

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

**Diseño del sistema fijo de supresión contra incendios a base de agua en el Instituto  
Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud INCIENSA.**

**Informe de Trabajo Final de Graduación para optar por el Título de Ingeniería en  
Mantenimiento Industrial con el grado académico de Licenciatura.**

**REALIZADO POR:**

Pablo Geovanny Fallas Barboza

**COORDINADOR DE PRÁCTICA:**

Sebastián Mata Ortega

**I SEMESTRE 2024**



**Carrera evaluada y acreditada por:**

Agencia de Acreditación de Programas de Ingeniería y de Arquitectura – AAPIA.

## **Datos personales**

*Nombre completo: Pablo Geovanny Fallas Barboza.*

*Número de cédula: 1-1396-0695.*

*Número de carné: 200821543.*

*Edad: 34 años.*

*Números de teléfono: 8327-4860.*

*Correos electrónicos: pfallas@estudiantec.cr/pablox1589@gmail.com.*

*Dirección exacta de domicilio: San José, Alajuelita, residencial Garabito casa #2.*

## **Datos de la empresa**

*Nombre: Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud  
INCIENSA.*

*Actividad Principal: Investigación en Salud pública y vigilancia epidemiológica.*

*Dirección: Tres Ríos, Cartago, Costa Rica.*

*Contacto: Ing. José Francisco Quesada Rey.*

*Teléfono: 2279-9911 EXT 183.*

## **Dedicatoria**

A mi querido padre, que siempre me ha apoyado en todo, quien me enseñó siempre lo que es la responsabilidad en el trabajo, la honestidad en vida, los valores fundamentales; quien me ha instruido desde niño a fin de que logre mis objetivos de la forma más íntegra.

A mi familia porque siempre me han apoyado, sobre todo en los momentos difíciles, siempre han estado presentes para darme soporte y aliento.

## **Agradecimiento**

Primero y especialmente agradezco a Dios la salud, la oportunidad de concluir mi formación profesional, porque en este largo camino que empecé hace ya muchos años, jamás pensé todo lo que iba a tener que pasar, todo que necesitaba aprender para lograr salir adelante.

A mi padre que vivió de cerca cada momento con compañía incondicional y siempre el deseo de que lograra concluir, le agradezco por tantos consejos y en todo momento su actitud positiva que me motivó a seguir adelante.

Le agradezco mucho al Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud INCIENSA., por la oportunidad de realizar el Trabajo Final de Graduación en sus instalaciones, sobre todo al ingeniero José Francisco Quesada Rey, por su apertura y empatía para que se lograra realizar el proyecto.

Agradezco al profesor guía, el ingeniero Juan Pablo Arias Cartín, quien me dio las pautas necesarias para lograr el desarrollo del proyecto y las claves para abordar la normativa en cuestión.

Y, por último, pero no menos importante, agradezco a este país la oportunidad de tener una formación profesional pública de tal calidad como la que brinda el Instituto Tecnológico de Costa Rica.

## Tabla de contenido

Resumen.....	1
Abstract.....	2
Introducción .....	4
Reseña de la empresa .....	5
Planteamiento del problema.....	7
Objetivo General:.....	9
Objetivos Específicos: .....	9
Justificación .....	10
Viabilidad.....	11
Marco teórico.....	12
Sistema de Supresión de Incendios.....	12
Grupo de presión de un sistema de supresión basado en agua .....	13
Gabinetes.....	13
Rociadores automáticos .....	16
Panel de control.....	18
Tubería del Sistema Contra Incendios .....	18
Normas de tuberías .....	19
Metodología a seguir.....	20

Alcance .....	22
Desarrollo del Proyecto.....	23
Levantamiento de las condiciones actuales .....	23
Sistema contra incendios de edificación primaria (años 80) .....	23
Sistema contra incendios nuevo (2018) .....	25
Cumplimiento de la norma.....	29
Estudio de carga de fuego .....	31
Clasificación de la ocupación .....	33
Presupuesto .....	36
Cálculos hidráulicos.....	39
Conclusiones .....	43
Recomendaciones .....	44
Bibliografía .....	45
Apéndices.....	47
Cronograma proyectado del desarrollo del TFG .....	47
Anexos .....	48
Bomba principal.....	48
Curva de bomba principal.....	49
Bomba jockey .....	50
Curva de bomba jockey .....	51

Características de la tubería a instalar.....	52
Características de los codos a instalar.....	53
Características de las uniones a instalar.....	54
Características de las bridas a instalar .....	55
Características de las tee a instalar.....	56
Características de los soportes .....	57
Cotización de materiales 1 .....	58
Cotización de materiales 2.....	59
Caídas de presión con Systemsyzer .....	60
Longitud equivalente de accesorios .....	64
Formato de cálculo estandarizado para sistemas de mangueras .....	65
Plano ruta de tuberías ASTM 6" y 2".....	66

## Índice de tablas

Tabla 1. Metodología para cada objetivo específico. ....	21
Tabla 2. Carga de fuego por zona. ....	32
Tabla 3. Clasificación de riesgo por zona. ....	34
Tabla 4. Listado de materiales y costos. ....	36
Tabla 5. Costo de mano de obra.....	37
Tabla 6. Resumen de costos de proyecto. ....	38
Tabla 7. Cálculo hidráulico ruta crítica.....	41
Tabla 8. Cálculo hidráulico gabinete G8. ....	42

## Índice de figuras

Figura 1. Organigrama de INCIENSA.....	6
Figura 2. Ubicación de INCIENSA. ....	6
Figura 3. Gabinete Actual.....	23
Figura 4. Conexión a Sistema de Potable.. ....	24
Figura 5. Bomba Principal. ....	26
Figura 6. Placa de bomba Jockey.....	27
Figura 7. Placa de Bomba Principal.....	27
Figura 8. Placa de motor Diesel.....	28
Figura 9. Tubería superficial instalada.....	29
Figura 10. Diagrama de tuberías y conexión de Gabinetes clase II.....	40

## **Resumen**

Los sistemas de supresión de incendios son fundamentales para garantizar la seguridad humana en caso de un eventual incendio, en el siguiente documento se realiza la evaluación de las condiciones de un sistema contra incendios a base agua; posterior a esto, se enumeran los cambios que deben realizarse para que el sistema cumpla con el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios y las normas NFPA.

De igual forma, se realizó un estudio de carga de fuego para las distintas zonas del INCIENSA, esto para clasificar adecuadamente el nivel de riesgo.

Posterior a esto se realizó un levantamiento de los materiales necesarios para implementar los cambios con en la instalación, con el objetivo de garantizar el cumplimiento de la normativa.

Palabras clave: NFPA, incendios, carga de fuego.

## **Abstract**

Fire suppression systems are fundamental to ensure human safety in the event of a fire. This document evaluates the conditions of a water-based fire suppression system, followed by a list of necessary changes to ensure compliance with the National Fire Protection Regulations and NFPA standards. Additionally, a fire load study was conducted for the different zones of INCIENSA to appropriately classify the level of risk. Subsequently, an inventory of necessary materials was compiled to implement the required changes in the installation, aiming to ensure compliance with regulations.

Keywords: NFPA, fires, fire load.



## Unidad de Ingeniería y Mantenimiento

23 de Octubre de 2023  
**INCIENSA-UIM-of-2023-086**

Ing.  
Ignacio del Valle Granados  
Coordinador Practica Profesional  
Escuela de Ingeniería Electromecánica, TEC

Ref.:

ASUNTO: Aceptación de estudiante para práctica Profesional.

Estimado Ingeniero:

Por este medio deseo saludarlo y a la vez indicar la aceptación del estudiante Pablo Fallas Barboza cédula 1 1396 0695, estudiante del Tecnológico de Costa Rica con el número de carné 200821543, para que realice su práctica profesional en las instalaciones del Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA).

La práctica profesional se enfocará en realizar un anteproyecto para el diseño del sistema de extinción de incendios, bajo el nombre "Anteproyecto para el diseño del sistema fijo de supresión de incendios en el Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA)"

El proyecto consta de la evaluación de la edificaciones más antiguas, acorde a la normativa vigente para Costa Rica, su integración o no con el sistema fijo contra incendios existente, de más reciente construcción, se abordara el mejor tipo de sistema de supresión a instalar, y el impacto de la instalación en edificios ocupados.

Este proyecto puede poseer una confidencialidad parcial que deberá ser analizada. Esta práctica será supervisada desde el INCIENSA por el Ing. Jose Francisco Quesada Rey IMI-18733, el cual puede ser contactado al teléfono 2105 4805 o a correo electrónico [jquesada@inciensa.sa.cr](mailto:jquesada@inciensa.sa.cr)

Sin otra en particular me despido

Atentamente,  
Firmado por JOSE FRANCISCO  
QUESADA REY  
(AUTENTICACION) el día

**Ing. José Francisco Quesada Rey**  
**Coordinador**  
**UNIDAD DE INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO**  
JFQR/lgb/UIM\_Expediente administración\_  
C. Archivo de Gestión, Unidad de Ingeniería y Mantenimiento-INCIENSA

Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA)

Generando información estratégica en beneficio de la Salud Pública  
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN DE LA CALIDAD ISO 17025 - ISO 17043

excelencia  
compromiso  
lealtad  
responsabilidad

Tres Ríos, La Unión, Cartago, Costa Rica, Centroamérica / Tel. (506) 2279-9911 / Fax. (506) 2279-5546/  
[www.inciensa.sa.cr](http://www.inciensa.sa.cr)

1 / 1

## **Introducción**

Las actualizaciones y mejoras en los sistemas de supresión de incendios son fundamentales para garantizar la seguridad de los empleados del Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud, de ahora en adelante INCIENSA. Además de esto, en caso de una eventualidad, un sistema de supresión minimiza las pérdidas, tanto materiales como operativas, con lo que se asegura la continuidad de las operaciones y, de esta forma, no se comprometen temas relacionados a salud pública.

Con este proyecto se busca dar un aporte, a través de un diseño actualizado y normado del sistema de supresión de incendios de la edificación antigua; por lo tanto, se realizará una valoración para la posible integración con el sistema de la edificación nueva o si, por el contrario, se deben manejar como sistemas independientes.

El diseño presentado debe cumplir con las exigencias del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, de ahora en adelante BCBCR, en cuanto a aspectos técnicos se rige por las normas NFPA y por el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios vigente del año 2023.

## **Reseña de la empresa**

En sus inicios, INCIENSA, inició sus operaciones en el año 1963, en ese entonces con el nombre de Centro Regional de Recuperación Nutricional. Luego de 6 años, en diciembre del año 1969, se transformó en la Clínica Nacional de Nutrición, con el fin de contribuir en la recuperación de la población infantil desnutrida del país.

La ubicación donde se desarrolló el Trabajo Final de Graduación, de ahora en adelante TFG, fue en San Diego, ubicado, de la estación de servicio SERVIINDOOR 150m Oeste, provincia de Cartago, La Unión, San Diego, Costa Rica.

Por su parte, INCIENSA tiene varias funciones, una de ellas es prevenir y controlar problemas prioritarios de la salud pública, mediante el desarrollo de sistemas de vigilancia epidemiológica especializada y basada en laboratorios. Además de esto, ejecuta investigaciones en salud pública para generar conocimiento que apoye a la toma de decisiones. Por otro lado, se encarga de transferir el conocimiento generado mediante procesos de enseñanza y comunicación. Es importante mencionar que el INCIENSA es una institución pública adscrita al despacho del Ministerio de Salud.

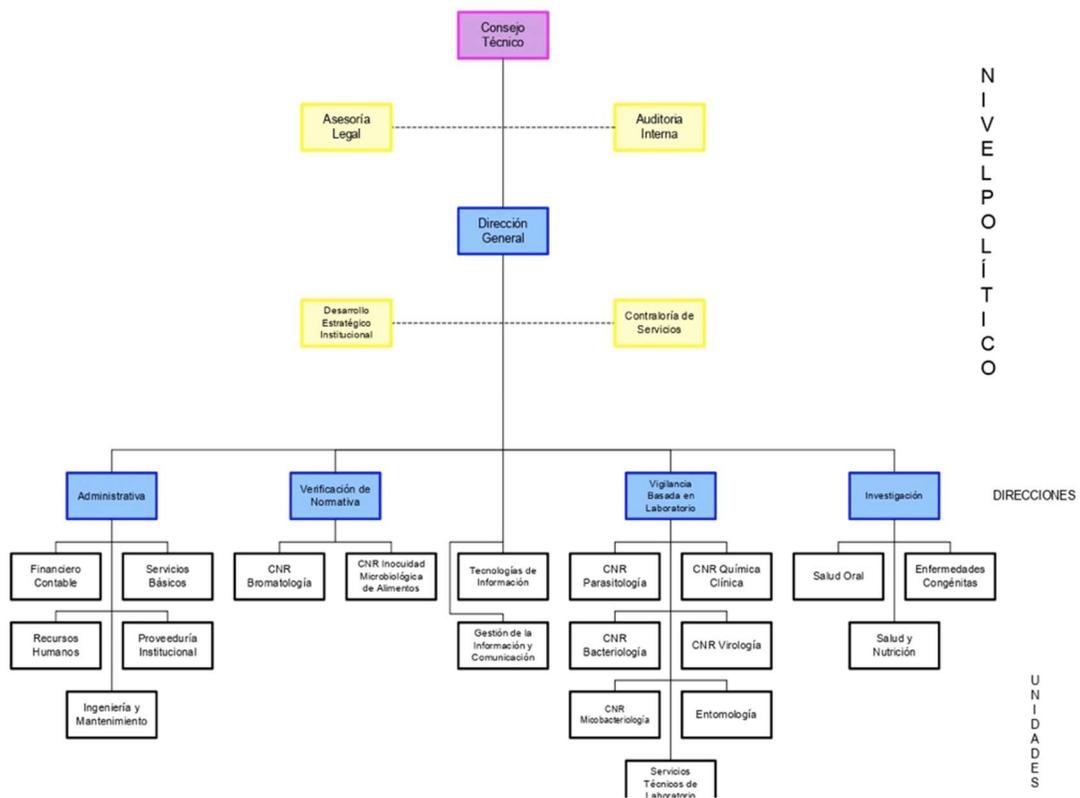


Figura 1. Organigrama de INCIENSA. Fuente: <http://www.inciensa.sa.cr/>

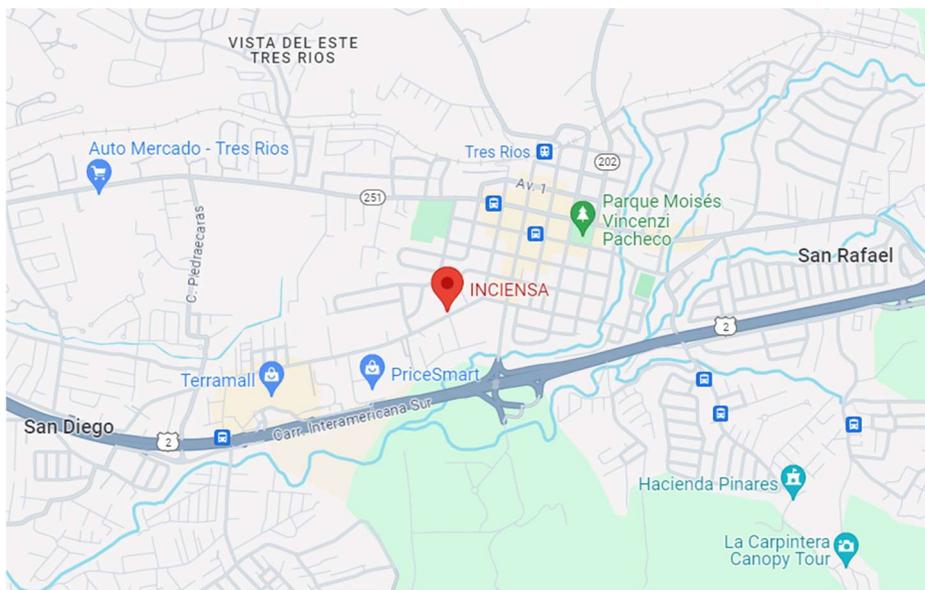


Figura 2. Ubicación de INCIENSA. Fuente: Google Maps.

## **Planteamiento del problema**

Las instalaciones de INCIENSA se componen de diversos edificios, los que tienen más tiempo de construidos están desactualizados en cuanto al avance de la normativa para sistemas de supresión contra incendios a base de agua, en sitio trabajan gran cantidad de empleados y se cuenta con equipos especiales para las funciones realizadas.

El proyecto consiste en hacer una revisión de la normativa, evaluación de las edificaciones existentes y, a partir de esto, diseñar el nuevo sistema fijo de supresión contra incendios a base de agua, con lo cual se busca garantizar la seguridad del personal, la integridad de los equipos y la continuidad de labores en caso de algún evento de deflagración.

## **Descripción del problema a resolver**

El problema que se detecta es que existe un sistema de supresión contra incendios desactualizado y no dimensionado de forma óptima a partir de las remodelaciones realizadas durante los últimos años. Este es un edificio de construcción reciente, el cual cuenta con un sistema de supresión con rociadores automáticos, el resto de la edificación tiene un sistema de gabinetes que no están integrados entre sí.

Este proyecto pretende identificar las mejoras del sistema fijo de supresión contra incendios a base de agua, considerando todos los edificios de INCIENSA, evaluando si se mantienen como sistemas independientes o si es necesario realizar una integración de sistemas. Con el diseño actualizado del sistema se garantiza la seguridad del personal y la minimización de pérdidas diversas en caso de alguna eventualidad, ya que el diseño debe garantizar el cumplimiento de la normativa nacional.

**Objetivo General:**

- Diseñar un nuevo sistema de supresión contra incendios basado en agua para el Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud INCIENSA, según la normativa nacional e internacional vigente.

**Objetivos Específicos:**

- Determinar las condiciones actuales del sistema de supresión de incendios de INCIENSA basado en el tipo de ocupación y la carga de fuego presente en sus instalaciones, a través de la normativa NFPA y Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios.
- Diseñar un nuevo sistema de supresión contra incendios basado en agua, de acuerdo con los requisitos de la normativa NFPA y del Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios para INCIENSA.
- Elaborar un nuevo plano con el diseño electromecánico del sistema de supresión contra incendios basado en agua.
- Proporcionar un estimado de costos para el desarrollo del proyecto acorde a los equipos seleccionados.

## **Justificación**

Este proyecto tiene gran importancia, ya que proporciona seguridad a los funcionarios, estudiantes y demás personas que concurren al Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud, esto porque lo que se busca es salvaguardar vidas en caso de una situación de incendio; además se pretende la menor afectación al edificio en caso de un posible incendio y el menor tiempo de paro de operaciones, lo que garantiza que siempre va a estar disponible por temas de salud pública.

Si no se realizara el proyecto, iría detrimento la seguridad de las personas y sus instalaciones, la idea es actualizar el diseño, que sea adecuado y que se fundamente en el cumplimiento de la normativa del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica. La situación actual es un edificio con sistema de supresión de rociadores y el resto de edificios con sistemas de gabinetes, el cual data de muchos años de construcción, se pretende llegar a un sistema integrado para toda el área según la revisión de la normativa, o bien si la normativa lo establece, dos sistemas independientes y de diferentes características.

Todo lo que se incluya en el diseño será respaldado por la normativa NFPA y el Reglamento Nacional de Protección contra Incendios del Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica para hacer las revisiones y recomendaciones en las diferentes edificaciones.

## **Viabilidad**

Para la realización de este proyecto se cuenta con las normativas vigentes a nivel nacional, dadas por el Benemérito Cuerpo de Bomberos de Costa Rica, las cuales están basadas en NFPA y sus reglamentos; estas normas son recursos muy valiosos para el proyecto, ya que son la base del nuevo diseño a plantear.

En el sitio se cuenta con un departamento de mantenimiento y facilidades, el cual cooperará con la información, visitas, planos, etc., a fin de lograr desarrollar el proyecto satisfactoriamente, esto porque es fundamental para INCIENSA contar con un plan para la actualización del sistema de supresión contra incendios.

Un sistema actualizado, es un sistema confiable, un sistema que da seguridad al personal y usuarios de las instalaciones, actualmente se cuenta con varios proveedores a nivel local que pueden suministrar información técnica, catálogos, curvas, cotizaciones para lograr realizar la estimación de costos.

## Marco teórico

### Sistema de Supresión de Incendios

Dependiendo del sistema configurado se tendrán más o menos componentes, pero en general, la mayoría de los sistemas de supresión se componen de bombas, gabinetes, tuberías, panel de control, rociadores, válvulas, soportes y depósito de agua.

Existen varios tipos de Sistemas de Supresión de Incendios, según el agente extintor:

- Sistemas de supresión a base de agua:

Su mecanismo consiste en quitar calor al fuego, ya que toma grandes cantidades de calor al evaporarse.

- Sistemas de supresión a base de anhídrido carbónico (CO<sub>2</sub>):

Desplaza el oxígeno del área de combustión, al ser inerte, actúa por sofocación.

- Sistema de supresión a base de espuma:

Masa de burbujas rellenas de gas, se forman a partir de soluciones acuosas de agentes espumantes.

- Sistema de supresión a base de agentes halogenados:

Son hidrocarburos en los que un átomo de hidrogeno ha sido sustituido por átomos de halógeno.

- Sistema de supresión a base de polvos químicos:

Actúa por sofocación, se interpone entre el ambiente y la sustancia en combustión.

## **Grupo de presión de un sistema de supresión basado en agua**

El grupo de presión es el sistema de bombeo que se instala en un área especial y está fuera del alcance regular de la mayoría de las personas. El equipamiento incluye las bombas que proporcionarán la presión y caudal suficientes para que el agua fluya a las tuberías y llegue a los aspersores que la rociarán sobre el fuego. Un grupo de presión varía según las necesidades de cada instalación, pero todos tienen componentes básicos y casi siempre cuentan con 2 o 3 bombas.

Las bombas pueden ser accionadas por un motor de combustión o por un motor eléctrico, en caso de ser eléctrico, debe tener un sistema de energía de respaldo que permita la operación en caso de algún corte o falla de la alimentación eléctrica fija.

## **Gabinetes**

Los gabinetes contra incendio son equipos completos de protección y extinción de incendios, se instalan permanentemente en la pared y se conectan a la red de suministro de agua. Están diseñados para cualquier tipo de edificio. Incluyen todos los elementos necesarios para su uso en el gabinete, tales como: mangueras, carretes, válvulas y pistolas, extintores, hachas, entre otros.

Según la norma NFPA 14, se deben cumplir algunas consideraciones en los gabinetes, a continuación, se mencionan algunas:

- Deben ser de un tamaño que permita la instalación del equipo necesario en estaciones de manguera y diseñado para que no interfieran con el pronto uso de la conexión de manguera.
- Dentro del gabinete debe existir al menos 1 pulgada (1") libre entre la manija de la válvula en cualquier posición y todas las partes del gabinete.

- El gabinete debe ser usado solo para equipo de incendio y cada gabinete debe estar claramente identificado.

### **Gabinetes tipo I**

Gabinete metálico para equipos contra incendio, fabricado en chapa calibre 20, tratado con imprimación anticorrosión roja. Se suministra con marco de chapa, chapa de uso general. En el interior se encuentran los siguientes equipos:

- Válvula angular tipo globo 2 1/2" x 2 1/2" NPT. Sin tapa.
- Hacha pico de 4 1/2 lb.
- Boquilla de Chorro Neblina en policarbonato de 2 1/2".
- Soporte tipo canastilla para manguera.
- Manguera contra incendio de 2 1/2 de 100 pies (30 m).
- Llave Spanner de dos servicios.
- Extintor de polvo químico seco ABC Multipropósito de 20 libras.

### **Gabinetes tipo II**

Gabinete metálico para equipos contra incendio, fabricado en chapa calibre 20, tratado con imprimación anticorrosión roja. Se suministra con marco de chapa, chapa de uso general. En el interior se encuentran los siguientes equipos:

- Válvula angular tipo globo 1 1/2".

- Llave Spanner doble servicio.
- Manguera contra incendio de 1 1/2" de 100 pies (30 m). Certificación UL.
- Boquilla de Chorro Neblina de 1 1/2". Certificación UL. Hacha pico de 4 1/2 lb.
- Soporte tipo canastilla para manguera.
- Extintor de polvo químico seco ABC Multipropósito de 10 libras.

### **Gabinete tipo III**

Gabinete metálico para equipos contra incendio, fabricado en chapa calibre 20, tratado con imprimación anticorrosión roja. Se suministra con marco de chapa, chapa de uso general. En el interior se encuentran los siguientes equipos:

- Válvula angular tipo globo 1 1/2" NPT.
- Válvula angular tipo globo 2 1/2" NPT. Con tapa.
- Hacha pico de 4 1/2 lb.
- Manguera contra incendio de 1 1/2" de 100 pies (30 m).
- Llave Spanner de dos servicios.
- Soporte tipo canastilla para manguera.
- Boquilla de Chorro Neblina de 1 1/2".
- Extintor de polvo químico seco ABC Multipropósito de 10 libras.

## **Rociadores automáticos**

Los componentes, comunes a la mayoría de los rociadores son el cuerpo, el deflector, que puede tener diferentes formas; la ampolla; el cierre con su arandela para asegurar la estanqueidad y el tornillo de ajuste, que permite sujetar la ampolla de forma que esta mantenga cerrado el rociador.

Para poder clasificar los diferentes rociadores existentes, dada la gran variedad de ellos y sus diferentes aplicaciones, es aconsejable utilizar aquellas características generales comunes a todos ellos y que afectan a la capacidad de un determinado rociador para controlar o suprimir un incendio. Estas características son:

- Tipo de descarga.
- Tamaño del orificio.
- Temperatura de actuación.
- Velocidad de respuesta.
- Forma de instalación.
- Cobertura.
- Condiciones especiales de servicio.

Para los rociadores automáticos, la norma NFPA 13 establece los requisitos para el diseño e instalación de rociadores:

- El área máxima de cobertura de un rociador no debe superar los 37, 10 m<sup>2</sup>.
- La distancia máxima de los rociadores a la pared, no debe ser mayor a la mitad de la distancia máxima entre rociadores.
- La distancia mínima de los rociadores a la pared, no debe ser menos de 102 mm.
- La separación mínima entre rociadores no debe ser menor a 2,44 m.

Además de esto, la norma NFPA 13 realiza una clasificación por ocupación y se denomina según nivel de riesgo:

- Riesgo Leve: contiene combustible en pocas cantidades.
- Riesgo Ordinario I: tiene material combustible bajo, de calidad moderada.
- Riesgo Ordinario II: posee cantidad de combustible moderado a alto.
- Riesgo Extra I: la cantidad y calidad de combustible es muy alta y hay presencia de materiales que ayudan a la propagación del fuego.
- Riesgo Extra II: la cantidad de sustancia inflamable o líquido combustible es moderada.

### **Uso de rociadores automáticos**

Se utilizan en áreas donde se requiera y permita una protección a base de agua, tales como: áreas administrativas, comerciales, hospitalarias, residenciales, industriales, navieras, entre otras.

### **Sistemas de rociadores húmedos**

En estos sistemas los rociadores automáticos están acoplados a una red de tuberías que contienen, en todo momento, agua a presión. Cuando uno o varios rociadores se abren, el agua fluye de inmediato. Es el sistema más utilizado, aproximadamente en un 75% de los casos, por ser el de más rápida actuación y casi no precisar de mantenimiento.

### **Activación de los rociadores automáticos**

El factor fundamental de activación de un rociador es el calor que soportará el elemento térmico antes de activarse, a este elemento térmico del rociador también se le conoce como “bulbo”. Los bulbos o elementos térmicos son de diversos colores que sirven para identificar las temperaturas:

- Bulbo rojo servirá para rangos de temperaturas en torno a los 68 °C.

- Bulbo amarillo: se activará cuando se produzcan fuegos que provoquen temperaturas ambientales de unos 79 °C.
- Bulbo verde: los bulbos sprinkler de color verde son capaces de dispararse ante temperaturas de 93 °C.
- Bulbo azul: los rociadores que integren bulbos de color azul estarán preparados para solventar incendios cuyas temperaturas alcancen los 141 °C aproximadamente.
- Bulbo negro: es el tipo de rociador cuya alarma se dispara a las temperaturas más altas, en este caso hasta 260 °C.

### **Panel de control**

Es el módulo que proporciona el sistema de control del conjunto motobomba. Contiene los servicios de sensores de estado del sistema y de la bomba, los gestores de comunicaciones, las interfaces hombre-máquina, los gestores de las acciones sobre el sistema hidráulico y la motobomba, así como los elementos que controlan la energía suministrada al motor eléctrico o a las baterías y el control del combustible en el motor de combustión interna; en general, cualquier elemento que pueda proporcionar un mejor, más eficiente y más seguro uso de un dispositivo tan crítico como es el conjunto motobomba contra incendios.

### **Tubería del Sistema Contra Incendios**

La tubería contra incendios es uno de los sistemas más importantes de las instalaciones fijas de protección contra incendios en las cuales es preciso transportar un fluido y descargarlo sobre la zona u objeto a proteger.

El tipo de tuberías contra incendios que pueden utilizarse está fijado por las normas de instalación de los sistemas de protección contra incendios, la norma NFPA 24 es un elemento

esencial en todos los sistemas de supresión de incendios. Esta norma esencial abarca la ubicación e identificación de las conexiones del cuerpo de bomberos, la protección de tuberías del servicio de incendios y válvulas que controlan los suministros de agua. Los criterios de la norma NFPA 24, también incluyen a las tuberías principales subterráneas del servicio de incendios y equipos relacionados, tuberías de patio que alimentan sistemas de rociadores automáticos, hidrantes de patio, montantes y otros sistemas a base de agua.

En general, las tuberías son metálicas, de forma predominante acero al carbono, aunque también se permite el uso de cobre. Respecto a los materiales no metálicos, los más comunes son CPVC y polipropileno para instalaciones aéreas y PVC y Polietileno de Alta Densidad en redes enterradas.

En cuanto a las tuberías contra incendios de acero carbono, aunque existen diferentes procesos de fabricación, las más comunes son los tubos obtenidos a través de acero estirado, sin soldadura y los tubos fabricados a partir de pletina de acero mediante soldadura eléctrica.

Las normas que regulan las características de las tuberías empleadas en estos sistemas de protección contra incendios son: ASTM A53, ASTM A795 y ASTM A135.

### **Normas de tuberías**

Independiente de su norma de fabricación o dimensional, las tuberías se especifican con base a su diámetro nominal (DN), que es un valor aproximado. El diámetro nominal no se corresponde ni con el diámetro interior ni con el diámetro exterior, por lo que es necesario usar las tablas de dimensiones o los catálogos de los fabricantes para conocer estas dos dimensiones de forma exacta.

La norma ANSI/ASME B36.10M, es una norma dimensional. En esta el espesor se define por el número de “Schedule” (SCH) de forma que, a mayor SCH, mayor espesor de pared. Las normas ASME correspondientes a los tipos de tubería usadas en instalaciones de protección contra incendios, son ASTM A106, A 53, A 795, A 135.

### **Metodología a seguir**

Realizar un levantamiento de las condiciones actuales del sistema existente, se programaron visitas a sitio para tomar datos de los sistemas existentes y, de esta forma, tener un panorama específico de la situación actual

Investigar normativas de Bomberos para la edificación en detalle; de esta forma, se realizará una evaluación de la situación actual y el cumplimiento de la norma vigente y, a su vez, se tomarán decisiones de la mejor actualización de sistema.

Una vez definidas las características del sistema, el paso siguiente consiste en realizar la selección de equipos, tales como bombas, válvulas, rociadores, así como tubería con sus respectivos accesorios necesarios para la adecuada instalación.

Se actualizará el plano, según las nuevas condiciones de diseño, esto se basa en las decisiones tomadas para realizar la actualización del sistema y con los equipos seleccionados, trabajar en esto facilitará la etapa de presupuesto.

Con el diseño definido en un plano, se continuará con el desarrollo del presupuesto para conocer el costo de implementar la actualización del sistema de supresión de incendios, en esta etapa se debe interactuar con proveedores para lograr un número a la medida y con los costos actuales.

A continuación, se presenta una tabla con las actividades, resultados y herramientas para cada uno de los objetivos específicos.

Tabla 1. Metodología para cada objetivo específico.

Objetivo Específico	Actividad	Resultados	Herramientas
Determinar las condiciones actuales del sistema de supresión de incendios de INCIENSA basado en el tipo de ocupación y la carga de fuego presente en sus instalaciones a través de la normativa NFPA y Reglamento Nacional de Protección de Incendios.	Levantamiento y determinación de las condiciones actuales	Información actualizada de las condiciones, clave para el objetivo del nuevo diseño.	Planos Actuales, visita a campo para validar información.  Código de seguridad Humana NFPA 101
Diseñar un nuevo sistema de supresión de incendios basado en agua de acuerdo con los requisitos de la normativa NFPA y el Reglamento Nacional de Protección de Incendios para Inciensa.	Revisión de la normativa NFPA asociada al diseño.	Memoria de cálculo. Selección de Equipos	Normas NFPA 13, NFPA14.
Elaborar un nuevo plano con el diseño electromecánico del sistema de supresión de incendios basado en agua	Dibujo de plano 2D con elementos actualizados	Modelo 2D actualizado con los cambios planteados	Software CAD
Proporcionar un estimado de costos para el desarrollo del proyecto acorde a los equipos seleccionados.	Solicitud de cotizaciones a proveedores	Presupuesto con los costos de la implementación	Hoja de Cálculo

Fuente: elaboración propia.

## **Alcance**

La finalidad de este TFG es brindar una solución actualizada para el sistema de supresión de INCIENSA, el diseño nuevo será ajustado al cumplimiento de las normativas vigentes contra incendios, esto tiene un impacto en las condiciones de seguridad del edificio, al garantizar la seguridad humana; además de minimizar los daños a la infraestructura y equipos.

Por otro lado, con el cumplimiento de las normas, se busca respaldar la continuidad de las operaciones y esto tiene un impacto directo a nivel país, ya que el INCIENSA tiene una vigilancia de condiciones que afectan la salud nacional, tales como virus, bacterias y parásitos; es decir, se tiene una investigación constante que permite tomar decisiones acertadas en caso de alguna condición de afectación masiva a la salud pública.

## **Desarrollo del Proyecto**

### **Levantamiento de las condiciones actuales**

Como se mencionó en la metodología, primeramente, se realizó un levantamiento de las condiciones actuales del sistema, a continuación, se presenta un detalle del estado del sistema contra incendios. Es importante mencionar que en INCIENSA se tiene una edificación nueva, del 2018, y la edificación primaria que es de los años ochenta, como se debe evaluar la posibilidad de unificar a un solo sistema, se realiza la revisión de ambos sistemas a fin de tener la información precisa para la toma de decisiones.

### **Sistema contra incendios de edificación primaria (años 80)**

#### **Gabinetes**

En esta edificación se cuenta con gabinetes tipo II, en total se contabilizaron 6 gabinetes, el estado de los mismos no es el mejor, ya que presentan daños en las mangueras.



Figura 3. Gabinete Actual. Fuente: fotografía tomada por el estudiante, 2024.

## Tuberías

Las tuberías de este sistema son en cobre, de 2", antiguamente se tenía un conjunto motor bomba (eléctrico) para alimentar la red, la bomba se dañó y no fue reparada, el sistema de agua potable (hidroneumático) se interconectó con el de incendios a fin de tener agua; sin embargo, no tiene la capacidad necesaria.



Figura 4. Conexión a Sistema de Potable. Fuente: fotografía tomada por estudiante, 2024.

### **Sistema contra incendios nuevo (2018)**

Este sistema fue diseñado para un edificio equipado con rociadores automáticos, se instaló en el año 2018, esta obra incluyó instalación de bomba diésel para sistema contra incendios, controladores y tubería.

#### **Grupo motor bomba para sistema contra incendios**

Marca: Pentair Aurora.

Tipo: carcasa partida.

Capacidad: 750 GPM.

Cabeza: 145 PSI.

Velocidad de rotación: 3000 rpm.

Combustible: diésel.

Motor: Clarke.

Modelo: JU4H-UF54.

Potencia: 145 BHP @ 3000 rpm.

#### **Bomba jockey**

Marca: Pentair Aurora.

Tipo: vertical multietapa.

Capacidad: 7,5 GPM.

Cabeza: 358 FT.

Velocidad de rotación: 3500 rpm.

Motor: Baldor.

Voltaje: 208 V-3 PH.

Potencia: 2 HP.



Figura 5. Bomba Principal.

Fuente: fotografía tomada por estudiante, 2024.

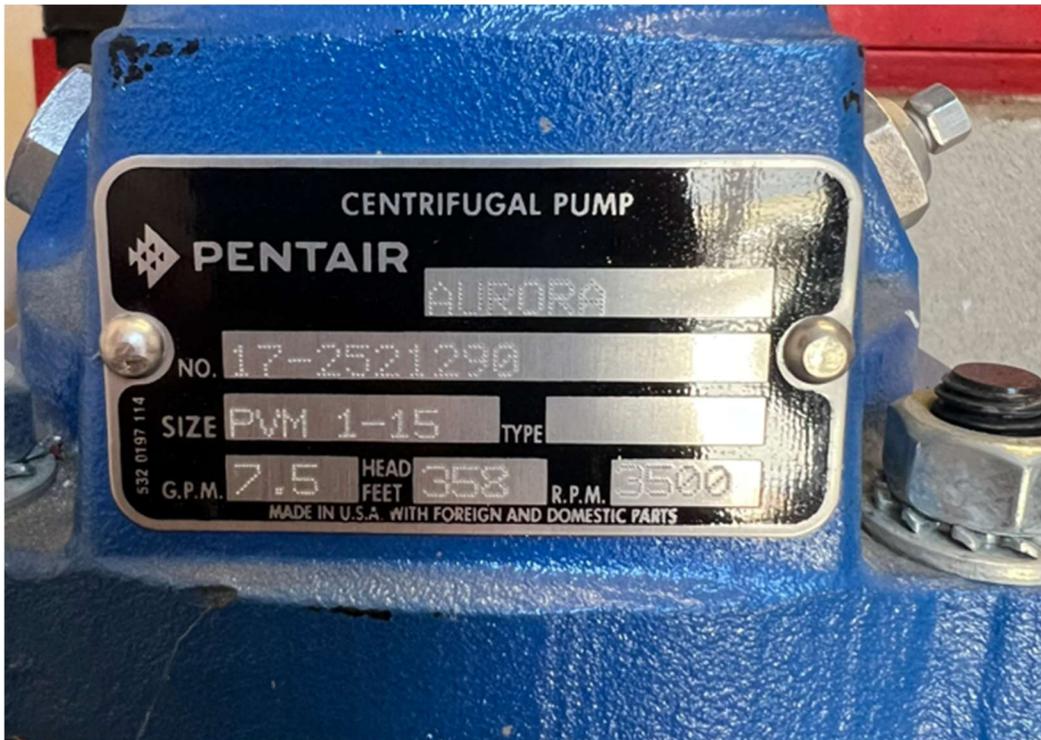


Figura 6. Placa de bomba Jockey.

Fuente: Fotografía tomada por estudiante, 2024.

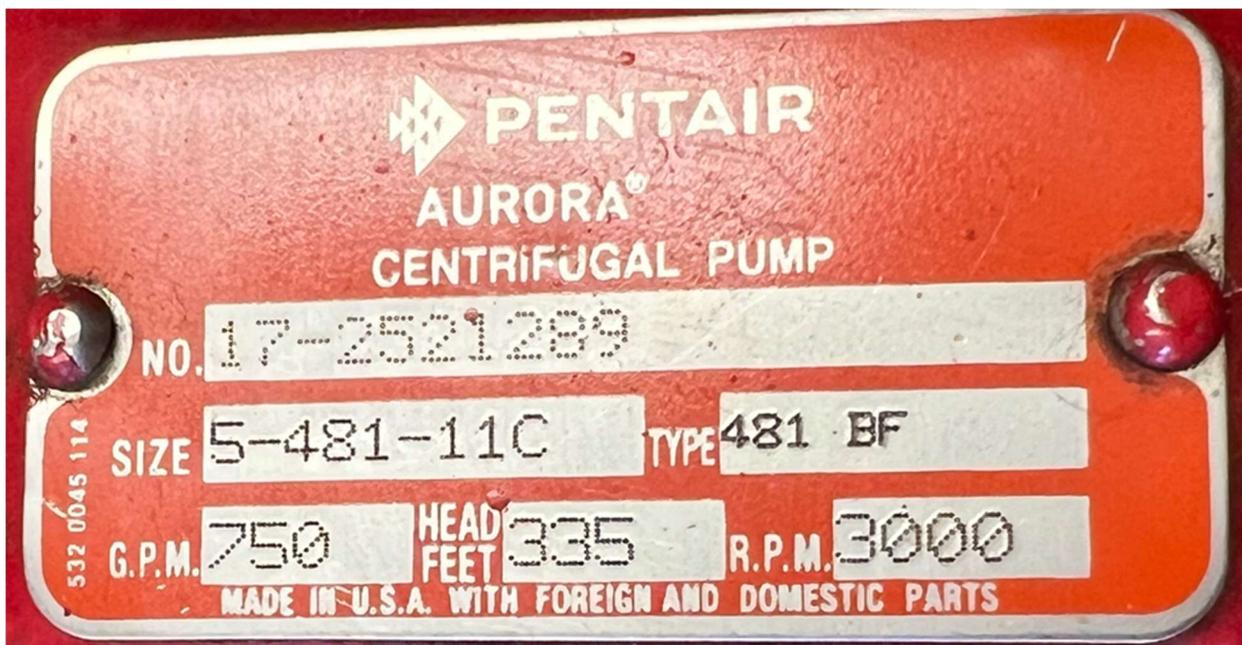


Figura 7. Placa de Bomba Principal.

Fuente: fotografía tomada por estudiante, 2024



Figura 8. Placa de motor Diesel.

Fuente: fotografía tomada por estudiante, 2024.

## Tubería

La tubería subterránea del sistema es C900, la tubería en superficie es de tipo ranurada, el alimentador principal es de 6", la tubería instalada cumple con listados UL/FM.



Figura 9. Tubería superficial instalada.

Fuente: fotografía tomada por estudiante, 2024.

## Cumplimiento de la norma

En el sistema contra incendios de la edificación inicial, de los años ochenta, se deben realizar cambios para que se cumpla con la normativa actual.

Las principales razones por las que no cumple con la normativa son:

- Capacidad de flujo: cada gabinete tipo II debe cumplir con 100 GPM y una presión residual de 65 PSI, la alimentación actual aparte de no ser una bomba dedicada para sistema contra incendios, no cumple con el punto requerido en cada manguera según NFPA 14.
- Cantidad de gabinetes: solo se cuenta con 6 gabinetes tipo II, no cumple con la norma NFPA 14, ya que debe instalarse uno cada 130 ft (39,7 m). Además de esto, los gabinetes existentes están deteriorados y se deben reemplazar.
- La tubería instalada no tiene las especificaciones requeridas por NFPA, no cuenta con las normas ASTM A795/A53.

## **Estudio de carga de fuego**

Para la adecuada clasificación de los riegos, se calculó la carga de fuego por áreas, tomando en cuenta los materiales combustibles, cantidades y dimensiones de cada recinto que forma parte de INCIENSA.

En la siguiente tabla se muestran los valores obtenidos de carga de fuego para cada una de las zonas de INCIENSA. Se tiene que el área con menor carga de fuego es Nutrición con 4520 Kcal/m<sup>2</sup>, en tanto que la zona con mayor carga de fuego es la bodega de reactivos con una carga de 162944 Kcal/m<sup>2</sup>. Se presenta además la clasificación para cada área de acuerdo a la normativa NFPA.

Tabla 2. Carga de fuego por zona.

Zona	Área (m <sup>2</sup> )	Tipo de Combustible	Cantidad de Combustible (Kg)	Valor Calorífico(KJ/Kg)	Carga Total (KJ)	Carga Total (Kcal)	Carga de Fuego (Kcal/m <sup>2</sup> )
Bromatología	160	Mobiliario (Madera)	105	21000	2205000	527007,65	5418,71
		Plástico	25	31700	792500	189412,05	
		Papel	35	18000	630000	150573,61	
		Total				866993,31	
Tecnología Nutricional	96	Mobiliario (Madera)	55	21000	1155000	276051,63	7932,00
		Plástico	30	31700	951000	227294,46	
		Papel	60	18000	1080000	258126,20	
		Total				761472,28	
Química Clínica	93,7	Plástico	30	52700	1581000	377868,07	7098,75
		Papel	20	18000	360000	86042,07	
		Tela	25	20000	500000	119502,87	
		Reactivos	15	22800	342000	81739,96	
		Total				665152,96	
Bacterología	176,2	Mobiliario (Madera)	95	21000	1995000	476816,44	6812,75
		Plástico	35	31700	1109500	265176,86	
		Papel	40	18000	720000	172084,13	
		Tela	20	20000	400000	95602,29	
		Reactivos	35	22800	798000	190726,58	
		Total				1200406,31	
Parasitología	241,8	Mobiliario (Madera)	135	21000	2835000	677581,26	8696,33
		Plástico	90	31700	2853000	681883,37	
		Papel	65	18000	1170000	279636,71	
		Tela	40	20000	800000	191204,59	
		Reactivos	50	22800	1140000	272466,54	
		Total				2102772,47	
Microbacterias	325	Mobiliario (Madera)	200	21000	4200000	1003824,09	7226,43
		Plástico	105	31700	3328500	795530,59	
		Papel	50	18000	900000	215105,16	
		Tela	30	20000	600000	143403,44	
		Reactivos	35	22800	798000	190726,58	
		Total				2348589,87	
Genética	74	Mobiliario (Madera)	60	21000	1260000	301147,23	10036,63
		Plástico	35	31700	1109500	265176,86	
		Papel	15	18000	270000	64531,55	
		Tela	12	20000	240000	57361,38	
		Reactivos	10	22800	228000	54493,31	
		Total				742710,33	
Nutrición	174	Mobiliario (Madera)	105	21000	2205000	527007,65	4520,51
		Plástico	20	31700	634000	151529,64	
		Papel	14	18000	252000	60229,45	
		Tela	10	20000	200000	47801,15	
		Total				786567,88	
Bodega Reactivos	87	Etanol	1224	29700	36352800	8688527,725	162944,50
		Thinners	80	44300	3544000	847036,3289	
		Xileno	400	42500	17000000	4063097,514	
		Isopropanol	45	33300	1498500	358150,0956	
		Hexano	20	45890	917800	219359,4646	
		Total				14176171,13	

Fuente: elaboración propia.

### **Clasificación de la ocupación**

Según lo estipulado en el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios, la clasificación de la ocupación es obligatoria, debe cumplir la Ley 8228 Artículo 15 y el Decreto Ejecutivo N° 37615-MP, Artículo 66.

A partir de lo establecido, se clasifica la ocupación como tipo Mercantil, clase B, ya que el área máxima es de 2332 m<sup>2</sup>, solo tiene un nivel constructivo, esto cumple con que el área no supere los 2800 m<sup>2</sup> y que no tenga más de tres niveles.

Por otro lado, al no superar los 2500 m<sup>2</sup> no es estrictamente necesario la implementación de sistema de rociadores automáticos, esto según lo estipulado en el apartado 13.2 del Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios.

Tabla 3. Clasificación de riesgo por zona.

Zona	Área (m <sup>2</sup> )	Carga de Fuego (Kcal/m <sup>2</sup> )	Tipo de Riesgo
Bromatología	160	5 418,71	Bajo
Tecnología nutricional	96	7 932,00	Bajo
Química clínica	93,7	7 098,75	Bajo
Bacteriología	176,2	6 812,75	Bajo
Parasitología	241,8	8 696,33	Bajo
Microbacterias	325	7 226,43	Bajo
Genética	74	10 036,63	Bajo
Nutrición	174	4 520,51	Bajo
Bodega reactivos	87	162 944,50	Ordinario

Fuente: elaboración propia.

A partir de la tabla se observa que las zonas son de riesgo bajo (leve), para esta clasificación se tomó en cuenta el estudio de carga de fuego para cada una de las áreas y; además, lo establecido en el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios. La bodega de reactivos se clasificó como riesgo ordinario, por los materiales almacenados; sin embargo, con el valor de carga de fuego sigue siendo riesgo leve que no supera 275000 Kcal/m<sup>2</sup>.

Con la información clara del estado de ambos sistemas contra incendio, el del edificio equipado con rociadores y el de la edificación original (años 80) se procede a dar las consideraciones de cómo se va a realizar el presupuesto. Entre los principales aspectos a tomar en cuenta, se tienen:

- No es necesario un sistema con rociadores para la edificación, dadas las áreas, la carga de fuego presente y la ocupación, se puede mantener el concepto de gabinetes de manguera tipo II, cumpliendo con las normativas del Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios.
- Los gabinetes actuales, por el estado en que se encuentran, deben ser reemplazados.
- Se deben instalar en nuevas ubicaciones gabinetes de manguera tipo II.
- Debido a la construcción que se tiene, existen muchas áreas separadas, por lo que no es probable que se requiera el uso de más de tres sistemas de manguera a la vez o los sistemas de rociadores en conjunto con las mangueras; por esta razón, se puede realizar la configuración para que la bomba de 750 GPM alimente todo el sistema; es decir, se va a unificar como un solo sistema contra incendios.
- Las tuberías de cobre deben ser reemplazadas por nuevas tuberías de acero que cumplan las normas ASTM A795/A53.
- La soportería de la tubería también debe cambiarse, en su mayoría se utilizará riel B-line, gazas tipo pera, barra roscada y anclajes mecánicos.

## Presupuesto

Tomando en cuenta las condiciones mencionadas y las posibles rutas de tubería se realiza el levantamiento de materiales necesarios para hacer las mejoras y unificar el sistema contra incendios de INCIENSA.

Tabla 4. Listado de materiales y costos.

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio Total</b>
40	Tubo Ranurado rojo ASTM-A795 UL/FM 2"	₪ 19 900,00	₪ 796 000,00
32	Tubo Ranurado rojo ASTM-A795 UL/FM 6"	₪ 76 500,00	₪ 2 448 000,00
26	Codo Ranurado UL/FM 2x90° 2"	₪ 1 700,00	₪ 44 200,00
12	Codo Ranurado UL/FM 2x90° 6"	₪ 8 400,00	₪ 100 800,00
100	Acople rigido ranurado UL/FM 2"	₪ 1 500,00	₪ 150 000,00
60	Acople rigido ranurado UL/FM 6"	₪ 4 000,00	₪ 240 000,00
12	Tee Ranurada UL/FM 2"	₪ 2 000,00	₪ 24 000,00
2	Tee Ranurada UL/FM 6"	₪ 13 500,00	₪ 27 000,00
6	Flanger Ranurado S/Cuello Clase 150 UL/FM 2"	₪ 1 500,00	₪ 9 000,00
4	Flanger Ranurado S/Cuello Clase 150 UL/FM 6"	₪ 15 500,00	₪ 62 000,00
11	Valvula Angular C/Reg 1-1/2" P/Gabinete NPT UL/FM	₪ 45 030,00	₪ 495 330,00
11	Gabinete Parche P/Mang Clase II	₪ 215 100,00	₪ 2 366 100,00
11	Rack Croker 1-1/2 P/Gabinete S/Valvula	₪ 194 830,00	₪ 2 143 130,00
120	Gaza pera 2" UL/FM	₪ 300,00	₪ 36 000,00
96	Gaza pera 2" UL/FM	₪ 1 624,00	₪ 155 904,00
20	Riel Strut Galvanizado Alto 1-5/8 x 1-5/8" #16 x 3 metros	₪ 9 000,00	₪ 180 000,00
30	Gaza para strut EMT 2" (50 mm) UL	₪ 480,00	₪ 14 400,00
28	Gaza para strut EMT 6" (150 mm) UL	₪ 1 713,00	₪ 47 964,00
80	Barra roscada 3/8" x 72" (1.8 metros) - #16	₪ 1 200,00	₪ 96 000,00
1	Consumibles (Brocas, Discos, Tornillos)	₪ 185 000,00	₪ 185 000,00
	<b>TOTAL (precios sin IVA)</b>		₪ 9 620 828,00

Fuente: elaboración propia.

En cuanto a la mano de obra de instalación, se estima que el trabajo puede ser realizado en 5 semanas, trabajando con dos cuadrillas, cada una compuesta por operario y ayudante; además, de un supervisor general para la instalación.

Tabla 5. Costo de mano de obra.

<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio Unitario</b>	<b>Precio Total</b>
35	Día Instalador Operario 1 (TOE)	₪ 15 613,91	₪ 546 486,85
35	Día Instalador Operario 2 (TOE)	₪ 15 613,91	₪ 546 486,85
35	Día Ayudante 1 (TOC)	₪ 13 448,72	₪ 470 705,20
35	Día Ayudante 2 (TOC)	₪ 13 448,72	₪ 470 705,20
35	Día Supervisor (TES)	₪ 24 231,19	₪ 848 091,65
	<b>Total</b>		₪ 2 882 475,75

Fuente: elaboración propia.

Para la mano de obra, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los costos diarios se estimaron con las tablas de salarios mínimos del MTSS 2024.
- Los operarios se clasificaron como trabajador ocupación especializada (TOE).
- Los ayudantes se clasificaron como trabajador en ocupación calificada (TOC).
- El supervisor de la instalación se clasificó como trabajador de especialización superior (TES).

Se presenta un resumen de los costos totales de la implementación de los cambios planteados para unificar en un solo sistema contra incendios y, de esta forma, actualizar el sistema de supresión de INCIENSA.

Tabla 6. Resumen de costos de proyecto.

Listado de Materiales	₺ 9 620 828,00
Mano de Obra	₺ 2 882 475,75
Total	₺ 12 503 303,75

Fuente: elaboración propia.

## **Cálculos hidráulicos**

A continuación, se presenta la ubicación y denominación de los gabinetes, según los cambios revisados para lograr el cumplimiento de las normas.

Las tuberías a instalar son de 6", todo el anillo principal, la configuración en anillo es más favorable para disminuir las pérdidas de carga en comparación con una tubería de un solo recorrido. Los gabinetes representados se representan con la letra "G", desde G1 hasta G11, todos son clase II. Los nodos para los cálculos se designan como "B", "CN" y "A", para los "A" se tienen nodos desde 1 hasta 8.

Las líneas rojas corresponden a tubería ranurada ASTM A795 en 6", en tanto que los tramos de color negro corresponden a tubería ranurada ASTM A795 de 2". El edificio existente conectado a la red, se denomina Crima y es un edificio con sistema de rociadores automáticos.

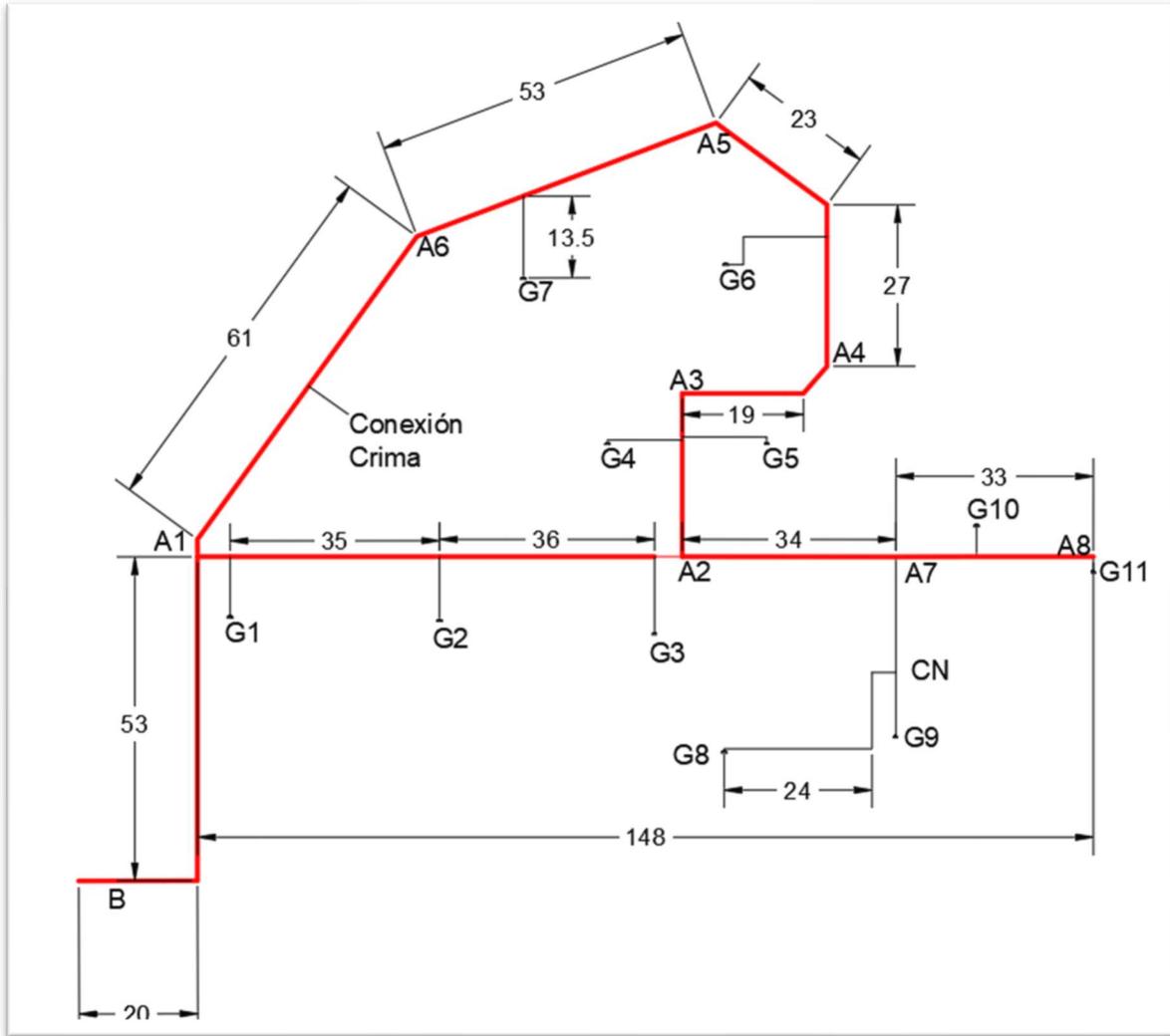


Figura 10. Diagrama de tuberías y conexión de Gabinetes clase II.

Fuente: elaboración propia.

Se realizó la medición de distancias en el plano y se determinó que el gabinete más lejano es el G11 (ruta crítica), para la comprobación de las pérdidas se consideró la simultaneidad de utilización de los gabinetes G10 y G11, en otras palabras, un flujo de 200 GPM a una presión de 65 PSI según norma.

Tabla 7. Cálculo hidráulico ruta crítica.

Nodo Inicio	Elevación (m)	Caudal añadido (GPM)	Diámetro Nom (in)	Accesorios	L Tubería (ft)	Factor C	Presión total (psi)
Nodo Final		Caudal total (GPM)	Diámetro Int (in)		L Acc (ft)	Pérdida / Fricción Unit (psi/ft)	Pérdida / fricción (psi/ft)
B	12	750	6"	Codo 6" 90° (4)	246	120	145,00
A1		750	6,065	Valvula Compuerta 6"	116,7	0,01544	-5,60
				Valvula Check 6"	362,7		-5,20
							<b>134,20</b>
A1	20	200	6"	Codo 6" 90° (8)	488	120	134,20
A8		200	6,065	Valvula Compuerta 6"	120	0,0013	-0,79
					608		-8,67
							<b>124,74</b>
A8	12	100	2"	Codo 2" 90° (4)	8,8	120	124,74
G11		100	2,086	Valvula angular 2"	50	0,07517	-4,42
					58,8		-5,19
							<b>115,13</b>

Fuente: elaboración propia.

Para el tramo de alimentación del anillo, se consideró la totalidad del flujo que puede entregar la bomba, 750 GPM. De la tabla anterior se observa que la presión en el gabinete G11 es de 115 psi, con lo cual se cumple la condición de caudal y presión para los gabinetes clase II según la norma NFPA 14.

Además del cálculo de la ruta crítica, se decide realizar la comprobación de presión en el gabinete G8 y G9, esto porque a pesar de estar más cerca, están conectados al mismo alimentador, nodo A7 a nodo CN. Para los cálculos de presión en G8 y G9, se decide evaluar en la condición de simultaneidad de 4 gabinetes a la vez, por lo que se considera un flujo de 400 GPM desde A1 hasta A7.

Tabla 8. Cálculo hidráulico gabinete G8.

Nodo Inicio	Elevación (m)	Caudal añadido (GPM)	Diámetro Nom (in)	Accesorios	L Tubería (ft)	Factor C	Presión total (psi)
Nodo Final		Caudal total (GPM)	Diámetro Int (in)		L Acc (ft)	Pérdida / Fricción Unit (psi/ft)	Pérdida / fricción (psi/ft)
					L Total (ft)		Presión / elev (psi)
B	12	750	6"	Codo 6" 90° (4)	246	120	145,00
A1		750	6,065	Valvula Compuerta 6"	116,7	0,01544	-5,60
				Válvula Check 6"	362,7		-5,20
							<b>134,20</b>
A1	6	400	6"	Codo 6" 90° (6)	380,48	120	134,20
A7		400	6,065	Valvula Compuerta 6"	129	0,00468	-2,3843664
					509,48		-2,6
							<b>129,22</b>
A7	0	200	2"	Codo 2" 90° (2)	66	120	129,22
CN		200	2,086	Valvula bola 2"	31,2	0,2869	-27,88668
					97,2		0
							<b>101,33</b>
CN	0	100	2"	Codo 2" 90° (4)	138	120	101,33
G8		100	2,086		22	0,07517	-12,0272
					160		0
							<b>89,30</b>

Fuente: elaboración propia.

De los cálculos presentados, se tiene que para el gabinete G8, una presión de 89 psi, tomando en cuenta la utilización de 4 gabinetes simultáneamente, por lo que se verifica la comprobación de presión mínima, al ser superior a los 65 psi.

## Conclusiones

- Se determinaron las condiciones actuales de los sistemas de supresión de INCIENSA, se revisó la normativa NFPA y el Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios, se detallaron las características y estado de cada sistema, con la normativa se logró determinar en qué no se está cumpliendo. Se calculó la carga de fuego para las zonas de estudio y se realizó la clasificación de riesgo.
- Se identificaron los cambios requeridos en el diseño del sistema de supresión contra incendios de INCIENSA, para lograr el cumplimiento de la Normativa Nacional de la manera más óptima y de fácil implementación.
- Se elaboró el plano con la ruta de tubería requerida para realizar las conexiones a las nuevas ubicaciones de gabinete tipo II, la ruta se tomó de base para hacer el levantamiento de tubos y accesorios requeridos para la implementación.
- Se estimaron los costos de implementar la unificación del sistema de supresión basado en agua, el costo aproximado es de ¢ 12 503 303,75, este monto incluye materiales, mano de obra de instalación y supervisión.

## **Recomendaciones**

- Realizar pruebas operativas de cada gabinete, se debe garantizar que el sistema quede operativo al 100% y que, ante cualquier eventualidad, esté en calidad de uso, tal y como se necesita.
- Capacitar al personal de facilidades en el uso y mantenimiento del sistema de supresión de incendios.
- Elaborar una rutina de inspección periódica, a fin de garantizar que el equipo va a estar listo para cualquier evento en todo momento.
- Unificar el sistema de detección de incendios, para tener centralizado el monitoreo de las alarmas y así tener una repuesta rápida ante cualquier evento de fuego.

## **Bibliografía**

Bomberos. (2023). *Reglamento Nacional de Protección Contra Incendios 2023*.

<https://www.bomberos.go.cr/wp-content/uploads/2023/03/RNPCI-2023.pdf>

Firepipng. (s.f.). *Sistema Automático de Rociadores*.

<https://firepipng.com/sistemas-automaticos-de-rociadores/>

Alliance-Fire (s.f.). *Sistema de Rociadores*.<https://alliance-fire.com/servicios/sistemas-de-rociadores-automaticos/>

Blog de Tusocal. (2019). “Sistema de Extinción de Incendios por Rociadores Automáticos”.

<https://www.tusocal.com/blog/sistema-de-extincion-de-incendios-por-rociadores-automaticos/>

NFPA101. (2018). Código de seguridad humana.

NFPA14. (2019). Instalación de sistemas de montantes y mangueras.

NFPA13. (2019). Norma para instalación de sistemas rociadores.

Pentair. (s.f.). Models 481, 483, 485 Fire Pumps: Installation, Operation & Maintenance Manual(A-03-251).

<https://www.pentair.com/content/dam/extranet/web/nam/aurora/manuals/a-03-251-models-481-483-485-fire-pumps-iom.pdf>

Pentair. (s.f.). Aurora PVM, PVMI, PVMX Jockey Pumps. <https://www.pentair.com/en-us/flow/aurora-brand-page/aurora-products/aurora-pvm-pvmi-pvmx-jockey-pumps.html>

## Apéndices

### Cronograma proyectado del desarrollo del TFG

Actividad	Semana de TFG													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Levantamiento de las condiciones actuales	•													
Investigación de Normativa actual		•	•											
Evaluación de condiciones existentes				•										
Dimensionamiento y selección de equipos					•	•	•							
Elaboración de Planos Electromecánicos								•	•					
Solicitar cotizaciones, búsqueda de equipos										•				
Elaboración de presupuesto											•	•		
Revisión y correcciones finales													•	•

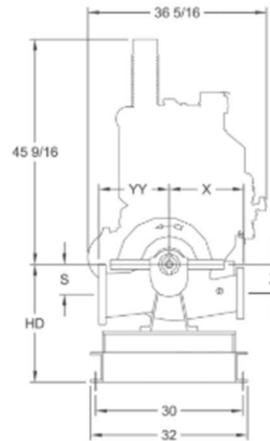
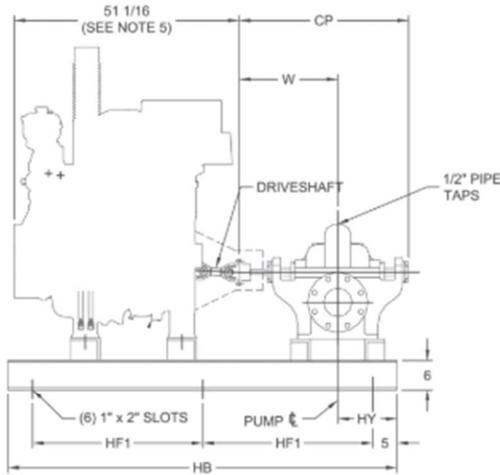
Fuente: elaboración propia.

# Anexos

## Bomba principal

### AURORA® 481 PUMPS SINGLE-STAGE FIRE PUMPS CLARKE MODELS JU4H-UFADJG, UFADP0, UFADR0, UFADW8, UFADY8

Section **913** Page **227**  
Date **OCTOBER 2017**  
Supersedes **JULY 2013**



UL LISTED DRIVESHAFT	
ENGINE MODEL	DRIVESHAFT MODEL
JU4H-UFAD5G, -UFADJG, -UFADP0, -UFADR0, -UFADW8, -UFADY8	CDS30-S1

PUMP SIZE			SUCTION	POWER SERIES	S	W	X	Z	CP	YY	ZZ	HB	HD	HF1	HY
DISCH	MODEL	CASE BORE													
5	481	15/A	6	4	6-1/4	16	13-1/4	6-1/4	28-1/2	15	1-1/4	78	20	34	14
5	481	17	6	4	6-1/4	16	14	6-1/4	28-1/2	15	1-1/4	78	20	34	14
6	481	20B	8	5	8	18	15-3/4	8	32	188	1-1/4	78	22	34	12
6	481	18B/C	8	5	8	18	16	8	32	18	1-1/4	78	22	34	12
6	481	15C	8	5	6-3/4	18	14-1/4	6-3/4	32	16-3/4	1-1/4	78	21	34	12
6	481	15B	8	5	6-3/4	18	14-1/4	6-3/4	32	16-3/4	1-1/4	78	21	34	12
6	481	14HH	9	5A	7-1/2	20-7/16	15	7-1/2	36-3/4	17	1-1/4	88	23	39	19-9/16
6	481	20	8	5	8	18	15-3/4	8	32	18	1-1/4	78	22	34	12
6	481	15	8	5	6-3/4	18	14-1/4	6-3/4	32	16-3/4	1-1/4	78	21	34	12
8	481	17B	10	5	8	18	17	8	32	17-3/4	2	78	24	34	12

**NOTES:**

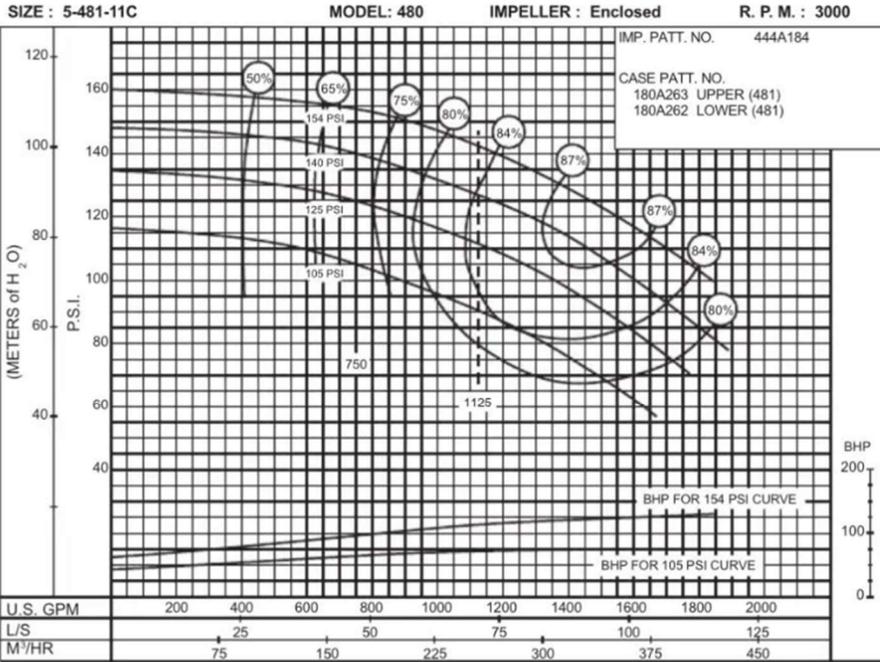
- All dimensions are in inches and may vary ± .38.
- Not for construction purposes, unless certified.
- Caution: The driveshaft is designed to operate at a 2° angle with the input and output shafts in parallel. The engine crankshaft is to be set with a parallel offset of 0.35" ± 0.10 inches vertically above the pump shaft and 0.00" ± 0.10 inch parallel.
- Pump suction and discharge flanges are ANSI Standard flat face.
- Refer to individual engine dimension print for reference point used to determine engine overall length.
- Left-hand [counterclockwise] rotation is not available.

# Curva de bomba principal

## AURORA® 750 GPM 913 SERIES DIESEL ENGINE DRIVE

Section **913** Page **415**  
Date **July 2013**

Supersedes Section 913 Page 415  
Dated September 2009

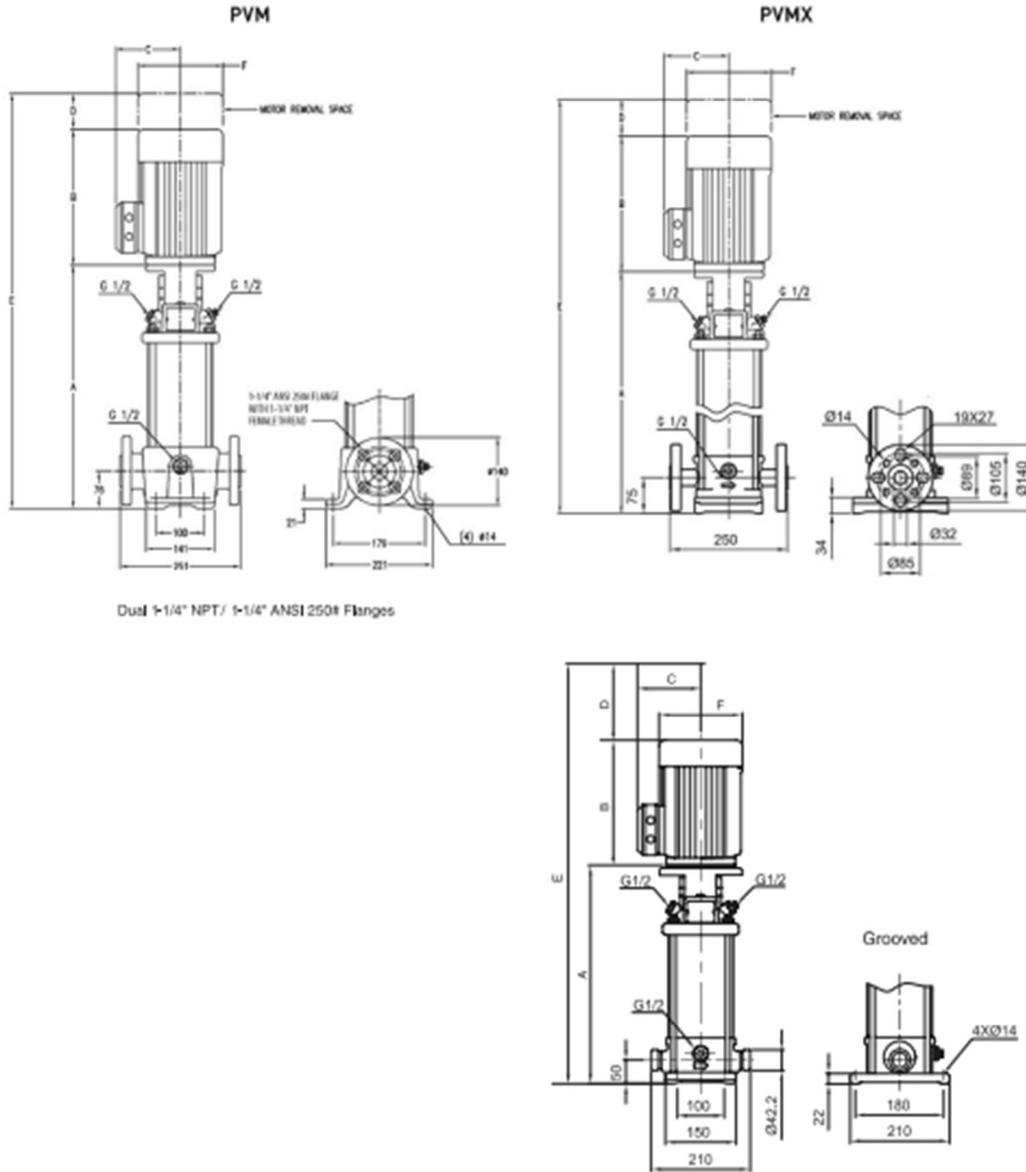


**105  
to  
154  
P.S.I.**

# Bomba jockey

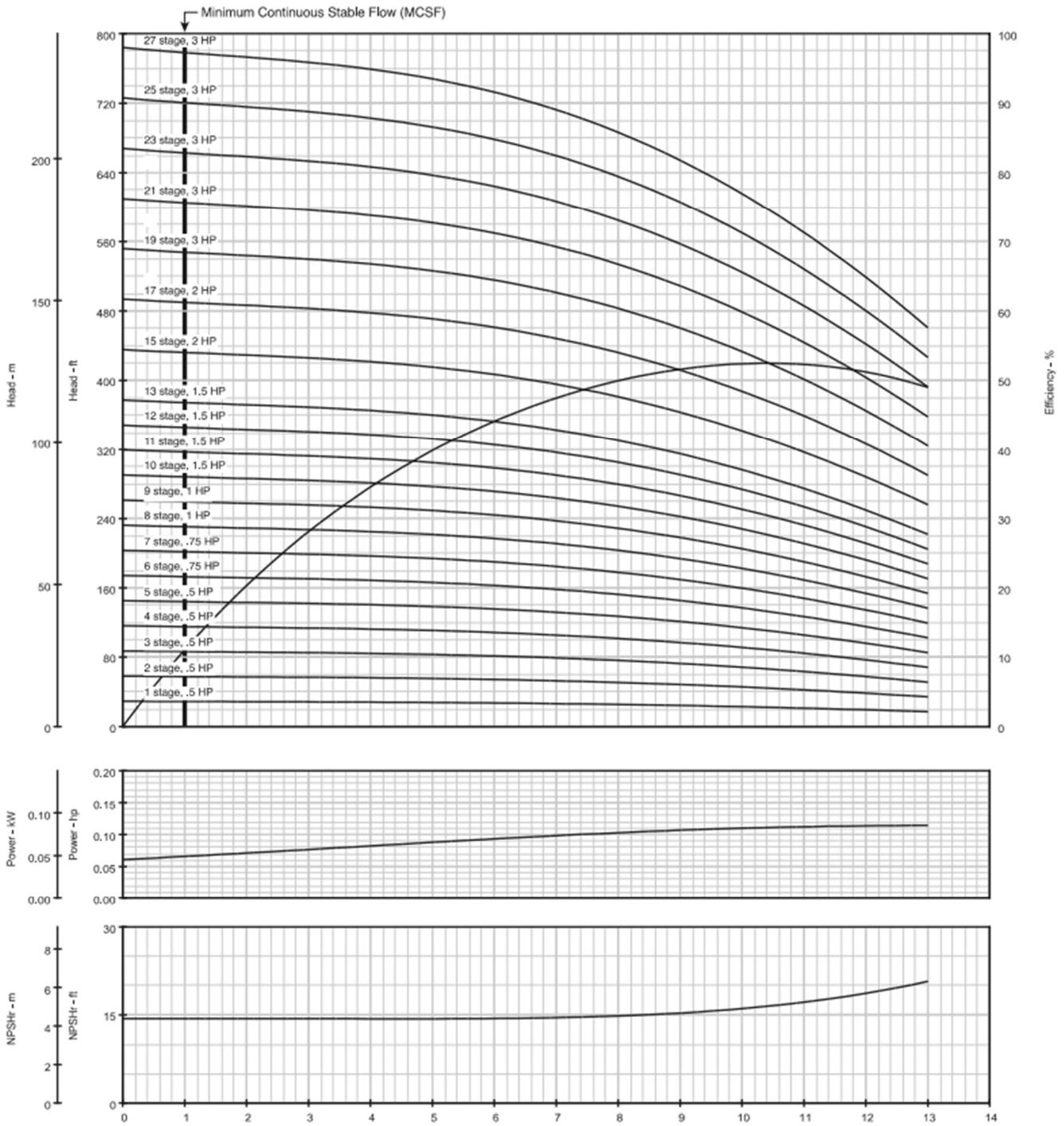
## PVM(X) 1 VERTICAL MULTISTAGE CENTRIFUGAL PUMPS

PUMP DIMENSIONS - METRIC



NOTE: G1/2 per ISO-228

# Curva de bomba jockey



# Características de la tubería a instalar



## Schedule 10 Sprinkler Pipe

Specifications and Approvals

Chinese-Foreign Joint Venture Tai-Feng-Qiao Metal

### Sprinkler Pipe

Steel sprinkler pipe is available in the listed nominal diameters for wet, dry, preaction and deluge type sprinkler systems with unthreaded ends intended to be joined by welding or rubber gasketed fittings, when installed in accordance with the fitting manufacturers specifications. This pipes are coated with durable paint, and contain water-based coating.

Specifications										
NPS	Nominal O.D.		Nominal I.D.		Nominal Wall		Nominal Weight		UL CRR*	Pieces Lift
	in.	mm	in.	mm	in.	mm	lbs./ft.	kg/m		
1 1/4"	1.660	42.2	1.442	36.6	.109	2.77	1.81	2.69	7.3	61
1 1/2"	1.900	48.3	1.682	42.7	.109	2.77	2.09	3.11	5.8	61
2"	2.375	60.3	2.157	54.8	.109	2.77	2.64	3.93	4.7	37
2 1/2"	2.875	73.0	2.635	66.9	.120	3.05	3.53	5.26	3.5	30
3"	3.500	88.9	3.260	82.8	.120	3.05	4.34	6.46	2.6	19
4"	4.500	114.3	4.260	108.2	.120	3.05	5.62	8.37	1.6	19
5"	5.563	141.3	5.295	134.5	.134	3.40	7.78	11.58	1.5	13
6"	6.625	168.3	6.357	161.5	.134	3.40	9.30	13.85	1.0	10

\* Calculated using Standard UL CRR formula, UL Fire Protection Directory, Category VIZY

\* The CRR is a ratio value used to measure the ability of a pipe to withstand corrosion. Schedule 40 steel pipe is used as the benchmark (value of 1.0).

### Pipe Preparation

For proper operation, all pipe surfaces should be cleaned prior to installation. In order to provide a leak-tight seat for the gasket, pipe surfaces should be free from indentations and projections from the end of the pipe to the groove. All loose paint, scale, dirt, chips, grease, and rust must be removed prior to installation. Failure to take these important steps may result in improper coupling assembly, causing leakage. Also, check the manufacturer's instructions for the specific fitting used.

### Approvals

- UL Listed
- FM Approved
- ASTM A795 / A53



Please refer to appropriate documentation for up-to-date listing and approval information. Specifications and descriptions are accurate as known at time of publication.

#### China Office

Ris #3, Jiedong Econ. Dev. Testing Zone,  
Jieyang, Guangdong, P.R.C.  
Post Code: 515500  
[www.tfq.com.cn](http://www.tfq.com.cn)

Tel. 86-663-3262579, 3265419 (Direct Line)  
Fax. 86-663-3264021  
E-mail Address : [guanrong@fundkey.com](mailto:guanrong@fundkey.com),  
[xiaolin@fundkey.com](mailto:xiaolin@fundkey.com)



## Características de los codos a instalar

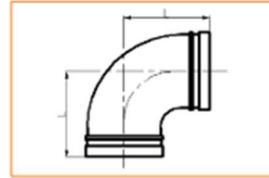
### 90/45 Elbow



#### Description

Design features a shorter center-to-end dimension than standard fittings while allowing similar flow characteristics to standard full flow fittings. Designed specifically for fire protection systems.

- Ductile Iron Grooved Couplings and fittings
- Material: ASTM A536
- Rubber Gasket: ASTM D2000
- Bolt and Bolt and Nut A183
- Testing Method: UL FM Vds LPCB



Nominal Size mm/in	Pipe O.D. mm/in	Working Pressure PSI/MPa	90 90°Elbow	45 45°Elbow
			L	L
25	33.7	500	57.15	45
1	1.315	3.45	2.25	1.75
32	42.4	500	69.85	45
1¼	1.660	3.45	2.75	1.75
40	48.3	500	69.85	45
1½	1.900	3.45	2.75	1.75
50	60.3	500	82.55	51
2	2.375	3.45	3.25	2.00
65	73.0	500	95.25	57
2½	2.875	3.45	3.75	2.25
65	76.1	500	95.25	57
2½	3.000	3.45	3.75	2.25
80	88.9	500	107.95	64
3	3.500	3.45	4.25	2.50
100	114.3	500	127	76
4	4.500	3.45	5.00	3.00
125	133.0	500	122	83
5	5.250	3.45	4.80	3.25
125	139.7	500	139.7	83
5	5.500	3.45	5.50	3.25
125	141.3	500	139.7	83
5	5.563	3.45	5.50	3.25
150	165.1	500	165.1	89
6	6.500	3.45	6.50	3.50
150	168.3	500	165.1	89
6	6.625	3.45	6.50	3.50

## Características de las uniones a instalar

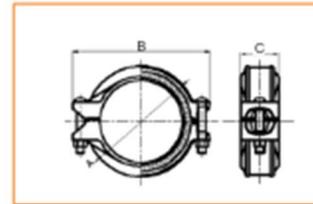
### 1G Rigid Coupling

#### Description

The unique angled pad design adjusts to standard pipe tolerances to positively clamp the pipe to resist flexural and torsional loads.

Working pressures shown are based on standard wall carbon steel pipe roll or cut grooved.

- Ductile Iron Grooved Couplings and fittings
- Material: ASTM A536
- Rubber Gasket: ASTM D2000
- Bolt and Bolt and Nut A183
- Testing Method: UL FM Vds LPCB



Nominal Size mm/in	Pipe O.D mm/in	Working Pressure PSI/MPa	Dimensions			Bolt Size No.-Size mm
			A	B	C	
size						size
25	33.7	500	59.5	100	44.5	2-3/8X55
1	1.327	3.45	2.35	3.94	1.75	
32	42.4	500	67.0	106	46.0	2-3/8X55
1¼	1.669	3.45	2.64	4.17	1.81	
40	48.3	500	72.5	112	46.0	2-3/8X55
1½	1.900	3.45	2.85	4.41	1.81	
50	60.3	500	85.0	132	47.0	2-3/8X55
2	2.375	3.45	3.35	5.20	1.85	
65	73.0	500	99.0	140.5	45.5	2-3/8X55
2½	2.875	3.45	3.90	5.53	1.79	
65	76.1	500	101.5	147	45.5	2-3/8X55
2½	3.000	3.45	4.00	5.79	1.79	
80	88.9	500	116.0	170	47.0	2-1/2X70
3	3.500	3.45	4.57	6.69	1.85	
100	108.0	500	141.0	196.0	52.0	2-1/2X70
4	4.250	3.45	5.55	7.72	2.05	
100	114.3	500	146.0	201.0	52.5	2-1/2X70
4	4.500	3.45	5.75	7.91	2.07	
125	133	450	167.0	230.0	52.5	2-5/8X85
5	5.250	3.10	6.57	9.05	2.07	
125	139.7	450	172.0	235.0	52.5	2-5/8X85
5	5.500	3.10	6.77	9.25	2.07	
125	141.3	450	172.0	234.0	52.5	2-5/8X85
5	5.563	3.10	6.77	9.21	2.07	
150	159.0	450	193.5	260.0	52.5	2-5/8X85
6	6.250	3.10	7.62	10.24	2.07	
150	165.1	450	200.0	264.0	52.5	2-5/8X85
6	6.500	3.10	7.88	10.40	2.07	
150	168.3	450	204.0	270.0	52.5	2-5/8X85
6	6.625	3.10	8.03	10.63	2.07	
200	219.1	450	260.0	343.0	63.0	2-3/4X115
8	8.625	3.10	10.24	13.50	2.48	



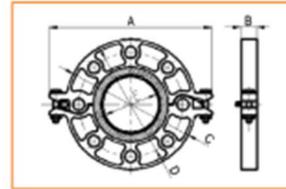
## Características de las bridas a instalar

### 321 Grooved Flange

#### Description

Directly incorporates ANSI Class 125 or Class 150 bolt hole patterns into a grooved fire protection system. Hinged for easy handling.

- Ductile Iron Grooved Couplings and fittings
- Material: ASTM A536
- Rubber Gasket: ASTM D2000
- Bolt and Bolt and Nut A183
- Testing Method: UL FM Vds LPCB



321-PN16 GROOVED FLANGE	Nominal Size mm/in	Pipe OD mm/in	Working Pressure PSI/MPa	Dimensions					Bolt /Nut	
				A mm/in	B mm/in	C mm/in	D mm/in	E mm/in	No.-SIZE mm	
size										
40 1½	48.3 1.900	300 2.07	195 7.68	24 0.95	150 5.90	110 4.33	45.4 1.78	2-M10X50	4-M16	
50 2	60.3 2.375	300 2.07	220 8.66	24 0.95	165 6.50	125 4.92	57.5 2.26	2-M10X50	4-M16	
65 2½	73.0 2.875	300 2.07	235 9.25	24 0.95	182 7.16	145 5.71	69.8 2.74	2-M10X50	4-M16	
65 76.1	76.1 3.000	300 2.07	235 9.25	24 0.95	185 7.28	145 5.71	72.7 2.86	2-M10X50	4-M16	
80 3	88.9 3.500	300 2.07	252 9.92	24 0.95	200 7.87	160 6.30	85.5 3.37	2-M10X50	4-M16	
100 108.0	108.0 4.250	300 2.07	280 11.02	25.5 1.00	220 8.66	180 7.09	104.5 4.11	2-M12X55	4-M16	
100 4	114.3 4.500	300 2.07	280 11.02	25.5 1.00	229 9.00	180 7.09	110.5 4.35	2-M12X55	4-M16	
125 139.7	139.7 5.500	300 2.07	320 12.60	25.5 1.00	254 10.00	210 8.27	135.5 5.33	2-M12X65	4-M16	

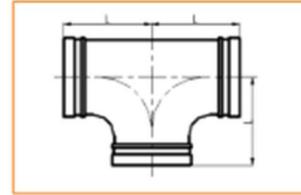
## Características de las tee a instalar

### 130 Tee

#### Description

Design features a shorter center-to-end dimension than standard fittings while allowing similar flow characteristics to standard full flow fittings. Designed specifically for fire protection systems.

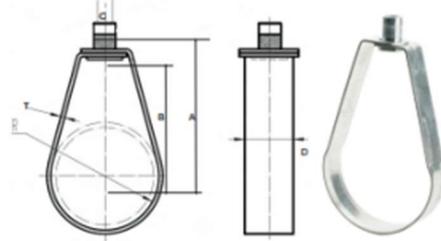
- Ductile Iron Grooved Couplings and fittings
- Material: ASTM A536
- Rubber Gasket: ASTM D2000
- Bolt and Bolt and Nut A183
- Testing Method: UL FM Vds LPCB



Nominal Size mm/in	Pipe O.D. mm/in	Working Pressure PSI/MPa	Tee	
			L	Elbow L
size				
25	33.7	500	57.15	57.15
1	1.315	3.45	2.25	2.25
32	42.4	500	69.85	69.85
1¼	1.660	3.45	2.75	2.75
40	48.3	500	69.85	69.85
1½	1.900	3.45	2.75	2.75
50	60.3	500	82.55	82.55
2	2.375	3.45	3.25	3.25
65	73.0	500	95.25	95.25
2½	2.875	3.45	3.75	3.75
65	76.1	500	95.25	95.25
2½	3.000	3.45	3.75	3.75
80	88.9	500	107.95	107.95
3	3.500	3.45	4.25	4.25
100	114.3	500	127	127
4	4.500	3.45	5.00	5.00
125	133.0	500	122	122
5	5.250	3.45	4.80	4.80
125	139.7	500	139.7	139.7
5	5.500	3.45	5.50	5.50
125	141.3	500	139.7	139.7
5	5.563	3.45	5.50	5.50
150	165.1	500	165.1	165.1
6	6.500	3.45	6.50	6.50
150	168.3	500	165.1	165.1
6	6.625	3.45	6.50	6.50
200	219.1	500	197	197
8	8.625	3.45	7.75	7.75
250	267.4	500	229	229
10	10.528	3.45	9.00	9.00
250	273.0	500	229	229
10	10.750	3.45	9.00	9.00
300	323.9	500	254	254
12	12.750	3.45	10.00	10.00

## Características de los soportes

- Material : Carbon Steel - Pre-galvanized
- Application : Use for all general purpose and fire protection lines. The knurled nut allows for hanger alignment and adjustment after installation.
- Ordering : Specify pipe size and figure number .
- Approvals : Underwriters Laboratory Listed, FM Approved. Complies with Manufactures Standardization Society.



Listed and approved in 1/2" thru 6" only



Listed and approved in 1/2" thru 8" only

Size		"C"		"A"	"B"	"D"		"T"		Max Rec Load	Box Qty
in	pipe size	in	metric	mm	mm	in	mm	in	gauge		
1/2	21.4	3/8	M10	54.50	41.50	5/8	16	1.2	18	300	300
3/4	26.7	3/8	M10	60.50	45.34	5/8	16	1.2	18	300	200
1	33.4	3/8	M10	64.16	47.73	5/8	16	1.2	18	300	200
1-1/4	42.2	3/8	M10	70.74	54.31	5/8	16	1.2	18	300	150
1-1/2	48.3	3/8	M10	74.01	57.58	5/8	16	1.2	18	300	100
2	60.4	3/8	M10	82.59	66.16	5/8	16	1.2	18	300	100
2-1/2	73.1	3/8	M10	104.5	88.69	7/8	22	1.5	16	600	60
3	88.9	3/8	M10	112.5	96.12	7/8	22	1.5	16	600	40
3-1/2	101.6	3/8	M10	120.5	100.5	7/8	22	1.5	16	600	35
4	114.3	3/8	M10	126.9	110.7	7/8	22	1.5	16	1000	30
5	141.3	1/2	M12	145.5	135.7	3/4	19	2.5	12	1000	25
6	168.3	1/2	M12	173.2	154.1	3/4	19	2.5	12	1200	20
8	219.1	1/2	M12	211.5	192.4	3/4/1	19/25	2.5	12	1200	40

## Cotización de materiales 1



Cédula Jurídica: 3-101-044901  
SAN JOSE, COSTA RICA

EMAIL: info@tubocobre.net  
APARTADO POSTAL: 3814-1000

TELEFONO: (506) 2290-7655  
FAX: (506) 2296-4035

Para **ESTIMADO CLIENTE**

Fecha 25/04/2024

Vigencia 5 Días Naturales

### Oferta de Venta: 549951

#	Codigo	Descripción	Cantidad	Precio	Total
1	HN10-ULFM-51 4128702010300	TUBO HN C-10 ROJO A135 A795 UL/FM 2" X 5.8 MTS	20	COL 20,550.00	COL 411,000.00
2	HN10-ULFM-150 4128702010300	TUBO HN C-10 ROJO A135 A795 UL/FM 6" X 5.8 MTS	8	COL 98,000.00	COL 784,000.00
3	FM-500-51 4129399009900	CODO RAN 2 X 90 UL/FM TIPO VIT #100 (90)	12	COL 2,140.00	COL 25,680.00
4	FM-500-150 4129399009900	CODO RAN 6 X 90 UL/FM TIPO VIT #100 (90)	7	COL 11,090.00	COL 77,630.00
5	FM-RIG-150 4129399009900	ACOPLE RIGIDO UL/FM 6 TIPO VITAU	20	COL 6,495.00	COL 129,900.00
6	FM-600-51 4129399009900	TEE RAN 2 UL/FM TIPO VIT #20 (131)	3	COL 3,140.00	COL 9,420.00
7	FM-600-150 4129399009900	TEE RAN 6 UL/FM TIPO VIT #20 (131)	1	COL 20,550.00	COL 20,550.00
8	FM-BRIDA-51 4129399000100	BRIDA RAN 2 UL/FM TIPO VIT #743 (321)	6	COL 3,395.00	COL 20,370.00
9	FM-BRIDA-150 4129399000100	BRIDA RAN 6 UL/FM TIPO VIT #743 (321)	4	COL 10,745.00	COL 42,980.00
10	A155-ANG-R38 4324001030100	VAL ANG C/REG 11/2 P/GAB NPT/NPT UL/FM GIACOMINI	5	COL 45,030.00	COL 225,150.00
11	GAB-PARCHE-38 4394102000100	GABINETE PARCHE P/MANG INC CLASE III 105X90X20 CM	5	COL 215,100.00	COL 1,075,500.00

## Cotización de materiales 2



A.T.C. TECNOVAL, S.A.  
 Ced. Jurídica: 3-101-159271  
 Tel: +506 2586-8585  
 Email: ventas@tecnoval.com  
 Oficina Ventas: 200 metros sur, rotonda Garantías  
 Sociales, Zapote, San José.

### COTIZACION

**COT-158667**

CLIENTE	CO-00000 PABLO FALLAS	FECHA	25/04/2024
DIRECCION	DETALLE: TIQUETE ELECTRONICO		
TELEFONO	88888888	CORREO ELECTRONICO	
AGENTE	ND		
ATENCION		PAGINAS	1 DE 1

Item	CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCION	CABYS	PRECIO	TOTAL
1	01002010324	20.00	TUBO RANURADO ROJO ASTM-A795 UL/FM CED-10 6.00M 2"	4128599010000	19,900.00	398,000.00
2	01002010332	8.00	TUBO RANURADO ROJO ASTM-A795 UL/FM CED-10 6.00M 6"	4128599010000	76,500.00	612,000.00
3	02039010024	12.00	CODO RANURADO FIG-90S UL/FM (60.3MM) 2" X 90°	4129399009900	1,700.00	20,400.00
4	02039010032	7.00	CODO RANURADO FIG-90S UL/FM (168.3MM) 6" X 90°	4129399009900	8,400.00	58,800.00
5	05039010024	44.00	ACOPLE RIGIDO RANURADO UL/FM FIG-1GS (60.3MM) 2"	4129399009900	1,500.00	66,000.00
6	05039010032	20.00	ACOPLE RIGIDO RANURADO UL/FM FIG-1GS (168.3MM) 6"	4129399009900	4,000.00	80,000.00
7	03039010024	3.00	TEE RANURADA UL/FM FIG-130S (60.3MM) 2"	4129399009900	2,000.00	6,000.00
8	03039010032	1.00	TEE RANURADA UL/FM FIG-130S (168.3MM) 6"	4129399009900	13,500.00	13,500.00
9	08039010024	6.00	FLANGER RANURADO S/CUELLO FIG-321 CLASE 150 (60.3MM) 2"	4129399000100	1,500.00	9,000.00
10	08039010032	4.00	FLANGER RANURADO S/CUELLO FIG-321 CLASE 150 (168.3MM) 6"	4129399000100	15,500.00	62,000.00
11	55098020002	1.00	GABINETE TIPO PARCHÉ C-II ROJO 90CM X 80CM X 25CM ***COMO OPCION*****	4299902999900	173,000.00	173,000.00

*Somos distribuidores autorizados de INOXPA para Costa Rica*

## Caídas de presión con Systemsyzer

The screenshot shows the 'Flow Pressure Drop' calculator interface. The input fields are: Flow = 750 GPM and Pipe Size = 6 INCH. The results are displayed for Steel pipe, showing Friction Loss, Velocity, Flow Type, Reynolds #, Friction Factor, and Relative Roughness.

	Steel	Type L Copper	PVC
Friction Loss	3.56 FT/100FT PIPE		
Velocity	8.33 FT/SEC		
Flow Type	Transition Flow		
Reynolds #	348101		
Friction Factor	0.0167		
Relative Roughness	0.000297		

Fuente: software SystemSyzer V2.1.0.

**Flow Pressure Drop** Reset

Flow  GPM

Pipe Size  INCH

**Results**

	Steel	Type L Copper	PVC
Friction Loss	1.08 FT/100FT PIPE		
Velocity	4.44 FT/SEC		
Flow Type	Transition Flow		
Reynolds #	185654		
Friction Factor	0.0179		
Relative Roughness	0.000297		

Fuente: software SystemSyzer V2.1.0.

**Flow Pressure Drop** Reset

Flow  GPM

Pipe Size   INCH

**Results**

	Steel	Type L Copper	PVC
Friction Loss	66.19 FT/100FT PIPE		
Velocity	19.10 FT/SEC		
Flow Type	Transition Flow		
Reynolds #	272108		
Friction Factor	0.0201		
Relative Roughness	0.000871		

Fuente: software SystemSyzer V2.1.0.

**Flow Pressure Drop** Reset

Flow  GPM

Pipe Size   INCH

**Results**

	Steel	Type L Copper	PVC
Friction Loss	17.34 FT/100FT PIPE		
Velocity	9.55 FT/SEC		
Flow Type	Transition Flow		
Reynolds #	136054		
Friction Factor	0.0211		
Relative Roughness	0.000871		

Fuente: software SystemSyzer V2.1.0.

## Longitud equivalente de accesorios

CANTIDAD EQUIVALENTE DE PIES DE TUBERÍA RECTA PARA ACCESORIOS DIFERENTES

Tamaño de los accesorios, pulgadas	½"	¾"	1"	1¼"	1½"	2"	2½"	3"	4"	5"	6"	8"	10"
Codo en L de 90°	1.5	2.0	2.7	3.5	4.3	5.5	6.5	8.0	10.0	14.0	15	20	25
Codo en L de 45°	0.8	1.0	1.3	1.7	2.0	2.5	3.0	3.8	5.0	6.3	7.1	9.4	12
Codo en L abierto	1.0	1.4	1.7	2.3	2.7	3.5	4.2	5.2	7.0	9.0	11.0	14.0	
Curva en U estrecha	3.6	5.0	6.0	8.3	10.0	13.0	15.0	18.0	24.0	31.0	37.0	39.0	
Perfil T de paso recto	1	2	2	3	3	4	5						
Perfil T - entrada o salida lateral o adaptador sin depresión	3.3	4.5	5.7	7.6	9.0	12.0	14.0	17.0	22.0	27.0	31.0	40.0	
Válvula de bola o de globo abierta	17.0	22.0	27.0	36.0	43.0	55.0	67.0	82.0	110.0	140.0	160.0	220.0	
Válvula angular abierta	8.4	12.0	15.0	18.0	22.0	28.0	33.0	42.0	58.0	70.0	83.0	110.0	
Válvula de compuerta - completamente abierta	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.7	2.3	2.9	3.5	4.5	
Válvula de retención (a bisagra)	4	5	7	9	11	13	16	20	26	33	39	52	65
Válvula de retención en línea (a resorte) o válvula de aspiración	4	6	8	12	14	19	23	32	43	58			

**Ejemplo:**

(A) 100 pies de tubería de pl-stico de 2 pulg. con un (1) codo de 90° y una (1) válvula de retención a bisagra.

Codo de 90° - equivalente a 5.5 pies de tubería recta  
 Válvula de retención a bisagra - equivalente a 13.0 pies de tubería recta  
 100 pies de tubería - equivalente a 100 pies de tubería recta  
 118.5 pies = Tubería equivalente total

Calcule la pérdida por fricción para 118.5 pies de tubería.

(B) Asuma que el flujo es de 80 GPM a través de una tubería de plástico de 2 pulg.

1. La tabla de pérdida por fricción indica una pérdida de 11.43 pies por cada 100 pies de tubería.
2. En el paso (A) anterior determinamos que el total de pies de tubería era de 118.5 pies.
3. Convierta los 118.5 pies a porcentaje  $118.5 \div 100 = 1.185$
4. Multiplique

$$\begin{array}{r}
 11.43 \\
 \times 1.185 \\
 \hline
 13.54455 \text{ ó } 13.5 \text{ pies} = \text{Pérdida total por fricción en este sistema.}
 \end{array}$$

Fuente: Fesmex. Pérdidas por Fricción en Tuberías, 2021.

## Formato de cálculo estandarizado para sistemas de mangueras

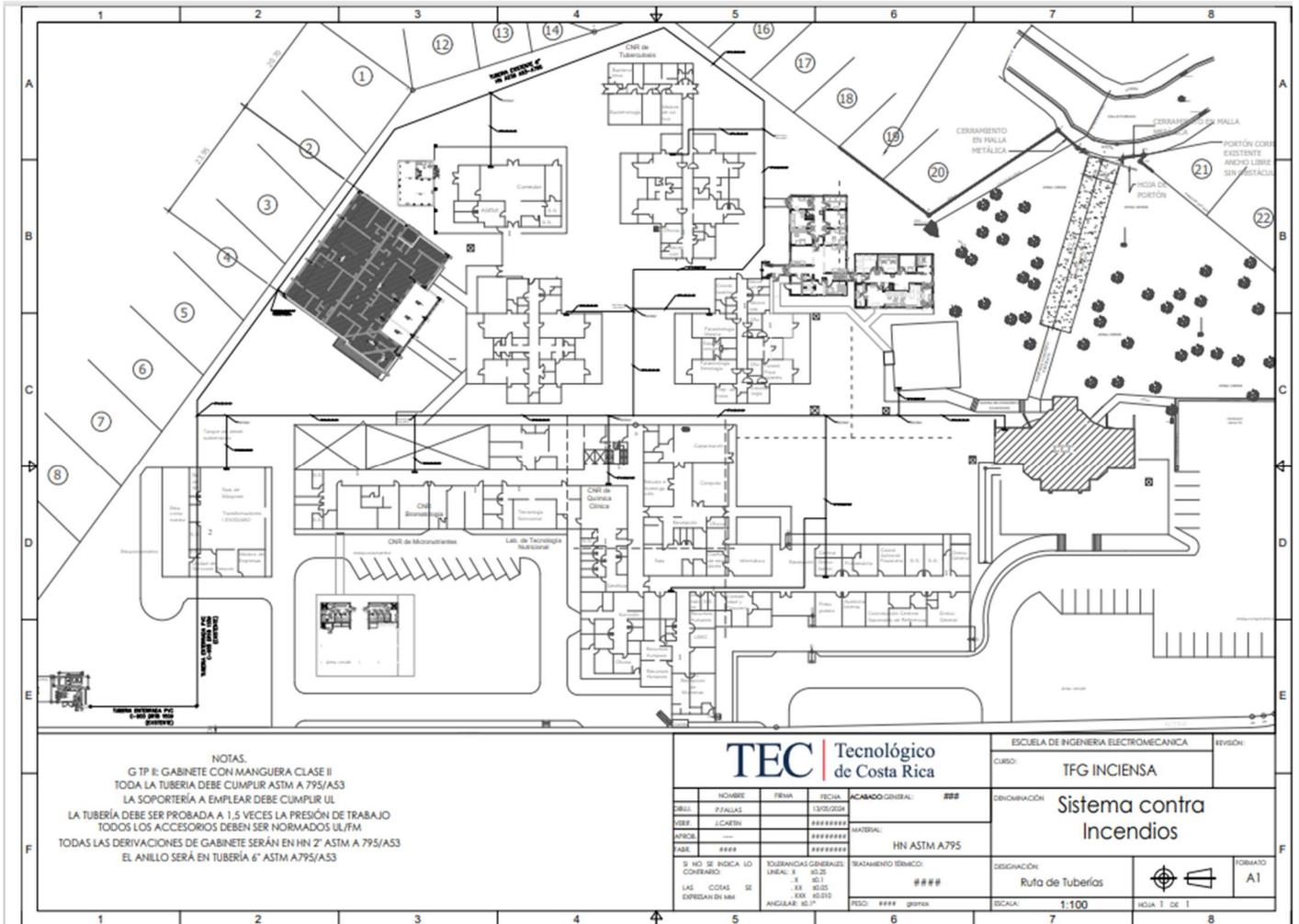
Referencia	Tipo y Ubicación de boquilla	FLUJO		Tamaño de tubería (mm)	Accesorios de tubería y dispositivos	Longitud Equivalente de tubería	PERDIDAS por fricción (bar/m)	Resumen de presión		Presión normal (bar)	NOTAS
		(lpm)	(mm)					(bar)	(bar)		
1	1 BL-1	q	74	25	L 4 A T 4	C 120 0,028	Pt 0,85	Pt	Q=12,1x6,1=73,8 p=(73/80) <sup>2</sup> =0,85		
		Pf 0,11					Pv				
		Pe					Pn				
2	2 BL-1	q 78,4	152,4	32	L 4 A T 4	0,028	Pt 0,96	Pt	q=80√0,96		
		Pf 0,11					Pv				
		Pe					Pn				
3	3 BL-1	q 83	235	40	L 4 A T 4	0,029	Pt 1,07	Pt	q=80√1,07		
		Pf 0,12					Pv				
		Pe					Pn				
4	4 A-B	q 87,3	322,3	40	2T L 6,2 A 4,8 T 11	0,053	Pt 1,19	Pt	q=80√1,19 Pe=1x0,0298		
		Pf 0,59					Pv				
		Pe 0,03					Pn				
5	B-C	q	322,3	50	L 3 A T 3	0,015	Pt 1,81	Pt	K=322,3/√1,81=239,56		
		Pf					Pv				
		Pe 0,045					Pn				
6	C-D	q 326,7	649	65	L 3 A T 3	0,024	Pt 1,86	Pt	q=239,56√1,86		
		Pf					Pv				
		Pe 0,072					Pn				
7	D-E	q 333	982	65	L 21 A T 21	0,052	Pt 1,932	Pt	q=239,56√1,932		
		Pf 1,092					Pv				
		Pe					Pn				
8	.....	q ....	....	....	... L .. ... A ... ... T ....	....	Pt 3,024	Pt	....continuaría		
		Pf ....					Pv				
		Pe ....					Pn				

Basada en Figura A.27.4.3 NFPA 13 ed 2019 en Español

q: Caudal del dispositivo  
 Q: Caudal acumulado  
 L: Longitud de tubería  
 A: Longitud equivalente de accesorios  
 T: Longitud total  
 Pt: Presión total  
 Pe: Presión por elevación  
 Pf: Presión por fricción en tuberías  
 Pv: Presión por velocidad  
 Pn: Presión normal

Fuente: Bomberos de Costa Rica. Guía para la elaboración de una memoria de cálculo, 2021

# Plano ruta de tuberías ASTM 6" y 2"



NOTAS.  
 G TP II: GABINETE CON MANGUERA CLASE II  
 TODA LA TUBERIA DEBE CUMPLIR ASTM A 795/A53  
 LA SOPORTERIA A EMPLEAR DEBE CUMPLIR UL  
 LA TUBERIA DEBE SER PROBADA A 1.5 VECES LA PRESION DE TRABAJO  
 TODOS LOS ACCESORIOS DEBEN SER NORMADOS UL/FM  
 TODAS LAS DERIVACIONES DE GABINETE SERÁN EN HN 2" ASTM A 795/A53  
 EL ANILLO SERÁ EN TUBERIA 6" ASTM A795/A53

<b>TEC</b> Tecnológico de Costa Rica		ESCUELA DE INGENIERIA ELECTROMECANICA CURSO: TFG INCIENSA	
HOMBRE: P.FALLAS FECHA: 13/02/2024 DISEÑO: J.CARTIN MATERIAL: HN ASTM A795 TUBERIA: ***** TUBERIA: *****		DENOMINACIÓN: Sistema contra Incendios DESIGNACIÓN: Ruta de Tuberías ESCALA: 1:100	
SI NO SE INDICA LO CONVENIENDO LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM EQUIVALENCIAS GENERALES LINEAL: 1 = 10:20 -X= 10:1 -XX= 10:5 -XXX= 10:10 ANGULAR: 10:1		TRATAMIENTO TECNICO: ***** PESO: ***** g/m <sup>3</sup> REVISION:	
FORMATO A1		HOJA 1 DE 1	

