



**ESPE**  
ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO  
CAMINO A LA EXCELENCIA

# **DISEÑO, CONSTRUCCION E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE EXTINCIÓN CONTRA INCENDIOS DE LA NUEVA PLANTA IMPTEK-CHOVA DEL ECUADOR S.A. BAJO NORMAS NFPA**

**AUTOR:  
OSCAR ANDRÉS PÁEZ PONGUILLO**

**DIRECTOR: ING. OSWALDO MARIÑO  
CODIRECTOR: ING. MILTON ACOSTA**

**2015**



# GENERALIDADES

## ANTECEDENTES

- Ordenanza Municipal 470
- Ingeniería Conceptual, Básica y de Detalle del Sistema De Circulación y Enfriamiento del Agua para los Procesos Industriales y del Sistema Contra Incendios de la Nueva Planta Chova Del Ecuador S.A.

## DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

- Traslado a El Inga → Nueva Planta
- Distancia al Cuerpo de Bomberos más cercano
- Almacenamiento en Bodega de Material Combustible

## JUSTIFICACIÓN

- Ocurrencia de Incendios Industriales
- Obtención de LUAE
- Protección de la Vida Humana
- Protección de la Propiedad
- Continuidad de Operación
- Protección Ambiental



# OBJETIVOS

## GENERAL

- Diseñar, construir e implementar el sistema de extinción contra incendio de planta industrial IMPTEK-CHOVA DEL ECUADOR S.A. de acuerdo a la reglamentación nacional y normas NFPA.

## ESPECÍFICOS

- Identificar los Riesgos de Incendio
- Seleccionar equipos de extinción
- Realizar los cálculos hidráulicos de la Red Contra Incendios
- Comparar Métodos de Hazen-Williams y Darcy-Weisbach
- Elaborar Protocolos de Pruebas y elaborar los Procedimientos de Inspección, Pruebas y Mantenimiento
- Elaborar los Planos As-Built



# RIESGOS DE INCENDIO



ZONA	COLOR	AREA	RIESGO	CLASIFICACION	CONTROL	EXTINCION	EXTINTORES	REFERENCIA NFPA
1	Verde	Bodega Materia Prima y Producto Terminado	FUEGO A,C	ORDINARIO 2	GABINETES	ROCIADORES	PQS	10 / 13 /24
2	Café	Área de Producción	FUEGO A,C	ORDINARIO 2	GABINETES / HIDRANTES	GABINETES / HIDRANTES	PQS	10 / 14 / 24
3	Púrpura	Oficinas y Comedor	FUEGO A,C	LIGERO	GABINETES / HIDRANTES	GABINETES / HIDRANTES	PQS	10 / 14 / 24
4	Rojo	Parqueaderos	FUEGO A	LIGERO	HIDRANTES	HIDRANTES	PQS	10 / 13 / 24
5	Turquesa	Reservorio y Cuarto de Máquinas	FUEGO A,B,C	LIGERO	HIDRANTES	HIDRANTES	PQS	10 / 14 / 24
6	Verde Claro	Mezcla en Frío	FUEGO A,C	LIGERO	HIDRANTES / MONITOR	HIDRANTES / MONITOR	PQS	11 / 13 / 24
7	Azul	Emulsiones Asfálticas	FUEGO B	ORDINARIO 2	MONITOR	BOQUILLAS PULVERIZADORAS	PQS	11 / 15 / 24

# SELECCIÓN DE ROCIADOR SEGÚN NFPA 13

TIPO DE RIESGO  
DE OCUPACIÓN



RIESGO  
ORDINARIO II

## PARÁMETROS DE SELECCIÓN

- Tipo de Riesgo de la Ocupación
- Temperatura de Operación de los Rociadores
- Densidad de diseño
- Área de diseño
- Factor K de descarga
- Distribución dentro del área de cobertura

# SELECCIÓN DE ROCIADOR SEGÚN NFPA 13

- RESUMEN DE ROCIADOR SELECCIONADO

MARCA	VIKING
MODELO	VK 100
TIPO	Cobertura Estándar / Montante
TIPO DE CONEXIÓN	1/2" NPT
PRESIÓN DE DESCARGA	20 psi
FACTOR K	5,6
CLASIFICACIÓN DE TEMPERATURA	Ordinaria
TEMPERATURA NOMINAL	68°C (155°F)
COLOR DEL BULBO	Rojo
ÁREA DE COBERTURA	10,07 m <sup>2</sup>
SEPARACIÓN ENTRE ROCIADORES	3,05 m
SEPARACIÓN ENTRE RAMALES	3,3 m
NÚMERO DE ROCIADORES POR RAMAL	10



# SELECCIÓN DE BOQUILLAS PULVERIZADORAS DE AGUA SEGÚN NFPA 15

## PARÁMETROS DE SELECCIÓN

- Densidad de diseño
- Área de descarga
- Factor K de descarga
- Distribución dentro del área de cobertura
- Ángulo de pulverización

## • CÁLCULO DEL ÁREA DE COBERTURA

Superficie de la parte cilíndrica

$$A_s = \pi * D * L$$

Donde:

$A_s$ : Área cuerpo del tanque, m<sup>2</sup>

D: Diámetro del tanque, m

L: Longitud del tanque, m

# SELECCIÓN DE BOQUILLAS PULVERIZADORAS DE AGUA SEGÚN NFPA 15

- RESUMEN DE BOQUILLA SELECCIONADA

MARCA	VIKING	
MODELO	E VK815	
TIPO	Boquilla Pulverizadora Abierta	
TIPO DE CONEXIÓN	1/2" NPT	
PRESIÓN DE DESCARGA	10 psi	
FACTOR K	3,2	
ÁNGULO DE PULVERIZACIÓN	140°	
NÚMERO DE BOQUILLAS POR TANQUE	TANQUES ASFALTO	12
	TANQUES REPROCESO	10



# SELECCIÓN DE GABINETES CONTRA INCENDIO SEGÚN NFPA 14

- SELECCIÓN DE GABINETE CONTRA INCENDIO

## RIESGO ORDINARIO II

- NFPA 13

## CRITERIOS

- Protección de Interiores
- Uso por personal de la planta o cuerpo de bomberos
- Operación no peligrosa

## SELECCIÓN

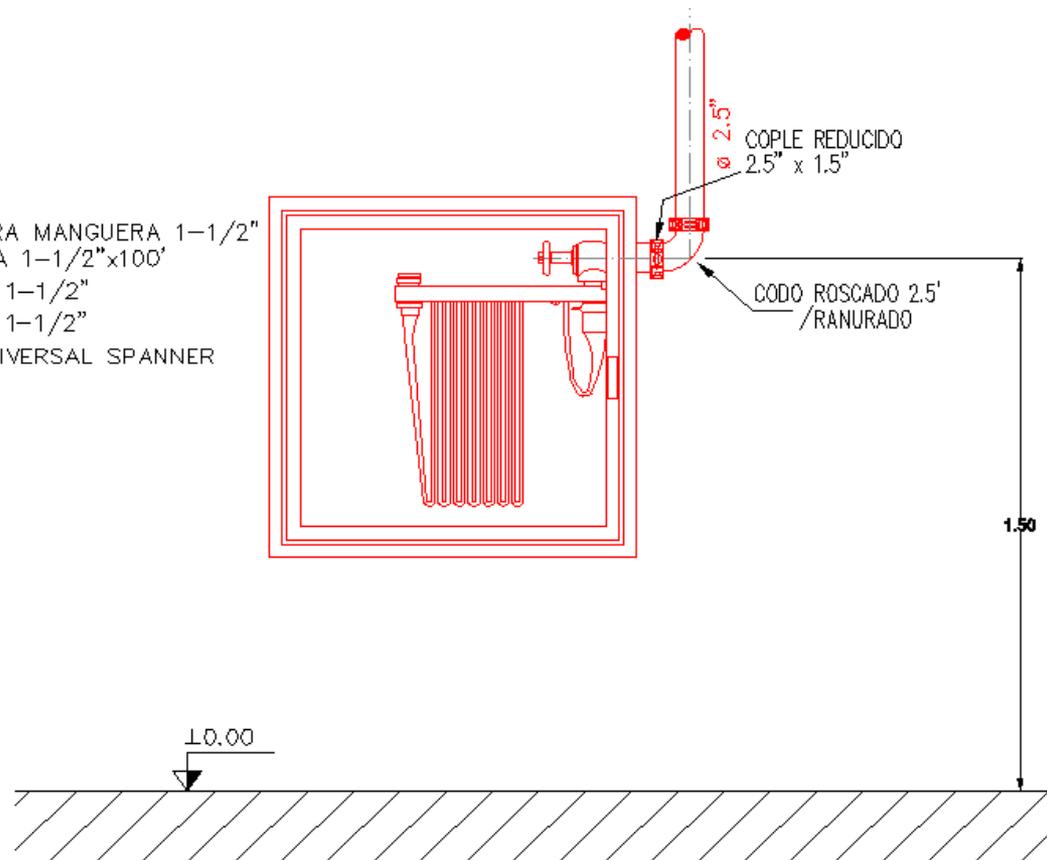
- GABINETE TIPO II



# SELECCIÓN DE GABINETES CONTRA INCENDIO SEGÚN NFPA 14

- SELECCIÓN DE GABINETE CONTRA INCENDIO

- (1) RACK PARA MANGUERA 1-1/2"
- (1) MANGUERA 1-1/2"x100'
- (1) BOQUILLA 1-1/2"
- (1) VÁLVULA 1-1/2"
- (1) LLAVE UNIVERSAL SPANNER



# SELECCIÓN DE GABINETES CONTRA INCENDIO SEGÚN NFPA 14

- RESUMEN DE GABINETE SELECCIONADO

TIPO	CLASE II	
CANTIDAD INSTALADA	6 unidades	
PRESIÓN DE DESCARGA	Al menos 65 psi	
CAUDAL	250 [GPM] (Uso simultáneo de 2 gabinetes)	
EQUIPAMIENTO	Válvula angular tipo globo 1 ½" x 1 ½" NPT Rack porta manguera Manguera contra incendio de 1½" de 50 pies (15 m) doble chaqueta (poliéster y un tubo interior en caucho sintético) Hacha pico de 4½ lb Boquilla de Chorro Neblina de 1½" UL/FM Llave Spaner de dos servicios	

# SELECCIÓN DE HIDRANTES SEGÚN NFPA 14

- **CAUDAL PARA CONSUMO DE HIDRANTES**

El caudal mínimo sugerido en instalaciones industriales es de 400 GPM (1500 l/min). La presión mínima en las bocas de salida de los hidrantes será de 100 psi.

- **RESUMEN DE HIDRANTE SELECCIONADO**

TIPO	VERTICAL / PARED		
CANTIDAD INSTALADA	(4 / 3) 7 EN TOTAL		
PRESIÓN DE DESCARGA	Al menos 100 psi		
CAUDAL	400 [GPM]		

# SELECCIÓN DE MONITOR SEGÚN NFPA 11

## • SELECCIÓN DE MONITOR Y ESPUMA



### TIPO DE FUEGO

- Área de Almacenamiento de Diésel y Asfalto
- **CLASE B**

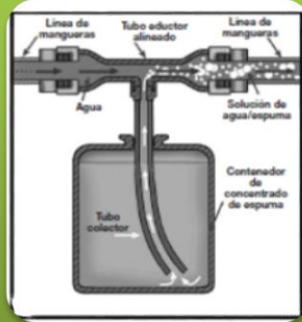


### GRADO DE EXPANSIÓN DE LA ESPUMA

- NFPA 11 establece que para la protección de tanques de almacenamiento exterior, riesgos interiores de líquidos inflamables, estanterías de carga, áreas canalizadas y áreas de derrame
- **BAJA EXPANSIÓN**

# SELECCIÓN DE MONITOR SEGÚN NFPA 11

## • SELECCIÓN DE MONITOR Y ESPUMA



### PROPORCIONADOR

- Boquilla Autoeductora
- Acoplada al Monitor



### TIPO DE ESPUMA

- Existen varios tipos: Proteína, Fluoroproteína, FPPP, AFFF, AR-AFFF, Alta Expansión, Clase A
- Concentración 3%
- **ANÁLISIS COMPARATIVO**

# SELECCIÓN DE MONITOR SEGÚN NFPA 11

- RESUMEN DE MONITOR SELECCIONADO

## MONITOR

MARCA	AKRON BRASS COMPANY
MODELO	3526
TIPO	Industrial
TIPO DE CONEXIÓN	4" Bridado Clase 150
SALIDA	2½" NHS
MATERIAL	BRONCE
FLUJO MAX.	1250 GPM
DESPLAZAMIENTO	HORIZONTAL: 360° VERTICAL 135°
CERTIFICACIÓN	FM



## BOQUILLA AUTO EDUCTORA

MARCA	AKRON BRASS COMPANY
MODELO	4470
TIPO	AUTO EDUCTORA
TIPO DE CONEXIÓN	2½" NHS
MATERIAL	BRONCE
FLUJO	750
CERTIFICACIÓN	FM
CONEXIÓN EDUCTOR	1/2" NHS
PROPORCIÓN MEZCLA	3%

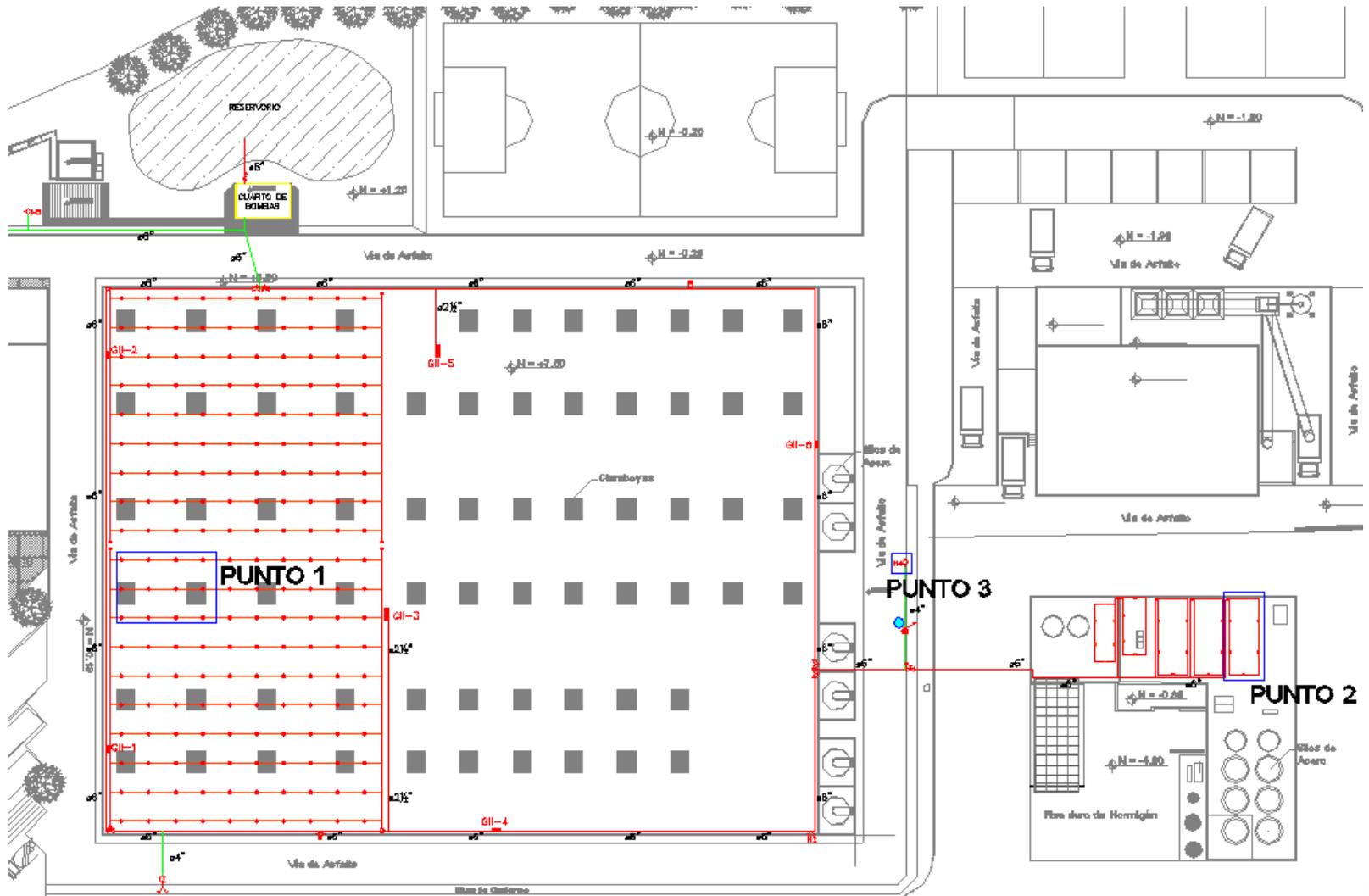


## CONCENTRADO DE ESPUMA

TIPO	AFFF
CONCENTRADO DE ESPUMA	0,03
TIPO DE FUEGO	B
CAPACIDAD TANQUE	55 gal



# CÁLCULO HIDRAÚLICO DE PÉRDIDAS



# CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN EL PUNTO 1 - MALLAS DE ROCIADORES

## – Método de Hazen-Williams

La fórmula Hazen-Williams es usualmente usada para determinar la pérdida de presión por pie de tubería (NFPA 13, 2007, p. 233).

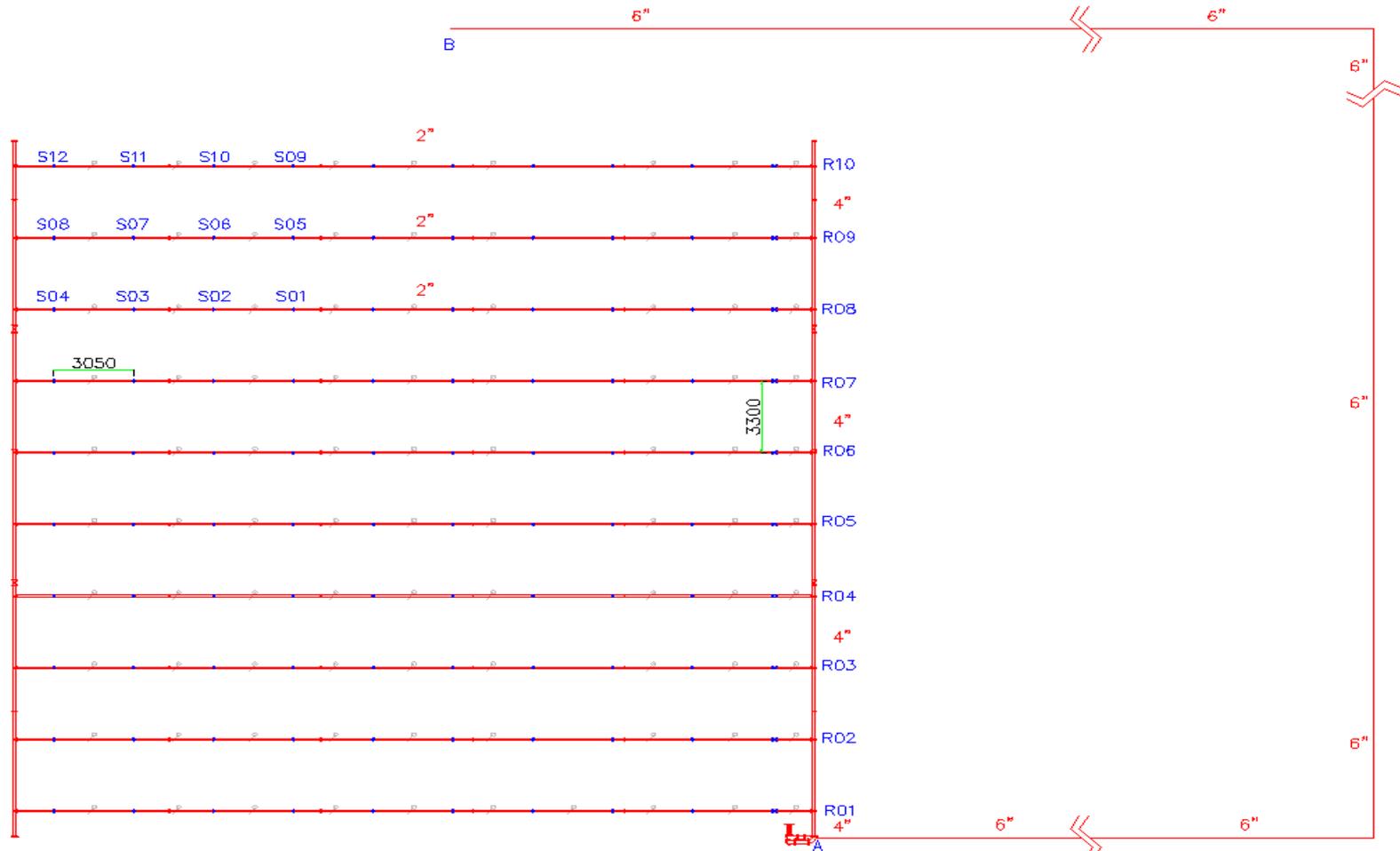
$$p = \frac{4,52Q^{1,85}}{C^{1,85}d^{4,87}}$$

- Q= Caudal que fluye por tubería, GPM;
- C = Coeficiente de fricción  
(depende del material)
- d= diámetro interno de la tubería, in

Tubería o Tubo	Valor C*
Fundición de hierro o fundición dúctil sin recubrimiento	100
Acero negro (sistemas de tubería seca, incluyendo de Preacción)	100
Acero negro (sistemas de tubería húmeda, incluyendo diluvio)	120
Galvanizada (toda)	120
Plástico (listada), toda	150
Fundición de hierro o fundición dúctil, revestida de cemento	140
Tubo de cobre o acero inoxidable	150
Asbesto cemento	140
Concreto	140

# CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN EL PUNTO 1 - MALLAS DE ROCIADORES

## – Método de Hazen-Williams



# CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN EL PUNTO 1 - MALLAS DE ROCIADORES

TRAMO DE TUBERIA	FLUJO [GPM] Adicionado q TOTAL Q		Diámetro de Tubería [in] NPS Diámetro real Øi		ACCESORIOS	Longitud [ft] Lt:Long. Tubería Lf:Long. equiv. accesorios LT:Long. Total		Pérdidas por fricción C=120 [psi/ft]	Resumen de Presión [psi]		Presión Normal	NOTAS FactorK= 5,6 drociador=0,20 GPM/ft²	
	q	Q	NPS	Øi		Lt	Lf		Pt	Pe			Pv
S12@R10	q		NPS	2	1 T	Lt	0	0,000	Pt	20,00	Pt	20,00	Q=Ar x drociador Pt=(Q/Krociador)² Pt= 20 [psi] Según NFPA 13
	Q	25,04	Øi	2,067		Lf	0		Pe	0,00	Pv	0,039	
						LT	0		Pf	0,00	Pn	19,96	
S12-S11@R10	q	25,04	NPS	2	1 T	Lt	10,12	0,007	Pt	20,00	Pt	20,00	
	Q	25,04	Øi	2,067		Lf	10		Pe	0,00	Pv	0,039	
						LT	20,12		Pf	0,15	Pn	19,96	
S11-S10@R10	q	25,14	NPS	2	1 T	Lt	10,12	0,026	Pt	20,15	Pt	20,15	Pt=Pe+Pf q=Krociador*20,15^0,5
	Q	50,18	Øi	2,067		Lf	10		Pe	0,00	Pv	0,155	
						LT	20,12		Pf	0,53	Pn	19,99	
S10-S09@R10	q	25,46	NPS	2	1 T	Lt	10,12	0,056	Pt	20,67	Pt	20,67	Pt=Pe+Pf q=Krociador*20,67^0,5
	Q	75,64	Øi	2,067		Lf	10		Pe	0,00	Pv	0,352	
						LT	20,12		Pf	1,13	Pn	20,32	
S09-R10	q	26,15	NPS	2		Lt	65,81	0,097	Pt	21,80	Pt	21,80	Pt=Pe+Pf q=Krociador*21,8^0,5
	Q	101,79	Øi	2,067		Lf	0		Pe	0,00	Pv	0,637	
						LT	65,81		Pf	6,39	Pn	21,16	
R10-R9	q		NPS	4	1 T	Lt	10,83	0,004	Pt	28,19	Pt	28,19	q=es el mismo del tramo anterior
	Q	101,79	Øi	4,03		Lf	20		Pe	0,00	Pv	0,044	
						LT	30,83		Pf	0,12	Pn	28,15	
S08-R9@R09	q		NPS	2	4 T	Lt	65,81	0,097	Pt	28,31	Pt	28,31	Q= Tramo S12 - R10
	Q	101,79	Øi	2,067		Lf	40		Pe	0,00	Pv	0,637	
						LT	105,81		Pf	10,27	Pn	27,67	
R09-R08	q	101,79	NPS	4	1 T	Lt	10,83	0,014	Pt	38,58	Pt	38,58	Q=101,79+101,79
	Q	203,58	Øi	4,03		Lf	20		Pe	0,00	Pv	0,177	
						LT	30,83		Pf	0,42	Pn	38,40	



# CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN EL PUNTO 1 - MALLAS DE ROCIADORES

S04-R08@R08	q		NPS	2	4 T	Lt	65,81	0,097	Pt	39,00	Pt	39,00	Q= Tramo S08 - R09
	Q	101,79	Øi	2,067		Lf	40		Pe	0,00	Pv	0,637	
						LT	105,81		Pf	10,27	Pn	38,36	
R8-R1	q	203,58	NPS	4	3 C45°	Lt	100,07	0,029	Pt	39,00	Pt	39,00	Q=101,79+203,58
	Q	305,37	Øi	4,03		Lf	12		Pe	0,00	Pv	0,399	
						LT	112,07		Pf	3,23	Pn	38,60	
R1-A	q	317,76	NPS	6	3 C90° 1 C45° 1 VCK 1 VC	Lt	38,72	0,004	Pt	42,23	Pt	42,23	K' = 305,37/39^0,5= <b>48,90</b>
	Q	317,76	Øi	6,07		Lf	84		Pe	9,00	Pv	0,084	
						LT	122,72		Pf	0,52	Pn	42,15	
A-B	q	351,75	NPS	6	2 C90° 3 VM	Lt	598,56	0,005	Pt	51,75	Pt	51,75	K' =317,76/42,23^0,5= <b>48,90</b>
	Q	351,75	Øi	6,07		Lf	58		Pe	0,00	Pv	0,103	
						LT	656,56		Pf	3,34	Pn	51,65	
B-C	q	362,94	NPS	6	1T 4 C90°	Lt	54,79	0,005	Pt	55,09	Pt	55,09	K' =351,753/51,75^0,5= <b>48,90</b>
	Q	362,94	Øi	6,07		Lf	86		Pe	9,00	Pv	0,109	
						LT	140,79		Pf	2,00	Pn	54,98	
C-D	q	397,52	NPS	6	1 T 3 C90° 1 VM 1 VCK	Lt	9,38	0,006	Pt	66,09	Pt	66,09	K' =362,94/55,09^0,5= <b>48,90</b>
	Q	397,52	Øi	6,07		Lf	114		Pe	0,00	Pv	0,131	
						LT	123,38		Pf	1,18	Pn	65,96	
		<b>250,00</b>							Pt	<b>67,27</b>	Pt	67,27	SE ADICIONA 250 GPM POR CONSUMO DE GABINETES (NFPA 13)
		<b>437,27</b>											FACTOR SEG. 1,1*397,52=437,27
		<b>687,27</b>											<b>CONSUMO TOTAL: 687,27 [GPM]@67[PSI]</b>

## NOMENCLATURA:

T (Tee), C45 (Codo a 45), C90 (Codo a 90), VCK (Válvula Check), VC (Válvula de Compuerta) y VM (Válvula de Mariposa)



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN EL PUNTO 1 - MALLAS DE ROCIADORES

## – Método de Darcy-Weisbach

$$h_f = f \frac{l}{d} \frac{v^2}{2g}$$

Donde:

$h_f$  = Cabeza de fricción, ft

$f$  = factor de fricción

$l$  = longitud de tubería, ft

$d$  = diámetro de tubería, ft

$v$  = velocidad, ft/s

$g$  = aceleración de gravedad, ft/s<sup>2</sup>

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} \left[ \frac{\varepsilon}{3,7D} + \frac{2,51}{R\sqrt{f}} \right]$$

Donde

$\varepsilon$  = una medida lineal de rugosidad

$f$  = factor de fricción Darcy-Weisbach

$D$  = diámetro de la tubería ft

$R$  = número de Reynolds

# CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN EL PUNTO 1 - MALLAS DE ROCIADORES

## – Método de Darcy-Wesibach

Flujo en Tubería de 6 ASTM A53 Gr. B sch 40"

Datos:

- $d_i$ : diámetro interno = 0,154 m
- Q: caudal = 750 gpm = 47,32 l/s = 0,04732 m<sup>3</sup>/s
- $\mu$ : Viscosidad dinámica del agua@15°C= 1,139 x 10<sup>-3</sup> Pa \* s
- $\rho$ : Densidad del agua@15°C = 999,1 kg/m<sup>3</sup>
- $\varepsilon$ : rugosidad Tubería ASTM A53 Gr. B sch 40: 0,0000457 m

Parámetros generales

Diámetro interior mm	Diámetro interior m	Caudal l/s	Caudal m3/s	Viscosidad Pa·s	Velocidad m/s	Número de Reynolds	Rugosidad m	Rugosidad relativa
154,08	0,154	47,32	0,04732	0,001139	2,54	3,43E+05	4,57E-05	2,97E-04
102,26	0,102	34,70	0,03470	0,001139	4,23	3,79E+05	4,06E-05	3,97E-04
52,51	0,053	6,31	0,00631	0,001139	2,91	1,34E+05	4,06E-05	7,74E-04



# CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN EL PUNTO 1 - MALLAS DE ROCIADORES

- Método de Hardy Cross con corrección de caudales para redes de tuberías en malla.

$$\sum_{j=1}^m (Q_{ij} + q_i) = 0$$

Donde:

- $Q_{ij}$ : Caudal que parte del nudo  $i$  o que fluye hacia dicho nudo,  $m^3/s$
- $q_i$ : Caudal concentrado en el nudo  $i$ ,  $m^3/s$
- $m$ : Número de tramos que confluyen al nudo  $i$

$$\sum_{i=1}^n hf_{ij} = 0$$

Donde:

- $hf_{ij}$  : Pérdida de carga por fricción en el tramo  $T_{ij}$ ,  $mH_2O$
- $n$ : Número de tramos del circuito  $i$

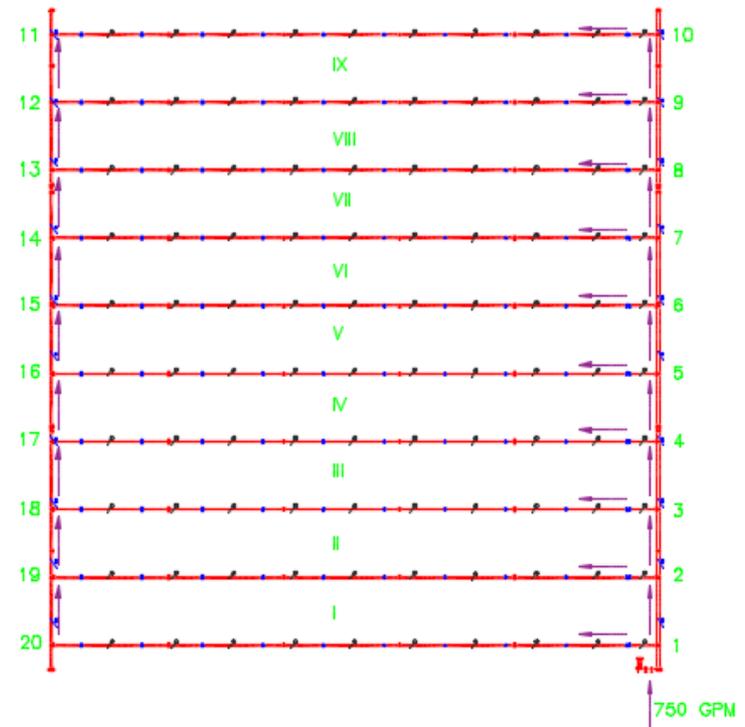
# CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN EL PUNTO 1 - MALLAS DE ROCIADORES

- Método de Hardy Cross con corrección de caudales para redes de tuberías en malla

El Método de Hardy Cross corrige sucesivamente, iteración tras iteración, los caudales en los tramos, con la siguiente ecuación general:

$$\Delta Q = - \frac{\sum h_f}{n \sum \frac{h_f}{Q}}$$

$$\Delta Q = - \frac{\sum_1^k (a_{ij} |Q_{ij}|^{n-1} Q_{ij})}{n \sum_1^k (a_{ij} |Q_{ij}|^{n-1})}$$



# CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE PRESIÓN EN EL PUNTO 1 - MALLAS DE ROCIADORES

- Método de Hardy Cross con corrección de caudales para redes de tuberías en malla

Circuito	Tramo	H (m)	H (psi)	Q (m3/s)	Q (GPM)	Circuito	Tramo	H (m)	H (psi)	Q (m3/s)	Q (GPM)
I	1-2	-0,540	-0,767341	-0,035	-555,11	V	5-6	-0,167	-0,237808	-0,019	-306,8
	2-19	-24,660	-35,01719	-0,008	-124,86		6-15	-7,867	-11,17056	-0,007	-106,81
	1-20	0,061	0,086516	0,012	194,875		16-5	-0,001	-0,001455	-0,005	-80,383
	20-19	22,065	31,33284	0,012	194,875		16-15	31,582	44,84655	0,011	169,611
II	2-3	-0,257	-0,364859	-0,029	-455,25	VI	6-7	-0,291	-0,413192	-0,031	-486,27
	19-2	24,660	35,01719	0,008	124,86		7-14	-4,747	-6,740721	-0,001	-12,148
	19-18	0,226	0,320446	0,019	294,735		15-6	0,013	0,01861	0,004	69,1028
	3-18	-2,375	-3,37182	-0,010	-154,95		15-14	35,161	49,92927	0,010	163,716
III	3-4	-0,181	-0,257603	-0,019	-300,29	VII	7-8	-0,274	-0,388608	-0,030	-480,11
	18-3	0,338	0,480158	0,020	320,721		8-13	-4,748	-6,741531	-0,005	-74,898
	18-17	0,241	0,341712	0,025	399,689		14-7	0,013	0,018612	0,001	12,1483
	4-17	-3,522	-5,000783	-0,003	-50,301		14-13	38,935	55,28747	0,006	100,866
IV	4-5	-0,327	-0,464579	-0,031	-498,56	VIII	8-9	-0,257	-0,364768	-0,035	-549,22
	5-16	-4,746	-6,738669	-0,006	-93,186		9-12	-4,748	-6,74223	-0,005	-74,907
	17-4	-0,002	-0,003254	-0,008	-123,27		13-8	0,013	0,018615	0,005	74,898
	17-16	28,197	40,03931	0,010	151,423		13-12	42,902	60,92115	0,006	100,766
						IX	9-10	-0,241	-0,341675	-0,035	-549,31
							10-11	-46,833	-66,5022	-0,028	-449,31
							12-9	0,013	0,018617	0,005	74,9071
							12-11	47,064	66,8303	0,006	100,674

# SELECCIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO SEGÚN NFPA 20

- Método de Hazen-Williams

SISTEMA	EQUIPO	AREA DE PROTECCIÓN	CAUDAL [GPM]	TDH [PSI]	REFERENCIA
1	MALLAS DE ROCIADORES	BODEGAS MAT. PRIMA / PROD. TERMINADO	687,27	67,27	NFPA 13
2	BOQUILLAS PULVERIZADORAS	TANQUES ASFALTO / DIESEL	310,68	73,27	NFPA 15
3	HIDRANTES	NAVE INDUSTRIAL (Exteriores)	419,2	110,99	NFPA 24

- Método de Darcy-Weisbach

SISTEMA	EQUIPO	AREA DE PROTECCIÓN	Hf [PSI]	Carga Estática [PSI]	Presión Residual [PSI]	TDH [PSI]	Caudal [GPM]
1	MALLA DE ROCIADORES	BODEGAS MAT. PRIMA / PROD. TERMINADO	43,48	8,52	20	72	449,31
2	BOQUILLAS PULVERIZADORAS	TANQUES ASFALTO / DIESEL	56,65	2,13	10	68,78	300
3	HIDRANTES	NAVE INDUSTRIAL (Exteriores)	14,95	2,15	100	117,1	410

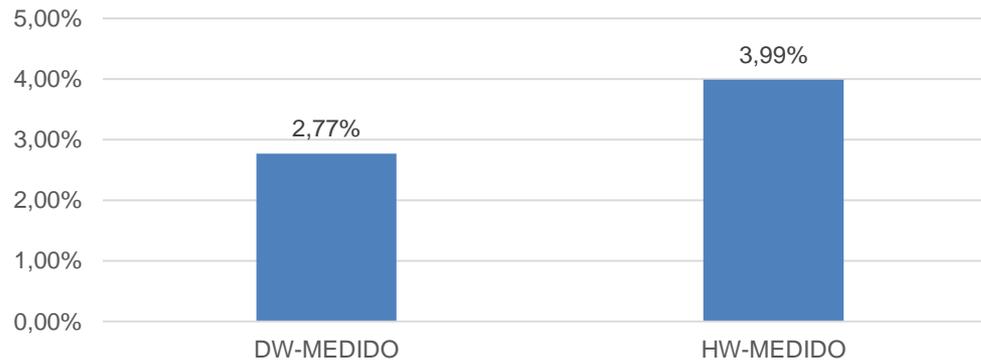


# PRUEBAS DEL SISTEMA

- PRUEBAS EQUIPOS INSTALADOS

- Datos Obtenidos

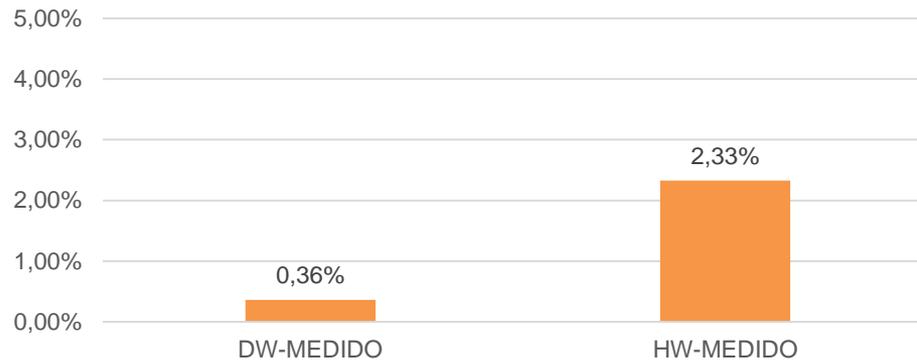
Error Porcentual en lectura de Presión Residual Malla de Rociadores



$$DW = \frac{72 - 70}{70} * 100\% = 2,77\%$$

$$HW = \frac{70 - 67,27}{67,27} * 100\% = 3,99\%$$

Error porcentual en medición de Caudal para Sistema de Rociadores



$$DW = \frac{449,31 - 447,72}{447,72} * 100\% = 0,36\%$$

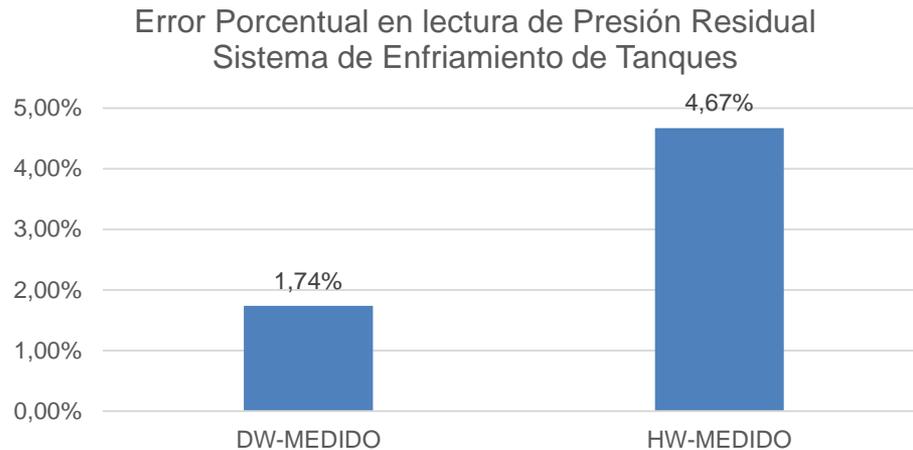
$$HW = \frac{447,72 - 437,27}{447,72} * 100\% = 2,33\%$$



# PRUEBAS DEL SISTEMA

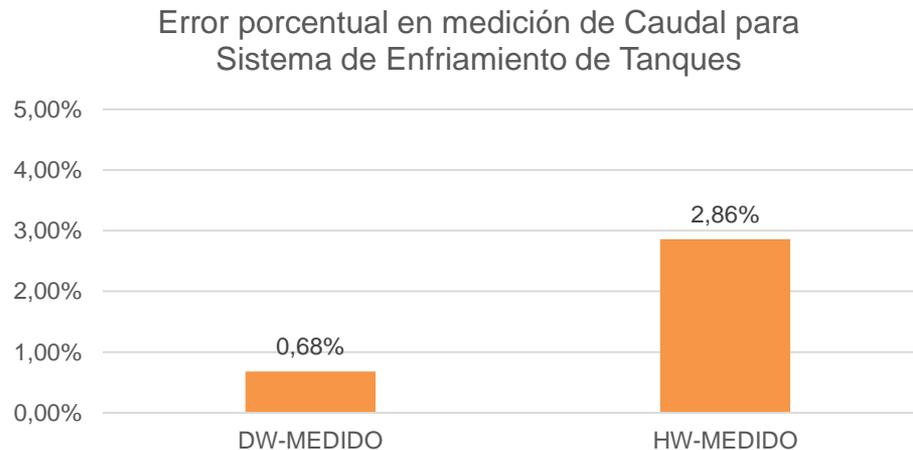
## • PRUEBAS EQUIPOS INSTALADOS

### – Datos Obtenidos



$$DW = \frac{70 - 68,78}{70} * 100\% = 1,74\%$$

$$HW = \frac{73,27 - 70}{70} * 100\% = 4,67\%$$



$$DW = \frac{302,04 - 300}{302,04} * 100\% = 0,68\%$$

$$HW = \frac{310,68 - 302,04}{302,04} * 100\% = 2,86\%$$

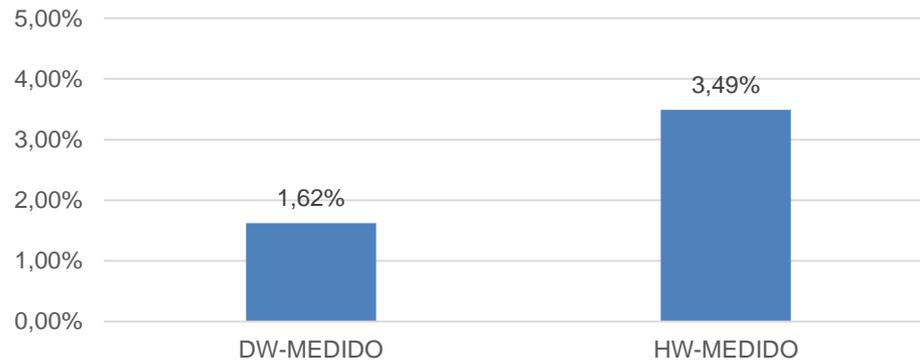


# PRUEBAS DEL SISTEMA

- **PRUEBAS EQUIPOS INSTALADOS**

- Datos Obtenidos

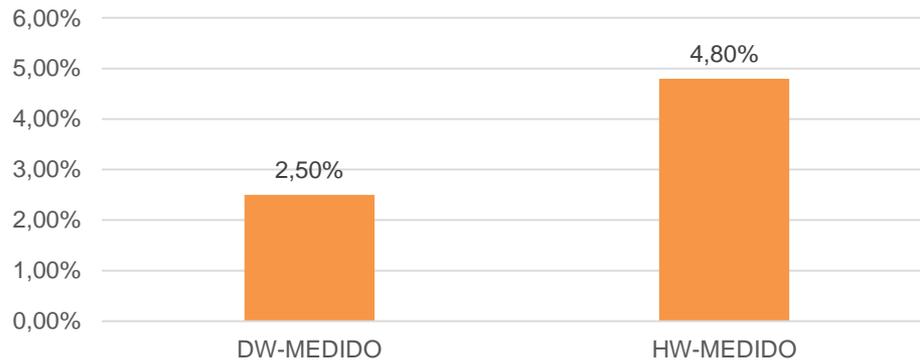
Error Porcentual en lectura de Presión Residual en Hidrante más lejano



$$DW = \frac{117,1 - 115}{115} * 100\% = 1,82\%$$

$$HW = \frac{115 - 110,99}{115} * 100\% = 3,49\%$$

Error porcentual en medición de Caudal en Hidrante más lejano



$$DW = \frac{410 - 400}{400} * 100\% = 2,5\%$$

$$HW = \frac{419,2 - 400}{400} * 100\% = 4,8\%$$



# SELECCIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO SEGÚN NFPA 20

## REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

MAYOR CONSUMO DE AGUA: 680 GPM  
MALLA DE ROCIADORES

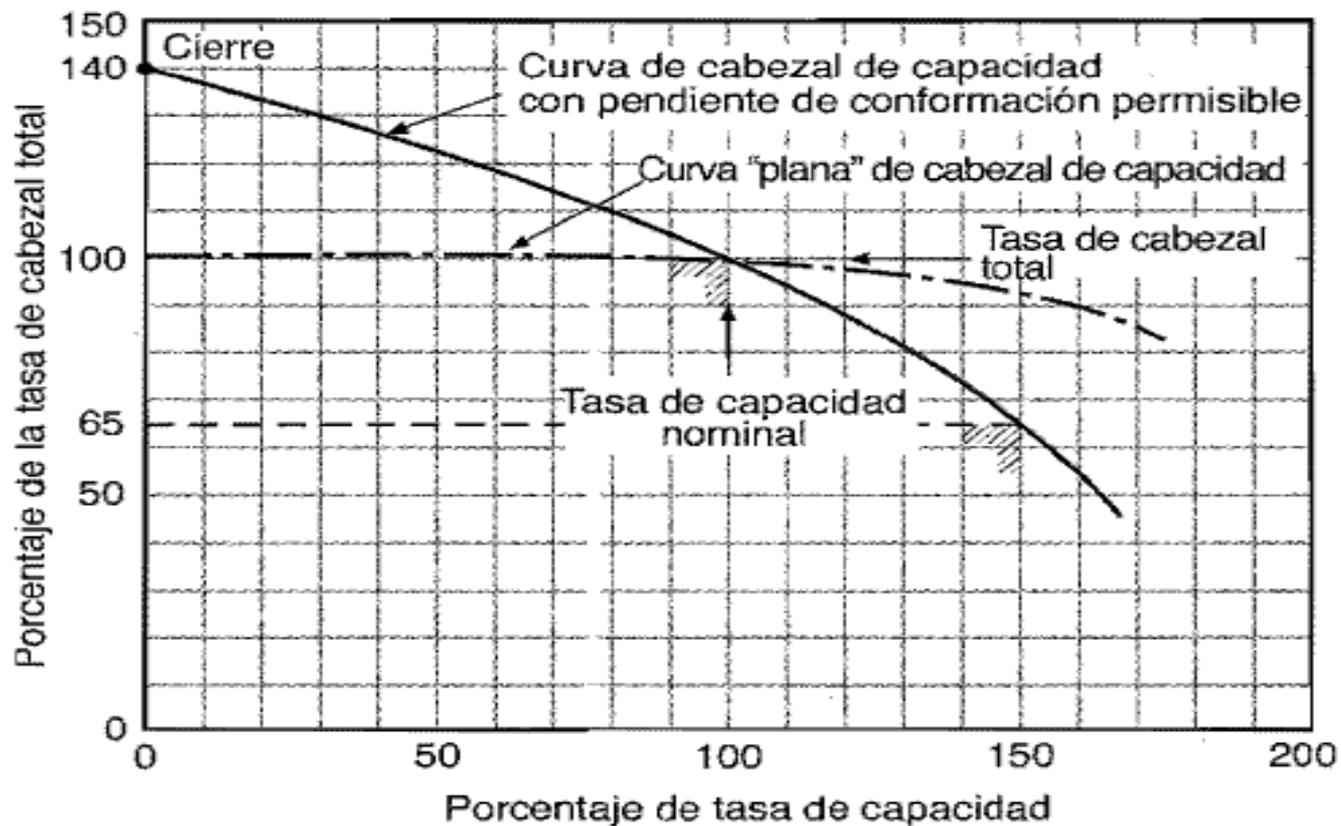
TDH: 117 PSI  
HIDRANTES

## NFPA 20

Presión residual de la bomba no menor al 65% de la presión residual nominal con un caudal igual al 150% del nominal

A válvula cerrada la presión no debe ser mayor a 140% de presión nominal

# SELECCIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO SEGÚN NFPA 20



# SELECCIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO SEGÚN NFPA 20

## • SELECCIÓN DE BOMBAS

Tipo de bomba	Rango de presión		Rango de capacidad	
	Psi	kPa	gpm	L/s
Extremo de succión horizontal	40-186	276-1282	25-750	1,6-31,5
Succión en línea	40-186	276-1282	25-750	1,6-31,5
Caja hendida (horizontal y vertical)	40-294	276-2027	150-5000	9,5-31,5
Turbina vertical	25-510	179-3516	250-5000	15,8-315,4



# SELECCIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO SEGÚN NFPA 20

## • BOMBA DIÉSEL

BOMBA	
MARCA	American Marsh Pumps
SERIE	500
MODELO	8" x 5" -18 HD
TIPO	Carcasa Partida
CAUDAL	750 GPM
TDH	130 psi
SUCCIÓN	BRIDADA 8"
DESCARGA	BRIDADA 5"
APROBACIÓN	UL/FM
MOTOR	
MARCA	CLARKE
TIPO	Diésel
MODELO	JU6H-UF-ABL8
POTENCIA	173 BHP
APROBACIÓN	UL/FM
VELOCIDAD	1760 RPM
CAP. TANQUE DIESEL	300 Gal.



## • CONTOLADOR BOMBA DIÉSEL

MARCA	TORNATECH
MODELO	GPD-12-120-D18
VOLTAJE DE ENTRADA	110 - 120 V
CARGA MAX.	300 PSI
V DC	12
FASES / Hz	1 / 50-60
MAX. PRESIÓN	300 PSI
NEMA	2



# SELECCIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO SEGÚN NFPA 20

- **BOMBA JOCKEY**

<b>MARCA</b>	American Marsh Pumps
<b>MODELO</b>	VM1-13
<b>TIPO</b>	Vertical en Línea Multietapas
<b>MOTOR</b>	Eléctrico, 220 V, 3 PH, 60 Hz
<b>POTENCIA</b>	1,5 HP
<b>SUCCIÓN</b>	1¼" Bridada
<b>DESCARGA</b>	1¼" Bridada
<b>VELOCIDAD</b>	3600 RPM



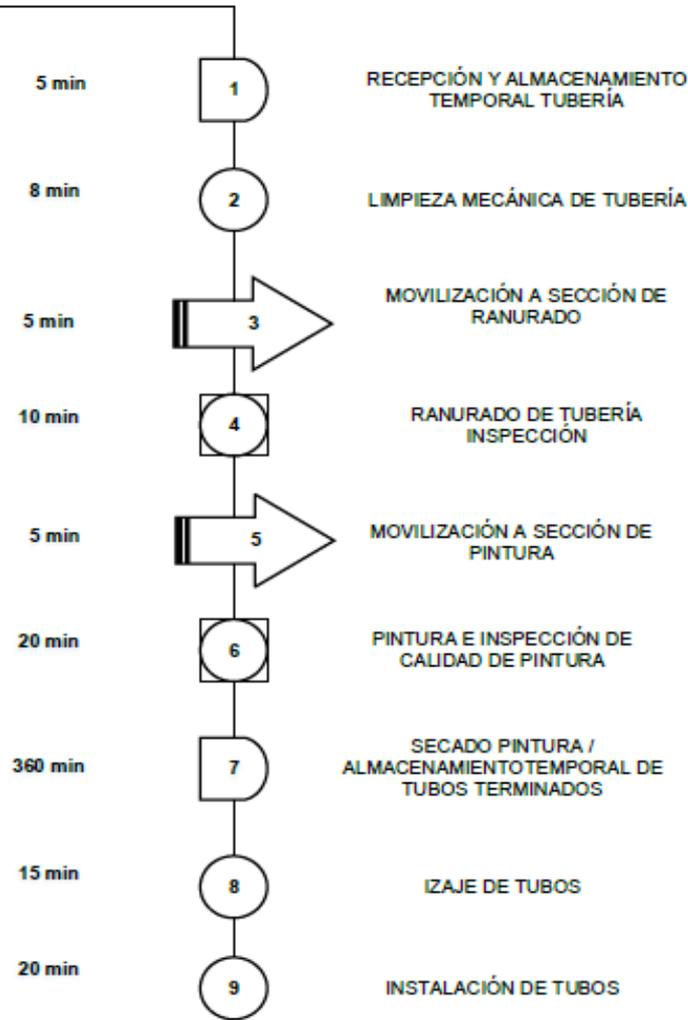
- **CONTROLADOR BOMBA JOCKEY**

<b>MARCA</b>	TORNATECH
<b>MODELO</b>	JP3-230/1.5/3/60
<b>VOLTAJE DE ENTRADA</b>	230
<b>POTENCIA</b>	1,5 HP
<b>No. de Fases</b>	3
<b>Hz</b>	60
<b>NEMA</b>	2



# CONSTRUCCIÓN DE LA RED HÍDRICA SEGÚN NFPA 14 Y 24

PROCESO DE RANURADO E  
INSTALACIÓN DE TUBERÍA AÉREA



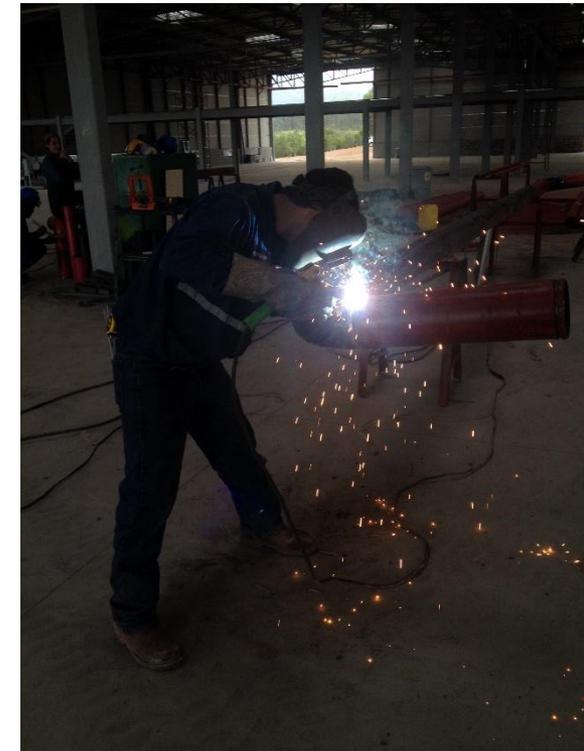
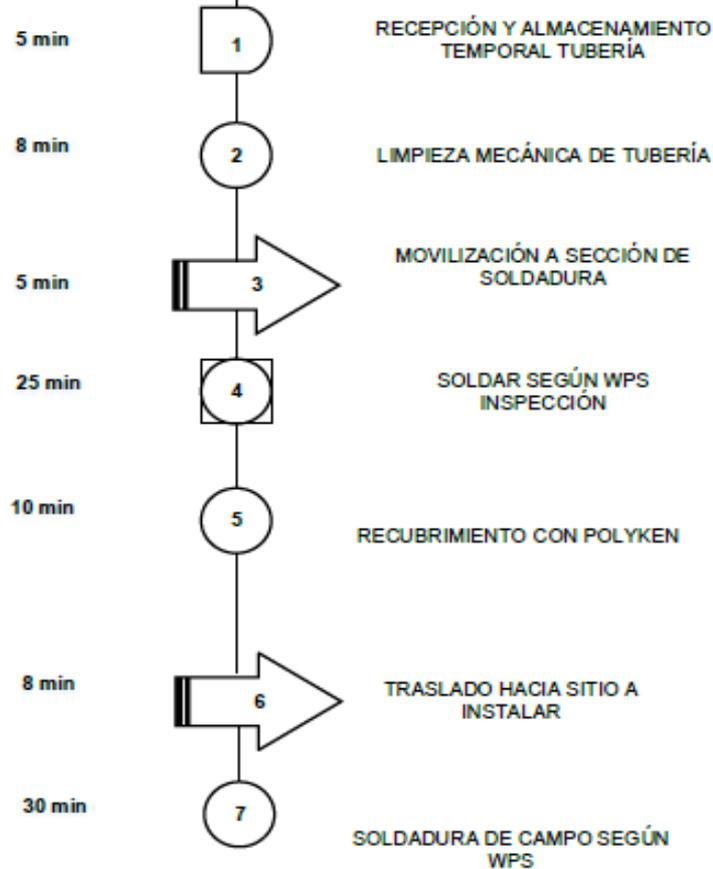
- TUBERÍA VISTA



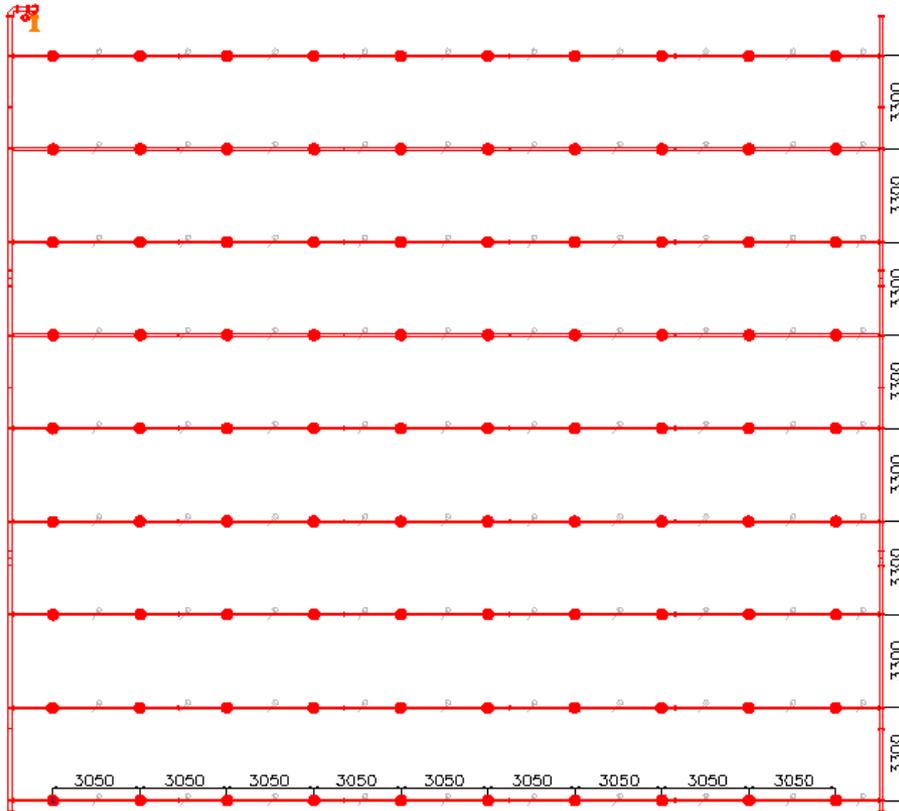
# CONSTRUCCIÓN DE LA RED HÍDRICA SEGÚN NFPA 14 Y 24

- TUBERÍA ENTERRADA

PROCESO DE SOLDADURA E  
INSTALACIÓN DE TUBERÍA  
ENTERRADA



# DISTRIBUCIÓN DE LOS ROCIADORES



Tipo de Construcción	Tipo de Sistema	Área de Protección		Espaciamiento (máximo)	
		pies <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	pies	m
Todos	Todos	130	12,1	15	4,6

$$A_R = S * L$$

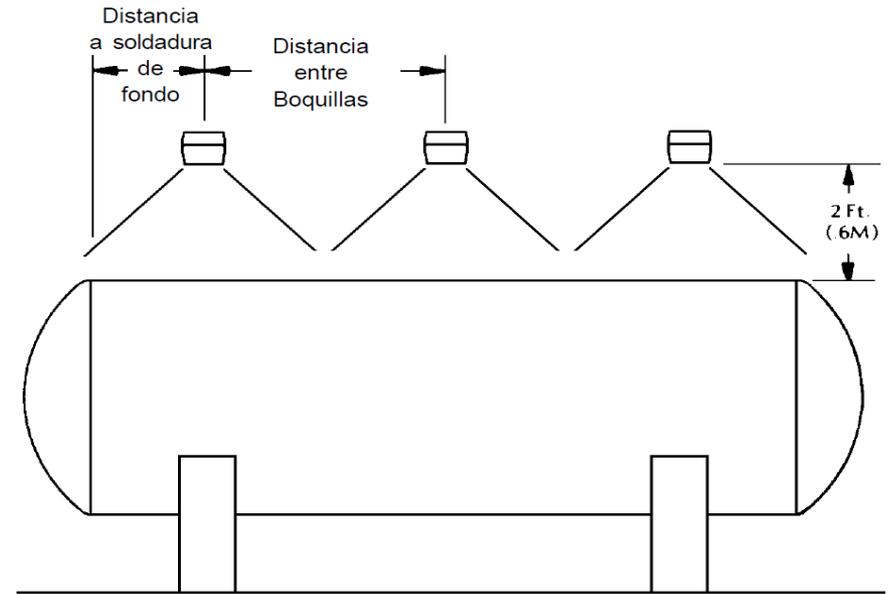
Donde:

- $A_R$ : Área de cobertura del rociador
- S: Distancia entre rociadores
- L: Distancia entre ramales

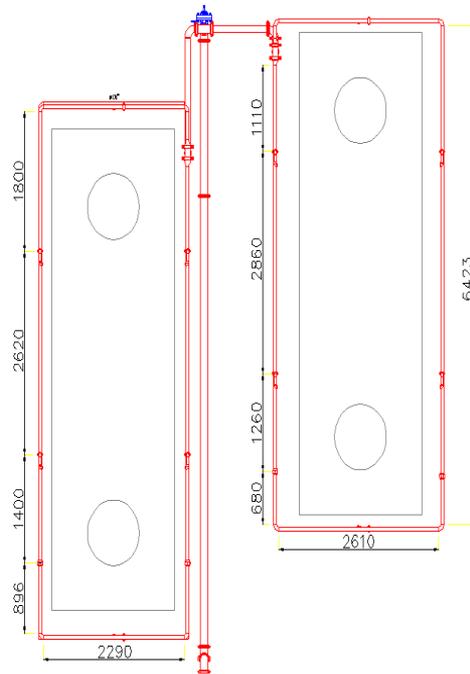
$$A_R = 3,05 \text{ m} * 3,3 \text{ m}$$
$$A_R = 10,07 \text{ m}^2$$

# DISTRIBUCIÓN DE LAS BOQUILLAS PULVERIZADORAS

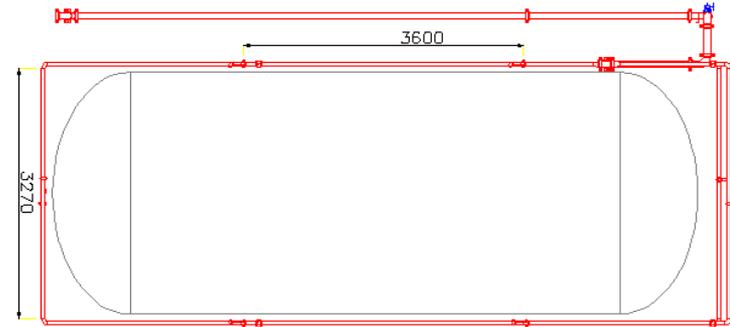
Angulo de Boq.	Distancia máxima al cordón de soldadura del Fondo		Distancia máxima entre Boquillas	
	Ft.	M	Ft.	M
30	1	,3	2	,6
60	2	,6	4	1,2
90	3.5	1,1	7	2,1
120	6	1,8	12	3,7
140	7.5	2,3	15	4,6



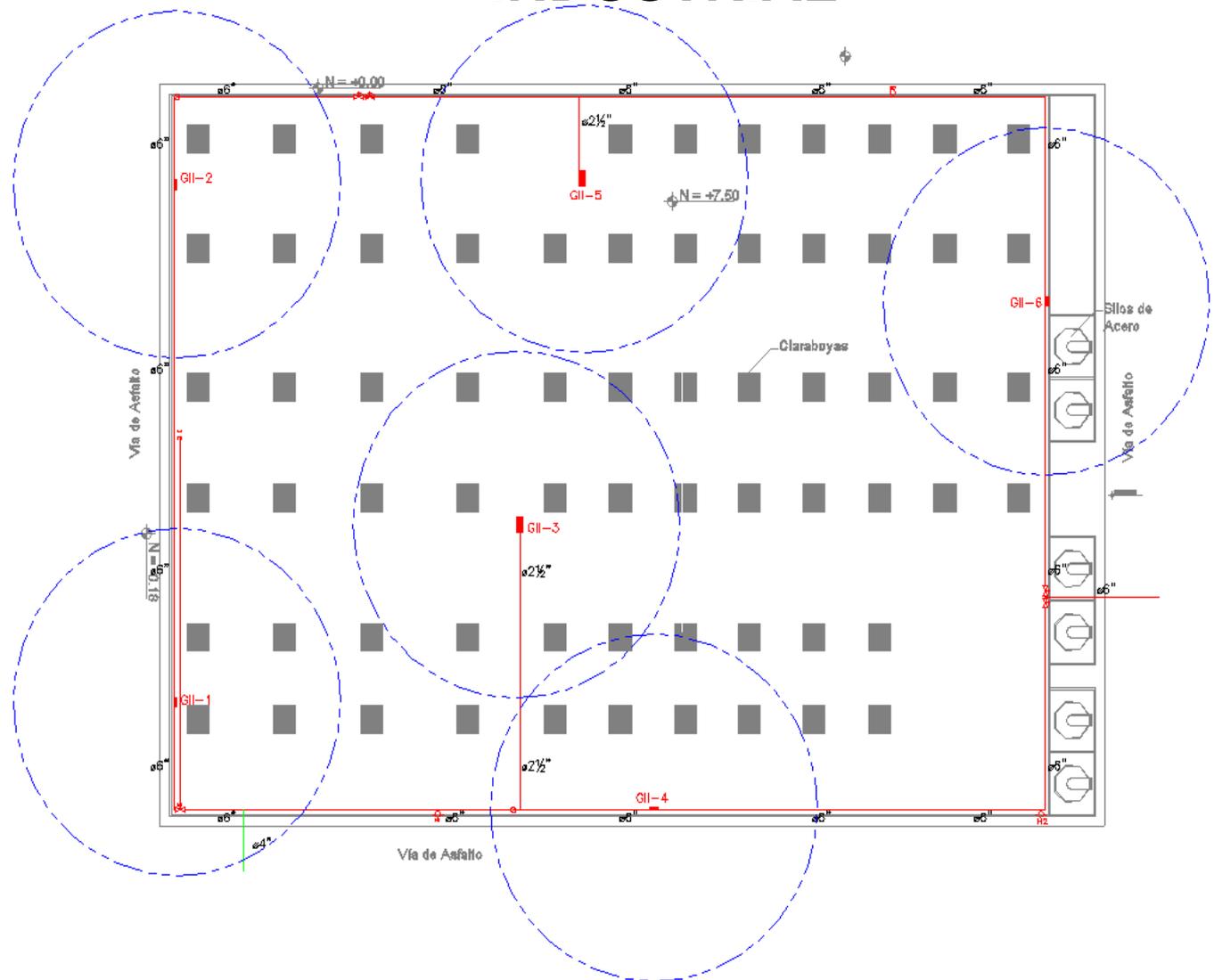
## TANQUES REPROCESO



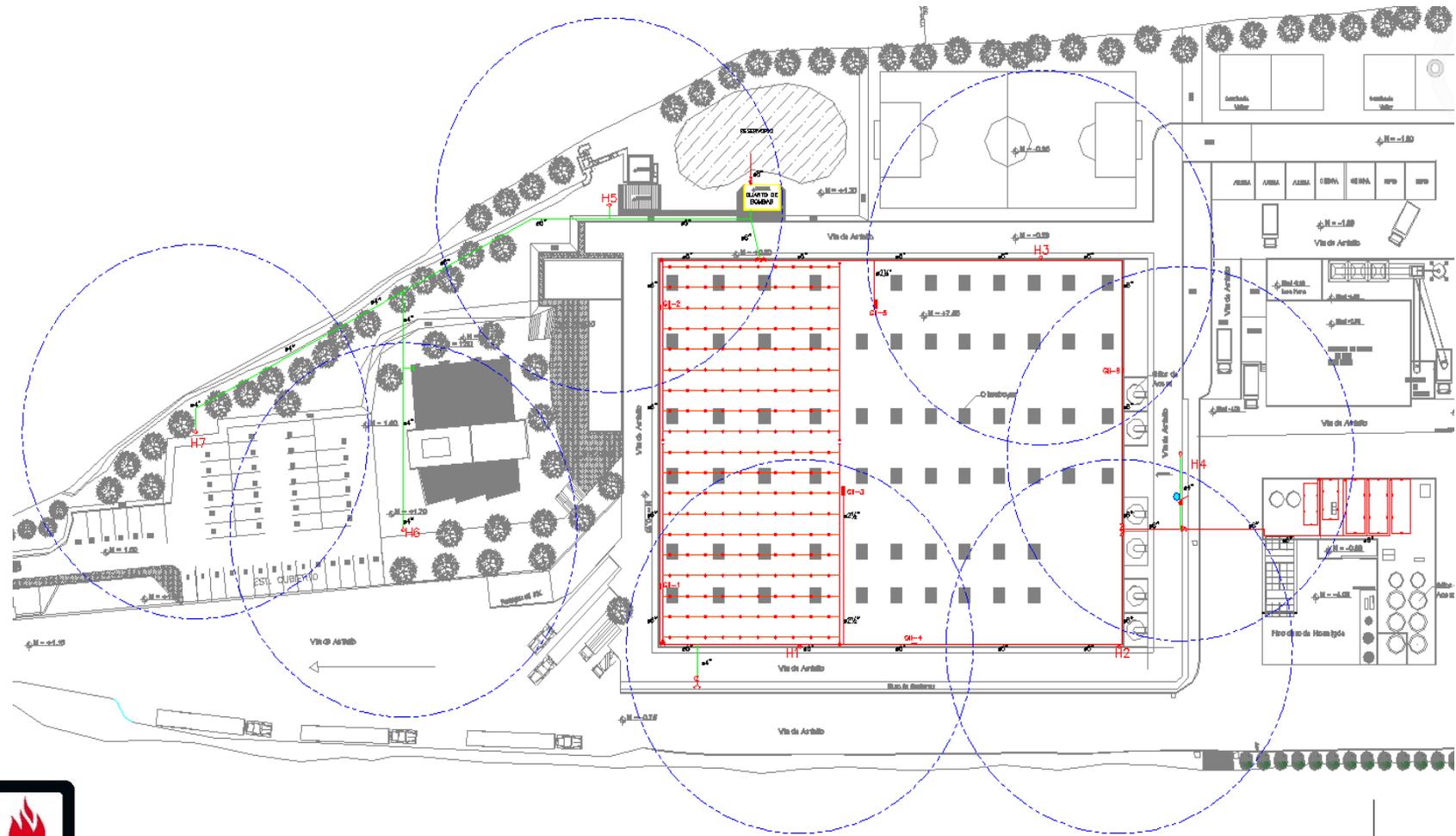
## TANQUES ASFALTO



# DISTRIBUCIÓN DE LOS GABINETES EN LA NAVE INDUSTRIAL



# DISTRIBUCIÓN DE LOS HIDRANTES EN LA NAVE INDUSTRIAL



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# TOMA SIAMESA



# SOPORTERÍA

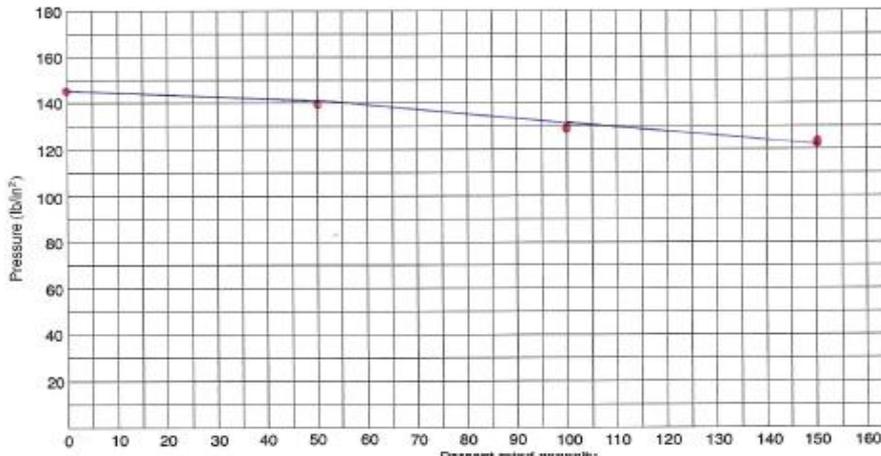


# PRUEBAS DEL SISTEMA

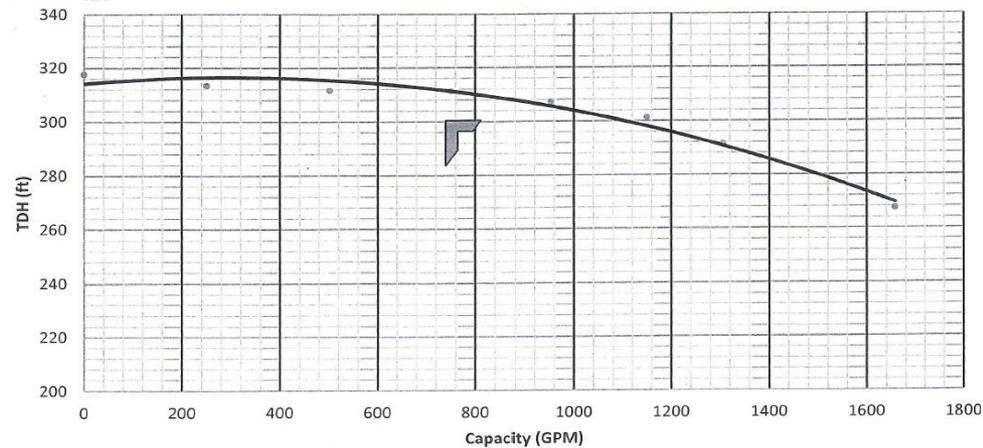
- **PRUEBA HIDROSTÁTICA**

- » 200 PSI durante 2 horas
- » No fugas
- » En caso de presencia de fugas, se corrige y se reinicia la prueba

- **CURVA DE BOMBA**



**CURVA MEDIDA**



**CURVA FABRICANTE**



# PRUEBAS DEL SISTEMA

- PRUEBAS EQUIPOS INSTALADOS



# CONCLUSIONES

- La implementación del SCI cumple con la Reglamentación Nacional – Ordenanza 470 y NFPA
- Riesgo General de la Planta: Ordinario II
- Se implementó: Sistema de Rociadores Automáticos, Sistema de Pulverización de Agua, Gabinetes Tipo II e Hidrantes, Monitor con Sistema de Espuma AFFF
- Mayor demanda de Agua, Sistema de Rociadores: 680 GPM; mayor caída de presión Hidrantes 117 psi, por lo tanto el equipo de bombeo instalado es de 750 GPM@130 PSI



# CONCLUSIONES

- Método de Hazen-Williams es muy conservador con un porcentaje de error de hasta 4.27% con respecto al valor medido.
- Se elaboraron protocolos de Pruebas y procedimientos de Inspección, Pruebas y Mantenimiento según NFPA 25.
- Se elaboraron los planos de la parte constructiva del Sistema Contra Incendios.



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# RECOMENDACIONES

- Después de cada operación de la bomba, realizar una limpieza de la canastilla del Strainer.
- Instalar un Sistema de Detección de Incendios que se complemente con el Sistema de Extinción implementado.
- Instalar Sistema de Rociadores Automáticos en Casa de Bombas.
- Los SCI no son un gasto, es una inversión de prevención para la protección de la vida humana y la propiedad.



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA