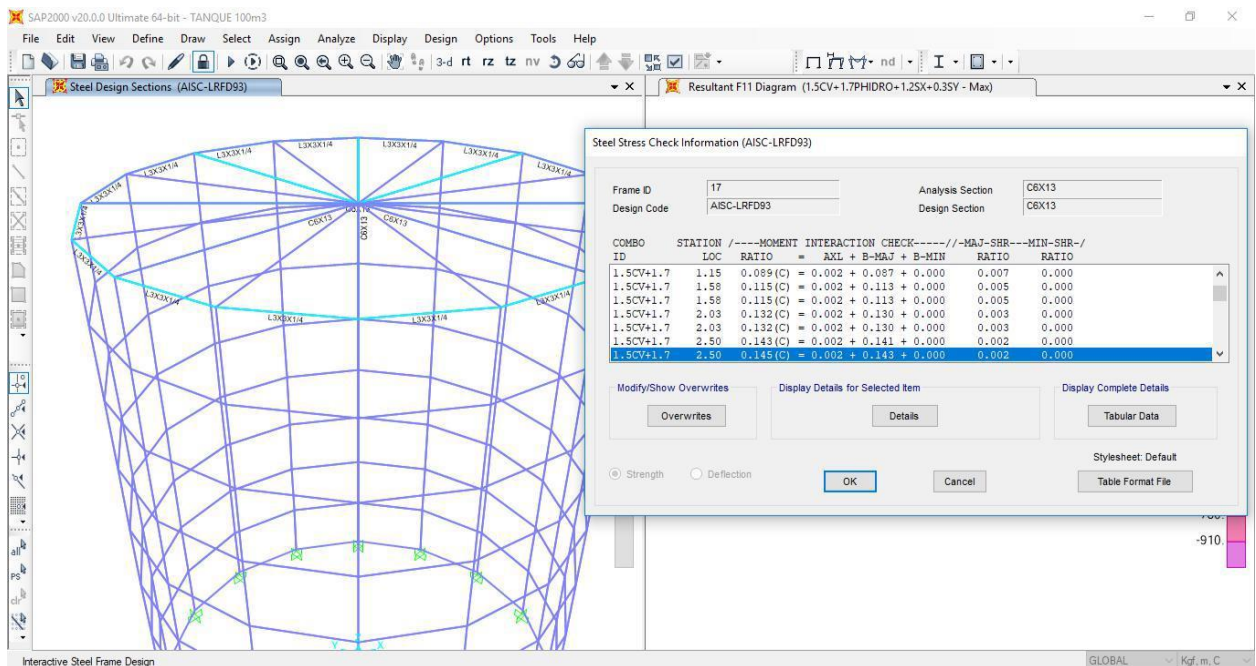


Figura 11. Modelamiento en SAP 2000

Las vigas “U” 6x13 muestran una ratio del 14.5% ante la combinación de carga sísmica.

De forma similar el Angulo L 3x3x1/4” que hace de refuerzo Anular nuestra una ratio de 7.4%. con lo que se concluye que las estructuras de techo son estables.

### 5.11.2 Distribución de cargas en elementos

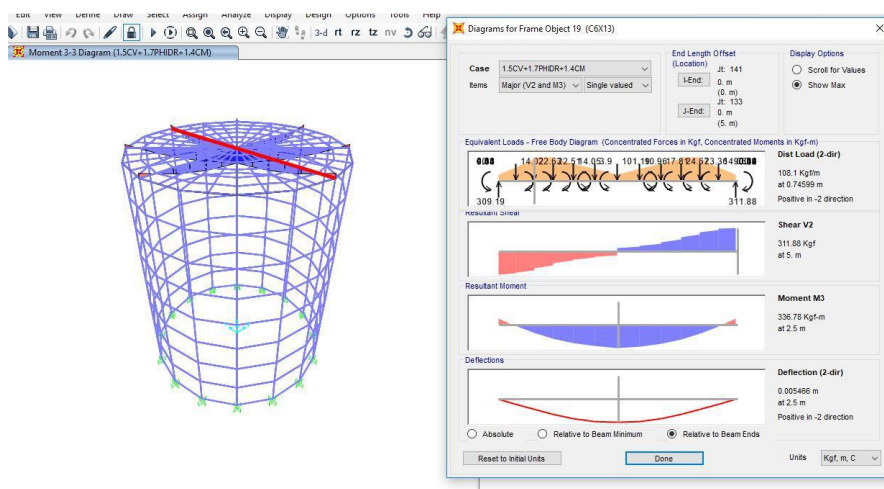


Figura 12. Viga central "U" de 6x13

### 5.11.3 Fuerza anular que se aplica sobre las paredes del tanque

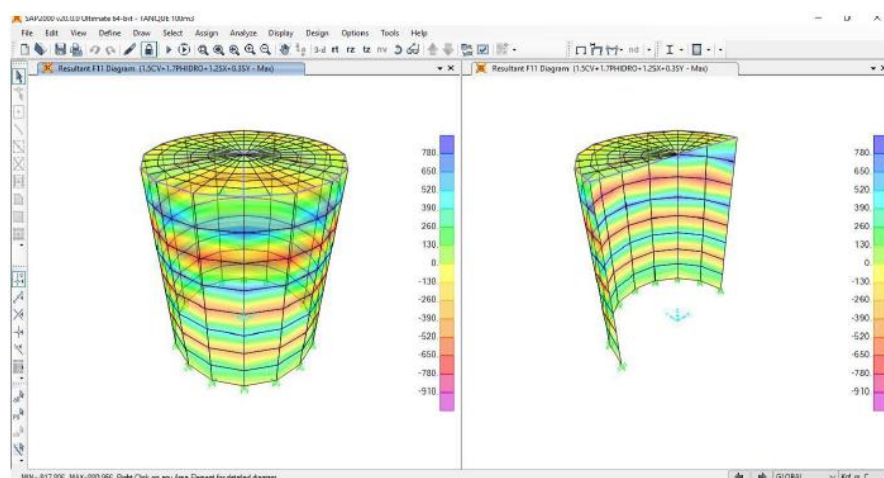


Figura 13. Fuerza anular sobre las paredes del tanque

Se puede ver que la mayor ratio de fuerza está en la parte alta y no en la base del tanque, esto por la razón de que el tanque está anclado en su base.

## **6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

1. El cálculo hidráulico para la red de rociadores asegura la correcta operación del sistema ya que se diseñó para la respuesta de los 5 rociadores más alejados de la red.
2. Se registró a través de fotos y protocolos las pruebas de inspección y soldaduras de las juntas soldadas de los tanques metálicos contruidos para almacenar los volúmenes de agua de 100m<sup>3</sup> cada uno, concluyendo que cumplen la normativa vigente.
3. El cálculo de diseño requiere un análisis complejo, indistintamente que tipo de procedimiento se utilice, ya que los elementos involucrados están sometidos a diversos fenómenos variables.
4. Se elaboró una lista de procedimientos de calidad en el proceso constructivos del diseño del sistema de abastecimiento de agua en la empresa Depósitos S.A., se realizó la entrega la documentación de las pruebas realizadas, ya que es necesario tenerlas en cuenta para determinar el mantenimiento y la vida útil del sistema.
5. El cálculo realizado determino el material y espesores de los principales componentes que conforman un tanque con capacidad de hasta 100m<sup>3</sup> cumpliendo la norma API 650.
6. El cuerpo del tanque está conformado por 4 virolas y estas son de acero A36 y tienen un espesor de ¼" las cuales serán unidas por soldadura según los planos de Diseño, La norma exige que el espesor no sea menor a 6mm.
7. El fondo del Tanque será en Acero A36 en un espesor de 8mm, su diámetro será de 5.1m cumpliendo con lo establecido por el API 650, dejando 50mm de exceso en comparación con el cuerpo del tanque, esto para poder realizar las soldaduras de unión.

8. Se demostró que por su altura el tanque no requiere de un refuerzo anular intermedio, pero si uno superior, el cual servirá de soporte estructural para las planchas de techo, las cuales serán de un espesor de 3/16"
9. Se demostró que por las dimensiones del tanque no corre el riesgo de volteo, pero por cuestiones de seguridad del diseño e integridad del tanque al tratarse de un tanque para sistema contra incendios, se utilizarán espárragos de anclaje de tanque y así evitar deslizamientos horizontales ante un eventual sismo, las cuales no podrán ser menor a 1" de diámetro según lo establece el API 650.

## **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda en base a los resultados obtenidos, que los tanques a diseñar para grandes volúmenes de almacenamiento de agua deberán ser del tipo metálico con fondo liso, ya que son de fácil fabricación, traslado, reutilización e ideales para trabajar a temperatura de ambiente.
2. Utilizar sistema de rociadores de respuesta automática complementarios al sistema por mangueras, de esta manera se complementa y eleva la seguridad en las instalaciones ante un posible caso de incendio de pequeña y gran magnitud.
3. Se recomienda el uso de bomba principal con las siguientes características: suministro de caudal 500 gpm y presión de 145psi, puesto que estas bombas utilizan 150% de capacidad nominal, y nuestro sistema requiere la operación de la bomba principal a 140% de su capacidad nominal, lo que indica que está dentro del rango de operación permitida.

4. Para mayor exactitud del nivel de protección del ambiente a diseñar se recomienda utilizar software especializado, teniendo en cuenta que el diseño hidráulico realizado ayuda a comprender la filosofía de los sistemas de los sistemas de abastecimiento de agua.



## 7 BIBLIOGRAFIA

- Albán Aráuz, C. W. (2006). *Diseño de un sistema contra incendio para tanques de almacenamiento de diesel para la empresa TermoPichincha central Santa Rosa*.  
<http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/265>
- Araujo, G., & Pierre, J. J. (2019). *Evaluación y diagnóstico de un sistema contra incendio para un Centro de Almacenamiento en Mirador del norte de la ciudad de Guayaquil* [Thesis, Universidad de Guayaquil- Facultad Ciencias Matemáticas y Físicas- Carrera de Ingeniería Civil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/51141>
- Bermeo Illescas, A. M. (2017). *ANALISIS DEL VOLUMEN ÓPTIMO DE UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO PARA UN SISTEMA CONTRA INCENDIO*.  
<http://repositorio.uees.edu.ec/handle/123456789/2001>
- Bósquez Yáñez, F. M. (2013). *Diseño de un Sistema Contra Incendios en Base a la Normativa NFPA, para la Empresa Metalúrgica Ecuatoriana Adelca C.A.*  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2694>
- Martínez-Jamaica, J. F., & Blanco-Duarte, M. Á. (2016). *Guía para el diseño de sistemas de protección contra incendios, enfocada en redes internas de edificaciones*.  
<https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/13961>
- Norma-nfpa-10.pdf*. (s. f.). Recuperado 15 de marzo de 2022, de  
<http://www.extingman.com/web/descargas/norma-nfpa-10.pdf>
- Scattaglia, G. S. (2008). *ELABORACIÓN DE UNA GUÍA PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO EN PLANTAS DE PROCESO EN EMPRESAS Y&V. Y & V. Sartenejas*.

Uribe González, R. (2013). Sistema de bombeo para la protección contra incendio a base de rociadores automáticos.

National Fire Protection Association. 2016. NFPA 13 - Standard for the installation of sprinklers systems. Massachusetts: TIA Enclosed, 2016. 978- 145591156-1.

National Fire Protection Association. 2016. NFPA 14 - Standard for the installation of Stanpipe and Hose Systems. Massachusetts: TIA Enclosed, 2016. 978-145591317-6.

National Fire Protection Association 13. (2007). Microbiologically Influenced Corrosion in Fire Sprinkler Systems. In Automatic Sprinkler Systems Handbook (p. 955). Quincy, MA, EEUU: NFPA.

## 8 ANEXOS

### 8.1 Reporte fotográfico

#### 8.1.1 Registro fotográfico de la construcción de los tanques



*Figura 14. Cimentación del tanque*



*Figura 15. Soldadura de las uniones de los tanques*



*Figura 16. Montaje de anillos de tanques*



*Figura 17. Montaje de anillos de tanques*



*Figura 18. Almacén de materiales peligrosos*



*Figura 19. Cuarto de bombas y gabinete*

## 8.2 Certificados de calibración

### 8.2.1 Certificado de calibración de medidor de espesor

		<b>METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.</b>		
Av. Venezuela N° 2040 Lima 01- Lima - Perú Central Telefónica: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 / 999 048 181		Consulta Técnica: (511) 713-5610 / 975 432 445 / 965 403 256		
		Atención al Cliente: 975 193 739		
		E-mail: ventas@metroil.com.pe / Web: www.metroil.com.pe		
<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° CL-0124-2019</b>				
		Exp.: 84507		
		Fecha de Emisión : 2019-02-20		
		Página 1 de 2		
1.	<b>SOLICITANTE</b> : A Y E CONSTRUCCIONES E.I.R.L.			
2.	<b>DIRECCIÓN</b> : Pj. Flor De Upiés Mz. A Lote 18 Urb. Pop Ciudad De Lima - Comas - Lima - Lima			
3.	<b>INSTRUMENTO</b> : MEDIDOR DE ESPESORES			
	Marca	ELCOMETER	Alcance de indicación	: 0 mil a 83 mil
	Modelo	: 458E ( * )	División de escala	: 0,01 mil / 0,1 mil
	N° de serie	: LM05710 ( * )	Tipo de indicación	: Digital
	Código de identif.	: No indica	Procedencia	: Gran Bretaña
	Ubicación	: No indica		
4.	<b>FECHA Y LUGAR DE LA CALIBRACIÓN</b>			
	Calibrado el 2019-02-20 en el Laboratorio de Longitud y Ángulo de METROIL S.A.C..			
5.	<b>MÉTODO DE CALIBRACIÓN</b>			
	La calibración se realizó por comparación directa con láminas patrones (elcometer).			
6.	<b>TRAZABILIDAD</b>			
	Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL - DM.			
	Se utilizaron los siguientes patrones :			
	Láminas patrones de código IL-202 con Certificado de Calibración N° CL-0091-2018 de METROIL S.A.C.			
7.	<b>CONDICIONES DE CALIBRACIÓN</b>			
	Temperatura Ambiental	Inicial : 20,6 °C	Final : 20,7 °C	
	Humedad Relativa	Inicial : 57,1 % H.R.	Final : 56,1 % H.R.	
8.	<b>OBSERVACIONES</b>			
	<ul style="list-style-type: none"><li>Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO" y con identificación N° A-15948.</li><li>Los resultados corresponden a un promedio de diez mediciones para cada punto de calibración.</li><li>La periodicidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.</li><li>La incertidumbre de medición expandida reportada es la incertidumbre de medición estándar multiplicada por el factor de cobertura k=2 de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95 %.</li><li>Se realizó ajuste al instrumento.</li></ul>			
	( * ) El número de serie y modelo se visualizan en la configuración interna del instrumento.			
	( ** ) Asignado por el cliente e indicado en una etiqueta adherida al instrumento.			
				
				
		YANINA RIOS CHAVEZ		
		Jefe del Laboratorio de Longitud y Ángulo		
Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA				
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROIL S.A.C.				



## METROLOGÍA E INGENIERÍA LINO S.A.C.

Av. Venezuela N° 2040 Lima 01- Lima - Perú Central Telefónica: (511) 713-9080 / (511) 713-5656 / 999 048 181  
Consulta Técnica: (511) 713-5610 / 975 432 445 / 965 403 256  
Atención al Cliente: 975 193 739  
E-mail: ventas@metroil.com.pe / Web: www.metroil.com.pe

Certificado de Calibración N° CL-0124-2019  
Página 2 de 2

### 9. RESULTADOS

#### Antes del Ajuste

Valor patrón ( mil )	Indicación promedio del instrumento ( mil )
0,00	0,22
0,94	1,09
1,97	2,08
4,93	5,00
9,78	9,90
20,12	20,20
40,31	40,40

#### Después del Ajuste

Valor patrón ( mil )	Indicación promedio instrumento ( mil )	Error de indicación ( mil )	Incertidumbre ( mil )
0,00	0,16	0,16	0,01
0,94	0,97	0,03	0,09
1,97	1,95	-0,02	0,08
4,93	4,88	-0,05	0,10
9,78	9,70	-0,08	0,10
20,12	19,98	-0,14	0,10
40,31	40,30	-0,01	0,10

FIN DEL DOCUMENTO

Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROIL S.A.C.



## 8.2.2 Certificado de calibración de manómetro


**Grupo Mediciones Perú S.A.C.**  
 Soluciones Integrales en Equipos e Instrumentos de Medición

**SERVICIO METROLOGICO**

---

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1332 -CFP-2018**  
 Página 1 de 2

Fecha de Emisión	2018/12/17	La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.
Expediente	381	

1. SOLICITANTE	J & E FIRE PROTECTION E.I.R.L.	Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.  GRUPO MEDICIONES PERÚ S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
DIRECCIÓN	CAL. SAN MARTIN MZA. C LOTE. 7 A.H. BELEN - PUEBLO PIEDRA - LIMA	
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	MANÓMETRO DE DEFORMACIÓN ELÁSTICA	
Marca	SPRINKLER	
Serie	NO INDICA	
Alcance de Indicación	0 psi a 300 psi / 0 kPa a 2000 kPa	
División de escala	5 psi / 20 kPa	
Clase de exactitud	NO INDICA	
Posición de Trabajo	VERTICAL	
Diámetro de rosca	1/4" NPT	
Diámetro de caja	4"	
Procedencia	USA	
Identificación	MFP-01	
FECHA DE CALIBRACIÓN	2018/12/17	

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN	La calibración se realizó tomando como referencia el Procedimiento PC-004: "Procedimiento de Calibración de Manómetros, Vacuómetros y Manovacuumetros de deformación elástica". Edición 01. 2000. INDECOPI.
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN	La calibración se realizó en el laboratorio de Grupo Mediciones Perú S.A.C.



Orlando Naquiche E.  
Servicio Metrologico

Este documento puede ser reproducido totalmente con autorización de GRUPO MEDICIONES PERU S.A.C.

Mantenimiento, Calibración, Certificación, Fabricación y Venta de Equipos e Instrumentos de Medición  
 Mz. XX2 N° 16 Parcela 10-1 - Los Olivos - Lima-Perú - Central: (51-01) 637 5944 / 637 5952 / RPM: #980295786 / RPM: #996517913 / Mov. 980295786 / Mov. 996517913  
 E-mail: [ventas@grupomedicionesperu.com](mailto:ventas@grupomedicionesperu.com) / [medicionesperu@yahoo.es](mailto:medicionesperu@yahoo.es) / Web: [www.grupomedicionesperu.net](http://www.grupomedicionesperu.net)



## 8.3 Presupuesto

<b>PROYECTO:</b> "Diseño del sistema de abastecimiento de agua para la red contra incendio del almacén de material		<b>CLIENTE:</b> DEPSA S.A.			
<b>ESPECIALIDAD:</b> Instalaciones Sanitarias - Contra Incendio		<b>LUGAR:</b> Cercado de Lima			
<b>FECHA:</b> martes, 11 de Julio de 1905					
<b>RESPONSABLE:</b> Bach. Juan Carlos Flores Huaman					
ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	P.U. (S/)	P.P. (S/)
<b>01</b>	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>				<b>S/ 603,920.05</b>
<b>01.01</b>	<b>OBRA CIVILES</b>				<b>S/ 121,626.65</b>
01.01.01	Trazo y replanteo	gbl	1.00	1,560.12	S/ 1,560.12
01.01.02	Corte de Losa de concreto	ml	80.00	113.20	S/ 9,055.60
01.01.03	Demolición de losa	m3	32.40	156.60	S/ 5,073.76
01.01.04	Excavación	m3	171.60	70.75	S/ 12,140.17
01.01.05	Eliminación de material demolido	m3	40.50	61.31	S/ 2,483.22
01.01.06	Eliminación de material excavado	m3	214.50	61.31	S/ 13,151.85
01.01.07	Relleno y compactación con material de préstamo (Afirmado)	m3	145.20	75.46	S/ 10,957.28
01.01.08	Cama de arena	m3	26.40	51.88	S/ 1,369.66
01.01.09	Encofrado y desencofrado	m2	198.00	37.86	S/ 7,496.28
01.01.10	Concreto Fc= 280 kg/cm2	m3	77.36	754.12	S/ 58,338.72
<b>01.02</b>	<b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>				<b>S/ 216,764.32</b>
01.02.01	Tanque metálico de fondo plano 100 m3	und	2.00	95,435.14	S/ 190,870.28
01.02.02	Escalera metálica	und	2.00	7,500.00	S/ 15,000.00
01.02.03	Pintura color rojo.	m2	301.44	36.14	S/ 10,894.04
<b>01.03</b>	<b>SISTEMA DE BOMBEO</b>				<b>S/ 74,637.98</b>
01.03.01	Motobomba diésel 500gpm @145 psi	und	1.00	28,416.20	S/ 28,416.20
01.03.02	BOMBA JOCKEY 10GPM 3hp 220/460V	und	1.00	12,416.20	S/ 12,416.20
01.03.03	Tanque diésel ul 120gln	und	1.00	10,253.00	S/ 10,253.00
01.03.04	Controlador bomba diésel	und	1.00	12,416.20	S/ 12,416.20
01.03.05	Controlador bomba jockey	und	1.00	9,261.39	S/ 9,261.39
01.03.06	Alimentador de 3-1x70mm2 +1x35mm2 (T)	ml	15.00	125.00	S/ 1,875.00
<b>01.04</b>	<b>RED PRINCIPAL Y DISTRIBUCIÓN</b>				<b>S/ 34,967.84</b>
01.04.01	Válvula mariposa de 6"	Und	2.00	644.99	S/ 1,289.97
01.04.02	Válvula Check de 6"	Und	1.00	537.68	S/ 537.68
01.04.03	Válvula OS&Y de 6"	Und	1.00	2,840.87	S/ 2,840.87
01.04.04	Válvula compuerta de 6"	Und	1.00	2,840.87	S/ 2,840.87
01.04.05	Válvula de purga de aire	Und	1.00	5,257.28	S/ 5,257.28
01.04.06	Válvula de 3 vías	Und	2.00	49.50	S/ 99.00
01.04.07	Válvula de alivio	Und	1.00	2,271.86	S/ 2,271.86
01.04.08	Toma siamesa para bomberos	Und	1.00	16,130.29	S/ 16,130.29
01.04.09	Medidor de Caudal tipo Venturi	Und	1.00	2,271.86	S/ 2,271.86
01.04.10	Acople rígido de 6"	Und	1.00	48.54	S/ 48.54
01.04.11	Acople flexible de 6"	Und	1.00	75.14	S/ 75.14
01.04.12	Tee SCH-40 6"	Und	2.00	49.68	S/ 99.36
01.04.13	Codo SCH-40 6"	Und	12.00	49.68	S/ 596.16
01.04.14	Unión Dreser de 6"	Und	4.00	152.24	S/ 608.96
<b>01.05</b>	<b>RED DE DESAGUE</b>				<b>S/ 45,739.03</b>
01.05.01	Pozo sumidero	Und	1.00	1,436.14	S/ 1,436.14
01.05.02	Electrobomba de 2HP, 220 V bombeo de sumidero	Und	2.00	2,517.20	S/ 5,034.40
01.05.03	Tablero Alternador de pozo sumidero	Und	1.00	3,545.00	S/ 3,545.00
01.05.04	Tubería de desagüe de 4"	ml	8.00	27.62	S/ 220.96
<b>01.06</b>	<b>RED DE ENERGIA</b>				<b>S/ 13,205.45</b>
01.06.01	Tablero Eléctrico de fuerza	Und	1.00	7,517.20	S/ 7,517.20
01.06.02	Tablero de TTA	Und	1.00	4,523.00	S/ 4,523.00
01.06.03	Tubería de PVC eléctrica de 4"	ml	15.00	34.15	S/ 512.25
01.06.04	Tubería Conduit EMT de 25mm	ml	25.00	26.12	S/ 653.00

01.07	ESTACIÓN DE CONTROL				S/	2,473.31
01.07.01	Estación de control (detector de flujo, manómetro y válvula mariposa)	und	3.00	824.44	S/	2,473.31
01.08	RED PRINCIPAL Y DISTRIBUCIÓN				S/	8,577.18
01.08.01	Soporte antisísmico de 2 vías	und	8.00	197.15	S/	1,577.18
01.08.02	Colgadores adosados a pared y techo	glb	1.00	7,000.00	S/	7,000.00
01.0G	RED PRINCIPAL Y DISTRIBUCIÓN				S/	108,696.38
01.09.01	Rociador pendent k=25.1 1"npt, t=74°c respuesta rápida	und	102.00	32.31	S/	3,295.45
01.09.02	Gabinete contra incendio clase III. Incluye manguera, válvula 1 1/2" y accesorios-adosado	und	2.00	1,400.00	S/	2,800.00
01.09.03	tubería SCH-40 de 1" sin costura	ml	85.00	34.13	S/	2,900.71
01.09.04	tubería SCH-40 de 1 1/4" sin costura	ml	51.00	44.13	S/	2,250.42
01.09.05	tubería SCH-40 de 1 1/2" sin costura	ml	110.50	48.17	S/	5,322.79
01.09.06	tubería SCH-40 de 2" sin costura	ml	19.00	52.14	S/	990.66
01.09.07	tubería SCH-40 de 2 1/2" sin costura	ml	8.60	64.13	S/	551.48
01.09.08	tubería SCH-40 de 3" sin costura	ml	9.40	86.39	S/	812.10
01.09.09	tubería SCH-40 de 4" sin costura	ml	47.30	121.86	S/	5,763.82
01.09.10	tubería SCH-40 de 6" sin costura	ml	42.00	204.18	S/	8,575.39
01.09.11	tubería HDPE de 6" Clase 200	ml	18.00	620.00	S/	11,160.00
01.09.12	Codo HDPE de 6" Clase 200	Und	4.00	125.00	S/	500.00
01.09.13	Adaptador flange HDPE	Und	2.00	125.00	S/	250.00
01.09.14	Línea de descarga de refrigerante	Und	1.00	9,451.08	S/	9,451.08
01.09.15	Línea de prueba y retorno ACI	Und	1.00	15,000.00	S/	15,000.00
01.09.16	Línea de sensado	Und	1.00	8,400.00	S/	8,400.00
01.09.17	Línea de suministro de combustible de motobomba diésel	Und	1.00	6,200.00	S/	6,200.00
01.09.18	Línea de succión Bomba Jockey	Und	1.00	5,950.00	S/	5,950.00
01.09.19	Línea de impulsión Bomba Jockey	Und	1.00	3,144.31	S/	3,144.31
01.09.20	Línea de Alivio ACI	Und	1.00	3,521.62	S/	3,521.62
01.09.21	Línea de succión ACI	Und	1.00	3,962.83	S/	3,962.83
01.09.22	Línea de impulsión ACI	Und	1.00	4,749.41	S/	4,749.41
01.09.23	Plato vortex	Und	1.00	3,144.31	S/	3,144.31
01.10	Pruebas				S/	12,734.44
01.10.01	Pruebas hidráulicas	glb	1.00	1,414.94	S/	1,414.94
01.10.02	Prueba de flushing (Limpieza de tuberías )	glb	1.00	1,414.94	S/	1,414.94
01.10.03	Prueba de Línea sensora de flujo	glb	1.00	1,414.94	S/	1,414.94
01.10.04	Prueba de operatividad para válvulas de control	glb	1.00	1,414.94	S/	1,414.94
01.10.05	Prueba para verificación de dispositivos de presión	glb	1.00	1,414.94	S/	1,414.94
01.10.06	Prueba de alarma y supervisión	glb	1.00	1,414.94	S/	1,414.94
01.10.07	Prueba de compactación	glb	1.00	1,414.94	S/	1,414.94
01.10.08	Pruebas de tintes penetrantes	glb	1.00	1,414.94	S/	1,414.94
01.10.09	Prueba de operatividad del sistema	glb	1.00	1,414.94	S/	1,414.94
				<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>S/</b>	<b>603,920.05</b>
				<b>GG</b> 25.90%	<b>S/</b>	<b>156,439.76</b>
				<b>UTL</b> 8%	<b>S/</b>	<b>48,313.60</b>
				<b>MONTO TOTAL S/IGV</b>	<b>S/</b>	<b>808,673.41</b>
				<b>IGV</b> 18.00%	<b>S/</b>	<b>145,561.21</b>
				<b>MONTO TOTAL C/IGV</b>	<b>S/</b>	<b>954,234.63</b>

**PROYECTO:** "Diseño del sistema de abastecimiento de agua para la red contra incendio del almacén de materiales peligrosos en la empresa DEPSA S.A."

**CLIENTE:** DEPSA S.A.

**ESPECIALIDAD:** Instalaciones Sanitarias - Contra Incendio

**LUGAR:** Cercado de Lima

**FECHA:** 2019

**TIEMPO:** 3.00

**RESPONSABLE:** Bach. Juan Carlos Flores Huaman

**TOTAL:**

ITEM	GASTOS	UND	CANTIDAD	TIEMPO	PARTICIPACIÓN (%)	COSTO (P.U)	PARCIAL
<b>1.00</b>	<b>GASTOS GENERALES FIJOS</b>						<b>S/. 20,065.38</b>
<b>1.01</b>	<b>ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN TÉCNICA</b>						<b>S/. 2,250.00</b>
1.01.01	Oficina Central	glb	1.00	3.00	25%	S/. 3,000.00	S/. 2,250.00
<b>1.02</b>	<b>PERSONAL DE OFICINA CENTRAL</b>						<b>S/. 5,640.00</b>
	<b>Directivo y Administrativo.</b>						
1.02.01	Gerente General	und	0.25	3.00	20%	S/. 13,333.33	S/. 2,000.00
1.02.02	Asesor Legal	und	0.25	3.00	20%	S/. 8,000.00	S/. 1,200.00
1.02.03	Administrador	und	0.25	3.00	20%	S/. 6,666.67	S/. 1,000.00
1.02.04	Secretaria	und	0.25	3.00	20%	S/. 4,000.00	S/. 600.00
	<b>Técnico Administrativo.</b>						
1.02.05	Planillero	und	0.25	3.00	30%	S/. 3,733.33	S/. 840.00
<b>1.03</b>	<b>GASTOS DE OFICINA</b>						<b>S/. 2,340.00</b>
1.03.01	Comunicación	und	2.00	3.00	100%	S/. 150.00	S/. 900.00
1.03.02	Computadoras	und	3.00	3.00	100%	S/. 120.00	S/. 1,080.00
1.03.03	Escritorio con Sillas	und	1.00	3.00	100%	S/. 70.00	S/. 210.00
1.03.04	Pizarra Acrílica	und	1.00	3.00	100%	S/. 50.00	S/. 150.00
<b>1.04</b>	<b>GASTOS DE LICITACIÓN</b>						<b>S/. 2,500.00</b>
1.04.01	Gastos de cotizaciones	glb	1.00	1.00	100%	S/. 2,500.00	S/. 2,500.00
<b>1.05</b>	<b>GASTOS DE LIQUIDACIÓN DE OBRA</b>						<b>S/. 1,115.00</b>
1.05.01	Fotocopias Planos	est	3.00	1.00	100%	S/. 200.00	S/. 600.00
1.05.02	Fotocopias Documentos	est	3.00	1.00	100%	S/. 15.00	S/. 45.00
1.05.03	Empastado, Encuadernado, Anillados	est	1.00	1.00	100%	S/. 120.00	S/. 120.00
1.05.04	Comunicaciones	est	1.00	1.00	100%	S/. 150.00	S/. 150.00
1.05.05	útiles de Oficina	est	1.00	1.00	100%	S/. 200.00	S/. 200.00
<b>1.06</b>	<b>IMPUESTOS</b>						<b>S/. 1,690.98</b>
1.06.01	Impuesto a las transacciones Financie	glb	1.00		0.08%	S/. 603,920.05	S/. 483.14
1.06.02	Sensico (Del total sin I.G.V)	glb	1.00		0.20%	S/. 603,920.05	S/. 1,207.84
<b>1.07</b>	<b>GASTOS FINANCIEROS RELATIVOS A LA OBRA</b>						<b>S/. 4,529.40</b>
1.07.01	Seguro de Responsabilidad Civil	glb	1.00		0.35%	S/. 603,920.05	S/. 2,113.72
1.07.02	Póliza CAR Contra Todo Riesgo	glb	1.00		0.40%	S/. 603,920.05	S/. 2,415.68
<b>2.00</b>	<b>GASTOS GENERALES VARIABLES</b>						<b>S/. 136,374.38</b>
<b>2.01</b>	<b>PERSONAL STAFF DE OBRA</b>						<b>S/. 88,200.00</b>
2.01.01	Ing. Residente de obra	mes	1.00	3.00	100%	S/. 5,000.00	S/. 15,000.00
2.01.02	Ing. de Seguridad y Salud en el Trabajo	mes	1.00	3.00	100%	S/. 4,000.00	S/. 12,000.00
2.01.03	Ing. de Calidad	mes	1.00	3.00	100%	S/. 4,000.00	S/. 12,000.00
2.01.04	Ing. de Producción	mes	1.00	3.00	100%	S/. 4,000.00	S/. 12,000.00
2.01.05	Almacenero de Obra	mes	1.00	3.00	100%	S/. 3,000.00	S/. 9,000.00
2.01.06	BENEFICIOS SOCIALES	mes	0.47			S/. 60,000.00	S/. 28,200.00
<b>2.02</b>	<b>COPIAS</b>						<b>S/. 1,800.00</b>
2.02.01	Fotocopias Planos	mes	1.00	3.00	100%	S/. 250.00	S/. 750.00
2.02.02	Fotocopias Documentos	mes	1.00	3.00	100%	S/. 350.00	S/. 1,050.00
2.02.03	Impresora Multifuncional A3	Alq/mes		3.00	100%	S/. 500.00	S/. -
<b>2.03</b>	<b>GASTOS VARIOS DE OBRA</b>						<b>S/. 2,151.00</b>

2.03.01	Mantenimiento De Equipos De Computo	mes	1.00		100%	S/.	35.00	S/.	-
2.03.02	Copia De Planos	mes	1.00	3.00	100%	S/.	102.00	S/.	306.00
2.03.03	Papel	mes	1.00	3.00	100%	S/.	15.00	S/.	45.00
2.03.04	Tinta	mes	4.00	3.00	100%	S/.	50.00	S/.	600.00
2.03.05	Alquiler De Impresora	mes	1.00	3.00	100%	S/.	150.00	S/.	450.00
2.03.06	Bidones De Agua	mes	10.00	3.00	100%	S/.	25.00	S/.	750.00
2.03.07	Container	mes		3.00	100%	S/.	3,500.00	S/.	-
2.03.08	Baño portátil	mes		3.00	100%	S/.	350.00	S/.	-
2.03.09	energía Provisional	mes		3.00	100%	S/.	-	S/.	-
2.03.10	Tableros Provisionales (Inc. Conductor	mes		3.00	100%	S/.	70.00	S/.	-

<b>2.04</b>	<b>VIATICOS, MOVILIDAD Y HOSPEDAJE</b>						<b>S/.</b>		<b>5,850.00</b>
-------------	--	--	--	--	--	--	------------	--	-----------------

2.04.01	Hospedaje Staff	mes	1.00	3.00	100%	S/.	900.00	S/.	2,700.00
2.04.02	viáticos Staff	mes	1.00	3.00	100%	S/.	1,050.00	S/.	3,150.00

<b>2.05</b>	<b>EPP, UNIFORME DE PERSONAL Y SEÑALIZACION</b>						<b>S/.</b>		<b>5,927.90</b>
-------------	---	--	--	--	--	--	------------	--	-----------------

2.05.01	Casco Con Mentonera	und	10.00	1.00	100%	S/.	14.80	S/.	148.00
2.05.02	Zapatos	und	10.00	1.00	300%	S/.	38.00	S/.	1,140.00
2.05.03	Uniforme	und	10.00	1.00	200%	S/.	54.92	S/.	1,098.40
2.05.04	Chaleco	und	10.00	1.00	200%	S/.	28.00	S/.	560.00
2.05.05	Lentes Antiempañantes	und	10.00	1.00	200%	S/.	3.10	S/.	62.00
2.05.06	tapón De oído	und	10.00	1.00	200%	S/.	1.50	S/.	30.00
2.05.07	Orejera	und	10.00	1.00	200%	S/.	45.00	S/.	900.00
2.05.08	Guantes Carpintero	mes				S/.	12.00	S/.	-
2.05.09	Guantes P/Fierro	mes				S/.	6.50	S/.	-
2.05.10	Guantes De Badana	mes	32.00	3.00	100%	S/.	3.50	S/.	336.00
2.05.11	Mascarillas	caja	3.00	3.00	100%	S/.	25.00	S/.	225.00
2.05.12	arnés Americano Doble Impacto	und	3.00	1.00	100%	S/.	249.50	S/.	748.50
2.05.13	línea De Vida De 5/8"	und	3.00	1.00	100%	S/.	200.00	S/.	600.00
2.05.14	Cinta De Seguridad	und	1.00	1.00	100%	S/.	30.00	S/.	30.00
2.05.15	Malla Naranja	und	1.00	1.00	100%	S/.	50.00	S/.	50.00
2.05.16	Alquiler Andamios Normados	MES		1.00	100%	S/.	200.00	S/.	-

<b>2.06</b>	<b>TRANSPORTE DE MATERIALES A OBRA</b>						<b>S/.</b>		<b>16,500.00</b>
-------------	--	--	--	--	--	--	------------	--	------------------

2.06.01	Transporte de Tuberías	viaje	1.00	1.00	100%	S/.	5,000.00	S/.	5,000.00
2.06.02	Transporte de Plancha para tanques	viaje	1.00	1.00	100%	S/.	8,000.00	S/.	8,000.00
2.06.03	Transporte varios	viaje	1.00	1.00	100%	S/.	3,500.00	S/.	3,500.00

<b>2.07</b>	<b>SERVICIOS COMPLEMENTARIOS</b>						<b>S/.</b>		<b>300.00</b>
-------------	----------------------------------	--	--	--	--	--	------------	--	---------------

2.07.01	Cilindros Ecológicos	und	6.00	1.00	100%	S/.	50.00	S/.	300.00
---------	----------------------	-----	------	------	------	-----	-------	-----	--------

<b>2.08</b>	<b>CIERRES DE OBRA</b>						<b>S/.</b>		<b>3,500.00</b>
-------------	------------------------	--	--	--	--	--	------------	--	-----------------

2.08.01	Elaboración De Dossier	glb	1.00	1.00	100%	S/.	3,500.00	S/.	3,500.00
---------	------------------------	-----	------	------	------	-----	----------	-----	----------

<b>2.09</b>	<b>SEGURIDAD , SALUD E HIGIENE EN L</b>						<b>S/.</b>		<b>3,500.00</b>
-------------	---	--	--	--	--	--	------------	--	-----------------

2.09.01	elaboración e implementación del plan	glb	1.00	1.00	100%	S/.	3,500.00	S/.	3,500.00
---------	---------------------------------------	-----	------	------	------	-----	----------	-----	----------

<b>2.10</b>	<b>ASISTENCIA MÉDICA</b>						<b>S/.</b>		<b>4,060.00</b>
-------------	--------------------------	--	--	--	--	--	------------	--	-----------------

2.10.01	Botiquín de Primeros Auxilios	und	1.00	1.00	100%	S/.	700.00	S/.	700.00
2.10.02	Camilla de Primeros Auxilios	und	1.00	1.00	100%	S/.	1,200.00	S/.	1,200.00
2.10.03	exámenes médicos	und	12.00	1.00	100%	S/.	180.00	S/.	2,160.00

<b>3.00</b>	<b>GASTOS FINANCIEROS</b>						<b>S/.</b>		<b>4,585.48</b>
-------------	---------------------------	--	--	--	--	--	------------	--	-----------------

<b>3.01</b>	<b>DESARROLLO DE GASTOS FINANCIEROS</b>						<b>S/.</b>		<b>4,585.48</b>
-------------	---	--	--	--	--	--	------------	--	-----------------

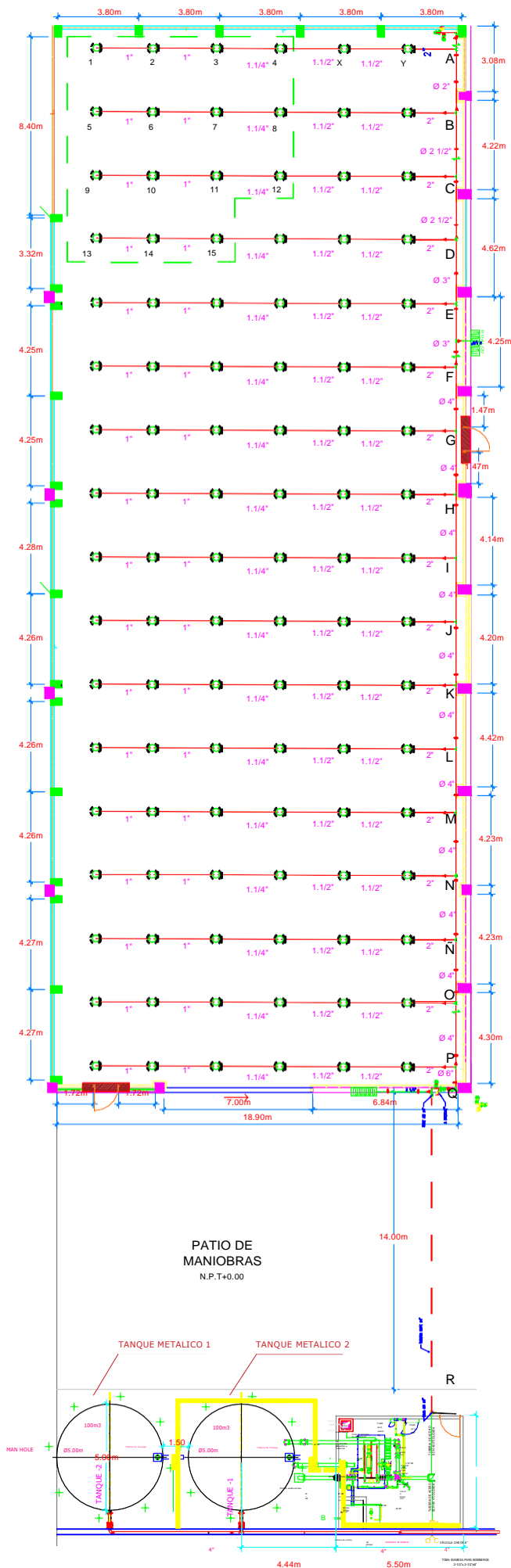
3.01.01	Carta Fianza de Fiel Cumplimiento (10	glb	1.00			S/.	603.92	S/.	603.92
3.01.02	garantía de Adelanto Directo (30% M.	glb	1.00			S/.	1,811.76	S/.	1,811.76
3.01.03	garantía de Adelanto de Materiales (20	glb	1.00			S/.	1,207.84	S/.	1,207.84
3.01.04	garantía de Fondo de Reparación (5% M.C	glb	1.00			S/.	301.96	S/.	301.96
3.01.05	Seguro Complementario de Trabajo de	UND	12.00	1.00	100%	S/.	35.00	S/.	420.00
3.01.06	Vida Ley	UND	12.00	1.00	100%	S/.	20.00	S/.	240.00

3.01.01	Carta Fianza de Fiel Cumplimiento						
	<b>TASA</b>	10%		<b>COMISIÓN DEL BANCO:</b>	4.00%		
				<b>PERIODO (30 DÍAS):</b>	3.00	MESES	
	Monto Aplicable S/IGV	603,920.05					
3.01.02	garantía de Adelanto Directo						
	<b>MONTO</b>	30%		<b>COMISIÓN DEL BANCO:</b>	4.00%		
				<b>PERIODO (30 DÍAS):</b>	3.00	MESES	
	Monto Aplicable	603,920.05					
3.01.03	garantía de Adelanto de Materiales						
	<b>TASA</b>	20%		<b>COMISIÓN DEL BANCO:</b>	4.00%		
				<b>PERIODO (30 DÍAS):</b>	3.00	MESES	
	Monto Aplicable S/IGV	603,920.05					
3.01.04	garantía de Fondo de Reparo						
	<b>TASA</b>	5%		<b>COMISIÓN DEL BANCO:</b>	4.00%		
				<b>PERIODO (30 DÍAS):</b>	3.00	MESES	
	Monto Aplicable S/IGV	603,920.05					
3.01.04	Póliza de Responsabilidad Civil						
	<b>TASA</b>	5%		<b>COMISIÓN DEL BANCO:</b>	4.00%		
				<b>PERIODO (30 DÍAS):</b>	3.00	MESES	
	Monto Aplicable S/IGV	603,920.05					

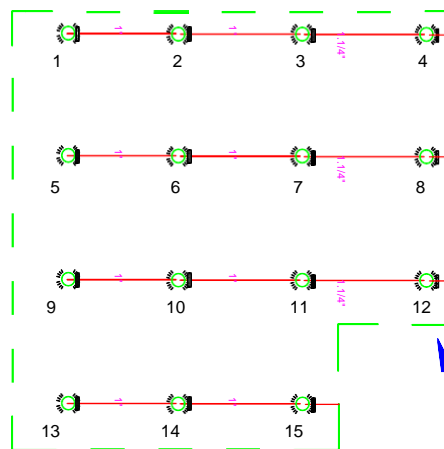
ETE:	PAQU	“Diseño del sistema de abastecimiento de agua para la red contra incendio del almacén de materiales peligrosos en la empresa DEPSA.A.”	CLIENTE:	DEPSA S.A.
ESPECIALIDAD:	Instalaciones Sanitarias - Contra Incendio		LUGAR:	Cercado de Lima
FECHA:	2019.0		TIEMPO:	3.00
RESPONSABLE:	Bach. Juan Carlos Flores Huaman			

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	COSTO (P.U)			PARCIAL
1.00	COSTO DIRECTO			S/.			603,920.05
1.01.00	Análisis de Costo Directo	glb	1.00	S/.	603,920.05	S/.	603,920.05
2.00	COSTO INDIRECTO			S/.			156,439.76
2.01.00	Análisis de Gastos Generales Fijos	glb	1.00	S/.	20,065.38	S/.	20,065.38
2.02.00	Análisis de Gastos Generales Variables	glb	1.00	S/.	136,374.38	S/.	136,374.38
3.00	INDICADORES						
	Costo Directo	:	S/.	603,920.05			
	Costo indirecto	:	S/.	156,439.76			
	Utilidad (8%)	:	S/	48,313.60			
	Relación Costo Directo/ Costo Indirecto	:		25.90%			
	Relación Utilidad / Costo Directo	:		8%			

### 8.4 Planos Asbuilt



LEYENDA	
	ROCIADOR PENDENT k=25.1 1"NPT, T=74°C RESPUESTA RAPIDA
	ANTISISMICO 2 VÍAS
	COLGADOR TIPO COTA
	ANTISISMICO 4 VÍAS
	TUBERIA ACERO S/COSTURA SCH -40 ASTM A 795 DIAMETRO INDICADO
	TUBERIA VERTICAL / CORTE
	GABINETE CONTRA INCENDIO
	VALVULA DE BOLA CON TAPON HEMBRA
	VALVULA MARIPOSA
	VALVULA PURGA AUTOMATICA DE AIRE - PAAR



AREA DE DISEÑO

PROYECTISTA: Bach. JUAN CARLOS FLORES HUAMAN		
PROYECTO: "OBRAS CIVILES, CONSTRUCCION DE TANQUE Y SISTEMA DE REDES CONTRA INCENDIO EN ALMACEN MATPEL - DEPSA"	DEPARTAMENTO: LIMA	LAMINA:
	PROVINCIA: LIMA	A-2
	DISTRITO: CERCADO DE LIMA	
PLANO DE ARQUITECTURA-PROPUESTA DE TANQUE 1°	DISEÑO:	FECHA: FEBRERO 2019
PROPIETARIO: DEPSA	ESCALA: INDICADA	

# ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS



En la ciudad de Lambayeque siendo las 11:00 am horas del día 16 de diciembre del año 2019, en la Sala de Sustentaciones de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo de Lambayeque, se reunieron los miembros de Jurado, designados mediante Resolución 277-2019-D-FIME de fecha 13 de diciembre, conformado por:

MSc. JUAN ANTONIO TUMIALAN HINOSTROZA : PRESIDENTE

MSc. AMADO AGUINAGA PAZ : SECRETARIO

ING. PERCY EDUAR NINO VASQUEZ : MIEMBRO

ING. OSCAR MENDEZ CRUZ : ASESOR

Se recibió la Tesis titulada:

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA LA RED CONTRA INCENDIO DEL ALMACEN DE MATERIALES PELIGROSOS EN LA EMPRESA DEPSA S.A.

Presentado por su autor, Bachiller: FLORES HUAMAN JUAN CARLOS

Finalizada la sustentación, el sustentante respondió acertadamente las preguntas formuladas por el Jurado examinador procediendo a deliberar.

Aprobando la Tesis con el calificativo: NOTA APROBADO

Quedando el sustentante apto para obtener el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista, debiendo cumplir antes con las exigencias de las normas legales vigentes.

Siendo las 11:50 am horas del mismo día se da por concluido el acto académico, firmando la presente acta el Jurado respectivo:

PRESIDENTE

SECRETARIO

MIEMBRO

ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO  
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica  
DR. Ing. AMADO AGUINAGA PAZ  
Decano



ANEXO 01

**CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE ORIGINALIDAD**

Yo, M.Sc. Ing. Méndez Cruz Oscar , usuario revisor del documento titulado: **“Diseño de un sistema de abastecimiento de agua para la red contra incendio del almacén de materiales peligrosos en la empresa Depsa S.A ”**

Cuyo autor es, **Flores Huaman Juan Carlos**, identificado con documento de identidad **N° 47964954**, declaro que la evaluación realizada por el Programa informático, ha arrojado un porcentaje de similitud de **13%**, verificable en el Resumen de Reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos.

Se cumple con adjuntar el Recibo Digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque 03 de junio del 2024



.....  
**M. Sc. Ing. Oscar Méndez Cruz**  
**DNI: 17900167**

**ASESOR**

Se adjunta:

\*Resumen del Reporte automático de similitudes

\*Recibo Digital



# Diseño del sistema de abastecimiento de agua para la red contra incendio del almacén de materiales peligrosos en la empresa DEPSA S.A."

## INFORME DE ORIGINALIDAD

13%	13%	2%	4%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	repository.ucatolica.edu.co	2%
	Fuente de Internet	
2	repository.unprg.edu.pe	2%
	Fuente de Internet	
3	repository.uees.edu.ec	1%
	Fuente de Internet	
4	hdl.handle.net	1%
	Fuente de Internet	
5	1library.co	1%
	Fuente de Internet	
6	repository.unac.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
	 Ms.c Oscar Méndez Cruz ASESOR	
7	ingemecanica.com	1%
	Fuente de Internet	
8	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga	1%
	Trabajo del estudiante	



## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Juan Carlos Flores Huaman  
Título del ejercicio: Entrega2  
Título de la entrega: "Diseño del sistema de abastecimiento de agua para la red ...  
Nombre del archivo: AA\_Tesis\_FinalJC.pdf  
Tamaño del archivo: 2.71M  
Total páginas: 101  
Total de palabras: 16,279  
Total de caracteres: 79,767  
Fecha de entrega: 03-jun.-2024 11:37a. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entrega... 2394725866



UNIVERSIDAD NACIONAL  
"PEDRO RUIZ GALLO"

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

TESIS

para optar el título profesional de

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

"Diseño del sistema de abastecimiento de agua para la red  
contra incendio del almacén de materiales peligrosos en la  
empresa DEPSA S.A."

Presentado por:

Bach. Juan Carlos Flores Huaman

Asesor:

Msc. Oscar Méndez Cruz

Lambayeque – Perú

2019

  
Ms.c Oscar Méndez Cruz  
ASESOR