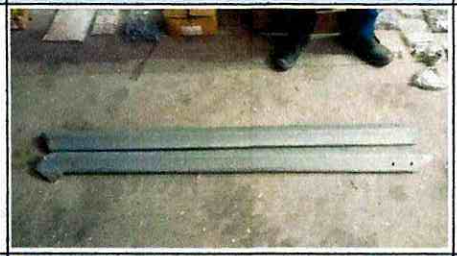
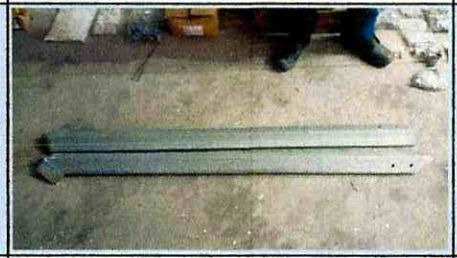
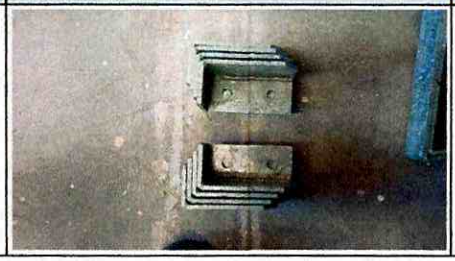
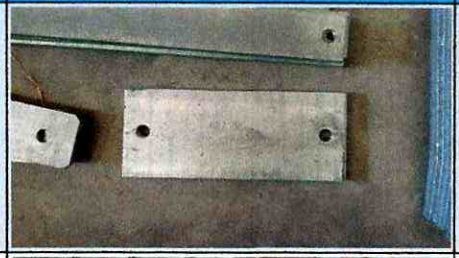
**ANEXO A - INVENTARIO PACKING LIST ENTREGADO**

| INSPECCIÓN PACKING LIST | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| CAJA # | ITEM | CANTIDAD PACKING LIST | CANTIDAD VERIFICADA | REGISTRO FOTOGRÁFICO | OBSERVACIONES |
| 43 | PLATFORM SUPPORT CHANNEL 4MM 1150x143x70 GA | 4 | 4 |  | |
| 43 | BRACE ANGLE WA 70x70x6 1556MM LH GALV | 2 | 2 |  | |
| 43 | BRACE ANGLE WA 70x70x6 1556MM RH GALV | 2 | 2 |  | |
| 43 | CONN BRACNKET L-SECTION 2H 1S 72x136 LH GALV | 4 | 4 |  | |

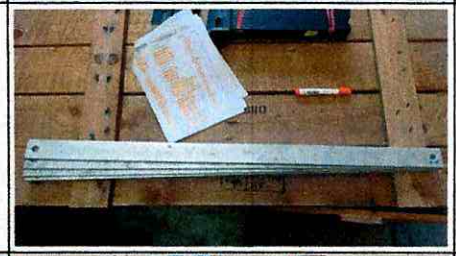
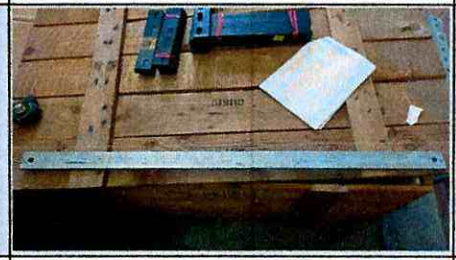
**ANEXO A - INVENTARIO PACKING LIST ENTREGADO**

| INSPECCIÓN PACKING LIST | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| CAJA # | ITEM | CANTIDAD PACKING LIST | CANTIDAD VERIFICADA | REGISTRO FOTOGRÁFICO | OBSERVACIONES |
| 43 | CONN BRACNKET L-SECTION 2H 1S 72x136 RH GALV | 4 | 4 |  | |
| 43 | RAIL SECTION 50X50X5 942CTRS | 4 | 4 |  | |
| 43 | RAIL SECTION 50X50X5 1070CTRS | 1 | 1 |  | |
| 43 | KICKSTRIP-942 984 X 100X6 | 4 | 4 |  | |

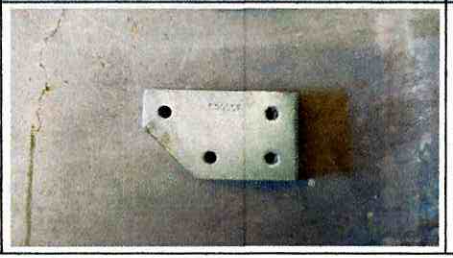
**ANEXO A - INVENTARIO PACKING LIST ENTREGADO**

| INSPECCIÓN PACKING LIST | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| CAJA # | ITEM | CANTIDAD PACKING LIST | CANTIDAD VERIFICADA | REGISTRO FOTOGRÁFICO | OBSERVACIONES |
| 43 | KICKSTRIP-200 242 X 100X6 | 2 | 2 |  | |
| 43 | KICKSTRIP-1070 1120 X 100X6 | 1 | 1 |  | |
| 43 | HANDRAIL STANCHION 60X60X6 1272 | 8 | 8 |  | |
| 43 | HANDRAIL POST 1865 | 2 | 2 |  | |

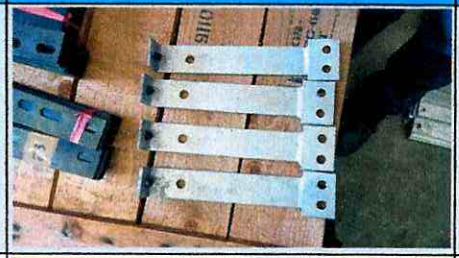
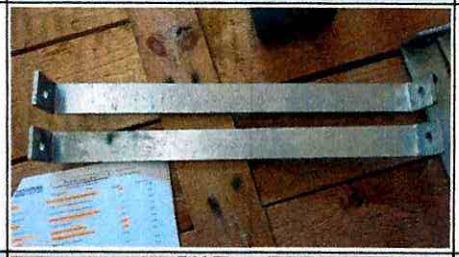
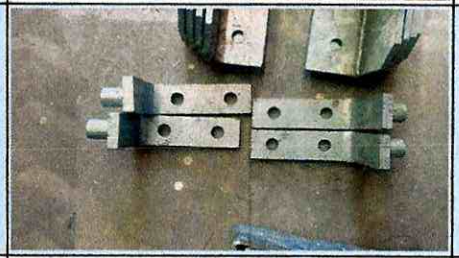
**ANEXO A - INVENTARIO PACKING LIST ENTREGADO**

| INSPECCIÓN PACKING LIST | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| CAJA # | ITEM | CANTIDAD PACKING LIST | CANTIDAD VERIFICADA | REGISTRO FOTOGRÁFICO | OBSERVACIONES |
| 43 | PLATFORM TOP RAIL 60X6 USECTION 550CTRS | 2 | 2 |  | |
| 43 | HANDRAIL STRAP 50X6 942CTRS | 4 | 4 |  | |
| 43 | HANDRAIL STRAP 50X6 1070CTRS | 1 | 1 |  | |
| 43 | FLOOR PANEL OPEN MESH 1099x987 GALV | 1 | 1 |  | |

**ANEXO A - INVENTARIO PACKING LIST ENTREGADO**

| INSPECCIÓN PACKING LIST | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| CAJA # | ITEM | CANTIDAD PACKING LIST | CANTIDAD VERIFICADA | REGISTRO FOTOGRÁFICO | OBSERVACIONES |
| 43 | FLOOR PANEL OPEN MESH 980x987 GALV | 1 | 1 |  | |
| 43 | CAGE STRAP FLARED 50x8 2H 619 LG | 7 | 7 |  | |
| 43 | CAGE STRAP FLARED 50x8 2H 757 LG | 7 | 7 |  | |
| 43 | CONNECTION PLATE 100x6 4H 170 LG GALV | 4 | 4 |  | |

**ANEXO A - INVENTARIO PACKING LIST ENTREGADO**

| INSPECCIÓN PACKING LIST | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| CAJA # | ITEM | CANTIDAD PACKING LIST | CANTIDAD VERIFICADA | REGISTRO FOTOGRÁFICO | OBSERVACIONES |
| 43 | LADDER STEADY | 4 | 4 |  | |
| 43 | LADDER STEADY 40x6 545LG | 2 | 2 |  | |
| 43 | 800 HINGE BRACKET 10MM 3H GALV | 4 | 4 |  | |
| 43 | M20 ISOLATING WASHER | 132 | 132 |  | |

**ANEXO A - INVENTARIO PACKING LIST ENTREGADO**

| INSPECCIÓN PACKING LIST | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| CAJA # | ITEM | CANTIDAD PACKING LIST | CANTIDAD VERIFICADA | REGISTRO FOTOGRÁFICO | OBSERVACIONES |
| 44 | SKELETON GUN | 1 | 1 | | |
| 44 | MASTIC SAUSAGE GUN | 1 | 1 | | |
| 44 | SIKASWELL S-2 - 60ML TUBE | 25 | 25 |   | PRODUCTO VENCIDO |
| 44 | SIKALASTOMER 710 WHITE 310CC TUBE | 11 | 11 |   | PRODUCTO VENCIDO |

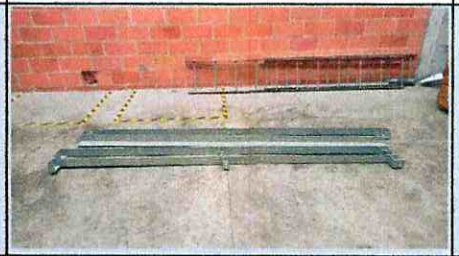
**ANEXO A - INVENTARIO PACKING LIST ENTREGADO**

| INSPECCIÓN PACKING LIST | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| CAJA # | ITEM | CANTIDAD PACKING LIST | CANTIDAD VERIFICADA | REGISTRO FOTOGRÁFICO | OBSERVACIONES |
| 44 | REFERENCE PLATE | 1 | 1 |  | |
| 44 | WARNING LABEL (GRINDING) | 3 | 3 |  | |
| 44 | CAGE HOOP 50x8 9H D-RET 690 DIA | 17 | 17 |  | |
| 44 | CAGE HOOP 75x8 9H D-RET 874 DIA | 2 | 2 |  | |

**ANEXO A - INVENTARIO PACKING LIST ENTREGADO**

| INSPECCIÓN PACKING LIST | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| CAJA # | ITEM | CANTIDAD PACKING LIST | CANTIDAD VERIFICADA | REGISTRO FOTOGRÁFICO | OBSERVACIONES |
| 44 | CAGE HALF HOOP EXT ARM 50x8 5H 1S D-RET 690 DIA | 6 | 6 |  | |
| 44 | CAGE HALF HOOP 75x8 5H D-RET 874 DIA | 2 | 2 |  | |
| 44 | SAFETY AWARENESS LABEL (SELF ADHESIVE) | 1 | 1 |  | |
| 45 | LAD 8R T 1/S GALV IND | 1 | 1 |  | |

**ANEXO A - INVENTARIO PACKING LIST ENTREGADO**

| INSPECCIÓN PACKING LIST | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| CAJA # | ITEM | CANTIDAD PACKING LIST | CANTIDAD VERIFICADA | REGISTRO FOTOGRÁFICO | OBSERVACIONES |
| 45 | LAD 11R T 1/S GALV IND | 1 | 1 |  | |
| 45 | VSA 80X80X8 3L 12H 2850LG LH GALV | 2 | 2 |  | |
| 45 | VSA 80X80X8 3L 12H 2850LG HR GALV | 2 | 2 |  | |
| 46 | REPAIR KIT (CORROLESS) | 1 | 1 |  | PRODUCTO VENCIDO |



210

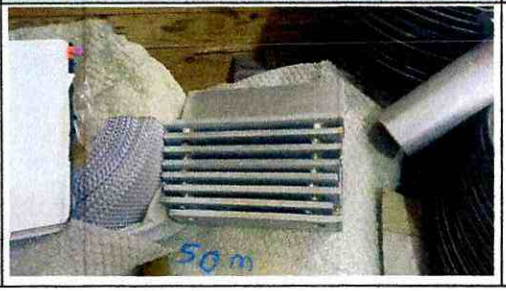
**ANEXO A - INVENTARIO PACKING LIST ENTREGADO**

| INSPECCIÓN PACKING LIST | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| CAJA # | ITEM | CANTIDAD PACKING LIST | CANTIDAD VERIFICADA | REGISTRO FOTOGRÁFICO | OBSERVACIONES |
| 46 | PRIMER NO.3 - 1 LITRE TIN | 2 | 2 |  | PRODUCTO VENCIDO |
| 46 | PAINT POT - MARINE BLUE 0.12LT | 1 | 1 |  | PRODUCTO VENCIDO |
| 46 | TOUCH-UP DATA/INSTRUCT SHT | 1 | 1 | | |

## ANEXO B - LEVANTAMIENTO DE ELEMENTOS SIN PACKING LIST

| INSPECCIÓN DOMO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ID | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD ENCONTRADA | REGISTRO FOTOGRÁFICO | OBSERVACIONES |
| 1 | SOPORTE DE TRANSICIÓN CUERPO - DOMO | 24 |  | |
| 2 | CONECTORES NODOS | 122 |  | |
| 3 | AISLANTE ACERO - ALUMINIO | 24 |  | |

## ANEXO B - LEVANTAMIENTO DE ELEMENTOS SIN PACKING LIST

| INSPECCIÓN DOMO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ID | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD ENCONTRADA | REGISTRO FOTOGRÁFICO | OBSERVACIONES |
| 4 | CAMPANA PROTECTORA CONECTOR | 61 |  | |
| 5 | CENTER HOOK | 1 |  | |
| 6 | ÁNGULOS DE REFUERZO | 24 |   | |

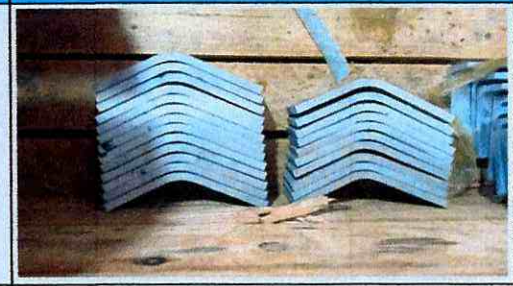
## ANEXO B - LEVANTAMIENTO DE ELEMENTOS SIN PACKING LIST

| INSPECCIÓN DOMO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ID | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD ENCONTRADA | REGISTRO FOTOGRÁFICO | OBSERVACIONES |
| 7 | MALLA METÁLICA | 100 |  | 2 ROLLOS DE 50m |
| 8 | PLATINA DE SUJECIÓN COMPUERTA DE INSPECCIÓN | 4 |  | |
| 9 | PLATINA DE SUJECIÓN VENTILACIÓN | 4 |  | |

## ANEXO B - LEVANTAMIENTO DE ELEMENTOS SIN PACKING LIST

| INSPECCIÓN DOMO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ID | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD ENCONTRADA | REGISTRO FOTOGRÁFICO | OBSERVACIONES |
| 10 | COMPUERTA DE INSPECCIÓN | 1 |  | FALTA 1 ARANDELA MARIPOSA |
| 11 | AIR VENT | 1 |  | |
| 12 | VIGAS DOMO | 156 |  | |

**ANEXO B - LEVANTAMIENTO DE ELEMENTOS SIN PACKING LIST**

| INSPECCIÓN DOMO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ID | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD ENCONTRADA | REGISTRO FOTOGRÁFICO | OBSERVACIONES |
| 13 | REFUERZOS CURVOS | 24 |  | |
| 14 | TORNILLO ROSCA CHAPA CABEZA HEXAGONAL | 2.400 |  | |
| 15 | CENTERING DEVICE 5 1/2" - 1/2" | 2 |  | |

## ANEXO B - LEVANTAMIENTO DE ELEMENTOS SIN PACKING LIST

| INSPECCIÓN DOMO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ID | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD ENCONTRADA | REGISTRO FOTOGRÁFICO | OBSERVACIONES |
| 16 | HEX SOCKET HEAD CAP SCREW M8X16 | 96 |  | |
| 17 | SEAL WASHER 8/18x1,5 | 3.346 |  | |
| 18 | WASHER A 17 | 96 |  | |

## ANEXO B - LEVANTAMIENTO DE ELEMENTOS SIN PACKING LIST

| INSPECCIÓN DOMO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ID | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD ENCONTRADA | REGISTRO FOTOGRÁFICO | OBSERVACIONES |
| 19 | TORNILLO M10X40 | 4.848 |  | |
| 20 | BUNDLE VOLARA TAPE | 2 |  | HEX BOLT M8x25 (40)<br>HEX NUT M8 (48)<br>VOLARA TAPE (6m) |
| 21 | REMACHE CIEGO 4.8x10 | 362 |  | |

**ANEXO B - LEVANTAMIENTO DE ELEMENTOS SIN PACKING LIST**

| INSPECCIÓN DOMO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ID | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD ENCONTRADA | REGISTRO FOTOGRÁFICO | OBSERVACIONES |
| 22 | SLIDING WASHER 50/17x4 | 96 |  | |
| 23 | EARTING CABLE | 8 |  | |
| 24 | EARTING PLATE | 8 |  | |

**ANEXO B - LEVANTAMIENTO DE ELEMENTOS SIN PACKING LIST**

| INSPECCIÓN DOMO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ID | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD ENCONTRADA | REGISTRO FOTOGRÁFICO | OBSERVACIONES |
| 25 | TUERCA DE SEGURIDAD M10 | 4.799 |   | |
| 26 | SILICONA DE CURADO MULTIUSO | 6 |  | PRODUCTO VENCIDO |
| 27 | LÁMINAS PERIMETRALES DOMO | 24 |  | - ROTURAS EN SOLDADURA.<br>- DOBLECES EN PESTAÑAS.<br>- AFECTACIÓN DEL ACABADO POR HUMEDAD |

# ANEXO 3.

# ESTUDIO DE APANTALLAMIENTO

# DISEÑO DE APANTALLAMIENTO





## TANQUE ZONA INDUSTRIAL
## IBAGUE

**Septiembre 11 del 2023**

## 1. GENERALIDADES

El Sistema de Apantallamiento es una estructura contra descargas atmosféricas, también conocido como sistema de protección contra rayos, es una parte crucial en el diseño de edificaciones y otras estructuras. Su propósito es ofrecer protección contra las descargas atmosféricas que se presentan durante las tormentas eléctricas.

El sistema de apantallamiento proporciona un camino controlado para que la corriente no pase a través de la estructura misma o de los equipos y personas dentro de ella, evitando así el riesgo de daños y lesiones.

Al orientar la corriente eléctrica lejos de la estructura y hacia la tierra, el sistema protege los equipos eléctricos sensibles y las instalaciones eléctricas dentro de la estructura, así como a las personas que puedan estar presentes en ese momento.

Las descargas atmosféricas pueden generar temperaturas extremamente altas, lo que puede provocar incendios en una estructura si no se manejan adecuadamente. El sistema de apantallamiento previene este tipo de situaciones al conducir la corriente segura hacia la malla de puesta a tierra.

Hemos elaborado este diseño teniendo en cuenta las Normas IEC – 62305, NTC - 4552 y la IEEE – 8080 – 2000 y las disposiciones del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE sobre el particular.

## 2. CALCULO DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

En primer término, estableceremos mediante mediciones el valor de la resistividad aparente del terreno.

Posteriormente, basándonos en la Norma IEEE 80 – 2000 calcularemos el valor de la resistencia de puesta a tierra mediante la ecuación de SVERAK:

$$Rg = \rho * [ ( 1/Lt + 1/\sqrt{20*A} (1 + 1/(1 + h) * \sqrt{20/A})]$$

Donde

Lt= Longitud Total de los conductores enterrados en metros, incluyendo la longitud representada por el número de varillas multiplicado por su longitud.

$\rho$ = Resistividad aparente del terreno en Ω - MT

A= Área de la Malla de Tierra en $M^2$

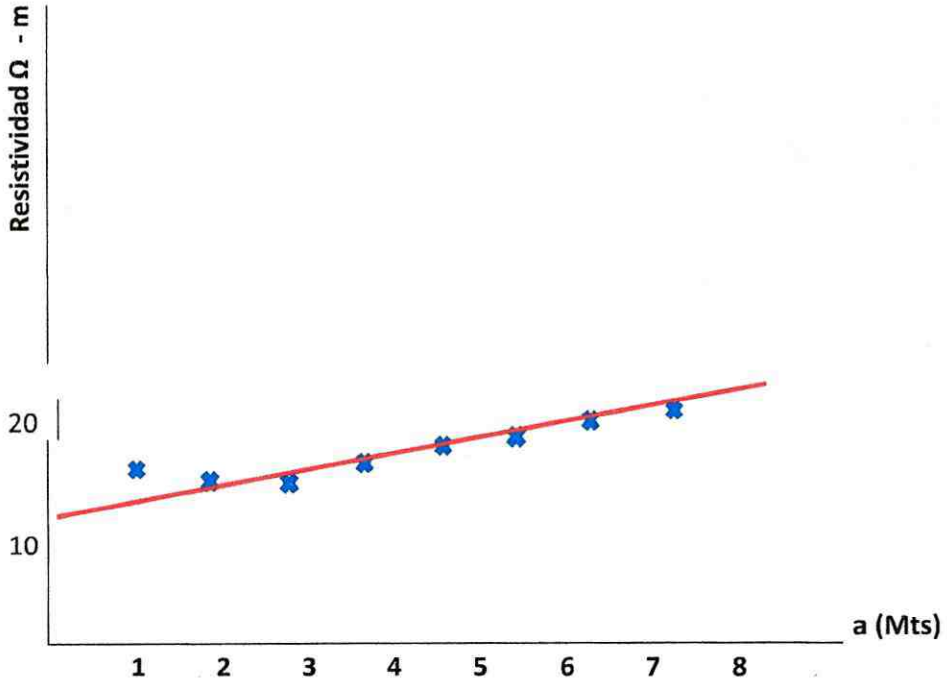
h= Profundidad de la Malla

La resistividad aparente se denomina aparente en el sentido de que es una medida compuesta que refleja las propiedades de la resistividad de diferentes capas en el subsuelo. Dicho de otra manera, no es una medida puntual de la resistividad de una capa, sino un promedio ponderado de la resistividad de todas las capas.

Se realizaron las mediciones en terreno con un Teluròmetro marca: METREL MI2088, cuyos valores son los siguientes:

| SEPARACION ELECTRODOS [m] | RESISTENCIA [Ω] SENTIDO N - S | RESISTENCIA [Ω] SENTIDO E - W | RESISTENCIA [Ω] SENTIDO S - N | RESISTENCIA [Ω] SENTIDO W - E | RESISTIVIDAD (Ω - m ) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1,81 | 1,54 | 3,96 | 1,02 | 15,63 |
| 2 | 0,58 | 1,18 | 1,17 | 0,61 | 11,17 |
| 3 | 0,31 | 0,68 | 0,8 | 0,59 | 13,09 |
| 4 | 0,22 | 0,73 | 0,68 | 0,42 | 13,81 |
| 5 | 0,13 | 0,75 | 0,4 | 0,39 | 12,40 |
| 6 | 0,51 | 0,26 | 0,37 | 0,36 | 13,75 |
| 7 | 0,40 | 0,51 | 0,18 | 0,28 | 10,11 |
| 8 | 0,54 | 0,50 | 0,14 | 0,21 | 8,79 |

En La ùltima columna se incluyò el càlculo correspondiente ρ, con el cual se elaborò el siguiente gràfico, que sugiere que estamos en presencia de un Terreno Homogèneo.



De modo que, en este caso el promedio ponderado de las constituye buena aproximación. Tenemos que

$$\rho = \frac{12.89 + 11.11*2 + 11.20*3 + 12.87*4 + 13.10*5 + 14.15*6 + 15.05*7 + 17.40*8}{8}$$

**$\rho$ = 64.39 Ω - Mt**

De manera que Rg =

$$64.39 * \left[ \frac{1}{200} + \frac{1}{\sqrt{20 * A}} * \left[ 1 + \frac{1}{1 + h * \sqrt{\frac{20}{706}}} \right] \right]$$

$$64.39 * \quad 0.05 + \frac{1}{\sqrt{20 * 706}} * \left[ 1 + \frac{1}{1 + 0.6 * \sqrt{\frac{20}{706}}} \right]$$

**Rg = 1.35 Ω**

Este valor teórico deberá corroborarse con el valor obtenido en terreno, cuando la malla esté construida.

VALORES RECOMENDADOS DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA SEGÚN RETIE 2013, TABLA 15.4

| | |
|---|---|
| Subestaciones de MT | 10 Ω |
| Protección contra rayos | 10 Ω |

Recuérdese que no son valores de Norma sino recomendados.

## 3. SELECCION DEL CONDUCTOR DE LA MALLA

$$Ac = I \left[ \frac{33\,t}{Log\left( \frac{Tm - Ta}{234 + Ta} + 1 \right)} \right]^{½}$$

En donde

Ac: Sección del Conductor mm²
I: Conductor máxima de falla (kA)
Tm: Temperatura máxima en los nodos de la Malla (450° con soldadura) y 250° con conector
Ta: Temperatura ambiente (25°C)
t: Tiempo máximo de despeje de la falla (0.15 Seg.)

Entonces

$$Ac = 15 \left[ \frac{33 * 0.15}{\text{Log}\left( \frac{450 - 25}{234 + 25} + 1 \right)} \right]^{½}$$

$$Ac = 15 \left[ \frac{33 * 0.15}{\text{Log}\left( \frac{450 - 25}{234 + 25} + 1 \right)} \right]^{½}$$

**Ac = 30.41 mm²**

Esta sección corresponde a un conductor Cu calibre 2 AWG. No obstante, por consideraciones de carácter mecánico, los operadores de las Redes Eléctricas prefieren trabajar con un Cable de Cu 2/0 AWG

Sinembargo por la experiencia que se tiene de vandalismo en la zona, nos hemos permitido diseñar en lugar del Cable de Cu 2/0 un Cable de Acero galvanizado 3/8", que es el equivalente a aquel, como lo contempla el Reglamento RETIE en su Tabla 15.2

### 3. NUMERO DE VARILLAS (Fórmula de DWIGHT)

- Cálculo de resistencia de 1 varilla.
- Cálculo conductividad de la varilla.
- Determinar resistencia deseada del aterrizaje.
- Conductividad de la resistencia anterior.
- Calcular la siguiente relación, conductividad deseada / conductividad de cada varilla.

- Hallar el No. de varillas a repartir en el área de la malla.

$$Rv = \frac{\rho}{2\pi L}\left[\text{Ln}\left(\frac{4L}{r} - 1\right)\right]$$

Rv: Resistencia de una varilla
Φ: Resistividad
L: Longitud de Von Mts
r: Radio de la varilla en metros

$$Rv = \frac{64.39}{2\pi * 2.44}\left[\text{Ln}\left(\frac{4 * 2.44}{16.12} - 1\right)\right]$$

$$Rv = 4.20\ (\text{Ln } 616)$$

$$Rv = 4.20 * 6.42$$

**Rv = 26.97 Ω**

$$\text{Conductividad de 1 Varilla} = \frac{1}{Rv} = \frac{1}{26.37}$$

Conductividad de 1 Varilla = 0.037 MHO

Conductividad deseada = 0.5 MHO

$$\text{Número de Varillas} = \frac{0.5}{0.03}$$

**Número de Varillas = 13.5**

## 4. ANALISIS DE NIVEL RIESGO POR DESCARGAS ATMOSFERICAS

### OBJETO

Se trata de establecer el nivel de riesgo del Tanque y dependiendo de ese resultado se determinará si es necesaria una protección externa (Pararrayos).

### ANTECEDENTES

Con Orden de Servicio de IBAL 001 - 18 del año 2018, la firma Segelèctrica adelantó también un estudio de Análisis de Riesgo.

### EVALUACION DE RIESGO

El riesgo se define como el "Promedio anual probable de pérdidas". Para esta evaluación desarrollaremos el Programa IEC RISK, basado en la Norma IEC 62305 o su equivalente Colombiana NTC – 4552.

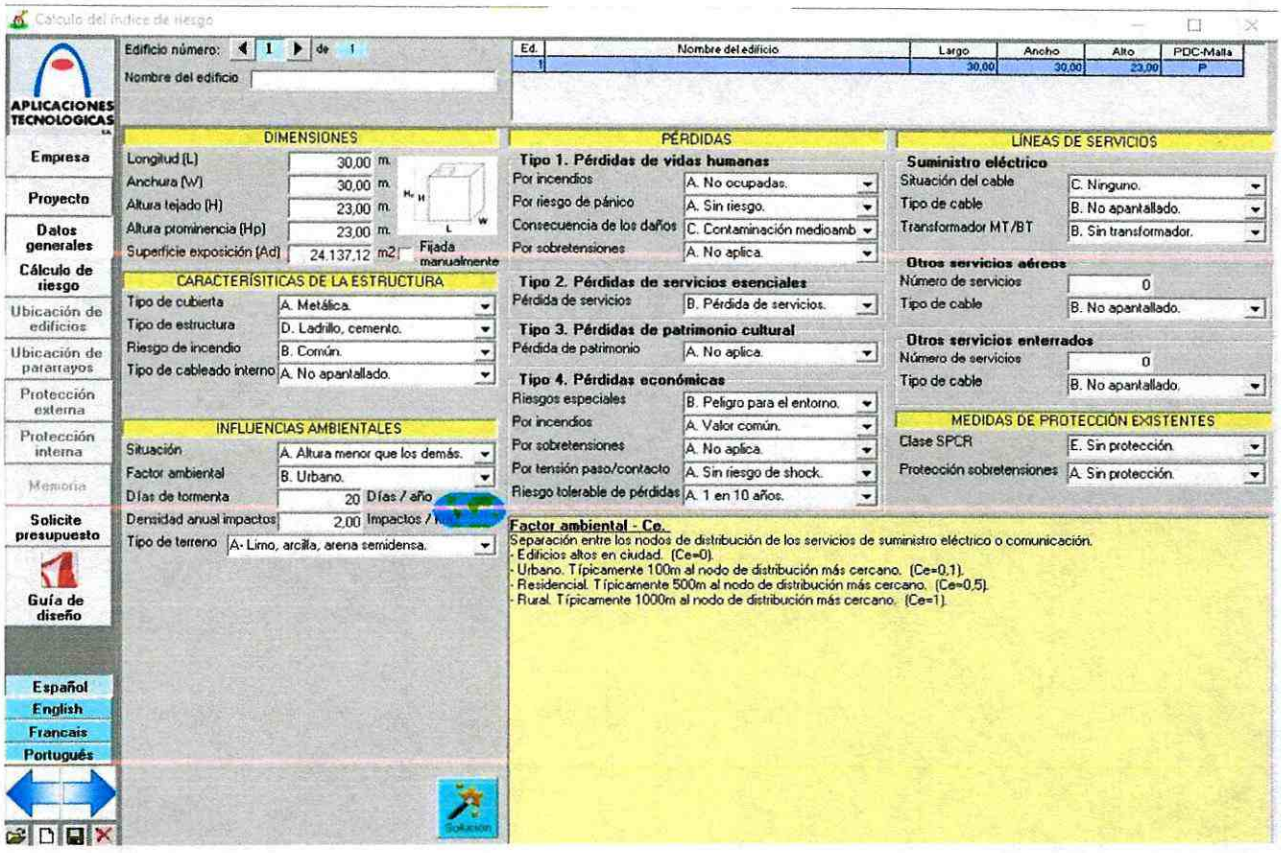
En la evaluación de riesgo y de protección contra descargas eléctricas atmosféricas con el software IEC RISK ASSESSMENT CALCULATOR, se evaluarán:

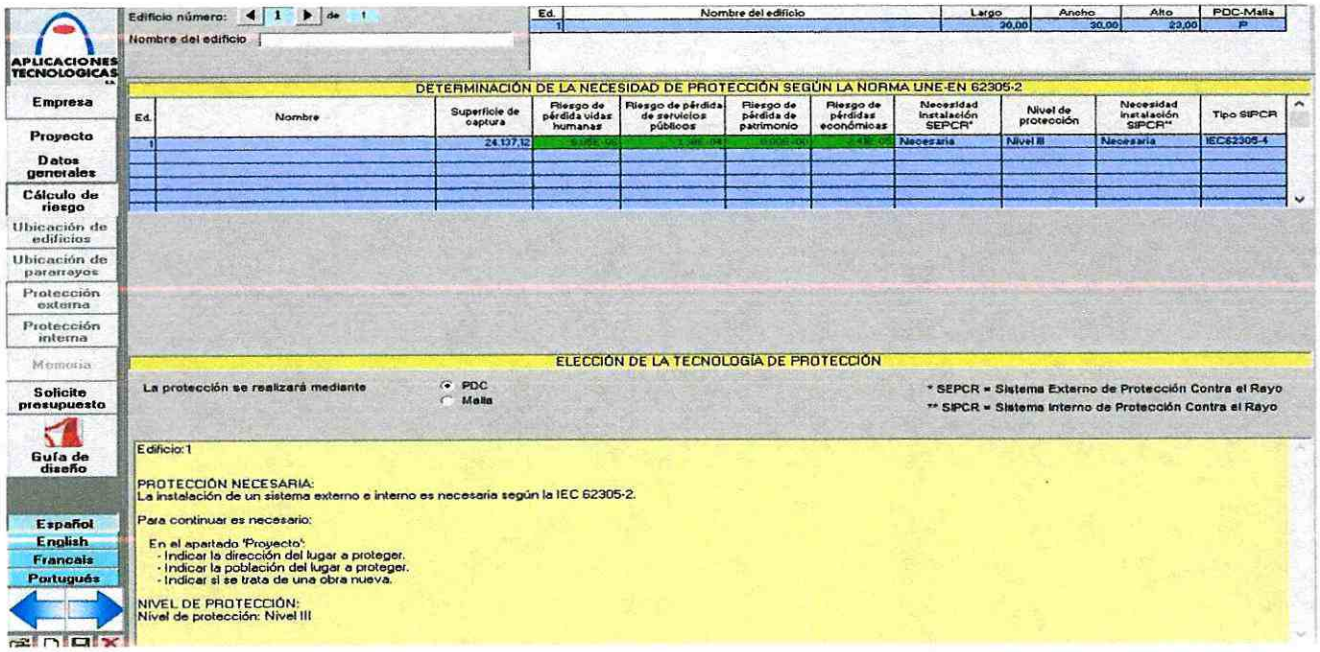
- ✓ Dimensiones de la estructura
- ✓ Características de la estructura
- ✓ Pérdidas
- ✓ Líneas de servicios
- ✓ Medidas de protección existentes

En las características de la estructura se preveen 3 tipos de estructura a saber:

- ✓ Metálica, que proporciona un buen apantallamiento
- ✓ Madera que no proporciona ningún apantallamiento
- ✓ Ladrillo – cemento, que no proporciona ningún apantallamiento.

En nuestro caso que los módulos vienen con recubrimiento en cerámica, podemos asimilarla a madera o ladrillo – cemento, porque la aplicación no prevee otro tipo de estructuras; simplemente las divide entre las que proporcionan un buen apantallamiento y las que no.


Cálculo del índice de riesgo
APLICACIONES TECNOLOGICAS
Edificio número: 1 de 1
Nombre del edificio
Ed. | Nombre del edificio | Largo | Ancho | Alto | PDC-Malla
1 | | 30,00 | 30,00 | 23,00 | P
Empresa
Proyecto
Datos generales
Cálculo de riesgo
Ubicación de edificios
Ubicación de pararrayos
Protección externa
Protección interna
Memoria
Solicite presupuesto
Guía de diseño
Español
English
Francais
Portugués
DIMENSIONES
Longitud (L) 30,00 m.
Anchura (W) 30,00 m.
Altura tejado (H) 23,00 m.
Altura prominencia (Hp) 23,00 m.
Superficie exposición (Ad) 24.137,12 m2 Fijada manualmente
CARACTERÍSITICAS DE LA ESTRUCTURA
Tipo de cubierta A. Metálica.
Tipo de estructura D. Ladrillo, cemento.
Riesgo de incendio B. Común.
Tipo de cableado interno A. No apantallado.
INFLUENCIAS AMBIENTALES
Situación A. Altura menor que los demás.
Factor ambiental B. Urbano.
Días de tormenta 20 Días / año
Densidad anual impactos 2,00 Impactos /
Tipo de terreno A. Limo, arcilla, arena semidensa.
PÉRDIDAS
Tipo 1. Pérdidas de vidas humanas
Por incendios A. No ocupadas.
Por riesgo de pánico A. Sin riesgo.
Consecuencia de los daños C. Contaminación medioamb
Por sobretensiones A. No aplica.
Tipo 2. Pérdidas de servicios esenciales
Pérdida de servicios B. Pérdida de servicios.
Tipo 3. Pérdidas de patrimonio cultural
Pérdida de patrimonio A. No aplica.
Tipo 4. Pérdidas económicas
Riesgos especiales B. Peligro para el entorno.
Por incendios A. Valor común.
Por sobretensiones A. No aplica.
Por tensión paso/contacto A. Sin riesgo de shock.
Riesgo tolerable de pérdidas A. 1 en 10 años.
LÍNEAS DE SERVICIOS
Suministro eléctrico
Situación del cable C. Ninguno.
Tipo de cable B. No apantallado.
Transformador MT/BT B. Sin transformador.
Otros servicios aéreos
Número de servicios 0
Tipo de cable B. No apantallado.
Otros servicios enterrados
Número de servicios 0
Tipo de cable B. No apantallado.
MEDIDAS DE PROTECCIÓN EXISTENTES
Clase SPCR E. Sin protección.
Protección sobretensiones A. Sin protección.
Factor ambiental - Ce.
Separación entre los nodos de distribución de los servicios de suministro eléctrico o comunicación.
- Edificios altos en ciudad. (Ce=0).
- Urbano. Típicamente 100m al nodo de distribución más cercano. (Ce=0,1).
- Residencial. Típicamente 500m al nodo de distribución más cercano. (Ce=0,5).
- Rural. Típicamente 1000m al nodo de distribución más cercano. (Ce=1).
Solución


APLICACIONES TECNOLOGICAS
Edificio número: 1 de 1
Nombre del edificio
Ed. | Nombre del edificio | Largo | Ancho | Alto | PDC-Malla
1 | | 30,00 | 30,00 | 23,00 | P
Empresa
Proyecto
Datos generales
Cálculo de riesgo
Ubicación de edificios
Ubicación de pararrayos
Protección externa
Protección interna
Memoria
Solicite presupuesto
Guía de diseño
Español
English
Francais
Portugués
DETERMINACIÓN DE LA NECESIDAD DE PROTECCIÓN SEGÚN LA NORMA UNE-EN 62305-2
Ed. | Nombre | Superficie de captura | Riesgo de pérdida vidas humanas | Riesgo de pérdida de servicios públicos | Riesgo de pérdida de patrimonio | Riesgo de pérdidas económicas | Necesidad instalación SEPCR* | Nivel de protección | Necesidad instalación SIPCR** | Tipo SIPCR
1 | | 24.137,12 | 9,65E-05 | 1,46E-04 | 6,00E-06 | 2,41E-05 | Necesaria | Nivel III | Necesaria | IEC62305-4
ELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE PROTECCIÓN
La protección se realizará mediante PDC Malla
* SEPCR = Sistema Externo de Protección Contra el Rayo
** SIPCR = Sistema Interno de Protección Contra el Rayo
Edificio:1
PROTECCIÓN NECESARIA:
La instalación de un sistema externo e interno es necesaria según la IEC 62305-2.
Para continuar es necesario:
En el apartado 'Proyecto':
- Indicar la dirección del lugar a proteger.
- Indicar la población del lugar a proteger.
- Indicar si se trata de una obra nueva.
NIVEL DE PROTECCIÓN:
Nivel de protección: Nivel III

Si bien, como se puede apreciar, el riesgo calculado para pérdida de vidas humanas, de servicios públicos, de patrimonio y de pérdidas económicas es más bajo que el riesgo tolerable, sinembargo la aplicación nos indica también que es necesaria la implementación de un sistema de protección externo según la Norma IEC – 305 – 2, que es la que desarrollaremos con el Método de las Esferas Rodantes, como veremos a continuación.

## 5. APANTALLAMIENTO SEGÚN EL METODO DE LAS ESFERAS RODANTES

El método de las esferas rodantes es una técnica utilizada en el diseño y evaluación de Sistemas de Protección Contra Rayos que se basa en el modelo de una esfera imaginaria con un radio específico, que representa la distancia a la cual puede acercarse la esfera sin que se produzca la descarga sobre la estructura que se pretende proteger.

Al imaginar esta esfera rodando a lo largo de una estructura y del terreno circundante, los diseñadores pueden identificar puntos donde podría ocurrir una descarga eléctrica. Si la esfera toca la estructura en algún punto, ese punto necesita protección.

Los elementos del sistema de protección contra rayos, como los pararrayos, se ubican y diseñan de manera que la esfera rodante no toque ningún punto de la estructura. Así, el método de las esferas rodantes permite determinar la disposición óptima de los componentes del sistema de protección, asegurando que la estructura esté adecuadamente protegida contra las descargas atmosféricas.

Esta técnica es una herramienta valiosa en el diseño del sistema de protección contra rayos para diversas estructuras, incluyendo edificios, torres y otras instalaciones importantes.

La distancia que recorre el trazador del rayo se determina teniendo en cuenta el nivel de riesgo de las estructuras a sufrir un impacto por un rayo. La ecuación que describe este radio está dada por la norma NTC-4552

$$r_{sc} = 10.(Imax)^{0.65}\ Mts$$

La norma establece también el nivel de riesgo en función de $r_{sc}$, según la siguiente tabla

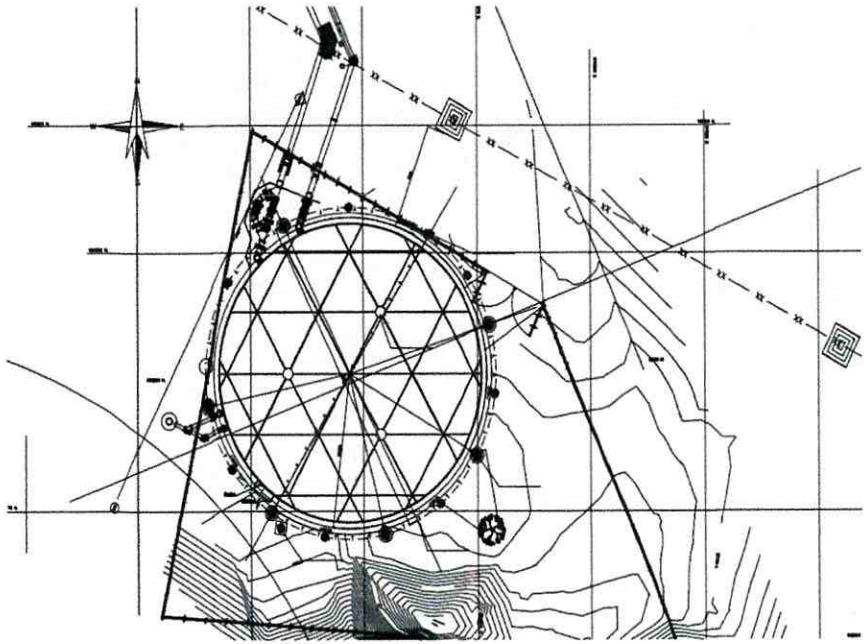
| **Nivel De Riesgo** | $r_{sc}$ |
|---|---|
| Nivel I | 35 |
| Nivel II | 40 |
| Nivel III | 50 |
| Nivel IV | 55 |

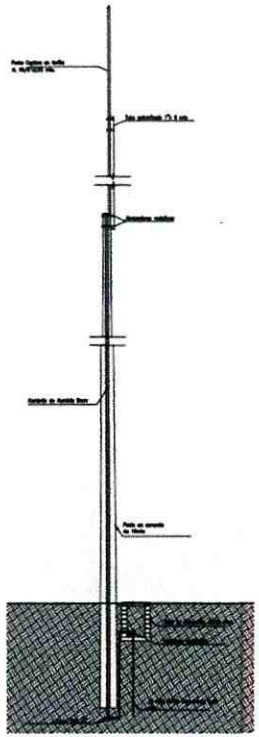
En nuestro caso, para la región donde se encuentra nuestro Tanque, la densidad de descargas a tierra DDT=Entre 3 y 5 descargas por $Km^2$ –Año (NTC 4552. Pag.23).

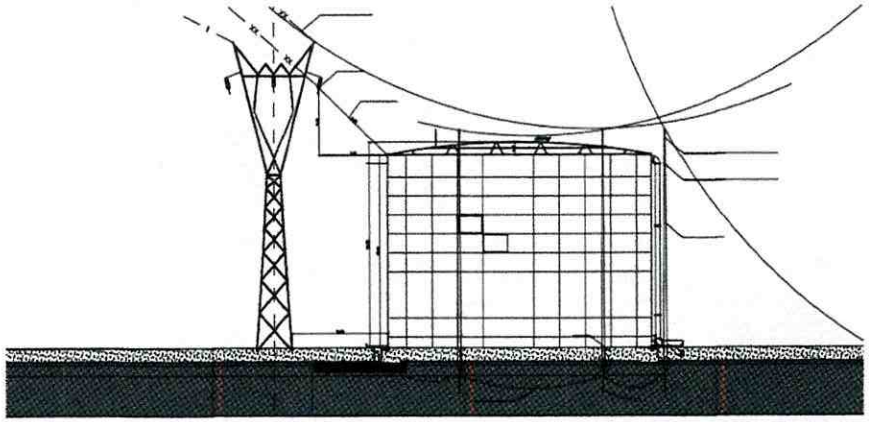
$$I_{max} = Entre\ 15\ y\ 30KA$$

$$r_{sc} = 10 * (15)^{0.65} = 58\ Mts$$

Este será el radio de nuestra esfera rodante, cuyo ejercicio se plantea en el Plano adjunto y que da por resultado, la cantidad y la longitud de los pararrayos a instalar, a fin de brindar el apantallamiento requerido por el Tanque.







# PLANO DE APANTALLAMIENTO

| | |
|---|---|
| CIUDAD: | LOCALIDAD: |
| BARRIO: | |
| NOMBRE DEL PROYECTO: | |
| MUNICIPIO IBAGUE DEPARTAMENTO TOLIMA CONTRATO No. , | |

GRUPO CALIDAD IBAL

NIT. 000.000.000-0
DIRECCION
EMAIL

PLANO DE APANTALLAMIENTO

DISEÑO:

ING. GUSTAVO GARCIA GONZALEZ
MATRICULA 205-14973
TEL 321 9733733
EMAIL: ingenieria.aumanagement@gmail.com

CONTENIDO:
- SISTEMA DE APANTALLAMIENTO METODO ESFERA RODANTES
- VISTA FRONTAL DESDE CAMPAMENTO
- DETALLE PUESTA A TIERRA

| PLANO: | FECHA: | DISEÑO | APROBO |
|---|---|---|---|
| 1 DE 1 | AGOSTO 16/2023 | G. GARCIA | |
| | ESCALA: INDICADA | REVISO | DIBUJO G. GARCIA |

| REV. | DESCRIPCION | FECHA | DISEÑADO |
|---|---|---|---|
| | | | |

LOCALIZACION:
FRONTAL

PROPIETARIO:
NIT. 000.000.000-0
DIRECCION
EMAIL:

CONSTRUCTOR:
NIT. 000000000000
DIRECCION
EMAIL:

AFECCIONES DEL PROYECTO:
VEGETACION
AGUA
SUBESTACION

RESUMEN DEL PROYECTO:

| DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | | TOTAL |
|---|---|---|---|---|
| POSTE CONCRETO 12 mts | UND | 8 | | |
| TORRE CELOSIA 45° X 3.45 mts | UND | 6 | | |
| POSTE ANCLAMIENTO A 17.5 Kgm | UND | 6 | | |
| CAJA DE INSPECCION POSTES A TIERRA | UND | 1 | | |
| PUNTA CAPTORA DE VARILLA 4.5 Ø 5/8" X 2.40 mts | UND | 6 | | |
| ALAMBRE DE ALUMBRE Desnudo | KL | 150 | | |
| CABLE DE ACERO GALVANIZADO 3/8" | KL | 130 | | |

- Refugios subterráneos.
- Automóviles y otros vehículos cerrados con carrocería metálica.
- Viviendas y edificaciones con un sistema adecuado de protección contra rayos.

2. En caso de tormenta eléctrica alejarse de:

   - Terrenos deportivos y campo abierto.
   - Piscinas, playas y lagos.
   - Cercanía a líneas de transmisión eléctrica, cables aéreos, vías de ferrocarril, tenderos de ropa, cercas ganaderas, mallas eslabonadas y vallas metálicas.
   - Arboles solitarios.
   - Torres metálicas, de comunicaciones, de línea de alta tensión, de perforación, etc.

3. Sitios que ofrecen poca o ninguna protección contra rayos:

   - Edificaciones no protegidas alejadas de otras viviendas.
   - Tiendas de campaña y refugios temporales en zonas despobladas.
   - Vehículos descubiertos o no metálicos.

## 9. CONCLUSIONES

- Los riesgos de carácter eléctrico solo aparecerán durante la etapa de construcción del Tanque y tienen que ver con las distancias de seguridad respecto de la línea de trasmisión de 115KV, para la cual deberá observarse una distancia mínima de 6 metros, según la Tabla 110.31 del RETIE.
- Mientras se implementa el Apantallamiento del Tanque y el mismo se encuentre en etapa de construcción, se debe estar muy atentos para suspender actividades de obra ante la inminencia de lluvias y/o tormentas eléctricas.
- Al momento del armado de hierros en la base de cimentación del Tanque, es importante integrar esta última con el Sistema de Puesta Tierra diseñado, como se indica en el Plano de Apantallamiento.
- Por considerarlo pertinente, nos permitimos citar textualmente la conclusión del literal m del Análisis de Factores de Riesgo adelantado por la Empresa Segelèctrica en 2018, así:
  "Las Tuberías de entrada y salida están compuestas por tubos individuales que estarán aislados eléctricamente entre sí. Para incrementar el grado de protección deben ser cubiertos por una manga de polietileno".
- La vecindad del sistema de Puesta a Tierra de la Torre de transmisión, sugiere que se equipotencialicen los dos sistemas. Creemos sin embargo que para este caso en particular pesan más las desventajas de hacerlo, como serían la propagación de sobrevoltajes o condiciones de falla provenientes de la Línea de Transmisión.

- De otro lado la, mencionada equipotencialización requeriría de un diseño más complejo, además de los costos que conllevarían los dispositivos adicionales.

**ANEXOS:**

1. Foto con el Registro de Calibración del Telurómetro.
2. (16) Fotografías en dirección Norte - Sur
3. (16) Fotografías en dirección Este – Oeste




**MEDICION DE RESISTIVIDADES SENTIDO N – S**


START
DISPLAY
SAVE
RCL
CLR
RS232
ON/OFF
SELECT
CAL
183
bAt


0.58
CLR
SELECT
CAL


0.31
DISPLAY
RCL
CLR
RS232
ON/OFF
SELECT
CAL


0.2
DISPLAY
RCL
CLR
RS232
ON/OFF
SELECT
CAL

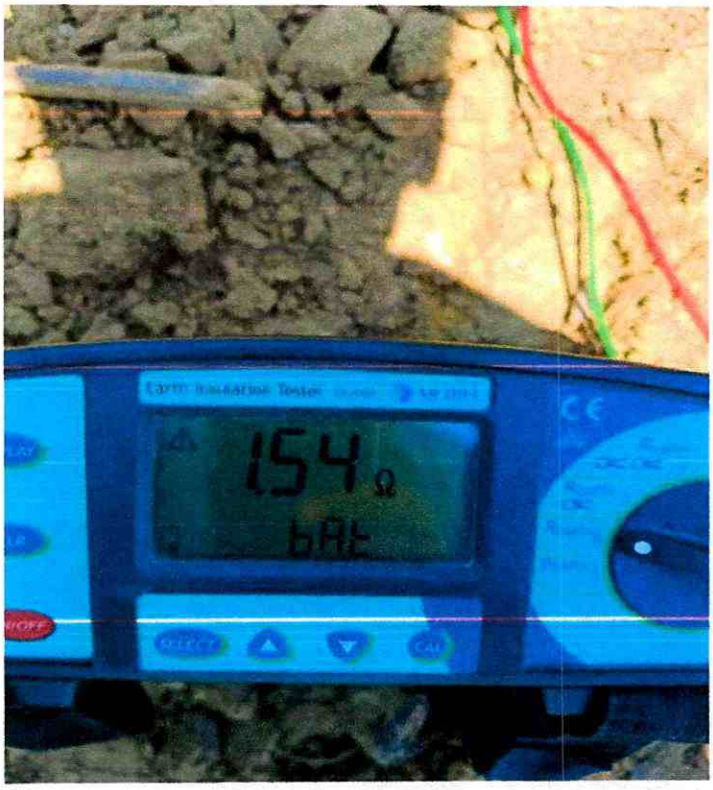

DISPLAY
CLR
ON/OFF
SELECT
CAL
13 Ω
bAt


DISPLAY
CLR
ON/OFF
bAt


METREL
10 Ω
bAt
SELECT
CAL


METREL
0.54 Ω
bAt
DISPLAY
CLR
ON/OFF
SELECT
CAL

# MEDICION DE RESISTIVIDADES SENTIDO E – W







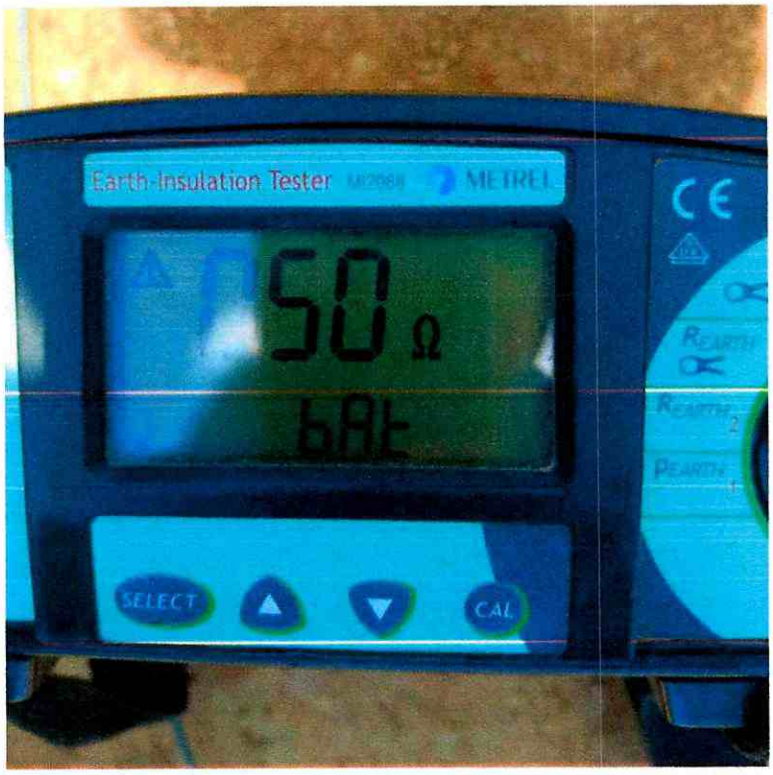
START
ON/OFF
0.68 Ω
bAt


0.73 Ω
bAt


0.75 Ω
bAt


0.26 Ω
bAt


05 1 Ω
bAt


Earth Insulation Tester
METREL
50 Ω
bAt
SELECT
CAL

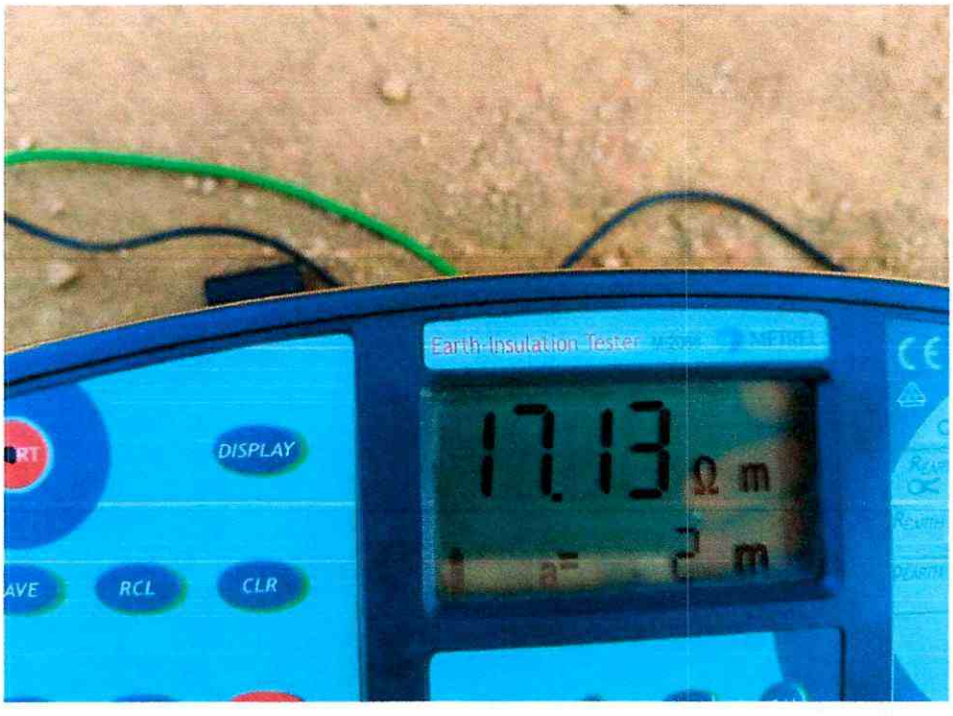
# MEDICION DE RESISTIVIDADES SENTIDO S - N







START
DISPLAY
SAVE
RCL
CLR
RS232
ON/OFF
SELECT
CAL
15.19 Ω m
a= 2 m


Earth Insulation Tester
DISPLAY
RCL
CLR
17.13 Ω m
a= 2 m


START
DISPLAY
SAVE
RCL
CLR
RS232
ON/OFF
SELECT
CAL


Earth Insulation Tester
START
DISPLAY
1417 Ω m
SAVE
RCL
CLR
RS232
ON/OFF
SELECT
CAL


DISPLAY
SAVE
CLR
ON/OFF
SELECT


724
DISPLAY
SAVE
CLR
ON/OFF
SELECT

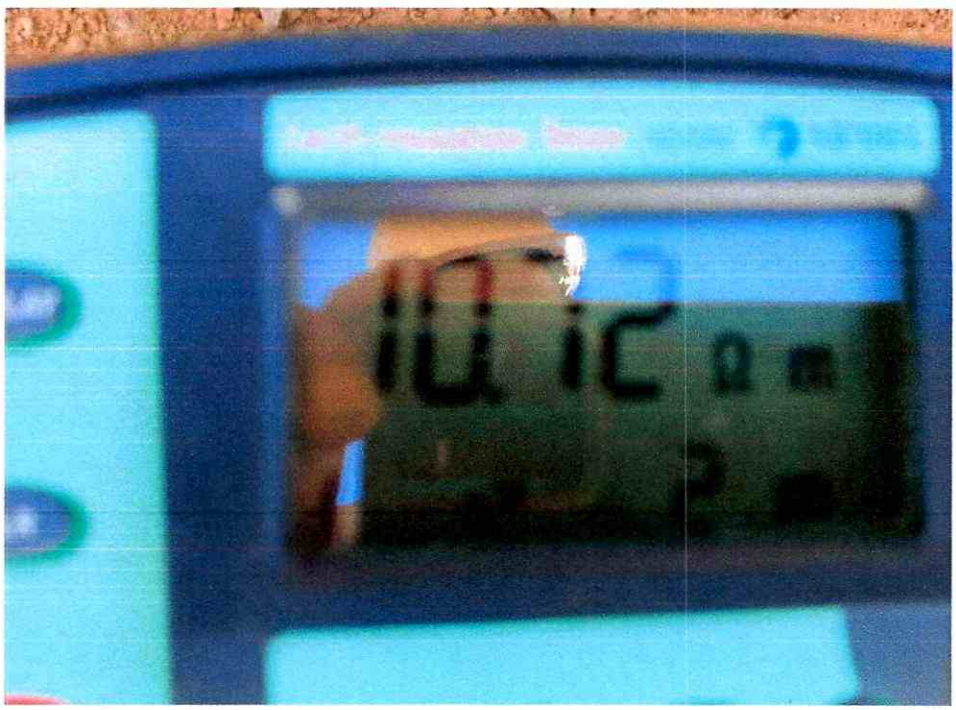
# MEDICION DE RESISTIVIDADES SENTIDO W – E



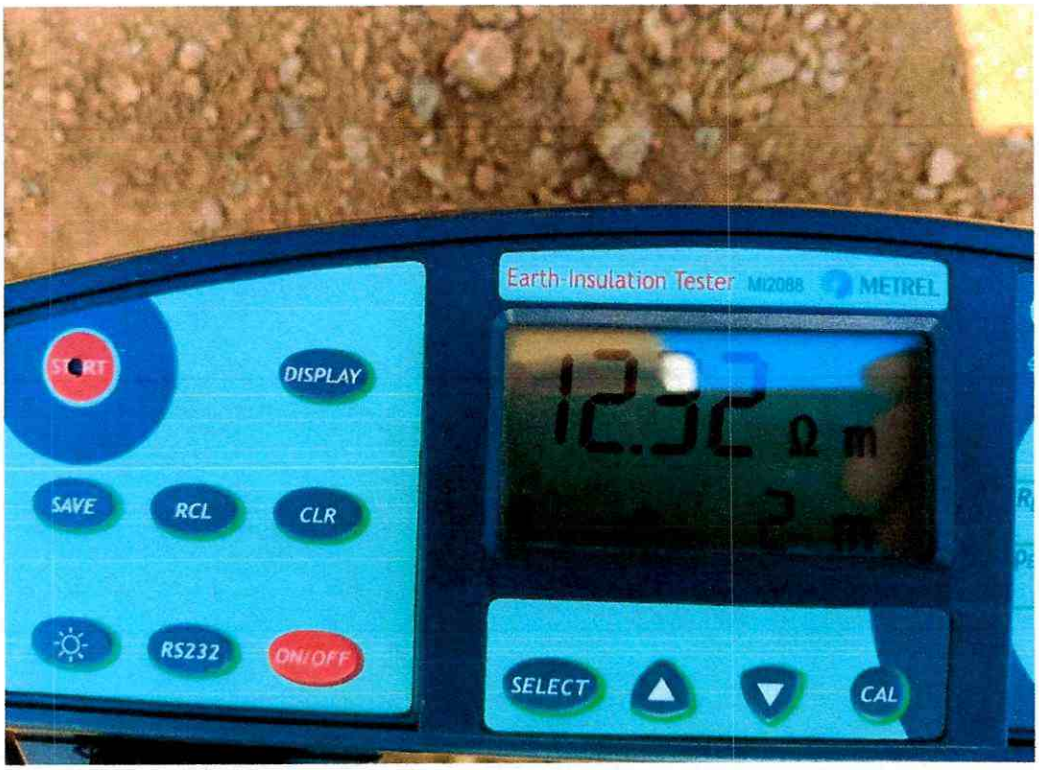


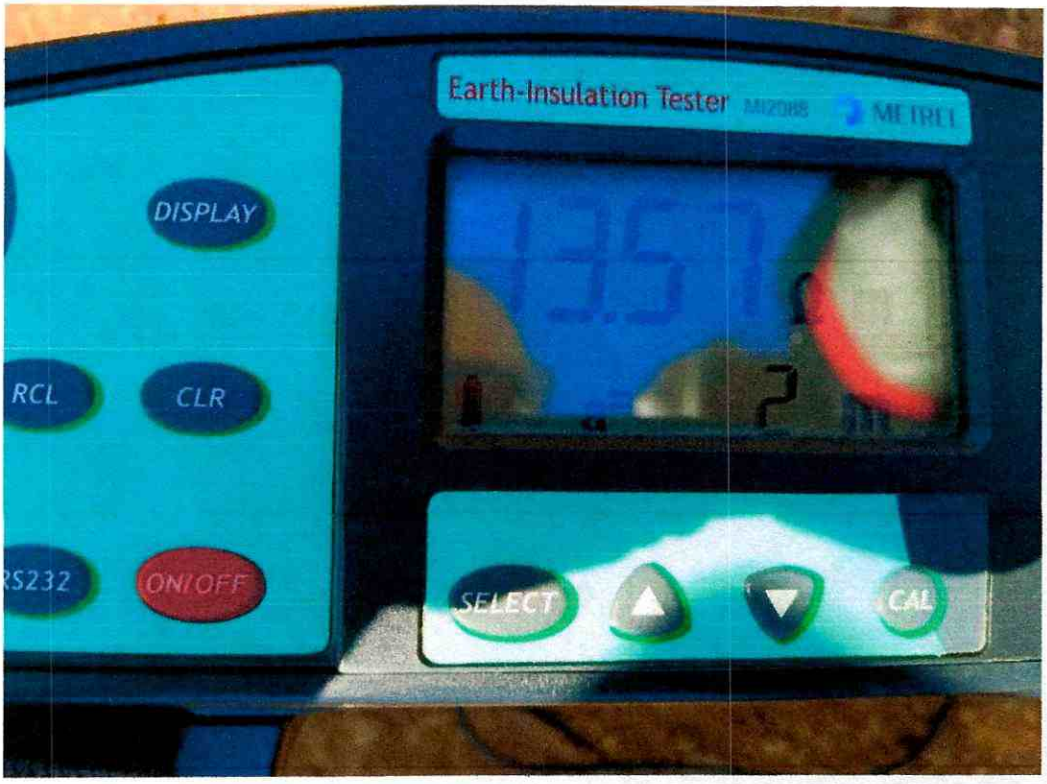


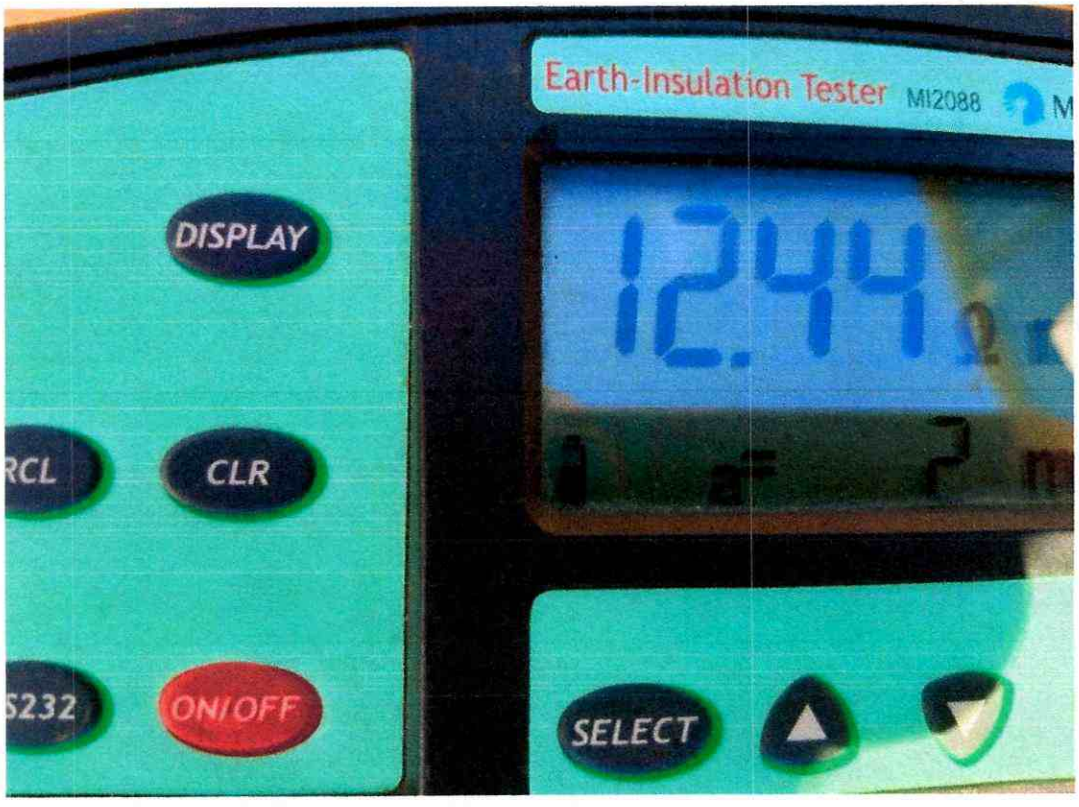
Earth-Insulation Tester
METREL
START
DISPLAY
SAVE
RCL
CLR
RS232
ON/OFF
SELECT
CAL




Earth-Insulation Tester MI2088 METREL
START
DISPLAY
SAVE
RCL
CLR
RS232
ON/OFF
SELECT
CAL


Earth-Insulation Tester MI2088 METREL
START
DISPLAY
SAVE
RCL
CLR
RS232
ON/OFF
SELECT
CAL


Earth-Insulation Tester
DISPLAY
RCL
CLR
ON/OFF
SELECT
CAL


Earth-Insulation Tester MI2088
DISPLAY
CLR
ON/OFF
SELECT




Atentamente,

**GUSTAVO GARCIA GONZALEZ**
**Ingeniero Eléctrico**
**Matrícula 205 – 14973 CPC**

# ANEXO 4.

# ESTUDIO DE PROTECCIÓN CATODICA

Protección
Catódica
de Colombia

# PROYECTO No. 341

## SISTEMA DE PROTECCIÓN CATÓDICA INTERNO TANQUE DE AGUA

## INFORME DE DISEÑO DE DETALLE PCC-341-ID-SPC-01

P/ (+57)1 680 9001
Km 4.3 Vía Suba - Cota
Bogotá D.C. Colombia
www.peoteccioncatodica.com

# SISTEMA DE PROTECCIÓN CATÓDICA INTERNA PARA TANQUE DE AGUA MODELO 92-60-BD CONSORCIO ZONA INDUSTRIAL 2023

**DOCUMENTO No.:**

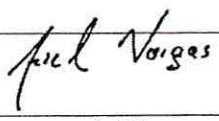
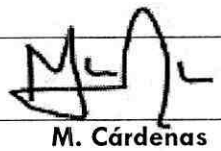
**PCC-341-ID-SPC-01**

**CLIENTE:**

**CONSORCIO ZONA INDUSTRIAL 2023**

**ORDEN DE SERVICION No.:**

**PCC-341**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | | |
| | |  |  | |
| A | 15/11/2023 | **A. Vargas**<br>Ing. de Proyecto | **M. Cárdenas**<br>Líder Ingeniería | |
| **REV.** | **FECHA** | **ELABORÓ** | **REVISÓ** | **APROBÓ** |

257

## ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO ..... 5
1. INTRODUCCIÓN ..... 6
2. OBJETIVO ..... 6
3. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS ..... 6
3.1. Abreviaturas ..... 6
3.2. Definiciones ..... 6
4. DOCUMENTO DE REFERENCIA ..... 7
4.1. Estándares Aplicables ..... 7
4.2. Documentos de Protección Catódica ..... 7
5. DETALLES DE LOS TANQUES ..... 7
5.1. Descripción del sistema de recubrimiento interno ..... 8
5.5.1 Cuerpo y Fondo ..... 8
5.5.2 Accesorios Internos ..... 8
6. BASE DE DISEÑO ..... 9
6.1. Criterio de Aceptación para Niveles de Protección Catódica ..... 9
6.2. Tipo de Sistema de Protección Catódica ..... 9
6.3. Especificación Técnica del Ánodo ..... 9
6.4. Resistividad del Electrolito ..... 9
6.5. Densidad de Corriente de Protección Catódica ..... 10
6.6. Eficiencia del Recubrimiento ..... 10
6.7. Vida Útil del Sistema de Protección Catódica ..... 10
6.8. Requerimiento de Aislamiento Eléctrico ..... 10
6.9. Requerimiento de Continuidad Eléctrica ..... 10
6.10. Área de las Estructuras Metálicas Internas ..... 11
6.11. Factores de Contingencia ..... 11
7. MEMORIA DE CÁLCULO ..... 11
7.1. Superficie a Proteger ..... 11
7.2. Requerimiento de Corriente de Protección Catódica ..... 11
7.3. Cantidad de Ánodos ..... 12
7.3.1 Basado en la Masa Anódica ..... 12
7.3.2 Basado en la Corriente Requerida ..... 12
7.3.3 Cantidad de Ánodos por Diseño ..... 13
8. DISTRIBUCIÓN DE LOS ÁNODOS DE SACRIFICIOS ..... 13
9. LISTADO DE MATERIALES PRINCIPALES ..... 19

258

## ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Abreviaturas ..... 6
Tabla 2. Estándares Aplicables ..... 7
Tabla 3. Documentos del Paquete de Diseño del SPC ..... 7
Tabla 4. Detalles del Tanque de agua ..... 7
Tabla 5. Características de los Ánodos de Sacrificio ..... 9
Tabla 6. Superficie para Proteger Catódicamente ..... 11
Tabla 7. Corriente de Protección Catódica Requerida ..... 11
Tabla 8. Cantidad de Ánodos de Magnesio con base en la Masa Anódica ..... 12
Tabla 9. Cantidad de Ánodos de Magnesio con base en la Corriente ..... 13
Tabla 10. Cantidad de Ánodos de Magnesio Definitivo ..... 13
Tabla 11. Distribución de los Ánodos de Sacrificio para el Tanque ..... 18
Tabla 12. Descripción de Materiales ..... 19

## ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Detalle del tanque de Agua ..... 8
Figura 2. Resultados de análisis fisicoquímico del agua ..... 10
Figura 3. Información de los ánodos de Magnesio ..... 13
Figura 4. Información material del taque ..... 14
Figura 5. Información del electrolito, conductividad ..... 14
Figura 6. Potenciales polarizados de las paredes frontales del tanque ..... 15
Figura 7. Potenciales polarizados de las paredes del tanque, ánodos suspendidos ..... 16
Figura 8. Esquema de ánodo suspendido. ..... 17
Figura 9. Distribución de los ánodos en la periferia del tanque ..... 17

259

## RESUMEN EJECUTIVO.

CONSORCIO ZONA INDUSTRIAL 2023 ha sido contratado para la construcción de un tanque de agua localizado en la zona industrial avenida Mirolindo de la ciudad de Ibague. Las especificaciones técnicas de CONSORCIO ZONA INDUSTRIAL 2023 incluyen el diseño y suministro de materiales del sistema de protección catódica para la superficie interna, expuesta al agua, del tanque de agua mediante ánodos de sacrificio de Magnesio. Para tal fin, CONSORCIO ZONA INDUSTRIAL 2023 ha designado a Protección Catódica de Colombia SAS (PCC) para diseñar el sistema de protección catódica interno del tanque, siguiendo las directrices y lineamientos de AMPP International y las buenas prácticas de la ingeniería.

Bajo una metodología de cálculo y considerando las especificaciones de construcción y de operación del tanque ubicado en el campo La Fiscalía, PCC ha determinado el suministro e instalación para el tanque de 14 ánodos de magnesio tipo H-1 de 10Kg para la protección de las paredes internas en aplicación en estructuras de acero sumergidas en agua. La distribución de los ánodos en el fondo del tanque se muestra en la siguiente tabla:

| Cant. | Ánodo | DISTRIBUCIÓN DE ÁNODOS DEL TANQUE | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Paredes de tanque | | | | |
| | | Altura | Ubicación periferia del tanque | | | |
| 14 | Ánodo 1 | 1,402 | 0° | - | - | - |
| | Ánodo 2 | 4,202 | 25,71° | - | - | -° |
| | Ánodo 3 | 7,003 | 51,42° | - | - | - |
| | Ánodo 4 | 9,803 | 77,13° | - | - | - |
| | Ánodo 5 | 12,603 | - | 102,84° | - | - |
| | Ánodo 6 | 1,402 | - | 128,55° | - | - |
| | Ánodo 7 | 4,202 | - | 154,26° | - | - |
| | Ánodo 8 | 7,003 | - | 180° | - | - |
| | Ánodo 9 | 9,763 | - | - | 205,71° | - |
| | Ánodo 10 | 1,402 | - | - | 231,4° | - |
| | Ánodo 11 | 4,202 | - | - | 257,1° | - |
| | Ánodo 12 | 7,002 | - | - | - | 282,2° |
| | Ánodo 13 | 9,803 | - | - | - | 308,5° |
| | Ánodo 14 | 12,603 | - | - | - | 334,2° |

## INTRODUCCIÓN.

Como parte de las actividades de construcción la empresa CONSORCIO ZONA INDUSTRIAL 2023 ha contratado a Protección Catódica de Colombia S.A.S. para la elaboración del diseño y el suministro de materiales del sistema de protección catódica del cuerpo interno del tanque de agua mediante corriente galvánica.

El paquete de diseño comprende los siguientes entregables:

- Ingeniería de detalle y memorias de cálculo del sistema de protección catódica.
- Planos de detalle para la ubicación de ánodos galvánicos.

En función del futuro escenario de producción, se decidió diseñar el sistema de protección galvánica interna para el tanque utilizando ánodos galvánicos de magnesio. Considerando el cambio de electrolito en el tanque y el funcionamiento de los ánodos. Para una vida útil de 10 años, se diseñará ánodos de magnesio de 10 Kg de peso.

## 1. OBJETIVO.

Elaborar el diseño del sistema de protección catódica para mitigar la corrosión de las paredes internas del tanque Agua mediante un sistema de ánodos galvánicos de acuerdo con las normas internacionales.

## 2. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.

Las siguientes son abreviaciones y definiciones usadas en este documento.

### 3.1. Abreviaturas

Tabla 1. Abreviaturas

| SIGLAS | DEFINICIÓN |
|---|---|
| AMPP | Association for Materials Protection and Performance |
| CP | Protección catódica, del inglés Cathodic Protection |
| CS | Acero al carbono, del inglés Carbon Steel |
| $Cu/CuSO_4$ (CSE) | Electrodo de referencia de cobre/sulfato de cobre, del inglés Copper |
| HHWL | Nivel más alto Decantador, del inglés High-High Water Level |
| SACP | Protección catódica por ánodos de sacrificio, del inglés Sacrificial Anode Cathodic Protection |

### 3.2. Definiciones

**Ánodo:** El electrodo de una celda electroquímica donde ocurre la oxidación. (Los electrones fluyen fuera del ánodo en el circuito externo, que es normalmente metálico. El ánodo es normalmente el electrodo donde ocurre la corrosión y los iones de metal entran en la solución.
**Ánodo Galvánico:** Un metal que, a causa de su posición relativa en la serie galvánica, proporciona protección a metal o metales que son más nobles en la serie, cuando son acoplados a un electrolito.
**Aislamiento Eléctrico:** La condición de separación eléctricamente de otra estructura metálica o del ambiente.
**Cátodo:** El electrodo de una celda electroquímica donde ocurre la reducción.
**Corrosión:** El deterioro de un material, usualmente un metal, como resultado de una reacción con el ambiente.
**Conductor:** Un material disponible para transporte de corriente eléctrica. Este puede ser desnudo o aislado.
**Criterio:** Estándar de valoración de la efectividad de un sistema de protección catódica.
**Densidad de Corriente:** La corriente para o de una unidad de área de superficie de un electrodo.

**Electrolito:** Una sustancia química con contenido de iones que emigran en un campo eléctrico. Para el propósito de esta recomendación práctica, el electrolito se refiere al suelo o líquido adyacente y en contacto con sistemas de tuberías metálicas sumergidas o enterradas, incluyendo la humedad y otros químicos contenidos allí dentro.
**Electrodo de Referencia:** Un electrodo reversible con un potencial que puede ser considerado constante bajo condiciones similares de medición. (Ejemplos: cobre / sulfato de cobre saturado, calomel saturado y plata / cloruro de plata saturado).
**Polarización Catódica:** El cambio de potencial del electrodo en dirección electronegativa resultante del flujo de corriente entre el electrolito y el electrodo.
**Polarización:** La desviación de potencial de un electrodo como resultado de un flujo de corriente entre el electrodo y el electrolito.
**Potencial de Polarización:** El potencial a través de la interfase estructura-electrolito el cual es la suma del potencial de corrosión y la polarización catódica.
**Protección Catódica:** Técnica para controlar la corrosión de una superficie de metal haciendo esa superficie el cátodo de una celda electroquímica.
**Revestimiento:** Un material dieléctrico aplicado a una estructura para separarlo del ambiente.
**Sistema de Revestimiento:** Todos los componentes de un revestimiento de protección, la suma de los cuales proporciona aislamiento eléctrico efectivo a la estructura revestida.
**Voltaje:** Una fuerza electromotriz o una diferencia de potenciales del electrodo expresada en voltios.

## 3. DOCUMENTO DE REFERENCIA

### 4.1. Estándares Aplicables

Tabla 2. Estándares Aplicables

| STÁNDAR | VERSIÓN | TÍTULO |
|---|---|---|
| AMPP SP0196 | 2015 | Galvanic Anode Cathodic Protection of Internal Submerged Surfaces of Steel Water Storage Tanks. |
| AMPP SP0575 | 2007 | Internal Cathodic Protection (CP) Systems in Oil-Treating Vessels |
| DNV RP-B401 | 2017 | Cathodic Protection Design. |

### 4.2. Documentos de Protección Catódica

Tabla 3. Documentos del Paquete de Diseño del SPC

| DOCUMENTO | REV. | TÍTULO |
|---|---|---|
| PL-PCC-341-DET-001-TK-92-60-BD | A | Planos de instalación de ánodos del SPC Interno para el tanque de agua |

## 4. DETALLES DE LOS TANQUES

Los detalles de la estructura objeto del diseño del sistema de protección catódica descrito en este reporte se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Detalles del Tanque de agua

| DESCRIPCIÓN | DETALLE |
|---|---|
| TAG | 92-60-BD |
| Diámetro interno | 28,178m |
| Altura del tanque (fondo concreto) | 16,905m |
| Altura del cuerpo | 16,640m |
| Temperatura de Servicio | 40°C |
| Producto | Agua |

262

| DESCRIPCIÓN | DETALLE |
|---|---|
| Material | Paneles de vidrio fusionado con acero ISOFUSION® V700 |

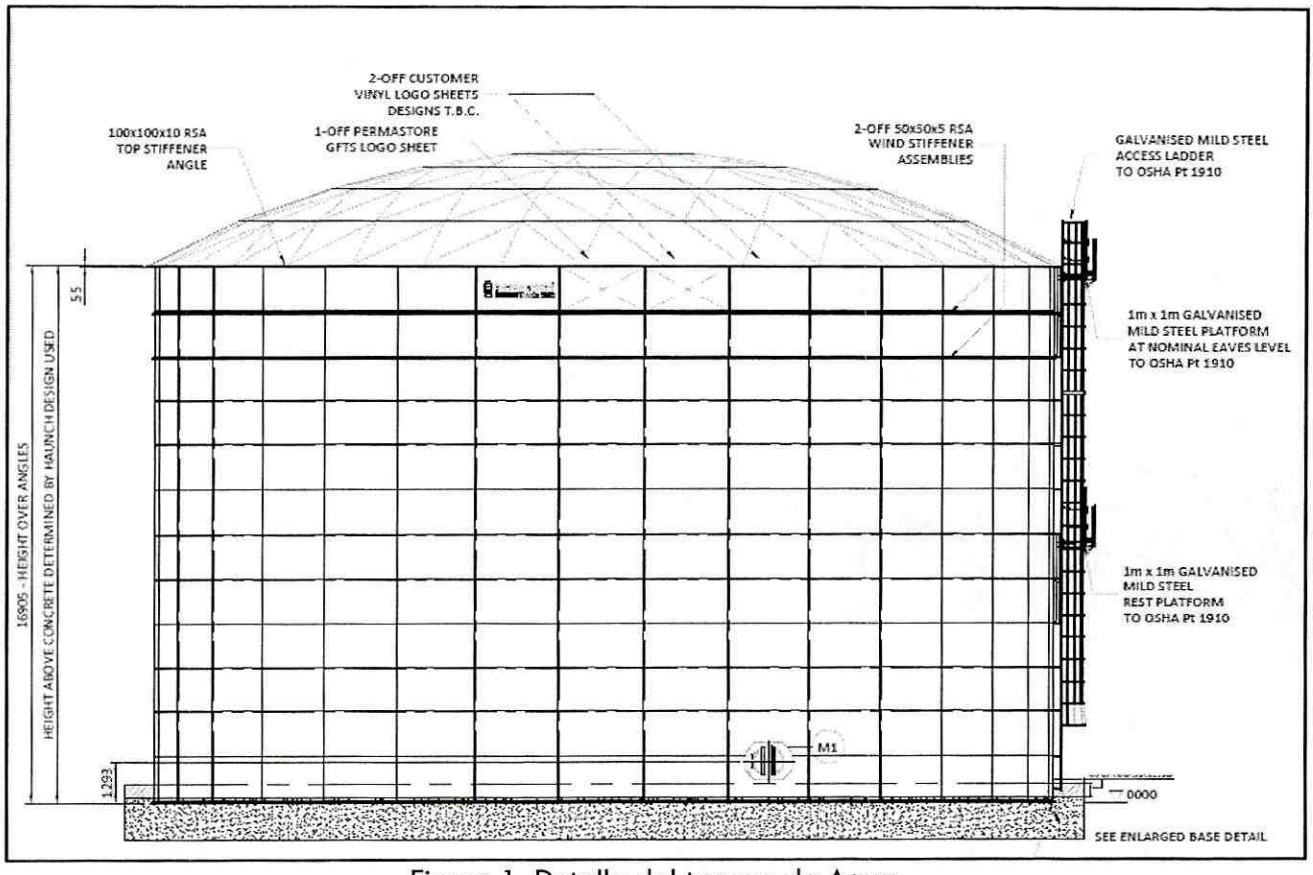



Figura 1. Detalle del tanque de Agua

## 5.1. Descripción del sistema de recubrimiento interno

### 5.5.1 Cuerpo y Fondo

Para el caso del cuerpo del tanque de agua se tiene paneles acabados de vidrio fusionado a acero especificación de CONSORCIO ZONA INDUSTRIAL 2023 ISOFUSION® V700.

- Color externo azul 20-C-40
- Color interior azul 20-C-40

Para el caso del fondo del tanque es de concreto.

### 5.5.2 Accesorios Internos

Se asume que la superficie externa de los accesorios internos (tuberías, colector, serpentín, etc.) y estructuras internas (soportes, etc.) están fabricados en Hierro dúctil y recubiertos con un sistema de pintura similar al del cuerpo del tanque.

263

## 5. BASE DE DISEÑO.

Teniendo en cuenta la información anterior, se han definido los criterios más importantes que permiten elaborar el diseño más apropiado del Sistema de Protección Catódica del interior del tanque.

### 6.1. Criterio de Aceptación para Niveles de Protección Catódica

Para el presente diseño se establece los criterios que se aplican para verificar los niveles de protección catódica interna adecuados son los siguientes:

- Para la superficie interna de equipos en acero al carbono que requieren protección catódica, el sistema de protección catódica mediante ánodos de sacrificios debe proporcionar un potencial de protección de -0,85V con relación al electrodo de referencia de $Cu/CuSO_4$ o -0,1V de polarización catódica, de acuerdo a la norma AMPP SP0196 (sección 6.3).

### 6.2. Tipo de Sistema de Protección Catódica

Para mitigar la corrosión de las áreas internas expuestas al agua serán protegidas catódicamente por medio de un sistema de ánodos de sacrificio.

### 6.3. Especificación Técnica del Ánodo

De acuerdo con la disponibilidad de materiales y con las características asumidas del electrolito, el diseño se basa en el uso de ánodos de magnesio de aleación estándar. Las características de los ánodos se muestran en la Tabla 5.

Los ánodos son tipo Hull con la cara inferior recubierta. Los ánodos deberán ser soldado al fondo del tanque siguiendo los códigos y procedimientos preparados por CONSORCIO ZONA INDUSTRIAL 2023 documento de referencia: P145 'Notas de orientación para la aplicación y uso de sistemas de protección catódica de ánodo de sacrificio'.

Tabla 5. Características de los Ánodos de Sacrificio

| MASA | MATERIAL | DIMENSIONES | RATA DE CONSUMO | EFICIENCIA | POTENCIAL ANÓDICO |
|---|---|---|---|---|---|
| 10Kg | Aleación Magnesio H-1 | 485mm x 50mm x 240mm | 3,98 Kg/A-año | 55% | -1,493 VCSE |

### 6.4. Resistividad del Electrolito

Para efecto de los cálculos se utilizará una resistividad del agua de **3135Ω-cm** obtenido del informe 23-8093 realizado por Grupo Diagnóstico y Control de la Contaminación – GDCON con fecha de 27-09-2023. Adicional, de acuerdo a los resultados del análisis fisicoquímico se tiene que el contenido de cloruro presente en el agua es de 8,35 ppm, lo cual representa un agua fresca. Por ello, para el presente diseño se utilizarán ánodos de magnesio, los cuales poseen un buen funcionamiento bajo estas condiciones.

| CÓDIGO INTERNO | 23-8093-01 | DESCRIPCIÓN/ MUESTRA | | Punto (1) Código punto de muestreo: 0003 – Dirección: Carrera 22A Sur #154-120, Portería Algarrobo – Código de muestra: M23-0422-01 // Agua tratada | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PARÁMETRO/ENSAYO | MÉTODO DE REFERENCIA | Intervalo de medición | RESULTADO | UNIDADES | INCERTIDUMBRE | FECHA DE ANÁLISIS | EQUIPO DE MEDICIÓN | VALOR DE REFERENCIA | EVALUACIÓN DE CONFORMIDAD | Puntaje de riesgo | Riesgo asignado |
| pH (In situ) (AT)** | SM, Ed. 23 del 2017, SM 4500 H+ B | 4,00 a 10,01 | 6,10 | unidades de pH | 0,10 | 2023-09-14 | 172815// 173864 / 27492 | Entre 6,5 y 9,0 | No cumple | 1,5 | 1,5 |
| Temperatura (In situ) (AT) ψ | SM 2550 B, Ed. 23 de 2017 | 5 a 40 | 27,1 | °C | 1,2 | 2023-09-14 | | ND | No aplica | NA | 0 |
| Cloro libre (In situ) (AT)** | SM, Ed. 23 del 2017, SM 4500-Cl G | 0,34 a 7,0 | 1,18 | mg $Cl_2$/L | 0,10 | 2023-09-14 | | Entre 0,3 y 2,0 | Cumple | 15 | 0 |
| Color aparente (AT)** | GE-PA-045-GDCON, V03 de 2022-09-27 | 5 a 100 | 15,5 | UC | 0,7 | 2023-09-15 | 169976 | ≤15 | No cumple condicionalmente | 6 | 0 |
| Turbiedad (AT)** | SM, Ed. 23 del 2017, SM 2130 B | 0,50 a 1000 | 1,3 | NTU | 0,2 | 2023-09-15 | 171221 | ≤2,0 | Cumple | 15 | 0 |
| Alcalinidad total (AT)** | SM, Ed. 23 del 2017, SM 2320 B | 10 a 500 | 82,1 | mg $CaCO_3$/L | 3,0 | 2023-09-15 | 181602 | ≤250 | Cumple | 1 | 0 |
| Fósforo reactivo total (ortofosfatos) (AT)** (Fosfatos) | SM, Ed.23 del 2017, y SM 4500F E | 0,20 a 3,1 | 0,24 | mg $PO_4^{3-}$/L | 0,01 | 2023-09-15 | 169976 | ≤0,5 | Cumple | 1 | 0 |
| Dureza Total (AT)** | SM, Ed. 23 del 2017, SM 2340 C | 3,00 a 1000 | 109 | mg $CaCO_3$/L | 4 | 2023-09-15 | 167329 | ≤300 | Cumple | 1 | 0 |
| Sulfatos (AT)** | SM, Ed. 23 del 2017, SM 4110 B | 0,2 a 1000 | 20,91 | mg $SO_4^{2-}$/L | 1,80 | 2023-09-19 | 167267 | ≤250 | Cumple | 1 | 0 |
| Cloruros (AT)** | | 0,2 a 1000 | 8,35 | mg $Cl^-$/L | 0,72 | 2023-09-18 | | ≤250 | Cumple | 1 | 0 |
| Nitratos (AT)** | | 0,2 a 1000 | 1,99 | mg $NO_3^-$/L | 0,13 | 2023-09-18 | | ≤10 | Cumple | 1 | 0 |
| Nitritos (AT)** | | 0,08 a 1000 | < 0,080 | mg $NO_2^-$/L | 0,007 | 2023-09-18 | | ≤0,1 | Cumple | 3 | 0 |
| Fluoruros (AT)** | | 0,04 a 1000 | 0,069 | mg $F^-$/L | 0,004 | 2023-09-18 | | ≤1,0 | Cumple | 1 | 0 |
| Carbono orgánico total (COT)(AT)** | SM, Ed. 23 del 2017, SM 5310 B | 0,5 a 1000 | 2,56 | mg C/L | 0,15 | 2023-09-22 | 184668 | ≤5,0 | Cumple | 3 | 0 |
| Conductividad (AT)** | SM, Ed. 23 del 2017, SM 2510 B | 25 a 12650 | 319 | uS/cm | 9 | 2023-09-15 | 168871 | ≤1000 uS/cm | Cumple | NA | 0 |

Figura 2. Resultados de análisis fisicoquímico del agua

### 6.5. Densidad de Corriente de Protección Catódica

La densidad de corriente base para proveer de protección catódica a la superficie del tanque sumergida en el agua es establecida en 20mA/m² para 30°C. Al considerar una temperatura de operación del tanque de 40°C, la densidad de corriente es ajustada a **30mA/m²** para compensar los procesos de despolarización por temperatura.

### 6.6. Eficiencia del Recubrimiento

Se considera para los cálculos una la eficiencia del recubrimiento interno y su deterioro a través del tiempo de vida útil. Por consiguiente, se establece una eficiencia del recubrimiento igual a 98% y, en consecuencia, un porcentaje de área desnuda igual al **2%**.

### 6.7. Vida Útil del Sistema de Protección Catódica

De acuerdo con lo establecido en las especificaciones técnicas, para un sistema de ánodos de sacrificios, se define una vida útil del sistema de protección catódica igual a **10 años**. Se decidió diseñar ánodos de magnesio (10 Kg) para una vida útil de 10 años.

### 6.8. Requerimiento de Aislamiento Eléctrico

El sistema de protección catódica interna para los tanques no interfiere con las tuberías ni estructuras externas en contacto con los mismos, por lo que no es requerido aislamiento eléctrico.

### 6.9. Requerimiento de Continuidad Eléctrica

Todos las tuberías y soportes metálicos internos fabricados en acero al carbono deben estar eléctricamente continuos con el cuerpo del tanque para que formen parte del sistema de protección catódica.

### 6.10. Área de las Estructuras Metálicas Internas

El detalle de las estructuras interna se evidencio mediante planos y fotos reales de la fase constructiva, con esta información se determinó que no se tienen accesorio internos como agitadores o demás.

### 6.11. Factores de Contingencia

Para propósitos del diseño del sistema de protección catódica, la densidad de corriente calculada para deberá ser incrementado en un 5% como contingencia ante un incremento imprevisto de la resistencia del circuito.

## 6. MEMORIA DE CÁLCULO

Las siguientes secciones incluyen las fórmulas y los cálculos detallados del diseño del sistema de protección catódica interno para ánodos de magnesio.

### 7.1. Superficie a Proteger

Se aproxima la geometría interna a un cilindro, con el fin de incluir áreas adicionales de estructuras internas:

$$A_{Efectiva} = (\pi IDW_{Level} + Area_{Internos}) x\ CB$$

Donde,

$A_{Efectiva}$: Área interna del tanque para proteger catódicamente ($m^2$)
$Area_{Internos}$: Área de las estructuras internas ($10m^2$)
CB: Área desnuda (2%)

Es importante acotar que las paredes internas del tanque son de acero al carbono con recubrimiento de fibra de vidrio, por ello para efecto de cálculo no se considerará la totalidad del área expuesta.

Al sustituir los valores, los resultados se muestran la siguiente tabla:

Tabla 6. Superficie para Proteger Catódicamente

| Tanque | Área Total | Área a Proteger |
|---|---|---|
| AGUA | 666,67$m^2$ | **13,33$m^2$** |

### 7.2. Requerimiento de Corriente de Protección Catódica

Sustituyendo la densidad de corriente y el área definida en la sección anterior, el requerimiento de protección catódica es calculado por medio de la siguiente formula:

$$I_t = \left(\frac{i_t * A_T}{1000}\right) * FS$$

Donde,
$I_t$: Corriente de protección catódica requerida (A)
$i_t$: Densidad de corriente $30mA/m^2$
FS: Factor contingencia (5%)
$A_T$: Área interna del tanque por proteger catódicamente ($m^2$)

Sustituyendo,

Tabla 7. Corriente de Protección Catódica Requerida

| Tanque | Densidad Requerida | Área a Proteger | Corriente Requerida |
|---|---|---|---|

| | | | |
|---|---|---|---|
| AGUA | 30mA/m² | 13,33m² | **0,40A** |

### 7.3. Cantidad de Ánodos

#### 7.3.1 Basado en la Masa Anódica

Para el cálculo de la cantidad de masa anódica, se utiliza la siguiente ecuación:

$$W_t = \frac{I_t * t * Cr}{f_U * E_{ff}}$$

Donde,

$W_t$: Masa anódica requerida (Kg)
$I_t$: Corriente de protección catódica requerida (0,40A)
t: Vida útil del sistema de protección catódica (10 Años)
$f_u$: Factor de utilización del ánodo (85%) (1)
$E_{ff}$: Eficiencia del ánodo (55%)
Cr: Rata de consumo del ánodo (3,98A-h/Kg)

(1) El factor de utilización se define en un 0,85, basado en la norma DNV RP-B410-2017, tabla A-8, Apéndice A, para un ánodo tipo Hull.

Sustituyendo para los ánodos especificados en la sección 6.3.

Tabla 8. Cantidad de Ánodos de Magnesio con base en la Masa Anódica

| Tanque | Vida Útil | Masa Anódica Requerida | Masa por Ánodo | Cantidad de Ánodos |
|---|---|---|---|---|
| AGUA | 10 años | 28,49Kg | 10Kg | **3 ánodos** |

#### 7.3.2 Basado en la Corriente Requerida

La cantidad de ánodos requerida para satisfacer los requerimientos de corriente se calcula con base en la corriente final descargada por cada ánodo; la cual es definida por sus dimensiones finales. Las dimensiones finales del ánodo y su resistencia se calculan de acuerdo con las recomendaciones de la DNV RP B401-2017.

La resistencia final del ánodo es calculada de la siguiente manera:

$$R_f = \frac{0{,}315\ \rho}{\sqrt{A}}$$

Donde,

$R_f$: Resistencia final del ánodo (Ω)
ρ: Resistividad del agua (31,35Ω-m)
$A_f$: Longitud final del ánodo (0,189m² para magnesio)

Entonces, la corriente drenada por al ánodo de acuerdo con sus dimensiones finales se define por la diferencia de potencial entre el ánodo (Potencial de Circuito Cerrado) y el potencial de polarización de protección catódica (Criterio de protección catódica) divido por su resistencia final.

$$I_f = \frac{E_{pol} - E_a}{R_f}$$

262

Donde,

$I_f$: Corriente final del ánodo (A)
$E_{pol}$: Potencial de polarización de protección catódica (-0,85VCSE)
$E_a$: Potencial de circuito cerrado del ánodo (-1,493mVCSE)
$R_f$: Resistencia final del ánodo (Ω)

Tabla 9. Cantidad de Ánodos de Magnesio con base en la Corriente

| Tanque | Vida Útil | Resistencia Final de Ánodo | Corriente Final de Ánodo | Corriente Requerida | Cantidad de Ánodos |
|---|---|---|---|---|---|
| AGUA | 10 años | 22,72Ω | 0,030A | 0,40A | **14 ánodos** |

### 7.3.3 Cantidad de Ánodos por Diseño

El número de ánodos requerido para proveer de protección catódica a la superficie interna del tanque expuesta a la fase del electrolito debe ser lo suficiente para satisfacer los requerimientos por masa y por corriente; y adicionalmente, proveer una distribución uniforme sobre toda el área. Por consiguiente, el número de ánodos por diseño deber ser:

Tabla 10. Cantidad de Ánodos de Magnesio Definitivo

| Tanque | Vida Útil | Ánodos por Masa | Ánodos por Corriente | Ánodos por Diseño | Masa por Ánodo | Cantidad de Ánodos |
|---|---|---|---|---|---|---|
| AGUA | 10 años | 3 | 14 | **14** | 10Kg | **14 ánodos** |

## 7. SIMULACIONES SOFTWARE BEASY-PROTECCIÓN CATÓDICA INTERNA

Con todos los parámetros anteriormente descritos en este documento, se realizó la simulación en escala 1 a 1, tanto en tamaño de ánodos, peso y dimensiones de cada tanque; de esta forma se generó el mapa de potencial que ofrece la protección catódica interna del tanque, así se garantiza idónea distribución de corriente.

Se consideran los siguientes escenarios.

- Tanque con protección catódica interna.
- Optimización, si llegase a aplicar.

Los parámetros de entrada en el software son los siguientes.

### 8.1. Información de los ánodos de Magnesio

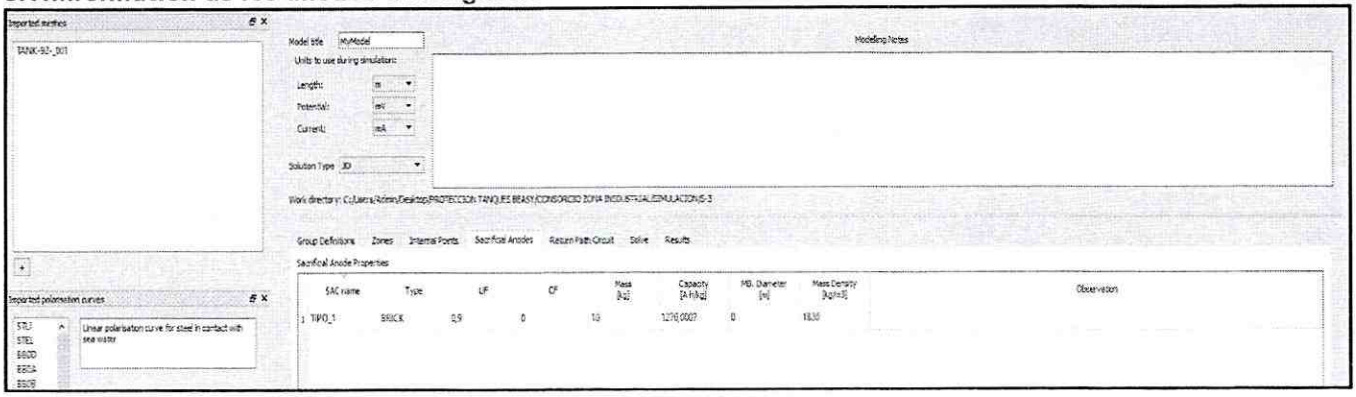



Figura 3. Información de los ánodos de Magnesio

## 8.2. Información del taque y material

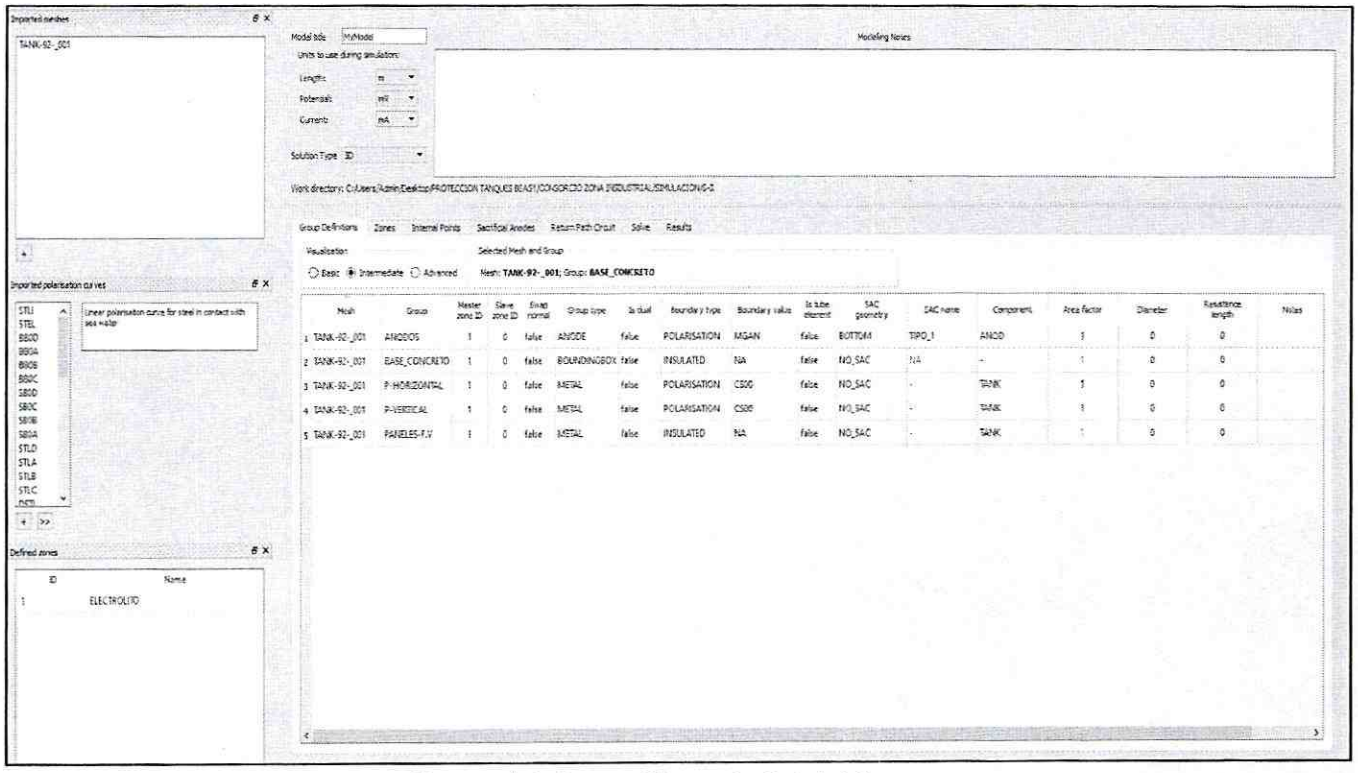


Figura 4. Información material del taque

## 8.3. Información del electrolito, conductividad.

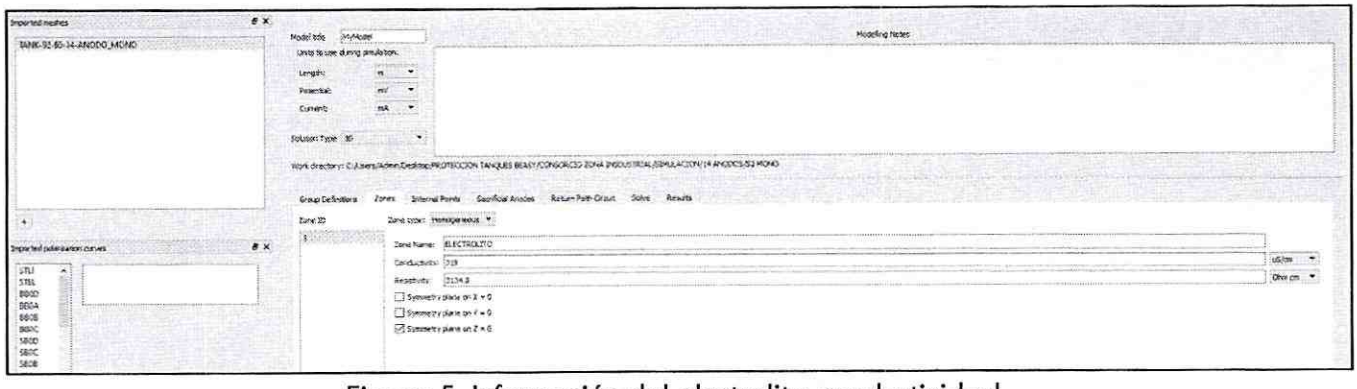


Figura 5. Información del electrolito, conductividad

Los anteriores parámetros son los más relevantes que demanda el software, de esta forma se avanza en la simulación de la protección catódica interna del tanque de interés.

## 8.4. Análisis de Resultados de la Simulación

Para el tanque con un diámetro de 28,178m y una altura de 16,640m se considera la protección catódica para la parte de las paredes internas.

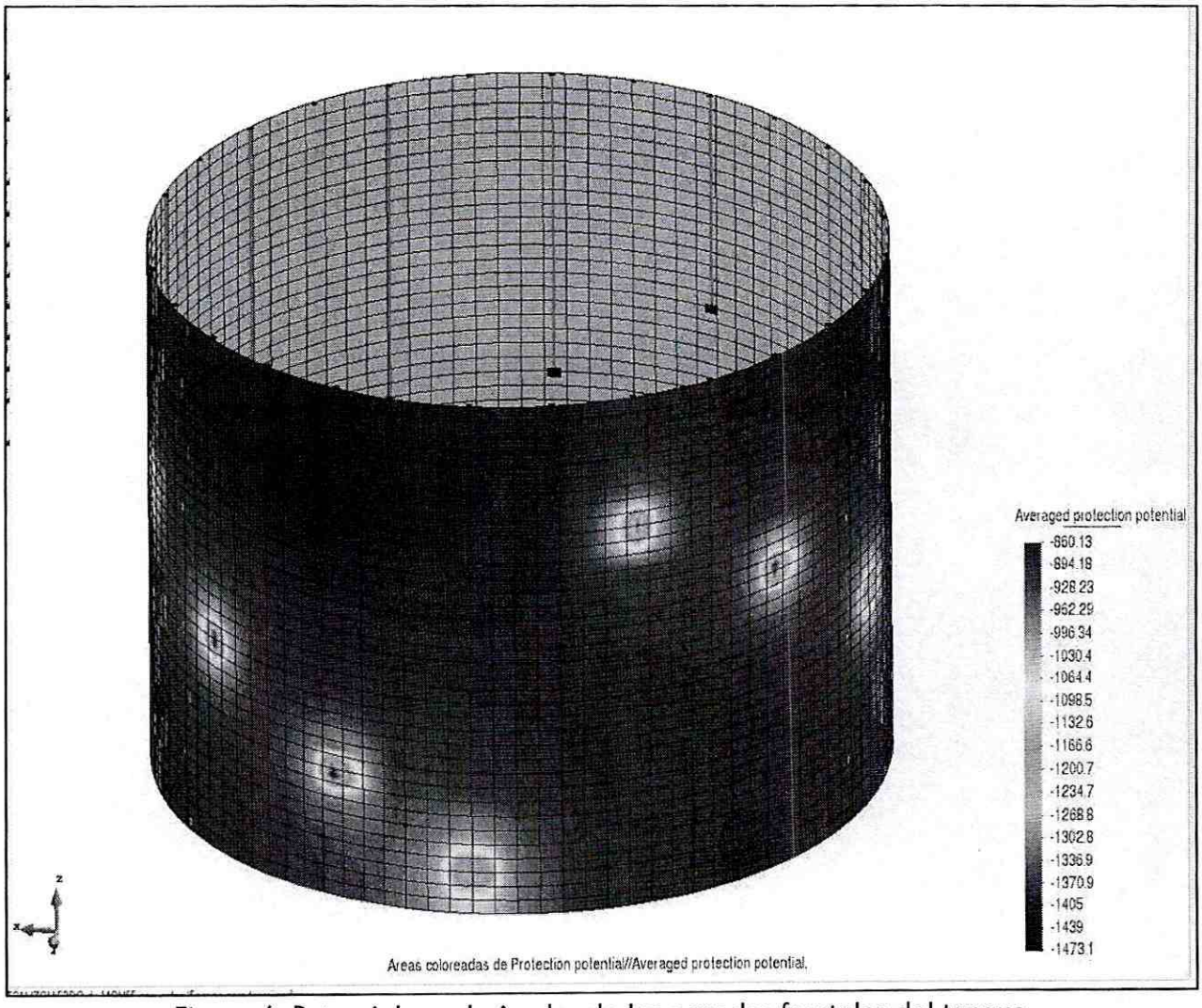



Figura 6. Potenciales polarizados de las paredes frontales del tanque

Los ánodos galvánicos se conectar a la estructura a proteger desde la parte alta del tanque, anclados a las platinas que soportan el techo.

De esta forma la integridad de la parte interna no se verá afectada por conexión en pernos o demás elementos internos.

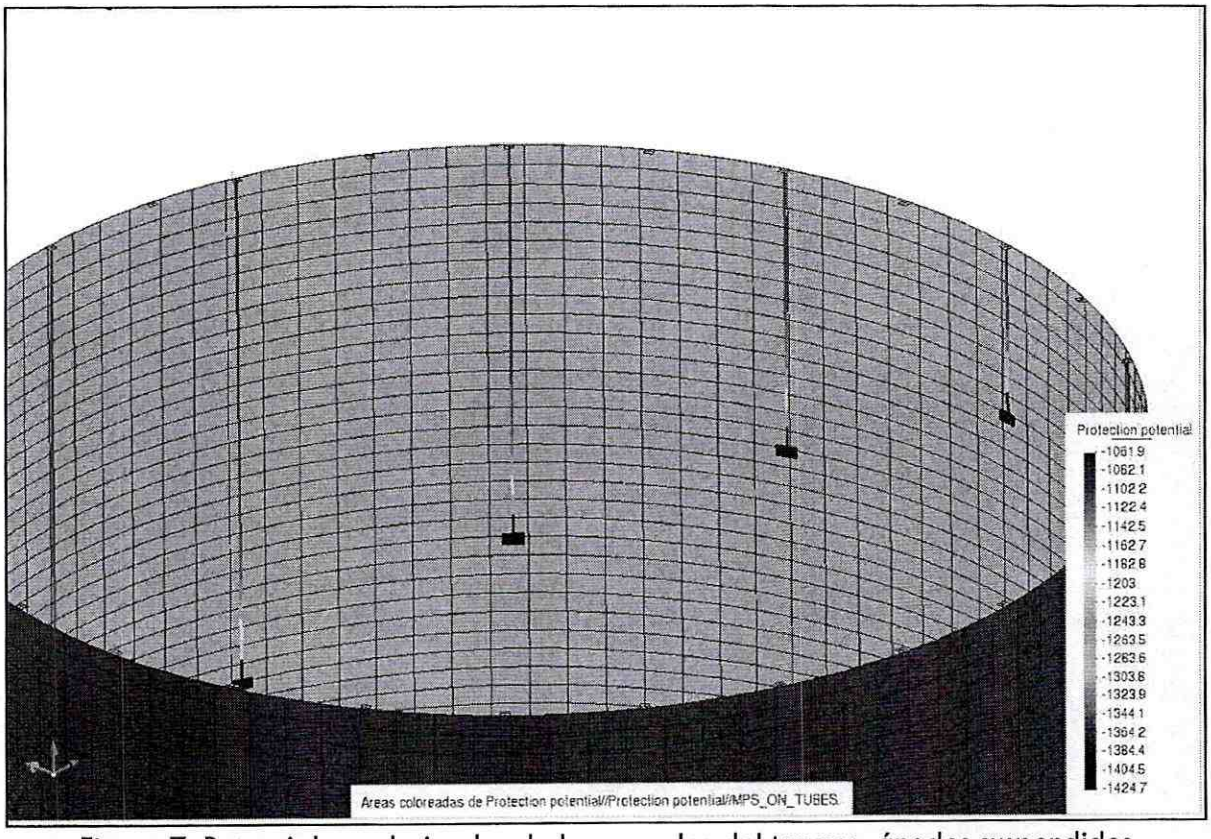



Figura 7. Potenciales polarizados de las paredes del tanque, ánodos suspendidos

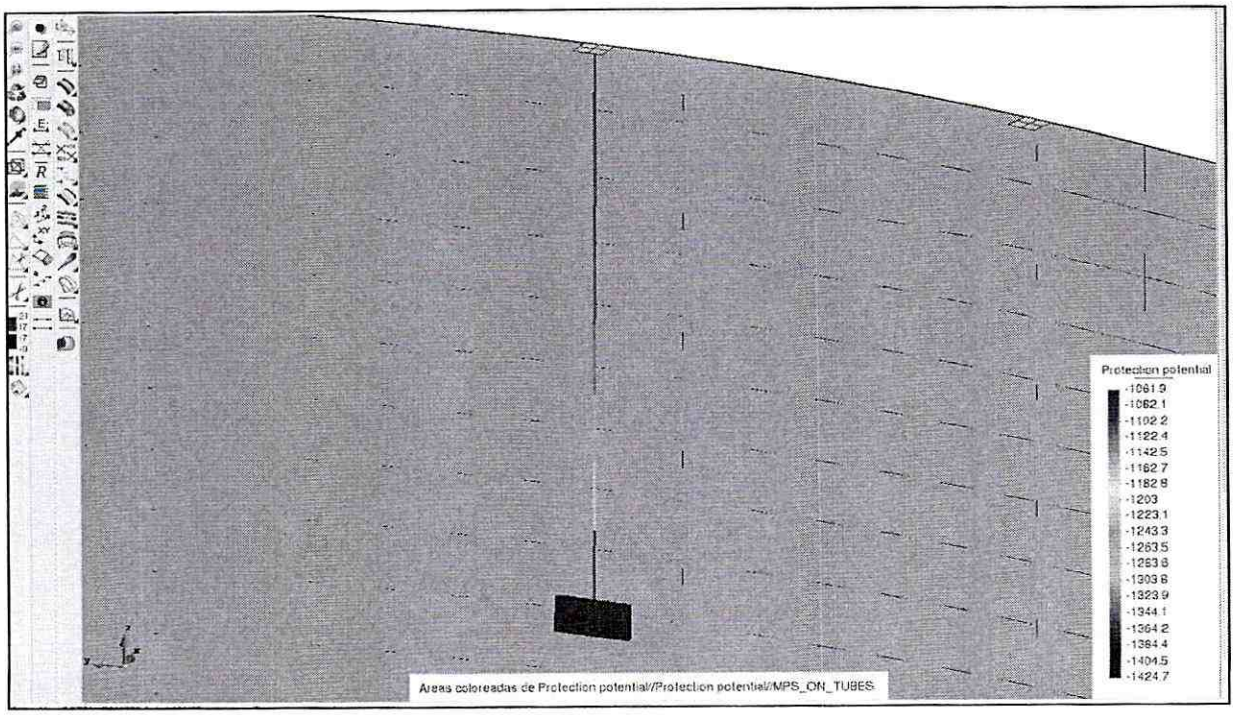


Figura 8. Esquema de ánodo suspendido.

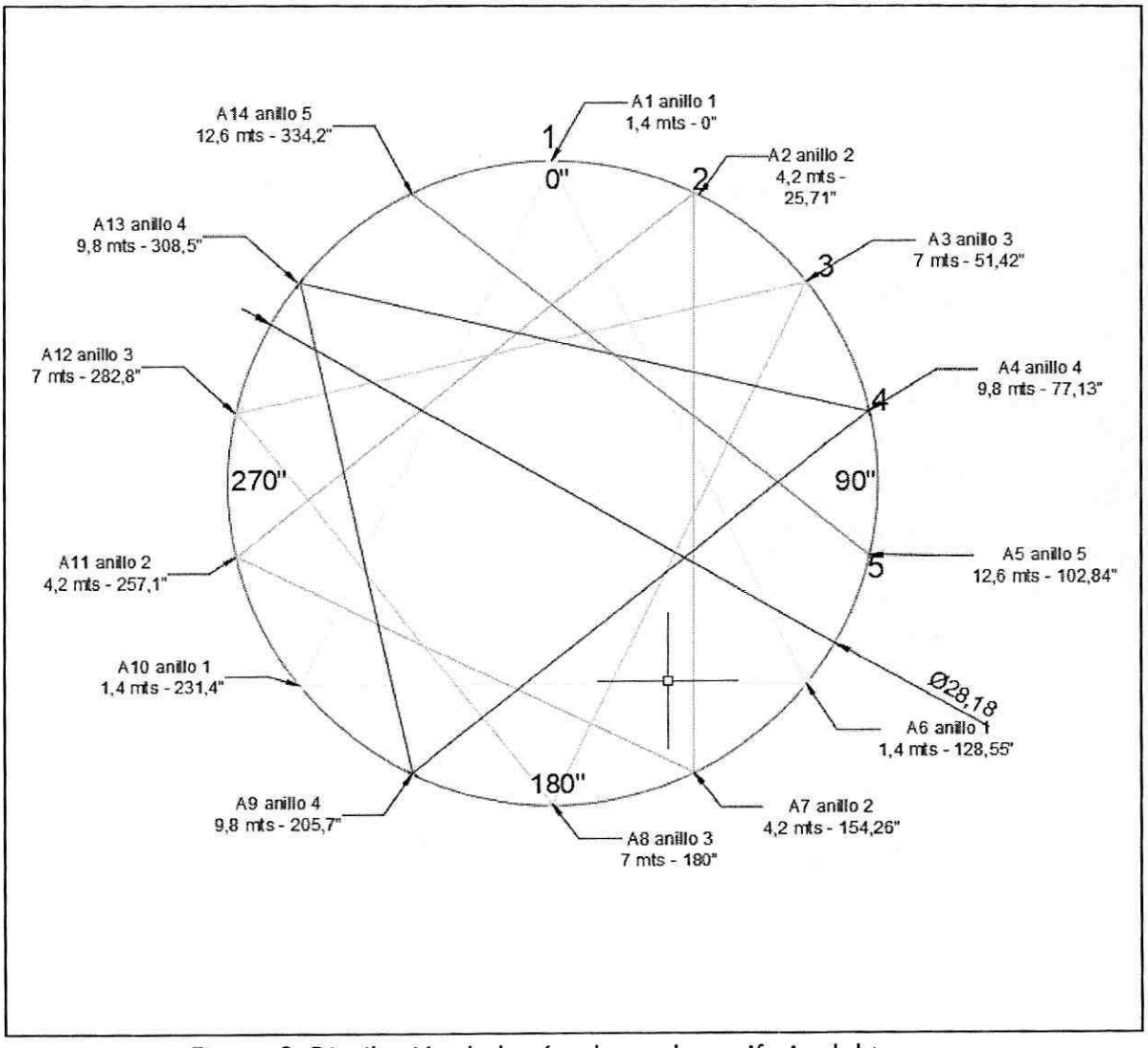



Figura 9. Distribución de los ánodos en la periferia del tanque

Las Figuras 6, 7 y 8 muestran la distribución potencial en las paredes internas del tanque protegida por 14 ánodos de magnesio. El potencial promedio más bajo fue de alrededor de -860 mVCSE en áreas cercanas a las paredes internas superior del tanque, considerando la altura del nivel máximo de llenado de 16,640m y alcanzó -1163 mVCSE en áreas cercanas a los ánodos. Este arreglo en la distribución de corriente, es suficiente para polarizar las paredes del tanque.

Según la norma AMPP SP0196, sección 6.3, el criterio de protección potencial es -850 mV entre la superficie del cátodo y el electrodo de referencia de cobre/sulfato de cobre ($Cu/CuSO_4$), o un mínimo de 100 mV de polarización catódica. Estos criterios se lograron, como se muestran en las Figuras 6, 7 y 8, con valores de potenciales protegiendo catódicamente las paredes internas del tanque y de esta manera mitigando el fenómeno de corrosión.

## 8. DISTRIBUCIÓN DE LOS ÁNODOS DE SACRIFICIOS

Para la protección interna en las paredes internas del tanque, se deberá seguir la distribución de ánodos mostrados en la tabla 11.

Tabla 11. Distribución de los Ánodos de Sacrificio para el Tanque

| Cant. | Ánodo | DISTRIBUCIÓN DE ÁNODOS DEL TANQUE | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Paredes de tanque | | | | |
| | | Altura | Ubicación periferia del tanque | | | |
| 14 | Ánodo 1 | 1,402 | 0° | - | - | - |
| | Ánodo 2 | 4,202 | 25,71° | - | - | -° |
| | Ánodo 3 | 7,003 | 51,42° | - | - | - |
| | Ánodo 4 | 9,803 | 77,13° | - | - | - |
| | Ánodo 5 | 12,603 | - | 102,84° | - | - |
| | Ánodo 6 | 1,402 | - | 128,55° | - | - |
| | Ánodo 7 | 4,202 | - | 154,26° | - | - |
| | Ánodo 8 | 7,003 | - | 180° | - | - |
| | Ánodo 9 | 9,763 | - | - | 205,71° | - |
| | Ánodo 10 | 1,402 | - | - | 231,4° | - |
| | Ánodo 11 | 4,202 | - | - | 257,1° | - |
| | Ánodo 12 | 7,002 | - | - | - | 282,2° |
| | Ánodo 13 | 9,803 | - | - | - | 308,5° |
| | Ánodo 14 | 12,603 | - | - | - | 334,2° |

Los ánodos serán ubicados en las paredes del tanque según altura indicada, soportados desde el techo.

## 9. LISTADO DE MATERIALES PRINCIPALES

Los materiales y equipos del sistema de protección catódica deber ser inspeccionados y verificados para garantizar que cumplen con las especificaciones técnicas aprobadas para el proyecto. Además, deben ser empacados y almacenados apropiadamente en un área segura para evitar vandalismo y robo.

Tabla 12. Descripción de Materiales

| Ítem | Descripción | Und | Cantidad |
|---|---|---|---|
| 1 | Ánodo de magnesio tipo H-1.<br>Masa: 10Kg mínimo. Dimensiones: 485mm x 50mm x 240mm. Suministrados con un recubrimiento en la cara inferior.<br>El suministro de los soportes para la instalación del ánodo son responsabilidad de CONSORCIO ZONA INDUSTRIAL 2023. | Ánodo | 14 |
| 2 | Cable HMWPE AWG 6, con longitud de independiente para cada ánodo según plano. | M | 180 |
| 3 | Tornillería de acero inoxidable para conectar el cable a la estructura metálica del tanque. | un | 14 |

La instalación de los ánodos se debe hacer con conexión directa a la estructura metálica, para no afectar la protección de vidrio se determinó conectar los ánodos suspendidos desde la parte superior del tanque.

## 10. PLAN DE MANTENIMIENTO E INSPECCIÓN.

Importante tener presente que los ánodos tienen una vida útil de 10 años, es decir máximo a este tiempo, se deben remplazar.
Adicional es importante que de forma periódica (semestral o anual) se puede hacer medidas con un electrodo de cobre/sulfato de cobre hermético que se sumerge dentro del tanque para tener el perfil de potenciales de protección catódica.

Si el tanque ingresa a limpieza interna (proceso de lavado), tener cuidado con no dañar los ánodos y evitar que se desconecten, si esto llegase a pasar se debe restaurar la conexión o instalar un ánodo nuevo.

# ANEXO 5.

# DISEÑO DE CONCRETO

CONCRETOL
CONSTRUYENDO PAÍS
CONCRETOLIMA S.A
Nit. 900.180.449-9

SGS
ISO 9001:2015
Certificado
CO13/5476

**Ibagué 12 de julio de 2023**

Señores:
**CONSORCIO ZONA INDUSTRIAL 2023**
Obra. TANQUE ALMACENAMIENTO AGUA FISCALIA
Ibagué.

Asunto: Diseño de mezcla, Desempeño y recomendaciones, concreto a emplear en fundida de la base del tanque del sector la fiscalía.

Respetados Ingenieros,

Mediante el presente comunicado, nos permitimos mencionar los principales aspectos relacionados con el diseño de la mezcla, el desempeño del producto y las recomendaciones de tipo técnico orientadas al optimo resultado de la fundida, de las propiedades del concreto y del comportamiento de la estructura.

**Diseño de mezcla:** A partir de las especificaciones contractuales suministradas por la obra (***Concreto estructural masivo, Resistencia 28 Mpa, para placa, Control de temperatura 25°c, Hidratium, a/c 0.45, 280 Kgf/cm2, Grava 1", 28 días, As. 13 cm (5")***), se presenta a continuación el respectivo diseño de mezcla a emplear por Concretolima S.A. como homologación de las propiedades y exigencias del producto referido; contemplando la opción del asentamiento de **6" +/-1"** para el concreto plástico y el asentamiento de **7" +/- 1"** para el concreto fluido:

- **Diseño de mezcla: (CRTO. PLASTICO R. A/MC 0.45 (400 PSI) TM 1" FIBRA):**

| CONCRETOLIMA CONSTRUYENDO PAÍS | DISEÑO SECO POR M3. | |
|---|---|---|
| Parametros Iniciales | Tipo de Concreto | CRTO. PLASTICO R. A/MC 0.45 (4000 PSI) TM 1" FIBRA |
| | Asentamiento | 6" +/- 1" |
| | Código Interno: | 14454100400 |
| | Cliente | CONSORCIO ZONA INDUSTRIAL 2023 |
| | Obra: | TANQUE ALMACENAMIENTO AGUA FISCALIA |
| | Productor: | CONCRETOLIMA S.A. |

| | | |
|---|---|---|
| Proporciones del diseño | Relación Agua / Cemento | 0.45 |
| | Agregado (Lt/m3) | 688.91 |
| | Densidad ponderada de agregados (Tn/m3) | 2,616 |
| | Relación arena/agregado | 0.40 |
| | Aditivo plastificante retardante (% en peso del cemento) | 0.42 |
| | Aditivo super plastificante reductor de agua de alto rango (% en peso del cemento) | 0.40 |
| | FIBERST STRAND 150 (kg/m³) | 0.6 |
| Procedencia de materias primas | Cementante (Cemento - Ceniza) | Cemento= Argos, Rio Claro Antioquia.<br>Ceniza= Termopaipa |
| | Agua | IBAL |
| | Grava tamaño maximo 1" | Agregados Nacionales, Rio saldaña, planta Saldaña (Tolima). |
| | Arena | Agregados Argos, Rio saldaña, planta Saldaña (Tolima). |
| | Aditivos | GCP |
| Resistencias Esperadas | 3 (días) - % | 50- 70 |
| | 7 (días) - % | 70 - 90 |
| | 14 (días) - % | 90 - 110 |
| | 28 (días) - % | 100 - 120 |

- **Diseño de mezcla: (CRTO. FLUIDO R. A/MC 0.45 (400 PSI) TM 1" FIBRA):**

| CONCRETOLIMA CONSTRUYENDO PAÍS | DISEÑO SECO POR M3. | |
|---|---|---|
| Parametros Iniciales | Tipo de Concreto | CRTO. FLUIDO R. A/MC 0.45 (4000 PSI) TM 1" FIBRA |
| | Asentamiento | 7" +/- 1" |
| | Código Interno: | 15454100400 |
| | Cliente | CONSORCIO ZONA INDUSTRIAL 2023 |
| | Obra: | TANQUE ALMACENAMIENTO AGUA FISCALIA |
| | Productor: | CONCRETOLIMA S.A. |
| Proporciones del diseño | Relación Agua / Cemento | 0.45 |
| | Agregado (Lt/m3) | 679.94 |
| | Densidad ponderada de agregados (Tn/m3) | 2,616 |
| | Relación arena/agregado | 0.42 |
| | Aditivo plastificante retardante (% en peso del cemento) | 0.42 |
| | Aditivo super plastificante reductor de agua de alto rango (% en peso del cemento) | 0.42 |
| | FIBERST STRAND 150 (kg/m$^3$) | 0.6 |
| Procedencia de materias primas | Cementante (Cemento - Ceniza) | Argos, Rio Claro Antioquia |
| | Agua | IBAL |
| | Grava tamaño maximo 1" | Agregados Nacionales, Rio saldaña, planta Saldaña (Tolima). |
| | Arena | Agregados Argos, Rio saldaña, planta Saldaña (Tolima). |
| | Aditivos | GCP |
| Resistencias Esperadas | 3 (días) - % | 50- 70 |
| | 7 (días) - % | 70 - 90 |
| | 14 (días) - % | 90 - 110 |
| | 28 (días) - % | 100 - 120 |

**Desempeño del producto**: Dado que las especificaciones del producto y las dimensiones del elemento a fundir (Losa circular de 31.4 m de diámetro y 1.30 m de espesor) corresponden directamente a las condiciones de un elemento y concreto masivo; el productor de concreto debe implementar, acorde con sus posibilidades, las soluciones técnicas que garanticen los límites de temperatura establecidos según los comités de ACI para este tipo de elementos y concretos, principalmente el **ACI 207** (**Guide to mass concrete**) y el **ACI-301 M** numeral 8.1.2. que entre otros lineamientos generales de materiales y especificaciones de la mezcla, refieren los valores de (**70°c**) como temperatura máxima del concreto en el núcleo del elemento y de (**19°c**) como diferencia máxima de temperatura del concreto entre el núcleo y la superficie del elemento.

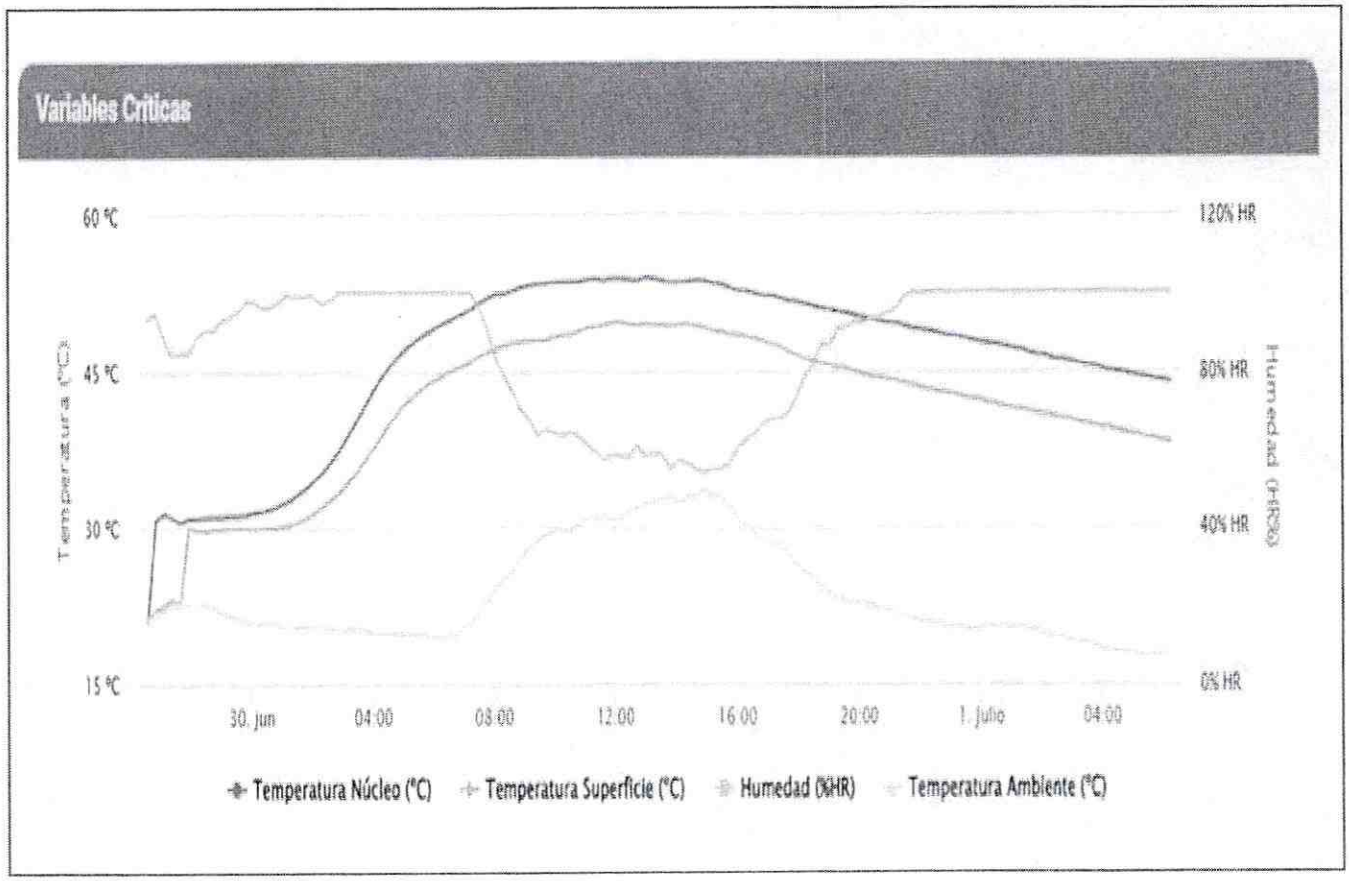
En el caso de Concre Tolima S.A. además de los factores de control temperatura a tener en cuenta desde cada una de las materias primas incluyendo agua en estado sólido (hielo), en las proporciones indicadas; el uso de la ceniza volante (Fly Ash) como componente parcial del material cementante, proporcionan el desempeño de las propiedades correspondientes a la especificación Hidratium (***Retención de humedad dentro del concreto, disminución de la permeabilidad, generación de curado interno, disminución de fisuras, mejoramiento del acabado***), aportando adicionalmente algunos comportamientos adecuados para los concretos masivos, como la regulación del calor de hidratación, mayor consolidación por la presencia de partículas muy finas, mitigación de las Reacciones Álcali -agregado, disminución de la permeabilidad al agua y al ion cloruro y aporte de resistencias residuales después de los 28 días; factores que contribuyen directamente al incremento de durabilidad de la estructura.

Con respecto al desarrollo y registro de temperaturas en tiempo real tanto en el núcleo como en la superficie y en el medio ambiente; Concretolima S.A. cuenta con un sistema de información satelital vinculable a teléfonos celulares, de tal forma que concretera y obra tengan acceso continuo a dichas lecturas durante y después del vaciado y se puedan implementar medidas de control para el cumplimiento de los parámetros establecidos. Dichas medidas de control se direccionan principalmente a la colocación de un concreto de baja temperatura en la zona del núcleo y la conservación de temperatura del concreto en la superficie procurando su aislamiento de la atmósfera bien sea mediante el recubrimiento con algún tipo de membrana (Polietileno o geotextil) o mediante una película de al menos unos 4 o 5

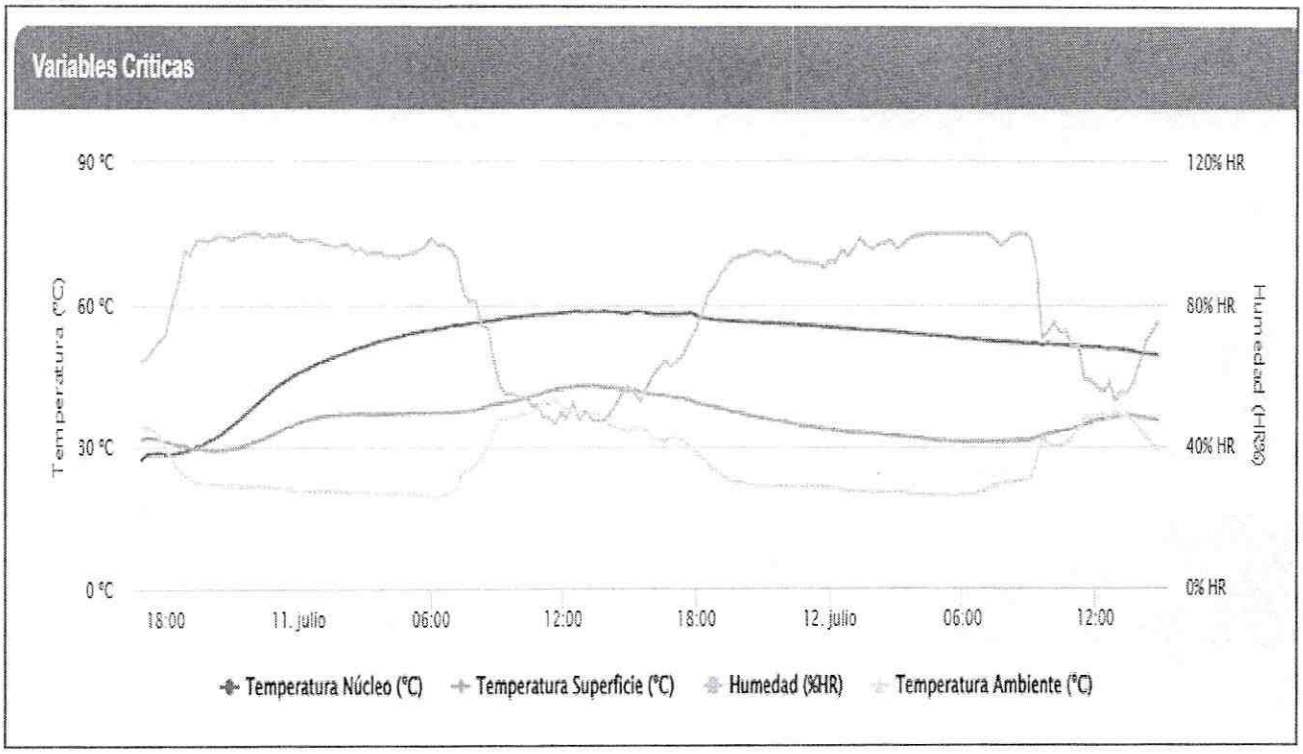
cm de agua constante en la superficie luego del fraguado inicial y de la ejecución del proceso de acabado. Dicha cobertura contribuye al equilibrio térmico y protege al concreto del impacto directo del sol y del viento.

A continuación se presentan registros gráficos de temperatura, de fundidas realizadas recientemente en tanque IBAL Boquerón (fundida del 29 de junio en placa rectangular de 340 m3 de concreto con espesor de 45 cm) y en elemento de prueba en el sitio de obra del tanque de fiscalía (fundida del 10 de Julio, dado de 1.50 m X 1.50 m X espesor de 1.30 m), notando en ambos casos ausencia de fisuras, temperatura del núcleo inferior a 70°c (54°c y 59°c respectivamente) y en el caso del dado, una tendencia al crecimiento del delta, marcado por la disminución de la temperatura ambiente y de la temperatura en la superficie; lo que sugiere la cobertura superficial del concreto como medida de control para evitar el incremento del delta de temperatura.

- ***Registro gráfico de temperatura, 29 de junio, tanque IBAL boquerón***:



- ***Registro gráfico de temperatura, 10 de julio, elemento de prueba tanque Fiscalía:***




En cuanto a resultados de resistencia a compresión, se tienen fallos a temprana edad, correspondientes a una mezcla previa realizada en planta el 08 de julio y a la mezcla empleada en la prueba de obra del 10 de julio, a continuación, se registran dichos resultados, los cuales muestran ya una evolución favorable:

- ***Resultados resistencia a compresión CRTO. PLASTICO R. A/MC 0.45 (400 PSI) TM 1" FIBRA:***

| Muestra | Fecha | R 2 DIAS | R 4 DIAS |
|---|---|---|---|
| **1338** Muestra en laboratorio planta | 8-jul-23 | 2440 PSI 61% | 3540 PSI 88% |
| **1343** Muestra prueba dado en obra. | 10-jul-23 | 2840 PSI 71% | |

**Recomendaciones**:

- Instalación de barreras perimetrales con polisombra, buscando regular la velocidad del viento tanto en el proceso de vaciado como en el proceso de fraguado.

- Disponer de una cobertura de polietileno o geotextil, para protección del concreto en caso de lluvia o para conservar la temperatura superficial como medida de control del delta por disminución de temperatura en la superficie.

- Procurar el enfriamiento de la formaleta metálica, con el fin de contribuir a la disipación del calor de hidratación del concreto.

- Procurar el enfriamiento previo del acero del refuerzo para que al entrar en contacto con el concreto fresco, no genere aportes de calor.

- Realizar el vaciado en capas sucesivas de espesor uniforme dando cobertura a la totalidad del área, evitando acumulaciones puntuales, esto con el fin de propiciar mejores condiciones de enfriamiento del concreto y obviar diferenciales de fraguado.

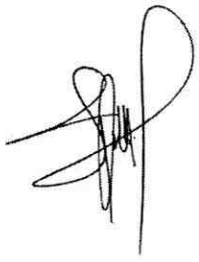
- Iniciar el proceso de curado superficial tan pronto como sea posible una vez realizado el proceso de acabado; es decir, antes de percibirse el calor de hidratación en la superficie, esto evitará el choque térmico entre el agua de curado y la superficie, de tal forma que cuando se perciba el calor de hidratación en la superficie, la película de agua de curado tienda a calentarse y haga equilibrio térmico con el concreto superficial, ayudando a controlar así el incremento del diferencial de temperatura núcleo – superficie.

- Mantener la película de agua de curado preferiblemente durante los primeros 7 días, esto con el fin de reforzar el curado interno y brindar mejores condiciones para la durabilidad de la estructura.

de conservar el agua de curado tanto adicionada como de evaporación y evitando el ataque directo del sol y del viento; el encharcamiento con una película constante de agua, con o sin capas de geotextil, lo cual ayuda a que el concreto transfiera su temperatura al agua superficial, ayudando a conservar el equilibrio térmico durante el proceso de fraguado.

Esperamos que esta información contribuya a la aclaración de las dudas existentes y quedamos muy atentos de sus observaciones.

Atentamente,



**Jorge Montaña García.**
Jefe de Aseguramiento de calidad
Concretolima S.A.

# ANEXO 6.

# PRUEBAS HIDRAULICAS EN ACCESORIOS

284

INGENIERIA Y MONTAJES HYR SAS

# INFORME PRUEBA PRESIÓN
# 12" REBOSE VERTICAL

DICIEMBRE 2023
IBAGUE
TANQUE ZONA INDUSTRIAL

Calle 58C SUR # 84C - 19
NIT: 901.207414-4
3115218487
hyrim60@gmail.com
Bogotá - Colombia

INGENIERÍA Y MONTAJES

**INGENIERÍA Y MONTAJES H&R S.A.S**

CREDIBILIDAD, COMPROMISO Y CALIDAD

NIT 901.207.414 - 4

30 DE ENERO, 2024

Señores:
**CONSORCIO ZONA INDUSTRIAL**
Ciudad.

Ref: Informe de resultado pruebas hidrostáticas

**PRUEBA HIDROSTATICA DE: TANQUE IBAL-IBAGUE**

En el presente informe referente a *Prueba hidrostática* ejecutada en la ubicación CIUDAD IBAGUE a solicitud del cliente CONSORCIO ZONA INDUSTRIAL, al cual se le permite dejar a su disposición el informe de la prueba realizada el día 05 de ENERO año 2024.

Se procede la inspección visual de atraques y/o anclajes en posición adecuada y la verificación de rellenos en la tubería cumpliendo los parámetros básicos de seguridad preprueba. Se procede con la recolección de datos con el personal encargado del tramo (*Tabla 1*), posteriormente se instalan los equipos de bombeo y medición (*Anexo 1*), se verifican registros, puntos de captación de agua y el bombeo inicial con el fin de desairar la tubería. Este procedimiento se realiza de manera periódica hasta que la tubería expulse una cantidad considerable de agua, lo que garantiza la eliminación de excesos de aire. En continuidad se somete la tubería a la presión solicitada 110 PSI

| | |
|---|---|
| **Diámetro de la tubería:** | 12" |
| **Material** | ACERO AL CARBON |
| **Longitud de tubería** | 10.84. m |
| **No. De uniones** | 3 |
| **De abscisa:** | **A abscisa:** |

Tabla 1. Especificaciones de tubería sometida a prueba hidrostática, datos tomados en campo.

| | |
|---|---|
| **Volumen de llenado** | 0.76 $m^3$ |
| **Tiempo de prueba** | 120 min |
| **Presión de servicio** | 60 psi |
| **Presión de diseño** | 500 psi |
| **Presión de prueba** | 110 psi |
| **Presión de punto más bajo** | 0 psi |
| **Presión de punto más alto** | 0 psi |
| **Punto de registro No. 1** | N/A |
| **Punto de registro No. 2** | N/A |

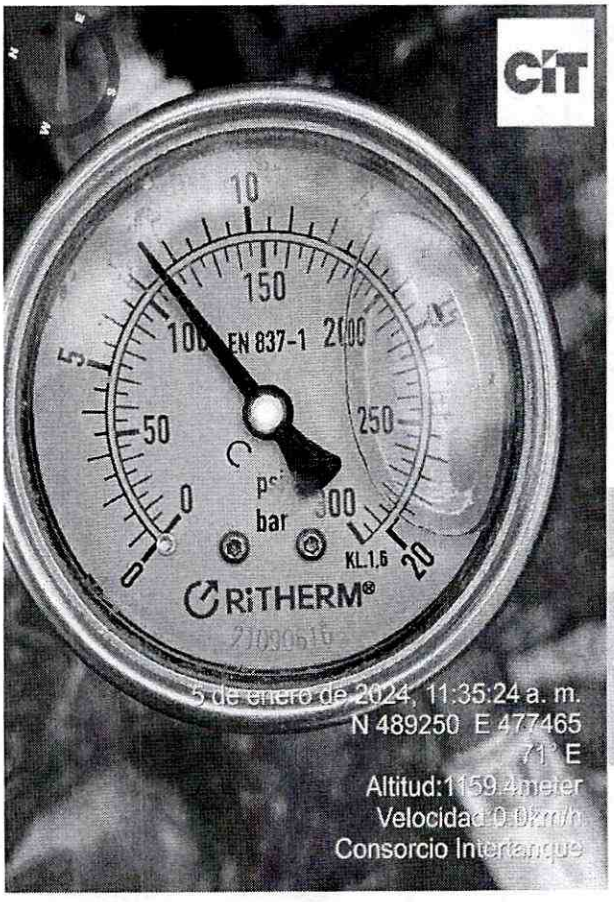
Tabla 2. Registro de volumen llenado y lectura de prueba hidrostática, datos tomados en campo.

Calle 58C SUR # 84C - 19
NIT: 901.207414-4
3115218487
hyrim60@gmail.com
Bogotá - Colombia

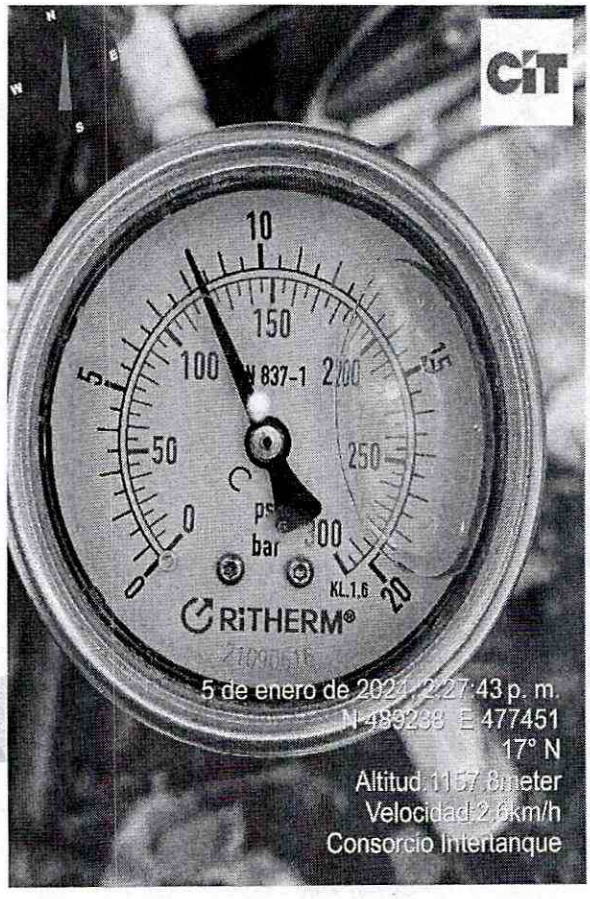
284

Durante la prueba realizada a la tubería, no se evidenció ningún problema relacionado con fugas, desacoples, deformaciones, entre otros. Por lo tanto, la tubería **APROBÓ** la prueba hidrostática realizada.

**ANEXO 1, MANOMETROS**




**INICIO** DE PRUEBA, CON PRESIÓN Y TIEMPO SOLICITADOS POR INTERVENTORÍA




EVIDENCIA **FINALIZACIÓN** DE PRUEBA CUMPLIENDO PARÁMETROS INICIALES.

283

**ANEXO 2**




EQUIPO DE MEDICIÓN




SERIAL MANOMETRO

Calle 58C SUR # 84C - 19
NIT: 901.207414-4
3115218487
hyrim60@gmail.com
Bogotá - Colombia

**FORMATO DE CAMPO**

| CONTROL DE PRUEBA HIDROSTATICA EN TUBERIAS DE ACUEDUCTO | | |
|---|---|---|
| Nombre del proyecto: TANQUE ZONA INDUSTRIAL IBAGUE 2023 | | |
| Fecha ejecución de la prueba: 05 DE ENERO 2024 | | |
| Localización: TUBERÍA REBOSE 12" VERTICAL | | Plano de diseño No. |
| Material: ACERO AL CARBON | Diámetro tubería (mm): 299.2 | Longitud tramo de tubería (m): 10.84 |
| Accesorios instalados (descripción): 1 codo, 2 niples | | |
| Tipo de unión: MECANICA | | No. de uniones: 3 |

| | |
|---|---|
| Abscisa: | A abscisa: |
| Abscisa: | |
| Abscisa: | |
| Abscisa: | |
| Abscisa: | |
| Abscisa: | |
| Abscisa: | |

| Volumen llenado($m^3$):0.76 | Tiempo de prueba (h): 2 | Escape permitido (L/h) 0.8842 |
|---|---|---|

| | Kpa | psi | | |
|---|---|---|---|---|
| Presión de servicio | | 60 | | |
| Presión de diseño | | 500 | | |
| Presión de prueba | | 110 | | |
| Presión punto más bajo | | | Abscisa: | Cota: |
| Presión punto más alto | | 110 | Abscisa: | Cota: |
| Presión puntos de registro | | | | |
| P. registro No.1 | | | Abscisa: | Cota: |
| P. registro No.2 | | | Abscisa: | Cota: |
| P. registro No.3 | | | Abscisa: | Cota: |
| P. registro No.4 | | | Abscisa: | Cota: |

| PRUEBA APROBADA | X | PRUEBA RECHAZADA | |
|---|---|---|---|
| Firma interventoría: | | Firma ingeniero residente: | |

Realizada: HENRY GUIO JIMENEZ
Contratista.

Calle 58C SUR # 84C - 19
NIT: 901.207414-4
3115218487
hyrim60@gmail.com
Bogotá - Colombia

# CERTIFICADO DE MEDICIÓN MANOMETRO

ROCHA Y LONDOÑO S.A.S.
Soluciones en Instrumentación Industrial

NIT 860 527 857 8

TEMPERATURA PRESIÓN HUMEDAD FLUJO REPUESTOS ACCESORIOS

| ROCHA Y LONDOÑO S.A.S. | FORMULARIO PARA INFORME DE COMPROBACIÓN METROLÓGICA PARA MANOMETROS | PROCESO: GESTIÓN DE MANTENIMIENTO |
|---|---|---|
| | | CÓDIGO: FOR-GMT-012 |
| | | VERSIÓN: 02 |
| | | Página: 1 de 1 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CONSECUTIVO: | 48473 | | | FECHA : | 15 | julio | 2023 |
| CLIENTE : | INGENIERIA Y MONTAJES HYR S.A.S. | | | | | | |
| CLASE: | ± 1,6 % Del Rango Completo | | SERIE: | 21090616 | | | |
| CONEXIÓN: | CV | 1/4" NPT | RANGO: | 0 | A | 300 | Psi |
| FABRICANTE: | RITHERM | | SUBDIVISION: | 5 Psi | | | |
| INSTRUMENTO: | MANOMETRO TIPO BOURDON | | DIAL: | 2 1/2" | | | |

| Indicación patrón | Indicación Instrumento | | Error | | Histèresis | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ascenso | Descenso | Ascenso | Descenso | Ascenso | Descenso |
| Psi | Psi | Psi | Psi | Psi | Psi | Psi |
| 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 50,0 | 50,0 | 48,0 | 0,0 | 2,0 | 0,0 | 2,0 |
| 100,0 | 100,0 | 98,0 | 0,0 | 2,0 | 0,0 | 2,0 |
| 150,0 | 149,0 | 150,0 | 1,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 |
| 200,0 | 199,5 | 200,0 | 0,5 | 0,0 | 0,5 | 0,0 |
| 250,0 | 250,5 | 250,0 | -0,5 | 0,0 | 0,5 | 0,0 |
| 300,0 | 301,0 | 301,0 | -1,0 | -1,0 | 1,0 | 1,0 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

PATRON DE MEDIDA DE TRABAJO

| CERTIFICADO N° | RANGO | CLASE | SERIE | ENTE CERTIFICADOR | FECHA DE CALIBRACION |
|---|---|---|---|---|---|
| 9104 | 0 A 500 PSI | ± 0,025% Del Rango Completo | 70642 | FLEXILATINA | 08/11/2022 |
| N/A | #N/D | #N/D | #N/D | #N/D | #N/D |

OBSERVACIONES
El metodo por comparacion se realiza en la ciudad de Bogota D.C. a una temperatura ambiente de: 20 °C +/- 3 °C
Concidiendo en todos los puntos anotados tanto ascendentes como descendentes
Los resultados contenidos en el presente informe corresponden al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.
Nuestra compañía no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos a los cuales se les hizo la verificación.

Cordialmente,

ROCHA Y LONDOÑO S.A.S.

SEBASTIAN JIMENEZ
JEFE DE TALLER

flexilatina
Ingeniería y Representaciones

ONAC ACREDITADO

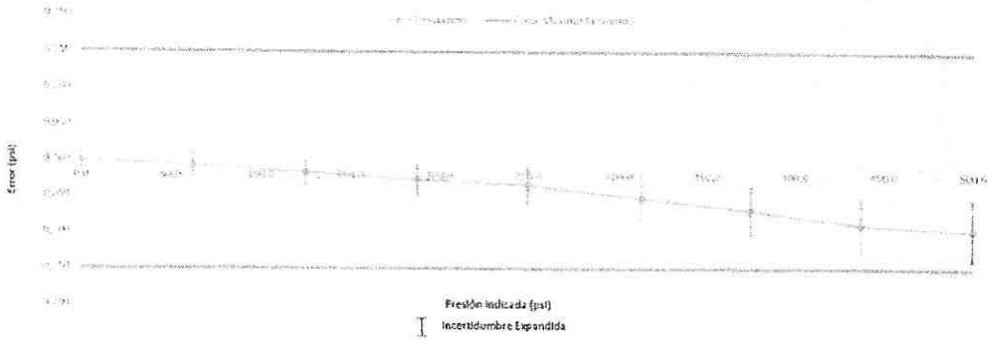
ISO/IEC 17025:2017
09-LAC-031

**FLEXILATINA DE COLOMBIA SAS**
**Laboratorio de presión**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No.** : **9104**
**RADICACIÓN No.** : **10894**
**LUGAR DE CALIBRACIÓN** : **LABORATORIO PERMANENTE**

**Tabla de cálculos de parámetros**

| Presión $P_{standard}$ | Valor promedio ($P_{lmw}$) $Mlw$ | Desviación $\Delta p$ $Mlw - P_{standard}$ | Desviación del cero $f_o$ | Repatibilidad $b'$ | Histéresis $h$ | Reproducibilidad $b$ | Factor de Cobertura $k$ | Incertidumbre expandida $U$ | Error máximo permitido (±) | Margen de variación $U' = \Delta p + U$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| psi | | | | | | | | | | |
| 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | N/A | 2,000 | 0,011 | 0,150 | 0,011 |
| 62,50 | 62,493 | -0,007 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | N/A | 2,000 | 0,016 | 0,150 | 0,023 |
| 125,00 | 124,983 | -0,017 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | N/A | 2,000 | 0,018 | 0,150 | 0,035 |
| 187,50 | 187,473 | -0,027 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | N/A | 2,000 | 0,021 | 0,150 | 0,048 |
| 250,00 | 249,965 | -0,035 | 0,000 | 0,010 | 0,020 | N/A | 2,000 | 0,026 | 0,150 | 0,061 |
| 312,50 | 312,448 | -0,052 | 0,000 | 0,010 | 0,025 | N/A | 2,000 | 0,031 | 0,150 | 0,083 |
| 375,00 | 374,930 | -0,070 | 0,000 | 0,010 | 0,010 | N/A | 2,000 | 0,033 | 0,150 | 0,103 |
| 437,50 | 437,410 | -0,090 | 0,000 | 0,010 | 0,010 | N/A | 2,000 | 0,038 | 0,150 | 0,128 |
| 500,00 | 499,903 | -0,097 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | N/A | 2,000 | 0,043 | 0,150 | 0,140 |




**Criterio de aceptación:** *El criterio de aceptación es ± 0,03% E. T., establecido por el cliente de acuerdo a sus necesidades de proceso.*

**Regla de decisión:**

La regla de decisión, es el Margen de Variación $U'$, que se compone de forma aditiva de la incertidumbre expandida $U$ (k = 2) y de la cantidad de la desviación sistemática ($\Delta p\ P_{lmd}$ - $Mlw$) (Numeral 9.1.2 D-R 8-1:2014 Calibración de instrumentos medidores de presión) que debe estar dentro del límite de especificación técnico establecido (**Error máximo permitido EMP**).

**Declaración de conformidad:**

El máximo porcentaje de error obtenido más su incertidumbre en esta calibración es: %Error = {($U'$) / rango} * 100 = **0,028%**

Teniendo en cuenta el criterio de aceptación, el instrumento objeto de calibración pasa la especificación técnica de acuerdo a los límites autorizados por el cliente según su requerimiento (±0.03% E. T.), con una incertidumbre expandida máxima de 0.043 psi.

El usuario es responsable de hacer las correcciones a las lecturas del instrumento.

**Incertidumbre de la medición:**

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicado por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

**Trazabilidad:**

Las mediciones resultantes de esta calibración son trazables metrológicamente al Sistema Internacional de Unidades (SI) a través del laboratorio de calibración de WIKA-ALEMANIA quien es miembro del Servicio de Calibración Alemán (Deutscher Kalibrierdienst - DKD) y ha sido acreditado por el organismo de acreditación alemán (Deutsche Akkreditierungsstelle - DAkkS) que forma parte del Acuerdo ILAC (Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios).

**Descargo de responsabilidad:**

El intervalo de calibración de la presente calibración fue establecido por el cliente. El porcentaje de error máximo permitido utilizado en la declaración de conformidad de la presente calibración fue establecido por el cliente.
Los resultados reportados en este certificado de calibración se relacionan solamente con el (los) ítem (s) sometido (s) a calibración. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso por escrito del laboratorio que lo emite. Los resultados obtenidos en el presente certificado, se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite, no se responsabiliza de los perjuicios que se deriven del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

**FECHA DE EMISIÓN:** **BOGOTÁ D. C., 2022-11-10**

ELABORÓ
**NOMBRE:** *Juan Camilo Bejarano Ramirez*
**CARGO:** *Metrólogo del Laboratorio*

REVISÓ Y APROBÓ
**NOMBRE:** *Jorge Eliecer Ferro Cotes*
**CARGO:** *Director del Laboratorio*
**FIRMA:**



**FIN DEL CERTIFICADO**

Av. Carrera 45 # 20a - 53 Bogotá - Colombia • PBX (57-1) 2693053
www.flexilatina.com • laboratorio@flexilatina.com

ISO/IEC 17025:2017
20-LAC-015

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
*Certificate of Calibration*

CALIBRADO

F-MET-002 / V.2
2021-05-03

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Certificado No:** *Certificate number* | **Plab-22-498** | **Laboratorio de presión** *Pressure laboratory* | |
| **Cliente:** *Customer* | ROCHA Y LONDOÑO SAS | | |
| **Dirección:** *Address* | Calle 17 No. 22 - 24 | **Ciudad:** *city* | Bogotá - Cundinamarca |
| **Instrumento:** *Instrument* | Manómetro Analógico | **Fabricante:** *Manufacturer* | ASHCROFT |
| **Modelo:** *Model* | Sin información | **Serie:** *Serial* | 453-1 |
| **Codigo interno:** *Internal code* | 3586 | **División de escala:** *Division on large scale* | 1 psi |
| **Rango de medición:** *Range of measurement* | (0 a 300) psi | **Resolución:** *Resolution* | 0,2 psi |
| **Conexión:** *Connection* | 1/2" NPT inferior | **Clase de exactitud:** *Accuracy class* | 0,25 % |
| **Fecha de calibración:** *Calibration Date* | 2022-09-13 | **Fecha de expedición del certificado:** | 2022-09-13 |
| **Fecha de recepción:** *Reception date* | 2022-09-05 | **Fluido de calibración:** *calibration fluid* | Agua |
| **Sitio de calibración:** *Calibration place* | LABORATORIO DE CALIBRACION POINTER | **Secuencia Calibración:** *Calibration Sequence* | B |
| **Diametro (vista frontal):** *Front view diameter* | 4,5 in | **Procedimiento de calibración:** *Calibration Procedure* | P-MET-001 Prestación de servicios de metrología |

**Método de calibración:**
La calibración se realizó por comparación directa de las indicaciones o valores de medición del instrumento bajo calibración con las lecturas o valores indicados por el patrón de referencia, basado en los lineamientos de la guía DKD-R 6-1:2014.
Los resultados presentados en este certificado se han reportado en las unidades de medida del instrumento calibrado; por tanto, para efectos de conversión de las unidades al Sistema Internacional de Unidades (SI), debe tenerse en cuenta que :

1 psi = 6895 Pa **Documento de referencia: NIST 811:2008**

**FIRMAS AUTORIZADAS**

**Aprobado por:**

*Líder de Metrología*



Pointer Instrument Services SAS. Nit. 830 080 201-7
Calle 73 Bis N ° 27ª - 10 Bogotá – Colombia. Teléfono (57)(1) 311 18 57/69
laboratorio@pointerinstrument.com

INGENIERIA Y MONTAJES HYR SAS

# INFORME PRUEBA PRESIÓN
# 12" TUBERIA REBOSE HORIZONTAL

DICIEMBRE 2023
IBAGUE
TANQUE ZONA INDUSTRIAL

Calle 58C SUR # 84C - 19
NIT: 901.207414-4
3115218487
hyrim60@gmail.com
Bogotá - Colombia

292

30 DE ENERO, 2024

Señores:
**CONSORCIO ZONA INDUSTRIAL**
Ciudad.

Ref: Informe de resultado pruebas hidrostáticas

**PRUEBA HIDROSTATICA DE: TANQUE IBAL-IBAGUE**

En el presente informe referente a *Prueba hidrostática* ejecutada en la ubicación CIUDAD IBAGUE a solicitud del cliente CONSORCIO ZONA INDUSTRIAL, al cual se le permite dejar a su disposición el informe de la prueba realizada el día 19 de ENERO año 2024.

Se procede la inspección visual de atraques y/o anclajes en posición adecuada y la verificación de rellenos en la tubería cumpliendo los parámetros básicos de seguridad preprueba. Se procede con la recolección de datos con el personal encargado del tramo (*Tabla 1*), posteriormente se instalan los equipos de bombeo y medición (*Anexo 1*), se verifican registros, puntos de captación de agua y el bombeo inicial con el fin de desairar la tubería. Este procedimiento se realiza de manera periódica hasta que la tubería expulse una cantidad considerable de agua, lo que garantiza la eliminación de excesos de aire. En continuidad se somete la tubería a la presión solicitada 110 PSI

| | |
|---|---|
| **Diámetro de la tubería:** | 12" |
| **Material** | ACERO AL CARBON |
| **Longitud de tubería** | 4.35. m |
| **No. De uniones** | 4 |
| **De abscisa:** | **A abscisa:** |

Tabla 1. Especificaciones de tubería sometida a prueba hidrostática, datos tomados en campo.

| | |
|---|---|
| **Volumen de llenado** | 0.31 $m^3$ |
| **Tiempo de prueba** | 120 min |
| **Presión de servicio** | 40 psi |
| **Presión de diseño** | 500 psi |
| **Presión de prueba** | 125 psi |
| **Presión de punto más bajo** | 0 psi |
| **Presión de punto más alto** | 0 psi |
| **Punto de registro No. 1** | N/A |
| **Punto de registro No. 2** | N/A |

Tabla 2. Registro de volumen llenado y lectura de prueba hidrostática, datos tomados en campo.

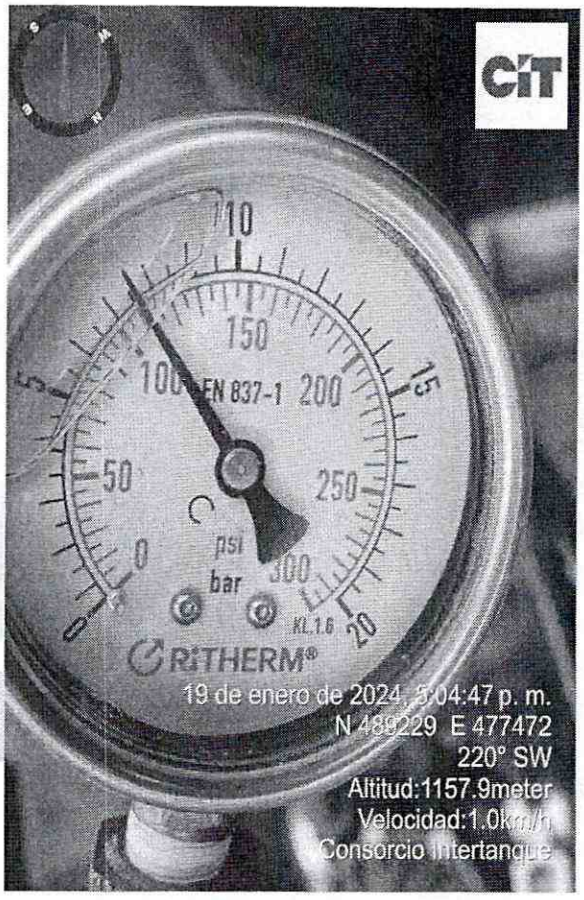
Calle 58C SUR # 84C - 19
NIT: 901.207414-4
3115218487
hyrim60@gmail.com
Bogotá - Colombia

Durante la prueba realizada a la tubería, no se evidenció ningún problema relacionado con fugas, desacoples, deformaciones, entre otros. Por lo tanto, la tubería **APROBÓ** la prueba hidrostática realizada.

**ANEXO 1, MANOMETROS**

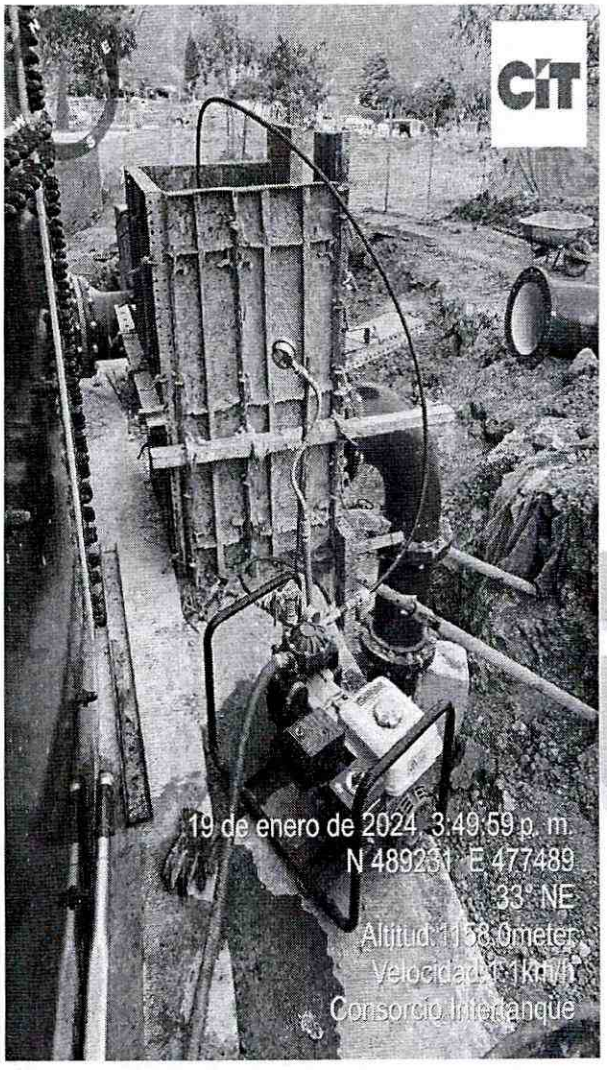



**INICIO** DE PRUEBA, CON PRESIÓN Y TIEMPO SOLICITADOS POR INTERVENTORÍA




EVIDENCIA **FINALIZACIÓN** DE PRUEBA CUMPLIENDO PARÁMETROS INICIALES.

**ANEXO 2**




EQUIPO DE MEDICIÓN




SERIAL MANOMETRO

# INGENIERÍA Y MONTAJES H&R S.A.S

CREDIBILIDAD, COMPROMISO Y CALIDAD

NIT 901.207.414 - 4

**FORMATO DE CAMPO**

| CONTROL DE PRUEBA HIDROSTATICA EN TUBERIAS DE ACUEDUCTO | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Nombre del proyecto: TANQUE ZONA INDUSTRIAL IBAGUE 2023 | | | | | |
| Fecha ejecución de la prueba: 19 DE ENERO 2024 | | | | | |
| Localización: TUBERIA DE REBOSE 12" HORIZONTAL | | | Plano de diseño No. | | |
| Material: ACERO AL CARBON | Diámetro tubería (mm): 299.2 | | Longitud tramo de tubería (m): 4.35 | | |
| Accesorios instalados (descripción): codos a 90° (3) 1 niple | | | | | |
| Tipo de unión: MECANICA | | | No. de uniones: 4 | | |
| | | | | | |
| Abscisa: | | | A abscisa: | | |
| Abscisa: | | | | | |
| Abscisa: | | | | | |
| Abscisa: | | | | | |
| Abscisa: | | | | | |
| Abscisa: | | | | | |
| Abscisa: | | | | | |
| | | | | | |
| Volumen llenado($m^3$): 0.31 | Tiempo de prueba (h): 2 | | Escape permitido (L/h) 0.5062 | | |
| | | | | | |
| | Kpa | psi | | | |
| Presión de servicio | | 40 | | | |
| Presión de diseño | | 500 | | | |
| Presión de prueba | | 125 | | | |
| Presión punto más bajo | | | Abscisa: | Cota: | |
| Presión punto más alto | | | Abscisa: | Cota: | |
| Presión puntos de registro | | | | | |
| P. registro No.1 | | | Abscisa: | Cota: | |
| P. registro No.2 | | | Abscisa: | Cota: | |
| P. registro No.3 | | | Abscisa: | Cota: | |
| P. registro No.4 | | | Abscisa: | Cota: | |

| PRUEBA APROBADA | X | PRUEBA RECHAZADA | |
|---|---|---|---|
| Firma interventoría: | | Firma ingeniero residente: | |

Realizada: HENRY GUIO JIMENEZ
Contratista.

Calle 58C SUR # 84C - 19
NIT: 901.207414-4
3115218487
hyrim60@gmail.com
Bogotá - Colombia

# CERTIFICADO DE MEDICIÓN MANOMETRO

ROCHA Y LONDOÑO S.A.S.
Soluciones en Instrumentación Industrial

NIT 860 527 857-8

TEMPERATURA PRESIÓN HUMEDAD FLUJO REPUESTOS ACCESORIOS

| ROCHA Y LONDOÑO S.A.S. | INFORME DE COMPROBACIÓN METROLÓGICA PARA MANOMETROS | FECHA DE APROBACIÓN: 02 Junio de 2017 |
|---|---|---|

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| CONSECUTIVO: | 47368 | | FECHA : | 30 enero | 2023 |
| CLIENTE : | INGENIERIA Y MONTAJES HYR S.A.S | | | | |
| CLASE: | ± 1,6 % Del Rango Completo | | SERIE: | 22075412 | |
| CONEXIÓN: | CV 1/4" NPT | | RANGO: | 0 A 300 | Psi |
| FABRICANTE: | RITHERM | | SUBDIVISION: | 5 Psi | |
| INSTRUMENTO: | MANOMETRO TIPO BOURDON | | DIAL: | 4 1/2 " | |

| Indicación patrón | Indicación Instrumento | | Error | | Histéresis | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ascenso | Descenso | Ascenso | Descenso | Ascenso | Descenso |
| Psi | Psi | Psi | Psi | Psi | Psi | Psi |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 50 | 51 | 50 | -1 | 0 | 1 | 0 |
| 100 | 100 | 98 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| 150 | 149 | 147 | 1 | 3 | 1 | 3 |
| 200 | 199 | 197 | 1 | 3 | 1 | 3 |
| 250 | 248 | 247 | 2 | 3 | 2 | 3 |
| 300 | 297 | 297 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

PATRON DE MEDIDA DE TRABAJO

| CERTIFICADO N° | RANGO | CLASE | SERIE | ENTE CERTIFICADOR | FECHA DE CALIBRACION |
|---|---|---|---|---|---|
| N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| PLAB-22-498 | 0 A 300 PSI | ± 0,25 % Del Rango Completo | 453-1 | POINTER | 13/09/2022 |

OBSERVACIONES
Se verifica a una temperatura ambiente 23 °C +/- 3 °C
Considerando en todos los puntos anotados tanto ascendentes como descendentes
Los resultados contenidos en el presente informe corresponden al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones
Nuestra compañía no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos a los cuales se les hizo la verificación

Cordialmente,

SEBASTIÁN JIMÉNEZ
JEFE DE TALLER

ISO/IEC 17025:2017
20-LAC-015

CALIBRADO

F-MET-002 / V.2
2021-05-03

# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
*Certificate of Calibration*

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Certificado No:** *Certificate number* | Plab-22-498 | **Laboratorio de presión** *Pressure laboratory* | |
| **Cliente:** *Customer* | ROCHA Y LONDOÑO SAS | | |
| **Dirección:** *Address* | Calle 17 No. 22 - 24 | **Ciudad:** *city* | Bogotá - Cundinamarca |
| **Instrumento:** *Instrument* | Manómetro Analógico | **Fabricante:** *Manufacturer* | ASHCROFT |
| **Modelo:** *Model* | Sin información | **Serie:** *Serial* | 453-1 |
| **Codigo interno:** *Internal code* | 3586 | **División de escala:** *Division on large scale* | 1 psi |
| **Rango de medición:** *Range of measurement* | (0 a 300) psi | **Resolución:** *Resolution* | 0,2 psi |
| **Conexión:** *Connection* | 1/2" NPT Inferior | **Clase de exactitud:** *Accuracy class* | 0,25 % |
| **Fecha de calibración:** *Calibration Date* | 2022-09-13 | **Fecha de expedición del certificado:** | 2022-09-13 |
| **Fecha de recepción:** *Reception date* | 2022-09-05 | **Fluido de calibración:** *calibration fluid* | Agua |
| **Sitio de calibración:** *Calibration place* | LABORATORIO DE CALIBRACION POINTER | **Secuencia Calibración:** *Calibration Sequence* | B |
| **Diametro (vista frontal):** *Front view diameter* | 4,5 in | **Procedimiento de calibración:** *Calibration Procedure* | P-MET-001 Prestación de servicios de metrología |

**Método de calibración:**
La calibración se realizó por comparación directa de las indicaciones o valores de medición del instrumento bajo calibración con las lecturas o valores indicados por el patrón de referencia, basado en los lineamientos de la guía DKD-R 6-1:2014.
Los resultados presentados en este certificado se han reportado en las unidades de medida del instrumento calibrado; por tanto, para efectos de conversión de las unidades al Sistema Internacional de Unidades (SI), debe tenerse en cuenta que :

1 psi = 6895 Pa **Documento de referencia: NIST 811:2008**

**FIRMAS AUTORIZADAS**

**Aprobado por:**

*Lider de Metrologia*



Pointer Instrument Services SAS. Nit. 830 080 201-7
Calle 73 Bis N ° 27ª - 10 Bogotá – Colombia. Teléfono (57)(1) 311 18 57/69
laboratorio@pointerinstrument.com

flexilatina
Ingeniería y Representaciones

ONAC ACREDITADO

ilac-MRA

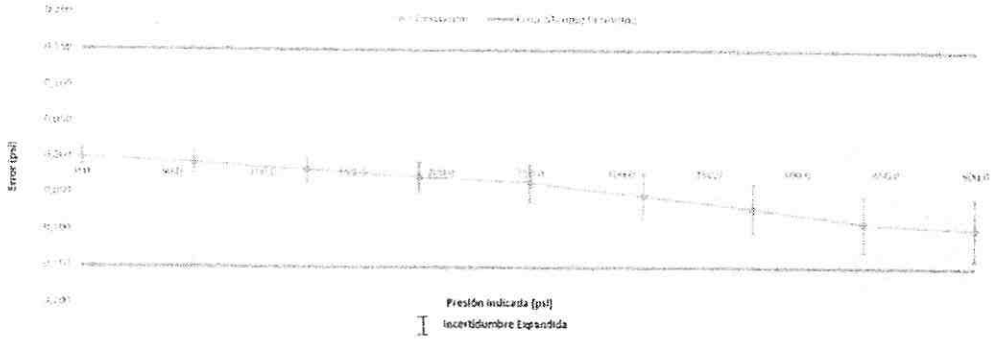
**FLEXILATINA DE COLOMBIA SAS**
**Laboratorio de presión**

ISO/IEC 17025:2017
09-LAC-031

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No.** : **9104**
**RADICACIÓN No.** : **10894**
**LUGAR DE CALIBRACIÓN** : **LABORATORIO PERMANENTE**

**Tabla de cálculos de parámetros**

| Presión $P_{standard}$ | Valor promedio $(P_{ind})$ $Miw$ | Desviación $\Delta p$ $Miw - P_{standard}$ | Desviación del cero $f_o$ | Repetibilidad $b'$ | Histéresis $h$ | Reproducibilidad $b$ | Factor de Cobertura $k$ | Incertidumbre expandida $U$ | Error máximo permitido ( ± ) | Margen de variación $U'$ $= \Delta p + U$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| psi | | | | | | | | | | |
| 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | N/A | 2,000 | 0,011 | 0,150 | 0,011 |
| 62,50 | 62,493 | -0,007 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | N/A | 2,000 | 0,016 | 0,150 | 0,023 |
| 125,00 | 124,983 | -0,017 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | N/A | 2,000 | 0,018 | 0,150 | 0,035 |
| 187,50 | 187,473 | -0,027 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | N/A | 2,000 | 0,021 | 0,150 | 0,048 |
| 250,00 | 249,965 | -0,035 | 0,000 | 0,010 | 0,020 | N/A | 2,000 | 0,026 | 0,150 | 0,061 |
| 312,50 | 312,448 | -0,052 | 0,000 | 0,010 | 0,025 | N/A | 2,000 | 0,031 | 0,150 | 0,083 |
| 375,00 | 374,930 | -0,070 | 0,000 | 0,010 | 0,010 | N/A | 2,000 | 0,033 | 0,150 | 0,103 |
| 437,50 | 437,410 | -0,090 | 0,000 | 0,010 | 0,010 | N/A | 2,000 | 0,038 | 0,150 | 0,128 |
| 500,00 | 499,903 | -0,097 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | N/A | 2,000 | 0,043 | 0,150 | 0,140 |




**Criterio de aceptación:** *El criterio de aceptación es ± 0,03% E. T., establecido por el cliente de acuerdo a sus necesidades de proceso.*

**Regla de decisión:**

La regla de decisión, es el Margen de Variación $U'$, que se compone de forma aditiva de la incertidumbre expandida $U$ (k = 2) y de la cantidad de la desviación sistemática $(\Delta p\ P_{ind} - Miw)$ (Numeral 9.1.2 CEA-4/17 CEA-R 6-1:2014 Calibración de instrumentos medidores de presión) que debe estar dentro del límite de especificación técnico establecido **(Error máximo permitido EMP).**

**Declaración de conformidad:**

El máximo porcentaje de error obtenido más su incertidumbre en esta calibración es: **%Error = [($U'$) / rango] * 100 = 0,028%**

Teniendo en cuenta el criterio de aceptación, el instrumento objeto de calibración pasa la especificación técnica de acuerdo a los límites autorizados por el cliente según su requerimiento (±0,03% E. T.), con una incertidumbre expandida máxima de 0,043 psi.

El usuario es responsable de hacer las correcciones a las lecturas del instrumento.

**Incertidumbre de la medición:**

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

**Trazabilidad:**

Las mediciones resultantes de esta calibración son trazables metrológicamente al Sistema Internacional de Unidades (SI) a través del laboratorio de calibración de WIKA-ALEMANIA quien es miembro del Servicio de Calibración Alemán (Deutscher Kalibrierdienst - DKD) y ha sido acreditado por el organismo de acreditación alemán (Deutsche Akkreditierungsstelle - DAkkS) que forma parte del Acuerdo ILAC (Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios).

**Descargo de responsabilidad:**

El intervalo de calibración de la presente calibración fue establecido por el cliente. El porcentaje de error máximo permitido utilizado en la declaración de conformidad de la presente calibración fue establecido por el cliente.
Los resultados reportados en este certificado de calibración se relacionan solamente con el (los) ítem (s) sometido (s) a calibración. Éste certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso por escrito del laboratorio que lo emite. Los resultados obtenidos en el presente certificado, se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite, no se responsabiliza de los prejuicios que se deriven del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

**FECHA DE EMISIÓN:** **BOGOTÁ D. C., 2022-11-10**

ELABORÓ
**NOMBRE:** *Juan Camilo Bejarano Ramirez*
**CARGO:** *Metrólogo del Laboratorio*

REVISÓ Y APROBÓ
**NOMBRE:** *Jorge Ellecer Ferro Cotes*
**CARGO:** *Director del Laboratorio*
**FIRMA:**



**FIN DEL CERTIFICADO**

Av. Carrera 40 # 20a - 53 Bogotá - Colombia • PBX (57-1) 2656950
www.flexilatina.com • laboratorio@flexilatina.com

INGENIERIA Y MONTAJES HYR SAS

# INFORME PRUEBA PRESIÓN
# 20" TUBERIA ENTRADA TANQUE FISCALIA

DICIEMBRE 2023
IBAGUE
TANQUE ZONA INDUSTRIAL

Calle 58C SUR # 84C - 19
NIT: 901.207414-4
3115218487
hyrim60@gmail.com
Bogotá - Colombia

30

30 DE ENERO, 2024

Señores:
**CONSORCIO ZONA INDUSTRIAL**
Ciudad.

Ref: Informe de resultado pruebas hidrostáticas

**PRUEBA HIDROSTATICA DE: TANQUE IBAL-IBAGUE**

En el presente informe referente a *Prueba hidrostática* ejecutada en la ubicación CIUDAD IBAGUE a solicitud del cliente CONSORCIO ZONA INDUSTRIAL, al cual se le permite dejar a su disposición el informe de la prueba realizada el día 23 de ENERO año 2024.

Se procede la inspección visual de atraques y/o anclajes en posición adecuada y la verificación de rellenos en la tubería cumpliendo los parámetros básicos de seguridad preprueba. Se procede con la recolección de datos con el personal encargado del tramo (*Tabla 1*), posteriormente se instalan los equipos de bombeo y medición (*Anexo 1*), se verifican registros, puntos de captación de agua y el bombeo inicial con el fin de desairar la tubería. Este procedimiento se realiza de manera periódica hasta que la tubería expulse una cantidad considerable de agua, lo que garantiza la eliminación de excesos de aire. En continuidad se somete la tubería a la presión solicitada 110 PSI

| | |
|---|---|
| **Diámetro de la tubería:** | 20" |
| **Material** | ACERO AL CARBON |
| **Longitud de tubería** | 16.17. m |
| **No. De uniones** | 15 |
| **De abscisa:** | **A abscisa:** |

Tabla 1. Especificaciones de tubería sometida a prueba hidrostática, datos tomados en campo.

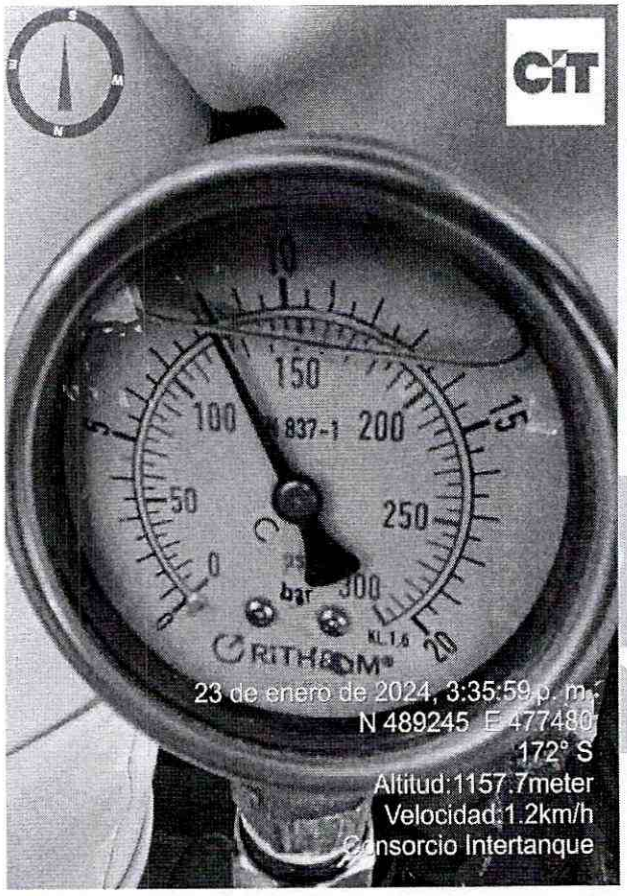
| | |
|---|---|
| **Volumen de llenado** | 3.39 $m^3$ |
| **Tiempo de prueba** | 120 min |
| **Presión de servicio** | 40 psi |
| **Presión de diseño** | 500 psi |
| **Presión de prueba** | 125 psi |
| **Presión de punto más bajo** | 0 psi |
| **Presión de punto más alto** | 0 psi |
| **Punto de registro No. 1** | N/A |
| **Punto de registro No. 2** | N/A |

Tabla 2. Registro de volumen llenado y lectura de prueba hidrostática, datos tomados en campo.

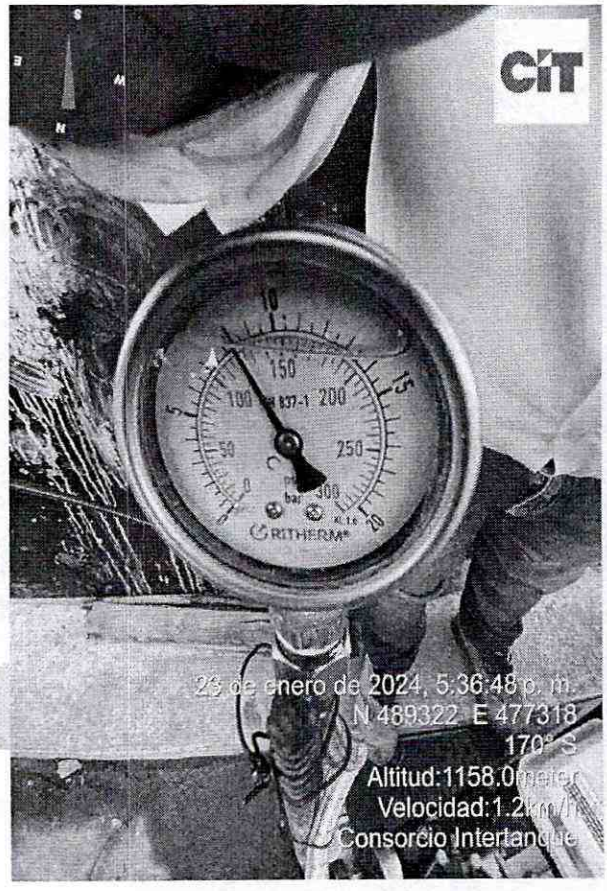
Calle 58C SUR # 84C - 19
NIT: 901.207414-4
3115218487
hyrim60@gmail.com
Bogotá - Colombia

Durante la prueba realizada a la tubería, no se evidenció ningún problema relacionado con fugas, desacoples, deformaciones, entre otros. Por lo tanto, la tubería **APROBÓ** la prueba hidrostática realizada.

**ANEXO 1, MANOMETROS**

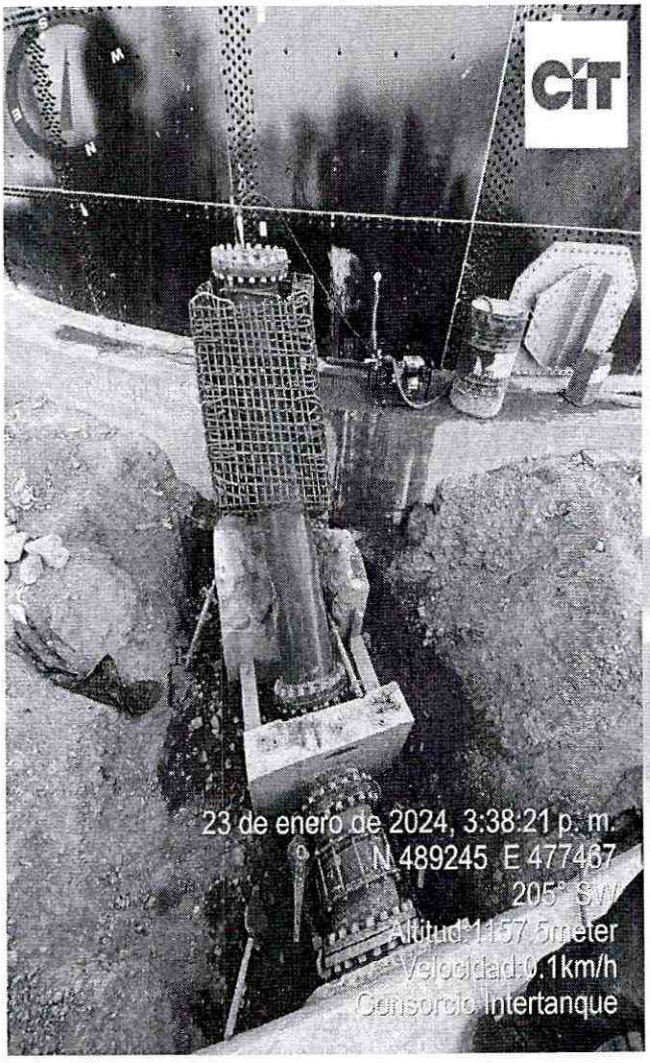



**INICIO** DE PRUEBA, CON PRESIÓN Y TIEMPO SOLICITADOS POR INTERVENTORÍA

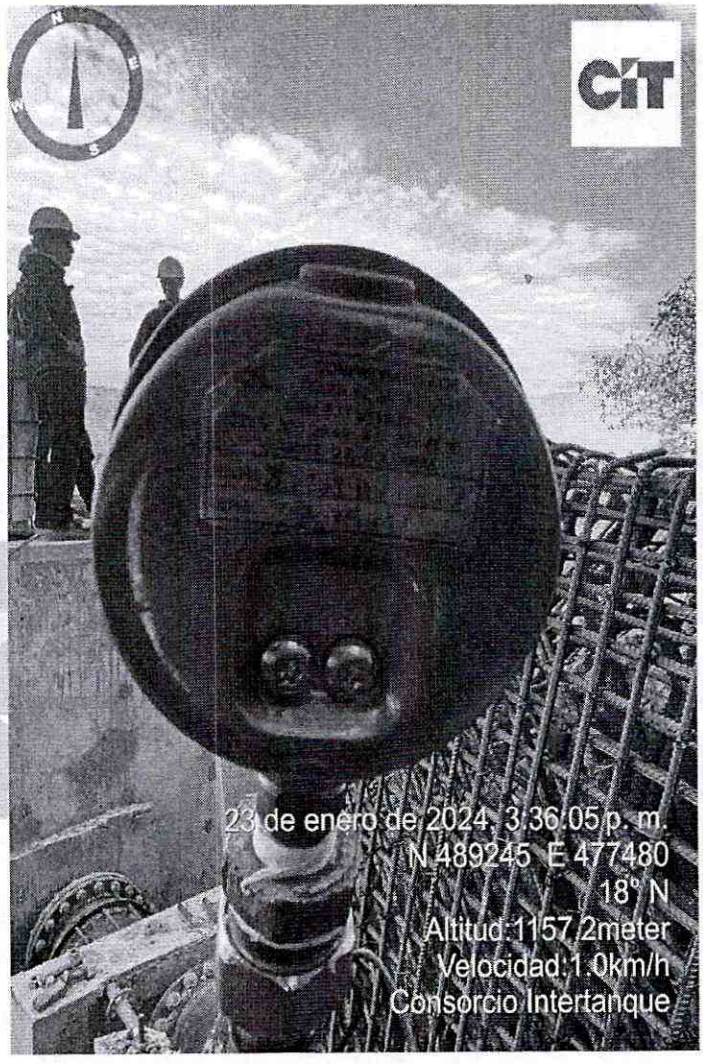



EVIDENCIA **FINALIZACIÓN** DE PRUEBA CUMPLIENDO PARÁMETROS INICIALES.

**ANEXO 2**




EQUIPO DE MEDICIÓN




SERIAL MANOMETRO

Calle 58C SUR # 84C - 19
NIT: 901.207414-4
3115218487
hyrim60@gmail.com
Bogotá - Colombia

**INGENIERÍA Y MONTAJES**

# INGENIERÍA Y MONTAJES H&R S.A.S

CREDIBILIDAD, COMPROMISO Y CALIDAD

NIT 901.207.414 - 4

**FORMATO DE CAMPO**

| CONTROL DE PRUEBA HIDROSTATICA EN TUBERIAS DE ACUEDUCTO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Nombre del proyecto: TANQUE ZONA INDUSTRIAL IBAGUE 2023 | | | | |
| Fecha ejecución de la prueba: 23 DE ENERO 2024 | | | | |
| Localización: TUBERIA ENTRADA TANQUE FISCALIA 20" | | Plano de diseño No. | | |
| Material: ACERO AL CARBON | Diámetro tubería (mm): 508.9 | | Longitud tramo de tubería (m): 16.17 | |
| Accesorios instalados (descripción): 2 unión desmontaje, 3 válvulas, filtro, regulador de ventosa, 4 codos, 2 yee, 1 union dresser. | | | | |
| Tipo de unión: MECANICA | | No. de uniones: 15 | | |
| | | | | |
| Abscisa: | | A abscisa: | | |
| Abscisa: | | | | |
| Abscisa: | | | | |
| Abscisa: | | | | |
| Abscisa: | | | | |
| Abscisa: | | | | |
| Abscisa: | | | | |
| | | | | |
| Volumen llenado($m^3$):3.39 | Tiempo de prueba (h): 2 | | Escape permitido (L/h) 1.5062 | |
| | | | | |
| | Kpa | psi | | |
| Presión de servicio | | 40 | | |
| Presión de diseño | | 500 | | |
| Presión de prueba | | 125 | | |
| Presión punto más bajo | | | Abscisa: | Cota: |
| Presión punto más alto | | | Abscisa: | Cota: |
| Presión puntos de registro | | | | |
| P. registro No.1 | | | Abscisa: | Cota: |
| P. registro No.2 | | | Abscisa: | Cota: |
| P. registro No.3 | | | Abscisa: | Cota: |
| P. registro No.4 | | | Abscisa: | Cota: |

| PRUEBA APROBADA | X | PRUEBA RECHAZADA | |
|---|---|---|---|
| Firma interventoría: | | Firma ingeniero residente: | |

Realizada: HENRY GUIO JIMENEZ
Contratista.

Calle 58C SUR # 84C - 19
NIT: 901.207414-4
3115218487
hyrim60@gmail.com
Bogotá - Colombia

# CERTIFICADO DE MEDICIÓN MANOMETRO

ROCHA Y LONDOÑO S.A.S.
Soluciones en Instrumentación Industrial
NIT 800 527 657-8
TEMPERATURA PRESIÓN HUMEDAD FLUJO REPUESTOS ACCESORIOS

| ROCHA Y LONDOÑO S.A.S. Soluciones en Instrumentación Industrial | INFORME DE COMPROBACIÓN METROLÓGICA PARA MANOMETROS | FECHA DE APROBACIÓN: 02 Junio de 2017 |
|---|---|---|

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| CONSECUTIVO: | 47368 | | FECHA : | 30 enero | 2023 |
| CLIENTE : | INGENIERIA Y MONTAJES HYR S.A.S | | | | |
| CLASE: | ± 1,6 % Del Rango Completo | SERIE: | 22075412 | | |
| CONEXIÓN: | CV 1/4" NPT | RANGO: | 0 A 300 Psi | | |
| FABRICANTE: | RITHERM | SUBDIVISION: | 5 Psi | | |
| INSTRUMENTO: | MANOMETRO TIPO BOURDON | DIAL: | 4 1/2 " | | |

| Indicación patrón | Indicación Instrumento | | Error | | Histéresis | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ascenso | Descenso | Ascenso | Descenso | Ascenso | Descenso |
| Psi | Psi | Psi | Psi | Psi | Psi | Psi |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 50 | 51 | 50 | -1 | 0 | 1 | 0 |
| 100 | 100 | 98 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| 150 | 149 | 147 | 1 | 3 | 1 | 3 |
| 200 | 199 | 197 | 1 | 3 | 1 | 3 |
| 250 | 248 | 247 | 2 | 3 | 2 | 3 |
| 300 | 297 | 297 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

PATRON DE MEDIDA DE TRABAJO

| CERTIFICADO Nº | RANGO | CLASE | SERIE | ENTE CERTIFICADOR | FECHA DE CALIBRACION |
|---|---|---|---|---|---|
| N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| PLAB-22-498 | 0 A 300 PSI | ± 0,25 % Del Rango Completo | 453-1 | POINTER | 13/09/2022 |

OBSERVACIONES
Se verifica a una temperatura ambiente 23 °C +/- 3 °C
Coincidiendo en todos los puntos anotados tanto ascendentes como descendentes
Los resultados contenidos en el presente informe corresponden al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones
Nuestra compañía no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos a los cuales se les hizo la verificación

Cordialmente,

SEBASTIAN JIMENEZ
JEFE DE TALLER

ISO/IEC 17025:2017
20-LAC-015

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
*Certificate of Calibration*

CALIBRADO

F-MET-002 / V.2
2021-05-03

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Certificado No:** *Certificate number* | **Plab-22-498** | **Laboratorio de presión** *Pressure laboratory* | |
| **Cliente:** *Customer* | ROCHA Y LONDOÑO SAS | | |
| **Dirección:** *Address* | Calle 17 No. 22 - 24 | **Ciudad:** *city* | Bogotá - Cundinamarca |
| **Instrumento:** *Instrument* | Manómetro Analógico | **Fabricante:** *Manufacturer* | ASHCROFT |
| **Modelo:** *Model* | Sin información | **Serie:** *Serial* | 453-1 |
| **Codigo interno:** *Internal code* | 3586 | **División de escala:** *Division on large scale* | 1 psi |
| **Rango de medición:** *Range of measurement* | (0 a 300) psi | **Resolución:** *Resolution* | 0,2 psi |
| **Conexión:** *Connection* | 1/2" NPT Inferior | **Clase de exactitud:** *Accuracy class* | 0,25 % |
| **Fecha de calibración:** *Calibration Date* | 2022-09-13 | **Fecha de expedición del certificado:** | 2022-09-13 |
| **Fecha de recepción:** *Reception date* | 2022-09-05 | **Fluido de calibración:** *calibration fluid* | Agua |
| **Sitio de calibración:** *Calibration place* | LABORATORIO DE CALIBRACION POINTER | **Secuencia Calibración:** *Calibration Sequence* | B |
| **Diametro (vista frontal):** *Front view diameter* | 4,5 in | **Procedimiento de calibración:** *Calibration Procedure* | P-MET-001 Prestación de servicios de metrología |

**Método de calibración:**
La calibración se realizó por comparación directa de las indicaciones o valores de medición del instrumento bajo calibración con las lecturas o valores indicados por el patrón de referencia, basado en los lineamientos de la guía DKD-R 6-1:2014.
Los resultados presentados en este certificado se han reportado en las unidades de medida del instrumento calibrado; por tanto, para efectos de conversión de las unidades al Sistema Internacional de Unidades (SI), debe tenerse en cuenta que :

1 psi = 6895 Pa **Documento de referencia: NIST 811:2008**

**FIRMAS AUTORIZADAS**

**Aprobado por:**

*Líder de Metrología*



Pointer Instrument Services SAS. Nit. 830 080 201-7
Calle 73 Bis N ° 27ª - 10 Bogotá – Colombia. Teléfono (57)(1) 311 18 57/69
laboratorio@pointerinstrument.com

flexilatina Ingeniería y Representaciones

ONAC ACREDITADO

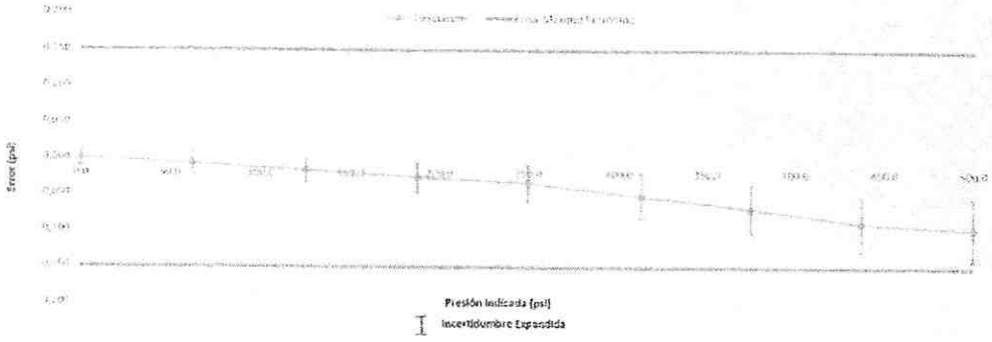
ISO/IEC 17025:2017
09-LAC-031

**FLEXILATINA DE COLOMBIA SAS**
**Laboratorio de presión**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No.** : **9104**
**RADICACIÓN No.** : **10894**
**LUGAR DE CALIBRACIÓN** : **LABORATORIO PERMANENTE**

**Tabla de cálculos de parámetros**

| Presión $P_{estandar}$ | Valor promedio ($P_{ind}$) Mlw | Desviación $\Delta p$ Mlw - $P_{estandard}$ | Desviación del cero $f_0$ | Repetibilidad b' | Histéresis h | Reproducibilidad b | Factor de Cobertura k | Incertidumbre expandida U | Error máximo permitido (±) | Margen de variación U' = Δp + U |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| psi | | | | | | | | | | |
| 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | N/A | 2,000 | 0,011 | 0,150 | 0,011 |
| 62,50 | 62,493 | -0,007 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | N/A | 2,000 | 0,016 | 0,150 | 0,023 |
| 125,00 | 124,983 | -0,017 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | N/A | 2,000 | 0,018 | 0,150 | 0,035 |
| 187,50 | 187,473 | -0,027 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | N/A | 2,000 | 0,021 | 0,150 | 0,048 |
| 250,00 | 249,965 | -0,035 | 0,000 | 0,010 | 0,020 | N/A | 2,000 | 0,026 | 0,150 | 0,061 |
| 312,50 | 312,448 | -0,052 | 0,000 | 0,010 | 0,025 | N/A | 2,000 | 0,031 | 0,150 | 0,083 |
| 375,00 | 374,930 | -0,070 | 0,000 | 0,010 | 0,010 | N/A | 2,000 | 0,033 | 0,150 | 0,103 |
| 437,50 | 437,410 | -0,090 | 0,000 | 0,010 | 0,010 | N/A | 2,000 | 0,038 | 0,150 | 0,128 |
| 500,00 | 499,903 | -0,097 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | N/A | 2,000 | 0,043 | 0,150 | 0,140 |




**Criterio de aceptación:** *El criterio de aceptación es ± 0,03% E. T., establecido por el cliente de acuerdo a sus necesidades de proceso.*

**Regla de decisión:**

La regla de decisión, es el Margen de Variación *U'*, que se compone de forma aditiva de la Incertidumbre expandida *U* (k = 2) y de la cantidad de la desviación sistemática ***(Δp $P_{ind}$ - Mlw)*** (Numeral 9.1.2 CEA-4.2-R 6-1:2014 Calibración de instrumentos medidores de presión) que debe estar dentro del límite de especificación técnico establecido **(Error máximo permitido EMP).**

**Declaración de conformidad:**

El máximo porcentaje de error obtenido más su incertidumbre en esta calibración es: **%Error = [(*U'*) / rango] * 100 =** **0,028%**

Teniendo en cuenta el criterio de aceptación, el instrumento objeto de calibración pasa la especificación técnica de acuerdo a los límites autorizados por el cliente según su requerimiento (±0,03% E. T.), con una incertidumbre expandida máxima de 0,043 psi.

El usuario es responsable de hacer las correcciones a las lecturas del instrumento.

**Incertidumbre de la medición:**

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

**Trazabilidad:**

Las mediciones resultantes de esta calibración son trazables metrológicamente al Sistema Internacional de Unidades (SI) a través del laboratorio de calibración de WIKA-ALEMANIA quien es miembro del Servicio de Calibración Alemán (Deutscher Kalibrierdienst - DKD) y ha sido acreditado por el organismo de acreditación alemán (Deutsche Akkreditierungsstelle - DAkkS) que forma parte del Acuerdo ILAC (Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios).

**Descargo de responsabilidad:**

El intervalo de calibración de la presente calibración fue establecido por el cliente. El porcentaje de error máximo permitido utilizado en la declaración de conformidad de la presente calibración fue establecido por el cliente.
Los resultados reportados en este certificado de calibración se relacionan solamente con el (los) ítem (s) sometido (s) a calibración. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso por escrito del laboratorio que lo emite. Los resultados obtenidos en el presente certificado, se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite, no se responsabiliza de los prejuicios que se deriven del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

**FECHA DE EMISIÓN:** **BOGOTÁ D. C.,** **2022-11-10**

ELABORÓ
**NOMBRE:** *Juan Camilo Bejarano Ramirez*
**CARGO:** *Metrólogo del Laboratorio*

REVISÓ Y APROBÓ
**NOMBRE:** *Jorge Ellecer Ferro Cotes*
**CARGO:** *Director del Laboratorio*
**FIRMA:**



**FIN DEL CERTIFICADO**

Av. Carrera 40 # 20a - 53 Bogotá - Colombia • PBX (57-1) 2656850
www.flexilatina.com • laboratorio@flexilatina.com

388

INGENIERIA Y MONTAJES HYR SAS

# INFORME PRUEBA PRESIÓN
# 20" REBOSE VERTICAL

DICIEMBRE 2023
IBAGUE
TANQUE ZONA INDUSTRIAL

Calle 58C SUR # 84C - 19
NIT: 901.207414-4
3115218487
hyrim60@gmail.com
Bogotá - Colombia

305

30 DE ENERO, 2024

Señores:
**CONSORCIO ZONA INDUSTRIAL**
Ciudad.

Ref: Informe de resultado pruebas hidrostáticas

**PRUEBA HIDROSTATICA DE: TANQUE IBAL-IBAGUE**

En el presente informe referente a *Prueba hidrostática* ejecutada en la ubicación CIUDAD IBAGUE a solicitud del cliente CONSORCIO ZONA INDUSTRIAL, al cual se le permite dejar a su disposición el informe de la prueba realizada el día 05 de ENERO año 2024.

Se procede la inspección visual de atraques y/o anclajes en posición adecuada y la verificación de rellenos en la tubería cumpliendo los parámetros básicos de seguridad preprueba. Se procede con la recolección de datos con el personal encargado del tramo (*Tabla 1*), posteriormente se instalan los equipos de bombeo y medición (*Anexo 1*), se verifican registros, puntos de captación de agua y el bombeo inicial con el fin de desairar la tubería. Este procedimiento se realiza de manera periódica hasta que la tubería expulse una cantidad considerable de agua, lo que garantiza la eliminación de excesos de aire. En continuidad se somete la tubería a la presión solicitada 110 PSI

| | |
|---|---|
| **Diámetro de la tubería:** | 20" |
| **Material** | ACERO AL CARBON |
| **Longitud de tubería** | 11.63. m |
| **No. De uniones** | 3 |
| **De abscisa:** | **A abscisa:** |

Tabla 1. Especificaciones de tubería sometida a prueba hidrostática, datos tomados en campo.

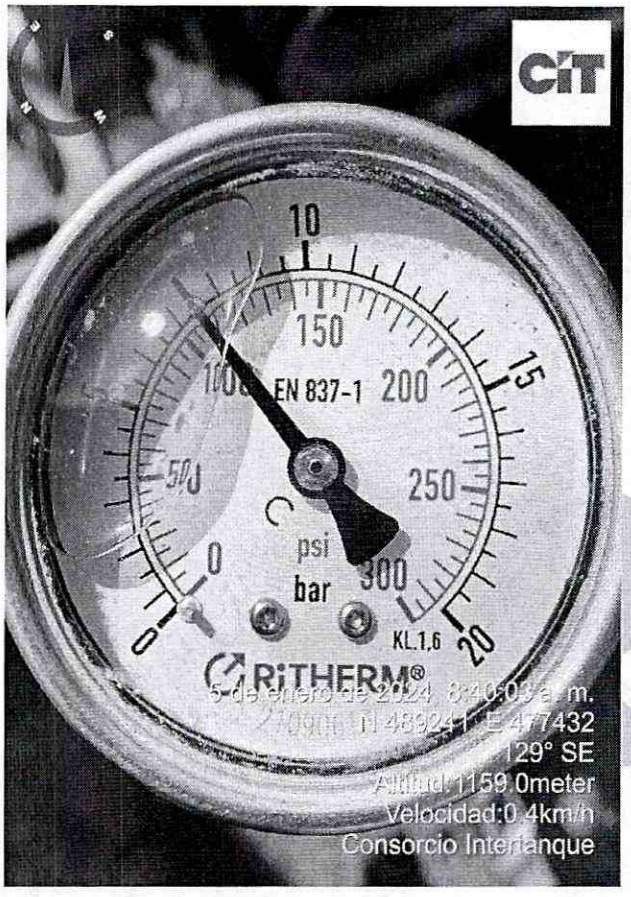
| | |
|---|---|
| **Volumen de llenado** | 2.37 $m^3$ |
| **Tiempo de prueba** | 120 min |
| **Presión de servicio** | 60 psi |
| **Presión de diseño** | 500 psi |
| **Presión de prueba** | 110 psi |
| **Presión de punto más bajo** | 0 psi |
| **Presión de punto más alto** | 0 psi |
| **Punto de registro No. 1** | N/A |
| **Punto de registro No. 2** | N/A |

Tabla 2. Registro de volumen llenado y lectura de prueba hidrostática, datos tomados en campo.

Calle 58C SUR # 84C - 19
NIT: 901.207414-4
3115218487
hyrim60@gmail.com
Bogotá - Colombia

Durante la prueba realizada a la tubería, no se evidenció ningún problema relacionado con fugas, desacoples, deformaciones, entre otros. Por lo tanto, la tubería **APROBÓ** la prueba hidrostática realizada.

**ANEXO 1, MANOMETROS**




**INICIO** DE PRUEBA, CON PRESIÓN Y TIEMPO SOLICITADOS POR INTERVENTORÍA




EVIDENCIA **FINALIZACIÓN** DE PRUEBA CUMPLIENDO PARÁMETROS INICIALES.

Calle 58C SUR # 84C - 19
NIT: 901.207414-4
3115218487
hyrim60@gmail.com
Bogotá - Colombia

311

**ANEXO 2**




EQUIPO DE MEDICIÓN




SERIAL MANOMETRO

Calle 58C SUR # 84C - 19
NIT: 901.207414-4
3115218487
hyrim60@gmail.com
Bogotá - Colombia

**FORMATO DE CAMPO**

| CONTROL DE PRUEBA HIDROSTATICA EN TUBERIAS DE ACUEDUCTO | | |
|---|---|---|
| Nombre del proyecto: TANQUE ZONA INDUSTRIAL IBAGUE 2023 | | |
| Fecha ejecución de la prueba: 05 DE ENERO 2024 | | |
| Localización: TUBERÍA REBOSE 20" VERTICAL | Plano de diseño No. | |
| Material: ACERO AL CARBON | Diámetro tubería (mm): 508.9 | Longitud tramo de tubería (m): 11.63 |
| Accesorios instalados (descripción):1 codo, 2 niples. | | |
| Tipo de unión: MECANICA | No. de uniones: 3 | |
| | | |
| Abscisa: | A abscisa: | |
| Abscisa: | | |
| Abscisa: | | |
| Abscisa: | | |
| Abscisa: | | |
| Abscisa: | | |
| Abscisa: | | |

| Volumen llenado($m^3$):2.37 | Tiempo de prueba (h): 2 | Escape permitido (L/h) 1.5039 |
|---|---|---|

| | Kpa | psi | | |
|---|---|---|---|---|
| Presión de servicio | | 60 | | |
| Presión de diseño | | 500 | | |
| Presión de prueba | | 110 | | |
| Presión punto más bajo | | | Abscisa: | Cota: |
| Presión punto más alto | | 110 | Abscisa: | Cota: |
| Presión puntos de registro | | | | |
| P. registro No.1 | | | Abscisa: | Cota: |
| P. registro No.2 | | | Abscisa: | Cota: |
| P. registro No.3 | | | Abscisa: | Cota: |
| P. registro No.4 | | | Abscisa: | Cota: |

| PRUEBA APROBADA | X | PRUEBA RECHAZADA | |
|---|---|---|---|
| Firma interventoría: | | Firma ingeniero residente: | |

Realizada: HENRY GUIO JIMENEZ
Contratista.

Calle 58C SUR # 84C - 19
NIT: 901.207414-4
3115218487
hyrim60@gmail.com
Bogotá - Colombia

# CERTIFICADO DE MEDICIÓN MANOMETRO

313

ROCHA Y LONDOÑO S.A.S.
Soluciones en Instrumentación Industrial

NIT 860 527 857 6

TEMPERATURA PRESIÓN HUMEDAD FLUJO REPUESTOS ACCESORIOS

| ROCHA Y LONDOÑO S.A.S. | FORMULARIO PARA INFORME DE COMPROBACIÓN METROLÓGICA PARA MANOMETROS | PROCESO: GESTIÓN DE MANTENIMIENTO |
|---|---|---|
| | | CÓDIGO: FOR-GMT-012 |
| | | VERSIÓN: 03 |
| | | Página: 1 de 1 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| CONSECUTIVO: | 48473 | | FECHA : | 15 julio | 2023 |
| CLIENTE : | INGENIERIA Y MONTAJES HYR S.A.S | | | | |
| CLASE: | ± 1,6 % Del Rango Completo | | SERIE: | 21090616 | |
| CONEXIÓN: | CV 1/4" NPT | | RANGO: | 0 A 300 | Psi |
| FABRICANTE: | RITHERM | | SUBDIVISION: | 5 Psi | |
| INSTRUMENTO: | MANOMETRO TIPO BOURDON | | DIAL: | 2 1/2" | |

| Indicación patrón | Indicación Instrumento | | Error | | Histéresis | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ascenso | Descenso | Ascenso | Descenso | Ascenso | Descenso |
| Psi | Psi | Psi | Psi | Psi | Psi | Psi |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 50.0 | 50,0 | 48.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 2,0 |
| 100.0 | 100.0 | 98.0 | 0.0 | 2,0 | 0.0 | 2.0 |
| 150.0 | 149.0 | 150.0 | 1,0 | 0.0 | 1,0 | 0.0 |
| 200.0 | 199.5 | 200.0 | 0.5 | 0.0 | 0.5 | 0.0 |
| 250.0 | 250.5 | 250.0 | -0.5 | 0.0 | 0.5 | 0.0 |
| 300.0 | 301.0 | 301.0 | -1.0 | -1.0 | 1.0 | 1.0 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

PATRON DE MEDIDA DE TRABAJO

| CERTIFICADO N° | RANGO | CLASE | SERIE | ENTE CERTIFICADOR | FECHA DE CALIBRACION |
|---|---|---|---|---|---|
| 9104 | 0 A 500 PSI | ± 0,025% Del Rango Completo | 70642 | FLEXILATINA | 08/11/2022 |
| N/A | #N/D | #N/D | #N/D | #N/D | #N/D |

OBSERVACIONES
El metodo por comparacion se realiza en la ciudad de Bogota D C a una temperatura ambiente de 20 °C +/- 3 °C
Coincidiendo en todos los puntos anotados tanto ascendentes como descendentes
Los resultados contenidos en el presente informe corresponden al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.
Nuestra compañía no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos a los cuales se les hizo la verificación.

Cordialmente,

ROCHA Y LONDOÑO S.A.S.

SEBASTIAN JIMENEZ
JEFE DE TALLER

flexilatina Ingeniería y Representaciones

ONAC ACREDITADO

ILAC-MRA

**FLEXILATINA DE COLOMBIA SAS**

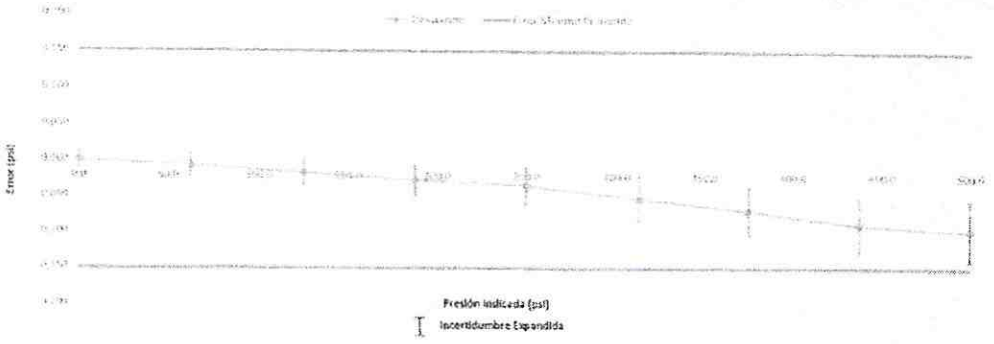
**Laboratorio de presión**

ISO/IEC 17025:2017
09-LAC-031

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No.** : **9104**
**RADICACIÓN No.** : **10894**
**LUGAR DE CALIBRACIÓN** : **LABORATORIO PERMANENTE**

**Tabla de cálculos de parámetros**

| Presión $P_{standard}$ | Valor promedio $(P_{ind})$ Miw | Desviación $\Delta p$ Miw - $P_{standard}$ | Desviación del cero $f_o$ | Repetibilidad $b'$ | Histéresis $h$ | Reproducibilidad $b$ | Factor de Cobertura k | Incertidumbre expandida $U$ | Error máximo permitido (±) | Margen de variación $U' = \Delta p + U$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| psi | | | | | | | | | | |
| 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | N/A | 2,000 | 0,011 | 0,150 | 0,011 |
| 62,50 | 62,493 | -0,007 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | N/A | 2,000 | 0,016 | 0,150 | 0,023 |
| 125,00 | 124,983 | -0,017 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | N/A | 2,000 | 0,018 | 0,150 | 0,035 |
| 187,50 | 187,473 | -0,027 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | N/A | 2,000 | 0,021 | 0,150 | 0,048 |
| 250,00 | 249,965 | -0,035 | 0,000 | 0,010 | 0,020 | N/A | 2,000 | 0,026 | 0,150 | 0,061 |
| 312,50 | 312,448 | -0,052 | 0,000 | 0,010 | 0,025 | N/A | 2,000 | 0,031 | 0,150 | 0,083 |
| 375,00 | 374,930 | -0,070 | 0,000 | 0,010 | 0,010 | N/A | 2,000 | 0,033 | 0,150 | 0,103 |
| 437,50 | 437,410 | -0,090 | 0,000 | 0,010 | 0,010 | N/A | 2,000 | 0,038 | 0,150 | 0,128 |
| 500,00 | 499,903 | -0,097 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | N/A | 2,000 | 0,043 | 0,150 | 0,140 |




**Criterio de aceptación:** *El criterio de aceptación es ± 0,03% E. T., establecido por el cliente de acuerdo a sus necesidades de proceso.*

**Regla de decisión:**

La regla de decisión, es el Margen de Variación $U'$, que se compone de forma aditiva de la incertidumbre expandida $U$ (k = 2) y de la cantidad de la desviación sistemática ***(Δp $P_{ind}$ - Miw)*** (Numeral 9.1.2 D-R 6-1:2014 Calibración de instrumentos medidores de presión) que debe estar dentro del límite de especificación técnico establecido **(Error máximo permitido EMP)**.

**Declaración de conformidad:**

El máximo porcentaje de error obtenido más su incertidumbre en esta calibración es: **%Error = [($U'$) / rango] * 100 = 0,028%**

Teniendo en cuenta el criterio de aceptación, el instrumento objeto de calibración pasa la especificación técnica de acuerdo a los límites autorizados por el cliente según su requerimiento (±0,03% E. T.), con una incertidumbre expandida máxima de 0,043 psi.

El usuario es responsable de hacer las correcciones a las lecturas del instrumento.

**Incertidumbre de la medición:**

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

**Trazabilidad:**

Las mediciones resultantes de esta calibración son trazables metrológicamente al Sistema Internacional de Unidades (SI) a través del laboratorio de calibración de WIKA-ALEMANIA quien es miembro del Servicio de Calibración Alemán (Deutscher Kalibrierdienst - DKD) y ha sido acreditado por el organismo de acreditación alemán (Deutsche Akkreditierungsstelle - DAkkS) que forma parte del Acuerdo ILAC (Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios).

**Descargo de responsabilidad:**

El intervalo de calibración de la presente calibración fue establecido por el cliente. El porcentaje de error máximo permitido utilizado en la declaración de conformidad de la presente calibración fue establecido por el cliente.
Los resultados reportados en este certificado de calibración se relacionan solamente con el (los) ítem (s) sometido (s) a calibración. Éste certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso por escrito del laboratorio que lo emite. Los resultados obtenidos en el presente certificado, se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite, no se responsabiliza de los perjuicios que se deriven del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

**FECHA DE EMISIÓN:** **BOGOTÁ D. C., 2022-11-10**

ELABORÓ
**NOMBRE:** *Juan Camilo Bejarano Ramirez*
**CARGO:** *Metrólogo del Laboratorio*

REVISÓ Y APROBÓ
**NOMBRE:** *Jorge Eliecer Ferro Cotes*
**CARGO:** *Director del Laboratorio*
**FIRMA:**

**FIN DEL CERTIFICADO**



Av. Carrera 40 # 20a - 53 Bogotá - Colombia • PBX (57-1) 2690950
www.flexilatina.com • laboratorio@flexilatina.com

ISO/IEC 17025:2017
20-LAC-015

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
*Certificate of Calibration*

CALIBRADO

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Certificado No:** *Certificate number* | **Plab-22-498** | **Laboratorio de presión** *Pressure laboratory* | F-MET-002 / V.2 2021-05-03 |
| **Cliente:** *Customer* | ROCHA Y LONDOÑO SAS | | |
| **Dirección:** *Address* | Calle 17 No. 22 - 24 | **Ciudad:** *city* | Bogotá - Cundinamarca |
| **Instrumento:** *Instrument* | Manómetro Analógico | **Fabricante:** *Manufacturer* | ASHCROFT |
| **Modelo:** *Model* | Sin información | **Serie:** *Serial* | 453-1 |
| **Codigo interno:** *Internal code* | 3586 | **División de escala:** *Division on large scale* | 1 psi |
| **Rango de medición:** *Range of measurement* | (0 a 300) psi | **Resolución:** *Resolution* | 0,2 psi |
| **Conexión:** *Connection* | 1/2" NPT Inferior | **Clase de exactitud:** *Accuracy class* | 0,25 % |
| **Fecha de calibración:** *Calibration Date* | 2022-09-13 | **Fecha de expedición del certificado:** | 2022-09-13 |
| **Fecha de recepción:** *Reception date* | 2022-09-05 | **Fluido de calibración:** *calibration fluid* | Agua |
| **Sitio de calibración:** *Calibration place* | LABORATORIO DE CALIBRACION POINTER | **Secuencia Calibración:** *Calibration Sequence* | B |
| **Diametro (vista frontal):** *Front view diameter* | 4,5 in | **Procedimiento de calibración:** *Calibration Procedure* | P-MET-001 Prestación de servicios de metrología |

**Método de calibración:**
La calibración se realizó por comparación directa de las indicaciones o valores de medición del instrumento bajo calibración con las lecturas o valores indicados por el patrón de referencia, basado en los lineamientos de la guía DKD-R 6-1:2014.
Los resultados presentados en este certificado se han reportado en las unidades de medida del instrumento calibrado; por tanto, para efectos de conversión de las unidades al Sistema Internacional de Unidades (SI), debe tenerse en cuenta que :

1 psi = 6895 Pa **Documento de referencia: NIST 811:2008**

**FIRMAS AUTORIZADAS**

**Aprobado por:**

*Lider de Metrología*



Pointer Instrument Services SAS. Nit. 830 080 201-7
Calle 73 Bis N ° 27ª - 10 Bogotá – Colombia. Teléfono (57)(1) 311 18 57/69
laboratorio@pointerinstrument.com

316

INGENIERIA Y MONTAJES HYR SAS

# INFORME PRUEBA PRESIÓN
# 20" TUBERIA SALIDA A MACROMEDIDOR

DICIEMBRE 2023

IBAGUE

TANQUE ZONA INDUSTRIAL

Calle 58C SUR # 84C - 19
NIT: 901.207414-4
3115218487
hyrim60@gmail.com
Bogotá - Colombia

317

30 DE ENERO, 2024

Señores:
**CONSORCIO ZONA INDUSTRIAL**
Ciudad.

Ref: Informe de resultado pruebas hidrostáticas

**PRUEBA HIDROSTATICA DE: TANQUE IBAL-IBAGUE**

En el presente informe referente a *Prueba hidrostática* ejecutada en la ubicación CIUDAD IBAGUE a solicitud del cliente CONSORCIO ZONA INDUSTRIAL, al cual se le permite dejar a su disposición el informe de la prueba realizada el día 20 de ENERO año 2024.

Se procede la inspección visual de atraques y/o anclajes en posición adecuada y la verificación de rellenos en la tubería cumpliendo los parámetros básicos de seguridad preprueba. Se procede con la recolección de datos con el personal encargado del tramo (*Tabla 1*), posteriormente se instalan los equipos de bombeo y medición (*Anexo 1*), se verifican registros, puntos de captación de agua y el bombeo inicial con el fin de desairar la tubería. Este procedimiento se realiza de manera periódica hasta que la tubería expulse una cantidad considerable de agua, lo que garantiza la eliminación de excesos de aire. En continuidad se somete la tubería a la presión solicitada 110 PSI

| | |
|---|---|
| **Diámetro de la tubería:** | 20" |
| **Material** | ACERO AL CARBON |
| **Longitud de tubería** | 12.17. m |
| **No. De uniones** | 12 |
| **De abscisa:** | **A abscisa:** |

Tabla 1. Especificaciones de tubería sometida a prueba hidrostática, datos tomados en campo.

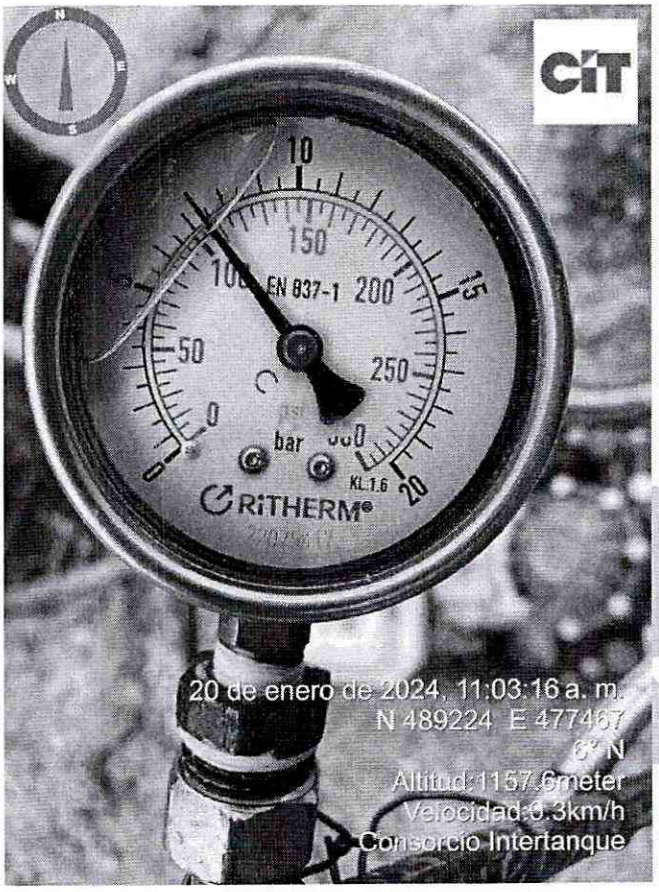
| | |
|---|---|
| **Volumen de llenado** | 3.29 $m^3$ |
| **Tiempo de prueba** | 120 min |
| **Presión de servicio** | 60 psi |
| **Presión de diseño** | 500 psi |
| **Presión de prueba** | 110 psi |
| **Presión de punto más bajo** | 0 psi |
| **Presión de punto más alto** | 0 psi |
| **Punto de registro No. 1** | N/A |
| **Punto de registro No. 2** | N/A |

Tabla 2. Registro de volumen llenado y lectura de prueba hidrostática, datos tomados en campo.

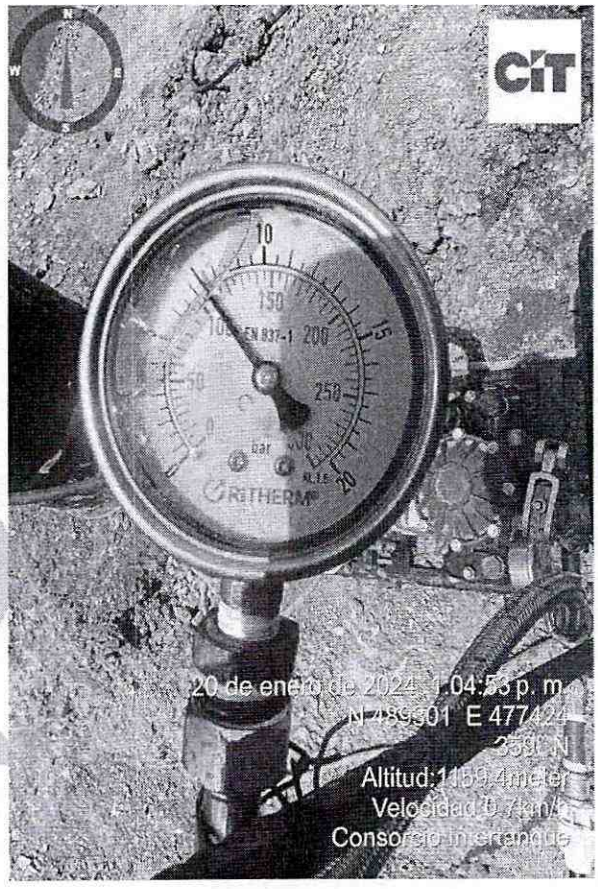
Calle 58C SUR # 84C - 19
NIT: 901.207414-4
3115218487
hyrim60@gmail.com
Bogotá - Colombia

Durante la prueba realizada a la tubería, no se evidenció ningún problema relacionado con fugas, desacoples, deformaciones, entre otros. Por lo tanto, la tubería **APROBÓ** la prueba hidrostática realizada.

**ANEXO 1, MANOMETROS**



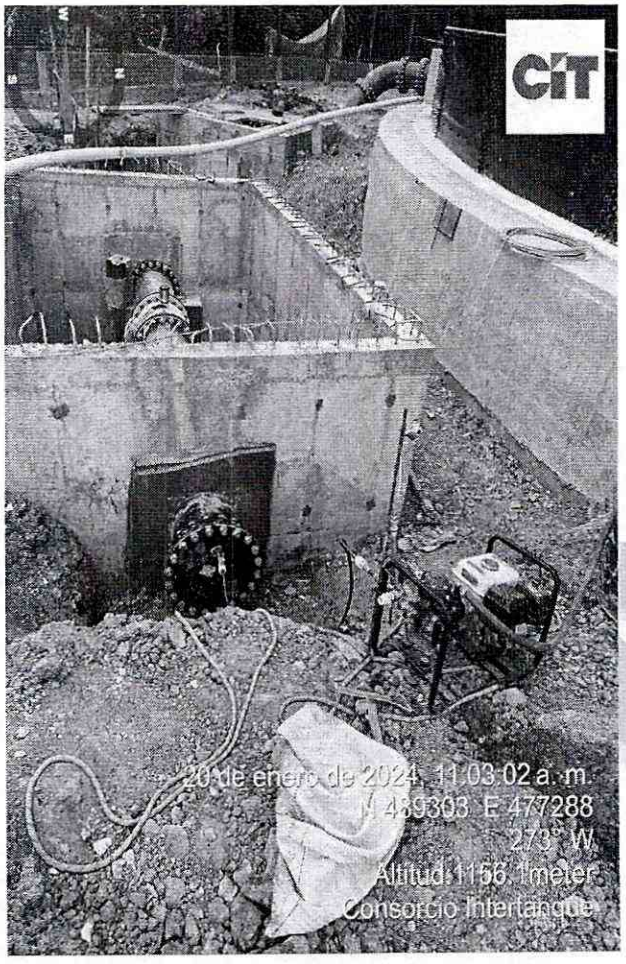

**INICIO** DE PRUEBA, CON PRESIÓN Y TIEMPO SOLICITADOS POR INTERVENTORÍA



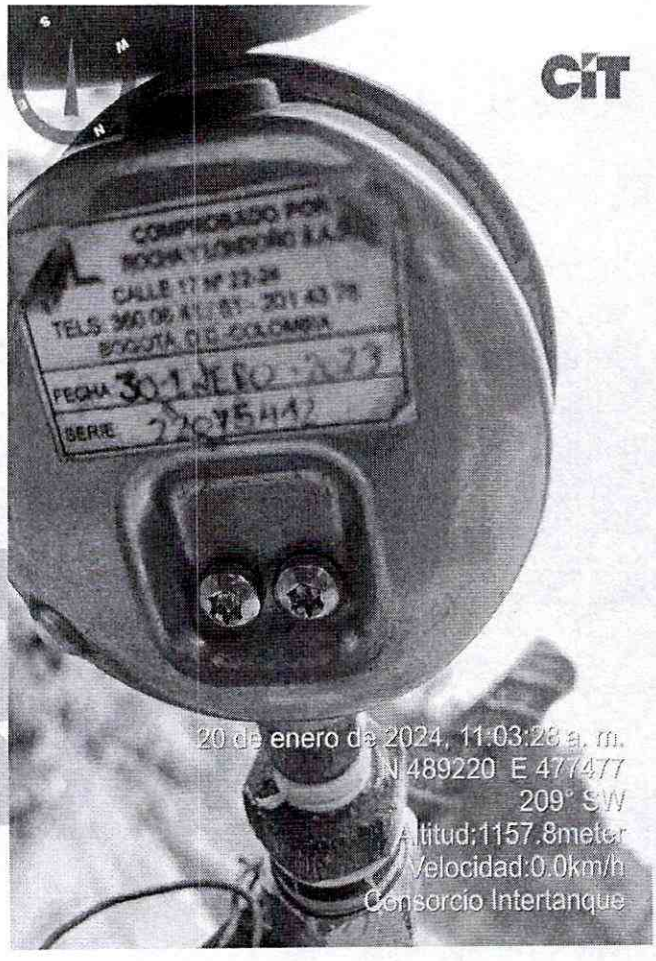

EVIDENCIA **FINALIZACIÓN** DE PRUEBA CUMPLIENDO PARÁMETROS INICIALES.

Calle 58C SUR # 84C - 19
NIT: 901.207414-4
3115218487
hyrim60@gmail.com
Bogotá - Colombia

**ANEXO 2**




EQUIPO DE MEDICIÓN




SERIAL MANOMETRO

INGENIERÍA Y MONTAJES

**INGENIERÍA Y MONTAJES H&R S.A.S**

CREDIBILIDAD, COMPROMISO Y CALIDAD

NIT 901.207.414 - 4

**FORMATO DE CAMPO**

| CONTROL DE PRUEBA HIDROSTATICA EN TUBERIAS DE ACUEDUCTO | | |
|---|---|---|
| Nombre del proyecto: TANQUE ZONA INDUSTRIAL IBAGUE 2023 | | |
| Fecha ejecución de la prueba: 20 DE ENERO 2024 | | |
| Localización: TUBERIA SALIDA 20" MACROMEDIDOR | Plano de diseño No. | |
| Material: ACERO AL CARBON | Diámetro tubería (mm): 508.9 | Longitud tramo de tubería (m): 12.17 |
| Accesorios instalados (descripción): Ventosa, unión desmontable, codo 45°, macromedidor, válvula triaxial, unión desmontable, niples , 3 pasamuros. | | |
| Tipo de unión: MECANICA | No. de uniones: 12 | |

| | |
|---|---|
| Abscisa: | A abscisa: |
| Abscisa: | |
| Abscisa: | |
| Abscisa: | |
| Abscisa: | |
| Abscisa: | |
| Abscisa: | |

| Volumen llenado($m^3$):3.29 | Tiempo de prueba (h): 2 | Escape permitido (L/h) 1.5062 |
|---|---|---|

| | Kpa | psi | | |
|---|---|---|---|---|
| Presión de servicio | | 40 | | |
| Presión de diseño | | 500 | | |
| Presión de prueba | | 110 | | |
| Presión punto más bajo | | | Abscisa: | Cota: |
| Presión punto más alto | | | Abscisa: | Cota: |
| Presión puntos de registro | | | | |
| P. registro No.1 | | | Abscisa: | Cota: |
| P. registro No.2 | | | Abscisa: | Cota: |
| P. registro No.3 | | | Abscisa: | Cota: |
| P. registro No.4 | | | Abscisa: | Cota: |

| PRUEBA APROBADA | X | PRUEBA RECHAZADA | |
|---|---|---|---|
| Firma interventoría: | | Firma ingeniero residente: | |

Realizada: HENRY GUIO JIMENEZ
Contratista.

JAIME E SALINAS FAJARDO

Calle 58C SUR # 84C - 19
NIT: 901.207414-4
3115218487
hyrim60@gmail.com
Bogotá - Colombia

# CERTIFICADO DE MEDICIÓN MANOMETRO

321

ROCHA Y LONDOÑO S.A.S.
Soluciones en Instrumentación Industrial

NIT 860 527 857-8

TEMPERATURA PRESIÓN HUMEDAD FLUJO REPUESTOS ACCESORIOS

| ROCHA Y LONDOÑO S.A.S. Soluciones en Instrumentación Industrial | INFORME DE COMPROBACIÓN METROLÓGICA PARA MANOMETROS | FECHA DE APROBACIÓN: 02 Junio de 2017 |
|---|---|---|

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| CONSECUTIVO: | 47368 | | FECHA : | 30 enero 2023 | |
| CLIENTE : | INGENIERIA Y MONTAJES HYR S.A.S | | | | |
| CLASE: | ± 1,6 % Del Rango Completo | | SERIE: | 22075412 | |
| CONEXIÓN: | CV 1/4" NPT | | RANGO: | 0 A 300 | Psi |
| FABRICANTE: | RITHERM | | SUBDIVISION: | 5 Psi | |
| INSTRUMENTO: | MANOMETRO TIPO BOURDON | | DIAL: | 4 1/2 " | |

| Indicación patrón | Indicación Instrumento | | Error | | Histèresis | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ascenso | Descenso | Ascenso | Descenso | Ascenso | Descenso |
| Psi | Psi | Psi | Psi | Psi | Psi | Psi |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 50 | 51 | 50 | -1 | 0 | 1 | 0 |
| 100 | 100 | 98 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| 150 | 149 | 147 | 1 | 3 | 1 | 3 |
| 200 | 199 | 197 | 1 | 3 | 1 | 3 |
| 250 | 248 | 247 | 2 | 3 | 2 | 3 |
| 300 | 297 | 297 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

PATRON DE MEDIDA DE TRABAJO

| CERTIFICADO Nº | RANGO | CLASE | SERIE | ENTE CERTIFICADOR | FECHA DE CALIBRACION |
|---|---|---|---|---|---|
| N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| PLAB-22-498 | 0 A 300 PSI | ± 0,25 % Del Rango Completo | 453-1 | POINTER | 13/09/2022 |

OBSERVACIONES:
Se verifica a una temperatura ambiente 23 °C +/- 3 °C
Coincidiendo en todos los puntos anotados tanto ascendentes como descendentes
Los resultados contenidos en el presente informe corresponden al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones
Nuestra compañía no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos a los cuales se les hizo la verificación

Cordialmente,

SEBASTIAN JIMENEZ
JEFE DE TALLER

ISO/IEC 17025:2017
20-LAC-015

CALIBRADO

# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
*Certificate of Calibration*

F-MET-002 / V.2
2021-05-03

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Certificado No:** *Certificate number* | **Plab-22-498** | **Laboratorio de presión** *Pressure laboratory* | |
| **Cliente:** *Customer* | ROCHA Y LONDOÑO SAS | | |
| **Dirección:** *Address* | Calle 17 No. 22 - 24 | **Ciudad:** *city* | Bogotá - Cundinamarca |
| **Instrumento:** *Instrument* | Manómetro Analógico | **Fabricante:** *Manufacturer* | ASHCROFT |
| **Modelo:** *Model* | Sin información | **Serie:** *Serial* | 453-1 |
| **Codigo interno:** *Internal code* | 3586 | **División de escala:** *Division on large scale* | 1 psi |
| **Rango de medición:** *Range of measurement* | (0 a 300) psi | **Resolución:** *Resolution* | 0,2 psi |
| **Conexión:** *Connection* | 1/2" NPT Inferior | **Clase de exactitud:** *Accuracy class* | 0,25 % |
| **Fecha de calibración:** *Calibration Date* | 2022-09-13 | **Fecha de expedición del certificado:** | 2022-09-13 |
| **Fecha de recepción:** *Reception date* | 2022-09-05 | **Fluido de calibración:** *calibration fluid* | Agua |
| **Sitio de calibración:** *Calibration place* | LABORATORIO DE CALIBRACION POINTER | **Secuencia Calibración:** *Calibration Sequence* | B |
| **Diametro (vista frontal):** *Front view diameter* | 4,5 in | **Procedimiento de calibración:** *Calibration Procedure* | P-MET-001 Prestación de servicios de metrología |

**Método de calibración:**
La calibración se realizó por comparación directa de las indicaciones o valores de medición del instrumento bajo calibración con las lecturas o valores indicados por el patrón de referencia, basado en los lineamientos de la guía DKD-R 6-1:2014.
Los resultados presentados en este certificado se han reportado en las unidades de medida del instrumento calibrado; por tanto, para efectos de conversión de las unidades al Sistema Internacional de Unidades (SI), debe tenerse en cuenta que :

1 psi = 6895 Pa **Documento de referencia: NIST 811:2008**

**FIRMAS AUTORIZADAS**

**Aprobado por:**

*Lider de Metrologia*



Pointer Instrument Services SAS. Nit. 830 080 201-7
Calle 73 Bis N ° 27ª - 10 Bogotá – Colombia. Teléfono (57)(1) 311 18 57/69
laboratorio@pointerinstrument.com

flexilatina
Ingeniería y Representaciones

ONAC ACREDITADO

lac-MRA

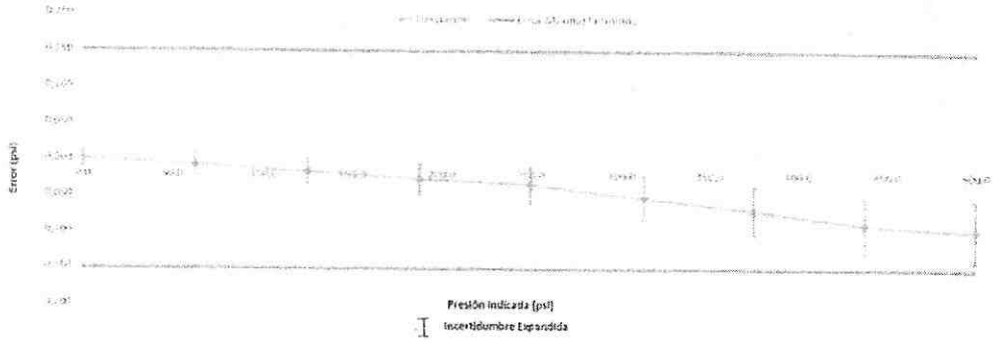
**FLEXILATINA DE COLOMBIA SAS**
**Laboratorio de presión**

ISO/IEC 17025:2017
09-LAC-031

| | | |
|---|---|---|
| **CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No.** | : | **9104** |
| **RADICACIÓN No.** | : | **10894** |
| **LUGAR DE CALIBRACIÓN** | : | **LABORATORIO PERMANENTE** |

**Tabla de cálculos de parámetros**

| Presión $P_{standard}$ | Valor promedio ($P_{ind}$) $Miw$ | Desviación $\Delta p$ $Miw - P_{standard}$ | Desviación del cero $f_0$ | Repetibilidad $b'$ | Histéresis $h$ | Reproducibilidad $b$ | Factor de Cobertura $k$ | Incertidumbre expandida $U$ | Error máximo permitido ( ± ) | Margen de variación $U' = \Delta p + U$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| psi | | | | | | | | | | |
| 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | N/A | 2,000 | 0,011 | 0,150 | 0,011 |
| 62,50 | 62,493 | -0,007 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | N/A | 2,000 | 0,016 | 0,150 | 0,023 |
| 125,00 | 124,983 | -0,017 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | N/A | 2,000 | 0,018 | 0,150 | 0,035 |
| 187,50 | 187,473 | -0,027 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | N/A | 2,000 | 0,021 | 0,150 | 0,048 |
| 250,00 | 249,965 | -0,035 | 0,000 | 0,010 | 0,020 | N/A | 2,000 | 0,026 | 0,150 | 0,061 |
| 312,50 | 312,448 | -0,052 | 0,000 | 0,010 | 0,025 | N/A | 2,000 | 0,031 | 0,150 | 0,083 |
| 375,00 | 374,930 | -0,070 | 0,000 | 0,010 | 0,010 | N/A | 2,000 | 0,033 | 0,150 | 0,103 |
| 437,50 | 437,410 | -0,090 | 0,000 | 0,010 | 0,010 | N/A | 2,000 | 0,038 | 0,150 | 0,128 |
| 500,00 | 499,903 | -0,097 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | N/A | 2,000 | 0,043 | 0,150 | 0,140 |




**Criterio de aceptación:** *El criterio de aceptación es ± 0,03% E. T., establecido por el cliente de acuerdo a sus necesidades de proceso.*

**Regla de decisión:**

La regla de decisión, es el Margen de Variación $U'$, que se compone de forma aditiva de la Incertidumbre expandida $U$ (k = 2) y de la cantidad de la desviación sistemática ($\Delta p\ P_{ind}$ - $Miw$) (Numeral 9.1.2 ...D-R 6-1:2014 Calibración de instrumentos medidores de presión) que debe estar dentro del límite de especificación técnico establecido (**Error máximo permitido EMP**).

**Declaración de conformidad:**

El máximo porcentaje de error obtenido más su incertidumbre en esta calibración es: **%Error = [($U'$) / rango] * 100 =** **0,028%**

Teniendo en cuenta el criterio de aceptación, el instrumento objeto de calibración pasa la especificación técnica de acuerdo a los límites autorizados por el cliente según su requerimiento (±0,03% E. T.), con una incertidumbre expandida máxima de 0,043 psi.

El usuario es responsable de hacer las correcciones a las lecturas del instrumento.

**Incertidumbre de la medición:**

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

**Trazabilidad:**

Las mediciones resultantes de esta calibración son trazables metrológicamente al Sistema Internacional de Unidades (SI) a través del laboratorio de calibración de WIKA-ALEMANIA quien es miembro del Servicio de Calibración Alemán (Deutscher Kalibrierdienst - DKD) y ha sido acreditado por el organismo de acreditación alemán (Deutsche Akkreditierungsstelle - DAkkS) que forma parte del Acuerdo ILAC (Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios).

**Descargo de responsabilidad:**

El intervalo de calibración de la presente calibración fue establecido por el cliente. El porcentaje de error máximo permitido utilizado en la declaración de conformidad de la presente calibración fue establecido por el cliente.
Los resultados reportados en este certificado de calibración se relacionan solamente con el (los) ítem (s) sometido (s) a calibración. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso por escrito del laboratorio que lo emite. Los resultados obtenidos en el presente certificado, se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite, no se responsabiliza de los perjuicios que se deriven del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

**FECHA DE EMISIÓN:** **BOGOTÁ D. C., 2022-11-10**

ELABORÓ
**NOMBRE:** *Juan Camilo Bejarano Ramirez*
**CARGO:** *Metrólogo del Laboratorio*

REVISÓ Y APROBÓ
**NOMBRE:** *Jorge Ellecer Ferro Cotes*
**CARGO:** *Director del Laboratorio*
**FIRMA:**



**FIN DEL CERTIFICADO**

Av. Carrera 40 # 20a - 53 Bogotá - Colombia • PBX (57-1) 2890550
www.flexilatina.com • laboratorio@flexilatina.com

INGENIERIA Y MONTAJES HYR SAS

# INFORME PRUEBA PRESIÓN
# 20 PULGADAS SALIDA TANQUE

DICIEMBRE 2023
IBAGUE
TANQUE ZONA INDUSTRIAL

Calle 58C SUR # 84C - 19
NIT: 901.207414-4
3115218487
hyrim60@gmail.com
Bogotá - Colombia

325

30 DE ENERO, 2024

Señores:
**CONSORCIO ZONA INDUSTRIAL**
Ciudad.

Ref: Informe de resultado pruebas hidrostáticas

**PRUEBA HIDROSTATICA DE: TANQUE IBAL-IBAGUE**

En el presente informe referente a *Prueba hidrostática* ejecutada en la ubicación CIUDAD IBAGUE a solicitud del cliente CONSORCIO ZONA INDUSTRIAL, al cual se le permite dejar a su disposición el informe de la prueba realizada el día 29 de DICIEMBRE año 2023.

Se procede la inspección visual de atraques y/o anclajes en posición adecuada y la verificación de rellenos en la tubería cumpliendo los parámetros básicos de seguridad preprueba. Se procede con la recolección de datos con el personal encargado del tramo (*Tabla 1*), posteriormente se instalan los equipos de bombeo y medición (*Anexo 1*), se verifican registros, puntos de captación de agua y el bombeo inicial con el fin de desairar la tubería. Este procedimiento se realiza de manera periódica hasta que la tubería expulse una cantidad considerable de agua, lo que garantiza la eliminación de excesos de aire. En continuidad se somete la tubería a la presión solicitada 100 PSI

| | |
|---|---|
| **Diámetro de la tubería:** | 20" |
| **Material** | ACERO AL CARBON |
| **Longitud de tubería** | 6.36. m |
| **No. De uniones** | 7 |
| **De abscisa:** | **A abscisa:** |

Tabla 1. Especificaciones de tubería sometida a prueba hidrostática, datos tomados en campo.

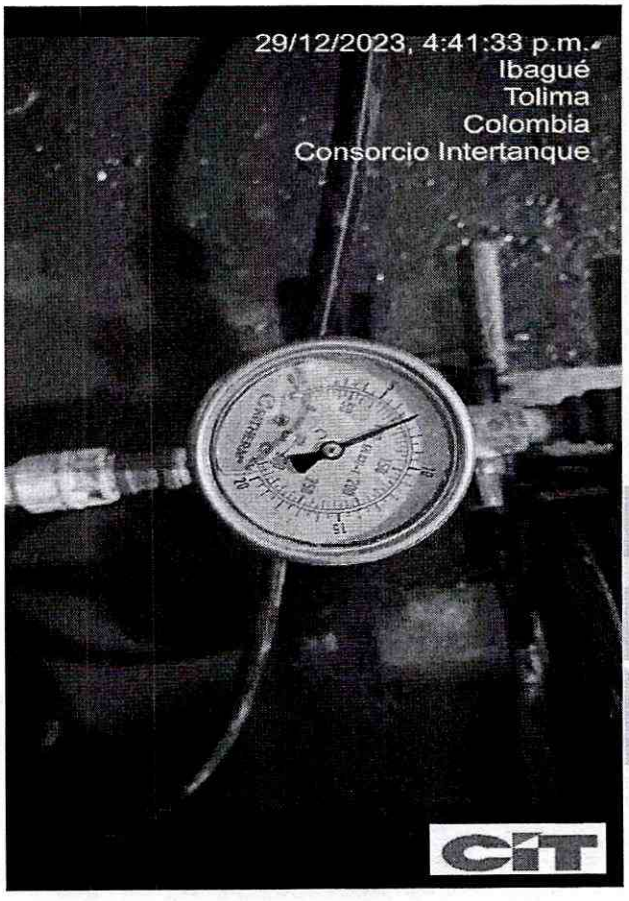
| | |
|---|---|
| **Volumen de llenado** | 1.29 $m^3$ |
| **Tiempo de prueba** | 120 min |
| **Presión de servicio** | 60 psi |
| **Presión de diseño** | 500 psi |
| **Presión de prueba** | 100 psi |
| **Presión de punto más bajo** | 0 psi |
| **Presión de punto más alto** | 0 psi |
| **Punto de registro No. 1** | N/A |
| **Punto de registro No. 2** | N/A |

Tabla 2. Registro de volumen llenado y lectura de prueba hidrostática, datos tomados en campo.

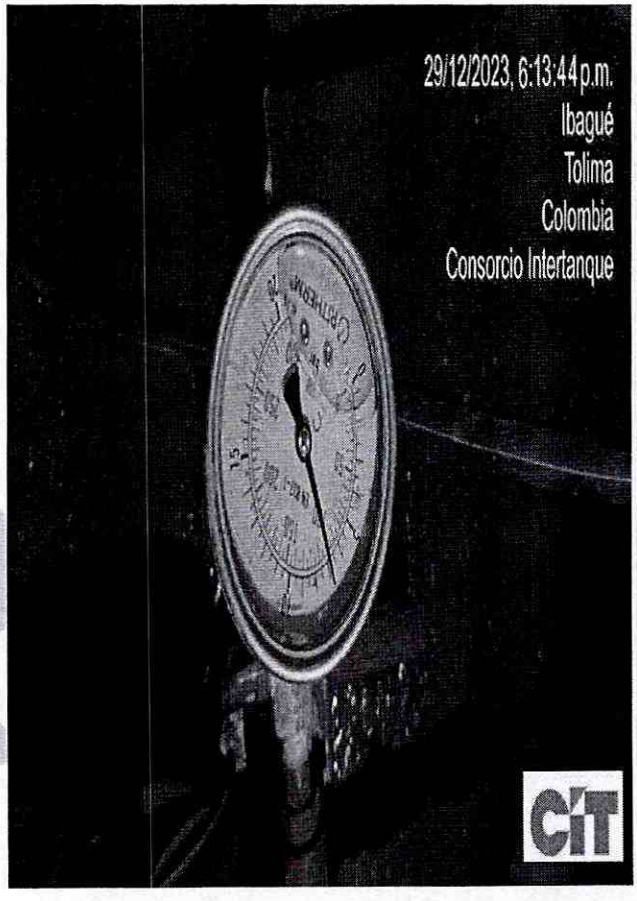
Calle 58C SUR # 84C - 19
NIT: 901.207414-4
3115218487
hyrim60@gmail.com
Bogotá - Colombia

Durante la prueba realizada a la tubería, no se evidenció ningún problema relacionado con fugas, desacoples, deformaciones, entre otros. Por lo tanto, la tubería **APROBÓ** la prueba hidrostática realizada.

**ANEXO 1, MANOMETROS**

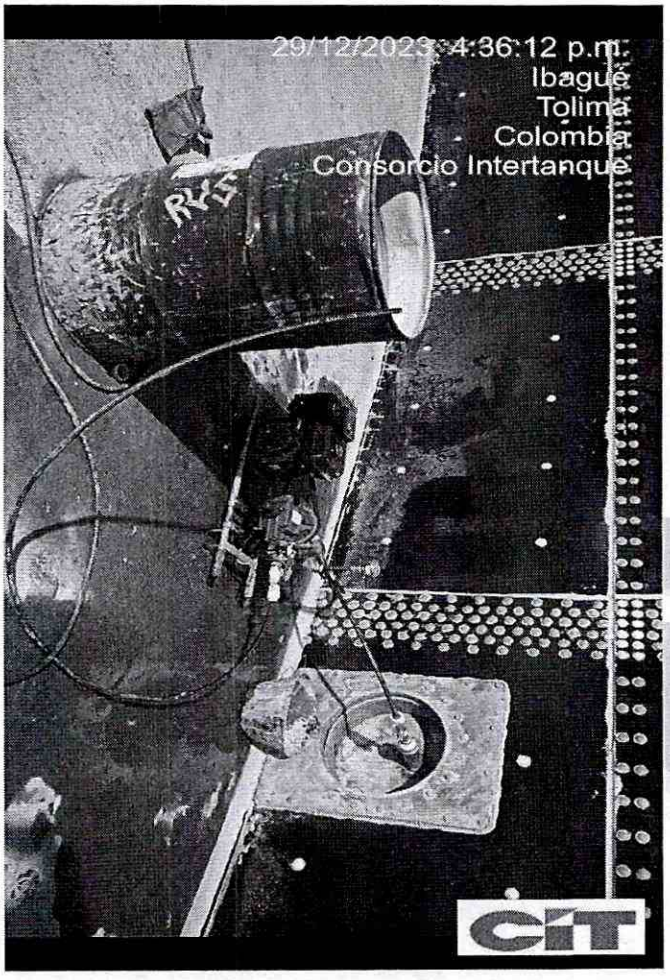



**INICIO** DE PRUEBA, CON PRESIÓN Y TIEMPO SOLICITADOS POR INTERVENTORÍA

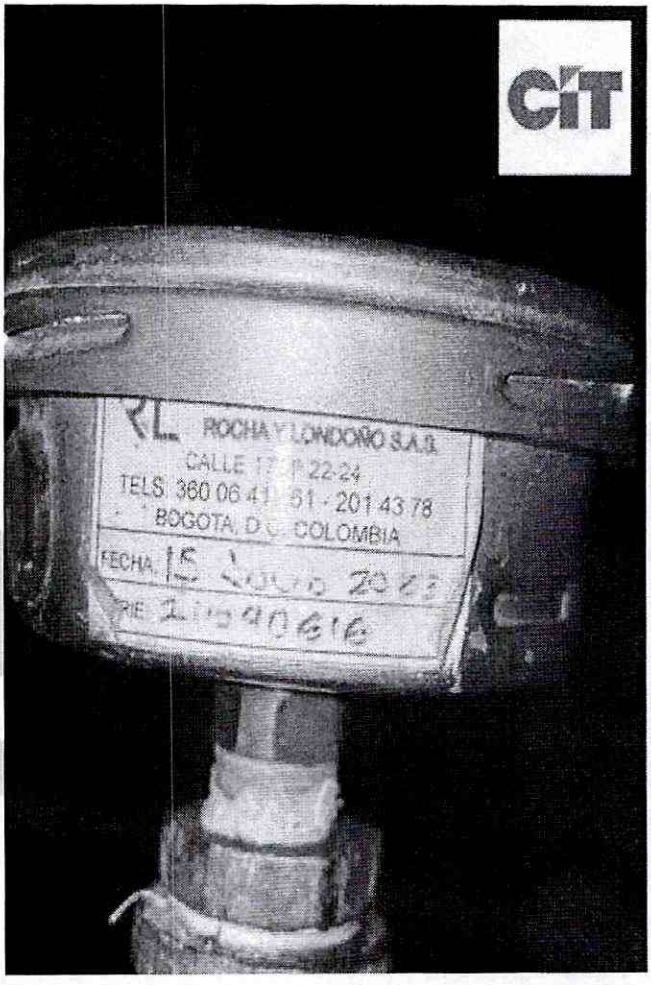



EVIDENCIA **FINALIZACIÓN** DE PRUEBA CUMPLIENDO PARÁMETROS INICIALES.

**ANEXO 2**




EQUIPO DE MEDICIÓN




SERIAL MANOMETRO

INGENIERÍA Y MONTAJES

# INGENIERÍA Y MONTAJES H&R S.A.S

CREDIBILIDAD, COMPROMISO Y CALIDAD

NIT 901.207.414 - 4

**FORMATO DE CAMPO**

| CONTROL DE PRUEBA HIDROSTATICA EN TUBERIAS DE ACUEDUCTO | | |
|---|---|---|
| Nombre del proyecto: TANQUE ZONA INDUSTRIAL IBAGUE 2023 | | |
| Fecha ejecución de la prueba: 29 DE DICIEMBRE 2023 | | |
| Localización: TUBERÍA SALIDA TANQUE 20" | Plano de diseño No. | |
| Material: ACERO AL CARBON | Diámetro tubería (mm): 508.9 | Longitud tramo de tubería (m): 6.36 |
| Accesorios instalados (descripción): 1 pasamuros, 2 codos, 1 válvula, 2 niples, 1 reducción concéntrica de 18" a 20" | | |
| Tipo de unión: MECANICA | No. de uniones: 7 | |
| | | |
| Abscisa: | A abscisa: | |
| Abscisa: | | |
| Abscisa: | | |
| Abscisa: | | |
| Abscisa: | | |
| Abscisa: | | |
| Abscisa: | | |
| | | |
| Volumen llenado($m^3$):1.29 | Tiempo de prueba (h): 2 | Escape permitido (L/h) 1.4339 |

| | Kpa | psi | | |
|---|---|---|---|---|
| Presión de servicio | | 60 | | |
| Presión de diseño | | 500 | | |
| Presión de prueba | | 100 | | |
| Presión punto más bajo | | | Abscisa: | Cota: |
| Presión punto más alto | | | Abscisa: | Cota: |
| Presión puntos de registro | | | | |
| P. registro No.1 | | | Abscisa: | Cota: |
| P. registro No.2 | | | Abscisa: | Cota: |
| P. registro No.3 | | | Abscisa: | Cota: |
| P. registro No.4 | | | Abscisa: | Cota: |

| PRUEBA APROBADA | X | PRUEBA RECHAZADA | |
|---|---|---|---|
| Firma interventoría: | | Firma ingeniero residente: | |

Realizada: HENRY GUIO JIMENEZ
Contratista.

Calle 58C SUR # 84C - 19
NIT: 901.207414-4
3115218487
hyrim60@gmail.com
Bogotá - Colombia

# CERTIFICADO DE MEDICIÓN MANOMETRO

329

ROCHA Y LONDOÑO S.A.S.
Soluciones en Instrumentación Industrial

NIT. 860 527 857 6

TEMPERATURA PRESIÓN HUMEDAD FLUJO REPUESTOS ACCESORIOS

| ROCHA Y LONDOÑO S.A.S. | FORMULARIO PARA INFORME DE COMPROBACIÓN METROLÓGICA PARA MANOMETROS | PROCESO: GESTIÓN DE MANTENIMIENTO |
|---|---|---|
| | | CÓDIGO: FOR-GMT-012 |
| | | VERSIÓN: 03 |
| | | Página: 1 de 1 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| CONSECUTIVO: | 48473 | | FECHA : | 15 julio | 2023 |
| CLIENTE : | INGENIERIA Y MONTAJES HYR S.A.S. | | | | |
| CLASE: | ± 1,6 % Del Rango Completo | | SERIE: | 21090616 | |
| CONEXIÓN: | CV 1/4" NPT | | RANGO: | 0 A 300 | Psi |
| FABRICANTE: | RITHERM | | SUBDIVISION: | 5 Psi | |
| INSTRUMENTO: | MANOMETRO TIPO BOURDON | | DIAL: | 2 1/2" | |

| Indicación patrón | Indicación Instrumento | | Error | | Histèresis | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ascenso | Descenso | Ascenso | Descenso | Ascenso | Descenso |
| Psi | Psi | Psi | Psi | Psi | Psi | Psi |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 50.0 | 50.0 | 48.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 2.0 |
| 100.0 | 100.0 | 98.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 2.0 |
| 150.0 | 149.0 | 150.0 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 |
| 200.0 | 199.5 | 200.0 | 0.5 | 0.0 | 0.5 | 0.0 |
| 250.0 | 250.5 | 250.0 | -0.5 | 0.0 | 0.5 | 0.0 |
| 300.0 | 301.0 | 301.0 | -1.0 | -1.0 | 1.0 | 1.0 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

PATRON DE MEDIDA DE TRABAJO

| CERTIFICADO Nº | RANGO | CLASE | SERIE | ENTE CERTIFICADOR | FECHA DE CALIBRACION |
|---|---|---|---|---|---|
| 9104 | 0 A 500 PSI | ± 0,025% Del Rango Completo | 70642 | FLEXILATINA | 08/11/2022 |
| N/A | #N/D | #N/D | #N/D | #N/D | #N/D |

OBSERVACIONES
El metodo por comparacion se realiza en la ciudad de Bogota D.C. a una temperatura ambiente de 20 °C +/- 3 °C
Coincidiendo en todos los puntos anotados tanto ascendentes como descendentes
Los resultados contenidos en el presente informe corresponden al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.
Nuestra compañía no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos a los cuales se les hizo la verificación.

ROCHA Y LONDOÑO S.A.S.

Cordialmente,

SEBASTIAN JIMENEZ
JEFE DE TALLER

flexilatina
Ingeniería y Representaciones

ONAC ACREDITADO

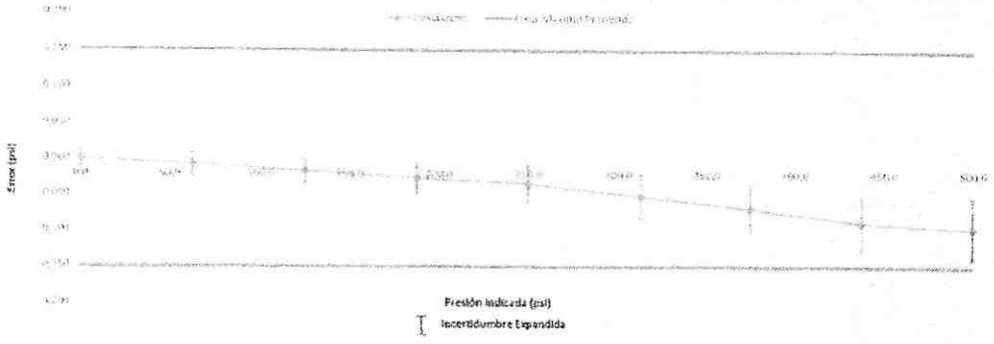
ISO/IEC 17025:2017
09-LAC-031

**FLEXILATINA DE COLOMBIA SAS**
**Laboratorio de presión**

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No. : 9104
RADICACIÓN No. : 10894
LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO PERMANENTE

**Tabla de cálculos de parámetros**

| Presión $P_{standard}$ | Valor promedio ($P_{avr}$) $Miw$ | Desviación $\Delta p$ $Miw - P_{standard}$ | Desviación del cero $f_0$ | Repetibilidad $b'$ | Histéresis $h$ | Reproducibilidad $b$ | Factor de Cobertura $k$ | Incertidumbre expandida $U$ | Error máximo permitido (±) | Margen de variación $U' = \Delta p + U$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| psi | | | | | | | | | | |
| 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | N/A | 2,000 | 0,011 | 0,150 | 0,011 |
| 62,50 | 62,493 | -0,007 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | N/A | 2,000 | 0,016 | 0,150 | 0,023 |
| 125,00 | 124,983 | -0,017 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | N/A | 2,000 | 0,018 | 0,150 | 0,035 |
| 187,50 | 187,473 | -0,027 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | N/A | 2,000 | 0,021 | 0,150 | 0,048 |
| 250,00 | 249,965 | -0,035 | 0,000 | 0,010 | 0,020 | N/A | 2,000 | 0,026 | 0,150 | 0,061 |
| 312,50 | 312,448 | -0,052 | 0,000 | 0,010 | 0,025 | N/A | 2,000 | 0,031 | 0,150 | 0,083 |
| 375,00 | 374,930 | -0,070 | 0,000 | 0,010 | 0,010 | N/A | 2,000 | 0,033 | 0,150 | 0,103 |
| 437,50 | 437,410 | -0,090 | 0,000 | 0,010 | 0,010 | N/A | 2,000 | 0,038 | 0,150 | 0,128 |
| 500,00 | 499,903 | -0,097 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | N/A | 2,000 | 0,043 | 0,150 | 0,140 |




**Criterio de aceptación:** *El criterio de aceptación es ± 0,03% E. T., establecido por el cliente de acuerdo a sus necesidades de proceso.*

**Regla de decisión:**

La regla de decisión, es el Margen de Variación $U'$, que se compone de forma aditiva de la incertidumbre expandida $U$ (k = 2) y de la cantidad de la desviación sistemática ***(Δp $P_{ind}$ - Miw)*** (Numeral 9.1.2 D-R 6-1:2014 Calibración de instrumentos medidores de presión) que debe estar dentro del límite de especificación técnico establecido **(Error máximo permitido EMP)**.

**Declaración de conformidad:**

El máximo porcentaje de error obtenido más su incertidumbre en esta calibración es: **%Error = [($U'$) / rango] * 100 = 0,028%**

Teniendo en cuenta el criterio de aceptación, el instrumento objeto de calibración pasa la especificación técnica de acuerdo a los límites autorizados por el cliente según su requerimiento (±0.03% E. T.), con una incertidumbre expandida máxima de 0.043 psi.

El usuario es responsable de hacer las correcciones a las lecturas del instrumento.

**Incertidumbre de la medición:**

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

**Trazabilidad:**

Las mediciones resultantes de esta calibración son trazables metrológicamente al Sistema Internacional de Unidades (SI) a través del laboratorio de calibración de WIKA-ALEMANIA quien es miembro del Servicio de Calibración Alemán (Deutscher Kalibrierdienst - DKD) y ha sido acreditado por el organismo de acreditación alemán (Deutsche Akkreditierungsstelle - DAkkS) que forma parte del Acuerdo ILAC (Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios).

**Descargo de responsabilidad:**

El intervalo de calibración de la presente calibración fue establecido por el cliente. El porcentaje de error máximo permitido utilizado en la declaración de conformidad de la presente calibración fue establecido por el cliente.
Los resultados reportados en este certificado de calibración se relacionan solamente con el (los) ítem (s) sometido (s) a calibración. Éste certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso por escrito del laboratorio que lo emite. Los resultados obtenidos en el presente certificado, se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite, no se responsabiliza de los perjuicios que se deriven del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

**FECHA DE EMISIÓN:** **BOGOTÁ D. C., 2022-11-10**

ELABORÓ
**NOMBRE:** *Juan Camilo Bejarano Ramirez*
**CARGO:** *Metrólogo del Laboratorio*

REVISÓ Y APROBÓ
**NOMBRE:** *Jorge Eliecer Ferro Cotes*
**CARGO:** *Director del Laboratorio*
**FIRMA:**



**FIN DEL CERTIFICADO**

Av. Carrera 45 # 20a - 53 Bogotá - Colombia • PBX (57-1) 2650050
www.flexilatina.com • laboratorioflexilatina.com

ISO/IEC 17025:2017
20-LAC-015

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
*Certificate of Calibration*

CALIBRADO

F-MET-002 / V.2
2021-05-03

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Certificado No:** *Certificate number* | **Plab-22-498** | **Laboratorio de presión** *Pressure laboratory* | |
| **Cliente:** *Customer* | ROCHA Y LONDOÑO SAS | | |
| **Dirección:** *Address* | Calle 17 No. 22 - 24 | **Ciudad:** *city* | Bogotá - Cundinamarca |
| **Instrumento:** *Instrument* | Manómetro Analógico | **Fabricante:** *Manufacturer* | ASHCROFT |
| **Modelo:** *Model* | Sin información | **Serie:** *Serial* | 453-1 |
| **Codigo interno:** *Internal code* | 3586 | **División de escala:** *Division on large scale* | 1 psi |
| **Rango de medición:** *Range of measurement* | (0 a 300) psi | **Resolución:** *Resolution* | 0,2 psi |
| **Conexión:** *Connection* | 1/2" NPT Inferior | **Clase de exactitud:** *Accuracy class* | 0,25 % |
| **Fecha de calibración:** *Calibration Date* | 2022-09-13 | **Fecha de expedición del certificado:** | 2022-09-13 |
| **Fecha de recepción:** *Reception date* | 2022-09-05 | **Fluido de calibración:** *calibration fluid* | Agua |
| **Sitio de calibración:** *Calibration place* | LABORATORIO DE CALIBRACION POINTER | **Secuencia Calibración:** *Calibration Sequence* | B |
| **Diametro (vista frontal):** *Front view diameter* | 4,5 in | **Procedimiento de calibración:** *Calibration Procedure* | P-MET-001 Prestación de servicios de metrología |

**Método de calibración:**
La calibración se realizó por comparación directa de las indicaciones o valores de medición del instrumento bajo calibración con las lecturas o valores indicados por el patrón de referencia, basado en los lineamientos de la guía DKD-R 6-1:2014.
Los resultados presentados en este certificado se han reportado en las unidades de medida del instrumento calibrado; por tanto, para efectos de conversión de las unidades al Sistema Internacional de Unidades (SI), debe tenerse en cuenta que :

1 psi = 6895 Pa **Documento de referencia: NIST 811:2008**

FIRMAS AUTORIZADAS

**Aprobado por:**

*Lider de Metrología*



Pointer Instrument Services SAS. Nit. 830 080 201-7
Calle 73 Bis N ° 27ª - 10 Bogotá – Colombia. Teléfono (57)(1) 311 18 57/69
laboratorio@pointerinstrument.com

INGENIERIA Y MONTAJES HYR SAS

# INFORME PRUEBA PRESIÓN
# 4 PULGADAS PVC MIROLINDO

DICIEMBRE 2023

IBAGUE

TANQUE ZONA INDUSTRIAL

Calle 58C SUR # 84C - 19
NIT: 901.207414-4
3115218487
hyrim60@gmail.com
Bogotá - Colombia

33

30 DE ENERO, 2024

Señores:
**CONSORCIO ZONA INDUSTRIAL**
Ciudad.

Ref: Informe de resultado pruebas hidrostáticas

**PRUEBA HIDROSTATICA DE: TANQUE IBAL-IBAGUE**

En el presente informe referente a *Prueba hidrostática* ejecutada en la ubicación CIUDAD IBAGUE a solicitud del cliente CONSORCIO ZONA INDUSTRIAL, al cual se le permite dejar a su disposición el informe de la prueba realizada el día 27 de DICIEMBRE año 2023.

Se procede la inspección visual de atraques y/o anclajes en posición adecuada y la verificación de rellenos en la tubería cumpliendo los parámetros básicos de seguridad preprueba. Se procede con la recolección de datos con el personal encargado del tramo (*Tabla 1*), posteriormente se instalan los equipos de bombeo y medición (*Anexo 1*), se verifican registros, puntos de captación de agua y el bombeo inicial con el fin de desairar la tubería. Este procedimiento se realiza de manera periódica hasta que la tubería expulse una cantidad considerable de agua, lo que garantiza la eliminación de excesos de aire. En continuidad se somete la tubería a la presión solicitada 100 PSI

| | |
|---|---|
| **Diámetro de la tubería:** | 4" |
| **Material** | ACERO AL CARBON |
| **Longitud de tubería** | 230. m |
| **No. De uniones** | 40 |
| **De abscisa:** | **A abscisa:** |

Tabla 1. Especificaciones de tubería sometida a prueba hidrostática, datos tomados en campo.

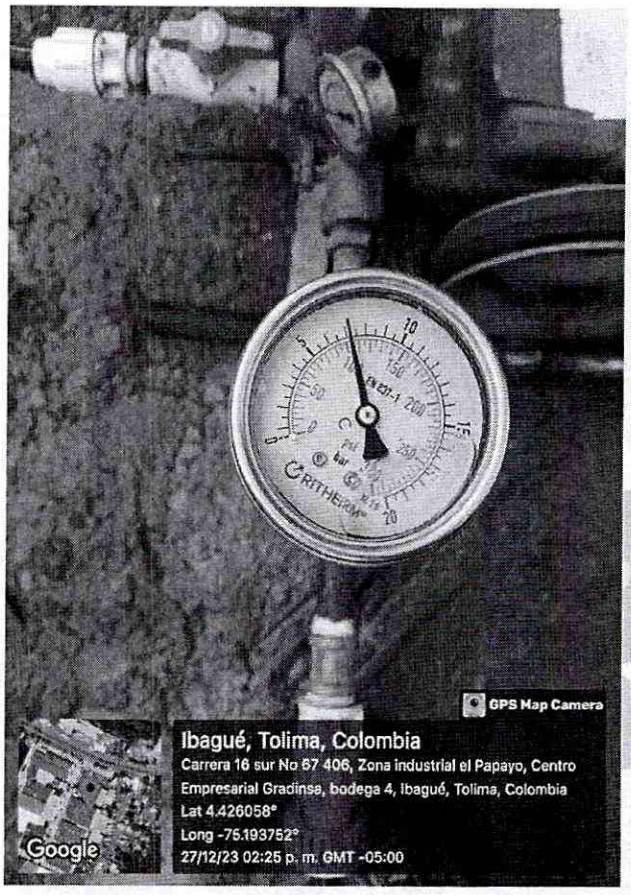
| | |
|---|---|
| **Volumen de llenado** | 1.84 $m^3$ |
| **Tiempo de prueba** | 120 min |
| **Presión de servicio** | 60 psi |
| **Presión de diseño** | 200 psi |
| **Presión de prueba** | 100 psi |
| **Presión de punto más bajo** | 0 psi |
| **Presión de punto más alto** | 0 psi |
| **Punto de registro No. 1** | N/A |
| **Punto de registro No. 2** | N/A |

Tabla 2. Registro de volumen llenado y lectura de prueba hidrostática, datos tomados en campo.

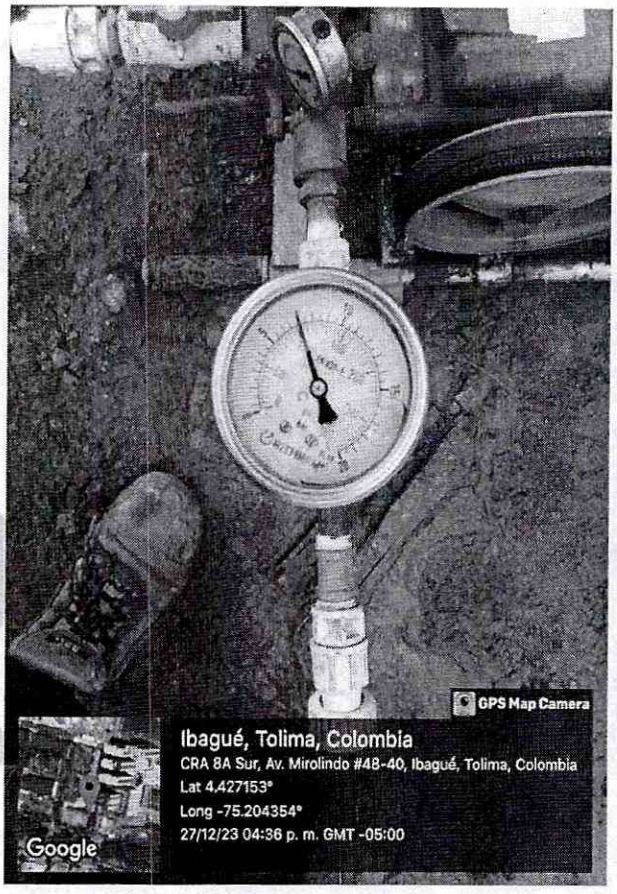
334

Durante la prueba realizada a la tubería, no se evidenció ningún problema relacionado con fugas, desacoples, deformaciones, entre otros. Por lo tanto, la tubería **APROBÓ** la prueba hidrostática realizada.

**ANEXO 1, MANOMETROS**



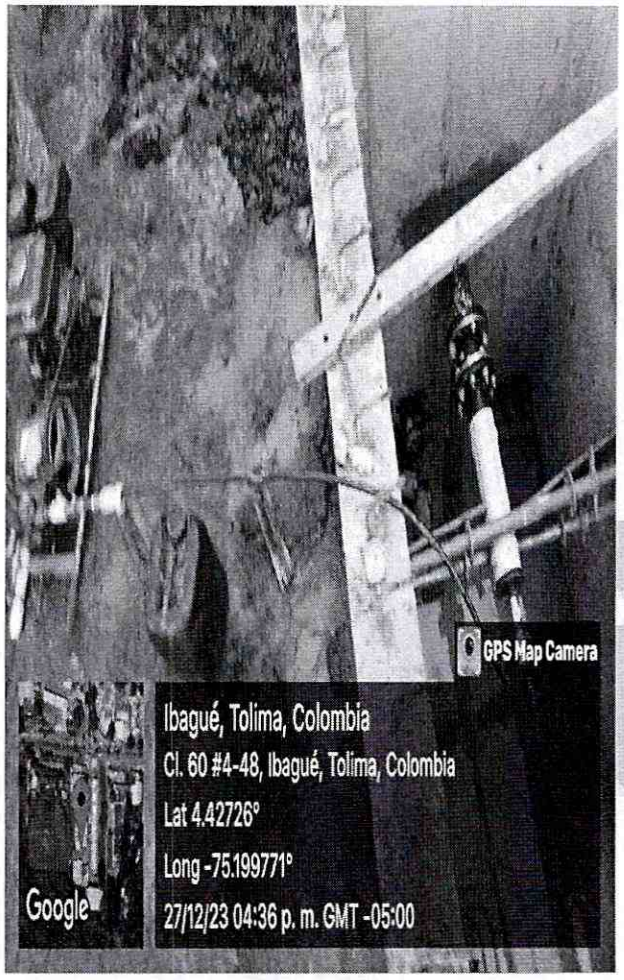

**INICIO** DE PRUEBA, CON PRESIÓN Y TIEMPO SOLICITADOS POR INTERVENTORÍA




EVIDENCIA **FINALIZACIÓN** DE PRUEBA CUMPLIENDO PARÁMETROS INICIALES.

Calle 58C SUR # 84C - 19
NIT: 901.207414-4
3115218487
hyrim60@gmail.com
Bogotá - Colombia

**ANEXO 2**




EQUIPO DE MEDICIÓN




SERIAL MANOMETRO

INGENIERÍA Y MONTAJES

# INGENIERÍA Y MONTAJES H&R S.A.S

CREDIBILIDAD, COMPROMISO Y CALIDAD

NIT 901.207.414 - 4

**FORMATO DE CAMPO**

| CONTROL DE PRUEBA HIDROSTATICA EN TUBERIAS DE ACUEDUCTO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Nombre del proyecto: TANQUE ZONA INDUSTRIAL IBAGUE 2023 | | | | |
| Fecha ejecución de la prueba: 27 DE DICIEMBRE 2023 | | | | |
| Localización: TANQUE IBAL-TUB 4" MIROLINDO | | Plano de diseño No. | | |
| Material: PVC | Diámetro tubería (mm): 101 | Longitud tramo de tubería (m): 230 | | |
| Accesorios instalados (descripción): 37 tubos pvc, 2 semicodos, 1 junta bridada flexible, tapon | | | | |
| Tipo de unión: MECANICA | | No. de uniones: 40 | | |
| | | | | |
| Abscisa: K0+001 AV MIROLINDO | | A abscisa: K0+230 TANQUE IBAL | | |
| Abscisa: | | | | |
| Abscisa: | | | | |
| Abscisa: | | | | |
| Abscisa: | | | | |
| Abscisa: | | | | |
| Abscisa: | | | | |
| | | | | |
| Volumen llenado($m^3$):1.84 | Tiempo de prueba (h): 2 | Escape permitido (L/h) 1.6262 | | |
| | | | | |
| | Kpa | psi | | |
| Presión de servicio | | 40 | | |
| Presión de diseño | | 200 | | |
| Presión de prueba | | 100 | | |
| Presión punto más bajo | | | Abscisa: | Cota: |
| Presión punto más alto | | | Abscisa: | Cota: |
| Presión puntos de registro | | | | |
| P. registro No.1 | | | Abscisa: | Cota: |
| P. registro No.2 | | | Abscisa: | Cota: |
| P. registro No.3 | | | Abscisa: | Cota: |
| P. registro No.4 | | | Abscisa: | Cota: |

| PRUEBA APROBADA | X | PRUEBA RECHAZADA | |
|---|---|---|---|
| Firma interventoría: | | Firma ingeniero residente: | |

Realizada: HENRY GUIO JIMENEZ
Contratista.

Calle 58C SUR # 84C - 19
NIT: 901.207414-4
3115218487
hyrim60@gmail.com
Bogotá - Colombia

# CERTIFICADO DE MEDICIÓN MANOMETRO

ROCHA Y LONDOÑO S.A.S.
Soluciones en Instrumentación Industrial
NIT 860 527 857 6
TEMPERATURA PRESION HUMEDAD FLUJO REPUESTOS ACCESORIOS

| ROCHA Y LONDOÑO S.A.S. | FORMULARIO PARA INFORME DE COMPROBACIÓN METROLÓGICA PARA MANOMETROS | PROCESO: GESTIÓN DE MANTENIMIENTO |
|---|---|---|
| | | CÓDIGO: FOR-GMT-012 |
| | | VERSIÓN: 02 |
| | | Página: 1 de 1 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| CONSECUTIVO: | 48473 | | FECHA : | 15 julio | 2023 |
| CLIENTE : | INGENIERIA Y MONTAJES HYR S.A.S | | | | |
| CLASE: | ± 1,6 % Del Rango Completo | | SERIE: | 21090616 | |
| CONEXIÓN: | CV 1/4" NPT | | RANGO: | 0 A 300 | Psi |
| FABRICANTE: | RITHERM | | SUBDIVISION: | 5 Psi | |
| INSTRUMENTO: | MANOMETRO TIPO BOURDON | | DIAL: | 2 1/2" | |

| Indicación patrón | Indicación Instrumento | | Error | | Histèresis | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ascenso | Descenso | Ascenso | Descenso | Ascenso | Descenso |
| Psi | Psi | Psi | Psi | Psi | Psi | Psi |
| 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 50.0 | 50,0 | 48,0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 2.0 |
| 100.0 | 100.0 | 98.0 | 0.0 | 2.0 | 0.0 | 2.0 |
| 150.0 | 149.0 | 150.0 | 1.0 | 0.0 | 1.0 | 0.0 |
| 200.0 | 199.5 | 200.0 | 0.5 | 0.0 | 0.5 | 0.0 |
| 250.0 | 250.5 | 250.0 | -0.5 | 0.0 | 0.5 | 0.0 |
| 300.0 | 301.0 | 301.0 | -1.0 | -1.0 | 1.0 | 1.0 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

PATRON DE MEDIDA DE TRABAJO

| CERTIFICADO Nº | RANGO | CLASE | SERIE | ENTE CERTIFICADOR | FECHA DE CALIBRACION |
|---|---|---|---|---|---|
| 9104 | 0 A 500 PSI | ± 0,025% Del Rango Completo | 70642 | FLEXILATINA | 08/11/2022 |
| N/A | #N/D | #N/D | #N/D | #N/D | #N/D |

OBSERVACIONES
El metodo por comparacion se realiza en la ciudad de Bogota D.C. a una temperatura ambiente de 20 °C +/- 3 °C
Coincidiendo en todos los puntos anotados tanto ascendentes como descendentes
Los resultados contenidos en el presente informe corresponden al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones
Nuestra compañía no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos a los cuales se les hizo la verificacion

ROCHA Y LONDOÑO S.A.S.

Cordialmente,

SEBASTIAN JIMENEZ
JEFE DE TALLER

flexilatina
Ingeniería y Representaciones

ONAC ACREDITADO

ilac-MRA

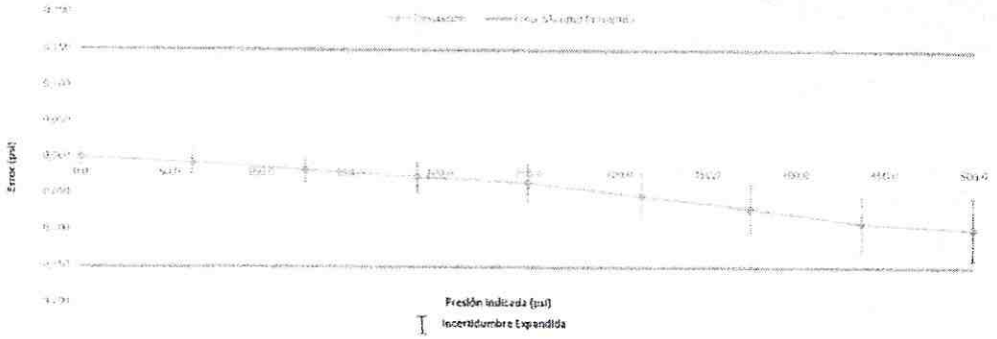
ISO/IEC 17025:2017
09-LAC-031

**FLEXILATINA DE COLOMBIA SAS**
**Laboratorio de presión**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No.** : **9104**
**RADICACIÓN No.** : **10894**
**LUGAR DE CALIBRACIÓN** : **LABORATORIO PERMANENTE**

**Tabla de cálculos de parámetros**

| Presión $P_{estándar}$ | Valor promedio ($P_{ind}$) Miw | Desviación Δp Miw − $P_{estándar}$ | Desviación del cero $f_0$ | Repetibilidad $b'$ | Histéresis $h$ | Reproducibilidad $b$ | Factor de Cobertura k | Incertidumbre expandida $U$ | Error máximo permitido (±) | Margen de variación $U' = \Delta p + U$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| psi | | | | | | | | | | |
| 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | N/A | 2,000 | 0,011 | 0,150 | 0,011 |
| 62,50 | 62,493 | -0,007 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | N/A | 2,000 | 0,016 | 0,150 | 0,023 |
| 125,00 | 124,983 | -0,017 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | N/A | 2,000 | 0,018 | 0,150 | 0,035 |
| 187,50 | 187,473 | -0,027 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | N/A | 2,000 | 0,021 | 0,150 | 0,048 |
| 250,00 | 249,965 | -0,035 | 0,000 | 0,010 | 0,020 | N/A | 2,000 | 0,026 | 0,150 | 0,061 |
| 312,50 | 312,448 | -0,052 | 0,000 | 0,010 | 0,025 | N/A | 2,000 | 0,031 | 0,150 | 0,083 |
| 375,00 | 374,930 | -0,070 | 0,000 | 0,010 | 0,010 | N/A | 2,000 | 0,033 | 0,150 | 0,103 |
| 437,50 | 437,410 | -0,090 | 0,000 | 0,010 | 0,010 | N/A | 2,000 | 0,038 | 0,150 | 0,128 |
| 500,00 | 499,903 | -0,097 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | N/A | 2,000 | 0,043 | 0,150 | 0,140 |




**Criterio de aceptación:** *El criterio de aceptación es ± 0,03% E. T., establecido por el cliente de acuerdo a sus necesidades de proceso.*

**Regla de decisión:**

La regla de decisión, es el Margen de Variación $U'$, que se compone de forma aditiva de la incertidumbre expandida $U$ (k = 2) y de la cantidad de la desviación sistemática ($\Delta p\ P_{ind}$ - $Miw$) (Numeral 9.1.2 D-R 6-1:2014 Calibración de instrumentos medidores de presión) que debe estar dentro del límite de especificación técnico establecido **(Error máximo permitido EMP)**

**Declaración de conformidad:**

El máximo porcentaje de error obtenido más su incertidumbre en esta calibración es: **%Error = [($U'$) / rango] * 100 = 0,028%**

Teniendo en cuenta el criterio de aceptación, el instrumento objeto de calibración pasa la especificación técnica de acuerdo a los límites autorizados por el cliente según su requerimiento (±0,03% E. T.), con una incertidumbre expandida máxima de 0,043 psi.

El usuario es responsable de hacer las correcciones a las lecturas del instrumento.

**Incertidumbre de la medición:**

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

**Trazabilidad:**

Las mediciones resultantes de esta calibración son trazables metrológicamente al Sistema Internacional de Unidades (SI) a través del laboratorio de calibración de WIKA-ALEMANIA quien es miembro del Servicio de Calibración Alemán (Deutscher Kalibrierdienst - DKD) y ha sido acreditado por el organismo de acreditación alemán (Deutsche Akkreditierungsstelle - DAkkS) que forma parte del Acuerdo ILAC (Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios).

**Descargo de responsabilidad:**

El intervalo de calibración de la presente calibración fue establecido por el cliente. El porcentaje de error máximo permitido utilizado en la declaración de conformidad de la presente calibración fue establecido por el cliente.
Los resultados reportados en este certificado de calibración se relacionan solamente con el (los) ítem (s) sometido (s) a calibración. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso por escrito del laboratorio que lo emite. Los resultados obtenidos en el presente certificado, se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite, no se responsabiliza de los prejuicios que se deriven del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

**FECHA DE EMISIÓN:** **BOGOTÁ D. C., 2022-11-10**

ELABORÓ
**NOMBRE:** *Juan Camilo Bejarano Ramirez*
**CARGO:** *Metrólogo del Laboratorio*

REVISÓ Y APROBÓ
**NOMBRE:** *Jorge Eliecer Ferro Cotes*
**CARGO:** *Director del Laboratorio*
**FIRMA:**



**FIN DEL CERTIFICADO**

Av. Carrera 69 # 20a - 53 Bogotá - Colombia • PBX (57-1) 2650950
www.flexilatina.com • laboratorioflexilatina.com

ISO/IEC 17025:2017
20-LAC-015

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
*Certificate of Calibration*

CALIBRADO

F-MET-002 / V.2
2021-05-03

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Certificado No:** *Certificate number* | **Plab-22-498** | **Laboratorio de presión** *Pressure laboratory* | |
| **Cliente:** *Customer* | ROCHA Y LONDOÑO SAS | | |
| **Dirección:** *Address* | Calle 17 No. 22 - 24 | **Ciudad:** *city* | Bogotá - Cundinamarca |
| **Instrumento:** *Instrument* | Manómetro Analógico | **Fabricante:** *Manufacturer* | ASHCROFT |
| **Modelo:** *Model* | Sin información | **Serie:** *Serial* | 453-1 |
| **Codigo interno:** *Internal code* | 3586 | **División de escala:** *Division on large scale* | 1 psi |
| **Rango de medición:** *Range of measurement* | (0 a 300) psi | **Resolución:** *Resolution* | 0,2 psi |
| **Conexión:** *Connection* | 1/2" NPT Inferior | **Clase de exactitud:** *Accuracy class* | 0,25 % |
| **Fecha de calibración:** *Calibration Date* | 2022-09-13 | **Fecha de expedición del certificado:** | 2022-09-13 |
| **Fecha de recepción:** *Reception date* | 2022-09-05 | **Fluido de calibración:** *calibration fluid* | Agua |
| **Sitio de calibración:** *Calibration place* | LABORATORIO DE CALIBRACION POINTER | **Secuencia Calibración:** *Calibration Sequence* | B |
| **Diametro (vista frontal):** *Front view diameter* | 4,5 in | **Procedimiento de calibración:** *Calibration Procedure* | F-MET-001 Prestación de servicios de metrología |

**Método de calibración:**
La calibración se realizó por comparación directa de las indicaciones o valores de medición del instrumento bajo calibración con las lecturas o valores indicados por el patrón de referencia, basado en los lineamientos de la guía DKD-R 6-1:2014.
Los resultados presentados en este certificado se han reportado en las unidades de medida del instrumento calibrado; por tanto, para efectos de conversión de las unidades al Sistema Internacional de Unidades (SI), debe tenerse en cuenta que :

1 psi = 6895 Pa **Documento de referencia: NIST 811:2008**

FIRMAS AUTORIZADAS

**Aprobado por:**

*Lider de Metrología*



Pointer Instrument Services SAS. Nit. 830 080 201-7
Calle 73 Bis N ° 27° - 10 Bogotá – Colombia. Teléfono (57)(1) 311 18 57/69
laboratorio@pointerinstrument.com

INGENIERIA Y MONTAJES HYR SAS

# INFORME PRUEBA PRESIÓN
# LAVADO 12"

DICIEMBRE 2023

IBAGUE

TANQUE ZONA INDUSTRIAL

Calle 58C SUR # 84C - 19

NIT: 901.207414-4

3115218487

hyrim60@gmail.com

Bogotá - Colombia

341

30 DE ENERO, 2024

Señores:
**CONSORCIO ZONA INDUSTRIAL**
Ciudad.

Ref: Informe de resultado pruebas hidrostáticas

**PRUEBA HIDROSTATICA DE: TANQUE IBAL-IBAGUE**

En el presente informe referente a *Prueba hidrostática* ejecutada en la ubicación CIUDAD IBAGUE a solicitud del cliente CONSORCIO ZONA INDUSTRIAL, al cual se le permite dejar a su disposición el informe de la prueba realizada el día 28 de DICIEMBRE año 2023.

Se procede la inspección visual de atraques y/o anclajes en posición adecuada y la verificación de rellenos en la tubería cumpliendo los parámetros básicos de seguridad preprueba. Se procede con la recolección de datos con el personal encargado del tramo (*Tabla 1*), posteriormente se instalan los equipos de bombeo y medición (*Anexo 1*), se verifican registros, puntos de captación de agua y el bombeo inicial con el fin de desairar la tubería. Este procedimiento se realiza de manera periódica hasta que la tubería expulse una cantidad considerable de agua, lo que garantiza la eliminación de excesos de aire. En continuidad se somete la tubería a la presión solicitada 125 PSI

| | |
|---|---|
| **Diámetro de la tubería:** | 12" |
| **Material** | ACERO AL CARBON |
| **Longitud de tubería** | 5.52 m |
| **No. De uniones** | 10 |
| **De abscisa:** | **A abscisa:** |

Tabla 1. Especificaciones de tubería sometida a prueba hidrostática, datos tomados en campo.

| | |
|---|---|
| **Volumen de llenado** | 0.39 $m^3$ |
| **Tiempo de prueba** | 120 min |
| **Presión de servicio** | 60 psi |
| **Presión de diseño** | 500 psi |
| **Presión de prueba** | 125 psi |
| **Presión de punto más bajo** | 0 psi |
| **Presión de punto más alto** | 0 psi |
| **Punto de registro No. 1** | N/A |
| **Punto de registro No. 2** | N/A |

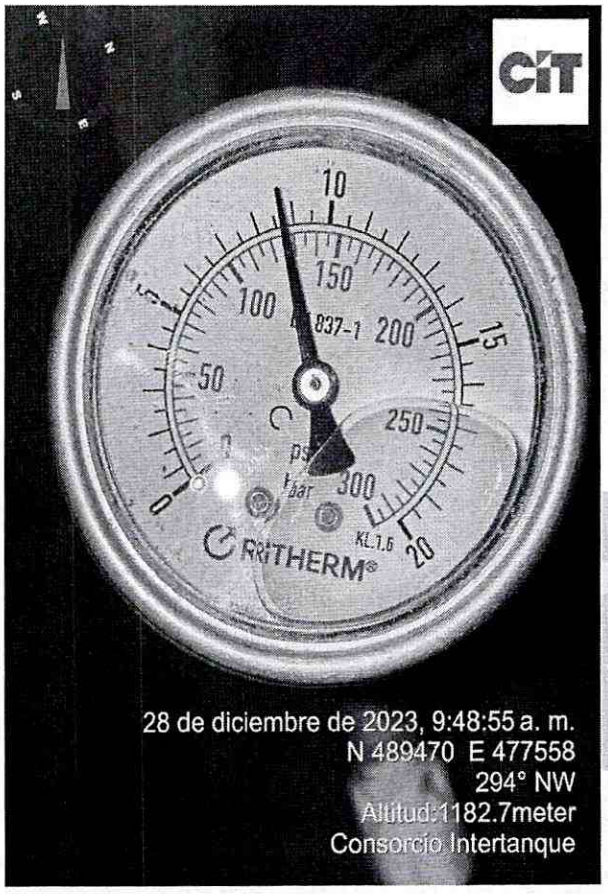
Tabla 2. Registro de volumen llenado y lectura de prueba hidrostática, datos tomados en campo.

Calle 58C SUR # 84C - 19
NIT: 901.207414-4
3115218487
hyrim60@gmail.com
Bogotá - Colombia

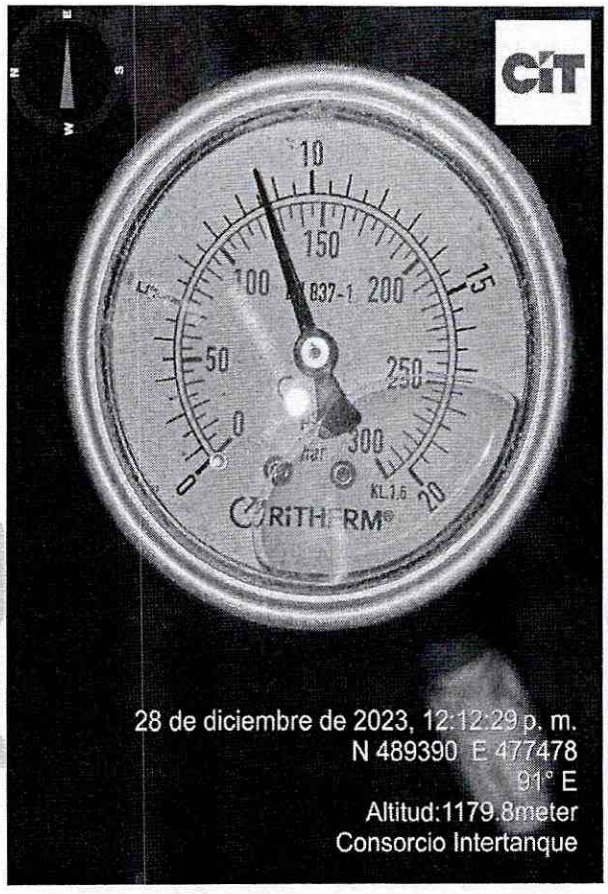
342

Durante la prueba realizada a la tubería, no se evidenció ningún problema relacionado con fugas, desacoples, deformaciones, entre otros. Por lo tanto, la tubería **APROBÓ** la prueba hidrostática realizada.

**ANEXO 1, MANOMETROS**



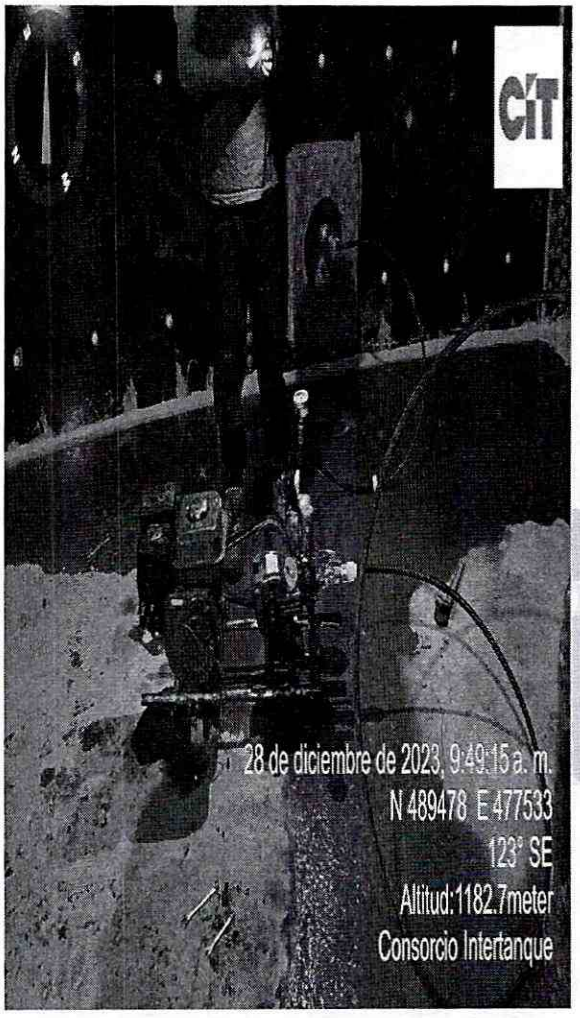

**INICIO** DE PRUEBA, CON PRESIÓN Y TIEMPO SOLICITADOS POR INTERVENTORÍA



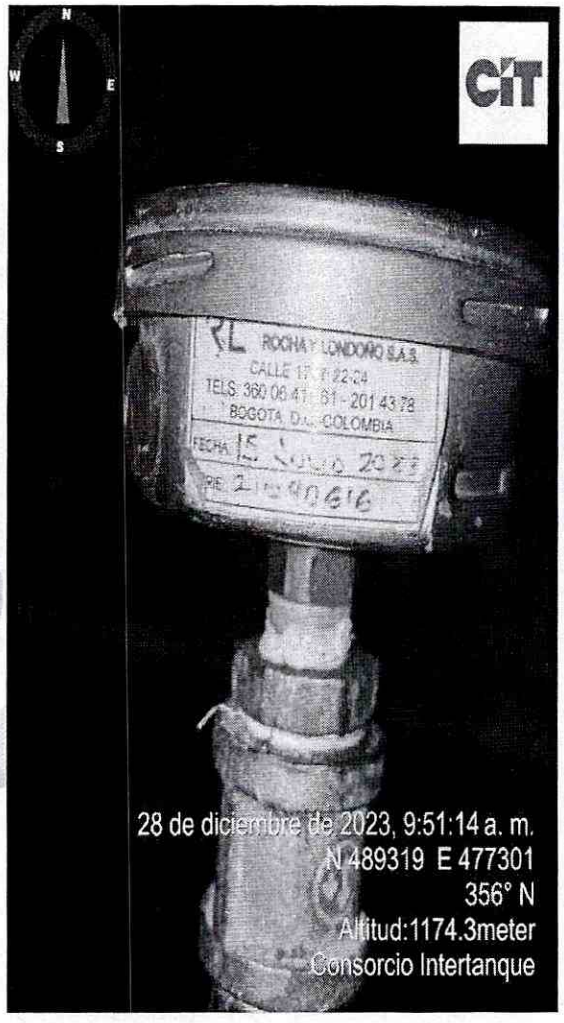

EVIDENCIA **FINALIZACIÓN** DE PRUEBA CUMPLIENDO PARÁMETROS INICIALES.

342

**ANEXO 2**




EQUIPO DE MEDICIÓN




SERIAL MANOMETRO

INGENIERÍA Y MONTAJES

**INGENIERÍA Y MONTAJES H&R S.A.S**

CREDIBILIDAD, COMPROMISO Y CALIDAD

NIT 901.207.414 - 4

**FORMATO DE CAMPO**

| CONTROL DE PRUEBA HIDROSTATICA EN TUBERIAS DE ACUEDUCTO | | |
|---|---|---|
| Nombre del proyecto: TANQUE ZONA INDUSTRIAL IBAGUE 2023 | | |
| Fecha ejecución de la prueba: 28 DE DICIEMBRE 2023 | | |
| Localización: TUBERÍA DE LAVADO 12" | Plano de diseño No. | |
| Material: ACERO AL CARBON | Diámetro tubería (mm): 299.2 | Longitud tramo de tubería (m): 5.52 |
| Accesorios instalados (descripción): 2 codos, 2 pasamuros, 2 niples, 1 valvula, 1 union multiusos, 2 tapones | | |
| Tipo de unión: MECANICA | No. de uniones: 10 | |
| | | |
| Abscisa: | A abscisa: | |
| Abscisa: | | |
| Abscisa: | | |
| Abscisa: | | |
| Abscisa: | | |
| Abscisa: | | |
| Abscisa: | | |
| | | |
| Volumen llenado($m^3$):0.39 | Tiempo de prueba (h): 2 | Escape permitido (L/h) 1.3465 |

| | Kpa | psi | | |
|---|---|---|---|---|
| Presión de servicio | | 60 | | |
| Presión de diseño | | 500 | | |
| Presión de prueba | | 125 | | |
| Presión punto más bajo | | | Abscisa: | Cota: |
| Presión punto más alto | | | Abscisa: | Cota: |
| Presión puntos de registro | | | | |
| P. registro No.1 | | | Abscisa: | Cota: |
| P. registro No.2 | | | Abscisa: | Cota: |
| P. registro No.3 | | | Abscisa: | Cota: |
| P. registro No.4 | | | Abscisa: | Cota: |

| | | | |
|---|---|---|---|
| PRUEBA APROBADA | X | PRUEBA RECHAZADA | |
| Firma interventoría: | | Firma ingeniero residente: | |

Realizada: HENRY GUIO JIMENEZ
Contratista.

Calle 58C SUR # 84C - 19
NIT: 901.207414-4
3115218487
hyrim60@gmail.com
Bogotá - Colombia

# CERTIFICADO DE MEDICIÓN MANOMETRO

ROCHA Y LONDOÑO S.A.S.
Soluciones en Instrumentación Industrial

NIT 860 527 857 8

TEMPERATURA PRESIÓN HUMEDAD FLUJO REPUESTOS ACCESORIOS

| ROCHA Y LONDOÑO S.A.S. | FORMULARIO PARA INFORME DE COMPROBACIÓN METROLÓGICA PARA MANOMETROS | PROCESO: GESTIÓN DE MANTENIMIENTO |
|---|---|---|
| | | CODIGO: FOR-GMT-012 |
| | | VERSIÓN: 03 |
| | | Página: 1 de 1 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| CONSECUTIVO: | 48473 | | FECHA : | 15 julio | 2023 |
| CLIENTE : | INGENIERIA Y MONTAJES HYR S.A.S. | | | | |
| CLASE: | ± 1,6 % Del Rango Completo | | SERIE: | 21090616 | |
| CONEXIÓN: | CV 1/4" NPT | | RANGO: | 0 A 300 | Psi |
| FABRICANTE: | RITHERM | | SUBDIVISION: | 5 Psi | |
| INSTRUMENTO: | MANOMETRO TIPO BOURDON | | DIAL: | 2 1/2" | |

| Indicación patron | Indicación Instrumento | | Error | | Histèresis | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ascenso | Descenso | Ascenso | Descenso | Ascenso | Descenso |
| Psi | Psi | Psi | Psi | Psi | Psi | Psi |
| 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 50,0 | 50,0 | 48,0 | 0,0 | 2,0 | 0,0 | 2,0 |
| 100,0 | 100,0 | 98,0 | 0,0 | 2,0 | 0,0 | 2,0 |
| 150,0 | 149,0 | 150,0 | 1,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 |
| 200,0 | 199,5 | 200,0 | 0,5 | 0,0 | 0,5 | 0,0 |
| 250,0 | 250,5 | 250,0 | -0,5 | 0,0 | 0,5 | 0,0 |
| 300,0 | 301,0 | 301,0 | -1,0 | -1,0 | 1,0 | 1,0 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

PATRON DE MEDIDA DE TRABAJO

| CERTIFICADO N° | RANGO | CLASE | SERIE | ENTE CERTIFICADOR | FECHA DE CALIBRACION |
|---|---|---|---|---|---|
| 9104 | 0 A 500 PSI | ± 0,025% Del Rango Completo | 70642 | FLEXILATINA | 08/11/2022 |
| N/A | #N/D | #N/D | #N/D | #N/D | #N/D |

OBSERVACIONES
El metodo por comparacion se realiza en la ciudad de Bogotá D.C. a una temperatura ambiente de 20 °C +/- 3 °C
Comparando en todos los puntos anotados tanto ascendentes como descendentes
Los resultados contenidos en el presente informe corresponden al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.
Nuestra compañía no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos a los cuales se les hizo la verificación

Cordialmente,

ROCHA Y LONDOÑO S.A.S.

SEBASTIAN JIMENEZ
JEFE DE TALLER

flexilatina
Ingeniería y Representaciones

ONAC ACREDITADO

lac-MRA

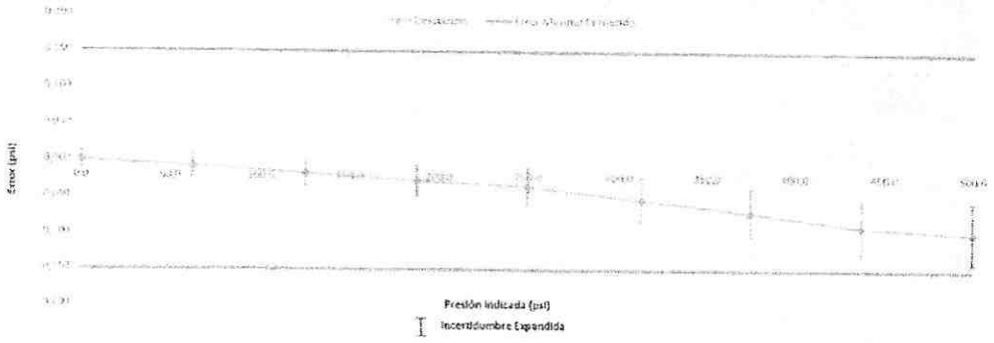
**FLEXILATINA DE COLOMBIA SAS**
**Laboratorio de presión**

ISO/IEC 17025:2017
09-LAC-031

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No. : 9104
RADICACIÓN No. : 10894
LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO PERMANENTE

**Tabla de cálculos de parámetros**

| Presión $P_{estándar}$ | Valor promedio ($P_{ind}$) $Mlw$ | Desviación $\Delta p$ $Mlw - P_{estándar}$ | Desviación del cero $f_0$ | Repetibilidad $b'$ | Histéresis $h$ | Reproducibilidad $b$ | Factor de Cobertura $k$ | Incertidumbre expandida $U$ | Error máximo permitido (±) | Margen de variación $U' = \Delta p + U$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| psi | | | | | | | | | | |
| 0,00 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | N/A | 2,000 | 0,011 | 0,150 | 0,011 |
| 62,50 | 62,493 | -0,007 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | N/A | 2,000 | 0,016 | 0,150 | 0,023 |
| 125,00 | 124,983 | -0,017 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | N/A | 2,000 | 0,018 | 0,150 | 0,035 |
| 187,50 | 187,473 | -0,027 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | N/A | 2,000 | 0,021 | 0,150 | 0,048 |
| 250,00 | 249,965 | -0,035 | 0,000 | 0,010 | 0,020 | N/A | 2,000 | 0,026 | 0,150 | 0,061 |
| 312,50 | 312,448 | -0,052 | 0,000 | 0,010 | 0,025 | N/A | 2,000 | 0,031 | 0,150 | 0,083 |
| 375,00 | 374,930 | -0,070 | 0,000 | 0,010 | 0,010 | N/A | 2,000 | 0,033 | 0,150 | 0,103 |
| 437,50 | 437,410 | -0,090 | 0,000 | 0,010 | 0,010 | N/A | 2,000 | 0,038 | 0,150 | 0,129 |
| 500,00 | 499,903 | -0,097 | 0,000 | 0,010 | 0,015 | N/A | 2,000 | 0,043 | 0,150 | 0,140 |




**Criterio de aceptación:** *El criterio de aceptación es ± 0,03% E. T., establecido por el cliente de acuerdo a sus necesidades de proceso.*

**Regla de decisión:**

La regla de decisión, es el Margen de Variación $U'$, que se compone de forma aditiva de la incertidumbre expandida $U$ (k = 2) y de la cantidad de la desviación sistemática ***(Δp $P_{ind}$ - Mlw)*** (Numeral 9.1.2 D-R 6-1:2014 Calibración de instrumentos medidores de presión) que debe estar dentro del límite de especificación técnico establecido **(Error máximo permitido EMP)**.

**Declaración de conformidad:**

El máximo porcentaje de error obtenido más su incertidumbre en esta calibración es: **%Error = [($U'$) / rango] * 100 = 0,028%**

Teniendo en cuenta el criterio de aceptación, el instrumento objeto de calibración pasa la especificación técnica de acuerdo a los límites autorizados por el cliente según su requerimiento (±0.03% E. T.), con una incertidumbre expandida máxima de 0.043 psi.

El usuario es responsable de hacer las correcciones a las lecturas del instrumento.

**Incertidumbre de la medición:**

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

**Trazabilidad:**

Las mediciones resultantes de esta calibración son trazables metrológicamente al Sistema Internacional de Unidades (SI) a través del laboratorio de calibración de WIKA-ALEMANIA quien es miembro del Servicio de Calibración Alemán (Deutscher Kalibrierdienst - DKD) y ha sido acreditado por el organismo de acreditación alemán (Deutsche Akkreditierungsstelle - DAkkS) que forma parte del Acuerdo ILAC (Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios).

**Descargo de responsabilidad:**

El intervalo de calibración de la presente calibración fue establecido por el cliente. El porcentaje de error máximo permitido utilizado en la declaración de conformidad de la presente calibración fue establecido por el cliente.
Los resultados reportados en este certificado de calibración se relacionan solamente con el (los) ítem (s) sometido (s) a calibración. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido total o parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso por escrito del laboratorio que lo emite. Los resultados obtenidos en el presente certificado, se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite, no es responsabilizo de los prejuicios que se deriven del uso inadecuado de los instrumentos calibrados.

**FECHA DE EMISIÓN:** **BOGOTÁ D. C., 2022-11-10**

ELABORÓ
NOMBRE: *Juan Camilo Bejarano Ramirez*
CARGO: *Metrólogo del Laboratorio*

REVISÓ Y APROBÓ
NOMBRE: *Jorge Eliecer Ferro Cotes*
CARGO: *Director del Laboratorio*
FIRMA:



**FIN DEL CERTIFICADO**

Av. Carrera 45 # 26a - 93 Bogotá - Colombia • PBX (57-1) 2690950
www.flexilatina.com • laboratorioflexilatina.com

ISO/IEC 17025:2017
20-LAC-015

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
*Certificate of Calibration*

CALIBRADO

F-MET-002 / V.2
2021-05-03

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Certificado No:** *Certificate number* | **Plab-22-498** | **Laboratorio de presión** *Pressure laboratory* | |
| **Cliente:** *Customer* | ROCHA Y LONDOÑO SAS | | |
| **Dirección:** *Address* | Calle 17 No. 22 - 24 | **Ciudad:** *city* | Bogotá - Cundinamarca |
| **Instrumento:** *Instrument* | Manómetro Analógico | **Fabricante:** *Manufacturer* | ASHCROFT |
| **Modelo:** *Model* | Sin información | **Serie:** *Serial* | 453-1 |
| **Codigo interno:** *Internal code* | 3586 | **División de escala:** *Division on large scale* | 1 psi |
| **Rango de medición:** *Range of measurement* | (0 a 300) psi | **Resolución:** *Resolution* | 0,2 psi |
| **Conexión:** *Connection* | 1/2" NPT Inferior | **Clase de exactitud:** *Accuracy class* | 0,25 % |
| **Fecha de calibración:** *Calibration Date* | 2022-09-13 | **Fecha de expedición del certificado:** | 2022-09-13 |
| **Fecha de recepción:** *Reception date* | 2022-09-05 | **Fluido de calibración:** *calibration fluid* | Agua |
| **Sitio de calibración:** *Calibration place* | LABORATORIO DE CALIBRACION POINTER | **Secuencia Calibración:** *Calibration Sequence* | B |
| **Diametro (vista frontal):** *Front view diameter* | 4,5 in | **Procedimiento de calibración:** *Calibration Procedure* | P-MET-001 Prestación de servicios de metrología |

**Método de calibración:**
La calibración se realizó por comparación directa de las indicaciones o valores de medición del instrumento bajo calibración con las lecturas o valores indicados por el patrón de referencia, basado en los lineamientos de la guía DKD-R 6-1:2014.
Los resultados presentados en este certificado se han reportado en las unidades de medida del instrumento calibrado; por tanto, para efectos de conversión de las unidades al Sistema Internacional de Unidades (SI), debe tenerse en cuenta que :

**1 psi = 6895 Pa Documento de referencia: NIST 811:2008**

**FIRMAS AUTORIZADAS**

**Aprobado por:**

*Lider de Metrología*



Pointer Instrument Services SAS. Nit. 830 080 201-7
Calle 73 Bis N ° 27ª - 10 Bogotá – Colombia. Teléfono (57)(1) 311 18 57/69
laboratorio@pointerinstrument.com

# ANEXO 7.

# PRUEBA HIDRÁULICA

# Y

# ASENTAMIENTO DEL TANQUE

# INFORME SEGUIMIENTO PRUEBA HIDROESTATICA TANQUE IBAGUE ZONA INDUSTRIAL DE 10.000 M3

| | |
|---|---|
| **ACTIVIDAD:** | **MONTAJE TANQUE IBAGUE 10.000 M3** |
| **UBICACIÓN:** | **OBRA IBAGUE** |
| **CIUDAD:** | **IBAGUE** |
| **FECHA:** | **28/02/2024** |
| **INFORME N°:** | **PRUEBA HIDROESTATICA_03** |
| **REALIZADO POR:** | **JONHATAN PRIMERA ESCALANTE** |

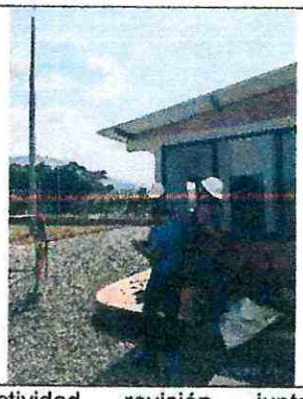
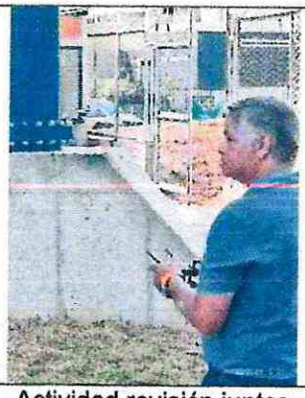
**ASUNTO**. ACOMPAÑAMIENTO PRUEBA HIDROESTATICA TANQUE DE 10.000 m3 ZONA INDUSTRIAL EN LA CIUDAD DE IBAGUE, COLOMBIA

## 1. SEGUIMIENTO PRUEBA HIDROESTATICA

Se realiza el llenado del tanque iniciando el día 11 de enero y finalizando el día 20 de febrero en horas de la tarde, **BRT INGENIERIA SAS**, realiza el acompañamiento a esta actividad verificando que no se presenten fugas alrededor del cuerpo del tanque.

Durante el llenado se presentaron fugas aleatorias en el cuerpo del tanque donde estas fueron intervenidas y subsanadas en su totalidad conforme el tanque aumentaba de altura de columna de agua. Fugas corregidas en su totalidad.

Se realiza el recorrido con vuelo en Dron verificando todas las juntas verticales y horizontales por parte de interventoría el día 26 de febrero de 2024, dando como resultado en el recorrido 0 fugas.

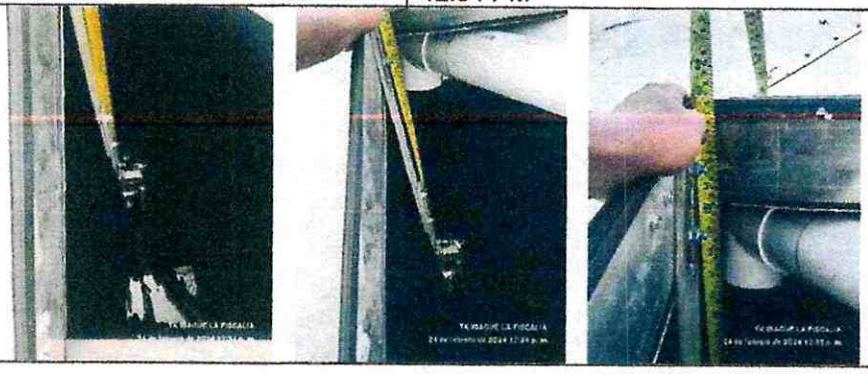
| | | |
|---|---|---|
|  |  |  |
| Actividad revisión juntas verticales y horizontales con Dron | Actividad revisión juntas verticales y horizontales con Dron | Actividad revisión juntas verticales y horizontales con Dron |

Se realiza seguimiento a la prueba de estanquidad desde el día 21 de febrero hasta el día 23 de febrero, tomando medidas de la altura del agua desde el DOMO del tanque, obteniendo una altura de lámina de agua de 16.06 metros, representando un volumen de 10015 m3, el día 24 de febrero pasando las 48 horas de llenado del tanque, se realiza la medición de la altura de agua, obteniendo nuevamente una altura de 16.06 metros de columna de agua, representando 10015 m3 de agua.

| | |
|---|---|
| ALTURA DEL TANQUE | 16.8 METROS |
| RADIO DEL TANQUE | 14.089 METROS |
| DISTANCIA MEDIDA CON FLEXOMETRO | 1.64 METROS |
| ALTURA COLUMNA DE AGUA | 16.06 |
| VOLUMEN | 10015 M3 |
| FECHA | 21/02/2024 |
| HORA | 8:54 AM |



| | |
|---|---|
| ALTURA DEL TANQUE | 16.8 METROS |
| RADIO DEL TANQUE | 14.089 METROS |
| DISTANCIA MEDIDA CON FLEXOMETRO | 1.64 METROS |
| ALTURA COLUMNA DE AGUA | 16.06 metros |
| VOLUMEN | 10015 M3 |
| FECHA | 24/02/2024 |
| HORA | 12:34 PM |



| | |
|---|---|
| FECHA PRIMER SEGUMIENTO | 21/02/2024 |
| HORA PRIMER SEGUIMIENTO | 8:54 AM |
| FECHA ULTIMO SEGUIMIENTO | 24/02/2024 |
| HORA ULTIMO SEGUIMIENTO | 12:34 PM |
| TIEMPO TOTAL DE LA PRUEBA | 75 HORAS CON 40 MINUTOS |

Con lo anterior, se da por finalizada la actividad de la prueba hidrostática del tanque Zona Industrial montando en la ciudad de Ibagué bajo el CONTRATO DE OBRA CIVIL No. 002 DE 2023 cuyo objeto principal es **MONTAJE DE UN (1) TANQUE EN ACERO AL CARBON CON REVESTIMIENTO EN VIDRIO FUSIONADO AL ACERO DOMO AUTOPORTANTE EN ALUMINIO, CAPACIDAD 1000 M3.**

Se anexa documento **FR-MC-078 PRUEBA DE ESTANQUIEDAD EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO**

## 2. ASENTAMIENTO DE TANQUE

### PRIMER ASENTAMIENTO 3.300 M3

Se realizó toma de medidas para verificación de asentamiento del tanque el día 26 de enero del 2024, fecha la cual el tanque alcanzo el primer tercio correspondiente a los 3.300 m3. Se utiliza equipo de nivel óptico topográfico tomando medidas a un punto de referencia en el perímetro del tanque.

Los resultados de esta actividad dan una medida de asentamiento dentro de los rangos permitidos.

### SEGUNDO ASEMTAMIENTO 6.600 M3

Se realizó toma de medidas para verificación de asentamiento del tanque el día 07 de febrero del 2024, fecha la cual el tanque alcanzo el primer tercio correspondiente a los 6.600 m3

Se utiliza equipo de nivel óptico topográfico tomando medidas a un punto de referencia en el perímetro del tanque.

Los resultados de esta actividad dan una medida de asentamiento dentro de los rangos permitidos.

### TERCER ASENTAMIENTO 10.000 M3

Se realizó toma de medidas para verificación de asentamiento del tanque el día 27 de febrero del 2024, fecha la cual el tanque alcanzo el tercer tercio correspondiente a los 10.000 m3

Se utiliza equipo de nivel óptico topográfico tomando medidas a un punto de referencia en el perímetro del tanque.

Los resultados de esta actividad dan una medida de asentamiento dentro de los rangos permitidos.

Se anexan los siguientes documentos:

1. EVALUACION DE ASENTAMIENTO EA-01 PRIMER TERCIO
2. EVALUACION DE ASENTAMIENTO EA-02 SEGUNDO TERCIO
3. EVALUACION DE ASENTAMIENTO EA-03 TERCER TERCIO

Con lo anterior, se da por finalizada la actividad de tomas de medidas de asentamiento del tanque Zona Industrial montando en la ciudad de Ibagué bajo el CONTRATO DE OBRA CIVIL No. 002 DE 2023 cuyo objeto principal es **MONTAJE DE UN (1) TANQUE EN ACERO AL CARBON CON REVESTIMIENTO EN VIDRIO FUSIONADO AL ACERO DOMO AUTOPORTANTE EN ALUMINIO, CAPACIDAD 1000 M3.**

| Elaborado | Revisado | Aprobado |
|---|---|---|
| Jonhatan Primera Escalante, Ing. | Fabio Alberto Becerra C., Ing. | Jaime Humberto Ayala, Ing. |
| Cargo: Coordinador de Proyectos BRT INGENIERIA SAS | Cargo: Gerente BRT INGENIERIA SAS | Cargo: Coordinador Área Técnica CONSORCIO ZONA INDUSTRIAL 2023 |

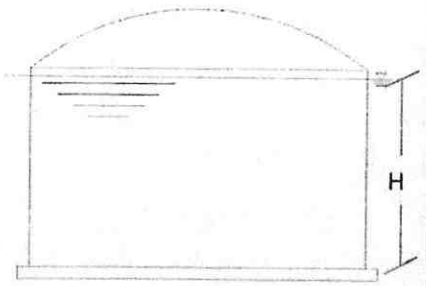
02/03/24.

| BRT INGENIERIA | PRUEBA DE ESTANQUIEDAD EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO | Versión 1 |
|---|---|---|
| | | Pagina 1 de 1 |
| | FR-MC-078 | 26/02/2024 |

**Fecha:** 24/02/2024 | **Nivel de verificación (H):** 16,05 metros

## PRUEBA DE ESTANQUIEDAD EN TANQUES DE ALMACENAMIENTO

LISTA DE CHEQUEO

| DESCRIPCION | SI | NO | NA | GRAFICO |
|---|---|---|---|---|
| LAS VALVULAS DE SALIDA DEL AGUA, INCLUIDA LA DE LOS DRENAJES, ESTAN DEBIDAMENTE CERRADAS | X | | |   |
| ACCESO LIBRE A LOS PUNTOS DE INSPECCION DE TUBERIAS, VALVULAS Y DRENAJES | X | | | |
| LAS CONEXIONES DE LAS TUBERIAS DE DRENAJE Y REBOSE DEL TANQUE CON LAS REDES DE ALCANTARILLADO DE AGUAS LLUVIAS ESTAN EN PERFECTO ESTADO DE FUNCIONAMIENTO | X | | | |
| TODAS LAS FIJACIONES Y SALIDAS DEBIDAS A PROCESOS CONSTRUCTIVOS EXISTENTES DENTRO DEL TANQUE ESTAN SELLADAS PARA PREVENIR LA PERDIDA DE AGUA | X | | | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **HORA DE INICIO DE LLENADO INICIAL:** | 5:05 p. m. | **FECHA:** | 11/01/2024 |
| **HORA DE FINALIZACION DE LLENADO:** | 11:30 a. m. | **FECHA:** | 20/02/2024 |
| **HORA DE INICIO DE PRUEBA:** | 11:30 a. m. | **FECHA:** | 20/02/2024 |
| **HORA DE FIN DE PRUEBA:** | 12:35 p. m. | **FECHA:** | 24/02/2024 |

### CALCULO DE VARIACION DE VOLUMEN

| | | |
|---|---|---|
| VOLUMEN INICIAL | 10015,11065 | M3 |
| VOLUMEN FINAL | 10015,11065 | M3 |

$$Perdida\ de\ Volumen = \frac{Vol_{inicial} - Vol_{final}}{Vol_{inicial}} \times 100$$

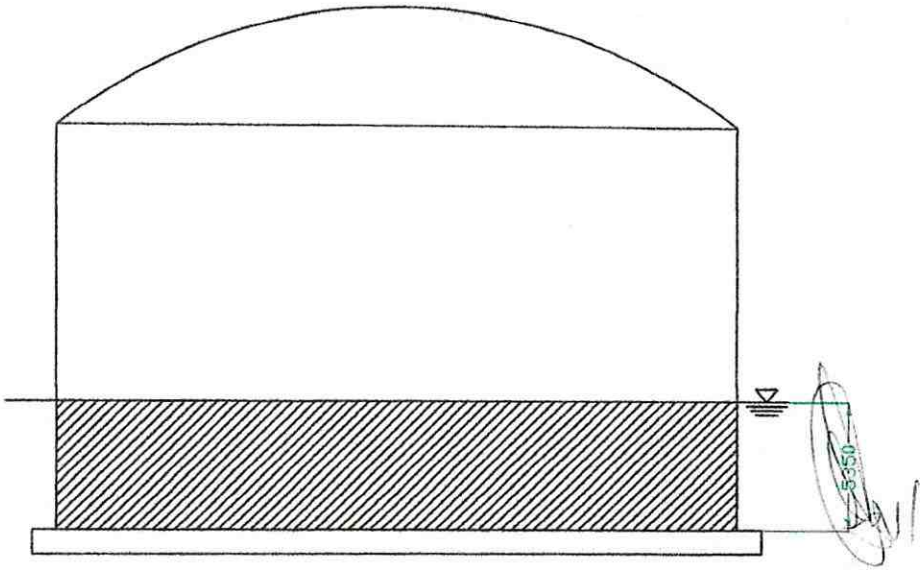
| | | |
|---|---|---|
| PERDIDA DE VOLUMEN | 0% | % |

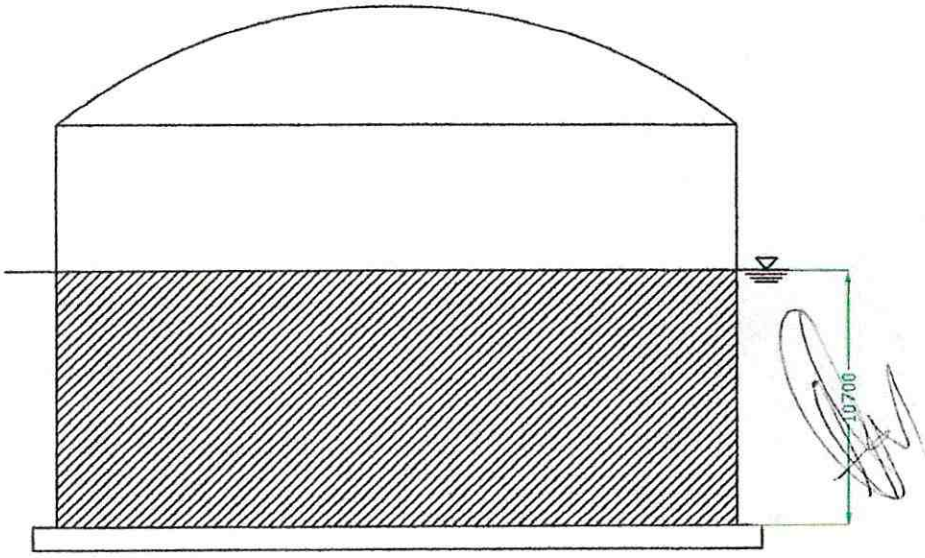
SE COMPLETO PRUEBA SATISFACTORIA SI [X] NO [ ]

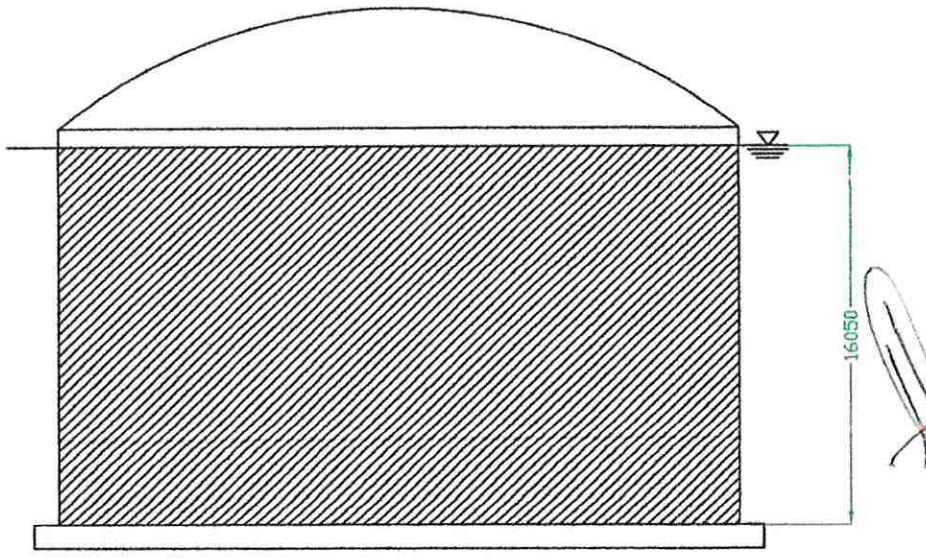
CON EL PRESENTE REGISTRO SE CONSIDERA SATISFACTORIA LA PRUEBA HIDROESTATICA DEL TANQUE

| | NOMBRE | CARGO | FIRMA | FECHA |
|---|---|---|---|---|
| ELABORO | JONHATAN PRIMERA ESCALANTE | COORD. DE PROYECTOS | | 02/03/24 |
| REVISO | JAIME HUMBERTO AYALA HURTADO | COORD. DE PROYECTOS | | 02/03/24 |
| APROBO | OSCAR ALBERTO RIVAS VARON | DIR. DE INTERVENTORIA | | 02/03/24 |

# ALTURAS DE LAS TRES MEDIDAS DE ASENTAMIENTO MEDIDAS EN MM



EVALUACION DE ASENTAMIENTO DE TANQUE
API-653 APENDICE B, EVALUACION DE ASENTAMIENTO

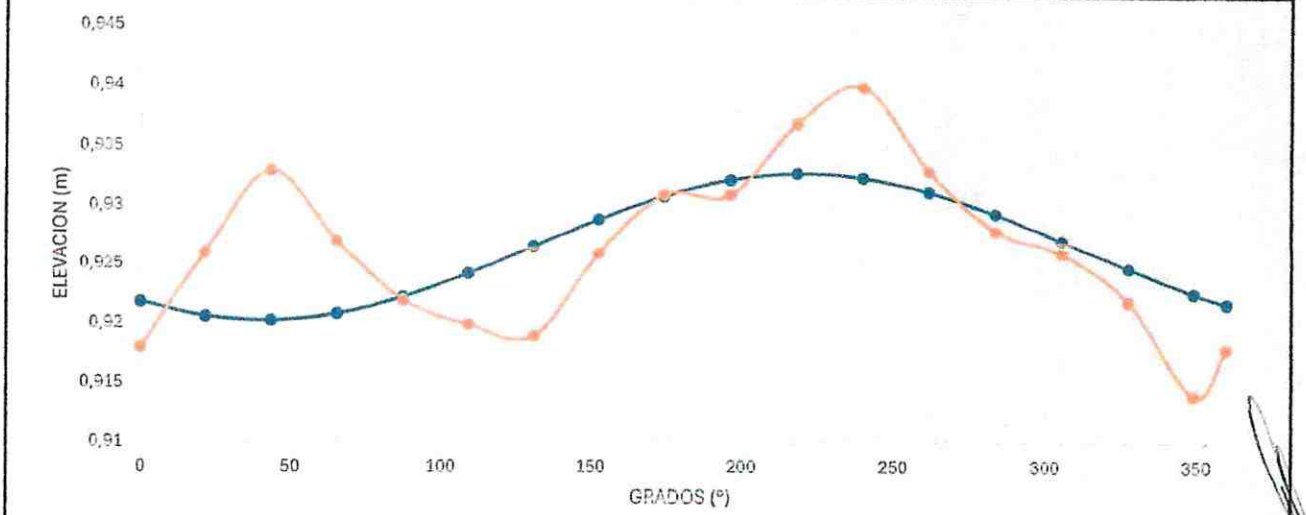
| Documento | Reporte | Cliente | Elaboró | Tanque No. | Fecha |
|---|---|---|---|---|---|
| Evaluacion Asentamiento | EA-01 | Consorcion Zona Industrial 2023 | Jonhatan Primera Escalante | 1 | 26/01/2024 |

| Consideraciones | | |
|---|---|---|
| Numero de puntos | 17 | UNIDAD |
| Primer punto de medida | 0° | GRADOS |
| Longitud de arco entre puntos | 5,197 | METROS |

| | | |
|---|---|---|
| Diametro | 28,12 | m |
| Altura | 16,8 | m |
| Tipo techo | Fijo | |
| Capacidad | 10000 | m3 |

| Asentamiento de lamina, API653 B.2.2.4 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Curva ideal de coseno, costantes a, b y c | | | a | 0,92655 | b | -0,006263 | c | 40,726 |
| R^2 Calculado | 0,641 | R^2 API653 | 0,9 | R^2_Cal >= R^2_API653 | NO | | |
| Las dimensiones de alturas tomadas con aplican para la curva de coseno ideal R^2 < 0,9 | | | | | | | |
| Asentamiento será evualuado de acuerdo a APEX B.2.2.5 | | | | | | | |

EVALUACION CURVA IDEAL DE COSENO

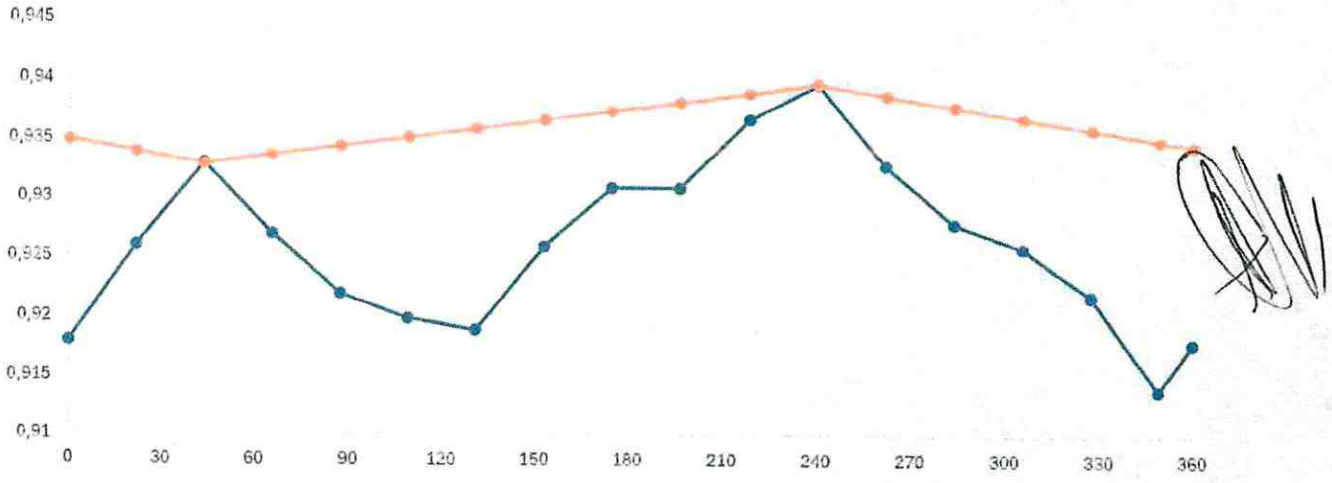



Evaluacion de asentamiento por APEX B.2.2.5

| Smax, Asentamiento permisible fuera de plano | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Smax = MIN ( K*Sarc*(D/H)*(Y/E) ; 4 in) | | | | | |
| K | Constante API 653 | RESULTADOS | | | |
| Sarc | Longitud de arco de asentamiento a evaluar en FT | Sarc (m) | 41,572 | Smax (m) | 0,027 |
| D | Diametro del tanque en FT | Sarc (m) | 46,769 | Smax (m) | 0,031 |
| H | Altura del tanque en FT | | | | |
| Y | Esfuerzo de tension en Lb/in2 | | | | |
| E | Modulo de elasticidad en Lb/in2 | | | | |

| REFERENCIA TANQUE | PUNTOS | GRADOS | ELEVACION | ELEVACION RELATIVA | DEFLEXION CALCULADA | LONGITUD ARCO | DEFLEXION MAXIMA | ESTADO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 MH | 1 | 0,000 | 0,918 | 0,004 | -0,017 | 41,572 | 0,027 | OK |
| 3 | 2 | 21,818 | 0,926 | 0,012 | -0,008 | 41,572 | 0,027 | OK |
| 5 | 3 | 43,636 | 0,933 | 0,019 | 0,00 | 46,769 | 0,031 | OK |
| 7 | 4 | 65,455 | 0,927 | 0,013 | -0,007 | 46,769 | 0,031 | OK |
| 9 | 5 | 87,273 | 0,922 | 0,008 | -0,013 | 46,769 | 0,031 | OK |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | 6 | 109,091 | 0,92 | 0,006 | -0,015 | 46,769 | 0,031 | OK |
| 13 | 7 | 130,909 | 0,919 | 0,005 | -0,017 | 46,769 | 0,031 | OK |
| 15 | 8 | 152,727 | 0,926 | 0,012 | -0,011 | 46,769 | 0,031 | OK |
| 17 | 9 | 174,545 | 0,931 | 0,017 | -0,007 | 46,769 | 0,031 | OK |
| 19 | 10 | 196,364 | 0,931 | 0,017 | -0,007 | 46,769 | 0,031 | OK |
| 21 | 11 | 218,182 | 0,937 | 0,023 | -0,002 | 46,769 | 0,031 | OK |
| 23 | 12 | 240,000 | 0,94 | 0,026 | 0,000 | 41,572 | 0,027 | OK |
| 25 | 13 | 261,818 | 0,933 | 0,019 | -0,006 | 41,572 | 0,027 | OK |
| 27 | 14 | 283,636 | 0,928 | 0,014 | -0,010 | 41,572 | 0,027 | OK |
| 29 | 15 | 305,455 | 0,926 | 0,012 | -0,011 | 41,572 | 0,027 | OK |
| 31 | 16 | 327,273 | 0,922 | 0,008 | -0,014 | 41,572 | 0,027 | OK |
| 33 | 17 | 349,091 | 0,914 | 0 | -0,021 | 41,572 | 0,027 | OK |
| 1 | 18 | 360,000 | 0,918 | 0,004 | -0,017 | 41,572 | 0,027 | OK |




**Consideraciones.**

Todas las propiedades de lamina que se usaron para los calculos fueron realizados asociados a una lamina con calidad ASTM A-36

EVALUACION DE ASENTAMIENTO DE TANQUE
API-653 APENDICE B, EVALUACION DE ASENTAMIENTO

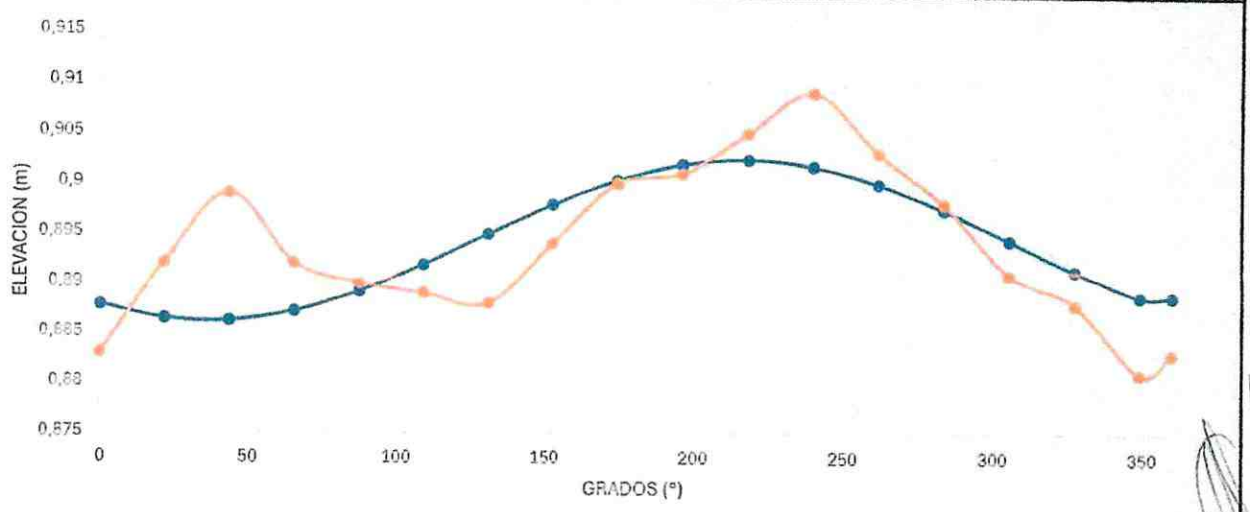
| Documento | Reporte | Cliente | Elaboró | Tanque No. | Fecha |
|---|---|---|---|---|---|
| Evaluacion Asentamiento | EA-02 | Consorcion Zona Industrial 2023 | Jonhatan Primera Escalante | 1 | 7/02/2024 |

| Consideraciones | | |
|---|---|---|
| **Numero de puntos** | 17 | UNIDAD |
| **Primer punto de medida** | 0° | GRADOS |
| **Longitud de arco entre puntos** | 5,197 | METROS |

| | | |
|---|---|---|
| Diametro | 28,12 | m |
| Altura | 16,8 | m |
| Tipo techo | Fijo | |
| Capacidad | 10000 | m3 |

| Asentamiento de lamina, API653 B.2.2.4 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Curva ideal de coseno, costantes a, b y c | | | a | 0,8942 | b | -0,0081 | c | -0,3649 |
| **R^2 Calculado** | 0,74 | **R^2 API653** | 0,9 | **R^2_Cal >= R^2_API653** | | NO | | |
| Las dimensiones de alturas tomadas con aplican para la curva de coseno ideal R^2 < 0,9 | | | | | | | | |
| Asentamiento será evualuado de acuerdo a APEX B.2.2.5 | | | | | | | | |

EVALUACION CURVA IDEAL DE COSENO

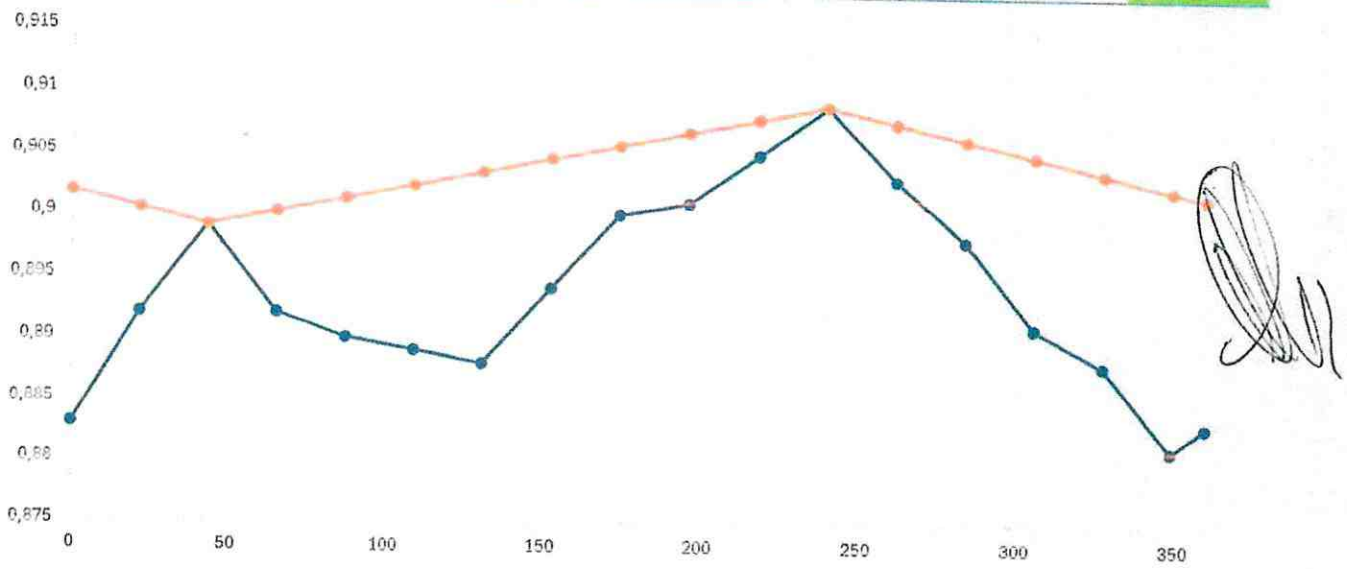



Evaluacion de asentamiento por APEX B.2.2.5

| Smax, Asentamiento permisible fuera de plano | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Smax = MIN ( K*Sarc*(D/H)*(Y/E) ; 4 in) | | | | | |
| K | Constante API 653 | RESULTADOS | | | |
| Sarc | Longitud de arco de asentamiento a evaluar en FT | Sarc (m) | 41,572 | Smax (m) | 0,027 |
| D | Diametro del tanque en FT | Sarc (m) | 46,769 | Smax (m) | 0,031 |
| H | Altura del tanque en FT | | | | |
| Y | Esfuerzo de tension en Lb/in2 | | | | |
| E | Modulo de elasticidad en Lb/in2 | | | | |

| REFERENCIA TANQUE | PUNTOS | GRADOS | ELEVACION | ELEVACION RELATIVA | DEFLEXION CALCULADA | LONGITUD ARCO | DEFLEXION MAXIMA | ESTADO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 MH | 1 | 0,000 | 0,883 | 0,002 | -0,019 | 41,572 | 0,027 | OK |
| 3 | 2 | 21,818 | 0,892 | 0,011 | -0,008 | 41,572 | 0,027 | OK |
| 5 | 3 | 43,636 | 0,899 | 0,018 | 0,00 | 46,769 | 0,031 | OK |
| 7 | 4 | 65,455 | 0,892 | 0,011 | -0,008 | 46,769 | 0,031 | OK |
| 9 | 5 | 87,273 | 0,89 | 0,009 | -0,011 | 46,769 | 0,031 | OK |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | 6 | 109,091 | 0,889 | 0,008 | -0,013 | 46,769 | 0,031 | OK |
| 13 | 7 | 130,909 | 0,888 | 0,007 | -0,015 | 46,769 | 0,031 | OK |
| 15 | 8 | 152,727 | 0,894 | 0,013 | -0,011 | 46,769 | 0,031 | OK |
| 17 | 9 | 174,545 | 0,9 | 0,019 | -0,006 | 46,769 | 0,031 | OK |
| 19 | 10 | 196,364 | 0,901 | 0,02 | -0,006 | 46,769 | 0,031 | OK |
| 21 | 11 | 218,182 | 0,905 | 0,024 | -0,003 | 46,769 | 0,031 | OK |
| 23 | 12 | 240,000 | 0,909 | 0,028 | 0,000 | 41,572 | 0,027 | OK |
| 25 | 13 | 261,818 | 0,903 | 0,022 | -0,005 | 41,572 | 0,027 | OK |
| 27 | 14 | 283,636 | 0,898 | 0,017 | -0,008 | 41,572 | 0,027 | OK |
| 29 | 15 | 305,455 | 0,891 | 0,01 | -0,014 | 41,572 | 0,027 | OK |
| 31 | 16 | 327,273 | 0,888 | 0,007 | -0,016 | 41,572 | 0,027 | OK |
| 33 | 17 | 349,091 | 0,881 | 0 | -0,021 | 41,572 | 0,027 | OK |
| 1 MH | 18 | 360,000 | 0,883 | 0,002 | -0,019 | 41,572 | 0,027 | OK |




**Consideraciones.**

Todas las propiedades de lamina que se usaron para los calculos fueron realizados asociados a una lamina con calidad ASTM A-36

EVALUACION DE ASENTAMIENTO DE TANQUE
API-653 APENDICE B, EVALUACION DE ASENTAMIENTO

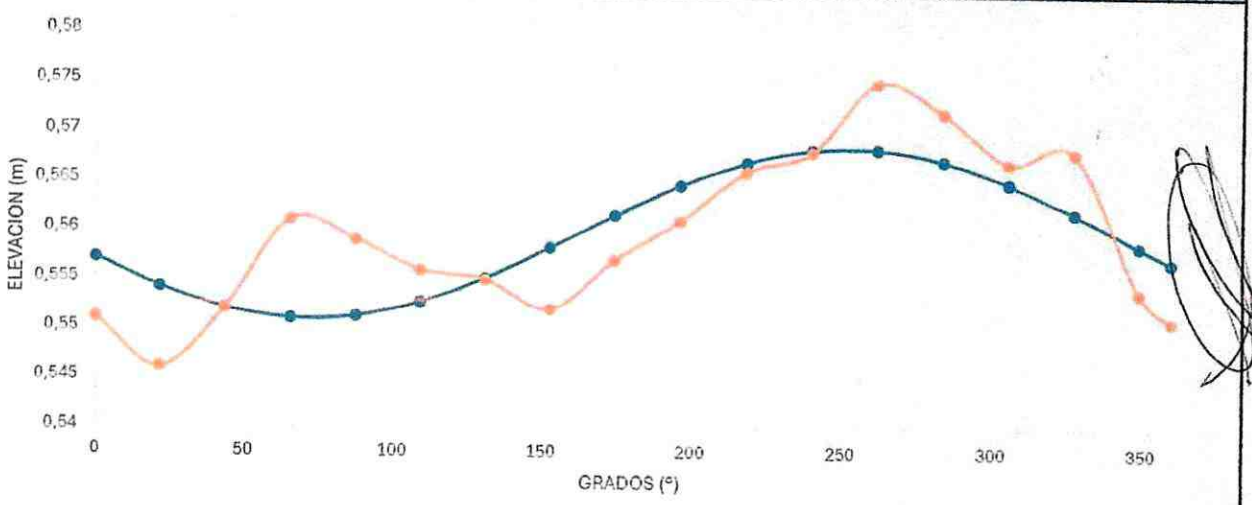
| Documento | Reporte | Cliente | Elaboró | Tanque No. | Fecha |
|---|---|---|---|---|---|
| Evaluacion Asentamiento | EA-03 | Consorcion Zona Industrial 2023 | Jonhatan Primera Escalante | 1 | 26/02/2024 |

| Consideraciones | | |
|---|---|---|
| Numero de puntos | 17 | UNIDAD |
| Primer punto de medida | 0° | GRADOS |
| Longitud de arco entre puntos | 5,197 | METROS |

| | | |
|---|---|---|
| Diametro | 28,12 | m |
| Altura | 16,8 | m |
| Tipo techo | Fijo | |
| Capacidad | 10000 | m3 |

| Asentamiento de lamina, API653 B.2.2.4 | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Curva ideal de coseno, constantes a, b y c | | | a | 0,559 | b | -0,008 | c | -72,409 |
| R^2 Calculado | 0,74 | R^2 API653 | 0,9 | R^2_Cal >= R^2_API653 | NO | | |
| Las dimensiones de alturas tomadas con aplican para la curva de coseno ideal R^2 < 0,9 | | | | | | | |
| Asentamiento será evualuado de acuerdo a APEX B.2.2.5 | | | | | | | |

EVALUACION CURVA IDEAL DE COSENO

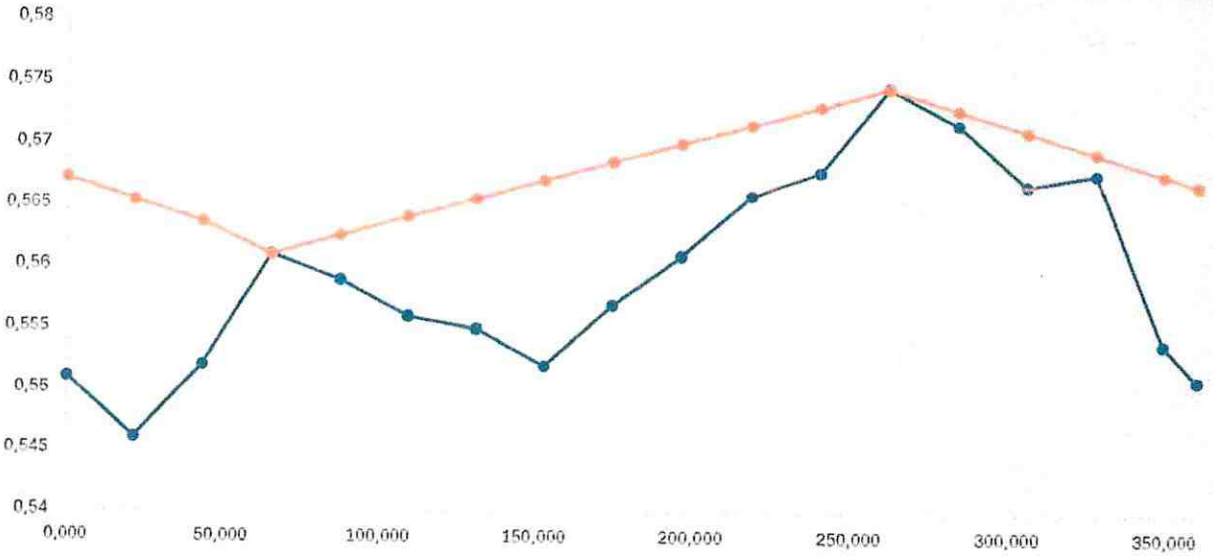



Evaluacion de asentamiento por APEX B.2.2.5

| Smax, Asentamiento permisible fuera de plano | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Smax = MIN ( K*Sarc*(D/H)*(Y/E) ; 4 in) | | | | | |
| K | Constante API 653 | RESULTADOS | | | |
| Sarc | Longitud de arco de asentamiento a evaluar en FT | Sarc (m) | 46,769 | Smax (m) | 0,031 |
| D | Diametro del tanque en FT | Sarc (m) | 41,572 | Smax (m) | 0,027 |
| H | Altura del tanque en FT | | | | |
| Y | Esfuerzo de tension en Lb/in2 | | | | |
| E | Modulo de elasticidad en Lb/in2 | | | | |

| REFERENCIA TANQUE | PUNTOS | GRADOS | ELEVACION | ELEVACION RELATIVA | DEFLEXION CALCULADA | LONGITUD ARCO | DEFLEXION MAXIMA | ESTADO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 MH | 1 | 0,000 | 0,551 | 0,005 | -0,016 | 46,769 | 0,031 | OK |
| 3 | 2 | 21,818 | 0,546 | 0 | -0,019 | 46,769 | 0,031 | OK |
| 5 | 3 | 43,636 | 0,552 | 0,006 | -0,01 | 46,769 | 0,031 | OK |
| 7 | 4 | 65,455 | 0,561 | 0,015 | 0,000 | 41,572 | 0,027 | OK |
| 9 | 5 | 87,273 | 0,559 | 0,013 | -0,004 | 41,572 | 0,027 | OK |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | 6 | 109,091 | 0,556 | 0,01 | -0,008 | 41,572 | 0,027 | OK |
| 13 | 7 | 130,909 | 0,555 | 0,009 | -0,011 | 41,572 | 0,027 | OK |
| 15 | 8 | 152,727 | 0,552 | 0,006 | -0,015 | 41,572 | 0,027 | OK |
| 17 | 9 | 174,545 | 0,557 | 0,011 | -0,012 | 41,572 | 0,027 | OK |
| 19 | 10 | 196,364 | 0,561 | 0,015 | -0,009 | 41,572 | 0,027 | OK |
| 21 | 11 | 218,182 | 0,566 | 0,02 | -0,006 | 41,572 | 0,027 | OK |
| 23 | 12 | 240,000 | 0,568 | 0,022 | -0,005 | 41,572 | 0,027 | OK |
| 25 | 13 | 261,818 | 0,575 | 0,029 | 0,000 | 46,769 | 0,031 | OK |
| 27 | 14 | 283,636 | 0,572 | 0,026 | -0,001 | 46,769 | 0,031 | OK |
| 29 | 15 | 305,455 | 0,567 | 0,021 | -0,005 | 46,769 | 0,031 | OK |
| 31 | 16 | 327,273 | 0,568 | 0,022 | -0,002 | 46,769 | 0,031 | OK |
| 33 | 17 | 349,091 | 0,554 | 0,008 | -0,014 | 46,769 | 0,031 | OK |
| 1 MH | 18 | 360,000 | 0,551 | 0,005 | -0,016 | 46,769 | 0,031 | OK |




**Consideraciones.**

Todas las propiedades de lamina que se usaron para los calculos fueron realizados asociados a una lamina con calidad ASTM A-36

# ANEXO 8.

# MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TANQUE IBAGUE



# MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

## Tanque de distribución Ibagué, Tolima

CONSORCIO ZONA INDUSTRIAL 2023

Marzo del 2024

# Contents


1. Introducción ..... 3
2. Localización ..... 3
3. objetivos ..... 4
   3.1 Objetivo general ..... 4
   3.2 Objetivos específicos ..... 4
4. Definiciones ..... 4
   4.1 Accesorios de hierro dúctil o Acero al carbón: ..... 4
   4.2 Accesorios de pvc: ..... 5
   4.3 AGUA: ..... 5
   4.4 Anclajes: ..... 6
   4.5 CAJAS DE INSPECCIÓN: ..... 6
   4.6 CASETA DE VIGILANCIA: ..... 6
   4.7 CERRAMIENTO: ..... 6
   4.8 golpe de ariete: ..... 7
   4.9 GRAMA: ..... 7
   4.10 linea de conducción: ..... 7
   4.11 Linea de distribución: ..... 7
   4.12 mantenimiento correctivo: ..... 8
   4.13 mantenimiento preventivo: ..... 8
   4.14 PRESIÓN: ..... 8
   4.15 SISTEMA de agua por gravedad: ..... 8
   4.16 tanque de distribución o almacenamiento: ..... 9
   4.17 Tubería de entrada: ..... 9
   4.18 Tuberia de rebose y limpieza ..... 10
   4.19 Tubería de salida: ..... 10
   4.20 urbanismo ..... 11
   4.21 valvulas: ..... 11
   4.22 vidrio fusionado al acero: ..... 12
5. Generalidades ..... 12

6. Tanque de almacenamiento en vidrio fusionado al acero. ..... 12
6.1 LIMPIEZA DE TANQUE ..... 12
6.2 PRUEBA DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO ..... 12
6.3 REPARACIÓN DE FUGAS ..... 12
6.4 INSTALACIÓN NUEVA ..... 13
6.5 INSPECCIÓN DE CONCRETO ..... 13
6.6 INSPECCIÓN DEL TANQUE ..... 13
6.7 INSPECCIÓN DEL TANQUE, INTERIOR. ..... 14
6.8 MANTENIMIENTO DE ACCESORIOS ..... 15
6.9 OBSERVACIONES ..... 15
6.9.1 Accesorios ..... 15
6.9.2 Pernos ..... 15
7. Sistema de tuberías en acero al carbón y PVC ..... 16
7.1 operación ..... 16
7.1.1 inspección visual: ..... 16
7.1.2 Presión y flujo: ..... 16
7.1.3 Registros de operación: ..... 16
7.2 Mantenimiento ..... 16
7.2.1 limpieza ..... 16
7.2.2 Inspección estructural ..... 16
7.2.3 Reparaciones ..... 17
7.2.4 Mantenimiento de recubrimientos ..... 17
7.2.5 Reemplazo de partes descastadas ..... 17
7.2.6 Otras recomendaciones importantes ..... 17
7.3 ¿cómo reparar una fuga? ..... 17
8. accesorios internos en cajas ..... 18
8.1 valvula reguladora de presión ..... 19
8.1.1 mantenimiento preventivo para válvulas reguladoras de presión ..... 19
8.2 macromedidor ..... 19
8.2.1 mantenimiento preventivo para macromedidor ..... 20

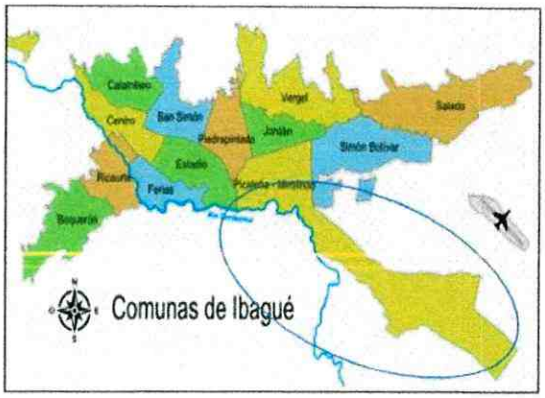
8.3 otros accesorios ..... 20
8.3.1 Otras recomendaciones importantes: ..... 21
9.sistema de apantallamiento ..... 21
10. sistema de protección catódica ..... 22
10.1 mantenimineto y operación ..... 22
10.1.1 plan de mantenimiento para protección catódica en tanques ..... 22
11. urbanismo y zonas verdes ..... 25
11.1 Recomendaciones zonas verdes: ..... 25
11.2 mantenimineto preventivo para urbanismo: ..... 26
12. caseta de vigilancia ..... 26
12.1 mantenimineto preventivo para caseta de vigilancia: ..... 26
13. cerramiento ..... 27
13.1 Recomencaiones cerramiento con portón: ..... 28
14. Normatividad: ..... 28
15. emergencias ..... 29

## 1. Introducción

Bienvenido al manual de operación del tanque de distribución de agua de la zona industrial en la ciudad de Ibagué, Tolima. Este documento ha sido elaborado con el objetivo de proporcionar información detallada sobre el funcionamiento seguro y eficiente de nuestro tanque, así como también los mantenimientos preventivos y correctivos garantizando así un suministro confiable de agua potable a los ciudadanos. Desde el equipo de gestión, queremos asegurar que este recurso vital se administre de manera óptima, promoviendo la calidad de vida de la comunidad y preservando nuestros recursos hídricos para las generaciones futuras.

## 2. Localización

El proyecto se encuentra localizado en el casco urbano de la ciudad de Ibagué Capital del departamento del Tolima localizada a 1285 metros sobre el nivel del mar con una temperatura media de 21ºC. su área municipal cubre 1498 $Km^2$. Limitada al norte con Anzoátegui y Alvarado, al oriente con Piedras y Coello, al sur con San Luis y Rovira, al occidente con Cajamarca y los departamentos de Quindío y Risaralda.




# 3. objetivos

## 3.1 OBJETIVO GENERAL

1. Elaborar un manual de operación y mantenimiento detallado y fácil de entender para garantizar la seguridad, eficiencia y durabilidad del tanque de distribución de agua de la zona industrial en Ibagué, Tolima.

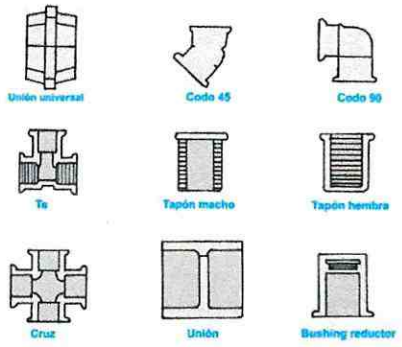
## 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Proporcionar procedimientos claros y precisos para la correcta operación del tanque de distribución.
2. Mencionar recomendaciones y cuidados que se deben aplicar a los diferentes accesorios que componen el sistema de distribución del agua.
3. Definir tiempos y zonas de inspecciones periódicas que mitigue la necesidad de realizar mantenimientos correctivos.

# 4. Definiciones

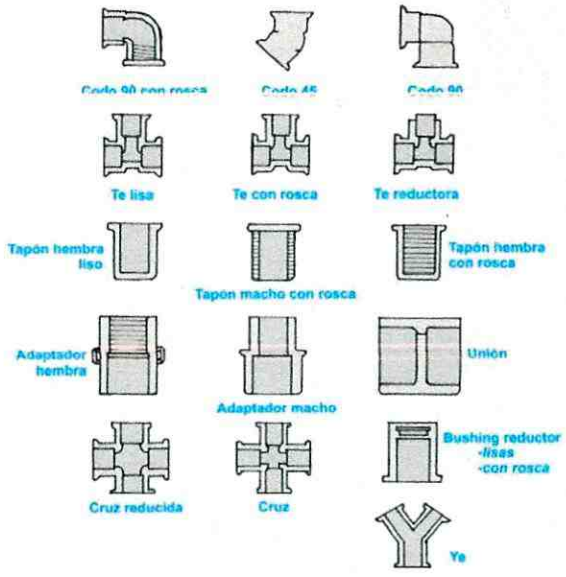
## 4.1 ACCESORIOS DE HIERRO DÚCTIL O ACERO AL CARBÓN:

Los accesorios en hierro dúctil utilizados en tanques de almacenamiento incluyen codos, tes, bridas, válvulas, conexiones y otros componentes necesarios para la instalación y operación del tanque. El hierro dúctil es preferido en aplicaciones donde se requiere resistencia a la corrosión y alta ductilidad, lo que lo hace ideal para entornos donde hay presencia de agua u otros fluidos corrosivos. Estos accesorios están diseñados para soportar cargas y presiones, y proporcionar una larga vida útil con mínima necesidad de mantenimiento. Además, el hierro dúctil es fácil de trabajar y puede ser fabricado en una variedad de formas y tamaños para adaptarse a las necesidades específicas del proyecto.




## 4.2 ACCESORIOS DE PVC:

Los accesorios de tubería de PVC para tanques de almacenamiento incluyen codos, tes, reducciones, válvulas de bola y de compuerta, adaptadores, conectores, y tapones, entre otros. Estos accesorios se utilizan para facilitar la instalación, el mantenimiento y la operación eficiente del sistema de tuberías en el tanque de almacenamiento.




Fuente: CARE.org

## 4.3 AGUA:

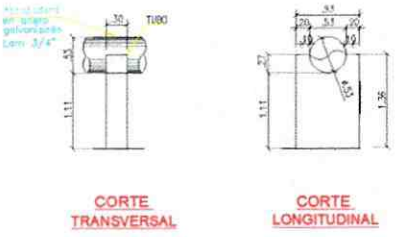
El agua en un tanque de distribución es agua almacenada para su posterior distribución a través de redes de suministro hacia hogares, edificios u otras instalaciones para consumo humano o uso industrial.

## 4.4 ANCLAJES:

Las tuberías bajo presión, reciben fuerzas de empuje que tienden a despegar las uniones por ello se hace necesario reforzar con anclajes de concreto reforzado dependiendo del diámetro del sistema, más usualmente van instaladas cuando la tubería requiere de cambios de dirección.






## 4.5 CAJAS DE INSPECCIÓN:

Las cajas de inspección son estructuras diseñadas para proporcionar acceso a redes subterráneas, como sistemas de alcantarillado, telecomunicaciones o electricidad. Permiten inspeccionar, dar mantenimiento y realizar reparaciones en estas redes al proporcionar un punto de entrada y salida para equipos y personal especializado.

## 4.6 CASETA DE VIGILANCIA:

Una caseta de vigilancia en un tanque de distribución es una pequeña estructura ubicada cerca del tanque, donde los operadores o guardias pueden monitorear y controlar el funcionamiento del tanque, así como vigilar cualquier actividad relacionada con la distribución de agua u otros recursos almacenados en él.

## 4.7 CERRAMIENTO:

Cerramiento en un tanque de distribución de agua se refiere a la estructura que rodea o cubre el tanque para protegerlo y asegurar su integridad. Estos cerramientos pueden ser de diversos materiales, como hormigón, acero, aluminio, entre otros, y pueden adoptar diferentes formas y diseños según las necesidades específicas del proyecto y las regulaciones locales.

## 4.8 GOLPE DE ARIETE:

El golpe de ariete en un tanque de almacenamiento ocurre cuando el flujo de agua es abruptamente detenido, generando un aumento repentino de presión en la tubería. Esto puede provocar daños en el sistema, como fugas, rupturas o fallos en las conexiones, si no se controla adecuadamente mediante dispositivos de regulación de presión o amortiguadores.

## 4.9 GRAMA:

Se refiere típicamente al césped o pasto que se siembra o planta en áreas verdes, parques, jardines públicos o privados, y otros espacios abiertos dentro de una comunidad urbana. La grama es importante en el diseño urbano ya que contribuye a la estética, mejora la calidad del aire, controla la erosión del suelo, proporciona un hábitat para la fauna y crea espacios de recreación y esparcimiento para los residentes. En el contexto de un proyecto de urbanismo, el término "grama" se utiliza para describir la vegetación de césped planificada y gestionada dentro del entorno construido.

## 4.10 LINEA DE CONDUCCIÓN:

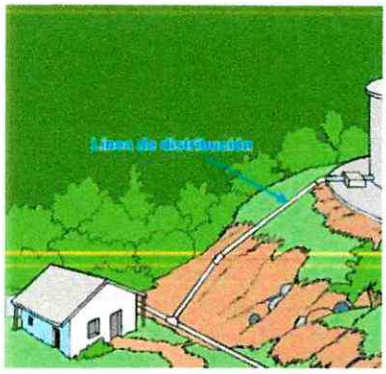
Tramos de tubería que se encargan de transportar el agua desde la obra de toma, hasta la ubicación del tanque de almacenamiento.




Fuente: iagua.es

## 4.11 LINEA DE DISTRIBUCIÓN:

La línea de distribución de un tanque de almacenamiento es un sistema de tuberías que transporta el líquido almacenado desde el tanque hacia los puntos de consumo o procesamiento, garantizando una distribución eficiente y segura del producto.




Fuente: CARE.org

## 4.12 MANTENIMIENTO CORRECTIVO:

Se refiere a las acciones realizadas para corregir problemas o fallas específicas que surgen en el tanque. Este tipo de mantenimiento se lleva a cabo en respuesta a situaciones identificadas durante inspecciones regulares, monitoreo de condiciones o debido a eventos imprevistos, como fugas, corrosión, daños estructurales o mal funcionamiento de equipos.

## 4.13 MANTENIMIENTO PREVENTIVO:

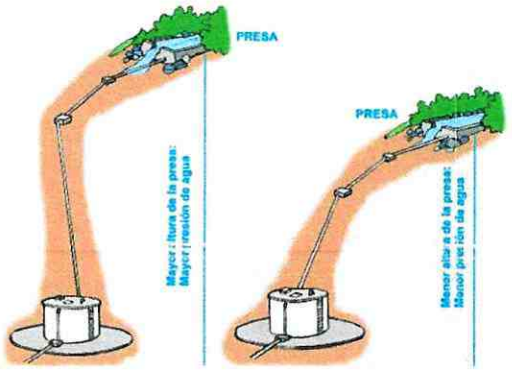
Realización de acciones planificadas y periódicas para prevenir posibles problemas y garantizar el correcto funcionamiento del tanque. Esto implica llevar a cabo tareas como limpieza, inspecciones regulares, actualización de protocolos de seguridad y cumplimiento de normativas aplicables para mantener el tanque en óptimas condiciones y asegurar su eficacia en el almacenamiento de productos.

## 4.14 PRESIÓN:

La presión del agua es la fuerza que ejerce el agua sobre las superficies que la contienen o a través de las cuales fluye, medida en unidades como psi (libras por pulgada cuadrada) o bares.

## 4.15 SISTEMA DE AGUA POR GRAVEDAD:

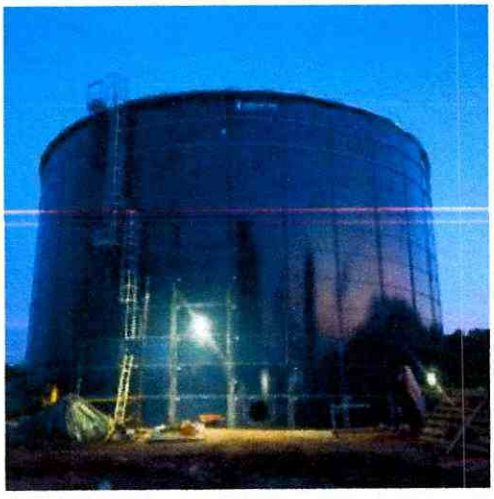
Un tanque de almacenamiento por gravedad funciona aprovechando la fuerza de la gravedad para distribuir el agua de manera eficiente. El sistema se basa en la elevación del tanque sobre el terreno, lo que crea una presión natural en la red de distribución. Cuando el tanque se llena de agua, esta presión empuja el líquido hacia abajo y a través de las tuberías, proporcionando un flujo constante a los usuarios. A medida que el agua se utiliza, el nivel del tanque disminuye, pero la presión se mantiene constante gracias a la altura del tanque. Este método simple y eficaz es ampliamente utilizado en sistemas de distribución de agua para abastecer a comunidades y ciudades enteras de manera confiable y continua.




Fuente: CARE.org

## 4.16 TANQUE DE DISTRIBUCIÓN O ALMACENAMIENTO:

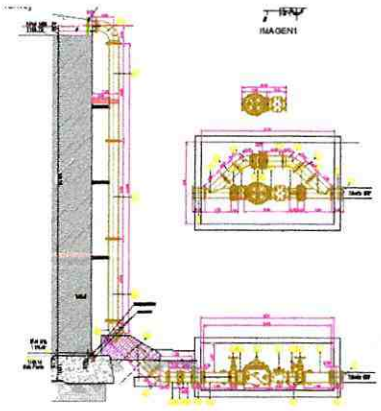
Recipiente diseñado específicamente para contener y suministrar agua en cantidades significativas. Estos tanques se utilizan para almacenar agua potable o agua para uso industrial, agrícola o residencial. Pueden ser de diferentes tamaños y materiales, como acero, concreto, plástico u otros compuestos, dependiendo de las necesidades específicas de almacenamiento y distribución de agua en cada situación. Su función es asegurar un suministro constante de agua para consumo humano, riego, procesos industriales u otras aplicaciones.



Fuente: Consorcio zona industrial 2023

## 4.17 TUBERÍA DE ENTRADA:

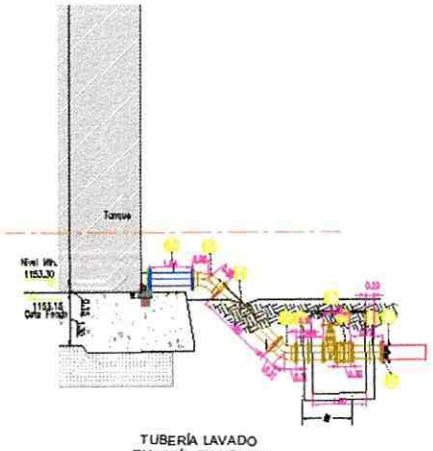
Encargada de proporcionar el agua que se almacena en el tanque de distribución o almacenamiento, debe estar provista con válvula de control que se instala antes de la entrada al tanque.



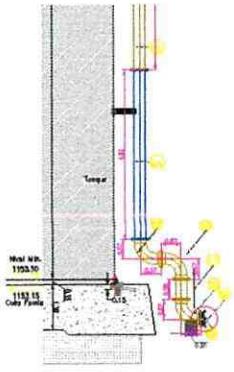
Fuente: Consorcio zona industrial 2023

## 4.18 TUBERIA DE REBOSE Y LIMPIEZA

La tubería de rebose de un tanque de distribución es un conducto diseñado para evacuar el exceso de líquido cuando el tanque alcanza su capacidad máxima, evitando desbordamientos. La tubería de limpieza, por otro lado, permite el acceso al interior del tanque para su mantenimiento y limpieza periódica, asegurando la calidad del contenido almacenado.



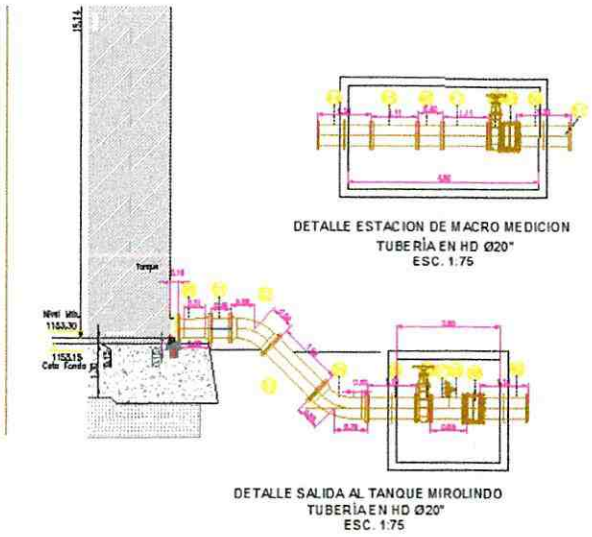
TUBERÍA LAVADO
TUBERÍA EN HD Ø12"



DETALLE REBOSE
TUBERÍA EN HD Ø12"

## 4.19 TUBERÍA DE SALIDA:

La tubería de salida de un tanque de distribución es un conducto que permite el flujo controlado de líquido desde el tanque hacia el sistema de distribución, garantizando un suministro constante y eficiente del fluido almacenado.




Fuente: Consorcio zona industrial 2023

## 4.20 URBANISMO

El urbanismo en un proyecto se refiere a la planificación y diseño de áreas urbanas, incluyendo la distribución de espacios públicos, edificaciones, infraestructuras y servicios, con el objetivo de crear entornos habitables, funcionales y estéticamente agradables para la población.

## 4.21 VALVULAS:

Una válvula es un dispositivo mecánico que regula, controla o interrumpe el flujo de un fluido, como el agua, gas o vapor, en un sistema de tuberías o conductos.




Fuente: Cooperativa de Asistencia y Socorro en Todas Partes

### 4.22 VIDRIO FUSIONADO AL ACERO:

Es un proceso en el que se aplica una capa de vidrio fundido sobre paneles de acero, formando un revestimiento duradero y resistente a la corrosión. Esta técnica garantiza la seguridad del agua almacenada y prolonga la vida útil de un tanque de almacenamiento.

## 5. Generalidades

El consorcio zona industrial 2023, realizó las obras necesarias para la instalación del tanque de almacenamiento de la zona industrial de la ciudad de Ibagué Tolima. la ejecución de la obra se realizó en cumplimiento de lo estipulado en el contrato de obra no. 072-2023.

## 6. Tanque de almacenamiento en vidrio fusionado al acero.

BRT INGENIERIA
SOLUCIONES INTEGRALES

### 6.1 LIMPIEZA DE TANQUE

Una vez completada la instalación del tanque, retire el lodo, la suciedad y los objetos extraños del fondo, las paredes laterales, incluidos los recortes de perforación si se fueron realizados. Eliminar el exceso de sellante de los paneles del tanque.

Teniendo en cuenta la nivelación, el sellador de las uniones debe limpiarse para obtener un acabado uniforme. Asegúrese de no dañar el revestimiento en vidrio durante este proceso

### 6.2 PRUEBA DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO

Una vez finalizada la instalación y limpieza del tanque, se prueba la estanqueidad llenando el mismo hasta su nivel de desbordamiento. En caso de que se detecte alguna fuga, un representante responsable de la empresa instaladora regresará y reparará la fuga.

### 6.3 REPARACIÓN DE FUGAS

1. Preste atención durante el proceso de montaje para asegurarse de que las juntas y el sellador se instalen correctamente en todas las juntas, y alrededor de todos los orificios de los pernos.

2. Todos los pernos deben revisarse visualmente dos veces para asegurarse de que las arandelas y tuercas se hayan instalado y apretado correctamente.

3. Revise las láminas para asegurarse de que estén bien ajustadas con todas las costuras verticales y horizontales y alrededor del ángulo de la borde.

4. Realizar inspección visual de todas las juntas y accesorios del tanque.

5. Verifique cuidadosamente si se presentan fugas por fuera del tanque.

6. Por favor, revise la fuente de la fuga con cuidado ya que puede filtrarse a lo largo de las juntas a cierta distancia antes de que se detecte la fuente.

7. Los pernos próximos a la fuga deben apretarse cuidadosamente. No apriete demasiado el perno. Esta acción puede dañar las roscas de los pernos o romper los pernos.

8. Una forma eficaz de detener tal fuga es apretar todos los pernos alrededor de la fuga.

9. Detenga las fugas a lo largo de la rosca, retire las tuercas y juntas, vuelva a sellar alrededor de los pernos y vuelva a colocar las juntas y tuercas. Además, se puede usar cinta de teflón alrededor del perno para detener las fugas.

## 6.4 INSTALACIÓN NUEVA

Se requiere una inspección en el sitio antes de que el personal de montaje inicie con una nueva instalación. El cliente debe inspeccionar el trabajo para verificar su conformidad de acuerdo con los planos y especificaciones. La prueba final consiste en un llenado de agua del tanque.

Cualquier elemento que afecte la integridad y/u operación del tanque debe corregirse antes de que el personal de instalación abandone el sitio de montaje.

El revestimiento del tanque debe inspeccionarse en busca de daños y repararse de acuerdo con las instrucciones del fabricante del revestimiento.

## 6.5 INSPECCIÓN DE CONCRETO

Realice una revisión cada 01 año (un año) del concreto y la base de la losa para asegurarse de que no se generen fisuras o grietas mayores, estas u otras distorsiones pueden causar daños estructurales o fallas en el tanque. Examine minuciosamente el fondo del tanque para asegurarse de que no haya huecos o espacios entre el fondo del tanque y los cimientos debido al asentamiento. Además, compruebe si los pernos de anclaje (si los hay) están seguros.

## 6.6 INSPECCIÓN DEL TANQUE

1. LAMINAS DE ACERO, BORDES, Verifique cada 01 (un) mes durante los primeros 03 (tres) meses y cada seis (seis) meses a partir de entonces para los siguientes elementos:

a) Compruebe la deformación de todas las uniones bajo tensión estructural excesiva. En caso de que se detecte alguna distorsión, vuelva a verificar la situación con su contratista general y consulte con la fábrica.

b) Revise todas las costuras para asegurarse de que no haya fugas. Si se observa alguna fuga, verifique el ajuste de todos los pernos dentro de un área de 1 (un) pie cuadrado alrededor de la fuga.

c) Verifique al azar el apriete de los pernos en todas las uniones.

d) Revise los materiales extraños en el tanque (como lodo, aceite, etc.); y las láminas debe mantenerse limpio según sea necesario

2. ESTRUCTURA DEL DOMO, Verifique los materiales extraños que pueda haber en la cubierta o dejados por los trabajadores de mantenimiento cada seis meses. Realizar limpieza de las láminas de ser necesario.

3. EXTERIOR DEL TANQUE, Inspeccionar el exterior del tanque cada 01 (un) año para detectar novedades de afectación de lámina por corrosión, de encontrar alguna novedad reparar en sitio. 4. ACCESORIOS DEL TANQUE, inspeccionar cada 01 (un) año si existe alguna fuga en los accesorios. Verifique que la estructura de soporte de la plataforma no esté deformada debido a una tensión estructural indebida.

## 6.7 INSPECCIÓN DEL TANQUE, INTERIOR.

Drene el tanque e inspeccione su integridad estructural, elementos y accesorios cada 05 (cinco) años.

Quite los sedimentos y los desechos acumulados en el piso del tanque y lave si es posible.

Revise la estructura interior general, incluida la estructura de soporte de la plataforma, escaleras, para detectar signos de corrosión. Reparar si es necesario.

Revise el recubrimiento de pintura si hay alguna abrasión causada durante el proceso de manipulación del tanque de almacenamiento, si observa un desgaste excesivo, vuelva a pintar.

Inspeccione y apriete las tuercas en la parte inferior del tanque.

Revise todos los accesorios para ver si hay algún desgaste o daño. Repare según sea necesario.

En caso de cualquier reparación interior, es necesario retirar todos los materiales, equipos y herramientas antes de volver a poner el tanque en funcionamiento.

Para los tanques de agua, es muy necesario desinfectar el tanque antes de volver a ponerlo en funcionamiento. Consulte los códigos y procedimientos locales para desinfectar correctamente el tanque.

## 6.8 MANTENIMIENTO DE ACCESORIOS

1. Ventilaciones, boquillas y tuberías de conexión.

a) Limpie todos los escombros que puedan acumularse cada 01 (un) año o con la frecuencia requerida por las condiciones locales. En climas extremadamente fríos, verifique si hay hielo debido a las diferencias de temperatura.

b) Verifique si hay alguna distorsión en la pared del tanque de las boquillas de la tubería. Dicha distorsión podría deberse al asentamiento de la base del tanque y la tubería. Esta distorsión debe eliminarse ajustando los soportes de las tuberías según sea necesario.

c) Verificar estructura de soporte de tubería exteriores, un mala asentamiento de estos pueden causar daños en el tanque debido a la tensión excesiva que se le aplica. Página 6 de 6 BRT INGENIERIA SAS Carrera 57b No. 128b-63 of 107. Bogotá- Colombia

2. Escalera exterior, jaula y pasamanos perimetrales.

a) Inspeccione cada 01 (un) año y apriete los pernos según sea necesario

## 6.9 OBSERVACIONES

### 6.9.1 Accesorios

La instalación puede no estar cubierta por la garantía en caso de instalación de accesorios o equipos del tanque de almacenamiento no suministrados por el fabricante lo que provocará una sobrecarga del tanque central. Si no tiene recomendaciones específicas por el fabricante (incluida la carga adicional), debe comunicarse con el fabricante antes de instalar dichos accesorios o equipos.

### 6.9.2 Pernos

a) Se recomienda no reutilizar cualquier perno más de dos. Se recomienda que las tuercas se aprieten para alcanzar un torque recomendado por el fabricante.

b) Se recomienda no sustituir los pernos existentes con pernos comprados a un proveedor local, de ser así, consultar con el fabricante para la verificación de las propiedades mecánicas de los mismos.

c) Sellador: cuando aplique un sellador nuevo, asegúrese de que no haya suciedad, grasa, etc. en la superficie. La superficie debe estar 100% seca antes de aplicar un sellador nuevo. En caso de reemplazar el sellante, retirar el existente, limpiar la zona y aplicar nuevamente el producto.

d) En caso de cualquier cambio de producto del tanque, asegúrese de que la gravedad específica del líquido que se está cargando sea menor o igual al líquido utilizado anteriormente ya que pueda causar daños al tanque, o incluso fallas.

# 7. Sistema de tuberías en acero al carbón y PVC

La función del sistema de tuberías de acero al carbón y PVC en un tanque de distribución es transportar el líquido almacenado en el tanque hacia los puntos de consumo o distribución, garantizando un suministro eficiente y seguro. Estas tuberías permiten controlar el flujo del líquido, mantener la presión adecuada y dirigir el agua hacia su destino final, ya sea para uso doméstico, industrial o público. Además, el sistema de tuberías facilita la regulación del flujo y la distribución equitativa del agua, contribuyendo así al funcionamiento óptimo del tanque de distribución en su conjunto.

## 7.1 OPERACIÓN

### 7.1.1 inspección visual:

Antes de operar el sistema, realice una inspección visual de las tuberías y anclajes para detectar posibles daños, corrosión o fugas. Si encuentra algún problema, reporte y corrija de inmediato.

### 7.1.2 Presión y flujo:

Monitoree regularmente la presión y el flujo de líquido en las tuberías. Ajuste las válvulas según sea necesario para mantener un flujo constante y seguro.

### 7.1.3 Registros de operación:

Mantenga registros detallados de las operaciones, incluyendo lecturas de presión, caudales y cualquier anomalía observada durante el funcionamiento del sistema.

## 7.2 MANTENIMIENTO

### 7.2.1 limpieza

Realice limpiezas periódicas de las tuberías para evitar la acumulación de sedimentos, incrustaciones o residuos que puedan obstruir el flujo del líquido. Utilice métodos de limpieza adecuados según el tipo de material de las tuberías.

### 7.2.2 Inspección estructural

Revise regularmente la integridad estructural de las tuberías de acero al carbón para detectar corrosión, fisuras o desgaste. Realice reparaciones o reemplazos según sea necesario. Cuando las tuberías de conducción son metálicas se deben revisar con mayor frecuencia, para saber si no han sido golpeadas o presentan daños por oxido o corrosión.

### 7.2.3 Reparaciones

Ante cualquier señal de fugas, corrosión o daños en las tuberías, realice las reparaciones correspondientes de manera inmediata para evitar pérdidas de líquido y riesgos para la seguridad.

### 7.2.4 Mantenimiento de recubrimientos

Para las tuberías de acero al carbón, asegúrese de mantener el recubrimiento protector en buen estado. Repare cualquier área dañada para prevenir la corrosión.

### 7.2.5 Reemplazo de partes descastadas

Si alguna parte de las tuberías muestra signos de desgaste o deterioro, como juntas, válvulas o conexiones, reemplácelas según las especificaciones del fabricante.

### 7.2.6 Otras recomendaciones importantes

- Para evitar que la línea de conducción se exponga a daños, hay que mantenerla completamente enterrada y libre de maleza y piedras
- La limpieza de la línea de conducción se debe hace a través de la válvula de limpieza; se abre la válvula y se sacan los residuos que se le hayan acumulado.
- limitar la velocidad del agua en las tuberías
- cierre lento de las válvulas o registros.

## 7.3 ¿CÓMO REPARAR UNA FUGA?

Los pasos para reparar una fuga en una tubería de agua son los siguientes:

1. Identificar la fuga: Localiza la fuente exacta de la fuga y asegúrate de que el área esté segura antes de proceder.

2. Cerrar el suministro de agua: Cierra la válvula principal de agua para detener el flujo y evitar más desperdicio de agua.

3. Drenar la tubería: Abre los grifos de agua cercanos para drenar cualquier agua restante en la tubería y reducir la presión.

4. Secar el área: Utiliza toallas o trapos para secar completamente el área alrededor de la fuga y asegurarte de que esté limpia y libre de suciedad.

5. Preparar la tubería: Elimina cualquier óxido o suciedad alrededor de la zona de la fuga y asegúrate de que la superficie esté lisa y seca.

6. Aplicar el sellador o parche: Utiliza un sellador para tuberías o un parche de reparación específico para el material de la tubería. Sigue las instrucciones del fabricante para aplicarlo correctamente sobre la fuga.

7. Aplicar presión: Aplica presión sobre el área reparada para asegurar que el sellador o parche se adhiera correctamente.

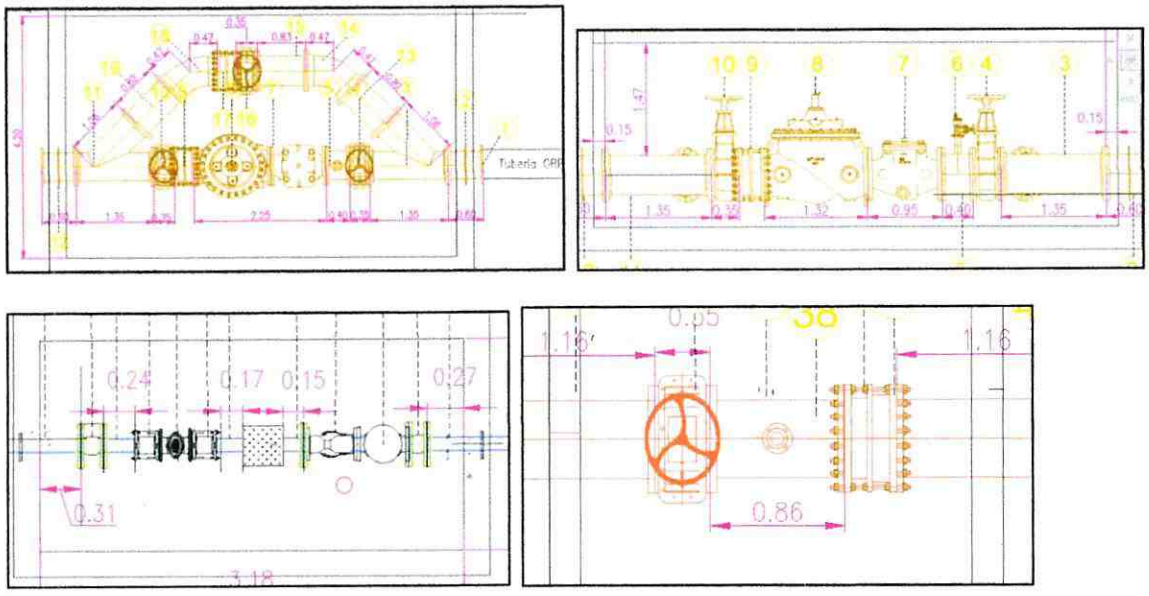
8. Dejar secar o curar: Permite que el sellador o parche se seque o cure según las indicaciones del fabricante.

9. Restaurar el suministro de agua: Abre la válvula principal de agua y verifica que la fuga haya sido reparada correctamente.

10. Inspeccionar la reparación: Verifica que no haya fugas adicionales y monitorea el área reparada durante un tiempo para asegurarte de que la reparación sea duradera

## 8. accesorios internos en cajas

Los accesorios internos en las cajas del sistema de tanque de distribución de agua son fundamentales para garantizar un funcionamiento eficiente y seguro del sistema. Estos accesorios incluyen válvulas de control de flujo, medidores de presión, filtros, dispositivos de protección contra golpes de ariete, entre otros. Su importancia radica en su capacidad para regular el flujo de agua, mantener la presión adecuada, filtrar impurezas y proteger el sistema contra daños. Esto asegura un suministro de agua confiable y de calidad para los usuarios finales.



## 8.1 VALVULA REGULADORA DE PRESIÓN

La válvula reguladora de presión es un accesorio o dispositivo utilizados para controlar el flujo de agua dentro del sistema. Estas válvulas pueden incluir válvulas de entrada/salida para regular el llenado y vaciado del tanque, válvulas de retención para prevenir el flujo inverso, válvulas de alivio de presión para mantener la presión adecuada, y válvulas de drenaje para facilitar el mantenimiento y las reparaciones. Su función es garantizar un suministro constante y equilibrado de agua, así como proteger el sistema contra posibles daños o fallas.

### 8.1.1 mantenimiento preventivo para válvulas reguladoras de presión

1. Las válvulas se deben revisar dos veces al mes por lo menos.
2. Girar las válvulas con frecuencia para prevenir que se peguen
3. Se debe realizar la lubricación de válvulas, el ajuste de presión y caudal, y la calibración de equipos, para evitar problemas futuros y prolongar la vida útil del sistema.
4. Pintar las válvulas y accesorios de hierro, con pintura anticorrosiva.
5. Se deben operar con mucho cuidado hasta que queden bien cerradas. Contar el número de vueltas empleadas para cerrarlas y comparar con otras. Si se nota diferencia entre ellas, significa que las válvulas no cierran correctamente, por lo tanto, hay que efectuar la limpieza correspondiente.
6. Dejar las válvulas en la posición de cierre o abierta según corresponda
7. Para evitar fugas de agua, se tienen que revisar los empaques y pernos o tornillos

## 8.2 MACROMEDIDOR

Un macromedidor es un dispositivo utilizado para medir grandes volúmenes de líquidos, como agua o gas, en sistemas de distribución o redes de suministro. Su función principal es proporcionar mediciones precisas y fiables de los flujos de fluidos a gran escala, Se considera macromedidores aquellos con diámetro mayores de 3"

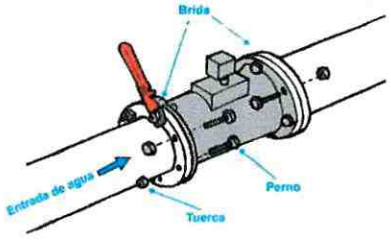
Algunas de sus principales importancias son:

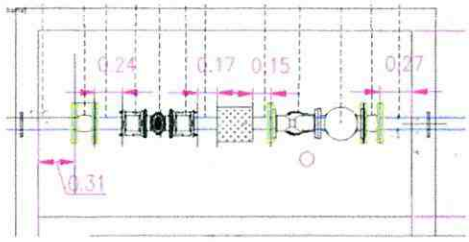
1. Control de consumo: Permite medir con precisión la cantidad de agua que se distribuye desde el tanque, lo que facilita la detección de pérdidas o desperdicios.

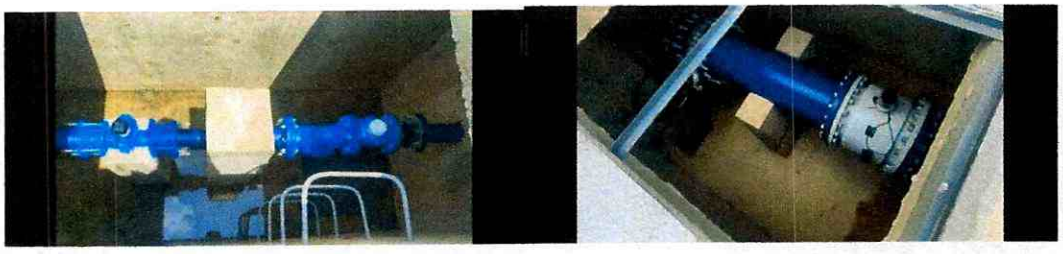
2. Gestión eficiente: Proporciona datos precisos sobre el uso del agua, lo que ayuda a los operadores del sistema a optimizar la distribución y reducir el desperdicio.

3. Detección de fugas: Al monitorear el flujo de agua de manera constante, el macromedidor puede identificar anomalías en el consumo que podrían indicar la presencia de fugas en el sistema.

4. Planificación y mantenimiento: La información recopilada por el macromedidor puede utilizarse para planificar el mantenimiento preventivo del sistema y para realizar ajustes en la infraestructura según sea necesario.



### 8.2.1 mantenimiento preventivo para macromedidor.

1. Inspecciones periódicas para verificar su funcionamiento y estado físico.

2. Calibración regular para garantizar mediciones precisas.

3. Limpieza de los componentes para evitar obstrucciones o acumulación de suciedad.

4. Revisión de conexiones y sellados para evitar fugas.

5. Actualización de software si es aplicable, para mejorar el rendimiento o corregir errores.

6. Reemplazo de piezas desgastadas o dañadas según sea necesario.

## 8.3 OTROS ACCESORIOS

Además de válvulas y macromedidores se tienen diferentes accesorios en las cajas que funcionan como complementos que pueden ser: codo, yee, reducciones, brida, unión, tapón y niple. todos utilizados para controlar el flujo de agua dentro del sistema de almacenamiento y distribución del tanque.

### 8.3.1 Otras recomendaciones importantes:

1. Capacitación del personal encargado del mantenimiento del sistema en procedimientos de operación segura, detección de problemas y respuesta a emergencias para accesorios

2. Verificar que escotillas y accesos estén debidamente cerrados para prevenir ingreso de impurezas. Para accesorios internos en cajas

## 9.sistema de apantallamiento

El sistema de apantallamiento en un tanque de distribución es un conjunto de dispositivos diseñados para proteger al tanque y a su contenido de interferencias electromagnéticas y radiofrecuencias, garantizando así su funcionamiento adecuado y seguro.

Por tratarse de Estructuras estáticas y absolutamente pasivas no conllevan un sistema de operación, pero en cambio sí pueden y deben ser objeto de mantenimiento, el cual nos permitimos describir a continuación:

- Verificar continuidad desde las Puntas Franklin a través de las bajantes y su conexión al Anillo Perimetral inferior del Sistema de Puesta a Tierra.
- Medición anual de la resistencia de Puesta a Tierra en la Caja de Inspección dispuesta para tal efecto. Este valor no puede superar en ningún caso los 10 Ω, por exigencia de la Tabla RETIE 15.4. En caso de que esto último suceda, es necesario mejorar la calidad del suelo en el entorno de los electrodos de Tierra, es decir, en las varillas CW, excavando alrededor de las mismas un cilindro de al menos 30 cms de diámetro y una profundidad de 1 mts. Posterior a ello cubrir el volumen del cilindro con capas alternadas d 10 cms de espesor de favigel, bentonita o Hidrosolda y tierra.

Si lo anterior no fuese suficiente para obtener el valor mínimo de resistencia antes mencionado de 10 Ω, entonces proceder a instalar un contrapeso consistente en instalar varillas CW Ø 5/8" x 2.44mts cada 3 mts a partir del electrodo (varilla) existente en la caja de inspección; hasta obtener el valor mínimo de resistencia.

Se reitera que la rutina de mantenimiento antes descrita, debe realizarse por lo menos una vez al año y dejar constancia de la misma mediante un informe dirigido a la Empresa de Acueducto IBAL S.A. ESP

# 10. sistema de protección catódica

La protección catódica es un método utilizado para prevenir la corrosión de metales al hacer que el metal que se desea proteger actúe como un cátodo en una celda electroquímica. En el caso de tanques de agua, especialmente aquellos hechos de acero o hierro dúctil, se utilizan ánodos de sacrificio, como los de magnesio, para ofrecer protección catódica interna.

La primera barrera ante el deterioro de los metales por fenómeno de corrosión que están enterrados o sumergidos son los recubrimientos, la segunda barrera es la protección catódica por eso es tan importante la adecuada instalación y ubicación del material anódico que se determine es el adecuado para la protección catódica. La disciplina que aplica para la protección catódica en su gestión de mantenimiento es eléctrica no se tienen consideraciones de implementación civil o hidráulica.

## 10.1 MANTENIMINETO Y OPERACIÓN

Se parte reiterando que los ánodos de galvánicos son autorregulados, por lo tanto, el sistema de protección catódica diseñado ofrecerá la corriente DC que demanda el tanque para obtener la polarización adecuada. El mantenimiento de un sistema de protección catódica en un tanque es esencial para garantizar su eficacia y prolongar la vida útil del tanque. A continuación, se presente un plan de mantenimiento para la protección catódica de un tanque con ánodos de magnesio:

### 10.1.1 plan de mantenimiento para protección catódica en tanques

Inspección Regular (Cada 6 meses como mínimo y máximo 1 vez al año o según las recomendaciones del fabricante del tanque): Los seis meses iniciales se recomiendan ejecutar los dos primeros años, si se ve un cambio significativo en los potenciales DC se deberán reprogramar los tiempos aumentando o reduciendo la frecuencia.

1. Inspección visual:
- Verifica la integridad de los ánodos de magnesio, Busque signos de corrosión excesiva o desgaste.
- Examine las conexiones eléctricas para asegurarte de que estén bien apretadas y sin corrosión.
- Observe cualquier cambio en el color o la textura del revestimiento interno del tanque, lo que podría indicar corrosión o cambio en la composición físico química del agua afectando la funcionalidad de los ánodos.

2. Mediciones eléctricas:
- Realice mediciones de potencial eléctrico entre los ánodos y el tanque para asegurarte de que el sistema esté proporcionando la protección adecuada. Esta medida se hace con electrodo de cobre sulfato de cobre y multímetro.

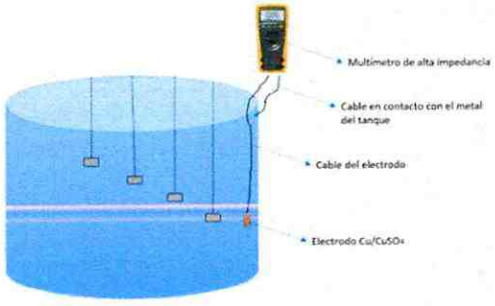
- Verifique que la diferencia de potencial sea consistente con la norma de referencia, aplica el AMPP 0193, donde se acepta como valido dos criterios y se pide cumplir cualquiera de los dos. Esta medida se hará cada seis meses.
- Desplazamiento de 100mV de polarización respecto al potencial natural. O Medir un potencial polarizado de -850mVcse



Electrodo de Cu/CuSO4




Multimetro




3. Mantenimiento preventivo:

1. Reemplazo de Ánodos:

- Si los ánodos de magnesio están corroídos en más de un tercio de su tamaño original, reemplázalos. O si el potencial medido con electrodo de cobre-sulfato de cobre no aporta los -850mVcse o valores más electronegativos.
- Limpie cualquier acumulación de sedimentos o depósitos en los ánodos tener precaución de no dañar la conexión anodo-cable, ya que esta conexión del cable HMWPE AWg 6 es fundamental para cerrar el circuito anodo-tanque.
- En caso de daño del cable, se debe reparar por un cable igual al instalado, es de las siguientes características HMWPE AWG 6.
- Importante, la pintura que tiene el soporte metálico de los ánodos se mantenga ya que funciona como aislante dieléctrico y evita que se pierda protección catódica en estructuras metálicas diferentes al tanque, como se resalta en amarillo en la siguiente imagen.

2. Limpieza del Tanque:

- Drena y limpia el tanque para eliminar sedimentos y depósitos (actividad según recomendaciones del fabricante del tanque). Esto ayuda a mantener una buena conductividad eléctrica entre los ánodos y el tanque, cada limpieza se debe hacer según programa de lavado del tanque y tras validar con la inspección visual si se requiere o no intervenir cada uno de los ánodos.

3. Verificación de Conexiones:
- Inspecciona las conexiones eléctricas para asegurarte de que estén en buen estado y no haya signos de corrosión.
4. Análisis de Agua:
- Realice análisis del agua para verificar que la calidad del agua no haya cambiado de manera significativa. Los cambios en la calidad del agua pueden afectar la eficacia de la protección catódica, se recomienda hacer de forma trimestral.
   4. Registro y documentación:
   1. Mantenimiento regular:

• Lleva un registro detallado de todas las inspecciones, mediciones y mantenimientos realizados.

• Documente cualquier anomalía o cambio significativo en el sistema.

   2. Histórico de Reemplazos:

• Lleva un historial de los reemplazos de ánodos y cualquier otra actividad de mantenimiento.

   3. Cumplimiento Normativo:

• Asegúrese de cumplir con las normativas y regulaciones locales relacionadas con la protección catódica en tanques de almacenamiento de agua, para este caso en particular con AMPP 0193 y RP 0196 normas para tanques con protección catodica.

   4. Profesionales Especializados:

• En caso de dudas o problemas significativos, consulte a profesionales especializados en protección catódica.

• Las medidas en sitio las puede hacer un técnico en protección catódica, preferiblemente con experiencia en medidas de tanques.

   5. Seguridad en sitio:

• En de medir potenciales, se debe hacer con el tanque lleno, de lo contrario la medida no es válida, se deberá subir la persona a la parte superior del tanque, nunca hacer la actividad solo, siempre estar acompañado

• Tener kit de trabajo en alturas

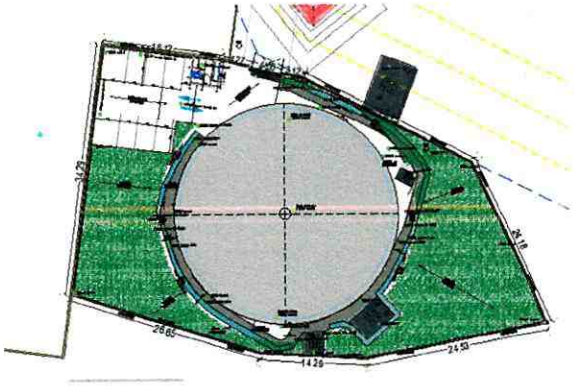
• Certificación para trabajo en alturas vigente.

• Al momento de buscar la conexión metal del tanque no dañar la fibra de vidrio ni despegar los sellos poliméricos de cada perno.

## 11. urbanismo y zonas verdes

Para el proyecto del tanque de distribución, el urbanismo y las zonas verdes pueden desempeñar un papel importante en el diseño y la planificación. El urbanismo se refiere a la organización y diseño de áreas urbanas, incluyendo la disposición de casetas, calles, andenes y servicios públicos. En este contexto, se podría considerar la ubicación del tanque de distribución dentro del entorno urbano, asegurando que se integre de manera adecuada con la infraestructura existente y que no cause impactos negativos en el paisaje urbano.

Por otro lado, las zonas verdes son áreas destinadas a la vegetación y la recreación, que pueden incluir jardines y áreas de vegetación natural. En el proyecto de tanque de distribución, se podría incorporar áreas verdes alrededor del tanque para mejorar el paisaje y proporcionar espacios de recreación para los residentes locales. Esto podría incluir la creación de senderos peatonales, parqueadero y césped.



### 11.1 RECOMENDACIONES ZONAS VERDES:

1. Limpieza y retiro de residuos, piedras y demás objetos que se encuentren en la zona a ser intervenida al momento de la ejecución del servicio. (2 veces al mes)
2. Refilado de césped (2 veces al mes)
3. Poda o corte de mantenimiento (2 veces al mes)
4. Limpieza y retirada de desechos producto de la poda (2 veces al mes)
5. Control de maleza (2 veces al mes)
6. Riego de césped (2 veces al mes)
7. Fertilización orgánica y química del jardín (1 vez de forma bimensual)
8. Control de trébol u hoja ancha de forma manual y química (2 veces al año)

### 11.2 MANTENIMINETO PREVENTIVO PARA URBANISMO:

- Inspección regular: Realiza inspecciones periódicas para identificar cualquier daño o deterioro en las áreas peatonales como andenes alrededor del tanque y de estacionamiento. Esto puede incluir grietas en el pavimento, señalización desgastada o dañada, y áreas de vegetación que requieran mantenimiento.
- Reparaciones oportunas: Una vez identificados los problemas durante las inspecciones, programa y realiza reparaciones de manera oportuna para evitar que los daños empeoren y se conviertan en riesgos para los usuarios. Esto puede incluir el relleno de grietas en el pavimento, la repintura de marcas viales y la poda de la vegetación.
- Limpieza regular: Mantén las áreas peatonales y de estacionamiento limpias y libres de desechos. Esto no solo mejora la apariencia del área, sino que también ayuda a prevenir la acumulación de basura que podría obstruir los desagües pluviales y causar problemas de drenaje.

## 12. caseta de vigilancia

Una caseta de vigilancia en un tanque de distribución es una estructura diseñada para albergar a los guardias de seguridad u otro personal encargado de monitorear y proteger las instalaciones del tanque. juega un papel crucial en la seguridad y protección de las instalaciones, proporcionando un punto de observación y control desde el cual el personal de seguridad puede monitorear y responder a cualquier situación que pueda surgir.




### 12.1 MANTENIMINETO PREVENTIVO PARA CASETA DE VIGILANCIA:

1. Inspección regular:

Realiza inspecciones periódicas de la caseta para identificar cualquier daño o deterioro en la estructura, como grietas, corrosión o problemas en el techo y las paredes. Esto te permitirá detectar y abordar cualquier problema antes de que se convierta en un problema mayor.

2. Limpieza y mantenimiento exterior:

Limpia regularmente el exterior de la caseta para eliminar la suciedad, el polvo y la acumulación de residuos. Esto puede ayudar a prevenir la corrosión y el desgaste prematuro de la estructura. Además, considera pintar la caseta periódicamente para protegerla contra la corrosión y mejorar su apariencia.

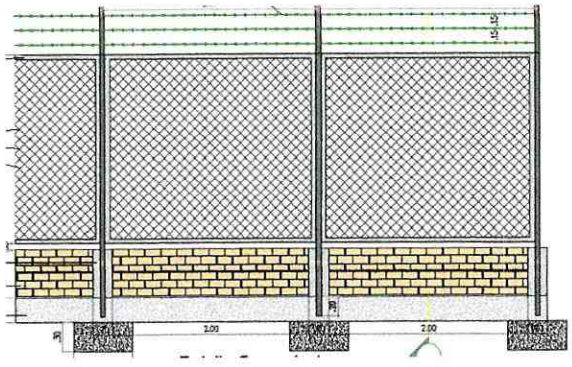
3. Inspección de sistemas eléctricos:

Verifica regularmente los sistemas eléctricos de la caseta, como el cableado y los interruptores, para identificar y abordar cualquier problema de manera oportuna. Asegúrate de que todas las conexiones estén seguras y que no haya cables sueltos o dañados que puedan representar un riesgo de seguridad.

## 13. cerramiento

El cerramiento perimetral proporciona una barrera física que protege el tanque y sus instalaciones asociadas de accesos no autorizados. Esto ayuda a prevenir actos de vandalismo, robos, sabotajes y otros tipos de intrusiones que podrían comprometer la integridad del tanque y sus funciones. Al limitar el acceso al tanque de almacenamiento, se reduce el riesgo de contaminación o adulteración del agua almacenada. Esto es crucial para garantizar que el suministro de agua sea seguro y cumpla con los estándares de calidad establecidos.

El cerramiento perimetral incluye puertas o accesos controlados que permiten la entrada al área del tanque solo al personal autorizado. Esto garantiza que solo aquellos con las credenciales adecuadas puedan acceder al



Fuente: Consorcio zona industrial 2023

### 13.1 RECOMENCAIONES CERRAMIENTO CON PORTÓN:

Para mantener en óptimas condiciones un cerramiento con mampostería y portón en una zona de tanque de distribución de agua, se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. Inspección regular: Realiza inspecciones periódicas del cerramiento y el portón para identificar cualquier daño, corrosión o desgaste. Presta especial atención a las áreas donde la mampostería se une con el suelo para detectar signos de erosión.

2. Reparaciones oportunas: Si encuentras algún daño o deterioro, realiza las reparaciones necesarias de inmediato. Esto puede incluir la reparación de grietas en la mampostería, el reemplazo de piezas dañadas del portón, o el refuerzo de las bases para evitar hundimientos.

3. Mantenimiento preventivo: Aplica regularmente pintura protectora o selladores en la mampostería y el portón para protegerlos contra la corrosión, la humedad y la decoloración, Lubrica regularmente las bisagras y otros mecanismos de la reja de acceso para garantizar un funcionamiento suave y evitar el desgaste prematuro.

4. Limpieza regular: Limpia el cerramiento y el portón con agua y jabón suave para eliminar la suciedad, el polvo y otros residuos que puedan acumularse. Esto ayudará a mantener su apariencia y prolongar su vida útil.

5. Control de vegetación: Mantén la vegetación alrededor del cerramiento bajo control para evitar que las raíces de las plantas dañen la estructura o interfieran con el funcionamiento del portón. Podar regularmente las plantas y evitar que crezcan demasiado cerca del cerramiento.

6. Verificación de la seguridad: Asegúrate de que el portón esté equipado con cerraduras y mecanismos de seguridad adecuados para evitar accesos no autorizados al área del tanque de distribución de agua.

## 14. Normatividad:

1. **Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS):**

El RAS establece los requisitos técnicos y de calidad para el suministro de agua potable y saneamiento básico en Colombia. En particular, la **Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de la Protección Social (ahora Ministerio de Salud y Protección Social)** establece los criterios técnicos y de calidad para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de sistemas de abastecimiento de agua potable.

2. **Norma Técnica Colombiana (NTC):**

Las Normas Técnicas Colombianas proporcionan especificaciones técnicas detalladas para una amplia gama de productos y servicios, incluidos los relacionados con el agua potable y el saneamiento. **La NTC 4949** establece los requisitos técnicos para tanques de almacenamiento de agua potable.

3. **Norma Sanitaria de Calidad del Agua para Consumo Humano (Decreto 1575 de 2007):**

Este decreto establece los requisitos sanitarios y de calidad del agua para consumo humano en Colombia. Establece los parámetros microbiológicos, físicos, químicos y organolépticos que debe cumplir el agua destinada al consumo humano, incluida la proveniente de tanques de almacenamiento y distribución.

4.**Norma Desinfección de Instalaciones de Almacenamiento de Agua con AWWA C652-2019:**

describe métodos para desinfectar instalaciones y tanques de almacenamiento de agua.

## 15. emergencias

4. Establezca procedimientos de emergencia claros y comunique estos procedimientos a todo el personal involucrado en la operación del tanque.
5. Mantenga equipos de emergencia, como extintores de incendios y kits de primeros auxilios, en lugares accesibles y bien señalizados.
6. En caso de emergencia o problemas técnicos, comuníquese con el departamento de servicios públicos de Ibagué.

Este manual proporciona las pautas básicas para la operación segura y eficiente del tanque de distribución de agua en Ibagué. Siga estas instrucciones y procedimientos para garantizar un suministro confiable de agua potable a la comunidad.