

APROVECHAMIENTOS DE AGUAS LLUVIAS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS  
INSTITUCIONES PRESTADORAS DE SALUD DEPARTAMENTO DEL CHOCO

AUTOR

ING. JUAN CARLOS GUTIÉRREZ VÁSQUEZ

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO  
ESPECIALIZACIÓN RECURSOS HIDRÁULICOS Y MEDIO AMBIENTE

BOGOTÁ

2016

APROVECHAMIENTOS DE AGUAS LLUVIAS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS  
INSTITUCIONES PRESTADORAS DE SALUD DEPARTAMENTO DEL CHOCO

AUTOR

ING. JUAN CARLOS GUTIÉRREZ VÁSQUEZ

PROYECTO DE GRADO

DIRECTOR TRABAJO

ING. GERMAN EDUARDO ACERO RIVEROS

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO  
ESPECIALIZACIÓN RECURSOS HIDRÁULICOS Y MEDIO AMBIENTE

BOGOTÁ

2016

Nota de Aceptación

El trabajo de grado titulado **Aprovechamiento de aguas lluvias y aguas subterráneas en Instituciones Prestadoras de Salud del Departamento del Choco**, presentado por Juan Carlos Gutiérrez Vásquez, cumple con los requisitos establecidos para optar al título de especialista en Recursos Hidráulicos y Medio Ambiente

---

Ing. German Eduardo Acero Rivas

Bogotá, D.C Abril de 2016

## Dedicatoria

*Dedicado a mis padres por su incansable compromiso conmigo, por su ayuda y apoyo, a mi hijo por ser mi inspiración.*

## CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS .....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	4
1. PROYECTO:.....	5
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: .....	5
3. ANTECEDENTES:.....	5
4. INTRODUCCIÓN: .....	6
5. JUSTIFICACIÓN: .....	8
6. OBJETIVOS GENERALES: .....	8
7. OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	8
7.1 Aprovechamiento de las aguas superficiales de cubierta:.....	8
7.2 Agua subterránea:.....	8
7.3 Agua proveniente de la humedad relativa: .....	9
7.4 Agua superficial: .....	9
7.5 Efectividad de cada método: .....	9
8. CARACTERIZACIÓN HÍDRICA DEL CHOCO: .....	9
8.1 Fuentes superficiales: .....	9
8.2 Agua subterránea:.....	10
8.3 Humedad relativa: .....	11
9. MÉTODOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUA EN EL DEPARTAMENTO DEL CHOCO: .....	11
9.1 Captación, recolección y almacenamiento de aguas del ambiente: .....	12
9.2 Captación, recolección y almacenamiento de aguas superficiales:.....	12
9.3 Captación, recolección y almacenamiento de aguas subterráneas:.....	13
10. TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUA EN EL CHOCO:.....	13
10.1 Tratamiento mediante plantas compactas:.....	14
10.2 Sistema de tratamiento de agua contenido en la atmosfera .....	16
11. INSTITUCIONES PRESTADORAS DE SALUD EN ESTUDIO.....	17
11.1 Hospital Local de Riosucio.....	17
11.1.1 Condiciones de la infraestructura existente: .....	18
11.1.2 Predio propuesto para la reubicación: .....	19

11.1.3	Normatividad e información técnica: .....	20
11.1.4	Observaciones generales:.....	20
11.2	<i>Hospital Local de Ungía</i> .....	21
11.2.1	Condiciones de la Infraestructura Existente:.....	22
11.2.2	Predio propuesto para la reubicación: .....	23
11.2.3	Observaciones y recomendaciones: .....	24
11.3	<i>Centro de Salud de Palestina</i> .....	24
11.3.1	Infraestructura existente:.....	25
11.3.2	Predio propuesto para la reubicación: .....	27
11.3.3	Observaciones y recomendaciones: .....	28
<b>12.</b>	<b>DISEÑOS HIDRÁULICOS Y PLANTAS DE POTABILIZACIÓN DE LAS IPS</b> .....	<b>28</b>
12.1	<i>Hospital local de Riosucio</i> .....	28
12.1.1	Estudio de suelos: .....	29
12.1.2	Estudios hidrosanitarios:.....	30
12.1.3	Parámetros para la captación de agua.....	31
12.1.4	Análisis de la captación de agua: .....	34
12.1.5	Conclusiones y recomendaciones captación de agua Hospital Local de Riosucio .....	35
12.1.6	Descripción del funcionamiento del sistema de agua .....	36
12.1.7	Plantas de potabilización de agua .....	37
12.2	<i>Hospital local de Unguía</i> .....	39
12.2.1	Estudio de suelos: .....	41
12.2.2	Estudios hidrosanitarios Hospital Local de Unguía:.....	41
12.2.3	Parámetros para la captación de agua.....	42
12.2.5	Conclusiones y recomendaciones captación de agua Hospital Local de Unguía.....	46
12.2.6	Descripción del funcionamiento del sistema de agua .....	47
12.2.7	Plantas de potabilización de agua .....	48
12.3	<i>Centro de Salud de Palestina Litoral de San Juan</i> .....	50
12.3.1	Estudios hidrosanitarios Centro de Salud de Palestina: .....	51
12.3.2	Parámetros para la captación de agua.....	52
12.3.4	Conclusiones y recomendaciones captación de agua Centro de Salud de Palestina .....	56
12.3.5	Descripción del funcionamiento del sistema de agua .....	57

12.3.6 Plantas de potabilización de agua .....	58
ANEXOS .....	61
ANEXO 001: Diseño hidráulico Hospital Local de Riosucio .....	61
ANEXO 002: Diseño hidráulico Hospital Local de Unguía .....	79
ANEXO 003 Centro de Salud de Palestina .....	97
ANEXO 004 Ficha Técnica Plantas Potabilizadoras .....	114

## ÍNDICE DE FIGURAS

ILUSTRACIÓN 1 MAPA HÍDRICO DEL CHOCO .....	10
ILUSTRACIÓN 2 CAPTACIÓN AGUA LLUVIA DE CUBIERTAS EN LA REGIÓN .....	12
ILUSTRACIÓN 3 AGUAS SUPERFICIALES CHOCO.....	12
ILUSTRACIÓN 4 RECOLECCIÓN AGUAS SUBTERRÁNEAS .....	13
ILUSTRACIÓN 5 PLANTA PURIFICADORA DE AGUA .....	14
ILUSTRACIÓN 6 PLANTA COMPACTA POTABILIZADORA DE AGUA EKOFUENTE 4000 .....	15
ILUSTRACIÓN 7 POTABILIZADORA DE AGUA DE REFERENCIA EPF - 14 .....	15
ILUSTRACIÓN 8 UNIDAD DE SERVICIOS DE EMERGENCIA DEL SKYWATER (ESU-20) .....	16
ILUSTRACIÓN 9 UBICACIÓN DEL MUNICIPIO DE RIOSUCIO .....	17
ILUSTRACIÓN 10 PLANO DE LOCALIZACIÓN CENTRO DE SALUD DE RIOSUCIO .....	18
ILUSTRACIÓN 11 ACCESOS AL CENTRO DE SALUD RIOSUCIO.....	18
ILUSTRACIÓN 12 CORREDOR HOSPITALIZACIÓN RS .....	19
ILUSTRACIÓN 13 VISTA GENERAL DEL PREDIO RS .....	20
ILUSTRACIÓN 14 UBICACIÓN DEL MUNICIPIO DE UNGUÍA.....	21
ILUSTRACIÓN 15 PLANO DE LOCALIZACIÓN CENTRO DE SALUD DE UNGUÍA .....	22
ILUSTRACIÓN 16 ACCESO A CENTRO DE SALUD UNGUÍA .....	22
ILUSTRACIÓN 17 FARMACIA Y CIRCULACIONES UNGUÍA .....	23
ILUSTRACIÓN 18 VISTA GENERAL DEL PREDIO UNGUÍA .....	24
ILUSTRACIÓN 19 UBICACIÓN DEL MUNICIPIO DE LITORAL DE SAN JUAN.....	25
ILUSTRACIÓN 20 LOCALIZACIÓN CENTRO DE SALUD DE PALESTINA.....	25
ILUSTRACIÓN 21 CENTRO DE SALUD CORREGIMIENTO DE PALESTINA.....	26
ILUSTRACIÓN 22 PATIO INTERIOR Y POZO SÉPTICO CS PALESTINA.....	27
ILUSTRACIÓN 23 VISTA GENERAL DEL PREDIO PALESTINA .....	28
ILUSTRACIÓN 24 PLANO ARQUITECTÓNICO HOSPITAL LOCAL DE RIOSUCIO.....	29
ILUSTRACIÓN 25 DISTRIBUCIÓN TANQUES DE AGUA RIOSUCIO.....	37
ILUSTRACIÓN 26 PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA EKOFUENTE – 1600 .....	39
ILUSTRACIÓN 27 PLANO ARQUITECTÓNICO HOSPITAL LOCAL DE UNGUÍA.....	40
ILUSTRACIÓN 28 DISTRIBUCIÓN TANQUES HOSPITAL LOCAL DE UNGUÍA .....	48
ILUSTRACIÓN 29 PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA EKO-1600.....	49
ILUSTRACIÓN 30 PLANTA ARQUITECTÓNICA CENTRO DE SALUD PALESTINA.....	51
ILUSTRACIÓN 31 DISTRIBUCIÓN TANQUES DE AGUA PALESTINA .....	58
ILUSTRACIÓN 32 PLANTA POTABILIZADORA DE AGUA EPF-14 .....	60

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 RESUMEN DE EXPLORACIÓN ESTUDIO DE SUELOS RIOSUCIO .....	30
TABLA 2 CONSUMOS AGUA RIOSUCIO .....	33
TABLA 3 ESQUEMA PROBABILÍSTICO PRECIPITACIÓN RIOSUCIO .....	35
TABLA 4 RESUMEN DE EXPLORACIÓN ESTUDIO DE SUELOS UNGUÍA .....	41
TABLA 5 CONSUMOS AGUA HOSPITAL UNGUÍA .....	44
TABLA 6 ESQUEMA PROBABILÍSTICO PRECIPITACIÓN UNGUÍA .....	46
TABLA 7 CONSUMOS AGUA CENTRO DE SALUD DE PALESTINA.....	54
TABLA 8 ESQUEMA PROBABILÍSTICO PRECIPITACIÓN PALESTINA.....	56



## 1. PROYECTO:

APROVECHAMIENTO Y REUTILIZACIÓN DE AGUAS LLUVIAS, AGUAS SUBTERRÁNEAS Y DE HUMEDAD RELATIVA DEL AMBIENTE PARA INSTITUCIONES PRESTADORAS DE SALUD EN EL DEPARTAMENTO DEL CHOCO.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

El Fondo de adaptación de la presidencia de la república de Colombia contrato los diseños para 20 Instituciones Prestadoras de Salud (IPS) en diferentes departamentos de Colombia que fueron afectados por la ola invernal (Fenómeno de la niña) entre los años 2010 y 2011.

Algunas regiones de Colombia objeto de este estudio no cuentan con servicio de agua potable, por tal razón, es necesario evaluar la necesidad de diseñar un método para captar y potabilizar el agua de consumo de la IPS a construir.

## 3. ANTECEDENTES:

En los años 2010 y 2011 Colombia fue fuertemente golpeada por una ola invernal denominada Fenómeno de la niña; este fenómeno causó grandes inundaciones y deslizamientos en diferentes departamentos del país. Las regiones más vulnerables se vieron afectadas en las diferentes áreas, agrícola, ganadería e infraestructura, en los ámbitos de la educación, la vivienda y la salud.

La infraestructura de salud es quizá la más importante de conservar en un evento catastrófico ya que de este depende la atención prioritaria de una comunidad en el evento siniestro; por esta razón, la Presidencia de la República crea EL FONDO ADAPTACIÓN mediante decreto No. 4819 del 29 de diciembre de 2010, cuyo objeto es la recuperación, construcción y reconstrucción de las zonas afectadas por el fenómeno de "La Niña", con personería jurídica, autonomía presupuestal y financiera, adscrita al Ministerio de Hacienda y Crédito Público.

La finalidad del Fondo es la identificación, estructuración y gestión de proyectos, ejecución de procesos contractuales, disposición y transferencia de recursos para la recuperación, construcción y

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*

reconstrucción de la infraestructura de transporte, de telecomunicaciones, de ambiente, de agricultura, de servicios públicos, de vivienda, de educación, de salud, de acueductos y alcantarillados, humedales, zonas inundables estratégicas, rehabilitación económica de sectores agrícolas, ganaderos y pecuarios afectados por la ola invernal y demás acciones que se requieran con ocasión del fenómeno de "La Niña", así como para impedir definitivamente la prolongación de sus efectos, tendientes a la mitigación y prevención de riesgos y a la protección en lo sucesivo, de la población de las amenazas económicas, sociales y ambientales que sucedieron.

#### 4. INTRODUCCIÓN:

Bajo la modalidad de licitación pública el Fondo Adaptación contrató la consultoría para la validación de la afectación de la infraestructura de 20 IPS, el análisis de riesgo y/o amenaza de los lotes donde se encuentran las IPS afectadas y/o de los predios propuestos para las nuevas construcciones y la gestión predial y la elaboración de los diseños, estudios técnicos de las IPS, ubicadas en los Departamentos de Antioquia, Córdoba, Chocó, Norte de Santander y Sucre.

Para desarrollar de la consultoría se deberá contemplar las siguientes actividades:

- ✓ Validación de la afectación de las IPS por el Fenómeno de la Niña 2010 – 2011

La validación de la afectación consiste en la recopilación documental tiene como fin, garantizar que la afectación obedece al fenómeno de la niña. La revisión de la documentación y soportes debe incluir, sin limitarse a ello, las actas de los respectivos Comités Locales para la Atención de Emergencias y Desastres - CLOPAD y/o Comités Regionales para la Atención de Emergencias y Desastres – CREPAD, y la revisión del reporte de la afectación y su inclusión en la base de datos de la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo. El resultado será un informe técnico de los hallazgos, con el debido soporte documental y fotográfico, en el cual el consultor confirme o desvirtúe la afectación de cada IPS de acuerdo con el objeto misional del FONDO.

- ✓ Análisis de riesgo y/o amenaza

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*

Consiste en la validación del predio de la infraestructura afectada, así como en el lote propuesto en caso de determinar una reubicación. Dicha validación se hará en primera instancia mediante una revisión documental de la información existente, relacionada con la amenaza y el riesgo reportado por las Direcciones Territoriales de Salud u otras entidades. Adicionalmente, se realizará una visita de campo que tendrá como resultado un concepto a nivel de experto del grado de amenaza, vulnerabilidad y nivel de riesgo estimado como bajo, medio o alto de cada una de las IPS a intervenir. Esta actividad contemplará la verificación del lote existente donde pueda ser posible una reconstrucción con obras de mitigación o la determinación bajo el mismo criterio de una inminente reubicación, en cuyo caso se deberá realizar el mismo análisis al lote propuesto. Para aquellos donde se determine un riesgo medio o alto, que según el concepto del experto requiera un mayor análisis, se deberá hacer un estudio detallado de riesgo del lote donde finalmente se realizará la intervención.

✓ Gestión Predial

Consiste en el estudio de los títulos y demás acciones de gestión predial para garantizar la legalidad de los predios a intervenir, así como revisar la gestión de los procesos de compra o adquisición del predio en caso de realizarse.

✓ Elaboración de los diseños y estudios técnicos

Una vez realizadas las actividades anteriores, se realizarán las siguientes actividades para cada una de las IPS sujetas de intervención de acuerdo a los lotes definidos:

- Estudio de suelos.
- Levantamiento topográfico
- Diseño arquitectónico
- Diseños de ingeniería correspondientes: estructurales, hidráulicos y sanitarios, eléctricos y TIC, gases medicinales, ventilación mecánica y aire acondicionado, redes especiales.
- Detalles constructivos
- Especificaciones técnicas de construcción y su consolidación

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*

- Cantidades y presupuesto de obra y su consolidación
- Programación de obra
  
- ✓ Licencias de construcción y demás permisos necesarios para garantizar el inicio de la obra

Los tramites de las licencias de construcción y demás permisos que se exijan para la construcción de cada una de las IPS a intervenir.

## 5. JUSTIFICACIÓN:

Después de determinar la validación de afectación de cada proyecto, la consultoría determina que proyectos se deben trasladar y se inician los estudios prediales, arquitectónicos y técnicos; se establece que las IPS deben contar con suministro de agua potable en su totalidad.

Los estudios regionales arrojan que en el departamento del CHOCO, algunas IPS no cuentan con suministro de agua potable local, por lo tanto se debe diseñar un método adecuado para la potabilización del agua que será suministrada a la IPS.

## 6. OBJETIVOS GENERALES:

Describir y evaluar los métodos de aprovechamiento y tratamiento de las aguas de escorrentía, cubiertas, humedad relativa, y subterráneas para el suministro de las IPS.

## 7. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

### *7.1 Aprovechamiento de las aguas superficiales de cubierta:*

Establecer el método más adecuado para el aprovechamiento del agua lluvia en cada IPS de estudio y evaluar los costos de recolección, manejo, potabilización y distribución de dicho método.

### *7.2 Agua subterránea:*

Establecer el método más adecuado para el aprovechamiento del agua subterránea en cada IPS de estudio y evaluar los costos de recolección, manejo, potabilización y distribución de este método.

#### *7.3 Agua proveniente de la humedad relativa:*

Establecer el método más adecuado para el aprovechamiento del agua procedente de la humedad relativa para cada IPS de estudio y evaluar los costos de recolección, manejo, potabilización y distribución de dicho método.

#### *7.4 Agua superficial:*

Establecer el método para el aprovechamiento del agua superficial procedente de las fuentes hídricas superficiales más cercanas (Lagos, lagunas o ríos) para cada IPS de estudio y evaluar los costos de recolección, manejo, potabilización y distribución de dicho método.

#### *7.5 Efectividad de cada método:*

Después de la evaluación de cada una de las fuentes de agua para la potabilización, establecer el método más efectivo y la fuente más apropiada para el suministro de agua potable para la IPS que lo requiera teniendo en cuenta los costos.

## **8. CARACTERIZACIÓN HÍDRICA DEL CHOCO:**

### *8.1 Fuentes superficiales:*

El sistema hidrográfico del departamento del Chocó es uno de los más abundantes e interesantes del país, debido principalmente a que es uno de los sectores con mayor promedio de lluvias en el mundo. Cuenta con los ríos Atrato, San Juan y Baudó, como sus principales afluentes, aunque cuenta con otros ríos importantes como Andágueda, Bebará, Bebaramá, Bojayá, Docampadó, Domingodó, Munguidó, Opogodó, Quito, Salaquí, Sucio y Tanela.

En esta región lleva la mayor parte del año, la precipitación promedio anual es de 5086 mm. En esta zona de bajas presiones atmosféricas y altas temperaturas, se condensan las nubes cargadas de humedad que se evaporan del Océano Pacífico. La escorrentía total que llega al mar entre Pizarro y la frontera con Panamá ha sido cuantificada entre 738 m<sup>3</sup>/s (MEJÍA, MILLÁN Y PERRY 1984)

Ilustración 1 Mapa Hídrico del Chocó



La presencia en el pacífico colombiano de ríos de gran caudal y escorrentía, de elevados índices de pluviosidad y de alto nivel freático, hacen de esta región la más vulnerable a las inundaciones en el

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*

país. El agua subterránea representa –ella sola- una fracción importante de la masa de agua presente en el territorio del Choco

### 8.3 Humedad relativa:

El territorio departamental del Chocó se halla dentro de la zona de calmas ecuatoriales, caracterizada por la alta pluviosidad, con registros superiores a los 9.000 mm de precipitación anual. La temperatura de sus valles y tierras bajas costaneras es superior a los 27°C, por lo general acompañada de alta humedad relativa (90%); estos factores que han sido desfavorables para la incorporación total de este territorio a la economía nacional.

## 9. MÉTODOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUA EN EL DEPARTAMENTO DEL CHOCO:

La mayoría de las técnicas de captación de lluvia tienen un origen empírico y han sido desarrolladas a lo largo del tiempo. En los últimos 30 años, se han perfeccionado muchas técnicas para el aprovechamiento de agua en todo el país gracias al aporte de diferentes instituciones, sin embargo en el departamento del Choco jamás ha podido disfrutar debidamente del servicio fundamental para la existencia como es el agua potable suministrada adecuadamente por entidad alguna, no obstante de encontrarse en una región de Colombia y el mundo donde existe la mayor disponibilidad del agua. La naturaleza ofrece agua de lluvia, agua subterránea, agua en las nubes, agua en los ríos, agua de los mares, agua por todos los puntos cardinales y sin embargo, no hay un buen manejo para el aprovechamiento del recurso.

### *Captación, recolección y almacenamiento de aguas lluvias de cubiertas:*

El aprovechamiento del agua lluvia en el Choco como en otras regiones del país se hace mediante la recolección del agua de los techos de las viviendas conducida mediante canales y bajantes directamente en tanques plásticos o de concreto. Una vez allí, se dispone para su uso realizando tratamientos empíricos tales como la disolución de cloro en porcentajes pequeños

Ilustración 2 Captación agua lluvia de cubiertas en la región



*9.1 Captación, recolección y almacenamiento de aguas del ambiente:*

En la actualidad, el método de recolección de agua del medio ambiente no es muy utilizado en esta zona del país dada la abundancia de agua de otras fuentes a la dificultad que se tiene para el aprovechamiento del recurso presente en el ambiente.

*9.2 Captación, recolección y almacenamiento de aguas superficiales:*

Esta zona del Choco esta bañada por diferentes cauces, los pobladores captan el agua mediante obras de toma muy poco sofisticado. El agua es conducida a tanques de concreto principalmente, posteriormente es tratada mediante sistemas rústicos (Cloro) para su consumo.

Ilustración 3 Aguas superficiales Choco



*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*



### 9.3 Captación, recolección y almacenamiento de aguas subterráneas:

El agua que se consume en algunas zonas del Choco que se encuentran alejados de los márgenes de los cauces es proveniente del subsuelo. Dado el nivel freático alto, los pobladores perforan pozos (aljibes) poco profundos desde 1 a 5 metros de profundidad, extraen el agua mediante bombas que es almacenada posteriormente en tanques para su tratamiento y distribución.

Ilustración 4 Recolección aguas subterráneas



## 10. TRATAMIENTO PARA LA POTABILIZACIÓN DE AGUA EN EL CHOCO:

Existen diferentes tratamientos para la potabilización de agua; en el presente estudio evaluaremos los métodos más adecuados, eficientes y económicos de acuerdo a la ubicación y captación de agua de cada IPS de estudio.

Dada la ubicación de las Instituciones Prestadoras de Salud y su difícil acceso y las dificultades de que tienen las mismas a un sistema de agua potable local, estudiaremos las plantas de potabilización que puedan abastecer la Institución de una manera fácil, eficiente y de bajo costo.

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*

### 10.1 Tratamiento mediante plantas compactas:

El agua captada de diferentes fuentes tales como agua lluvia, aguas subterránea y agua superficial contenida en los ríos circundantes se puede almacenar en tanques; esta agua es tratada mediante plantas de tratamiento compactas diseñadas para tal fin.

El agua almacenada en los tanques y antes de su distribución, se debe tratar en una planta potabilizadora donde se procesa y limpia para que esté en condiciones adecuadas para el consumo humano, desde allí, el agua es enviada hacia un tanque de almacenamiento y posteriormente distribuida mediante un sistema de redes que abastece cada punto dentro de la edificación.

Existen diferentes tipos de plantas de tratamiento, a continuación enumeraremos las más comunes usadas para estas zonas de difícil acceso.

Plantas purificadoras de agua que usan la radiación ultravioleta y la ionización de cobre, plata y zinc para la desinfección y esterilización del agua: Estas plantas son ideales para mejorar la calidad del agua proveniente de un sistema de acueducto o aguas lluvias. Sus capacidades de purificación de Agua van desde los 1.000 hasta 10.000 Litros/hora



Ilustración 5 Planta Purificadora de Agua

Referencia EKOGERMICIDAL.

Estas unidades son de alta eficiencia en la eliminación hasta del 99.9% de los virus y las bacterias, también mejoran la calidad del agua en lo referente a olores y sabores extraños, reducen las concentraciones de metales pesados y químicos cancerígenos (Hierro, calcio, magnesio, mercurio, plomo.) entre muchas otras ventajas.

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*

Ilustración 6 Planta Compacta Potabilizadora de Agua Ekofuente 4000

La Planta Purificadora de Agua con tecnología de Ultrafiltración para el perfeccionamiento de la calidad del agua Potable. Esta unidad entrega un agua altamente clarificada, ideal para instalar en fábricas envasadoras y embotelladoras de Agua y cualquier otro lugar donde se requiera agua de la más alta pureza



Plantas purificadoras de agua que usan floculación, filtración y desinfección del agua: Estas plantas son ideales para mejorar la calidad del agua proveniente de un sistema hídrico, aguas subterráneas y aguas lluvias. Sus capacidades de purificación de Agua van desde los 1.000 hasta 10.000 Litros/hora

Ilustración 7 Potabilizadora de Agua de Referencia EPF - 14

Son unidades compactas de alto rendimiento para la producción de agua potable de excelentes características. Su estructura en Fibra de Vidrio permite un bajo peso y excelente presentación.

Esta Planta está diseñada bajo parámetros RAS2000, e integra de manera compacta y dimensionada, todos los módulos/procesos de potabilización incluidas en los acueductos convencionales.

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*

Estas plantas potabilizadoras de agua son de fácil transporte, instalación rápida, fácil operación, reducido mantenimiento, bajos costos operativos, larga vida útil, lo que las convierten en proyectos de potabilización de agua auto sostenibles para pequeñas y medianas poblaciones.

### 10.2 Sistema de tratamiento de agua contenido en la atmosfera

Las Máquinas Skywater® hacen potable el agua de la humedad en el aire. Estos métodos de aprovechamiento del agua atmosférica son ideales para zonas altas donde es difícil la captación de aguas superficiales, subterráneas o aguas lluvias.



Ilustración 8 Unidad de Servicios de Emergencia del Skywater (ESU-20)

Es un generador de agua de emergencia que puede entregar hasta 900 galones de agua potable al día. Contiene 3 generadores de agua atmosféricos, un tanque de almacenamiento de agua 1.275 galones equipados con filtración de agua secundaria superior, y un generador diésel eléctrico de 30 kW alojado dentro de un contenedor móvil.

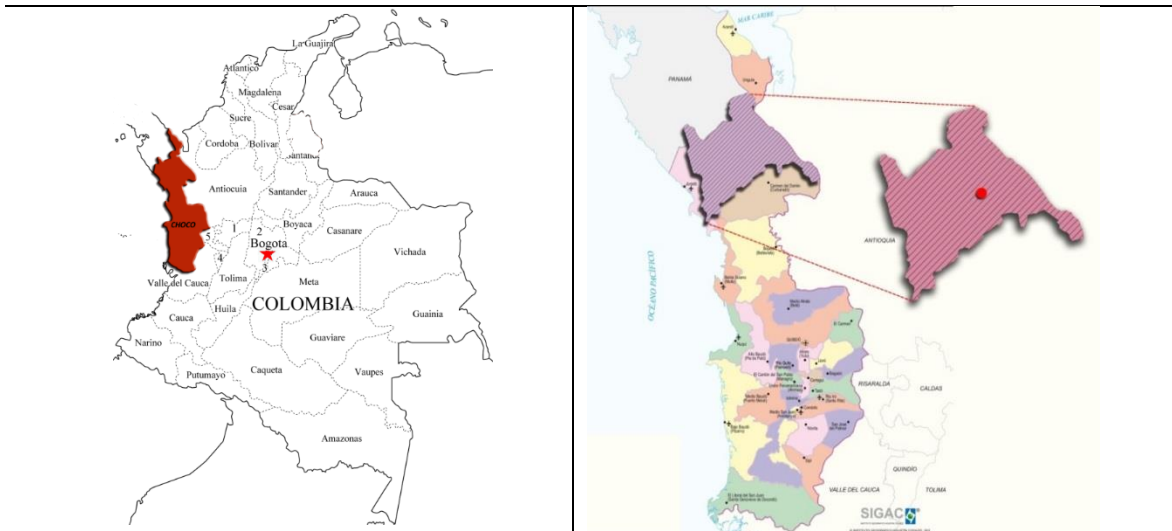
## 11. INSTITUCIONES PRESTADORAS DE SALUD EN ESTUDIO

### 11.1 Hospital Local de Riosucio

*Municipio de RIOSUCIO:* El Municipio de Riósucio se encuentra ubicado en la parte norte del Departamento del Choco, en la subregión chocoana del Urabá. La cabecera Municipal está situada sobre la margen derecha del río Atrato, en un terreno bajo e inundable en épocas de lluvia. El acceso al municipio se hace mediante vía terrestre a cuatro horas del municipio de Apartadó, Antioquia.

- Coordenadas: 7° 26' 3" N 77° 06' 20" W
- Área aproximada: 9.318 Km<sup>2</sup>
- Altitud: 18 M.S.N.M
- Distribución espacial: 2 Barrios, 14 corregimientos y 7 veredas
- Fuentes Hídricas: Río Atrato y Riosucio
- Densidad de población: 7.86 hab/Km<sup>2</sup>
- Clima: Cálido Húmedo
- Pluviosidad anual promedio: 10.000 mm/año
- Temperatura promedio: 28°C

Ilustración 9 Ubicación del municipio de Riosucio



El Centro de Salud se encuentra sobre el margen derecho del Río Riosucio. El acceso al centro de Salud se realiza por la vía principal de acceso al casco urbano del municipio.

Ilustración 10 Plano de localización centro de Salud de Riosucio



#### 11.1.1 Condiciones de la infraestructura existente:

En términos generales puede apreciarse el deterioro por afectación de agua en muros donde se puede evidenciar el nivel del agua que pudo alcanzar la inundación. Adicionalmente puede verse el deterioro de puertas, equipos médicos y muebles a causa de la humedad. Se evidencia las malas condiciones para la prestación del servicio por el estado de deterioro de la infraestructura física.

Al centro de Salud se accede desde la vía principal. Sin embargo, el acceso al servicio de Urgencias se hace por vía fluvial. En los muros exteriores puede verse la afectación del agua a la infraestructura.

Ilustración 11 Accesos al Centro de Salud Riosucio



*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*

La IPS fue construida en mampostería. La cubierta se hizo en estructura de madera y acabado en teja de fibrocemento. Los muros en mampostería, tienen acabado en pintura vinilo, la cual ha sido afectada por humedad constante en distintas áreas de la IPS. Los muebles fijos son principalmente en fórmica y los mesones en cerámica con un alto grado de deterioro. Los cielorrasos son en icopor y se encuentran en un alto grado de deterioro.

Ilustración 12 Corredor Hospitalización RS



En cuanto a servicios públicos, la IPS Cuenta con servicios de energía prestado por Electro Muri quien a su vez compra la energía a Gensa; el fluido eléctrico es constante. No hay servicio de acueducto ni alcantarillado por lo que la recolección de agua se hace a través de recolección de aguas lluvias y aguas subterráneas y los desagües se hacen mediante pozos sépticos.

#### 11.1.2 Predio propuesto para la reubicación:

El municipio tiene proyectada la reconstrucción del Centro de Salud en el mismo predio donde opera actualmente. La totalidad del municipio se vio afectada durante la inundación, por lo que cualquier lote propuesto para reubicación, estaría en iguales condiciones de vulnerabilidad frente a una nueva inundación por lo que el proyecto propuesto debe contemplar un sistema palafítico o algún otro que mitigue dicha vulnerabilidad. El predio propuesto cuenta con escritura pública No. DA02117568 y certificado de Tradición y libertad No. 180-28208 siendo esta propiedad del municipio de Riosucio.

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*

Durante la visita también se obtuvo copia del EOT donde el predio está destinado al uso institucional Salud.

Ilustración 13 Vista general del predio RS



#### 11.1.3 Normatividad e información técnica:

El municipio cuenta con un Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT). El predio no cuenta con ninguna acometida de servicios públicos, el suministro de agua se hace mediante recolección de agua lluvia y agua subterránea, las aguas residuales se vierten a pozos sépticos, el operador de energía es ELECTRO.MURI que a su vez se la compran a GENSA, el servicio eléctrico es continuo.

#### 11.1.4 Observaciones generales:

- ✓ Las condiciones actuales de prestación del servicio a nivel general, no cumple con las condiciones adecuadas según la normativa vigente de habilitación de prestación de servicios de salud.
- ✓ La IPS actual tiene grave afectación por humedades causadas por inundación la cual tiene en un alto grado de deterioro la infraestructura física de la institución.
- ✓ Dado que la totalidad del municipio se encuentra al mismo nivel de inundación, se propone reubicar la IPS en el mismo predio pero tomando medidas de prevención como por ejemplo estructuras palafíticas
- ✓ Se requiere diseñar un sistema para el suministro de agua potable para la nueva IPS dado que el municipio no cuenta con abastecimiento de acueducto para la región.

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*



### 11.2 Hospital Local de Ungía

Municipio de Ungía: Se encuentra localizado en el Urabá Chocoano en la parte noroccidental de Colombia. Su cabecera municipal se encuentra a 478 Km de distancia de la Capital de Departamento del Chocó (Quibdó).

El Centro de Salud se encuentra sobre el margen derecho del Rio Riosucio. El acceso al centro de Salud se realiza por la vía principal de acceso al casco urbano del municipio.

- **Coordenadas:** 8° 01' 30" N Norte
- 77° 25' 00" Oeste
- **Área aproximada:** 7.709 Km<sup>2</sup>
- **Altitud:** 5 M.S.N.M
- **Distribución espacial:** 12 Barrios y 5 Corregimiento
- **Población:** 14.544 Habitantes
- **Fuentes Hídricas:** Rio Atrato ríos Arquía, Ungía, Tigre y Tanela
- **Densidad de población** 11 hab/Km<sup>2</sup>
- **Clima:** Cálido Húmedo
- **Pluviosidad anual promedio:** 10.000 mm/año
- **Temperatura promedio:** 28°C

Ilustración 14 Ubicación del municipio de Ungía

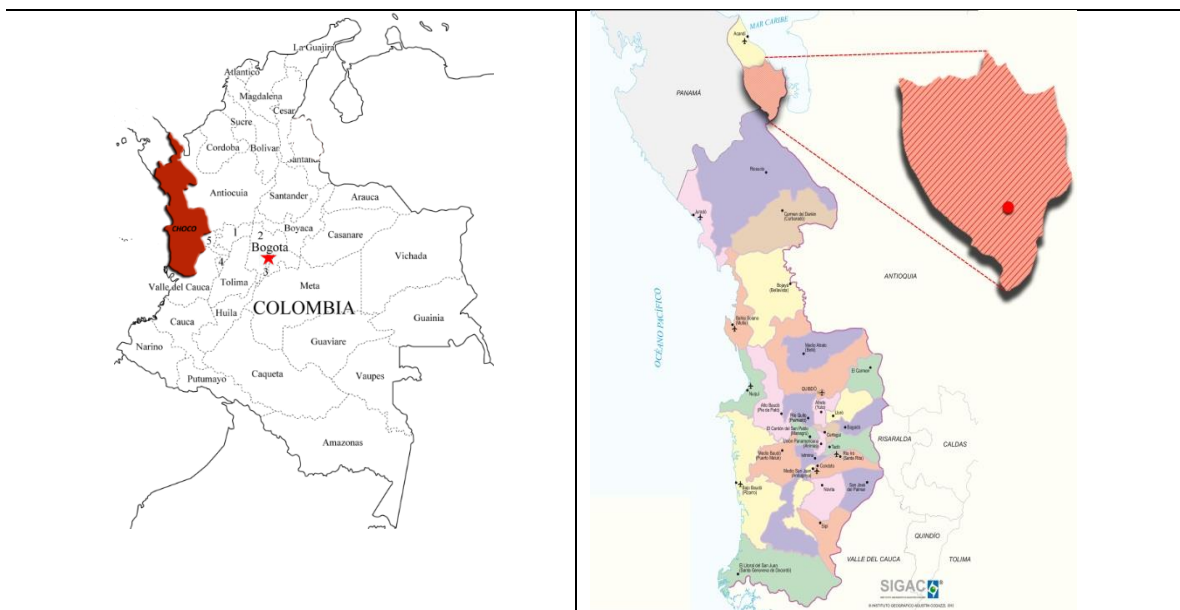


Ilustración 15 Plano de localización centro de Salud de Unguía



#### 11.2.1 Condiciones de la Infraestructura Existente:

En términos generales puede apreciarse el deterioro por afectación del agua en muros donde se puede evidenciar el nivel del agua que pudo alcanzar la inundación. Adicionalmente puede verse el deterioro de puertas, equipos médicos y muebles a causa de la humedad. Se evidencia las malas condiciones para la prestación del servicio por el estado de deterioro de la infraestructura física.

Al centro de Salud se accede por vía terrestre por la vía principal, junto a la alcaldía Municipal. En los muros exteriores puede verse la afectación de la inundación a la infraestructura.

Ilustración 16 Acceso a Centro de Salud Unguía



*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*

La IPS fue construida en mampostería. La cubierta se hizo en estructura de madera y acabado en teja de fibrocemento. Los muros en mampostería, tienen acabado en pintura vinilo, la cual ha sido afectada por humedad constante en distintas áreas de la IPS. Los muebles fijos son principalmente en madera y los mesones en cerámica con un alto grado de deterioro. Los cielorrasos son en icopor y se encuentran en un alto grado de deterioro.

Ilustración 17 Farmacia y circulaciones Unguía



En cuanto a servicios públicos, la IPS Cuenta con disponibilidad de servicio de acueducto, alcantarillado y energía aunque se encuentra pendiente la expedición del respectivo certificado.

#### 11.2.2 Predio propuesto para la reubicación:

El municipio tiene proyectada la reconstrucción del Centro de Salud en un lote frente a la IPS actual el cual es propiedad del Centro de Salud. La totalidad del municipio se vio afectada durante la inundación, por lo que cualquier lote propuesto para reubicación, estaría en iguales condiciones de vulnerabilidad frente a una nueva inundación por lo que el proyecto propuesto debe contemplar un sistema palafítico o algún otro que mitigue dicha vulnerabilidad.

El predio propuesto cuenta con escritura pública y certificado de Tradición y libertad.

Durante la visita también se obtuvo copia del EOT donde el predio propuesto para la reubicación puede ser destinado al uso institucional Salud.

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*

Ilustración 18 Vista general del predio Unguía



### 11.2.3 Observaciones y recomendaciones:

Las condiciones actuales de prestación del servicio a nivel general, no cumplen con las condiciones adecuadas según la normativa vigente de habilitación de prestación de servicios de salud.

La IPS actual tiene grave afectación por humedades causadas por inundación la cual tiene en un alto grado de deterioro, la infraestructura física de la institución. Dado que la totalidad del municipio se encuentra al mismo nivel de inundación, se propone reubicar la IPS en un lote frente del actual, se debe contemplar como medida de prevención estructuras palafíticas

### 11.3 Centro de Salud de Palestina

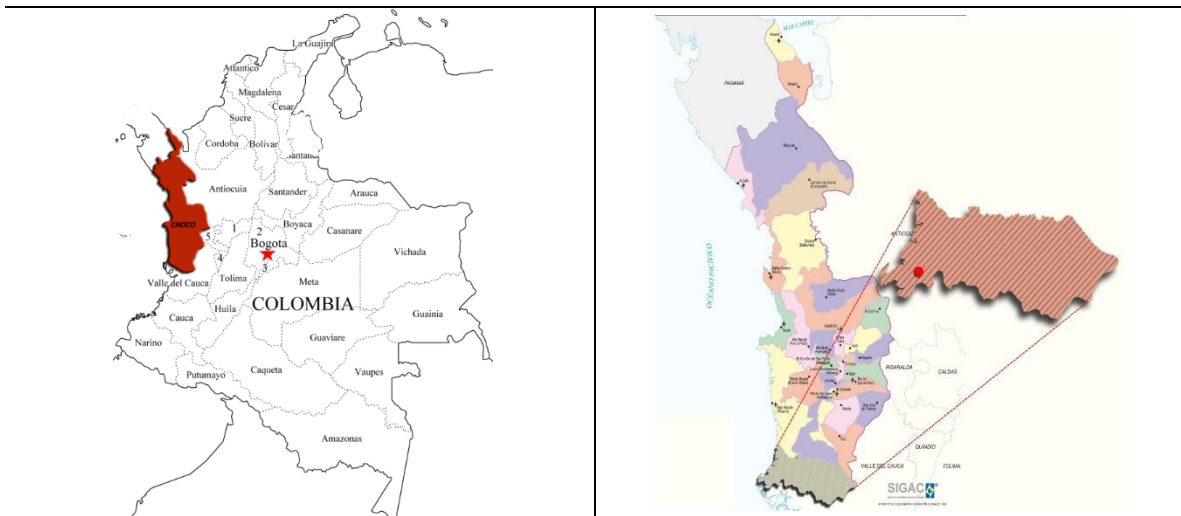
Corregimiento de Palestina, Litoral de San Juan: El Corregimiento de Palestina se encuentra localizado al sur del Chocó a 38 Kilómetros de la Cabecera municipal Santa Genovea de Docordó.

- Coordenadas:                    4° 09' 50"        Norte
- 77° 08' 18"        Oeste
  
- Área aproximada:                1.500 Km<sup>2</sup>
  
- Altitud:                                12 M.S.N.M
  
- Distribución espacial:            5 Barrios, 10 corregimientos, 19 veredas y 16 resguardos
  
- Población:                            269 Habitantes

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*

- Densidad de Población: 10 Hab/Km<sup>2</sup>
- Fuentes hídricas superficiales: Río San Juan
- Clima: Cálido Húmedo
- Pluviosidad anual promedio: 10.000 mm/año
- Temperatura promedio: 28°C

Ilustración 19 Ubicación del Municipio de Litoral de San Juan



### 11.3.1 Infraestructura existente:

El Centro de Salud se encuentra sobre la margen derecha del Río San Juan aproximadamente a 80 m de la ribera. El acceso al corregimiento y al centro de Salud se hace por vía fluvial.

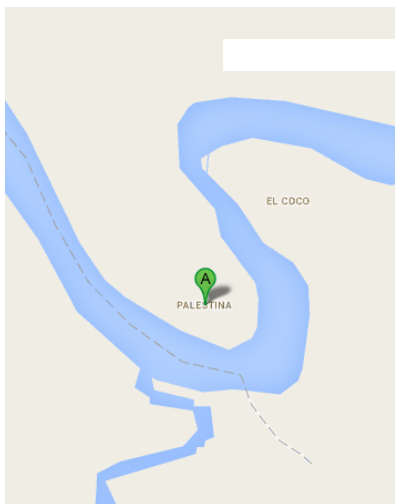


Ilustración 20 Localización centro de Salud de Palestina

Se realiza un recorrido por el Centro de Salud de Palestina en compañía del Secretario de Planeación del municipio y miembros de la comunidad del corregimiento. En términos generales puede apreciarse el deterioro por afectación del agua en muros donde se puede evidenciar el nivel del agua que pudo alcanzar la inundación.

Ilustración 21 Centro de Salud Corregimiento de Palestina



La IPS fue construida en mampostería. La cubierta se hizo en estructura de madera y acabado en teja de fibrocemento. Los muros en mampostería, tienen acabado en pintura vinilo, la cual ha sido afectada por humedad constante en distintas áreas de la IPS. Los muebles fijos son principalmente en madera y los mesones en cerámica con un alto grado de deterioro. Los cielorrasos son en icopor y se encuentran en un alto grado de deterioro.

Ilustración 22 Patio interior y pozo séptico CS Palestina



En cuanto a servicios públicos, la IPS Cuenta con sistemas de recolección de agua para el abastecimiento. Las Aguas negras se vierten en pozos sépticos los cuales durante la inundación se afectaron produciendo flujo reverso en el sistema de drenajes. El servicio de energía se hace mediante una planta eléctrica que abastece al corregimiento.

#### 11.3.2 Predio propuesto para la reubicación:

El municipio tiene proyectada la reconstrucción del Centro de Salud en un lote propiedad de la comunidad del corregimiento y actualmente funciona como cancha de fútbol. Tiene un área aproximada de 2900 m<sup>2</sup> y su forma es regular.

La totalidad del municipio se vio afectada durante la inundación, por lo que cualquier lote propuesto para reubicación, estaría en iguales condiciones de vulnerabilidad frente a una nueva inundación por lo que el proyecto propuesto debe contemplar un sistema palafítico o algún otro que mitigue dicha vulnerabilidad.

El predio propuesto cuenta con escritura pública colectiva y no cuenta con certificado de tradición y libertad. Durante la visita también se obtuvo copia del EOT donde el predio propuesto para la reubicación puede ser destinado al uso institucional de Salud.

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*

Ilustración 23 Vista general del predio Palestina



### 11.3.3 Observaciones y recomendaciones:

Las condiciones actuales de prestación del servicio a nivel general, no cumplen con las condiciones adecuadas según la normativa vigente de habilitación de prestación de servicios de salud.

La IPS actual tiene grave afectación por humedades causadas por inundación la cual tiene en un alto grado de deterioro, la infraestructura física de la institución.

Dado que la totalidad del municipio se encuentra al mismo nivel de inundación, se propone reubicar la IPS en un lote frente al actual, el cual debe contemplar medidas de prevención como por ejemplo estructuras palafíticas.

## 12. DISEÑOS HIDRÁULICOS Y PLANTAS DE POTABILIZACIÓN DE LAS IPS

Los diseños hidráulicos de cada una de la Instituciones prestadoras de salud (IPS) en estudio, están basados en las necesidades de cada institución de acuerdo al programa médico arquitectónico aprobado por el Ministerio de Salud.

### 12.1 Hospital local de Riosucio

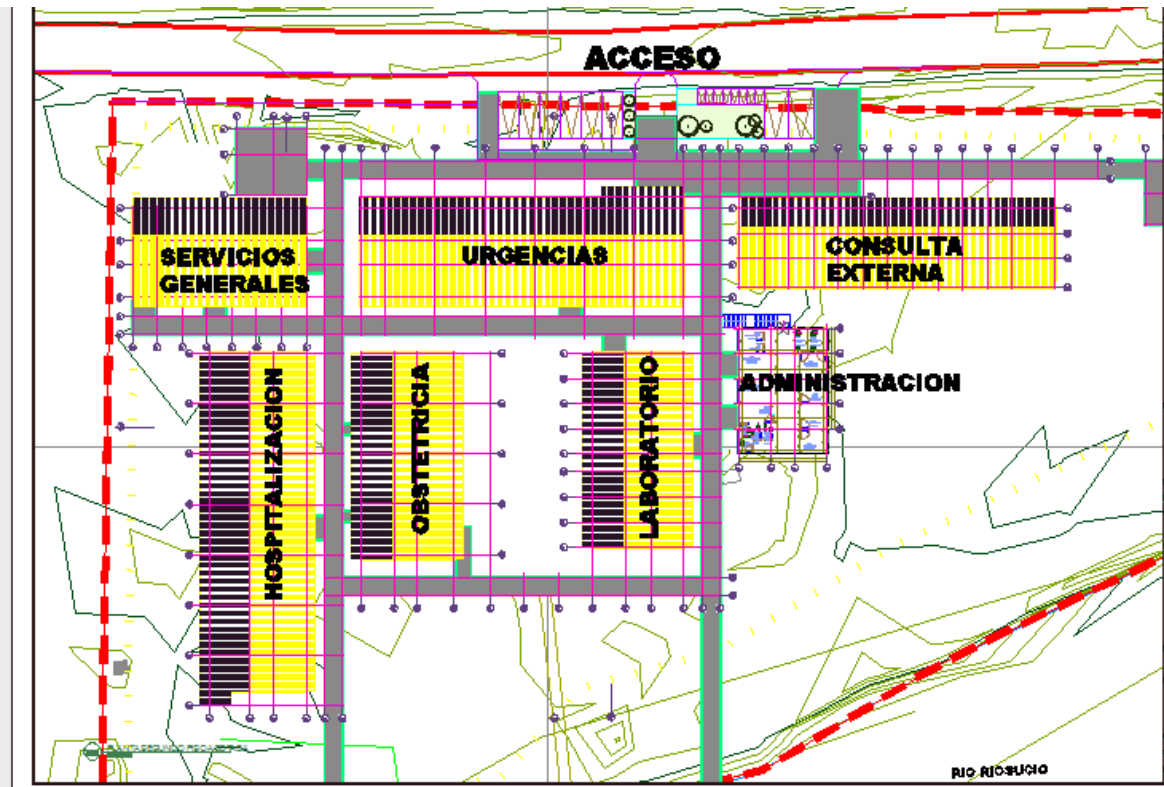
El proyecto del Hospital Local de Riosucio contempla una edificación palafítica desarrollada en un nivel. Está compuesto de servicio de consulta externa y se articula con el volumen administrativo,

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*



servicio de Laboratorio, en la parte central del lote se ubican los servicios de obstetricia, servicio de hospitalización, urgencias y finalmente se encuentran los Servicios generales tal como se muestra en la planta arquitectónica del proyecto (Ver ilustración 30).

Ilustración 24 Plano Arquitectónico Hospital Local de Riosucio



#### 12.1.1 Estudio de suelos:

De acuerdo con el esquema de implantación del proyecto, (Ver ilustración 30), y conforme con los lineamientos fijados en la NSR -10 y las recomendaciones del especialista estructural de la Consultoría se realizarán tres sondeos hasta una profundidad de 6 m, y dos apiques hasta una profundidad de 1.50 m. En la tabla No.1, se muestran los datos obtenidos del estudio

Tabla 1 Resumen de exploración estudio de suelos Riosucio

CANTIDAD	UNIDAD	CANTIDAD ENSAYOS	DESCRIPCIÓN
12	Unid	12	Humedad Natural
12	Unid	12	Peso Unitario
12	Unid	12	Lavado sobre tamiz 200
12	Unid	12	Límites de Atterberg
5	ML	30*	Sondeos a 6 m de profundidad. Perforación con equipo manual, percusión y lavado.
3	Unid	3	Consolidación
3	Unid	3	Corte Directo

#### 12.1.2 Estudios hidrosanitarios:

El hospital no cuenta con servicio de agua potable de servicio público del municipio, la planta que se tenía hace algunos años para entrar en servicio fue atacada por grupos al margen de la ley.

Se prevé la utilización de una planta de potabilización de agua que supla las necesidades del hospital. El agua que se pretende utilizar para el proyecto proviene del agua lluvia que se retoma de las cubiertas, el agua será conducida a un tanque donde se le realizara tratamiento primario de sedimentación.

#### Red general suministro de agua:

La entidad contara con un doble sistema para el suministro de agua, se contara con un sistema para la recolección transporte y almacenamiento de agua cruda proveniente del agua lluvia y agua subterránea, la primera línea será para el abastecimiento de sanitarios, orinales y servicio de jardinería; el segundo sistema se realizara tratamiento de potabilización y se usara para los servicios de lavamanos, duchas, cocina, laboratorios, y procedimientos. Las redes de serán en material convencional (pvc para agua fría y cpvc para agua caliente) se distribuirá de acuerdo al diseño hidráulico proveniente de los tanque de recolección y planta de potabilización hasta las unidades hidráulicas.

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*

### Red general de aguas negras y patógenas

Estas redes comprenden los desagües de las unidades sanitarias, para ello se instalarán tuberías en materiales convencionales (pvc-s) que capturen el agua de cada unidades sanitaria y será conducida a un pozo séptico. Las aguas negras patógenas se recogerán en tuberías independientes y serán conducidas a un caja especial para el tratamiento de las mismas, de allí se llevaran al pozo séptico de aguas negras

### Red general de aguas lluvias

El agua lluvia será captada de las cubiertas mediante canales y bajantes que se llevaran a colectores principales y estos al tanque de almacenamiento de agua para finalmente realizar el tratamiento y potabilizar el agua. El agua sobrante del tanque se conectara al sistema de aguas lluvias superficiales.

Las aguas lluvias superficiales de rampas y corredores se recogerán mediante cañuelas y tuberías que serán conducidas posteriormente al rio Sucio que desemboca en el rio Atrato.

#### 12.1.3 Parámetros para la captación de agua

El Hospital requiere un caudal  $Q= 19.400 \text{ L/D}$ , este dato es derivado del diseño hidráulico según las necesidades del mismo ([Ver ANEXO 001](#))

##### 12.1.3.1 Sistemas para la captación de agua:

De acuerdo con las necesidades del hospital, derivado del diseño hidráulico, se requiere un volumen total de agua de 19.400 Litros para un día de reserva.

Se estima construir cuatro tanques para el almacenamiento total del agua de la siguiente manera, dos tanques de  $45\text{m}^3$  cada uno para la reserva de agua cruda que se dispondrá para la reserva contra incendio, tratamiento de agua potable y reserva para el agua no potable. Se construirán dos tanques para el almacenamiento de agua potable cada uno de  $16\text{m}^3$  cada uno.

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*

Para determinar la cantidad de agua que se puede aprovechar del agua lluvia captada por la cubierta de la edificación, se toman los datos de la estación 11120040 de RIOSUCIO correspondientes a los valores medios mensuales en 24 horas [\(Ver ANEXO 002\)](#)

Para estimar el volumen diario de agua que se requiere, se tienen las siguientes consideraciones:

Tabla 2 Consumos agua Riosucio

**CONSUMO BASICO DE AGUA POTABLE HOSPITAL LOCAL DE RIOSUCIO**

USO DE AGUA	%	LITROS
URGENCIAS	23.51%	4,560.00
OBSTETRICIA	10.58%	2,052.00
LABORATORIO	3.53%	684.00
HOSPITALIZACION	21.15%	4,104.00
CONSULTA EXTERNA	17.63%	3,420.00
ADMINISTRACION	1.76%	342.00
SERVICIOS GENERALES	11.54%	2,238.00
ODONTOLOGIA	10.31%	2,000.00
<b>TOTAL CONSUMO AGUA</b>	<b>100.00%</b>	<b>19,400.00</b>

<b>CONSUMO TOTAL DIARIO</b>	<b>19,400.00 LTS/DIA</b>
-----------------------------	--------------------------

PROMEDIO MENSUAL DE PRECIPITACION 199.05mm  
 PROMEDIO DIARIO DE PRECIPITACION > 75% 4.50333mm  
 AREA TOTAL DE CUBIERTA 2560m2  
 PROMEDIO DIARIO DE AGUA LLUVIA 11.52853m3  
 NUMERO DE DIAS CRITICOS SIN LLUVIA 2.00

**CALCULO DE CONSUMO POR AREA**

AREA	No. DE HAB/CAMAS	CONSUMO APARATO	TOTAL CONSUMO	No DE CICLOS DIARIOS	TOTAL CONSUMO DIARIO	PORCENTAJE
URGENCIAS	16.00	57.00	912.00	5.00	4,560.00	23.51%
OBSTETRICIA	12.00	57.00	684.00	3.00	2,052.00	10.58%
LABORATORIO	6.00	57.00	342.00	2.00	684.00	3.53%
HOSPITALIZACION	24.00	57.00	1,368.00	3.00	4,104.00	21.15%
CONSULTA EXTERNA	10.00	57.00	570.00	6.00	3,420.00	17.63%
ADMINISTRACION	3.00	57.00	171.00	2.00	342.00	1.76%
SERVICIOS GENERALES	3.00	74.60	223.80	10.00	2,238.00	11.54%
ODONTOLOGIA	2.00	333.33	666.67	3.00	2,000.00	10.31%

**CONSUMO MINIMO REQUERIDO PARA DIAS DE NO LLUVIA**

Despues de consultar con varias entidades hospitalarias, se establece lo siguiente:

1. Las areas que requieren agua continua son Urgencias, servicios generales (cocina) y hospitalizacion.
2. Se estima que para que la IPS siga funcionando, se disminuye al maximo el consumo de la siguiente manera:

AREA	No. DE HAB/CAMAS	CONSUMO APARATO	TOTAL CONSUMO	No DE CICLOS DIARIOS	TOTAL CONSUMO DIARIO	PORCENTAJE
URGENCIAS	8.00	57.00	456.00	5.00	2,280.00	11.75%
OBSTETRICIA	0.00	57.00	0.00	3.00	0.00	0.00%
LABORATORIO	1.00	57.00	57.00	2.00	114.00	0.59%
HOSPITALIZACION	10.00	57.00	570.00	3.00	1,710.00	8.81%
CONSULTA EXTERNA	1.00	57.00	57.00	6.00	342.00	1.76%
ADMINISTRACION	1.00	57.00	57.00	2.00	114.00	0.59%
SERVICIOS GENERALES	2.00	74.60	149.20	10.00	1,492.00	7.69%
ODONTOLOGIA	0.00	333.33	0.00	3.00	0.00	0.00%
<b>TOTAL CONSUMO MINIMO</b>					<b>6,052.00 LTS/DIA</b>	

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*

Se considera un consumo crítico de 6.052 Litros por día para las áreas más vulnerables de la IPS.

#### 12.1.4 Análisis de la captación de agua:

Se realiza un análisis probabilístico de la estación 11120040 de RIOSUCIO de los registros de lluvia diarios entre los años 2003 – 2012.

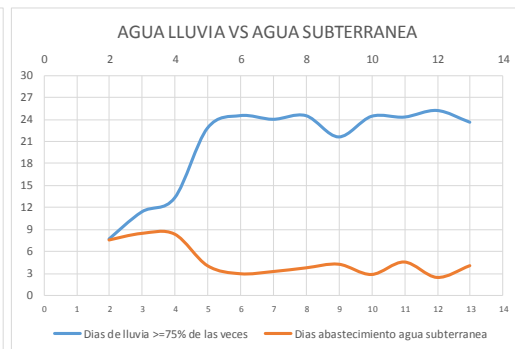
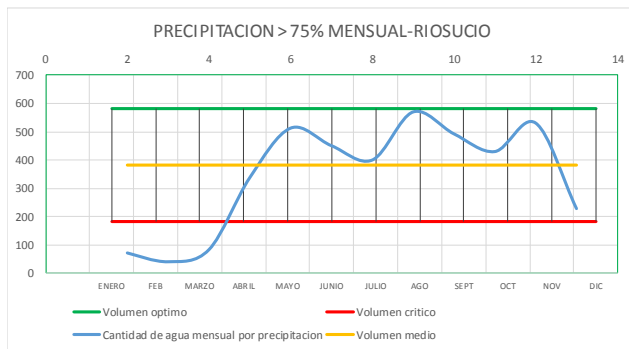
Se establece mes a mes la probabilidad de días de lluvia que supere el 75% de las veces, de igual forma se establece la cantidad de agua por precipitación mes a mes que supere el 75% mediante el análisis probabilístico de distribución normal.

Se grafica la lluvia mayor al 75% de cada mes para establecer los volúmenes captados en cada periodo y se compara con los niveles críticos y óptimos que requiere la clínica para su funcionamiento diario.

Tabla 3 Esquema probabilístico precipitación Riosucio

PRECIPITACION MENSUAL 2003-2012 ESTACION 11120040 RIOSUCIO - CHOCO												
PRECIPITACION	ENERO	FEB	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
Max precipitacion (2003)	0.00	20.00	11.00	302.00	250.00	80.00	203.00	231.00	313.00	128.00	246.00	76.00
Max precipitacion (2004)	0.00	2.00	0.00	151.00	489.00	294.00	150.00	347.00	270.00	362.00	215.00	98.00
Max precipitacion (2005)	167.00	4.00	247.00	170.00	243.00	141.00	203.00	236.00	169.00	254.00	148.00	140.00
Max precipitacion (2006)	146.00	25.00	125.00	217.00	388.00	204.00	340.00	295.00	283.00	154.00	303.00	53.00
Max precipitacion (2007)	10.00	7.00	43.00	156.00	358.00	444.00	359.00	411.00	370.00	216.00	490.00	371.00
Max precipitacion (2008)	23.00	114.00	56.00	111.00	221.00	351.00	167.00	216.00	325.00	188.00	324.00	73.00
Max precipitacion (2009)	128.00	143.00	35.00	142.00	273.00	226.00	147.00	400.00	277.00	117.00	208.00	138.00
Max precipitacion (2010)	270.00	250.00	186.00	251.00	160.00	412.00	392.00	183.00	215.00	290.00	291.00	267.00
Max precipitacion (2011)	274.00	71.00	27.00	123.00	308.00	371.00	246.00	370.00	143.00	206.00	269.00	177.00
Max precipitacion (2012)	4.00	57.00	176.00	121.00	90.00	113.00	68.00	161.00	121.00	319.00	212.00	161.00
Promedio precipitacion	102.2mm	69.3mm	90.6mm	174.4mm	278mm	263.6mm	227.5mm	285mm	248.6mm	223.4mm	270.6mm	155.4mm
Desviacion estandar (σ)	110.4343	79.7942	86.3986	62.7450	114.7325	129.5507	105.4822	91.9710	83.0451	82.0368	93.4145	98.2346
Probabilidad de lluvia >=75% de la precipitacion mer	27.7mm	15.5mm	32.3mm	132.1mm	200.6mm	176.2mm	156.4mm	223mm	192.6mm	168.1mm	207.6mm	89.1mm
Dias de lluvia >=75% de las veces	7.7dias	11.4dias	13.3dias	22.8dias	24.5dias	24dias	24.5dias	21.6dias	24.4dias	24.3dias	25.2dias	23.6dias
Dias abastecimiento agua subterranea	7.5dias	8.4dias	8.3dias	4dias	2.9dias	3.2dias	3.7dias	4.2dias	2.8dias	4.5dias	2.4dias	4dias
Cantidad de agua mensual por precipitacion	70.912m3	39.68m3	82.688m3	338.18m3	513.54m3	451.07m3	400.38m3	570.88m3	493.06m3	430.34m3	531.46m3	228.1m3
Volumen optimo	582m3	582m3	582m3	582m3	582m3	582m3	582m3	582m3	582m3	582m3	582m3	582m3
Volumen medio	381.78m3	381.78m3	381.78m3	381.78m3	381.78m3	381.78m3	381.78m3	381.78m3	381.78m3	381.78m3	381.78m3	381.78m3
Volumen critico	181.56m3	181.56m3	181.56m3	181.56m3	181.56m3	181.56m3	181.56m3	181.56m3	181.56m3	181.56m3	181.56m3	181.56m3

NC (Nivel de confianza) **75.00%** Alfa (Nivel de significancia) 25.00% Z Critico -0.67449  
 Area de cubierta 2560m2 Volumen optimo 582m3 Volumen critico 181.56m3



### 12.1.5 Conclusiones y recomendaciones captación de agua Hospital Local de Riosucio

Después de hacer el análisis de la captación de agua de la cubierta mediante el método probabilístico de distribución normal, se concluye lo siguiente

- ❖ Se debe tener un sistema dual entre agua lluvia y agua subterránea.
- ❖ En la gráfica se muestra el funcionamiento del sistema que debe de ser de la siguiente manera:

El sistema trabajara con agua subterránea y agua lluvia como se muestra en la gráfica; el equipo de bombeo de agua subterránea debe estar compuesto de dos bombas que funcionen

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*

con el 100% del caudal cada una para evitar que el Hospital sufra deficiencia en el abastecimiento de agua. Las bombas se encenderán en el nivel crítico y se apagaran en el nivel medio esperando los días de lluvia; el procedimiento se dispondrá de igual forma para todos los meses del año.

- ❖ Para reserva de la red contra incendio se estimó un volumen de 22m<sup>3</sup> este volumen se podrá disponer en caso que no haya reserva de agua lluvia y se tenga algún inconveniente con el sistema de bombeo de agua subterránea, para trasladar el agua de incendio al tanque de agua lluvia, se instalara una bomba sumergible y se operara manualmente por el personal de mantenimiento o turno del Hospital.
- ❖ En el caso que el agua de incendio se agote por una sequía prolongada en la región, el hospital por intermedio de la secretaria de salud municipal, solicitara agua en carro tanque a los municipios de Turbo o Apartado que están a cuatro horas de distancia.

#### 12.1.6 Descripción del funcionamiento del sistema de agua

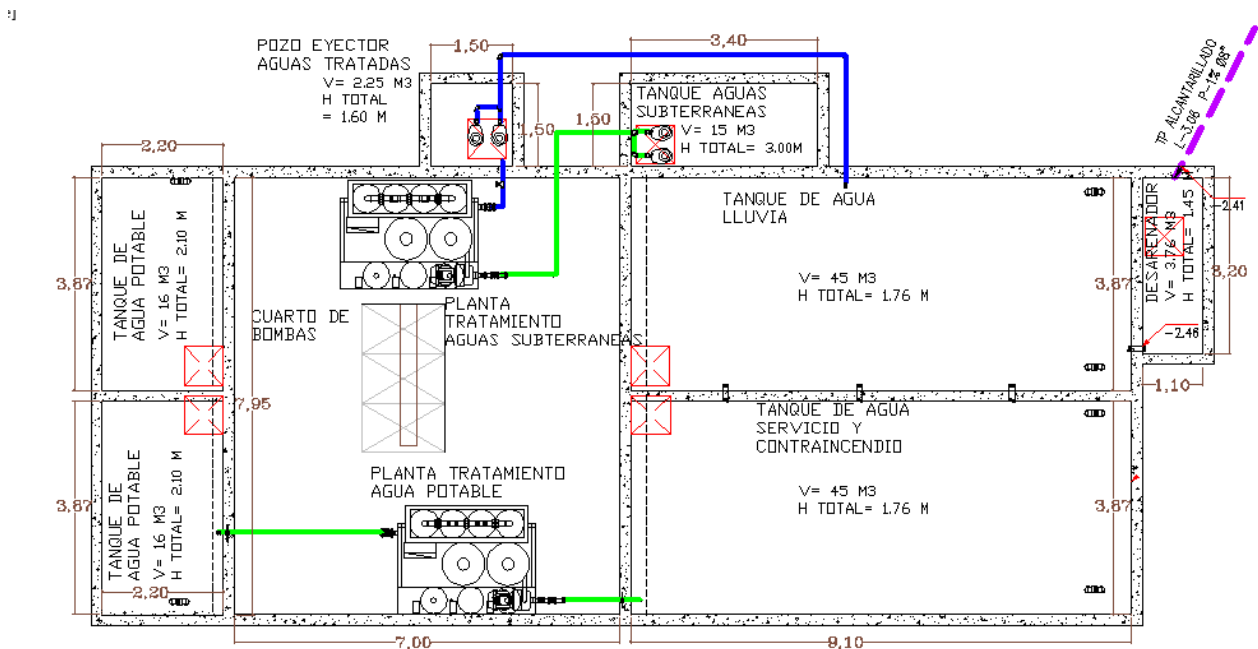
- ❖ El sistema de agua consta de una serie de tanques con un volumen total de almacenamiento de 122m<sup>3</sup> para abastecimiento durante 5 días seguidos de no lluvia al nivel óptimo.
- ❖ El agua lluvia captada por la cubierta, es conducida mediante bajantes y colectores a un desarenador donde se decantara el agua y posteriormente pasa a los tanques de recolección de agua cruda que tienen una capacidad de 45m<sup>3</sup> cada uno. Estos tanques están intercomunicados mediante pases controlados por válvulas para el mantenimiento individual.
- ❖ De los tanques de recolección y reserva, se abastece la planta de potabilización que trata el caudal necesario para el abasto del hospital de manera eficiente.
- ❖ EL agua tratada es bombeada a dos tanques de reserva de agua potable de donde se abastecerá el hospital para los usos consignados en los planos de diseño hidráulico.
- ❖ En el momento que el nivel del agua en los tanques de reserva de agua cruda, baje al nivel crítico (6.052 Litros), las bombas del equipo evector en el tanque de agua subterránea se encenderán para abastecer el tanque de reserva de agua hasta el nivel medio donde se apagaran, esto con el fin de tener espacio para el día de lluvia; si el hospital requiere más



agua, para el abastecimiento óptimo, el personal operativo deberá cambiar el nivel de acuerdo a la necesidad.

- ❖ Después del volumen máximo de reserva, el agua lluvia excedente será conducida mediante reboses al tanque sistema de aguas lluvias de zonas duras.

Ilustración 25 Distribución tanques de agua Riosucio



### 12.1.7 Plantas de potabilización de agua

Evaluaremos las plantas de potabilización que cumplen con los requisitos necesarios para abastecer la demanda del hospital.

#### 12.1.7.1. Planta de potabilización compacta.

El Hospital requiere un volumen de agua potable diario de 7.760L/D, por lo tanto, se requiere una planta de tratamiento capaz de producir un caudal mínimo de 1.600 litros por hora para trabajar un máximo de 5 horas diarias

#### **Planta Potabilizadora de Agua EKOFUENTE-1600**

La Planta Purificadora de Agua EKOFUENTE 1600 Plus, aparte de ofrecer un agua clarificada, integra 2 módulos potentes para la eliminación de Virus, bacterias, algas, metales pesados, químicos cancerígenos, reducción de olores y sabores extraños por medio de la Ionización KDF y Radiación UV-C.

**La Ultra-filtración** es la barrera más eficiente para la separación de sólidos en suspensión, virus, bacterias, endotoxinas, proteínas y otros patógenos. Estas Plantas pueden ofrecer un agua altamente clarificada hasta con 0.1 NTU y 99.9% libre de Virus, bacterias, sin sabores ni olores Extraños. Reduce metales pesados (HIERRO, CALCIO, MAGNESIO, MERCURIO y PLOMO) Esta Planta está diseñada bajo parámetros RAS2000, e integra de manera compacta y dimensionada, todos los módulos/procesos de potabilización incluidas en los acueductos convencionales. Estas plantas potabilizadoras de agua son de fácil transporte, instalación rápida, fácil operación, reducido mantenimiento, bajos costos operativos, larga vida útil.

Ilustración 26 Planta Potabilizadora de Agua EKOFUENTE – 1600



#### 12.1.7.2. Costos del sistema de potabilización de agua mediante planta compacta.

En el mercado nacional, estas plantas tienen un costo de \$ 35.000.000 millones de pesos aproximadamente, incluye transporte, instalación y puesta en marcha.

- ❖ Para este tipo de consumo, se escogió en el mercado una planta potabilizadora que cumpla con las exigencias solicitadas de consumo para el Hospital.
- ❖ En el mercado nacional se puede adquirir la planta escogida para este proyecto en un término no superior a 60 días.

#### 12.2 Hospital local de Unguía

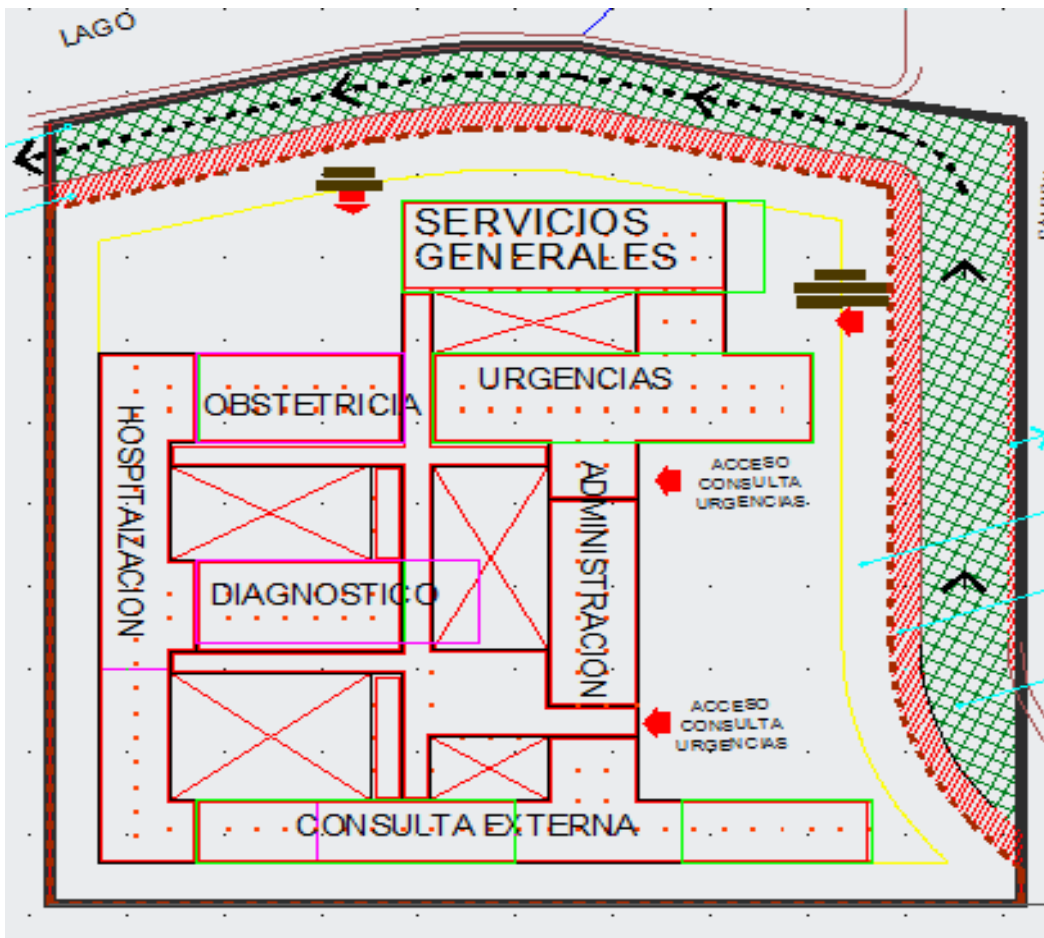
El proyecto del nuevo Hospital Local de Unguía contempla una edificación desarrollada en un nivel, sobre un relleno de 0.50 a 1.0 m aprox. Se accede por la parte norte al servicio de urgencias. El Hospital está compuesto por los servicios de consulta externa, se articula con el bloque administrativo,

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*

en la parte central del lote se ubican los servicios de obstetricia y diagnóstico. Al costado sur del lote se encuentran el servicio de hospitalización, y por el oeste los servicios; la distribución de espacios se puede ver en la planta arquitectónica (Ver ilustración 32).

En cuanto a zonas vehiculares se plantean parqueaderos para ambulancias frente al servicio de Urgencias. (Ver Ilustración 32)

Ilustración 27 Plano Arquitectónico Hospital Local de Unguía



### 12.2.1 Estudio de suelos:

De acuerdo con el esquema de implantación del proyecto, ver figura 7, y conforme con los lineamientos fijados en la NSR -10 y las recomendaciones del especialista estructural de la Consultoría se realizarán cinco sondeos hasta una profundidad de 6 m, los resultados se pueden apreciar en la Tabla No.2

Tabla 4 Resumen de exploración estudio de suelos Unguía

CANTIDAD	UNIDAD	CANTIDAD ENSAYOS	DESCRIPCIÓN
12	Unid	12	Humedad Natural
12	Unid	12	Peso Unitario
12	Unid	12	Lavado sobre tamiz 200
12	Unid	12	Límites de Atterberg
5	ML	30*	Sondeos a 6 m de profundidad. Perforación con equipo manual, percusión y lavado.
3	Unid	3	Consolidación
3	Unid	3	Corte Directo
1	Unid.	1	Expansión (Lambe)

### 12.2.2 Estudios hidrosanitarios Hospital Local de Unguía:

El hospital no cuenta con servicio de agua potable de servicio público del municipio, se debe contemplar un sistema para potabilizar el agua de la entidad para los procedimientos y consumo humano.

Se prevé la implementación de un sistema de potabilización de agua que supla las necesidades del hospital. El agua que se pretende utilizar para el proyecto proviene del agua lluvia que se retoma de las cubiertas, el agua será conducida a un tanque donde se le realizara tratamiento de sedimentación.

### Red general suministro de agua:

La entidad contará con un doble sistema para el suministro de agua, se contará con un sistema para la recolección transporte y almacenamiento de agua cruda proveniente del agua lluvia y agua

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*

subterránea, la primera línea será para el abastecimiento de sanitarios, orinales y servicio de jardinería; el segundo sistema se realizara tratamiento de potabilización y se usara para los servicios de lavamanos, duchas, cocina, laboratorios, y procedimientos. Las redes de serán en material convencional (pvc para agua fría y cpvc para agua caliente) se distribuirá de acuerdo al diseño hidráulico proveniente de los tanque de recolección y planta de potabilización hasta las unidades hidráulicas.

#### Red general de aguas negras y patógenas

Estas redes comprenden los desagües de las unidades sanitarias, para ello se instalaran tuberías en materiales convencionales (pvs-s) que capturen el agua de cada unidades sanitaria y será conducida a un pozo séptico. Las aguas negras patógenas se recogerán en tuberías independientes y serán conducidas a un caja especial para el tratamiento de las mismas, de allí se llevaran al pozo séptico de aguas negras

#### Red general de aguas lluvias

El agua lluvia será captada de las cubiertas mediante canales y bajantes que se llevaran a colectores principales y estos al tanque de almacenamiento de agua para finalmente realizar el tratamiento y potabilizar el agua. El agua sobrante del tanque se conectara al sistema de aguas lluvias superficiales.

Las aguas lluvias superficiales de rampas y corredores se recogerán mediante cañuelas y tuberías que serán conducidas posteriormente al caño en el costado sur que posteriormente será conducido al rio Unguía.

#### 12.2.3 Parámetros para la captación de agua

El Hospital requiere un caudal  $Q= 11.800 \text{ L/D}$ , este dato es derivado del diseño hidráulico según las necesidades del mismo (Ver ANEXO 003)

#### 12.2.3.1 Sistemas para la captación de agua:

De acuerdo con las necesidades del hospital, se requiere un volumen total de agua de 81m<sup>3</sup> de reserva para cinco días incluyendo la reserva contra incendio según las necesidades del Hospital.

Se estima construir cuatro tanques para el almacenamiento total del agua de la siguiente manera, dos tanques de 30m<sup>3</sup> cada uno para la reserva de agua cruda que se dispondrá para la reserva contra incendio, tratamiento de agua potable y reserva para el agua no potable. Se construirán dos tanques para el almacenamiento de agua potable cada uno de 12m<sup>3</sup> cada uno.

Para determinar la cantidad de agua que se puede aprovechar del agua lluvia captada por la cubierta de la edificación, se toman los datos de la estación 11130010 de UNGUÍA correspondientes a los valores medios mensuales en 24 horas ([Ver ANEXO 004](#))

Para estimar el volumen diario de agua que se requiere, se tienen las siguientes consideraciones:

Tabla 5 Consumos agua Hospital Unguía

**CONSUMO BASICO DE AGUA POTABLE HOSPITAL LOCAL DE UNGUIA**

**CONSUMO TOTAL DIAR 11,800.00 LTS/DIA**

USO DE AGUA	%	LITROS
URGENCIAS	12.08%	1,425.00
OBSTETRICIA	8.69%	1,026.00
LABORATORIO	3.86%	456.00
HOSPITALIZACION	18.84%	2,223.00
CONSULTA EXTERNA	23.19%	2,736.00
ADMINISTRACION	2.90%	342.00
SERVICIOS GENERALES	13.49%	1,592.00
ODONTOLOGIA	16.95%	2,000.00
<b>TOTAL CONSUMO AGUA</b>	<b>100.00%</b>	<b>11,800.00</b>

PROMEDIO MENSUAL DE PRECIPITAC 153.652mm  
 PROMEDIO DIARIO DE PRECIPITACIO 3.08472mm  
 AREA TOTAL DE CUBIERTA 2560m2  
 PROMEDIO DIARIO DE AGUA LLUVIA 7.896889m3  
  
 NUMERO DE DIAS CRITICOS SIN LLUV 3.00

CALCULO DE CONSUMO POR AREA						
AREA	No. DE HAB/CAMAS	CONSUMO APARATO	TOTAL CONSUMO	No DE CICLOS DIARIOS	TOTAL CONSUMO DIARIO	PORCENTAJE
URGENCIAS	5.00	57.00	285.00	5.00	1,425.00	12.08%
OBSTETRICIA	6.00	57.00	342.00	3.00	1,026.00	8.69%
LABORATORIO	4.00	57.00	228.00	2.00	456.00	3.86%
HOSPITALIZACION	13.00	57.00	741.00	3.00	2,223.00	18.84%
CONSULTA EXTERNA	8.00	57.00	456.00	6.00	2,736.00	23.19%
ADMINISTRACION	3.00	57.00	171.00	2.00	342.00	2.90%
SERVICIOS GENERALES	2.00	74.60	149.20	10.67	1,592.00	13.49%
ODONTOLOGIA	2.00	333.33	666.67	3.00	2,000.00	16.95%

**CONSUMO MINIMO REQUERIDO PARA DIAS DE NO LLUVIA**

Despues de consultar con varias entidades hospitalarias, se establece lo siguiente:

1. Las areas que requieren agua continua son Urgencias, servicios generales (cocina) y hospitalizacion.
2. Se estima que para que la IPS siga funcionando, se disminuye al maximo el consumo de la siguiente manera:

AREA	No. DE HAB/CAMAS	CONSUMO APARATO	TOTAL CONSUMO	No DE CICLOS DIARIOS	TOTAL CONSUMO DIARIO	PORCENTAJE CONSUMO	PORCENTAJE SERVICIO
URGENCIAS	2.50	57.00	142.50	5.00	712.50	6.04%	50.00%
OBSTETRICIA	0.00	57.00	0.00	3.00	0.00	0.00%	0.00%
LABORATORIO	0.67	57.00	38.00	2.00	76.00	0.64%	16.67%
HOSPITALIZACION	5.42	57.00	308.75	3.00	926.25	7.85%	41.67%
CONSULTA EXTERNA	0.80	57.00	45.60	6.00	273.60	2.32%	10.00%
ADMINISTRACION	1.00	57.00	57.00	2.00	114.00	0.97%	33.33%
SERVICIOS GENERALES	1.33	74.60	99.47	10.00	994.67	8.43%	66.67%
ODONTOLOGIA	0.00	333.33	0.00	3.00	0.00	0.00%	0.00%
<b>TOTAL CONSUMO MINIMO</b>					<b>3,097.02 LTS/DIA</b>		

Se estima un volumen critico mínimo de 3.100 Litros por día para que el Hospital funcione

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*



#### 12.2.4 Análisis de la captación de agua:

Se realiza un análisis probabilístico de la estación 11130010 de UNGUÍA de los registros de lluvia diarios entre los años 2003 – 2014.

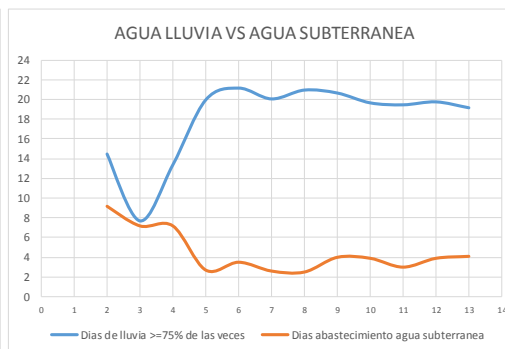
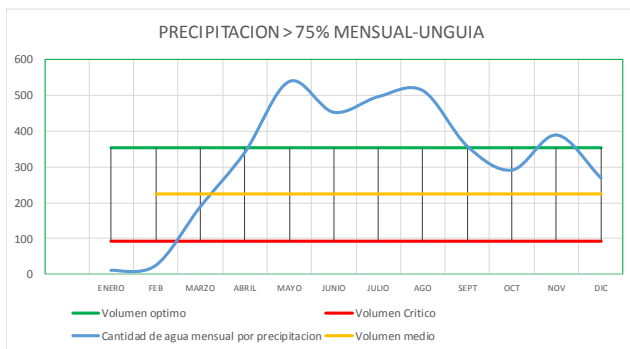
Se establece mes a mes la probabilidad de días de lluvia que supere el 75% de las veces, de igual forma se establece la cantidad de agua por precipitación mes a mes que supere el 75% mediante el análisis probabilístico de distribución normal.

Se grafica la lluvia mayor al 75% de cada mes para establecer los volúmenes captados en cada periodo y se compara con los niveles críticos y óptimos que requiere la clínica para su funcionamiento diario.

Tabla 6 Esquema probabilístico precipitación Unguía

PRECIPITACION MENSUAL 2003-2012 ESTACION 11130010 UNGUIA - CHOCHO												
PRECIPITACION	ENERO	FEB	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
Max precipitacion (2003)	8.00	0.00	105.00	236.00	286.00	328.00	332.00	191.00	175.00	248.00	57.00	204.00
Max precipitacion (2004)	62.00	0.00	14.00	170.00	224.00	239.00	300.00	533.00	181.00	222.00	169.00	117.00
Max precipitacion (2005)	222.00	5.00	145.00	198.00	198.00	221.00	146.00	225.00	167.00	88.00	151.00	117.00
Max precipitacion (2006)	57.00	44.00	73.00	101.00	390.00	187.00	334.00	259.00	149.00	251.00	162.00	68.00
Max precipitacion (2007)	7.50	20.00	41.00	338.00	243.00	119.00	211.00	272.00	194.00	97.00	182.00	395.00
Max precipitacion (2008)	10.00	31.00	35.00	68.00	295.00	221.00	318.00	143.00	112.00	196.00	185.00	172.00
Max precipitacion (2009)	146.00	88.00	79.00	80.00	152.00	502.00	201.40	269.00	107.00	91.00	322.00	91.00
Max precipitacion (2010)	4.00	16.00	211.00	167.00	158.00	302.00	392.00	237.00	172.00	119.00	315.00	337.00
Max precipitacion (2011)	90.00	41.00	187.00	183.00	266.00	186.00	220.00	279.00	112.00	73.00	240.00	57.00
Max precipitacion (2012)	2.00	0.00	1.00	10.00	65.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Max precipitacion (2013)	0.00	7.00	177.00	204.00	223.00	158.00	144.00	192.00	277.00	74.00	105.00	127.00
Max precipitacion (2014)	4.00	57.00	176.00	121.00	90.00	113.00	68.00	161.00	121.00	319.00	212.00	161.00
Promedio precipitacion	51.04mm	25.75mm	103.7mm	156.3mm	215.8mm	214.7mm	222.2mm	230.1mm	147.3mm	148.2mm	175mm	153.8mm
Desviacion estandar (σ)	70.5731	27.5421	73.5815	87.2419	91.0642	125.7966	118.4187	123.0687	66.3409	95.7865	93.9932	113.7780
Probabilidad de lluvia >=75% del la precipitacion mer	3.4mm	7.2mm	54mm	97.5mm	154.4mm	129.8mm	142.3mm	147.1mm	102.5mm	83.6mm	111.6mm	77.1mm
Dias de lluvia >=75% de las veces	14.5dias	7.7dias	13.4dias	20dias	21.2dias	20.1dias	21dias	20.7dias	19.7dias	19.5dias	19.8dias	19.2dias
Dias abastecimiento agua subterranea	9.2dias	7.2dias	7.2dias	2.7dias	3.5dias	2.6dias	2.5dias	4dias	3.9dias	3dias	3.9dias	4.1dias
Cantidad de agua mensual por precipitacion	11.832m3	25.056m3	187.92m3	339.3m3	537.31m3	451.7m3	495.2m3	511.91m3	356.7m3	290.93m3	388.37m3	268.31m3
Volumen optimo	354m3	354m3	354m3	354m3	354m3	354m3	354m3	354m3	354m3	354m3	354m3	354m3
Volumen Critico	93m3	93m3	93m3	93m3	93m3	93m3	93m3	93m3	93m3	93m3	93m3	93m3
Volumen medio	224m3	224m3	224m3	224m3	224m3	224m3	224m3	224m3	224m3	224m3	224m3	224m3

NC (Nivel de confianza) 75.00% Alfa (Nivel de significancia) 25.00% Z Critico -0.67449  
 Area de cubierta 3480m2 Volumen optimo 354m3 Volumen critico 93m3



### 12.2.5 Conclusiones y recomendaciones captación de agua Hospital Local de Unguía

Después de hacer el análisis de la captación de agua de la cubierta mediante el método probabilístico de distribución normal, se concluye lo siguiente

- ❖ Se debe tener un sistema dual entre agua lluvia y agua subterránea.
- ❖ En la gráfica se muestra el funcionamiento del sistema que debe de ser de la siguiente manera:

El sistema trabajara con agua subterránea y agua lluvia como se muestra en la gráfica; el equipo de bombeo de agua subterránea debe estar compuesto de dos bombas que funcionen con el 100% del caudal cada una para evitar que el Hospital sufra deficiencia en el

Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez

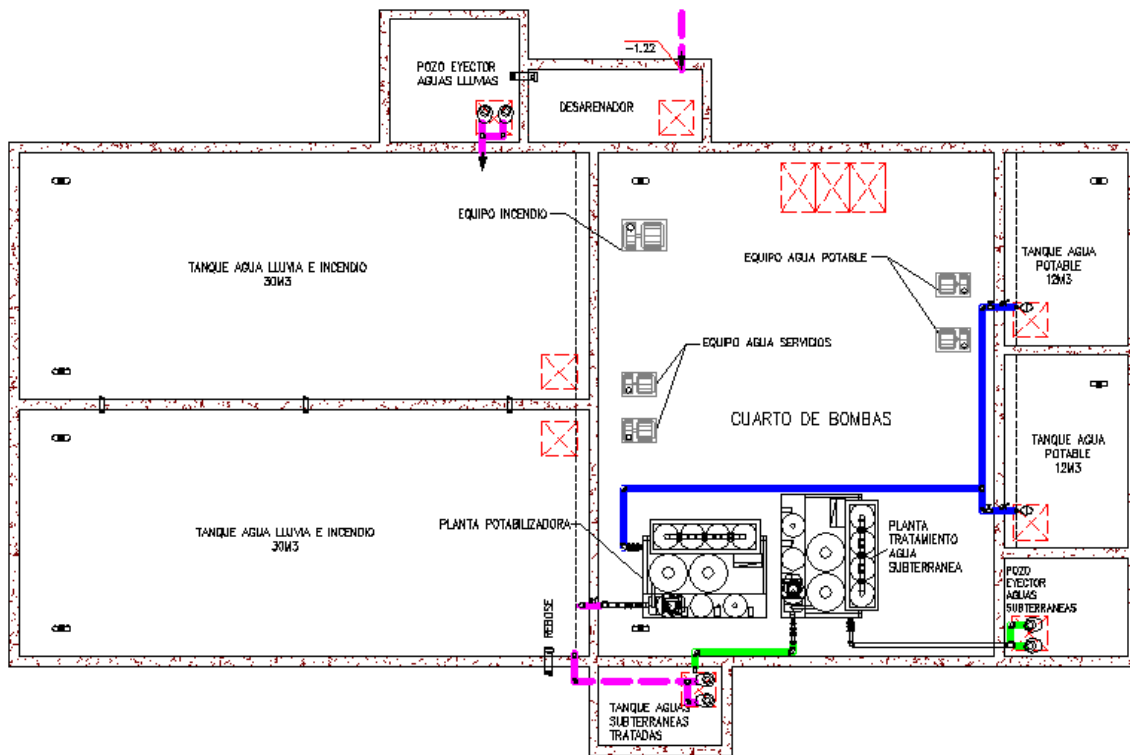
abastecimiento de agua. Las bombas se encenderán en el nivel crítico y se apagaran en el nivel medio esperando los días de lluvia; el procedimiento se dispondrá de igual forma para todos los meses del año.

- ❖ Para reserva de la red contra incendio se estimó un volumen de 22m<sup>3</sup> este volumen se podrá disponer en caso que no haya reserva de agua lluvia y se tenga algún inconveniente con el sistema de bombeo de agua subterránea, para trasladar el agua de incendio al tanque de agua lluvia, se instalara una bomba sumergible y se operara manualmente por el personal de mantenimiento o turno del Hospital.

#### 12.2.6 Descripción del funcionamiento del sistema de agua

- ❖ El sistema de agua consta de una serie de tanques con un volumen total de almacenamiento de 81m<sup>3</sup> para abastecimiento durante 5 días seguidos de no lluvia al nivel óptimo.
- ❖ El agua lluvia captada por la cubierta, es conducida mediante bajantes y colectores a un desarenador donde se decantara el agua y posteriormente pasa a los tanques de recolección de agua cruda que tienen una capacidad de 57m<sup>3</sup> en total. Estos tanques están intercomunicados mediante pases controlados por válvulas para el mantenimiento individual.
- ❖ De los tanques de recolección y reserva, se abastece la planta de potabilización que trata el caudal necesario para el abasto del hospital de manera eficiente.
- ❖ EL agua tratada es bombeada a dos tanques de reserva de agua potable de donde se abastecerá el hospital para los usos consignados en los planos de diseño hidráulico.
- ❖ En el momento que el nivel del agua en los tanques de reserva de agua cruda, baje al nivel crítico (3.100 Litros), las bombas del equipo eyector en el tanque de agua subterránea se encenderán para abastecer el tanque de reserva de agua hasta el nivel medio donde se apagaran, esto con el fin de tener espacio para el día de lluvia; si el hospital requiere más agua, para el abastecimiento óptimo, el personal operativo deberá cambiar el nivel de acuerdo a la necesidad.
- ❖ Después del volumen máximo de reserva, el agua lluvia excedente será conducida mediante reboses al tanque sistema de aguas lluvias de zonas duras.

Ilustración 28 Distribución tanques Hospital Local de Unguía



### 12.2.7 Plantas de potabilización de agua.

Evaluaremos las plantas de potabilización que cumplen con los requisitos necesarios para abastecer la demanda del hospital.

#### 12.2.7.1. Planta de potabilización compacta.

El Hospital requiere un volumen de agua potable diario de 4.720L/D, por lo tanto, se requiere una planta de tratamiento capaz de producir un caudal mínimo de 1.600 litros por hora para trabajar un máximo de 3 horas diarias

#### **Planta Potabilizadora de Agua EKOFUENTE-1600**

La Planta Purificadora de Agua EKOFUENTE 1600 Plus, aparte de ofrecer un agua clarificada, integra 2 módulos potentes para la eliminación de Virus, bacterias, algas, metales pesados, químicos

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*

cancerígenos, reducción de olores y sabores extraños por medio de la Ionización KDF y Radiación UV-C.

**La Ultra-filtración** es la barrera más eficiente para la separación de sólidos en suspensión, virus, bacterias, endotoxinas, proteínas y otros patógenos. Estas Plantas pueden ofrecer un agua altamente clarificada hasta con 0.1 NTU y 99.9% libre de Virus, bacterias, sin sabores ni olores Extraños. Reduce metales pesados (HIERRO, CALCIO, MAGNESIO, MERCURIO y PLOMO) Esta Planta está diseñada bajo parámetros RAS2000, e integra de manera compacta y dimensionada, todos los módulos/procesos de potabilización incluidas en los acueductos convencionales. Estas plantas potabilizadoras de agua son de fácil transporte, instalación rápida, fácil operación, reducido mantenimiento, bajos costos operativos, larga vida útil. (Ver ilustración 33)

Ilustración 29 Planta Potabilizadora de Agua EKO-1600



#### 12.2.7.2. Costos del sistema de potabilización de agua mediante planta compacta.

En el mercado nacional, estas plantas tienen un costo de \$ 35.000.000 millones de pesos aproximadamente, incluye transporte, instalación y puesta en marcha.

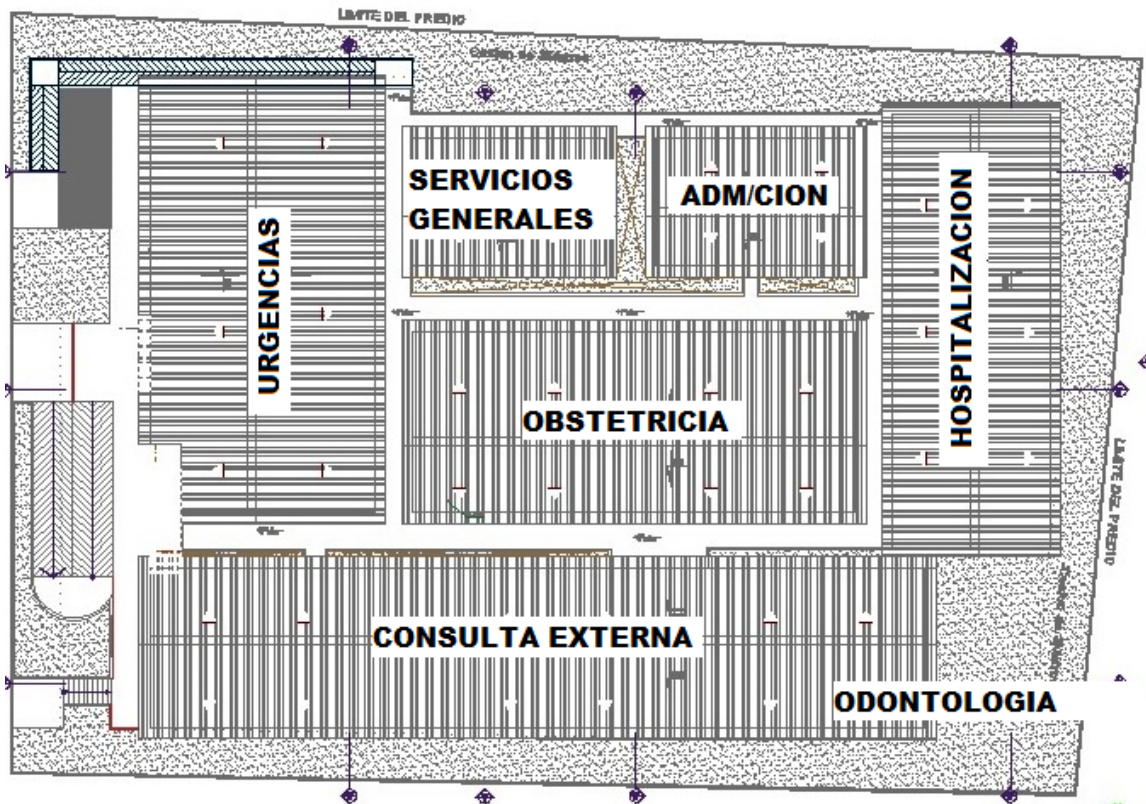
- ❖ Para este tipo de consumo, se escogió en el mercado una planta potabilizadora que cumpla con las exigencias solicitadas de consumo para el Hospital.
- ❖ En el mercado nacional se puede adquirir la planta escogida para este proyecto en un término no superior a 60 días.

#### 12.3 Centro de Salud de Palestina Litoral de San Juan

El proyecto del nuevo Centro de Salud del Corregimiento de Palestina del Municipio del Litoral de San Juan con cabecera municipal en el Corregimiento de Docordo, contempla una edificación desarrollada en un nivel, sobre un relleno de 1.0 m aprox. Se accede por la parte norte al servicio de urgencias. El Hospital está compuesto por los servicios de consulta externa, se articula con el bloque administrativo, en la parte central del lote se ubican los servicios de obstetricia y diagnóstico. Al costado sur del lote se encuentran el servicio de hospitalización, y por el oeste los servicios; la distribución de espacios se puede ver en la planta arquitectónica (Ver ilustración 32).

En cuanto a zonas vehiculares se plantean parqueaderos para ambulancias frente al servicio de Urgencias. (Ver Ilustración 34)

Ilustración 30 Planta Arquitectónica Centro de Salud Palestina



#### 12.3.1 Estudios hidrosanitarios Centro de Salud de Palestina:

La institución no cuenta con servicio de agua potable de servicio público del municipio, se debe contemplar un sistema para potabilizar el agua de la entidad para los procedimientos y consumo humano.

Se prevé la implementación de un sistema de potabilización de agua que supla las necesidades del hospital. El agua que se pretende utilizar para el proyecto proviene del agua lluvia que se retoma de las cubiertas, el agua será conducida a un tanque donde se le realizara tratamiento de sedimentación.

#### Red general suministro de agua:

La entidad contará con un doble sistema para el suministro de agua, se contará con un sistema para la recolección transporte y almacenamiento de agua cruda proveniente del agua lluvia y agua subterránea, la primera línea será para el abastecimiento de sanitarios, orinales y servicio de

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*

jardinería; el segundo sistema se realizara tratamiento de potabilización y se usara para los servicios de lavamanos, duchas, cocina, laboratorios, y procedimientos. Las redes de serán en material convencional (pvc para agua fría y cpvc para agua caliente) se distribuirá de acuerdo al diseño hidráulico proveniente de los tanque de recolección y planta de potabilización hasta las unidades hidráulicas.

#### Red general de aguas negras y patógenas

Estas redes comprenden los desagües de las unidades sanitarias, para ello se instalaran tuberías en materiales convencionales (pvs-s) que captaran el agua de cada unidades sanitaria y será conducida a un pozo séptico. Las aguas negras patógenas se recogerán en tuberías independientes y serán conducidas a un caja especial para el tratamiento de las mismas, de allí se llevaran al pozo séptico de aguas negras

#### Red general de aguas lluvias

El agua lluvia será captada de las cubiertas mediante canales y bajantes que se llevaran a colectores principales y estos al tanque de almacenamiento de agua para finalmente realizar el tratamiento y potabilizar el agua. El agua sobrante del tanque se conectara al sistema de aguas lluvias superficiales.

Las aguas lluvias superficiales de rampas y corredores se recogerán mediante cañuelas y tuberías que serán conducidas posteriormente al caño en el costado sur que posteriormente será conducido al rio Unguía.

#### 12.3.2 Parámetros para la captación de agua

El Centro de Salud requiere un caudal  $Q= 9.000$  L/D, este dato es derivado del diseño hidráulico según las necesidades del mismo (Ver ANEXO 004)



#### 12.3.2.1 Sistemas para la captación de agua:

De acuerdo con las necesidades del centro de salud, se requiere un volumen total de agua de 67m<sup>3</sup> de reserva para cinco días incluyendo la reserva contra incendio según las necesidades del centro de salud.

Se estima construir cuatro tanques para el almacenamiento total del agua de la siguiente manera, dos tanques de 25m<sup>3</sup> cada uno para la reserva de agua cruda que se dispondrá para la reserva contra incendio, tratamiento de agua potable y reserva para el agua no potable. Se construirán dos tanques para el almacenamiento de agua potable cada uno de 9m<sup>3</sup> cada uno.

Para determinar la cantidad de agua que se puede aprovechar del agua lluvia captada por la cubierta de la edificación, se toman los datos de la estación 54090010 de PALESTINA correspondientes a los valores medios mensuales en 24 horas

Para estimar el volumen diario de agua que se requiere, se tienen las siguientes consideraciones:

Tabla 7 Consumos agua Centro de Salud de Palestina

**CONSUMO BASICO DE AGUA POTABLE CENTRO DE SALUD DE PALESTINA**

**CONSUMO TOTAL DIAR 9,000.00 LTS/DIA**

USO DE AGUA	%	LITROS
URGENCIAS	15.83%	1,425.00
OBSTETRICIA	8.52%	767.22
HOSPITALIZACION	19.00%	1,710.00
CONSULTA EXTERNA	15.20%	1,368.00
ADMINISTRACION	3.80%	342.00
SERVICIOS GENERALES	26.53%	2,388.00
ODONTOLOGIA	11.11%	1,000.00

PROMEDIO MENSUAL DE PRECIPITAC 185.494mm  
 PROMEDIO DIARIO DE PRECIPITACIO 5.05417mm  
 AREA TOTAL DE CUBIERTA 2560m2  
 PROMEDIO DIARIO DE AGUA LLUVIA 12.93867m3

NUMERO DE DIAS CRITICOS SIN LLUV 5.00

<b>TOTAL CONSUMO AGUA</b>	<b>100.00%</b>	<b>9,000</b>
---------------------------	----------------	--------------

**CALCULO DE CONSUMO POR AREA**

AREA	No. DE HAB/CAMAS	CONSUMO APARATO	TOTAL CONSUMO	No DE CICLOS DIARIOS	TOTAL CONSUMO DIARIO	PORCENTAJE
URGENCIAS	5.00	57.00	285.00	5.00	1,425.00	15.83%
OBSTETRICIA	4.00	57.00	228.00	3.37	767.22	8.52%
HOSPITALIZACION	10.00	57.00	570.00	3.00	1,710.00	19.00%
CONSULTA EXTERNA	4.00	57.00	228.00	6.00	1,368.00	15.20%
ADMINISTRACION	3.00	57.00	171.00	2.00	342.00	3.80%
SERVICIOS GENERALES	3.00	74.60	223.80	10.67	2,388.00	26.53%
ODONTOLOGIA	1.00	333.33	333.33	3.00	1,000.00	11.11%

**CONSUMO MINIMO REQUERIDO PARA DIAS DE NO LLUVIA**

Despues de consultar con varias entidades hospitalarias, se establece lo siguiente:

1. Las areas que requieren agua continua son Urgencias, servicios generales (cocina) y hospitalizacion.
2. Se estima que para que la IPS siga funcionando, se disminuye al maximo el consumo de la siguiente manera:

AREA	No. DE HAB/CAMAS	CONSUMO APARATO	TOTAL CONSUMO	No DE CICLOS DIARIOS	TOTAL CONSUMO DIARIO	PORCENTAJE CONSUMO	PORCENTAJE SERVICIO
URGENCIAS	2.50	57.00	142.50	5.00	712.50	7.92%	50.00%
OBSTETRICIA	1.00	57.00	57.00	3.00	171.00	1.90%	25.00%
HOSPITALIZACION	5.00	57.00	285.00	3.00	855.00	9.50%	50.00%
CONSULTA EXTERNA	1.00	57.00	57.00	6.00	342.00	3.80%	25.00%
ADMINISTRACION	0.99	57.00	56.43	2.00	112.86	1.25%	33.00%
SERVICIOS GENERALES	0.75	74.60	55.95	10.00	559.50	6.22%	25.00%
ODONTOLOGIA	0.00	333.33	0.00	3.00	0.00	0.00%	0.00%
<b>TOTAL CONSUMO MINIMO</b>					<b>2,752.86 LTS/DIA</b>		

Se estima un volumen critico mínimo de 2.753 Litros por día para que el Centro de Salud funcione a la mínima capacidad.

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*

### 12.3.3 Análisis de la captación de agua:

Se realiza un análisis probabilístico de la estación 54090010 de PALESTINA de los registros de lluvia diarios entre los años 2000 – 2013.

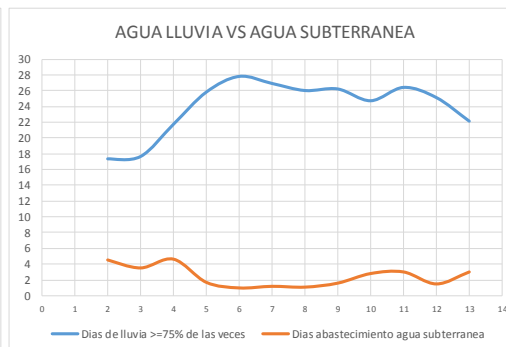
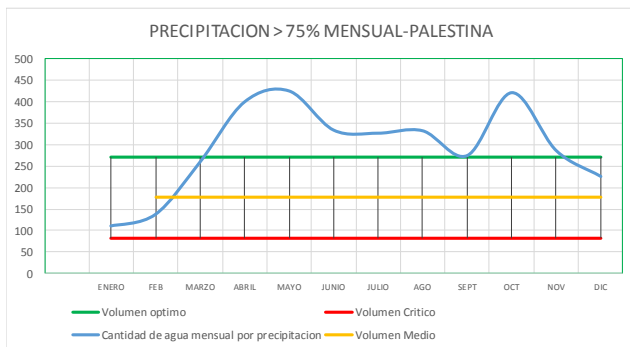
Se establece mes a mes la probabilidad de días de lluvia que supere el 75% de las veces, de igual forma se establece la cantidad de agua por precipitación mes a mes que supere el 75% mediante el análisis probabilístico de distribución normal.

Se grafica la lluvia mayor al 75% de cada mes para establecer los volúmenes captados en cada periodo y se compara con los niveles críticos y óptimos que requiere la clínica para su funcionamiento diario.

Tabla 8 Esquema probabilístico precipitación Palestina

PRECIPITACION MENSUAL 2000-2013 ESTACION 54090010 PALESTINA-LITORAL DE SANJUAN - CHOCO												
PRECIPITACION	ENERO	FEB	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC
Max precipitación (2000)	82.00	95.00	138.00	213.00	311.00	257.00	238.00	275.00	174.00	233.00	105.00	163.00
Max precipitación (2001)	22.00	113.00	207.00	210.00	226.00	223.00	185.00	177.00	187.00	207.00	199.00	125.00
Max precipitación (2002)	70.00	20.00	107.00	177.00	217.00	182.00	240.00	146.00	128.00	184.00	107.00	116.00
Max precipitación (2003)	57.00	51.00	135.00	181.00	274.00	204.00	205.00	332.00	155.00	261.00	109.00	104.00
Max precipitación (2004)	47.00	89.00	65.00	244.00	238.00	179.00	167.00	299.00	162.00	212.00	210.00	100.00
Max precipitación (2005)	47.00	96.00	183.00	254.00	377.00	167.00	190.00	197.00	232.00	259.00	280.00	114.00
Max precipitación (2006)	90.00	83.00	166.00	347.00	214.00	158.00	191.00	246.00	217.00	274.00	291.00	116.00
Max precipitación (2007)	87.00	110.00	226.00	235.00	154.00	138.00	134.00	146.00	110.00	288.00	226.00	182.00
Max precipitación (2008)	84.00	71.00	208.00	219.00	243.00	184.00	158.00	234.00	110.00	176.00	290.00	173.00
Max precipitación (2009)	105.00	92.00	153.00	258.00	291.00	219.00	146.00	192.00	233.00	194.00	147.00	98.00
Max precipitación (2010)	59.00	140.00	214.00	316.00	235.00	245.00	218.00	209.00	227.00	270.00	301.00	201.00
Max precipitación (2011)	115.00	202.00	223.00	358.00	345.00	242.00	168.00	216.00	202.00	315.00	207.00	146.00
Max precipitación (2012)	85.00	88.00	115.00	206.00	215.00	161.00	193.00	117.00	134.00	294.00	118.00	122.00
Max precipitación (2013)	61.00	231.00	139.00	156.00	200.00	143.00	157.00	137.00	101.00	202.00	124.00	129.00
Promedio precipitación	72.21mm	105.8mm	162.8mm	241mm	252.9mm	193mm	185mm	208.8mm	169.4mm	240.6mm	193.9mm	134.9mm
Desviacion estandar (σ)	25.0666	54.9590	49.3561	61.6616	60.3437	38.9734	32.4583	63.6519	47.9627	45.0736	75.7241	32.7425
Probabilidad de lluvia >=75% de la precipitación mer	55.3mm	68.7mm	129.5mm	199.4mm	212.2mm	166.7mm	163.1mm	165.9mm	137.1mm	210.2mm	142.8mm	112.8mm
Dias de lluvia >=75% de las veces	17.3dias	17.6dias	21.7dias	25.8dias	27.8dias	26.9dias	26dias	26.2dias	24.7dias	26.4dias	25.1dias	22.1dias
Dias abastecimiento agua subterranea	4.5dias	3.5dias	4.6dias	1.7dias	1dias	1.2dias	1.1dias	1.6dias	2.8dias	3dias	1.5dias	3dias
Cantidad de agua mensual por precipitación	110.88m3	137.74m3	259.65m3	399.8m3	425.46m3	334.23m3	327.02m3	332.63m3	274.89m3	421.45m3	286.31m3	226.16m3
Volumen optimo	270m3	270m3	270m3	270m3	270m3	270m3	270m3	270m3	270m3	270m3	270m3	270m3
Volumen Medio	177m3	177m3	177m3	177m3	177m3	177m3	177m3	177m3	177m3	177m3	177m3	177m3
Volumen Critico	83m3	83m3	83m3	83m3	83m3	83m3	83m3	83m3	83m3	83m3	83m3	83m3

NC (Nivel de confianza) 75.00% Alfa (Nivel de significancia) 25.00% Z Critico -0.67449  
 Area de cubierta 2005m2 Volumen optimo 270m3 Volumen critico 83m3



### 12.3.4 Conclusiones y recomendaciones captación de agua Centro de Salud de Palestina

Después de hacer el análisis de la captación de agua de la cubierta mediante el método probabilístico de distribución normal, se concluye lo siguiente

- ❖ Se debe tener un sistema dual entre agua lluvia y agua subterránea.
- ❖ En la gráfica se muestra el funcionamiento del sistema que debe de ser de la siguiente manera:

El sistema trabajara con agua subterránea y agua lluvia como se muestra en la gráfica; el equipo de bombeo de agua subterránea debe estar compuesto de dos bombas que funcionen

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*

con el 100% del caudal cada una para evitar que el Hospital sufra deficiencia en el abastecimiento de agua. Las bombas se encenderán en el nivel crítico y se apagaran en el nivel medio esperando los días de lluvia; el procedimiento se dispondrá de igual forma para todos los meses del año.

- ❖ Para reserva de la red contra incendio se estimó un volumen de 22m<sup>3</sup> este volumen se podrá disponer en caso que no haya reserva de agua lluvia y se tenga algún inconveniente con el sistema de bombeo de agua subterránea, para trasladar el agua de incendio al tanque de agua lluvia, se instalara una bomba sumergible y se operara manualmente por el personal de mantenimiento o turno del Centro de Salud.
- ❖ El esquema se puede observar que en la mayor parte del año, el sistema será abastecido por el agua lluvia con excepción de los meses de enero y febrero donde se requiere un mayor trabajo de las bombas eyectoras para el suministro de agua subterránea

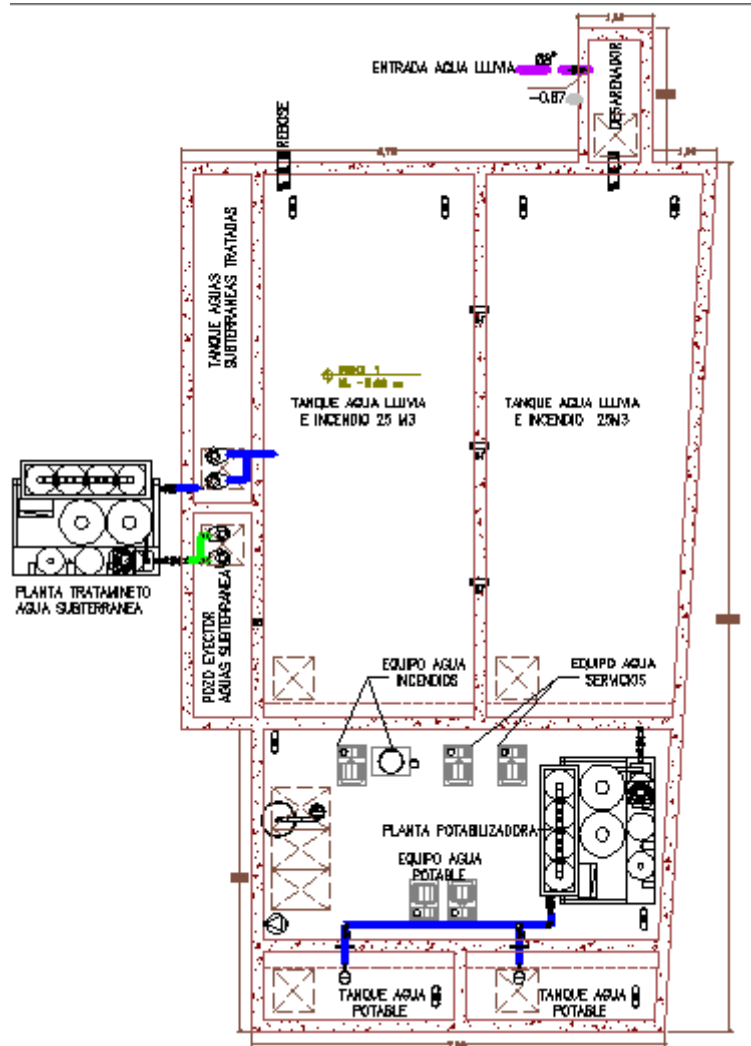
#### 12.3.5 Descripción del funcionamiento del sistema de agua

- ❖ El sistema de agua consta de una serie de tanques con un volumen total de almacenamiento de 67m<sup>3</sup> para abastecimiento durante 5 días seguidos de no lluvia al nivel óptimo.
- ❖ El agua lluvia captada por la cubierta, es conducida mediante bajantes y colectores a un desarenador donde se decantara el agua y posteriormente pasa a los tanques de recolección de agua cruda que tienen una capacidad de 50m<sup>3</sup> en total. Estos tanques están intercomunicados mediante pases controlados por válvulas para el mantenimiento individual.
- ❖ De los tanques de recolección y reserva, se abastece la planta de potabilización que trata el caudal necesario para el abasto del hospital de manera eficiente.
- ❖ EL agua tratada es bombeada a dos tanques de reserva de agua potable de donde se abastecerá el hospital para los usos consignados en los planos de diseño hidráulico.
- ❖ En el momento que el nivel del agua en los tanques de reserva de agua cruda, baje al nivel crítico (2.753 Litros), las bombas del equipo eyector en el tanque de agua subterránea se encenderán para abastecer el tanque de reserva de agua hasta el nivel medio donde se apagaran, esto con el fin de tener espacio para el día de lluvia; si el hospital requiere más

agua, para el abastecimiento óptimo, el personal operativo deberá cambiar el nivel de acuerdo a la necesidad.

- ❖ Después del volumen máximo de reserva, el agua lluvia excedente será conducida mediante reboses al tanque sistema de aguas lluvias de zonas duras.

Ilustración 31 Distribución tanques de agua Palestina



### 12.3.6 Plantas de potabilización de agua.

Evaluaremos las plantas de potabilización que cumplen con los requisitos necesarios para abastecer la demanda del hospital.

#### 12.3.6.1. Planta de potabilización compacta.

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*

El Hospital requiere un volumen de agua potable diario de 3.600L/D, por lo tanto, se requiere una planta de tratamiento capaz de producir un caudal mínimo de 1.000 litros por hora para trabajar un máximo 3 horas diarias

#### **Planta Potabilizadora de Agua EPF-14**

Unidad Compacta para Potabilización de Agua, Produce 1.000 litros de agua potable por hora, tiene un bajo consumo eléctrico y requiere solo una mínima cantidad de insumos químicos. Esta Planta Potabilizadora de Agua está diseñada bajo parámetros de la normatividad RAS2000, Cumpliendo y garantizando la calidad del agua tratada para el consumo humano establecidos en el Decreto No. 1575 de 2007 –Ministerio de Protección Social.

**Características:** Bajo Peso, Livianas, De fácil transporte e instalación.

**Aplicaciones:** Campamentos, Municipios, Conjuntos cerrados.. (Ver ilustración 34)

Ilustración 32 Planta Potabilizadora de Agua EPF-14



#### 12.3.6.2. Costos del sistema de potabilización de agua mediante planta compacta.

En el mercado nacional, estas plantas tienen un costo de \$ 30.000.000 millones de pesos aproximadamente, incluye transporte, instalación y puesta en marcha.

- ❖ Para este tipo de consumo, se escogió en el mercado una planta potabilizadora que cumpla con las exigencias solicitadas de consumo para el Centro de Salud.
- ❖ En el mercado nacional se puede adquirir la planta escogida para este proyecto en un término no superior a 60 días.

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*



## ANEXOS

### ANEXO 001: DISEÑO HIDRÁULICO HOSPITAL LOCAL DE RIOSUCIO

#### CENTRO DE SALUD RIOSUCIO CHOCO INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO MEMORIAS DE CALCULO

##### 1. PARAMETROS DE DISEÑO RED HIDRAULICA Y SANITARIA - Página 1

###### A. CALCULO DE CAUDALES

PARA LA ESTIMACION DEL CAUDAL MAXIMO PROBABLE DE SUMINISTRO QUE SE PUEDA PRESENTAR EN LA INSTALACION SE EMPLEAN LAS UNIDADES DE HUNTER.

###### B. PERDIDAS POR FRICCION EN LA TUBERIA

ESTAS PERDIDAS SE EVALUAN SIGUIENDO LOS CRITERIOS EXPRESADOS EN LA FORMULA DE HAZEN WILLIAMS.

$$J = [ Q / ( 278.5 \times C \times D ^ { 2.63 } ) ] ^ { 1.85}$$

J = PERDIDA UNITARIA POR FRICCION EN M / KM

Q = CAUDAL LTS/SEG

C = COEFICIENTE DE RUGOSIDAD, SU VALOR ESTA EN FUNCION DEL MATERIAL A UTILIZAR.

C = 100 PARA TUBERIAS DE ACERO GALVANIZADO

C = 140 PARA TUBERIAS DE COBRE Y CEMENTO

C = 150 PARA TUBERIAS DE P.V.C.

D = DIAMETRO DE LA TUBERIA EN METROS

###### C. PRESION EN LA RED

LA PRESION EN CUALQUIER PUNTO DE LA RED SE CALCULA CON LA ECUACION DE LA ENERGIA, FORMULA DE BERNOULLI.

$$Z_1 + P_1/\rho + V_1^2/2g = Z_2 + P_2/\rho + V_2^2/2g + hf_1 - 2$$

**CENTRO DE SALUD RIOSUCIO CHOCHO**  
**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO**  
**MEMORIAS DE CALCULO**

1. PARAMETROS DE DISEÑO RED HIDRAULICA Y SANITARIA - Página 2

P1/8 = PRESION EN EL PUNTO INICIAL

$$hf1 -2 = J \times L1 -2$$

L1 -2 = Longitud tubería + Longitud equivalente por accesorios

D. TUBERIAS DE DESAGUES

LA CAPACIDAD DE ESTAS TUBERIAS SE CALCULA MEDIANTE LA FORMULA DE MANNING

$$V [ M / SG ] = R^{(2/3)} \times S^{(1/2)} \times 1/N$$

CON LOS SIGUIENTES VALORES DE N

N = 0.010 PARA TUBERIAS DE P.V.C.

N = 0.013 PARA TUBERIAS CONCRETO REFORZADO PREFABRICADA

N = 0.014 PARA TUBERIAS DE GRES O CONCRETO SIMPLE

E. CAUDAL AGUAS LLUVIAS

SE CALCULA UTILIZANDO LA FORMULA RACIONAL

$$Q = C \times I \times A$$

Q = CAUDAL [ LTS / SG ]

C = ESTA EN FUNCION DE LAS CARACTERISTICAS DEL AREA DRENADA

CON LOS SIGUIENTES VALORES DE C

C = 0,75 PARA CUBIERTAS PLANAS EN CONCRETO

C = 0,6 PARA ZONAS IMPERMEABLES

C = 0 PARA ZONAS PERMEABLES

$$I = 100 \text{ mm/hora}$$

F. CRITERIOS DE DISEÑO RED HIDRAULICA

PRESION MINIMA : LA PRESION MINIMA EN CUALQUIER PUNTO HIDRAULICO SERA DE 10 METROS COLUMNA DE AGUA ( 14,22 PSI ).

**CENTRO DE SALUD RIOSUCIO CHOCO**  
**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO**  
**MEMORIAS DE CALCULO**

1. PARAMETROS DE DISEÑO RED HIDRAULICA Y SANITARIA - Página 3

PRESION MAXIMA : LA PRESION MAXIMA EN CUALQUIER PUNTO HIDRAULICO NO DEBERÁ EXCEDER DE 45 METROS COLUMNA DE AGUA ( 65 PSI ).

VELOCIDAD MAXIMA : PARA LA RED DE SUMINISTRO LA VELOCIDAD MAXIMA PERMITADA SERA DE 2 MTS/SEG.

VELOCIDAD MINIMA : PARA LAS REDES DE SUMINISTRO Y DESAGUES LA VELOCIDAD MINIMA SERA DE 0.60 MTS/SEG.

NORMAS UTILIZADAS : INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS " ICONTEC "

**CENTRO DE SALUD RIOSUCIO CHOCO**  
**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO**  
**MEMORIAS DE CALCULO**

2. PARAMETROS DE DISEÑO RED CONTRA INCENDIO - Página 1

A. GENERALIDADES

El Centro de Salud de Ríosucio se encuentra ubicado en la parte norte del Departamento del Choco, en la subregión chocoana conocida como el Urabá. Esta edificación está destinada al funcionamiento institucional. La edificación consta en su mayoría de 1 piso, con una altura total hasta cielo raso de 3,0 metros aproximadamente medida a partir del nivel de piso. Tiene un 2 piso en la vivienda medicos.

En el presente documento se establecen los criterios de protección contra incendios de conformidad con las exigencias de la norma NSR-10 (reglamento colombiano de construcción sismo resistente) basados en la normatividad NFPA, para establecer los niveles de seguridad contra incendio para todas las áreas en la edificación.

B. ALCANCE

El presente informe corresponde al cálculo del equipo de presión y las redes contra incendio para gabinetes y sistema de rociadores automáticos.

Este diseño no incluye los análisis de evacuación, ni detección, alarma ni conexiones eléctricas de los equipos de bombeo. No incluye análisis de evacuación de humos ni estudio de confinamiento.

C. BASES NORMATIVAS

La base conceptual para el diseño de los sistemas de protección contra incendio serán las normas NFPA (National Fire Protection Association) específicamente los estándares:

- NFPA 13 – Instalación de Sistemas de rociadores Automáticos.
- NFPA 14 – Sistemas de conexión para mangueras contra incendio
- NFPA 20 – Bombas contra incendio

D. CLASIFICACION DEL RIESGO

En la norma NSR-10 Título J capítulo J-4.3.4 se clasifica las zonas de ocupación de salud como Grupo de ocupación I “Institucional”. En el apartado J.4.3.4.1 se especifica que “Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación I debe estar protegida con un sistema de rociadores automáticos de acuerdo con la última versión del código y de la norma NFPA 13.”

De acuerdo a lo establecido en la norma NFPA 13/2010 capítulo 5, el Centro de Salud se clasifica en los siguientes riesgos:

**CENTRO DE SALUD RIOSUCIO CHOCO**  
**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO**  
**MEMORIAS DE CALCULO**

2. PARAMETROS DE DISEÑO RED CONTRA INCENDIO - Página 2

AREA	CLASIFICACION NFPA	TIPO DE PROTECCION
Urgencias, Obstetricia, Hospitalización, administración, Consulta Externa.	Riesgo leve	Se implementara un sistema de rociadores K=5.6 QR en todas las áreas, protección de gabinete tipo II (conexión y válvula 1 ½").

Se diseña un sistema del tipo automático-húmedo, con los siguientes elementos:

- Tanque de reserva tiempo de autonomía 30 minutos.
- Equipo de bombeo
- Redes de distribución
- Gabinetes para Mangueras
- Conexión para Bomberos (siamesa)
- Rociadores automáticos

**E. ABASTECIMIENTO DE AGUA**

Para la reserva de agua, se construirán dos tanques según se indica en los planos de diseño. El volumen de cada tanque contendrá la reserva de agua servicios para un día es decir, tendrá la capacidad de almacenamiento de agua para sanitarios y orinales requerido por la institución, y la totalidad de reserva contra incendio. Además el sistema dispondrá de siamesa de entrada conectada a la red principal. Para la reserva de agua potable se contara con dos tanques cada uno con la reserva para un un día. (Ver hoja de cálculo No. 3 de las memorias de calculo).

**F. SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMATICOS**

El sistema de rociadores automáticos diseñados para el centro de salud es un sistema de tubería húmeda, es decir, la tubería estará siempre llena de agua y presurizada para la extinción automática del incendio.

De acuerdo con NFPA 13 y los criterios de diseño indicados anteriormente, se diseñó un sistema de rociadores para riesgo leve (5.2 NFPA 13), con una densidad de aplicación de 0,1 gpm/ft<sup>2</sup>, sobre un área inicial de diseño de 1500 ft<sup>2</sup>. a la que se aplico reducción del 40% por uso de rociadores tipo QR según (NFPA 13/2010 Figura 11.2.3.2.3.1); siendo el área final de diseño de 900 ft<sup>2</sup>.

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*

**CENTRO DE SALUD RIOSUCIO CHOCO**  
**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO**  
**MEMORIAS DE CALCULO**

2. PARAMETROS DE DISEÑO RED CONTRA INCENDIO - Página 3

Se propone el empleo de rociadores  $k=5.6$  de respuesta rápida con sensibilidad térmica ordinaria, tipo pendent para la edificación.

Los sistemas de rociadores estarán alimentados de la tubería de red general en  $\varnothing 4"$ . Luego de empatar a la red general se instalará una estación de control y drenaje compuesto de:

- Una válvula mariposa de 4"
- Una válvula cheque 4"
- Un sensor de flujo tipo paleta
- Una válvula de drenaje 1 1/2"
- Un manómetro 0 – 300 psi

G. SISTEMA DE GABINETES

El caudal adicional en mangueras solicitado por el diseño de rociadores automáticos, tal como lo indica NFPA 13, será suplido por la red general, está diseñado como un sistema de mangueras tipo II (válvula de 1 1/2") de acuerdo con los criterios establecidos por NFPA 14, el sistema de gabinetes estará en capacidad de suministrar 100 gpm a una presión no menor de 65 psi, medidos en la conexión de mangueras hidráulicamente más desfavorable.

El diseño del sistema está compuesto por una tubería vertical de la cual se derivan directamente gabinetes con conexiones de manguera de 1 1/2", los gabinetes contra incendio serán en lámina negra cold rolled Cal. 20 de 77x77x22x (alto-ancho-fondo) de incrustar terminado en pintura base anticorrosiva roja con cerradura de llave maestra. En su interior tendrá los siguientes aditamentos.

- Válvula angular tipo globo en bronce de 1 1/2 " x 1 1/2" NPT x NH (Hembra-macho).
- Soporte tipo canastilla para manguera gabinetera, fabricado en lámina cold rolled terminado en pintura electrostática roja.
- Tramo de manguera de 1 1/2" x 100 pies (30mts) acoplada, compuesta de un tejido exterior 100% poliéster y un tubo interior de poliuretano. Presión de servicio de 150psi, presión de prueba 300psi, presión de rotura 450psi. Debe cumplir norma de fabricación y mantenimiento NFPA 1961 y 1962.
- Boquilla de chorro y niebla de 1 1/2" en policarbonato.
- Hacha pico de 4 1/2 libras en acero terminado en pintura electrostática roja, cabo cuerpo en madera terminado en laca catalizada.
- Llave Spanner dos servicios, fabricada en hierro y terminada en pintura electrostática aluminio.
- Extintor de polvo químico seco ABC de 10 libras de capacidad, presurizado con Nitrógeno, válvula de descarga en bronce con manguera y manómetro de control.

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*

**CENTRO DE SALUD RIOSUCIO CHOCO**  
**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO**  
**MEMORIAS DE CALCULO**

2. PARAMETROS DE DISEÑO RED CONTRA INCENDIO - Página 3

Se propone el empleo de rociadores  $k=5.6$  de respuesta rápida con sensibilidad térmica ordinaria, tipo pendent para la edificación.

Los sistemas de rociadores estarán alimentados de la tubería de red general en  $\varnothing 4"$ . Luego de empatar a la red general se instalará una estación de control y drenaje compuesto de:

- Una válvula mariposa de 4"
- Una válvula cheque 4"
- Un sensor de flujo tipo paleta
- Una válvula de drenaje 1 1/2"
- Un manómetro 0 – 300 psi

G. SISTEMA DE GABINETES

El caudal adicional en mangueras solicitado por el diseño de rociadores automáticos, tal como lo indica NFPA 13, será suplido por la red general, está diseñado como un sistema de mangueras tipo II (válvula de 1 1/2") de acuerdo con los criterios establecidos por NFPA 14, el sistema de gabinetes estará en capacidad de suministrar 100 gpm a una presión no menor de 65 psi, medidos en la conexión de mangueras hidráulicamente más desfavorable.

El diseño del sistema está compuesto por una tubería vertical de la cual se derivan directamente gabinetes con conexiones de manguera de 1 1/2", los gabinetes contra incendio serán en lámina negra cold rolled Cal. 20 de 77x77x22x (alto-ancho-fondo) de incrustar terminado en pintura base anticorrosiva roja con cerradura de llave maestra. En su interior tendrá los siguientes aditamentos.

- Válvula angular tipo globo en bronce de 1 1/2 " x 1 1/2" NPT x NH (Hembra-macho).
- Soporte tipo canastilla para manguera gabinetera, fabricado en lámina cold rolled terminado en pintura electrostática roja.
- Tramo de manguera de 1 1/2" x 100 pies (30mts) acoplada, compuesta de un tejido exterior 100% poliéster y un tubo interior de poliuretano. Presión de servicio de 150psi, presión de prueba 300psi, presión de rotura 450psi. Debe cumplir norma de fabricación y mantenimiento NFPA 1961 y 1962.
- Boquilla de chorro y niebla de 1 1/2" en policarbonato.
- Hacha pico de 4 1/2 libras en acero terminado en pintura electrostática roja, cabo cuerpo en madera terminado en laca catalizada.
- Llave Spanner dos servicios, fabricada en hierro y terminada en pintura electrostática aluminio.
- Extintor de polvo químico seco ABC de 10 libras de capacidad, presurizado con Nitrógeno, válvula de descarga en bronce con manguera y manómetro de control.

**CENTRO DE SALUD RIOSUCIO CHOCHO**  
**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO**  
**MEMORIAS DE CALCULO**

3. CALCULO RESERVA DE AGUA

A. RESERVA DE AGUA POTABLE

NUMERO DE CAMAS =	24		
CONSUMO POR CAMA =	600	LTS/CAMA/DIA	
NUMERO DE CONSULTORIOS =	6		
CONSUMO POR CONSULTORIO =	500	LTS/CONSULTORIO/DIA	
NUMERO DE UN. ODONTOLOGICA =	2		
CONSUMO POR UN. ODONTOLOGICA =	1.000	LTS/ODONTOLOGIA/DIA	
CONSUMO TOTAL DIARIO =	19.400	LTS/DIA	
DIAS DE RESERVA =	5	DIAS	
RESERVA TOTAL =	97.000	LTS =	97,0 M3
RESERVA AGUA SERVICIOS PARA 60%	58.200	LTS =	58,2 M3
RESERVA AGUA POTABLE PARA 40%	38.800	LTS =	38,8 M3

B. RESERVA SISTEMA DE ROCIADORES PARA RIESGO LEVE

DENSIDAD DE DISEÑO (D) =	0,1	GPM/ft2
AREA DE DISEÑO (AD) (VEASE PAGINA 11) =	900	ft2
TIEMPO DE AUTONOMIA (t) =	30	MIN
RESERVA CONTRA INCENDIO GABINETES TIPO II =	100	GPM
- CAUDAL NECESARIO $Q=D*AD +$	190	GPM
RESERVA CONTRA INCENDIO = $Q*$	5.700	GAL = 22 M3

C. VOLUMEN DE DISEÑO TANQUES

SE CONSTRUIRAN CUATRO TANQUES. DOS CONTENDRAN LA RESERVA DE AGUA SERVICIOS PARA DOS DÍAS Y MEDIO Y LA TOTALIDAD DE LA RESERVA CONTRA INCENDIOS. LOS OTROS DOS TANQUES PARA LA RESERVA DE DOS DÍAS Y MEDIO DE AGUA POTABLE CADA UNO.

VOLUMEN TANQUE DE AGUA CONTRA INCENDIO =	22,0	M3
RESERVA AGUA SERVICIOS PARA DOS DIAS Y MEDIO =	23,0	M3
RESERVA TOTAL AGUA SERVICIOS E INCENDIO =	45,0	M3
RESERVA TOTAL AGUA POTABLE PARA DOS DIAS Y	16,0	M3

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*



**CENTRO DE SALUD RIOSUCIO CHOCO**  
**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO**  
**MEMORIAS DE CALCULO**

4. CALCULO DE ACOMETIDA

LA ACOMETIDA ES LA DERIVACION QUE SE HACE DESDE LA RED DEL ACUEDUCTO, HASTA EL TANQUE DE RESERVA DE AGUA POTABLE.

VOLUMEN RESERVA AGUA POTABLE PARA UN DIA =		7.760	LTS/DIA
TIEMPO TOTAL DE LLENADO =	3,3	HR	11.880 SEG
CAUDAL = V/T =	0,65	LTS/SEG	
PRESION DISPONIBLE ACUEDUCTO =	5,0	MTS	
LONGITUD ACOMETIDA =	25	MTS	
J =	$Hd / (1.5 * L.A.)$		
J =	0,13 M/M		
Ø =	$( Q / 280 * C * J ^ 0.54 ) ^ 0.38$		
C =	150 P.V.C.		
Ø =	0,023	MTS	= 0,89 PULG
DIAMETRO REAL DE DISEÑO PARA TUBERIA Ø =	1	PULG	
VELOCIDAD = Q/A =		1,29	MTS/SEG
J REAL =	$[ Q / ( 278.5 * C * D ^ 2.63 ) ] ^ 1.85$		
J REAL =	0,074 M/M		
PERDIDAS ACOMETIDA = J REAL x LONGITUD =		1,9	MTS

**CENTRO DE SALUD RIOSUCIO CHOCHO**  
**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRAINCENDIO**  
**MEMORIAS DE CALCULO**

**5. PERDIDAS POR FRICCION EN RED DE AGUA FRIA POTABLE**

TRAMO	UNIDADES	CAUDAL LTS/SEG	DIAMETRO	VELOCIDAD	LONGITUD			PERDIDA	PERDIDA	PRESION FINAL
	HUNTER		PULG	MTS/SEG	TUBERIA	ACCESORIOS	TOTAL	UNITARIA M/M	TOTAL MTS	EN EXTREMO MTS
SE TOMO COMO PUNTO CRITICO LA DUCHA DE MECANOTERAPIA - CONSULTA EXTERNA										
PRESION EN PUNTO CRITICO										15,00
1 - 2 +	2,00	0,18	1/2	1,46	1,80	0,48	2,28	0,209	0,48	17,28
2 - 3	2,00	0,18	1/2	1,46	6,25	3,79	10,04	0,209	2,10	19,38
3 - 4	9,00	0,52	3/4	1,82	7,29	5,00	12,29	0,196	2,41	21,79
4 - 5	12,00	0,63	1	1,25	8,88	3,60	12,48	0,070	0,87	22,66
5 - 6	14,00	0,70	1	1,38	1,72	1,80	3,52	0,085	0,30	22,95
6 - 7	62,00	1,94	2	0,96	7,65	19,00	26,65	0,019	0,51	23,46
7 - 8	66,00	2,03	2	1,00	4,54	7,60	12,14	0,021	0,25	23,71
8 - 9	76,00	2,23	2	1,10	8,37	11,75	20,12	0,025	0,50	24,21
9 - 10	101,00	2,71	2	1,34	5,89	3,80	9,69	0,035	0,34	24,56
10 - 11	131,00	3,24	2	1,60	13,15	11,40	24,55	0,049	1,21	25,77
11 - 12	162,00	3,75	2	1,85	6,50	3,80	10,30	0,065	0,67	26,43
12 - 13	168,00	3,85	2 1/2	1,21	13,36	13,80	27,16	0,023	0,62	27,05
13 - 14	174,00	3,94	2 1/2	1,24	11,58	18,40	29,98	0,024	0,72	27,77
14 - 15	216,00	4,57	2 1/2	1,44	6,47	9,20	15,67	0,031	0,49	28,26
15 - 16	249,00	5,04	2 1/2	1,59	12,71	28,05	40,76	0,038	1,53	29,80
16 - 17+	249,00	5,04	2 1/2	1,59	6,00	2,00	8,00	0,038	0,30	36,10
17 - 18	249,00	5,04	2 1/2	1,59	5,84	4,00	9,84	0,038	0,37	36,47
18 - 19	249,00	5,04	2 1/2	1,59	7,39	28,05	35,44	0,080	2,82	39,29
19 - 20+	249,00	5,04	2 1/2	1,59	2,00	10,25	12,25	0,080	0,98	42,26
				SUMA	9,80			SUMA	17,46	

**CENTRO DE SALUD RIOSUCIO CHOCHO  
 INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRAINCENDIO  
 MEMORIAS DE CALCULO**

**6. CALCULO EQUIPO DE PRESION AGUA POTABLE**

CABEZA DINAMICA TOTAL	M.C.A
A. PRESION EN PUNTO CRITICO =	15,00
B. PERDIDAS EN LA DESCARGA =	17,46
C. ALTURA ESTATICA EN LA DESCARGA =	9,80
PRESION NECESARIA EN LA DESCARGA =	=====
	42,26
D. ALTURA ESTATICA EN LA SUCCION =	0,30
E. PERDIDAS EN LA SUCCION =	
LONGITUD TUBERIA =	5,64 MTS
LONGITUD POR ACCESORIOS =	32,65 MTS
LONGITUD TOTAL =	=====
	38,29 MTS
J =	0,080 M/M
C =	100
Ø =	2 1/2 PULG
Q =	5,04 LTS/SEG
hf succión = LONGITUD TOTAL x hfs =	3,05
	=====
	45,61
CABEZA DINAMICA TOTAL DE DISEÑO =	46,00 MTS
POTENCIA = $Q \times \rho \times C.D.T. / 76 \times n$	n = Eficiencia = 50%
POTENCIA =	6,10 H.P.
POTENCIA DE DISEÑO =	7,50 H.P.

SERA UN EQUIPO DE PRESION CONSTANTE Y VELOCIDAD VARIABLE, CONFORMADO POR DOS BOMBAS CENTRIFUGAS CADA UNA PARA EL 100% DEL CAUDAL TOTAL.

**CENTRO DE SALUD RIOSUCIO CHOCO  
 INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO  
 MEMORIAS DE CALCULO**

**7. CALCULO DEL N.P.S.H. EQUIPO DE PRESIÓN AGUA FRÍA POTABLE**

EL NPSH SE CALCULA PARA LA CONDICION MAS DESFAVORABLE, O SEA CON EL NIVEL MINIMO EN EL TANQUE. CALCULO EN METROS DE COLUMNA DE AGUA

$$\text{N.P.S.H.} = P_o - H_{fs} - P_v + \frac{V^2}{2G} + \frac{D_s}{2}$$

ALTITUD = 18 MTS SOBRE EL NIVEL DEL MAR

$P_o = \text{PRESION ATMOSFERICA} = 10,3084 \text{ M}$

$H_{fs} = \text{Altura de succión} + h_f \text{ (Veáse hoja de cálculo 6)}$

$H_{fs} = 0,30 + 3,05 = 3,35 \text{ M}$

TEMPERATURA DEL AGUA = 20° C

$P_v = \text{PRESION DE VAPOR}$

$P_v = 0,24 \text{ M}$

VELOCIDAD EN LA SUCCION = 1,59 M/SEG

CABEZA DE VELOCIDAD EN LA SUCCION =  $\frac{V^2}{2G}$

$\frac{V^2}{2G} = \frac{1,59^2}{2 \times 9.81}$

$\frac{V^2}{2G} = 0,13 \text{ M/SEG}$

$\frac{D_s}{2} = \text{DIAMETRO DE SUCCION} / 2 = 0,03 \text{ M}$

$\text{N.P.S.H.} = (\text{CABEZA NETA DE SUCCION DISPONIBLE}) = 6,88 \text{ MTS} > 3,0 \text{ MTS}$

**CENTRO DE SALUD RIOSUCIO CHOCO  
INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRAINCENDIO  
MEMORIAS DE CALCULO**

8. PERDIDAS POR FRICCION EN RED DE AGUA FRIA SERVICIOS										
TRAMO	UNIDADES	CAUDAL LTS/SEG	DIAMETRO PULG	VELOCIDAD MTS/SEG	LONGITUD			PERDIDA	PERDIDA	PRESION FINAL EN EXTREMO
	HUNTER				TUBERIA	ACCESORIOS	TOTAL	UNITARIA M/M	TOTAL MTS	
SE TOMO COMO PUNTO CRITICO EL SANITARIO DE BAÑO HABITACION ADULTOS - HOSPITALIZACION										
PRESION EN PUNTO CRITICO										10,00
1 - 2 +	10,00	0,56	1 1/4	0,70	0,50	1,10	1,60	0,019	0,03	10,53
2 - 3	10,00	0,56	1 1/4	0,70	7,65	8,80	16,45	0,019	0,31	10,84
3 - 4	30,00	1,18	1 1/4	1,49	0,60	2,30	2,90	0,075	0,22	11,05
4 - 5	40,00	1,44	1 1/4	1,82	4,14	2,30	6,44	0,108	0,70	11,75
5 - 6	50,00	1,68	1 1/2	1,47	2,82	2,73	5,55	0,059	0,33	12,08
6 - 7	60,00	1,90	1 1/2	1,67	6,20	2,73	8,93	0,074	0,66	12,74
7 - 8	70,00	2,11	1 1/2	1,85	3,07	2,73	5,80	0,090	0,52	13,27
8 - 9	80,00	2,31	2	1,14	4,58	3,80	8,38	0,026	0,22	13,49
9 - 10	90,00	2,51	2	1,24	1,67	3,80	5,47	0,031	0,17	13,66
10 - 11	100,00	2,70	2	1,33	2,54	3,80	6,34	0,035	0,22	13,88
11 - 12	110,00	2,88	2	1,42	2,10	3,80	5,90	0,040	0,23	14,11
12 - 13	140,00	3,39	2	1,67	8,91	7,95	16,86	0,054	0,91	15,02
13 - 14	220,00	4,63	2 1/2	1,46	6,24	4,60	10,84	0,032	0,35	15,36
14 - 15	280,00	5,46	2 1/2	1,72	12,63	4,60	17,23	0,044	0,75	16,12
15 - 16	370,00	6,61	3	1,45	15,37	10,80	26,17	0,026	0,67	16,79
16 - 17	390,00	6,85	3	1,50	5,19	10,80	15,99	0,027	0,44	17,22
17 - 18	420,00	7,20	3	1,58	12,65	16,20	28,85	0,030	0,87	18,09
18 - 19	510,00	8,23	3	1,80	7,01	5,40	12,41	0,038	0,48	18,57
19 - 20	560,00	8,77	3	1,92	4,64	5,40	10,04	0,043	0,43	19,00
20 - 21	590,00	9,09	4	1,12	0,55	7,00	7,55	0,011	0,09	19,09
21 - 22	600,00	9,20	4	1,13	5,30	7,00	12,30	0,012	0,14	19,23
22 - 23	610,00	9,30	4	1,15	1,49	7,00	8,49	0,012	0,10	19,33
23 - 24+	610,00	9,30	4	1,15	6,00	3,30	9,30	0,012	0,11	25,44
24 - 25	610,00	9,30	4	1,15	5,81	3,30	9,11	0,012	0,11	25,55

**CENTRO DE SALUD RIOSUCIO CHOCO  
INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRAINCENDIO  
MEMORIAS DE CALCULO**

8. PERDIDAS POR FRICCION EN RED DE AGUA FRIA SERVICIOS										
TRAMO	UNIDADES	CAUDAL LTS/SEG	DIAMETRO PULG	VELOCIDAD MTS/SEG	LONGITUD			PERDIDA	PERDIDA	PRESION FINAL EN EXTREMO
	HUNTER				TUBERIA	ACCESORIOS	TOTAL	UNITARIA M/M	TOTAL MTS	
25 - 26	610,00	9,30	4	1,15	10,45	46,98	57,43	0,025	1,45	27,00
26 - 27+	610,00	9,30	4	1,15	2,00	12,38	14,38	0,025	0,36	29,36
				SUMA	8,50			SUMA	10,86	

**CENTRO DE SALUD RIOSUCIO CHOCO**  
**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO**  
**MEMORIAS DE CALCULO**

**9. CALCULO EQUIPO DE PRESION AGUA SERVICIOS**

CABEZA DINAMICA TOTAL	M.C.A
A. PRESION EN PUNTO CRITICO =	10,00
B. PERDIDAS EN LA DESCARGA =	10,86
C. ALTURA ESTATICA EN LA DESCARGA =	8,50
PRESION NECESARIA EN LA DESCARGA =	=====
	29,36
D. ALTURA ESTATICA EN LA SUCCION =	0,50
E. PERDIDAS EN LA SUCCION =	
LONGITUD TUBERIA =	6,18 MTS
LONGITUD POR ACCESORIOS =	40,98 MTS
LONGITUD TOTAL =	=====
	47,16 MTS
J = 0,004 M/M	Ø = 4 PULG
C = 100	Q = 3,39 LTS/SEG
hf succión = LONGITUD TOTAL x hfs =	0,18
	=====
	30,04
CABEZA DINAMICA TOTAL DE DISEÑO =	31,00 MTS
POTENCIA = $Q \times \rho \times C.D.T. / 76 \times n$	n = Eficiencia = 50%
POTENCIA =	2,77 H.P.
POTENCIA DE DISEÑO =	3,00 H.P.

SERA UN EQUIPO DE PRESION CONSTANTE Y VELOCIDAD VARIABLE, CONFORMADO POR DOS BOMBAS CENTRIFUGAS CADA UNA PARA EL 100% DEL CAUDAL TOTAL.

**CENTRO DE SALUD RIOSUCIO CHOCO  
INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRAINCENDIO  
MEMORIAS DE CALCULO**

**10. CALCULO DEL N.P.S.H. EQUIPO DE PRESIÓN AGUA FRÍA SERVICIOS**

EL NPSH SE CALCULA PARA LA CONDICION MAS DESFAVORABLE, O SEA CON EL NIVEL MINIMO EN EL TANQUE. CALCULO EN METROS DE COLUMNA DE AGUA

$$\text{N.P.S.H.} = P_o - H_{fs} - P_v + \frac{V^2}{2G} + \frac{D_s}{2}$$

ALTITUD = 18 MTS SOBRE EL NIVEL DEL MAR

$P_o = \text{PRESION ATMOSFERICA} = 10,3084 \text{ M}$

$H_{fs} = \text{Altura de succión} + h_f \text{ (Veáse hoja de cálculo 9)}$

$H_{fs} = 0,50 + 0,18 = 0,68 \text{ M}$

TEMPERATURA DEL AGUA = 20° C

$P_v = \text{PRESION DE VAPOR}$

$P_v = 0,24 \text{ M}$

VELOCIDAD EN LA SUCCION = 0,42 M/SEG

CABEZA DE VELOCIDAD EN LA SUCCION =  $\frac{V^2}{2G}$

$\frac{V^2}{2G} = 0,42^2 / (2 \times 9.81)$

$\frac{V^2}{2G} = 0,01 \text{ M/SEG}$

$\frac{D_s}{2} = \text{DIAMETRO DE SUCCION} / 2 = 0,05 \text{ M}$

N.P.S.H. = (CABEZA NETA DE SUCCION DISPONIBLE) 9,44 MTS > 3,0 MTS

**CENTRO DE SALUD RIOSUCIO CHOCO**  
**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO**  
**MEMORIAS DE CALCULO**

11. CALCULO EQUIPO DE PRESION CONTRA INCENDIO -Pagina 1

A. EL SISTEMA CONTRA INCENDIOS FUE SIMULADO EN EL PROGRAMA DE CÁLCULO EPANET A PARTIR DE LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:

TIPO DE RIESGO = RIESGO LIGERO		
FACTOR K ROCIADORES =	5,6	
DENSIDAD DE DISEÑO (D) =	0,1 GPM/ft <sup>2</sup>	
AREA DE DISEÑO (AD) =	1500 ft <sup>2</sup>	139,35 M <sup>2</sup>
ALTURA MÁXIMA (MTS) =	3 = 10 PIES	
REDUCCION DE ÁREA SEGÚN NFPA 13/2010 Figura 11.2.3.2.3.1 =		40%
ÁREA DE DISEÑO REDUCIDA =	900 ft <sup>2</sup>	83,61 M <sup>2</sup>
RESERVA CONTRA INCENDIO GABINETES TIPO II =	100 GPM	
CAUDAL NECESARIO $Q = D \cdot AD + 100 =$	190 GPM =	11,99 LTS/SEG
ÁREA DE CUBRIMIENTO MAXIMA POR ROCIADOR (Ac) SEGÚN NFPA 13/2010 TABLA 8.6.2.2.1.a		
AREA =	225 ft <sup>2</sup> =	20,9 M <sup>2</sup>
CAUDAL MINIMO ROCIADOR MAS ALEJADO (Qr)		
$Qr = D \cdot X \cdot Ac =$	22,5 GPM =	1,42 LTS/SEG
PRESION MINIMA POR ROCIADOR (Pr)		
$Pr = (Qr/K)^2 =$	16,143 PSI =	11,352 MTS H <sub>2</sub> O
NUMERO MINIMO DE ROCIADORES OPERANDO =	4	
NUMERO DE ROCIADORES EN ÁREA DE DISEÑO =	4	

B. CALCULOS EQUIPO DE PRESION SEGÚN RESULTADOS DE LA SIMULACION

CABEZA DINAMICA TOTAL			M.C.A
A. PRESION NECESARIA EN LA DESCARGA ( CÁLCULOS EPANET ) =			51,23
B. ALTURA ESTATICA EN LA SUCCION =			0,00
C. PERDIDAS EN LA SUCCION =			
LONGITUD TUBERIA =	1,70	M	
LONGITUD POR ACCESORIOS =	12,38	M	
LONGITUD TOTAL =	14,08	M	
J =	0,040	M/M	Ø = 4 PULG
C =	100		Q = 11,99 LTS/SEG

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*



**CENTRO DE SALUD RIOSUCIO CHOCO  
 INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO  
 MEMORIAS DE CALCULO**

11. CALCULO EQUIPO DE PRESION CONTRA INCENDIO -Pagina 2

hf succión = LONGITUD TOTAL x hfs = 0,57

-----  
51,80

CABEZA DINAMICA TOTAL DE DISEÑO = 52,00 M  
 CAUDAL TOTAL DE DISEÑO = 11,99 LTS/SEG  
 POTENCIA =  $Q \times \rho \times C.D.T. / 76 \times n$       n = Eficiencia = 50%

BOMBA LIDER = 15,59 H.P.    POTENCIA DE DISEÑO = 15 H.P.  
CAUDAL = 11,99 LTS/SEG

DATOS BOMBA JOCKEY

BOMBA JOCKEY =  $\varnothing = 2 \frac{1}{2}$  PULG  
 0,82 H.P.    POTENCIA DE DISEÑO = 1,00 H.P.  
CAUDAL = 0,60 LTS/SEG

**CENTRO DE SALUD RIOSUCIO CHOCO  
 INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO  
 MEMORIAS DE CALCULO**

**12. CALCULO DEL N.P.S.H. EQUIPO DE PRESIÓN INCENDIO**

EL NPSH SE CALCULA PARA LA CONDICION MAS DESFAVORABLE, O SEA CON EL NIVEL MINIMO EN EL TANQUE. CALCULO EN METROS DE COLUMNA DE AGUA

$$\text{N.P.S.H.} = P_0 - H_{fs} - P_v + V^2/2G + D_s/2$$

ALTITUD = 25 MTS SOBRE EL NIVEL DEL MAR

$P_0 = \text{PRESION ATMOSFERICA} = 10,3 \text{ M}$

$H_{fs} = \text{Altura de succión} + h_f \text{ (Veáse hoja de cálculo 11)}$

$H_{fs} = 0,60 + 0,57 = 1,17 \text{ M}$

TEMPERATURA DEL AGUA = 20° C

$P_v = \text{PRESION DE VAPOR}$

$P_v = 0,24 \text{ M}$

VELOCIDAD EN LA SUCCION = 1,48 M/SEG

CABEZA DE VELOCIDAD EN LA SUCCION =  $V^2/2G$

$V^2/2G = 1,48^2 / 2 \times 9,81$

$V^2/2G = 0,11 \text{ M/SEG}$

$D_s/2 = \text{DIAMETRO DE SUCCION} / 2 = 0,05 \text{ M}$

N.P.S.H. = (CABEZA NETA DE SUCCION DISPONIBLE) 9,06 MTS > 3,0 MTS

ANEXO 002: DISEÑO HIDRÁULICO HOSPITAL LOCAL DE UNGUÍA

**CENTRO DE SALUD UNGUIA - CHOCO**  
**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRAINCENDIO**  
**MEMORIAS DE CALCULO**

1. PARAMETROS DE DISEÑO RED HIDRAULICA Y SANITARIA - Página 1

A. CALCULO DE CAUDALES

PARA LA ESTIMACION DEL CAUDAL MAXIMO PROBABLE DE SUMINISTRO QUE SE PUEDA PRESENTAR EN LA INSTALACION SE EMPLEA LAS UNIDADES DE HUNTER.

B. PERDIDAS POR FRICCION EN LA TUBERIA

ESTAS PERDIDAS SE EVALUAN SIGUIENDO LOS CRITERIOS EXPRESADOS EN LA FORMULA DE HAZEN WILLIAMS.

$$J = [ Q / ( 278.5 \times C \times D ^ { 2.63 } ) ] ^ { 1.85}$$

J = PERDIDA UNITARIA POR FRICCION EN M / KM

Q = CAUDAL LTS/SEG

C = COEFICIENTE DE RUGOSIDAD, SU VALOR ESTA EN FUNCION DEL

MATERIAL A UTILIZAR.

C = 100 PARA TUBERIAS DE ACERO GALVANIZADO

C = 140 PARA TUBERIAS DE COBRE Y CEMENTO

C = 150 PARA TUBERIAS DE P.V.C.

D = DIAMETRO DE LA TUBERIA EN METROS

C. PRESION EN LA RED

LA PRESION EN CUALQUIER PUNTO DE LA RED SE CALCULA CON LA ECUACION DE LA ENERGIA, FORMULA DE BERNOULLI.

$$Z1 + P1/\rho + V1^2/2g = Z2 + P2/\rho + V2^2/2g + hf1 - 2$$

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*

**CENTRO DE SALUD UNGUIA - CHOCO**  
**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO**  
**MEMORIAS DE CALCULO**

1. PARAMETROS DE DISEÑO RED HIDRAULICA Y SANITARIA - Página 2

$P1$  = PRESION EN EL PUNTO INICIAL

$hf1 - 2 = J \times L1 - 2$

$L1 - 2$  = Longitud tubería + Longitud equivalente por accesorios

D. TUBERIAS DE DESAGUES

LA CAPACIDAD DE ESTAS TUBERIAS SE CALCULA MEDIANTE LA FORMULA DE MANNING

$$V [ M / SG ] = R^{(2/3)} \times S^{(1/2)} \times 1/N$$

CON LOS SIGUIENTES VALORES DE N

N = 0.010 PARA TUBERIAS DE P.V.C.

N = 0.013 PARA TUBERIAS CONCRETO REFORZADO PREFABRICADA

N = 0.014 PARA TUBERIAS DE GRES O CONCRETO SIMPLE

E. CAUDAL AGUAS LLUVIAS

SE CALCULA UTILIZANDO LA FORMULA RACIONAL

$$Q = C \times I \times A$$

Q = CAUDAL [ LTS / SG ]

C = ESTA EN FUNCION DE LAS CARACTERISTICAS DEL AREA DRENADA

CON LOS SIGUIENTES VALORES DE C

C = 0,75 PARA CUBIERTAS PLANAS EN CONCRETO

C = 0,6 PARA ZONAS IMPERMEABLES

C = 0 PARA ZONAS PERMEABLES

I = 100 mm/hora

F. CRITERIOS DE DISEÑO RED HIDRAULICA

PRESION MINIMA : LA PRESION MINIMA EN CUALQUIER PUNTO HIDRAULICO SERA DE 10 METROS COLUMNA DE AGUA ( 14,22 PSI ).

**CENTRO DE SALUD UNGUIA - CHOCO**  
**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO**  
**MEMORIAS DE CALCULO**

**1. PARAMETROS DE DISEÑO RED HIDRAULICA Y SANITARIA - Página 3**

PRESION MAXIMA : LA PRESION MAXIMA EN CUALQUIER PUNTO HIDRAULICO NO DEBERÁ EXCEDER DE 45 METROS COLUMNA DE AGUA ( 65 PSI ).

VELOCIDAD MAXIMA : PARA LA RED DE SUMINISTRO LA VELOCIDAD MAXIMA PERMITADA SERA DE 2 MTS/SEG.

VELOCIDAD MINIMA : PARA LAS REDES DE SUMINISTRO Y DESAGUES LA VELOCIDAD MINIMA SERA DE 0.60 MTS/SEG.

NORMAS UTILIZADAS : INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS " ICONTEC "

**CENTRO DE SALUD UNGUIA - CHOCO  
INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO  
MEMORIAS DE CALCULO**

**1. PARAMETROS DE DISEÑO RED HIDRAULICA Y SANITARIA - Página 3**

PRESION MAXIMA : LA PRESION MAXIMA EN CUALQUIER PUNTO HIDRAULICO NO DEBERÁ EXCEDER DE 45 METROS COLUMNA DE AGUA ( 65 PSI ).

VELOCIDAD MAXIMA : PARA LA RED DE SUMINISTRO LA VELOCIDAD MAXIMA PERMITADA SERA DE 2 MTS/SEG.

VELOCIDAD MINIMA : PARA LAS REDES DE SUMINISTRO Y DESAGUES LA VELOCIDAD MINIMA SERA DE 0.60 MTS/SEG.

NORMAS UTILIZADAS : INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS " ICONTEC "

**CENTRO DE SALUD UNGUIA - CHOCO  
INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO  
MEMORIAS DE CALCULO**

2. PARAMETROS DE DISEÑO RED CONTRA INCENDIO - Página 1

A. GENERALIDADES

El Centro de Salud de Majagual se encuentra ubicado en el municipio de Unguía departamento del Choco, esta edificación está destinada al funcionamiento institucional. La edificación consta de 1 piso, para una altura total de 3,0 metros medida a partir del nivel de piso hast el cielo raso.

En el presente documento se establecen los criterios de protección contra incendios de conformidad con las exigencias de la norma NSR-10 (reglamento colombiano de construcción sismo resistente) basados en la normatividad NFPA, para establecer los niveles de seguridad contra incendio para todas las áreas en la edificación.

B. ALCANCE

El presente informe corresponde al cálculo del equipo de presión y las redes contra incendio para gabinetes y sistema de rociadores automáticos.

Este diseño no incluye los análisis de evacuación, ni detección, alarma ni conexiones eléctricas de los equipos de bombeo. No incluye análisis de evacuación de humos ni estudio de confinamiento.

C. BASES NORMATIVAS

La base conceptual para el diseño de los sistemas de protección contra incendio serán las normas NFPA (National Fire Protection Association) específicamente los estándares:

- NFPA 13 – Instalación de Sistemas de rociadores Automáticos.
- NFPA 14 – Sistemas de conexión para mangueras contra incendio
- NFPA 20 – Bombas contra incendio

D. CLASIFICACION DEL RIESGO

En la norma NSR-10 Título J capitulo J-4.3.4 se clasifica las zonas de ocupación de salud como Grupo de ocupación I “Institucional”. En el apartado J.4.3.4.1 se especifica que “Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación I debe estar protegida con un sistema de rociadores automáticos de acuerdo con la última versión del código y de la norma NFPA 13.”

De acuerdo a lo establecido en la norma NFPA 13/2010 capitulo 5, el Centro de Salud se clasifica en los siguientes riesgos:

**CENTRO DE SALUD UNGUIA - CHOCO**  
**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO**  
**MEMORIAS DE CALCULO**

2. PARAMETROS DE DISEÑO RED CONTRA INCENDIO - Página 2

AREA	CLASIFICACION NFPA	TIPO DE PROTECCION
Urgencias, Obstetricia, Hospitalización, administración, Consulta Externa.	Riesgo leve	Se implementara un sistema de rociadores K=5.6 QR en todas las áreas, protección de gabinete tipo II (conexión y válvula 1 ½”).

Se diseña un sistema del tipo automático-húmedo, con los siguientes elementos:

- Tanque de reserva tiempo de autonomía 30 minutos.
- Equipo de bombeo
- Redes de distribución
- Gabinetes para Mangueras
- Conexión para Bomberos (siamesa)
- Rociadores automáticos

E. ABASTECIMIENTO DE AGUA

Para la reserva de agua contra incendio, se construirán dos tanques según se indica en los planos de diseño. El volumen de cada tanque contendrá la reserva de agua servicios para cinco días es decir, tendrá la capacidad de almacenamiento de agua para sanitarios y orinales requerido por la institución, y la totalidad de reserva contra incendio. Además el sistema dispondrá de siamesa de entrada conectada a la red principal. Para la reserva de agua potable se contara con dos tanques cada uno con la reserva para un un día. (Ver hoja de cálculo No. 3 de las memorias de calculo).

F. SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMATICOS

El sistema de rociadores automáticos diseñados para el centro de salud es un sistema de tubería húmeda, es decir, la tubería estará siempre llena de agua y presurizada para la extinción automática del incendio.

De acuerdo con NFPA 13 y los criterios de diseño indicados anteriormente, se diseñó un sistema de rociadores para riesgo leve (5.2 NFPA 13), con una densidad de aplicación de 0,1 gpm/ft<sup>2</sup>, sobre un área inicial de diseño de 1500 ft<sup>2</sup>. a la que se aplico reducción del 40% por uso de rociadores tipo QR según (NFPA 13/2001 Figura 11.2.3.2.3.1); siendo el área final de diseño de 900 ft<sup>2</sup>.

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*



**CENTRO DE SALUD UNGUIA - CHOCO**  
**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO**  
**MEMORIAS DE CALCULO**

**2. PARAMETROS DE DISEÑO RED CONTRA INCENDIO - Página 3**

Se propone el empleo de rociadores  $k=5.6$  de respuesta rápida con sensibilidad térmica ordinaria, tipo pendent para la edificación.

Los sistemas de rociadores estarán alimentados de la tubería de red general en  $\varnothing 4"$ . Luego de empatar a la red general se instalará una estación de control y drenaje compuesto de:

- Una válvula mariposa de 2 ½"
- Una válvula cheque 2 ½"
- Un sensor de flujo tipo paleta
- Una válvula de drenaje 1 ½"
- Un manómetro 0 – 300 psi

**G. SISTEMA DE GABINETES**

El caudal adicional en mangueras solicitado por el diseño de rociadores automáticos, tal como lo indica NFPA 13, será suplido por la red general, está diseñado como un sistema de mangueras tipo II (válvula de 1½") de acuerdo con los criterios establecidos por NFPA 14, el sistema de gabinetes estará en capacidad de suministrar 100 gpm a una presión no menor de 65 psi, medidos en la conexión de mangueras hidráulicamente más desfavorable.

El diseño del sistema está compuesto por una tubería vertical de la cual se derivan directamente gabinetes con conexiones de manguera de 1½", los gabinetes contra incendio serán en lámina negra cold rolled Cal. 20 de 77x77x22x (alto-ancho-fondo) de incrustar terminado en pintura base anticorrosiva roja con cerradura de llave maestra. En su interior tendrá los siguientes aditamentos.

- Válvula angular tipo globo en bronce de 1 1/2 " x 1 1/2" NPT x NH (Hembra-macho).
- Soporte tipo canastilla para manguera gabinetera, fabricado en lámina cold rolled terminado en pintura electrostática roja.
- Tramo de manguera de 1 1/2" x 100 pies (30mts) acoplada, compuesta de un tejido exterior 100% poliéster y un tubo interior de poliuretano. Presión de servicio de 150psi, presión de prueba 300psi, presión de rotura 450psi. Debe cumplir norma de fabricación y mantenimiento NFPA 1961 y 1962.
- Boquilla de chorro y niebla de 1 1/2" en policarbonato.
- Hacha pico de 4 1/2 libras en acero terminado en pintura electrostática roja, cabo cuerpo en madera terminado en laca catalizada.
- Llave Spanner dos servicios, fabricada en hierro y terminada en pintura electrostática aluminio.
- Extintor de polvo químico seco ABC de 10 libras de capacidad, presurizado con Nitrógeno, válvula de descarga en bronce con manguera y manómetro de control.

**CENTRO DE SALUD UNGUIA - CHOCO**  
**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO**  
**MEMORIAS DE CALCULO**

**3. CALCULO RESERVA DE AGUA**

**A. RESERVA DE AGUA POTABLE**

NUMERO DE CAMAS =	13			
CONSUMO POR CAMA =	600	LTS/CAMA/DIA		
NUMERO DE CONSULTORIOS =	4			
CONSUMO POR CONSULTORIO =	500	LTS/CONSULTORIO/DIA		
NUMERO DE UN. ODONTOLOGICA =	2			
CONSUMO POR UN. ODONTOLOGICA	1.000	LTS/ODONTOLOGIA/DIA		
CONSUMO TOTAL DIARIO =	11.800	LTS/DIA		
DIAS DE RESERVA =	2	DIAS		
RESERVA TOTAL =	23.600	LTS =	23,6	M3

RESERVA AGUA SERVICIOS PARA 1 DIA =	60%	7.080	LTS =	7,1	M3
RESERVA AGUA SERVICIOS PARA 5 DIAS =		35.400	LTS =	35,4	M3

RESERVA AGUA POTABLE PARA 1 DIA =	40%	4.720	LTS =	4,7	M3
RESERVA AGUA SERVICIOS PARA 5 DIAS =		23.600	LTS =	23,6	M3

**B. RESERVA SISTEMA DE ROCIADORES PARA RIESGO LEVE**

DENSIDAD DE DISEÑO (D) =		0,1	GPM/ft2
AREA DE DISEÑO (AD) (VEASE PAGINA 11) =		900	ft2
TIEMPO DE AUTONOMIA (t) =		30	MIN
RESERVA CONTRA INCENDIO GABINETES TIPO II =		100	GPM
- CAUDAL NECESARIO $Q=D*AD + 100 =$		190	GPM
RESERVA CONTRA INCENDIO = $Q*t =$	5.700	GAL =	22 M3

**C. VOLUMEN DE DISEÑO TANQUES**

SE CONSTRUIRAN CUATRO TANQUES. DOS CONTENDRAN LA RESERVA DE AGUA SERVICIOS PARA CINCO DÍAS Y LA TOTALIDAD DE LA RESERVA CONTRA INCENDIOS. LOS OTROS DOS TANQUES PARA LA RESERVA DE CINCO DIAS DE AGUA POTABLE.

VOLUMEN TANQUE DE AGUA CONTRA INCENDIO =	22,0	M3
RESERVA AGUA SERVICIOS PARA CINCO DIAS =	35,0	M3
RESERVA TOTAL AGUA SERVICIOS E INCENDIO =	57,0	M3
RESERVA TOTAL AGUA POTABLE PARA CINCO DIAS =	24,0	M3

**CENTRO DE SALUD UNGUIA - CHOCO**  
**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO**  
**MEMORIAS DE CALCULO**

4. CALCULO DE ACOMETIDA

LA ACOMETIDA ES LA DERIVACION QUE SE HACE DESDE LA RED DEL ACUEDUCTO, HASTA EL TANQUE DE RESERVA DE AGUA POTABLE.

VOLUMEN RESERVA AGUA POTABLE PARA UN DIA =		4.720	LTS/DIA
TIEMPO TOTAL DE LLENADO =	3,3	HR	11.880 SEG
CAUDAL = V/T =	0,40	LTS/SEG	
PRESION DISPONIBLE ACUEDUCTO =	5,0	MTS	
LONGITUD ACOMETIDA =	77,05	MTS	
J =	$Hd / (1.5 * L.A.)$		
J =	0,04 M/M		
$\emptyset =$	$( Q / 280 * C * J ^ 0.54 ) ^ 0.38$		
C =	150 P.V.C.		
$\emptyset =$	0,023	MTS	= 0,92 PULG
DIAMETRO REAL DE DISEÑO PARA TUBERIA $\emptyset =$	1 PULG		
VELOCIDAD = Q/A =	0,78 MTS/SEG		
J REAL =	$[ Q / ( 278.5 * C * D ^ 2.63 ) ] ^ 1.85$		
J REAL =	0,030 M/M		
PERDIDAS ACOMETIDA = J REAL x LONGITUD =	2,3 MTS		

**CENTRO DE SALUD UNGUIA - CHOCO**  
**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO**  
**MEMORIAS DE CALCULO**

5. PERDIDAS POR FRICCIÓN EN RED DE AGUA FRIA POTABLE										
TRAMO	UNIDADES	CAUDAL	DIAMETRO	VELOCIDAD	LONGITUD			PERDIDA	PERDIDA	PRESION FINAL
	HUNTER	LTS/SEG	PULG	MTS/SEG	TUBERIA	ACCESORIOS	TOTAL	UNITARIA	TOTAL	EN EXTREMO
								M/M	MTS	MTS
SE TOMO COMO PUNTO CRITICO LA DUCHA DE BAÑO - ADMINISTRACIÓN										
PRESION EN PUNTO CRITICO										15,00
1 - 2 +	1,50	0,15	1/2	1,20	1,80	0,48	2,28	0,145	0,33	17,13
2 - 3	2,50	0,22	1/2	1,70	6,71	4,90	11,61	0,278	3,23	20,36
3 - 4	5,00	0,35	3/4	1,22	1,65	1,95	3,60	0,093	0,33	20,69
4 - 5	8,00	0,48	3/4	1,68	7,46	2,50	9,96	0,169	1,68	22,37
5 - 6	11,00	0,59	1	1,17	7,80	1,80	9,60	0,062	0,60	22,97
6 - 7	24,00	1,01	1 1/4	1,28	24,34	4,73	29,07	0,057	1,64	24,62
7 - 8	34,00	1,29	1 1/4	1,63	1,82	2,30	4,12	0,088	0,36	24,98
8 - 9	53,00	1,75	1 1/2	1,53	19,10	5,66	24,76	0,064	1,57	26,55
9 - 10	89,00	2,49	2	1,23	0,60	3,80	4,40	0,030	0,13	26,68
10 - 11	159,00	3,70	2 1/2	1,17	2,88	4,60	7,48	0,021	0,16	26,84
11 - 12	206,00	4,42	2 1/2	1,40	13,58	12,60	26,18	0,030	0,77	27,62
12 - 13	206,00	4,42	2 1/2	1,40	7,97	24,05	32,02	0,063	2,01	29,62
13 - 14 +	206,00	4,42	2 1/2	1,40	1,00	5,65	6,65	0,063	0,42	31,04
				SUMA	2,80			SUMA	13,24	

**CENTRO DE SALUD UNGUIA - CHOCO**  
**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO**  
**MEMORIAS DE CALCULO**

**6. CALCULO EQUIPO DE PRESION AGUA POTABLE**

CABEZA DINAMICA TOTAL	M.C.A
A. PRESION EN PUNTO CRITICO =	15,00
B. PERDIDAS EN LA DESCARGA =	13,24
C. ALTURA ESTATICA EN LA DESCARGA =	2,80
PRESION NECESARIA EN LA DESCARGA =	=====
	31,04
D. ALTURA ESTATICA EN LA SUCCION =	0,60
E. PERDIDAS EN LA SUCCION =	
LONGITUD TUBERIA =	2,30 MTS
LONGITUD POR ACCESORIOS =	24,65 MTS
LONGITUD TOTAL =	=====
	26,95 MTS
J =	0,063 M/M
C =	100
Ø =	2 1/2 PULG
Q =	4,42 LTS/SEG
hf succión = LONGITUD TOTAL x hfs =	1,69
	=====
	33,33
CABEZA DINAMICA TOTAL DE DISEÑO =	34,00 MTS
POTENCIA = $Q \times x \text{ C.D.T.} / 76 \times n$	n = Eficiencia = 50%
POTENCIA =	3,96 H.P.
POTENCIA DE DISEÑO =	4,00 H.P.

SERA UN EQUIPO DE PRESION CONSTANTE Y VELOCIDAD VARIABLE, CONFORMADO POR DOS BOMBAS CENTRIFUGAS CADA UNA PARA EL 100% DEL CAUDAL TOTAL.

**CENTRO DE SALUD UNGUIA - CHOCO  
INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO  
MEMORIAS DE CALCULO**

**7. CALCULO DEL N.P.S.H. EQUIPO DE PRESIÓN AGUA FRÍA POTABLE**

EL NPSH SE CALCULA PARA LA CONDICION MAS DESFAVORABLE, O SEA CON EL NIVEL MINIMO EN EL TANQUE. CALCULO EN METROS DE COLUMNA DE AGUA

$$\text{N.P.S.H.} = P_o - H_{fs} - P_v + V^2/2G + D_s/2$$

ALTITUD = 5 MTS SOBRE EL NIVEL DEL MAR

$P_o = \text{PRESION ATMOSFERICA} = 10,324 \text{ M}$

$H_{fs} = \text{Altura de succión} + h_f \text{ (Veáse hoja de cálculo 6)}$

$H_{fs} = 0,60 + 1,69 = 2,29 \text{ M}$

TEMPERATURA DEL AGUA = 20° C

$P_v = \text{PRESION DE VAPOR}$

$P_v = 0,24 \text{ M}$

VELOCIDAD EN LA SUCCION = 1,40 M/SEG

CABEZA DE VELOCIDAD EN LA SUCCION =  $V^2/2G$

$V^2/2G = 1,40^2 / (2 \times 9.81)$

$V^2/2G = 0,10 \text{ M/SEG}$

$D_s/2 = \text{DIAMETRO DE SUCCION} / 2 = 0,03 \text{ M}$

$\text{N.P.S.H.} = (\text{CABEZA NETA DE SUCCION DISPONIBLE}) = 7,93 \text{ MTS} > 3,0 \text{ MTS}$

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*

**CENTRO DE SALUD UNGUIA - CHOCO**  
**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO**  
**MEMORIAS DE CALCULO**

8. PERDIDAS POR FRICCIÓN EN RED DE AGUA FRIA SERVICIOS										
TRAMO	UNIDADES	CAUDAL	DIAMETRO	VELOCIDAD	LONGITUD			PERDIDA	PERDIDA	PRESION FINAL
	HUNTER	LTS/SEG	PULG	MTS/SEG	TUBERIA	ACCESORIOS	TOTAL	UNITARIA	TOTAL	EN EXTREMO
								M/M	MTS	MTS
SE TOMO COMO PUNTO CRITICO EL SANITARIO DE BAÑO - FARMACIA										
PRESION EN PUNTO CRITICO										10,00
1 - 2 +	10,00	0,56	1 1/4	0,70	0,50	1,10	1,60	0,019	0,03	10,53
2 - 3	10,00	0,56	1 1/4	0,70	21,30	12,43	33,73	0,019	0,63	11,16
3 - 4	40,00	1,44	1 1/4	1,82	11,32	4,60	15,92	0,108	1,72	12,88
4 - 5	60,00	1,90	1 1/2	1,67	2,74	2,70	5,44	0,074	0,40	13,28
5 - 6	100,00	2,70	2	1,33	14,12	15,20	29,32	0,035	1,03	14,31
6 - 7	130,00	3,23	2	1,59	33,35	11,15	44,50	0,049	2,18	16,49
7 - 8	320,00	5,98	2 1/2	1,89	0,90	4,60	5,50	0,052	0,28	16,77
8 - 9	440,00	7,44	3	1,63	2,58	5,40	7,98	0,032	0,25	17,02
9 - 10	520,00	8,34	3	1,83	19,07	15,40	34,47	0,039	1,36	18,38
10 - 11	520,00	8,34	3	1,83	7,40	14,73	22,13	0,083	1,85	20,23
11 - 12 +	520,00	8,34	3	1,83	1,00	6,83	7,83	0,083	0,65	21,88
					SUMA	1,50		SUMA	10,38	

**CENTRO DE SALUD UNGUIA - CHOCO  
 INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRAINCENDIO  
 MEMORIAS DE CALCULO**

9. CALCULO EQUIPO DE PRESION AGUA SERVICIOS

CABEZA DINAMICA TOTAL	M.C.A
A. PRESION EN PUNTO CRITICO =	10,00
B. PERDIDAS EN LA DESCARGA =	10,38
C. ALTURA ESTATICA EN LA DESCARGA =	1,50
PRESION NECESARIA EN LA DESCARGA =	=====
	21,88
D. ALTURA ESTATICA EN LA SUCCION =	0,60
E. PERDIDAS EN LA SUCCION =	
LONGITUD TUBERIA =	2,72 MTS
LONGITUD POR ACCESORIOS =	29,33 MTS
LONGITUD TOTAL =	=====
	32,05 MTS
J =	0,083 M/M
C =	100
Ø =	3 PULG
Q =	8,34 LTS/SEG
hf succión = LONGITUD TOTAL x hfs =	2,67
	=====
	25,15
CABEZA DINAMICA TOTAL DE DISEÑO =	26,00 MTS
POTENCIA = Q x & x C.D.T./76 x n	n = Eficiencia = 50%
POTENCIA =	5,71 H.P.
POTENCIA DE DISEÑO =	6,00 H.P.
<p>SERA UN EQUIPO DE PRESION CONSTANTE Y VELOCIDAD VARIABLE, CONFORMADO POR DOS BOMBAS CENTRIFUGAS CADA UNA PARA EL 100% DEL CAUDAL TOTAL.</p>	



**CENTRO DE SALUD UNGUIA - CHOCO  
 INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO  
 MEMORIAS DE CALCULO**

**10. CALCULO DEL N.P.S.H. EQUIPO DE PRESIÓN AGUA FRÍA SERVICIOS**

EL NPSH SE CALCULA PARA LA CONDICION MAS DESFAVORABLE, O SEA CON EL NIVEL MINIMO EN EL TANQUE. CALCULO EN METROS DE COLUMNA DE AGUA

$$N.P.S.H. = P_o - H_{fs} - P_v + V^2/2G + D_s/2$$

ALTITUD = 5 MTS SOBRE EL NIVEL DEL MAR

$P_o = \text{PRESION ATMOSFERICA} = 10,324 \text{ M}$

$H_{fs} = \text{Altura de succión} + h_f \text{ (Veáse hoja de cálculo 9)}$

$H_{fs} = 0,60 + 2,67 = 3,27 \text{ M}$

TEMPERATURA DEL AGUA = 20° C

$P_v = \text{PRESION DE VAPOR}$

$P_v = 0,24 \text{ M}$

$\text{VELOCIDAD EN LA SUCCION} = 1,83 \text{ M/SEG}$

$\text{CABEZA DE VELOCIDAD EN LA SUCCION} = V^2/2G$

$V^2/2G = 1,83^2 / (2 \times 9.81)$

$V^2/2G = 0,17 \text{ M/SEG}$

$D_s/2 = \text{DIAMETRO DE SUCCION} / 2 = 0,04 \text{ M}$

$N.P.S.H. = \text{(CABEZA NETA DE SUCCION DISPONIBLE)} = 7,02 \text{ MTS} > 3,0 \text{ MTS}$

**CENTRO DE SALUD UNGUIA - CHOCO**  
**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRAINCENDIO**  
**MEMORIAS DE CALCULO**

11. CALCULO EQUIPO DE PRESION CONTRA INCENDIO -Pagina 1

A. EL SISTEMA CONTRAINCENDIOS FUE SIMULADO EN EL PROGRAMA DE CÁLCULO EPANET A PARTIR DE LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:

TIPO DE RIESGO = RIESGO LIGERO

FACTOR K ROCIADORES = 5,6

DENSIDAD DE DISEÑO (D) = 0,1 GPM/ft<sup>2</sup>  
 AREA DE DISEÑO (AD) = 1500 ft<sup>2</sup> 139,35 M<sup>2</sup>  
 ALTURA MÁXIMA (MTS) = 3 = 10 PIES  
 REDUCCION DE ÁREA SEGÚN NFPA 13/2010 Figura 11.2.3.2.3.1 = 40%  
 ÁREA DE DISEÑO REDUCIDA = 900 ft<sup>2</sup> 83,61 M<sup>2</sup>  
 RESERVA CONTRA INCENDIO GABINETES TIPO II = 100 GPM

CAUDAL NECESARIO  $Q = D \cdot AD + 100 = 190 \text{ GPM} = 11,99 \text{ LTS/SEG}$

ÁREA DE CUBRIMIENTO MAXIMA POR ROCIADOR (Ac) SEGÚN NFPA 13/2010 TABLA 8.6.2.2.1.a

AREA = 225 ft<sup>2</sup> = 20,9 M<sup>2</sup>

CAUDAL MINIMO ROCIADOR MAS ALEJADO (Qr)

$Q_r = D \cdot X \cdot A_c = 22,5 \text{ GPM} = 1,42 \text{ LTS/SEG}$

PRESION MINIMA POR ROCIADOR (Pr)

$Pr = (Q_r / K)^2 = 16,143 \text{ PSI} = 11,352 \text{ MTS H}_2\text{O}$

NUMERO MINIMO DE ROCIADORES OPERANDO = 4

NUMERO DE ROCIADORES EN ÁREA DE DISEÑO = 4

B. CALCULOS EQUIPO DE PRESION SEGÚN RESULTADOS DE LA SIMULACION

CABEZA DINAMICA TOTAL

M.C.A

A. PRESION NECESARIA EN LA DESCARGA ( CÁLCULOS EPANET ) = 53,83

B. ALTURA ESTATICA EN LA SUCCION = 0,00

C. PERDIDAS EN LA SUCCION =

LONGITUD TUBERIA = 1,70 M  
 LONGITUD POR ACCESORIOS = 12,38 M  
 LONGITUD TOTAL = 14,08 M

J = 0,040 M/M Ø = 4 PULG  
 C = 100 Q = 11,99 LTS/SEG

Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez

**CENTRO DE SALUD UNGUIA - CHOCO  
 INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO  
 MEMORIAS DE CALCULO**

11. CALCULO EQUIPO DE PRESION CONTRA INCENDIO -Pagina 2

hf succión = LONGITUD TOTAL x hfs =		0,57
		54,40
CABEZA DINAMICA TOTAL DE DISEÑO =	55,00 M	
CAUDAL TOTAL DE DISEÑO =	11,99 LTS/SEG	
POTENCIA = $Q \times x \text{ C.D.T.} / 76 \times n$	n = Eficiencia = 50%	
BOMBA LIDER =	16,49 H.P.	POTENCIA DE DISEÑO = 20 H.P.
		CAUDAL = 11,99 LTS/SEG
DATOS BOMBA JOCKEY		
	Ø = 2 1/2 PULG	
BOMBA JOCKEY =	0,87 H.P.	POTENCIA DE DISEÑO = 1,00 H.P.
		CAUDAL = 0,60 LTS/SEG

**CENTRO DE SALUD UNGUIA - CHOCO**  
**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRAINCENDIO**  
**MEMORIAS DE CALCULO**

**12. CALCULO DEL N.P.S.H. EQUIPO DE PRESIÓN INCENDIO**

EL NPSH SE CALCULA PARA LA CONDICION MAS DESFAVORABLE, O SEA CON EL NIVEL MINIMO EN EL TANQUE. CALCULO EN METROS DE COLUMNA DE AGUA

$$N.P.S.H. = P_o - H_{fs} - P_v + V^2/2G + D_s/2$$

ALTITUD = 5 MTS SOBRE EL NIVEL DEL MAR

$P_o = \text{PRESION ATMOSFERICA} = 10,32 \text{ M}$

$H_{fs} = \text{Altura de succión} + h_f \text{ (Veáse hoja de cálculo 11)}$

$H_{fs} = 0,00 + 0,57 = 0,57 \text{ M}$

TEMPERATURA DEL AGUA = 20° C

$P_v = \text{PRESION DE VAPOR}$

$P_v = 0,24 \text{ M}$

VELOCIDAD EN LA SUCCION = 1,48 M/SEG

CABEZA DE VELOCIDAD EN LA SUCCION =  $V^2/2G$

$V^2/2G = 1,48^2 / 2 \times 9.81$

$V^2/2G = 0,11 \text{ M/SEG}$

$D_s/2 = \text{DIAMETRO DE SUCCION} / 2 = 0,05 \text{ M}$

N.P.S.H. = (CABEZA NETA DE SUCCION DISPONIBLE) 9,68 MTS > 3,0 MTS

ANEXO 003 CENTRO DE SALUD DE PALESTINA

**CENTRO DE SALUD PALESTINA CHOCHO**  
**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO**  
**MEMORIAS DE CALCULO**

1. PARAMETROS DE DISEÑO RED HIDRAULICA Y SANITARIA - Página 1

A. CALCULO DE CAUDALES

PARA LA ESTIMACION DEL CAUDAL MAXIMO PROBABLE DE SUMINISTRO QUE SE PUEDA PRESENTAR EN LA INSTALACION SE EMPLEAN LAS UNIDADES DE HUNTER.

B. PERDIDAS POR FRICCION EN LA TUBERIA

ESTAS PERDIDAS SE EVALUAN SIGUIENDO LOS CRITERIOS EXPRESADOS EN LA FORMULA DE HAZEN WILLIAMS.

$$J = [ Q / ( 278.5 \times C \times D ^ { 2.63 } ) ] ^ { 1.85}$$

J = PERDIDA UNITARIA POR FRICCION EN M / KM

Q = CAUDAL LTS/SEG

C = COEFICIENTE DE RUGOSIDAD, SU VALOR ESTA EN FUNCION DEL MATERIAL A UTILIZAR.

C = 100 PARA TUBERIAS DE ACERO GALVANIZADO

C = 140 PARA TUBERIAS DE COBRE Y CEMENTO

C = 150 PARA TUBERIAS DE P.V.C.

D = DIAMETRO DE LA TUBERIA EN METROS

C. PRESION EN LA RED

LA PRESION EN CUALQUIER PUNTO DE LA RED SE CALCULA CON LA ECUACION DE LA ENERGIA, FORMULA DE BERNOULLI.

$$Z1 + P1/\rho + V1^2/2g = Z2 + P2/\rho + V2^2/2g + hf1 - 2$$

**CENTRO DE SALUD PALESTINA CHOCO  
INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO  
MEMORIAS DE CALCULO**

1. PARAMETROS DE DISEÑO RED HIDRAULICA Y SANITARIA - Página 2

P1 =& = PRESION EN EL PUNTO INICIAL

$hf1 -2 = J \times L1 -2$

L1 -2 = Longitud tubería + Longitud equivalente por accesorios

D. TUBERIAS DE DESAGUES

LA CAPACIDAD DE ESTAS TUBERIAS SE CALCULA MEDIANTE LA FORMULA DE MANNING

$$V [ M / SG ] = R^{(2/3)} \times S^{(1/2)} \times 1/N$$

CON LOS SIGUIENTES VALORES DE N

N = 0.010 PARA TUBERIAS DE P.V.C.

N = 0.013 PARA TUBERIAS CONCRETO REFORZADO PREFABRICADA

N = 0.014 PARA TUBERIAS DE GRES O CONCRETO SIMPLE

E. CAUDAL AGUAS LLUVIAS

SE CALCULA UTILIZANDO LA FORMULA RACIONAL

$$Q = C \times I \times A$$

Q = CAUDAL [ LTS / SG ]

C = ESTA EN FUNCION DE LAS CARACTERISTICAS DEL AREA DRENADA

CON LOS SIGUIENTES VALORES DE C

C = 0,75 PARA CUBIERTAS PLANAS EN CONCRETO

C = 0,6 PARA ZONAS IMPERMEABLES

C = 0 PARA ZONAS PERMEABLES

I = 100 mm/hora

Curva IDF estación EL CIELO en Antioquia - IDEAM

F. CRITERIOS DE DISEÑO RED HIDRAULICA

PRESION MINIMA : LA PRESION MINIMA EN CUALQUIER PUNTO HIDRAULICO SERA DE 10 METROS COLUMNA DE AGUA ( 14,22 PSI ).

**CENTRO DE SALUD PALESTINA CHOCO  
INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO  
MEMORIAS DE CALCULO**

1. PARAMETROS DE DISEÑO RED HIDRAULICA Y SANITARIA - Página 3

PRESION MAXIMA : LA PRESION MAXIMA EN CUALQUIER PUNTO HIDRAULICO NO DEBERÁ EXCEDER DE 45 METROS COLUMNA DE AGUA ( 65 PSI ).

VELOCIDAD MAXIMA : PARA LA RED DE SUMINISTRO LA VELOCIDAD MAXIMA PERMITADA SERA DE 2 MTS/SEG.

VELOCIDAD MINIMA : PARA LAS REDES DE SUMINISTRO Y DESAGUES LA VELOCIDAD MINIMA SERA DE 0.60 MTS/SEG.

NORMAS UTILIZADAS : INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS " ICONTEC "

**CENTRO DE SALUD PALESTINA CHOCO  
INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO  
MEMORIAS DE CALCULO**

2. PARAMETROS DE DISEÑO RED CONTRA INCENDIO - Página 1

A. GENERALIDADES

El Centro de Salud de Palestina se encuentra ubicado en el casco urbano del corregimiento de Palestina, municipio de Litoral de San Juan Departamento del Choco , esta edificación está destinada al funcionamiento institucional. La edificación consta en su mayoría de 1 piso, con una altura total hasta cielo raso de 3,0 metros aproximadamente medida a partir del nivel de piso.

En el presente documento se establecen los criterios de protección contra incendios de conformidad con las exigencias de la norma NSR-10 (reglamento colombiano de construcción sismo resistente) basados en la normatividad NFPA, para establecer los niveles de seguridad contra incendio para todas las áreas en la edificación.

B. ALCANCE

El presente informe corresponde al cálculo del equipo de presión y las redes contra incendio para gabinetes y sistema de rociadores automáticos.

Este diseño no incluye los análisis de evacuación, ni detección, alarma ni conexiones eléctricas de los equipos de bombeo. No incluye análisis de evacuación de humos ni estudio de confinamiento.

C. BASES NORMATIVAS

La base conceptual para el diseño de los sistemas de protección contra incendio serán las normas NFPA (National Fire Protection Association) específicamente los estándares:

- NFPA 13 – Instalación de Sistemas de rociadores Automáticos.
- NFPA 14 – Sistemas de conexión para mangueras contra incendio
- NFPA 20 – Bombas contra incendio

D. CLASIFICACION DEL RIESGO

En la norma NSR-10 Título J capítulo J-4.3.4 se clasifica las zonas de ocupación de salud como Grupo de ocupación I “Institucional”. En el apartado J.4.3.4.1 se especifica que “Toda edificación clasificada en el grupo de ocupación I debe estar protegida con un sistema de rociadores automáticos de acuerdo con la última versión del código y de la norma NFPA 13.”

De acuerdo a lo establecido en la norma NFPA 13/2010 capítulo 5, el Centro de Salud se clasifica en los siguientes riesgos:



**CENTRO DE SALUD PALESTINA CHOCO**  
**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO**  
**MEMORIAS DE CALCULO**

2. PARAMETROS DE DISEÑO RED CONTRA INCENDIO - Página 2

AREA	CLASIFICACION NFPA	TIPO DE PROTECCION
Urgencias, Obstetricia, Hospitalización, administración, Consulta Externa.	Riesgo leve	Se implementara un sistema de rociadores K=5.6 QR en todas las áreas, protección de gabinete tipo II (conexión y válvula 1 ½”).

Se diseña un sistema del tipo automático-húmedo, con los siguientes elementos:

- Tanque de reserva tiempo de autonomía 30 minutos.
- Equipo de bombeo
- Redes de distribución
- Gabinetes para Mangueras
- Conexión para Bomberos (siamesa)
- Rociadores automáticos

**E. ABASTECIMIENTO DE AGUA**

Para la reserva de agua, se construirán dos tanques según se indica en los planos de diseño. El volumen de cada tanque contendrá la reserva de agua servicios para un día es decir, tendrá la capacidad de almacenamiento de agua para sanitarios y orinales requerido por la institución, y la totalidad de reserva contra incendio. Además el sistema dispondrá de siamesa de entrada conectada a la red principal. Para la reserva de agua potable se contara con dos tanques cada uno con la reserva para un un día. (Ver hoja de cálculo No. 3 de las memorias de calculo).

**F. SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMATICOS**

El sistema de rociadores automáticos diseñados para el centro de salud es un sistema de tubería húmeda, es decir, la tubería estará siempre llena de agua y presurizada para la extinción automática del incendio.

De acuerdo con NFPA 13 y los criterios de diseño indicados anteriormente, se diseñó un sistema de rociadores para riesgo leve (5.2 NFPA 13), con una densidad de aplicación de 0,1 gpm/ft<sup>2</sup>, sobre un área inicial de diseño de 1500 ft<sup>2</sup>. a la que se aplico reducción del 40% por uso de rociadores tipo QR según (NFPA 13/2010 Figura 11.2.3.2.3.1); siendo el área final de diseño de 900 ft<sup>2</sup>.

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*

## CENTRO DE SALUD PALESTINA CHOCO INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO MEMORIAS DE CALCULO

### 2. PARAMETROS DE DISEÑO RED CONTRA INCENDIO - Página 3

Se propone el empleo de rociadores  $k=5.6$  de respuesta rápida con sensibilidad térmica ordinaria, tipo pendent para la edificación.

Los sistemas de rociadores estarán alimentados de la tubería de red general en  $\varnothing 4"$ . Luego de empatar a la red general se instalará una estación de control y drenaje compuesto de:

- Una válvula mariposa de 3"
- Una válvula cheque 3"
- Un sensor de flujo tipo paleta
- Una válvula de drenaje 1 1/2"
- Un manómetro 0 – 300 psi

#### G. SISTEMA DE GABINETES

El caudal adicional en mangueras solicitado por el diseño de rociadores automáticos, tal como lo indica NFPA 13, será suplido por la red general, está diseñado como un sistema de mangueras tipo II (válvula de 1 1/2") de acuerdo con los criterios establecidos por NFPA 14, el sistema de gabinetes estará en capacidad de suministrar 100 gpm a una presión no menor de 65 psi, medidos en la conexión de mangueras hidráulicamente más desfavorable.

El diseño del sistema está compuesto por una tubería vertical de la cual se derivan directamente gabinetes con conexiones de manguera de 1 1/2", los gabinetes contra incendio serán en lámina negra cold rolled Cal. 20 de 77x77x22x (alto-ancho-fondo) de incrustar terminado en pintura base anticorrosiva roja con cerradura de llave maestra. En su interior tendrá los siguientes aditamentos.

- Válvula angular tipo globo en bronce de 1 1/2 " x 1 1/2" NPT x NH (Hembra-macho).
- Soporte tipo canastilla para manguera gabinetera, fabricado en lámina cold rolled terminado en pintura electrostática roja.
- Tramo de manguera de 1 1/2" x 100 pies (30mts) acoplada, compuesta de un tejido exterior 100% poliéster y un tubo interior de poliuretano. Presión de servicio de 150psi, presión de prueba 300psi, presión de rotura 450psi. Debe cumplir norma de fabricación y mantenimiento NFPA 1961 y 1962.
- Boquilla de chorro y niebla de 1 1/2" en policarbonato.
- Hacha pico de 4 1/2 libras en acero terminado en pintura electrostática roja, cabo cuerpo en madera terminado en laca catalizada.
- Llave Spanner dos servicios, fabricada en hierro y terminada en pintura electrostática aluminio.
- Extintor de polvo químico seco ABC de 10 libras de capacidad, presurizado con Nitrógeno, válvula de descarga en bronce con manguera y manómetro de control.

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*

**CENTRO DE SALUD PALESTINA CHOCO**  
**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO**  
**MEMORIAS DE CALCULO**

3. CALCULO RESERVA DE AGUA

A. RESERVA DE AGUA POTABLE

NUMERO DE CAMAS =	10		
CONSUMO POR CAMA =	600	LTS/CAMA/DIA	
NUMERO DE CONSULTORIOS =	4		
CONSUMO POR CONSULTORIO =	500	LTS/CONSULTORIO/DIA	
NUMERO DE UN. ODONTOLOGICA =	1		
CONSUMO POR UN. ODONTOLOGICA	1000	LTS/ODONTOLOGIA/DIA	
CONSUMO TOTAL DIARIO =	9.000	LTS/DIA	
DIAS DE RESERVA =	5	DIAS	
RESERVA TOTAL =	45.000	LTS =	45,0 M3

RESERVA AGUA SERVICIOS PARA 5 DIAS= 60% 27.000 LTS = 27,0 M3

RESERVA AGUA POTABLE PARA 5 DIAS = 40% 18.000 LTS = 18,0 M3

B. RESERVA SISTEMA DE ROCIADORES PARA RIESGO LEVE

DENSIDAD DE DISEÑO (D) =	0,1	GPM/ft <sup>2</sup>
AREA DE DISEÑO (AD) (VEASE PAGINA 11) =	900	ft <sup>2</sup>
TIEMPO DE AUTONOMIA (t) =	30	MIN
RESERVA CONTRA INCENDIO GABINETES TIPO II =	100	GPM
- CAUDAL NECESARIO $Q=D*AD + 100$ =	190	GPM

RESERVA CONTRA INCENDIO =  $Q*t$  = 5.700 GAL = 22 M3

C. VOLUMEN DE DISEÑO TANQUES

SE CONSTRUIRAN CUATRO TANQUES. DOS CONTENDRAN LA RESERVA DE AGUA SERVICIOS PARA DOS DIAS Y MEDIO Y LA TOTALIDAD DE LA RESERVA CONTRA INCENDIOS. LOS OTROS DOS TANQUES PARA LA RESERVA DE DOS DÍAS Y MEDIO DE AGUA POTABLE.

VOLUMEN TANQUE DE AGUA CONTRA INCENDIO = 22,0 M3

RESERVA AGUA SERVICIOS PARA 2 1/2 DIAS = 11,0 M3

RESERVA TOTAL AGUA SERVICIOS E INCENDIO = 33,0 M3

RESERVA TOTAL AGUA POTABLE PARA UN DIA= 7,0 M3

*Ing. Juan Carlos Gutiérrez Vásquez*

**CENTRO DE SALUD PALESTINA CHOCO**  
**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO**  
**MEMORIAS DE CALCULO**

4. CALCULO DE ACOMETIDA

LA ACOMETIDA ES LA DERIVACION QUE SE HACE DESDE LA RED DEL ACUEDUCTO, HASTA EL TANQUE DE RESERVA DE AGUA POTABLE.

VOLUMEN RESERVA AGUA POTABLE PARA UN DIA =		3.600	LTS/DIA
TIEMPO TOTAL DE LLENADO =	5	HR	18.000 SEG
CAUDAL = $V/T =$	0,20	LTS/SEG	
PRESION DISPONIBLE ACUEDUCTO =	5,0	MTS	
LONGITUD ACOMETIDA =	87	MTS	
$J =$	$Hd / (1.5 * L.A.)$		
$J =$	0,04 M/M		
$\emptyset =$	$( Q / 280 \times C \times J ^{0.54} ) ^{0.38}$		
$C =$	150 P.V.C.		
$\emptyset =$	0,019	MTS	= 0,73 PULG
DIAMETRO REAL DE DISEÑO PARA TUBERIA $\emptyset =$	3/4 PULG		
VELOCIDAD = $Q/A =$	0,70 MTS/SEG		
$J REAL =$	$[ Q / ( 278.5 \times C \times D ^{2.63} ) ] ^{1.85}$		
$J REAL =$	0,034 M/M		
PERDIDAS ACOMETIDA = $J REAL \times LONGITUD =$	2,9 MTS		



**CENTRO DE SALUD PALESTINA CHOCO**  
**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO**  
**MEMORIAS DE CALCULO**

**6. CALCULO EQUIPO DE PRESION AGUA POTABLE**

CABEZA DINAMICA TOTAL	M.C.A
A. PRESION EN PUNTO CRITICO =	15,00
B. PERDIDAS EN LA DESCARGA =	15,00
C. ALTURA ESTATICA EN LA DESCARGA =	7,20
PRESION NECESARIA EN LA DESCARGA =	=====
	37,20
D. ALTURA ESTATICA EN LA SUCCION =	-1,10
E. PERDIDAS EN LA SUCCION =	
LONGITUD TUBERIA =	3,31 MTS
LONGITUD POR ACCESORIOS =	10,8 MTS
LONGITUD TOTAL =	=====
	14,11 MTS
J =	0,113 MM
C =	100
Ø =	2 PULG
Q =	3,38 LTS/SEG
hf succión = LONGITUD TOTAL x hfs =	1,59
	=====
	37,69
CABEZA DINAMICA TOTAL DE DISEÑO =	38,00 MTS
POTENCIA = $Q \times \gamma \times C.D.T. / 76 \times n$	n = Eficiencia = 50%
POTENCIA =	3,38 H.P.
POTENCIA DE DISEÑO =	5,00 H.P.

SERA UN EQUIPO DE PRESION CONSTANTE Y VELOCIDAD VARIABLE, CONFORMADO POR DOS BOMBAS CENTRIFUGAS CADA UNA PARA EL 100% DEL CAUDAL TOTAL.

**CENTRO DE SALUD PALESTINA CHOCO  
 INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO  
 MEMORIAS DE CALCULO**

**7. CALCULO DEL N.P.S.H. EQUIPO DE PRESIÓN AGUA FRÍA POTABLE**

EL NPSH SE CALCULA PARA LA CONDICION MAS DESFAVORABLE, O SEA CON EL NIVEL MINIMO EN EL TANQUE. CALCULO EN METROS DE COLUMNA DE AGUA

$$\text{N.P.S.H.} = P_o - H_{fs} - P_v + V^2/2G + D_s/2$$

ALTITUD = 15 MTS SOBRE EL NIVEL DEL MAR

$P_o = \text{PRESION ATMOSFERICA} = 10,312 \text{ M}$

$H_{fs} = \text{Altura de succión} + h_f \text{ (Veáse hoja de cálculo 6)}$

$H_{fs} = -1,10 + 1,59 = 0,49 \text{ M}$

TEMPERATURA DEL AGUA = 20° C

$P_v = \text{PRESION DE VAPOR}$

$P_v = 0,24 \text{ M}$

VELOCIDAD EN LA SUCCION = 1,67 M/SEG

CABEZA DE VELOCIDAD EN LA SUCCION =  $V^2/2G$

$V^2/2G = 1,67^2 / (2 \times 9.81)$

$V^2/2G = 0,14 \text{ M/SEG}$

$D_s/2 = \text{DIAMETRO DE SUCCION} / 2 = 0,03 \text{ M}$

N.P.S.H. = (CABEZA NETA DE SUCCION DISPONIBLE) 9,75 MTS > 3,0 MTS

**CENTRO DE SALUD PALESTINA CHOCHO  
INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO  
MEMORIAS DE CALCULO**

**8. PERDIDAS POR FRICCION EN RED DE AGUA FRIA SERVICIOS**

TRAMO	UNIDADES	CAUDAL LTS/SEG	DIAMETRO	VELOCIDAD	LONGITUD			PERDIDA	PERDIDA	PRESION FINAL
	HUNTER		PULG	MTS/SEG	TUBERIA	ACCESORIOS	TOTAL	UNITARIA M/M	TOTAL MTS	EN EXTREMO MTS
SE TOMO COMO PUNTO CRITICO EL SANITARIO DEL BAÑO ADJUNTO A SISTEMAS										
PRESION EN PUNTO CRITICO										
1 - 2 +	10,00	0,56	1 1/4	0,70	1,10	3,40	4,50	0,019	0,08	10,00
2 - 3	10,00	0,56	1 1/4	0,70	7,31	3,53	10,84	0,019	0,20	11,18
3 - 4	40,00	1,44	1 1/4	1,82	5,76	5,40	11,16	0,108	1,21	12,59
4 - 5	80,00	2,31	2	1,14	1,21	3,80	5,01	0,026	0,13	12,72
5 - 6	90,00	2,51	2	1,24	10,55	3,80	14,35	0,031	0,44	13,16
6 - 7	150,00	3,56	2	1,76	11,83	13,00	24,83	0,059	1,45	14,62
7 - 8	170,00	3,88	2 1/2	1,22	2,16	4,60	6,76	0,023	0,16	14,78
8 - 9	190,00	4,18	2 1/2	1,32	18,98	4,60	23,58	0,027	0,63	15,41
9 - 10	370,00	6,61	3	1,45	7,24	4,60	11,84	0,026	0,30	15,71
10 - 11	430,00	7,32	3	1,61	15,09	10,80	25,89	0,031	0,80	16,51
11 - 12	440,00	7,44	3	1,63	2,53	5,40	7,93	0,032	0,25	16,76
12 - 13 +	440,00	7,44	3	1,63	4,00	2,50	6,50	0,032	0,21	20,97
13 - 14	440,00	7,44	3	1,63	2,51	2,50	5,01	0,032	0,16	21,13
14 - 15	440,00	7,44	3	1,63	6,89	15,40	22,29	0,067	1,50	22,63
15 - 16 +	440,00	7,44	3	1,63	2,00	6,83	8,83	0,067	0,60	25,23
				SUMA	7,10			SUMA	8,13	



**CENTRO DE SALUD PALESTINA CHOCO**  
**INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO**  
**MEMORIAS DE CALCULO**

**9. CALCULO EQUIPO DE PRESION AGUA SERVICIOS**

CABEZA DINAMICA TOTAL	M.C.A
A. PRESION EN PUNTO CRITICO =	10,00
B. PERDIDAS EN LA DESCARGA =	8,13
C. ALTURA ESTATICA EN LA DESCARGA =	7,10
PRESION NECESARIA EN LA DESCARGA =	=====
	25,23
D. ALTURA ESTATICA EN LA SUCCION =	0,60
E. PERDIDAS EN LA SUCCION =	
LONGITUD TUBERIA =	4,18 MTS
LONGITUD POR ACCESORIOS =	16,33 MTS
LONGITUD TOTAL =	=====
	20,51 MTS
J = 0,067 M/M	Ø = 3 PULG
C = 100	Q = 7,44 LTS/SEG
hf succión = LONGITUD TOTAL x hfs =	1,38
	=====
	27,21
CABEZA DINAMICA TOTAL DE DISEÑO =	28,00 MTS
POTENCIA = $Q \times x \text{ C.D.T.} / 76 \times n$	n = Eficiencia = 50%
POTENCIA =	5,48 H.P.
POTENCIA DE DISEÑO =	5,00 H.P.

SERA UN EQUIPO DE PRESION CONSTANTE Y VELOCIDAD VARIABLE, CONFORMADO POR DOS BOMBAS CENTRIFUGAS CADA UNA PARA EL 100% DEL CAUDAL TOTAL.

**CENTRO DE SALUD PALESTINA CHOCO  
 INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO  
 MEMORIAS DE CALCULO**

10. CALCULO DEL N.P.S.H. EQUIPO DE PRESIÓN AGUA FRÍA SERVICIOS

EL NPSH SE CALCULA PARA LA CONDICION MAS DESFAVORABLE, O SEA CON EL NIVEL MINIMO EN EL TANQUE. CALCULO EN METROS DE COLUMNA DE AGUA

$$\text{N.P.S.H.} = P_0 - H_{fs} - P_v + V^2/2G + D_s/2$$

ALTITUD = 15 MTS SOBRE EL NIVEL DEL MAR

$P_0 = \text{PRESION ATMOSFERICA} = 10,312 \text{ M}$

$H_{fs} = \text{Altura de succión} + h_f \text{ (Veáse hoja de cálculo 9)}$

$H_{fs} = 0,60 + 1,38 = 1,98 \text{ M}$

TEMPERATURA DEL AGUA = 20° C

$P_v = \text{PRESION DE VAPOR}$

$P_v = 0,24 \text{ M}$

VELOCIDAD EN LA SUCCION = 1,63 M/SEG

CABEZA DE VELOCIDAD EN LA SUCCION =  $V^2/2G$

$V^2/2G = 1,63^2 / (2 \times 9.81)$

$V^2/2G = 0,14 \text{ M/SEG}$

$D_s/2 = \text{DIAMETRO DE SUCCION} / 2 = 0,04 \text{ M}$

N.P.S.H. = (CABEZA NETA DE SUCCION DISPONIBLE) 8,26 MTS > 3,0 MTS

**CENTRO DE SALUD PALESTINA CHOCO  
 INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO  
 MEMORIAS DE CALCULO**

11. CALCULO EQUIPO DE PRESION CONTRA INCENDIO -Pagina 1

A. EL SISTEMA CONTRA INCENDIOS FUE SIMULADO EN EL PROGRAMA DE CÁLCULO EPANET A PARTIR DE LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS:

TIPO DE RIESGO = RIESGO LIGERO

FACTOR K ROCIADORES = 5,6

DENSIDAD DE DISEÑO (D) =	0,1 GPM/ft <sup>2</sup>	
AREA DE DISEÑO (AD) =	1500 ft <sup>2</sup>	139,35 M <sup>2</sup>
ALTURA MÁXIMA (MTS) =	3 = 10 PIES	
REDUCCION DE ÁREA SEGÚN NFPA 13/2010 Figura 11.2.3.2.3.1 =		40%
ÁREA DE DISEÑO REDUCIDA =	900 ft <sup>2</sup>	83,61 M <sup>2</sup>
RESERVA CONTRA INCENDIO GABINETES TIPO II =	100 GPM	

CAUDAL NECESARIO  $Q = D \cdot AD + 100 = 190 \text{ GPM} = 11,99 \text{ LTS/SEG}$

ÁREA DE CUBRIMIENTO MAXIMA POR ROCIADOR (Ac) SEGÚN NFPA 13/2010 TABLA 8.6.2.2.1.a  
 AREA = 225 ft<sup>2</sup> = 20,9 M<sup>2</sup>

CAUDAL MINIMO ROCIADOR MAS ALEJADO (Qr)

$Q_r = D \times A_c = 22,5 \text{ GPM} = 1,42 \text{ LTS/SEG}$

PRESION MINIMA POR ROCIADOR (Pr)

$Pr = (Q_r / K)^2 = 16,143 \text{ PSI} = 11,352 \text{ MTS H}_2\text{O}$

NUMERO MINIMO DE ROCIADORES OPERANDO = 4

NUMERO DE ROCIADORES EN ÁREA DE DISEÑO = 5

B. CALCULOS EQUIPO DE PRESION SEGÚN RESULTADOS DE LA SIMULACION

CABEZA DINAMICA TOTAL

M.C.A

A. PRESION NECESARIA EN LA DESCARGA ( CÁLCULOS EPANET ) = 47,90

B. ALTURA ESTATICA EN LA SUCCION = 0,60

C. PERDIDAS EN LA SUCCION =

LONGITUD TUBERIA =	3,00	M
LONGITUD POR ACCESORIOS =	33,3	M
LONGITUD TOTAL =	36,3	M

J =	0,163	M/M	Ø =	3	PULG
C =	100		Q =	11,99	LTS/SEG



**CENTRO DE SALUD PALESTINA CHOCO  
INSTALACIONES HIDRAULICAS, SANITARIAS Y RED CONTRA INCENDIO  
MEMORIAS DE CALCULO**

**12. CALCULO DEL N.P.S.H. EQUIPO DE PRESIÓN INCENDIO**

EL NPSH SE CALCULA PARA LA CONDICION MAS DESFAVORABLE, O SEA CON EL NIVEL MINIMO EN EL TANQUE. CALCULO EN METROS DE COLUMNA DE AGUA

$$\text{N.P.S.H.} = P_o - H_{fs} - P_v + V^2/2G + D_s/2$$

ALTITUD = 12 MTS SOBRE EL NIVEL DEL MAR

$P_o = \text{PRESION ATMOSFERICA} = 10,32 \text{ M}$

$H_{fs} = \text{Altura de succión} + h_f \text{ (Veáse hoja de cálculo 13)}$

$H_{fs} = 0,00 + 5,92 = 5,92 \text{ M}$

TEMPERATURA DEL AGUA = 20° C

$P_v = \text{PRESION DE VAPOR}$

$P_v = 0,24 \text{ M}$

VELOCIDAD EN LA SUCCION = 2,63 M/SEG

CABEZA DE VELOCIDAD EN LA SUCCION =  $V^2/2G$

$V^2/2G = 2,63^2 / 2 \times 9,81$

$V^2/2G = 0,35 \text{ M/SEG}$

$D_s/2 = \text{DIAMETRO DE SUCCION} / 2 = 0,04 \text{ M}$

$\text{N.P.S.H.} = \text{(CABEZA NETA DE SUCCION DISPONIBLE)} = 4,54 \text{ MTS} > 3,0 \text{ MTS}$

#### ANEXO 004 FICHA TÉCNICA PLANTAS POTABILIZADORAS

- Fabricante: NyF De Colombia
  - Línea: EKOPLANTA
  - Aplicación: Agua Potable
  - Capacidad de proceso: 1.000 -8.000 litros/hora
  - Acometidas Hidráulicas: 1 1/2" Pulgadas
  - Horas de Operación día: 10 horas
  - Presión de Trabajo: 20 PSI
  - Presión máxima Soportada: 50 PSI
  - Voltaje de Entrada: 110 - 220 V - 60 Hz
  - Consumo Eléctrico: 700 Wattios/Hora
  - Turbiedad de Entrada: 80 NTU (Máximo)
  - Dureza de Entrada: 130 mg/L CaCO<sub>3</sub>
  - Peso Neto: 60 kg CaCO<sub>3</sub>
  - Peso Bruto: 200 kg CaCO<sub>3</sub>
  - Medidas: 170 cms ancho x 150 cms de alto x 120 cms de largo
  - **MODULOS DE POTABILIZACIÓN**
  - 1 Dosificador por Diferencial de presión de Floculante (Sulfato de Aluminio Tipo B)
  - 1 Mezclador estático en Fibra de Vidrio y PVC para mezcla rápida y homogénea de Floculante y Agua y coagulación acelerada
  - 1 Filtro Y con malla interna en Acero inoxidable de 120 mesh para desbaste
  - 1 Ionizador KDF de 60 Wattios de potencia (Incluye 2 placas Cobre - Plata - Zinc) para eliminación de olores, sabores y reducción de metales pesados.
  - 1 Filtro en Fibra de Vidrio de 90 cms de diámetro x 120 cms de alto - incluye Juego de llaves PVC para cierre rápido y lecho Filtrante de Arena y grava para filtración de partículas superiores a 10 micras.
  - 1 Dosificador por Diferencial de presión de Cloro (Tabletas de Hipoclorito de calcio)
  - 1 Filtro Reactor Ultravioleta (UV-C) para eliminación hasta del 99.9% de virus y bacterias - Incluye 1 lámpara UV-C de 75 Wattios c/u
- 1 Estructura en Fibra de Vidrio Pultruida de 170 cms de ancho x 1