



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**ESTUDIO DE AMPLIACIÓN PARA LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE GASES  
MÉDICOS HOSPITALARIOS DEL HOSPITAL ROOSEVELT**

**Miguel Estuardo Yoc Subuyuj**

Asesorado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña

Guatemala, marzo de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTUDIO DE AMPLIACIÓN PARA LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE GASES  
MÉDICOS HOSPITALARIOS DEL HOSPITAL ROOSEVELT**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**MIGUEL ESTUARDO YOC SUBUYUJ**

ASESORADO POR LA INGA. NORMA ILEANA SARMIENTO ZECEÑA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, MARZO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Veliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **ESTUDIO DE AMPLIACIÓN PARA LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE GASES MÉDICOS HOSPITALARIOS DEL HOSPITAL ROOSEVELT**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 21 de enero de 2011.

  
Miguel Estuardo Yoc Subuyuj





Guatemala, 16 de octubre de 2012.  
REF.EPS.D.855.10.12

Ingeniero  
César Ernesto Urquizú Rodas  
Director  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

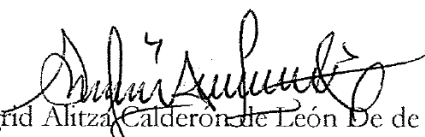
Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **“ESTUDIO DE AMPLIACIÓN PARA LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE GASES MÉDICOS HOSPITALARIOS DEL HOSPITAL ROOSEVELT”** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Miguel Estuardo Yoc Subuyuj** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Directora, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,  
“Id y Enseñad a Todos”

  
Inga. Sigrid Alitza Calderón de León de León  
Directora Unidad de EPS

SACdLDdL/ra



Guatemala, 16 de octubre de 2012.  
REF.EPS.DOC.1382.10.12.

Ingeniera  
Sigrid Alitza Calderón de León De de León  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Inga. Calderón de León De de León.

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Miguel Estuardo Yoc Subuyuj**, Carné No. **200313158** procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“ESTUDIO DE AMPLIACIÓN PARA LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE GASES MÉDICOS HOSPITALARIOS DEL HOSPITAL ROOSEVELT”**.

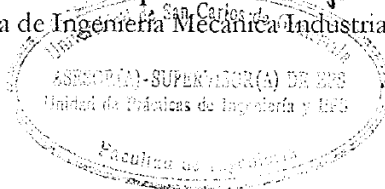
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

  
Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecén de Serrano  
**Asesora-Supervisora de EPS**  
Área de Ingeniería Mecánica Industrial

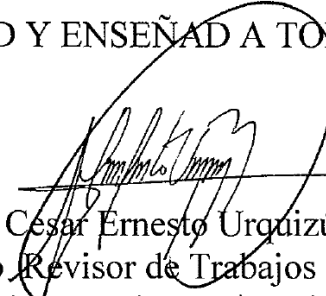


NISZdS/ra



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTUDIO DE AMPLIACIÓN PARA LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE GASES MÉDICOS HOSPITALARIOS DEL HOSPITAL ROOSEVELT**, presentado por el estudiante universitario **Miguel Estuardo Yoc Subuyuj**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, octubre de 2012.

/mgp



REF.DIR.EMI.076.013

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ESTUDIO DE AMPLIACIÓN PARA LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE GASES MÉDICOS HOSPITALARIOS DEL HOSPITAL ROOSEVELT**, presentado por el estudiante universitario **Miguel Estuardo Yoc Subuyuj**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. César Ernesto Urquiza Rodas  
**DIRECTOR**  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, marzo de 2013.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **ESTUDIO DE AMPLIACIÓN PARA LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE GASES MÉDICOS HOSPITALARIOS DEL HOSPITAL ROOSEVELT**, presentado por el estudiante universitario: **Miguel Estuardo Yoc Subuyuj**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.



Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, marzo de 2013



/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** A Él, que me ha dado fuerzas, sabiduría y paciencia, dedico en su nombre este triunfo y bendeciré su nombre por siempre.
- Mis padres** Miguel Ángel Yoc Curup y Gloria Elizabeth Subuyuj Trujillo, por haberme brindado su apoyo incondicional y haberme enseñado a luchar en la vida por los sueños que uno desea y además alcanzarlos a pesar de los obstáculos gracia por sus buenos principios.
- Mis hermanos** Sandra Elizabet, Edgar Benjamín y Angel David Alexander Yoc Subuyuj, por sus consejos, apoyo, cariño y sinceridad; gracias hermanos se los agradezco de todo corazón.
- Mi novia** Miryam Lorena Pérez Tax, por brindarme su cariño, amor, apoyo y paciencia en este camino que hoy culmino, gracias mi amor te lo agradezco muchísimo.
- Mi familia** A todos mis tíos, tías, primos, abuelos y demás familia que me apoyó gracias por sus consejos.

**Mis amigos**

A todas aquellas personas que me brindaron su amistad en este largo camino y que estuvieron en las buenas y en las malas; aquellas que me alentaron a seguir adelante con su ejemplo, hoy les digo misión cumplida.

**Universidad de San  
Carlos de Guatemala**

Al alma máter Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC).

## **AGRADECIMIENTOS A:**

### **Mi jefe**

Ingeniero Edgar Haroldo Illescas, por su apoyo incondicional y por su ejemplo de dar siempre lo mejor en cada acto de la vida.

### **Facultad de Ingeniería**

Por ser una importante influencia en mi vida y en mi carrera, entre otras cosas.

### **Mis compañeros de trabajo**

Jorge Hernández, Milton Flores, Alejandra Chavarrilla, Mariela Rubio, Ingeniera Mónica Anzuetto, entre otros, por su apoyo, ayuda y consejos para seguir adelante.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	V
GLOSARIO .....	VII
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	XV
1. GENERALIDADES DEL HOSPITAL ROOSEVELT .....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Visión y Misión de Hospital Roosevelt .....	2
1.2.1. Visión .....	2
1.2.2. Misión .....	2
1.3. Servicios prestados. ....	2
1.4. Estructura organizacional .....	3
1.5. Información de departamentos que conforman el Hospital Roosevelt.....	7
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO-PROFESIONAL .....	11
2.1. Generalidades .....	11
2.2. Situación actual de gases médicos.....	11
2.2.1. Sistema de gases médicos hospitalarios .....	11
2.2.2. Red para oxígeno .....	13
2.2.3. Red para aire .....	14
2.2.4. Red para vacío .....	14
2.2.5. Red para óxido nitroso.....	15
2.3. Dispositivos de distribución para red de gases médicos .....	19

2.3.1.	Tomas de pared .....	19
2.3.2.	<i>Manifolds</i> para oxígeno .....	21
2.3.3.	<i>Manifolds</i> para aire .....	23
2.4.	Dispositivos de almacenamiento y generadores de gases médicos.....	24
2.4.1.	Cilindros para oxígeno de alta presión .....	25
2.4.2.	Cilindros para aire de alta presión .....	26
2.4.3.	Compresor de aire médico .....	27
2.4.4.	Bomba de vacío.....	29
2.5.	Diagnóstico.....	31
2.5.1.	Diagrama Causa Efecto distribución .....	32
2.5.2.	Sistemas de distribución de gases médicos.....	34
2.6.	Descripción del proceso .....	36
2.6.1.	Proceso de abastecimiento externo de gases médicos a Hospital Roosevelt .....	37
2.6.2.	Proceso de requisición interna de gases médicos ...	39
2.7.	Costos por utilización de cilindros .....	41
2.7.1.	Estudio de costos de por utilización de cilindros .....	42
2.7.1.1.	Costos de mantenimiento .....	42
2.7.1.2.	Costos por renta .....	43
2.7.1.3.	Costos por mermas .....	44
2.7.2.	Inventario total de cilindros asignados al Hospital ....	46
2.7.3.	Estudio de rotación y pedidos de cilindros mensuales .....	47
2.7.4.	Estudio de consumo de gases médicos por medio de red distribución .....	48
2.7.4.1.	Primer nivel .....	48
2.7.4.2.	Segundo nivel.....	50
2.7.4.3.	Tercer nivel.....	53

2.7.4.4.	Cuarto nivel.....	55
2.8.	Propuesta de mejoramiento y reducción de costos .....	56
2.8.1.	Estudio de ampliación de red de distribución de gases .....	56
2.8.2.	Estudio de remodelación para red de distribución de gases .....	62
2.9.	Propuesta de ampliación y remodelaciones a red de gases.....	63
2.10.	Organización de trabajos para ampliación de red de gases .....	65
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN .....	67
3.1.	Marco teórico .....	67
3.1.1.	Desastres naturales .....	67
3.1.2.	Legislación guatemalteca relacionada a desastres naturales .....	68
3.1.3.	Historial de desastres ocurridos dentro de la institución del Hospital Roosevelt .....	69
3.2.	Vulnerabilidad de Centro Hospitalario Roosevelt por ubicación geográfica.....	69
3.3.	Estudio de situación actual de equipos seguridad y planes existentes dentro del Hospital Roosevelt .....	71
3.3.1.	Diagnóstico actual.....	72
3.3.2.	Evaluación de rutas de evacuación y diagnóstico actual .....	73
3.3.3.	Diagnóstico de condiciones de almacenaje de dispositivos dentro del Hospital Roosevelt.....	74
3.4.	Planes de contingencia contra desastres naturales dentro del Hospital Roosevelt.....	76
3.4.1.	Elaboración de planos con rutas de evacuación bien estipuladas.....	81

3.4.2.	Propuesta de corrección sobre actos y condiciones inseguras .....	81
3.4.3.	Propuesta de señalización adecuada para rutas de evacuación .....	83
3.4.4.	Evaluación y corrección de plan propuesto .....	84
4.	FASE ENSEÑANZA APRENDIZAJE .....	87
4.1.	Capacitación de personal involucrado.....	87
4.1.1.	Beneficios de red de distribución de gases contra manipulación de cilindros .....	87
4.1.2.	Manipulación de dispositivos para distribución de gases médicos.....	88
4.1.3.	Utilización de plan de contingencia en caso de emergencia.....	90
	CONCLUSIONES.....	93
	RECOMENDACIONES .....	97
	BIBLIOGRAFÍA.....	99
	APÉNDICES.....	101
	ANEXOS.....	141

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Organigrama general Hospital Roosevelt.....	4
2.	Organigrama Hospital Roosevelt.....	6
3.	Tanque de oxígeno líquido .....	12
4.	<i>Manifold</i> automático de óxido nitroso con alarma .....	16
5.	Factores que afectan la utilización de la red de gases médicos.....	17
6.	Representación grafica red de gases médicos.....	18
7.	Tomas para gases médicos .....	21
8.	<i>Manifold</i> semiautomático.....	23
9.	<i>Manifold</i> automático .....	24
10.	Cilindros de alta presión .....	27
11.	Compresor de aire médico .....	29
12.	Bomba de vacío .....	30
13.	Cilindros de alta presión para gases médicos .....	31
14.	Diagrama Causa Efecto para la distribución actual de gases médicos ..	32
15.	Tuberías red de gases médicos .....	34
16.	Flujograma de abastecimiento de cilindros externo .....	38
17.	Flujograma de abastecimiento de cilindros interno .....	40
18.	Placas tectónicas Guatemala.....	70
19.	Diagrama Causa Efecto de reacción inadecuadas ante desastres naturales .....	72
20.	Diagrama Causa Efecto almacenaje inadecuado de dispositivos .....	74
21.	Área de almacenaje de cilindros Hospital Roosevelt.....	75
22.	Señalización rutas de evacuación .....	84

23.	Área de almacenaje cilindros llenos y vacíos .....	85
24.	Dispositivos para anclaje de cilindros.....	89

## TABLAS

I.	Departamentos de Hospital Roosevelt .....	9
II.	Comparación de costos directos y ocultos para suministro de gases médicos.....	41
III.	Cuadro de costos por mantenimiento preventivo de cilindros .....	43
IV.	Cuadro de costos por renta de cilindros.....	44
V.	Costos por mermas en la utilización de cilindros.....	45
VI.	Inventario de cilindros tipo “H” .....	46
VII.	Consumo de cilindros promedio de oxígeno áreas críticas .....	47
VIII.	Inventario de tomas para gases médicos primer nivel .....	49
IX.	Inventario de tomas para gases médicos segundo nivel (a) .....	50
X.	Inventario de tomas para gases médicos segundo nivel (b) .....	51
XI.	Inventario de tomas para gases médicos segundo nivel (c).....	52
XII.	Inventario de tomas para gases médicos tercer nivel (a) .....	53
XIII.	Inventario de tomas para gases médicos tercer nivel (b) .....	54
XIV.	Inventario de tomas para gases médicos cuarto nivel .....	55
XV.	Suministro de oxígeno con cilindros alternativa actual.....	57
XVI.	Ampliación de red de distribución para suministro de gases médicos ...	58
XVII.	Resumen costos en sistema de distribución .....	60
XVIII.	Estudio Costo Beneficio valuado para 3 años.....	61
XIX.	Cuadro resumen de inversión y ventajas para ampliación de red .....	63
XX.	Programación de capacitaciones .....	91

## **GLOSARIO**

<b>Aire médico</b>	Es aquel gas que por sus características específicas es utilizado para consumo humano y aplicaciones medicinales en instituciones de salud en forma particular.
<b>Almacenaje</b>	Función lógica que permite mantener cercano los productos al tiempo que en colaboración con la función de regularización, ajustar el producto a los niveles de demanda y facilitar el servicio.
<b>CGA</b>	Asociación de Gas Comprimido, asociación encargada al desarrollo y la promoción de normas de seguridad y prácticas seguras en la industria de gases médicos e industriales.
<b>Conexión Chemetron</b>	Término utilizado para las conexiones de dispositivos utilizados en aplicaciones medicinales los cuales tiene la características de se de acople rápido.
<b>Contingencia</b>	Posibilidad que suceda algún suceso, problema o hecho que se presente de forma imprevista.

<b>Cilindro</b>	En términos de gas es el sistema habitual de distribución al menudeo.
<b>Criogénico</b>	Conjunto de técnicas utilizadas para enfriar un material a temperatura de ebullición del nitrógeno o a temperaturas aún más bajas.
<b>Desastre</b>	Hecho natural o provocado por el ser humano que afecta negativamente a la vida, al sustento o a la industria y desemboca con frecuencia en cambios permanentes en las sociedades humanas.
<b>Evacuación</b>	Acción o efecto de retirar personas de un lugar determinado, normalmente sucede en emergencias causadas por distintos tipos de desastres.
<b>Mantenimiento</b>	Todas las acciones que tienen como objeto mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida.
<b>Mermas</b>	Pérdida o reducción de un cierto número de mercancía o de la actualización de un <i>stock</i> que provoca una fluctuación, es decir la diferencia ente el contenido producto supuesto al producto real.



<b>NFPA</b>	Asociación Nacional de Protección Contra el Fuego, asociación encargada al desarrollo y promoción de normas de seguridad contra el fuego, mantiene una norma asociada a las instalaciones de equipos de gases médicos la cual es la NFPA 99C.
<b>Oxígeno</b>	Es un gas a temperatura ambiente, representa aproximadamente el 20,9% en volumen de la composición de la atmósfera terrestre.
<b>Plan</b>	Suele referirse a un programa o procedimiento para conseguir un determinado objetivo.
<b>Renta</b>	Son emisores de deuda que realizan los estados y las empresas dirigidos a un amplio mercado.
<b>Ruta</b>	Conjunto de puntos de comunicación que interconecta dos puntos extremos llevando a un punto en específico.
<b>Vacío</b>	En términos médicos es la conducción de una región donde la densidad de partículas es muy baja, por ejemplo el espacio interestelar.



## RESUMEN

El centro Hospitalario Roosevelt es una institución gubernamental dedicada a brindar servicios de salud a todo tipo de pacientes ya sean estos guatemaltecos o extranjeros, cuenta con distintas áreas las cuales son fundamentales para el buen funcionamiento de dicho centro hospitalario, dentro de las áreas más críticas y funcionales que se pueden mencionar: Labor y Partos, Pediatría, Emergencias, quirófanos, encamamientos, maternidad, intensivos, entre otros.

Para que dicho centro hospitalario opere adecuadamente y pueda brindar el mejor servicio en cuanto a equipo se refiere, el hospital cuenta con una red de distribución de gases médicos la cual es sumamente funcional pero que presenta una debilidad, debido a la cantidad de pacientes que atiende, la red existente en algunos puntos no es suficiente lo cual obliga al personal a que utilice el sistema de distribución de gases por medio de cilindros de alta presión, lo cual representa un riesgo tanto para el personal que lo manipula como para el que lo transporta.

Adherido a la problemática de la insuficiencia de red de gases en algunos puntos del hospital, se pudo observar que existen distintos agentes que contribuyen a la utilización de cilindros de alta presión en lugares donde se cuenta con una red de distribución, estos agentes son una causa más para que la manipulación de cilindros de alta presión aumente poniendo en peligro la integridad física de los usuarios y de la infraestructura de la institución debido a la forma de transportar los cilindros de un sitio a otro con poco nivel de seguridad y delicadeza.

Para poder erradicar la debilidad encontrada se planteó una propuesta de ampliación de la red de distribución en tres puntos específicos como lo son, el área de Maternidad, Pediatría y Medicina de Hombres, la propuesta de ampliación ofrece distintos factores que benefician a los usuarios que operan el sistema por medio de cilindros de alta presión así como a la misma institución, dentro de los factores que ofrecen beneficios se pudieron enumerar la seguridad, la ergonomía, la economía, entre otros.

En cuanto a los agentes que contribuyen a la utilización de cilindros de alta presión se propuso la realización de una capacitación teórica y práctica, en la cual se pretende dar a conocer la utilización adecuada de los dispositivos para la red de distribución con el fin de despejar las dudas e inconvenientes que no permiten que se utilice la red de distribución de gases en su totalidad.

## **OBJETIVOS**

### **General**

Plantear una propuesta adecuada basada en fundamentos reales que puedan justificar la ampliación de la red de distribución de gases médicos con el fin de poder contribuir a la erradicación de la manipulación de cilindros de alta presión dentro de la institución del Hospital Roosevelt, generando un ambiente agradable de trabajo en el cual se pueda utilizar un sistema que brinde seguridad, ahorros y confiabilidad tanto al personal del Hospital como a los mismos pacientes que ingresan al mismo.

### **Específicos**

1. Diagnosticar la situación actual de la red de gases médicos dentro de todas las áreas del Hospital Roosevelt para establecer los posibles puntos donde pueda ser justificable la ampliación de la misma.
2. Establecer las causas que generan la utilización de cilindros de alta presión dentro de las áreas del Hospital Roosevelt, para luego proponer una solución que pueda contrarrestar dichas causas en su mayoría.
3. Identificar las áreas del hospital que tienen la mayor rotación de cilindros por falta de tomas para gases médicos y aislarlos para poder plantear la propuesta de ampliación.

4. Enumerar cada uno de los costos ocultos por la utilización de cilindros que sean factor importante para justificar la ampliación de la red de gases médicos, mediante una comparación costo-beneficio.
5. Elaborar planos de la red de distribución de gases médicos que identifique cada una de las líneas existentes y los dispositivos que cada uno conlleva para que sirvan como guía para futuras ampliaciones.
6. Identificar las posibles debilidades que posea el plan de contingencia contra terremotos del Hospital Roosevelt para proponer una posible solución a dichas debilidades.
7. Capacitar al personal de enfermería y mantenimiento en el ámbito de utilización de equipos existentes y concientizar el peligro de la circulación de cilindros dentro del Hospital Roosevelt.

## INTRODUCCIÓN

Primer capítulo: el Hospital Roosevelt es un centro asistencial dedicado a preocuparse por el bienestar y la salud de sus pacientes ya sean estos guatemaltecos o extranjeros, brinda servicios de asistencia médica y cuenta con distintos departamentos y equipos de trabajo que ayudan a fortalecer dicho servicio, es por ello que en este capítulo se observan antecedentes generales del Hospital Roosevelt, como lo es su visión y misión, qué tipo de estructura organizacional posee, así como un organigrama general que muestra gráficamente como está integrada la estructura orgánica del hospital, también se puede observar una tabla que contiene información de los distintos departamentos que integran el hospital y sus derivaciones.

Segundo capítulo: en este capítulo se describe la fase de Servicio Técnico Profesional, en la cual se abarcan distintos conceptos referentes a los sistemas de distribución de gases médicos con los que cuenta el Hospital Roosevelt, en esta fase se observa la problemática a estudiar la cual tiene una relación directa con la distribución de gases médicos actual, tanto en términos de seguridad como de costos, en este mismo capítulo se presenta la propuesta que pretende erradicar los factores que contribuyen a que se utilice un sistema inadecuado para la distribución de gases médicos dentro del Hospital Roosevelt y que representa un factor de peligro tanto para el personal de enfermería y mantenimiento así como también para los pacientes que acuden al hospital.

Tercer capítulo: este capítulo describe la fase de investigación donde se observan los conceptos básicos sobre desastres naturales, algunos temas legislativos relacionados al tema de desastres, así como el plan de contingencia contra terremotos que posee el Hospital Roosevelt el cual presenta algunas deficiencias.

En este capítulo se lograron enumerar distintos actos y condiciones inseguras para las cuales se propuso una serie de correcciones, con el fin de reducir el riesgo de accidentes, también se propuso la corrección para las deficiencias encontradas en el plan de contingencia contra terremotos, las cuales en su mayoría fueron en señalización y planos de la rutas de evacuación.

Cuarto capítulo: en este último capítulo se desarrolla la fase enseñanza aprendizaje en la cual se estipulan distintos puntos que complementan las dos fases anteriores, que con ayuda de una institución privada se capacitó al personal tanto de mantenimiento como de enfermería sobre la utilización adecuada de una red de distribución de gases así como la utilización adecuada de cilindros y de un plan de contingencia en caso de emergencia.



# **1. GENERALIDADES DEL HOSPITAL ROOSEVELT**

## **1.1. Antecedentes**

“El Hospital Roosevelt es un centro asistencial que atiende a personas que habitan en la ciudad capital y en el resto del país, referidos desde los Hospitales departamentales y regionales. De igual forma, se brinda atención a ciudadanos de otros países que viven o están de paso por Guatemala. Se proporciona, a la población guatemalteca, atención de emergencias pediátricas y de adultos/as las 24 horas del día, todos los días del año.

El Hospital Roosevelt cuenta con más de 2 mil 800 colaboradores distribuidos entre personal médico, de enfermería, auxiliar, técnico, nutrición, trabajo social, atención al usuario y usuaria, personal de seguridad, intendencia y administrativo. A este equipo, se suman estudiantes de ciencias de la salud de las universidades: San Carlos de Guatemala, Rafael Landívar, Francisco Marroquín y Mariano Gálvez. De igual forma, el Roosevelt alberga un grupo de voluntarios y voluntarias que apoyan las gestiones interinstitucionales para ofrecer un servicio más humano y cálido.

En el Hospital Roosevelt se preocupa por el bienestar y la salud por ello se esfuerza en brindar un mejor servicio en el momento que lo necesiten con la calidad que se requiere y la calidez que su problema demanda.”<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> [www.hospitalroosevelt.gob.gt](http://www.hospitalroosevelt.gob.gt). Consulta: agosto del 2011.

## **1.2. Visión y Misión de Hospital Roosevelt**

Dentro de una organización formal y organizada debe de existir una visión y misión la cual da la pauta del camino al cual se debe de seguir a corto y largo plazo de lo cual el Hospital Roosevelt no escapa y se presentan a continuación.

### **1.2.1. Visión**

“Ser el principal Hospital de referencia nacional del sistema de salud pública del país, brindando atención médica y Hospitalaria especializada, con enfoque multiétnico y culturalmente adaptado”.

### **1.2.2. Misión**

“Brindar servicios hospitalarios y médicos especializados de encamamiento y de emergencia de acuerdo a las necesidades de cada paciente, en el momento oportuno y con calidad, brindando un trato cálido y humanizado a la población, ofrecer a estudiantes de ciencias de la salud los conocimientos, habilidades y herramientas necesarias para formarlos, como profesionales especialistas, en la rama de la salud, en respuestas a las demandas de los tiempos modernos”.

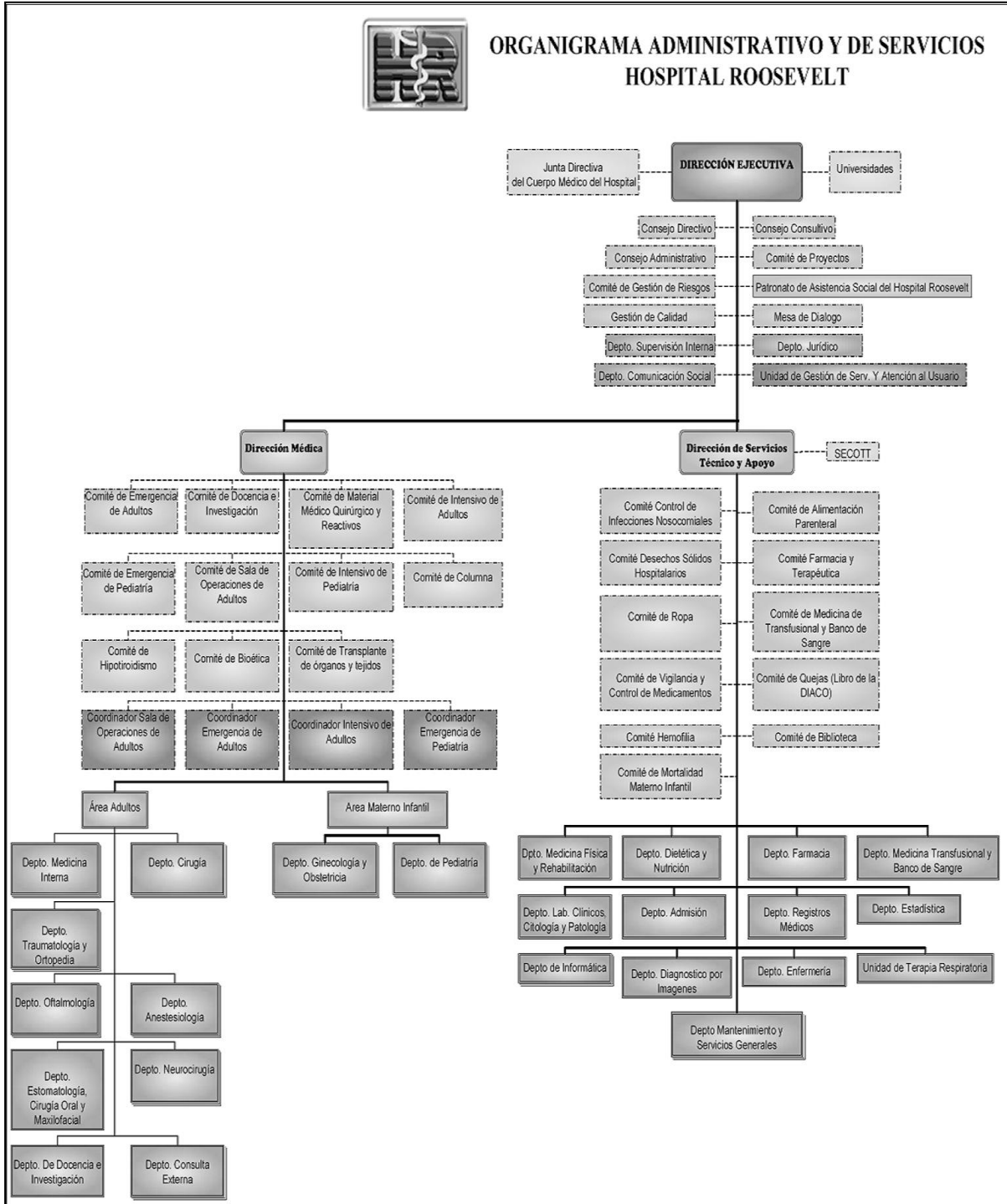
## **1.3. Servicios prestados**

El Centro Hospitalario Roosevelt ofrece servicios médicos y hospitalarios gratuitos en Medicina Interna, Cirugía, Ortopedia, Traumatología, Maternidad, Ginecología, Pediatría, Oftalmología y subespecialidades. También se atiende a pacientes en medicina nuclear, diagnóstico por imágenes y laboratorios clínicos.

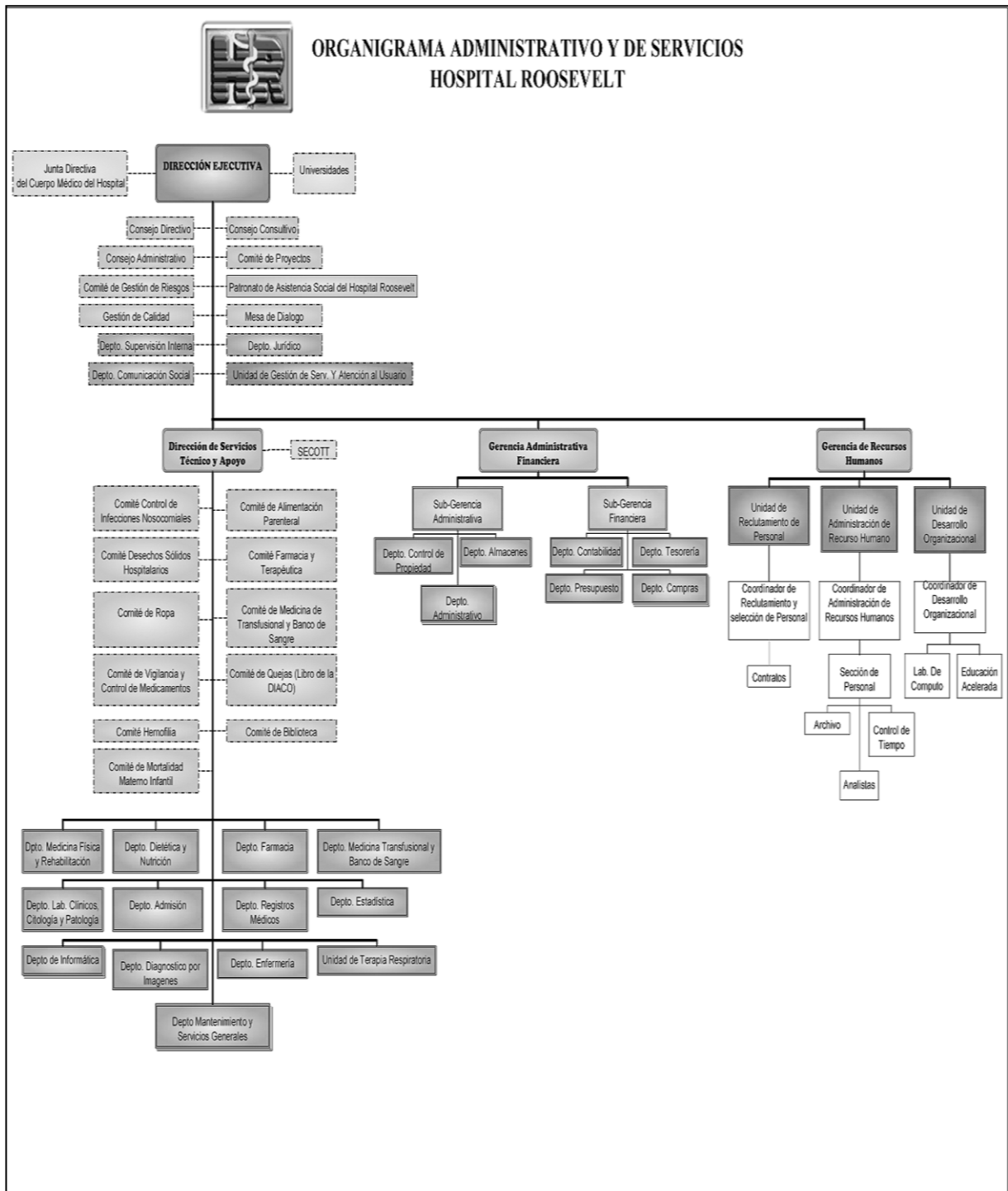
#### **1.4. Estructura organizacional**

La estructura organizacional con la que cuenta el Hospital Roosevelt, es una estructura funcional debido a que cada departamento de la institución es responsable de las funciones básicas del cual depende, también cada departamento depende de una sede central en términos de dirección. A continuación en la figura 1 y 2 se puede observar el organigrama general del Hospital Roosevelt así como el organigrama del Departamento de Mantenimiento respectivamente.

Figura 1. Organigrama general Hospital Roosevelt

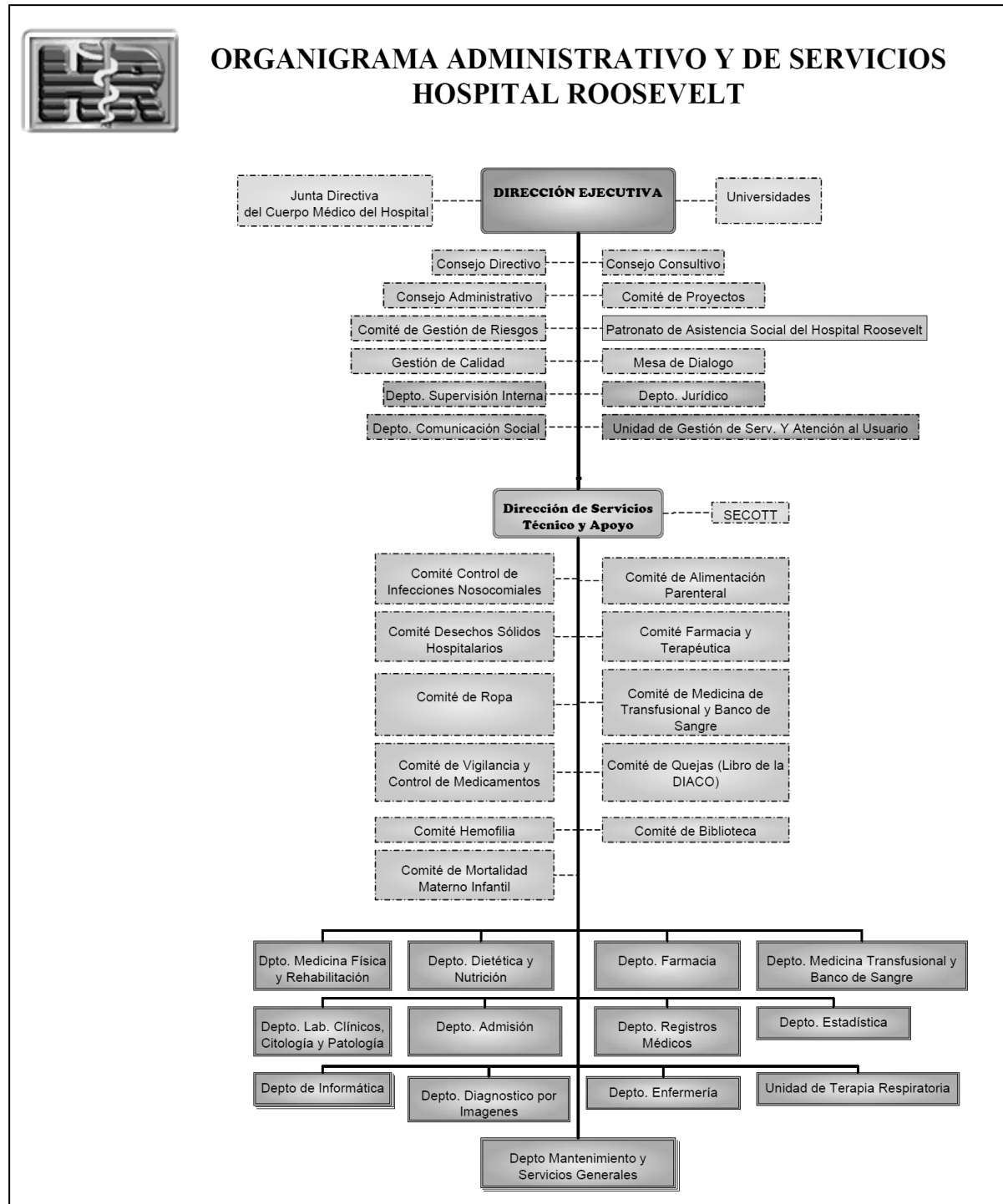


Continuación de la figura 1.



Fuente: <http://www.Hospitalroosevelt.gob.gt/HospRoosevelt/inicio.htm>. Consulta: agosto de 2011.

Figura 2. Organigrama Hospital Roosevelt



Fuente: <http://www.Hospitalroosevelt.gob.gt/HospRoosevelt/inicio.htm>. Consulta: agosto de 2011.

## **1.5. Información de departamentos que conforman el Hospital Roosevelt**

El Hospital Roosevelt se compone en su mayoría de departamentos enfocados a servicios de salud entre los cuales se pueden mencionar las emergencias tanto de Adultos como de Pediatría, las cuales cumplen con la función de atender pacientes con un estado clínico delicado y que pueden llegar en cualquier momento del día o de la noche, cuenta con su propio Departamento Administrativo el cual se encarga de distribuir los recursos necesarios para el buen funcionamiento de cada emergencia.

Cuenta con un Departamento de Maternidad el cual se encarga de atender los servicios médicos de las futuras madres y de sus complicaciones en el momento de dar a luz, en este departamento se encuentra subdividida en otros servicios de los cuales se pueden mencionar la zona séptica que se encarga de las pacientes con VIH, el Área de Legrados, Terapia Respiratoria, Ultrasonidos entre otros, el Departamento de Maternidad cuenta con su Departamento Administrativo el cual se ocupa de los recursos de este departamento y sus subdivisiones.

El Departamento de Pediatría con el que cuenta el Hospital Roosevelt se encuentra subdividido en otros departamentos de los cuales los más concurridos son las de Emergencia, Niños Quemados, Intensivos, Quirófanos, Zona de Intermedios y cada una de estas cuenta con su respectiva jefatura la cual se encarga de coordinar los turnos para la atención de pacientes, esta al igual que otros departamentos cuenta con su propia administración y esta maneja los recursos para el buen funcionamiento del departamento.

En el Departamento de Medicinas para Adultos se pudo encontrar distintas divisiones en las cuales se encuentra la mayor parte de pacientes adultos que ingresan al Hospital Roosevelt o que bien quedan hospitalizados, ya que se considera esta una de las áreas de menor riesgo, cuenta al igual que los anteriores departamentos con su propia administración.

Estos cuatro departamentos son los más grandes del Hospital Roosevelt y son los departamentos que atienden al 90% de pacientes, sin embargo, existen algunos otros departamentos o subdivisiones como lo es el Departamento de Trabajo Social, Patronatos, Medicina Nuclear, Estomatología entre otros.

El Hospital Roosevelt cuenta con un Departamento General de Recursos Humanos, Administración y Compras los cuales coordinan y autorizan la mayor parte de contratos, compra de insumos, compra de medicamentos, autorización de proyectos y otros asuntos de carácter administrativo de lo cual no influye directamente al campo médico.

En la parte de Mantenimiento que es uno de los aspectos de mayor importancia dentro de un hospital, el centro Hospitalario Roosevelt cuenta con el suyo el cual se conforma de un jefe de departamento y sus respectivos asistentes, los cuales se encargan de coordinar con empresas contratadas los distintos tipos de mantenimientos y servicios de equipo médico, calderas, servicios de tuberías para aguas residuales, tuberías para gas propano, tuberías para gases médicos, cilindros para gases médicos, supervisión de obras, entre otras funciones las cuales son aprobadas y financiadas por la administración general del Hospital Roosevelt.



En las siguientes tablas se visualiza cada uno de los departamentos con los que cuenta el Hospital Roosevelt y sus subdivisiones las cuales son la parte fundamental para el buen desempeño de cada departamento.

Tabla I. Departamentos de Hospital Roosevelt

HOSPITAL ROOSEVELT			
DEPARTAMENTO	DEPARTAMENTO	DEPARTAMENTO	DEPARTAMENTO
DIRECCIONES	MATERNIDAD	PEDIATRÍA	TRABAJO SOCIAL
Ejecutiva	Jefatura	Jefatura	Jefatura
Ejecutiva	Secretaria	Secretaria	Secretaria
Medica	Jefatura de Residentes	Jefatura de Residentes	Coordinación
Técnica	Administración	Jefatura de Post-Grado	Emergencia de Adultos
<b>EMERGENCIA ADULTOS</b>	Secretaria de Administración	Docencia	Cirugía
Administración	Supervisor de Enfermería	Administración	Medicina
Estación Enfermería	Emergencia	Supervisión de Enfermería.	Pediatría
Cirugía	Séptico	Emergencia de Medicina	Maternidad
Medicina	Legrados	Emergencia de Ortopedia	Ginecología
Ortopedia	Ultrasonidos	Emergencia de Enfermería	Cohesión Número y 2.
Sala Operaciones	Central de Equipos	Emergencia de Cirugía	Hogar Temporal
Jefatura	Banco de Leche 2 nivel	Quemados	Jefatura Médica
Administración	Labor y partos	Infantes Enfermería	Supervisión Enfermería
Supervisor de Enfermería	Labor y Partos Quirúrgicos	Infantes	Gestión Servicio
Cirugía A	Mínimo Riesgo	Nutrición	Medicina
Cirugía B	Alto Riesgo	Secott	Neurología
Cirugía C	Jefatura de Neonatos	Cirugía Pediátrica	Ortopedia
Cirugía D	Terapia Respiratoria	Jeringa Pre-llenada	Salud Mental
Cirugía E	3ero. Post-Parto	Especialidades	Pediatría Enfermería
<b>NEUROCIRUGÍA</b>	<b>GINECOLOGÍA</b>	Escuela de Especialidad	Pre-Natal
Jefatura	Jefatura	Jefatura de Intensivo	Ginecología
Secretaria	Encamamiento	Enfermería de Intensivo	Ortopedia Pediatría.
Encamamiento	Sala Operaciones	Intensivo	Cirugía y Neurocirugía Pediátrica
<b>MEDICINA</b>	<b>ORTOPEDIA</b>	Terapia Respiratoria	Quemados Niño sano
Jefatura	Jefatura	Intermedios	COEX. Nro.2
Administración	Administración	Hospital de Día	Jefatura de Enfermería
Supervisor de Enfermería	<b>ANESTESIA</b>	Cirugía Pediátrica	Administración
Medicina A	Jefatura	Cirugía Pediatría y Enfermería	Cirugía
Medicina B / Anexo	Secretaria	Medicina 4to. Nivel Enfermería.	Dermatología
Medicina C	<b>OFTALMOLOGÍA</b>	Medicina Enfermería 4to.Nivel	Otorrino
Medicina D	Jefatura	Hemodiálisis	Urología
Medicina E	admisión	Escuela 4to.Nivel	Neurociugía
Observación	Encamamiento	Damas Voluntarias	Estomatología

Continuación de la tabla I.

HOSPITAL ROOSEVELT			
DEPARTAMENTO	DEPARTAMENTO	DEPARTAMENTO	DEPARTAMENTO
Intensivo	Sala Operaciones	Sala de Operaciones Oncología	Endocrinología
Administración Uña	Coex	Sala Operaciones 1.	Unidad Pulmonar/Neumología
Hemodiálisis procedimiento.	RAYOS X	Sala Operaciones 2	Secretaría de Cardiología
Terapia Respiratoria	Jefatura	Sala Operaciones 3.	Electrocardiogramas
Medicina Física y Rehabilitación	Administración	Sala Operaciones y anestesia	Reumatología
SALA OP. ADULTOS	Recepción	Quirófano	Tumores
Jefatura de Enfermería	Archivo	Quirófano	Dr. Clínica Personal
Administración	Cuarto Lectura	MEDICINA NUCLEAR	Clínica Personalizadas
Pasillo	ESTOMATOLOGÍA	Jefatura	ENFERMERÍA
Quirófano	Jefatura	Secretaria	Jefatura
Recuperación	Coex II	Laboratorio	Secretaria
Central de Equipos	Coex Pediatría	Centelogramas	Departamento de Educación
PERSONAL	GERENCIA FINANCIERA	COMPRAS	OTROS DEPARTAMENTOS
Jefatura	Secretaría Gerencia	Jefatura	Nutrición
Secretaria	Sub-Gerencia	Secretaria	Patronato
Control de Tiempo	Secretaria sub-Gerencia	REGISTRO MEDICO	Presupuesto
REC.HUMANOS	LAVANDERÍA	Jefatura	Servicio Interna
Secretaría de Gerencia	Jefatura	Kardex	Transportes
Administración	Lavandería Maternidad	Archivo	Estadística
Des. Organizacional	Ropería Mater	DIETÉTICA	Hospital Cardiovascular
Recepción	Ropería cirugía	Jefatura	Oncología Pediátrica
ADMISIÓN	Ropería Pediatría	Secretaria	Biblioteca
Jefatura	INFORMÁTICA	Supervisión	Costurería
Emergencia de Adultos	Jefatura	Laboratorio Leche	Epidemiología
Emergencia de Maternidad	Secretaria	Banco lecha 2 nivel Maternidad	Eventos de Cotización
Emergencia Pediatría	Área Técnica	FASE	Escuela de Terapia Respiratoria
Coex Maternidad	Desarrollo	Francisco Marroquín	Jurídico
Información Central	JEF.MANTENIMIENTO	Usac. Fase III	Nosocomiales
Información Maternidad	Jefatura	INTENDENCIA	Banco de Leche
Información Pediatría	Jefatura servicios Generales	Jefatura	control de personal/doctor
LABORATORIOS	Contratos	Secretaria	Secretaría De Patología
Administración	Talleres/Turno 24 hrs	Bodega	Imprenta
Banco Sangre 2do Nivel	Calderas	Bodega Maternidad	Bod.Intend.Pedia
Banco Sangre Coex	SEGURIDAD	Bodega Pediatría	Gañita Peatonal 5 avenida
Cancerología/Urocoprol	Jefatura	DOCENCIA	Jefatura Seguridad
Química	Loby Central	Jefatura	
Hemato-Oncología	Gañita Emergencia. Adultos	Secretaria	
Muestras Nemato 2N	Gañita 5 avenida	CONTROL DE PROPIEDAD	
Secretaría de Cirugía	Gañita 9 avenida	Jefatura	
Citología Laboratorio	Pasillo Direcciones	Secretaria	
Patología	Peatonal Pediatría	COMUNICACIÓN SOCIAL	
Morgue	Gañita Maternidad	Comunicación Social 1	

Fuente: <http://www.Hospitalroosevelt.gob.gt/HospRoosevelt/inicio.htm>. Consulta: agosto de

2011.

## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO-PROFESIONAL**

### **2.1. Generalidades**

En la utilización de cilindros para gases médicos de alta presión dentro de un centro hospitalario existen distintos factores los cuales deben de ser considerados por el peligro y costo que cada uno de ellos representa, así como alguna otra alternativa para la distribución de los gases medicinales, es por ello que basándose en estos factores se puede determinar las causas y los efectos que conlleva la utilización de cilindros de alta presión dentro del centro Hospitalario Roosevelt por lo que a continuación se presenta el diagnóstico actual.

### **2.2. Situación actual de gases médicos**

La situación actual para la distribución de gases médicos está basada en dos sistemas, por un lado el sistema realizado por medio de cilindros de alta presión y la segunda por medio de una red de distribución la cual se describe a continuación

#### **2.2.1. Sistema de gases médicos hospitalarios**

La naturaleza exacta de la ciencia médica se enfoca en las demandas de las mejoras en las facilidades médicas con mayor efectividad para los servicios de soporte en el uso de área médica. El objetivo primario de proporcionar a los centros Hospitalarios gases médicos es proveer de servicios técnicos creativos

de alta calidad que permitan mantener una armonía con las necesidades, tal es el caso del sistema implementado en el centro Hospitalario Roosevelt el cual cuenta con equipos de alta calidad garantizando el suministro adecuado para la distribución de gases medicinales.

Como la central de los sistemas de suministro de gases médicos en situaciones de vida es esencial para la integridad y la buena realización de los procedimientos que se llevan, el Centro Hospitalario Roosevelt cuenta con un tanque de oxígeno líquido que suministra el vital insumo (ver figura 3) a todo el hospital mediante la red de distribución que posee.

Figura 3. **Tanque de oxígeno líquido**



Fuente: Hospital Roosevelt.

Una buena central de equipos debe de estar compuesta de varios dispositivos los cuales se encargan de suministrar los distintos gases

medicinales a todo centro hospitalario de lo cual el Hospital Roosevelt no es la excepción.

Existen cuatro gases principales designados médicos, que normalmente se instalan en un centro Hospitalario con los cuales cuenta el Hospital Roosevelt y estos son:

- Oxígeno
- Óxido nitroso
- Aire Comprimido
- Vacío

Dichos gases son generados y distribuidos dentro del Hospital Roosevelt mediante los siguientes dispositivos.

### **2.2.2. Red para oxígeno**

La red o sistema de distribución de oxígeno es la encargada de distribuir el oxígeno grado médico dentro de una tubería de cobre tipo “L” o “K” específicamente para gases médicos, desde las centrales de distribución que en el caso del Hospital Roosevelt se obtiene de un tanque criogénico de oxígeno líquido (ver figura 3), manteniendo un *Manifolds* de cilindros (ver figura 8) como respaldo, los cuales llegan a los distintos ambientes hospitalarios que lo requieran y puede ser utilizada para oxigenoterapias las cuales son el 85% de la aplicación de oxígeno, las nebulizaciones en niños y adultos, se aplica en niños recién nacidos con problemas respiratorios, en niños prematuros se suministra oxígeno en cámaras incubadoras que generan un ambiente húmedo y a temperatura adecuada para el crecimiento y reproducción de los mismos, entre otras aplicaciones.

### **2.2.3. Red para aire**

La red de distribución de aire del Hospital Roosevelt es la encargada de llevar aire grado médico por medio de una tubería de cobre tipo “L” o “K” desde la central de equipos que en este caso está constituida por tres compresores de aire médico ubicados uno en el área de Pediatría, el cual suministra aire médico al área de Pediatría y Maternidad, otro compresor esta ubicado en el Área de Intensivo el cual suministra aire a los Departamentos de Intensivo, Medicina, Intermedios y Quirófanos de adultos, el tercer compresor se encuentra ubicado en el Área de Emergencia, el cual cubre Emergencia y Neurocirugías y todos son de grado médico libres de Aceite.

Cada uno de estos sistemas esta equipado con un *Manifold* para cilindros (ver figura 9) de respaldo el cual funciona si por alguna razón el sistema principal deja de funcionar, la red de distribución culmina en tomas de pared las suministran el gas en cada uno de ambientes hospitalarios mencionados y es utilizada para equipos médicos como ventiladores mecánicos, cámaras hiperbáricas, incubadoras que combinados con el gas oxígeno generan el ambiente adecuado necesario para los recién nacidos, entre otros.

### **2.2.4. Red para vacío**

La red de vacío con la cual cuenta el Hospital Roosevelt esta constituida por 3 bombas de succión las cuales se encuentra divididas en el área de Pediatría, Emergencia e Intensivo y son las encargadas de proporcionar la fuerza de succión para poder deshacerse de desechos o tejidos, la red esta se encuentra realizada en tubería de cobre tipo “L” la cual llega hasta los puntos de Quirófano, Encamamientos, Intensivos entre otras donde la succión es utilizada mediante unos dispositivos los cuales son colocadas a las tomas de

vacío o tomas de gases (ver figura 7) para la sustracción de desechos mediante unos dispositivos llamados reguladores de vacío los cuales almacenan todos los tejidos o líquidos corporales dañinos del cuerpo humano.

Este sistema debe de poseer una unidad de desfogue la cual permite expulsar todo el aire succionado y algunos desechos que puedan pasar del vaso que retiene los desechos cuando este se llena a su límite.

### **2.2.5. Red para óxido nitroso**

El óxido nitroso fue el primer gas empleado en la medicina, es extremadamente seguro para uso medicinal ya que no es inflamable, la principal forma de distribuir este tipo de gas es por medio de cilindros de alta presión, el Hospital Roosevelt cuenta con una red de distribución la cual consta de manifolds de distribución operados en forma automática mediante una cabina electrónica que manda señales remotas a unos sensores llamados alarmas las cuales se encuentran instaladas en la misma cabina electrónica (ver figura 4).

La principal aplicación del óxido nitroso en el Hospital Roosevelt es la anestesia general balanceada, lo cual genera un plano anestésico quirúrgico estable, el gas óxido nitroso es utilizado en forma gaseosa aunque los cilindros contengan el contenido en forma líquida, debido a esto existen algunas aplicaciones más directas con él líquido como la cauterización de quistes, verrugas o mezquinos.

Este sistema ha dejado de ser utilizado en general para el uso médico y en el caso del Hospital Roosevelt el sistema esta deshabilitado, el conjunto de

tuberías del óxido nitroso se encuentra totalmente sin presión, los *manifolds* automáticos no tienen ningún tipo de uso y se encuentran sin ningún tipo de cilindro por lo que este tipo de sistema se encuentra sin ningún tipo de provecho.

Figura 4. ***Manifold*** automático de óxido nitroso con alarma

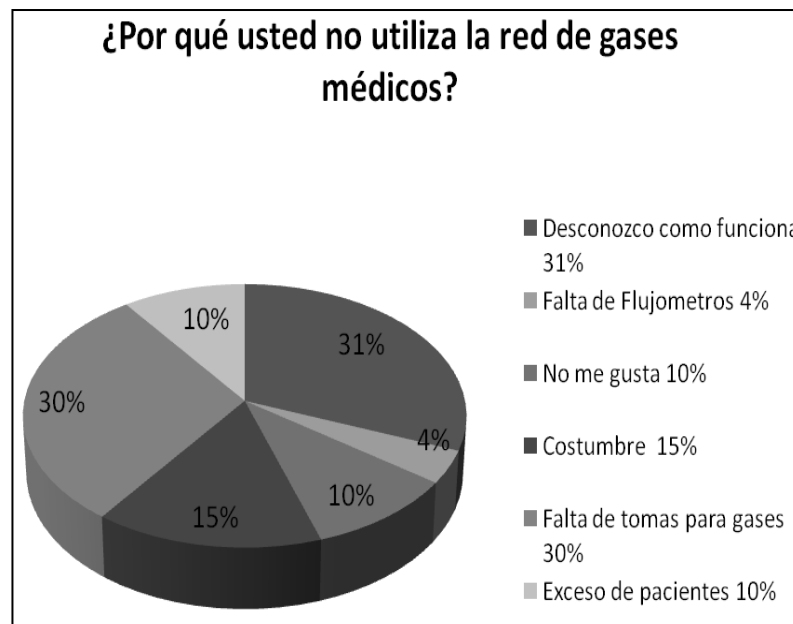


Fuente: Hospital Roosevelt.

El Hospital Roosevelt cuenta con equipos de distribución adecuados en lo que a red de distribución de gases se refiere para brindar una buena atención a los pacientes que son ingresados diariamente a este centro hospitalario, pero existen factores que hacen que no se aprovechen estos recursos, dichos factores se muestran en la siguiente gráfica en la cual se puede apreciar los motivos de la dependencia de cilindros, la siguiente figura fue realizada con base a un pregunta concreta.



Figura 5. Factores que afectan la utilización de la red de gases médicos

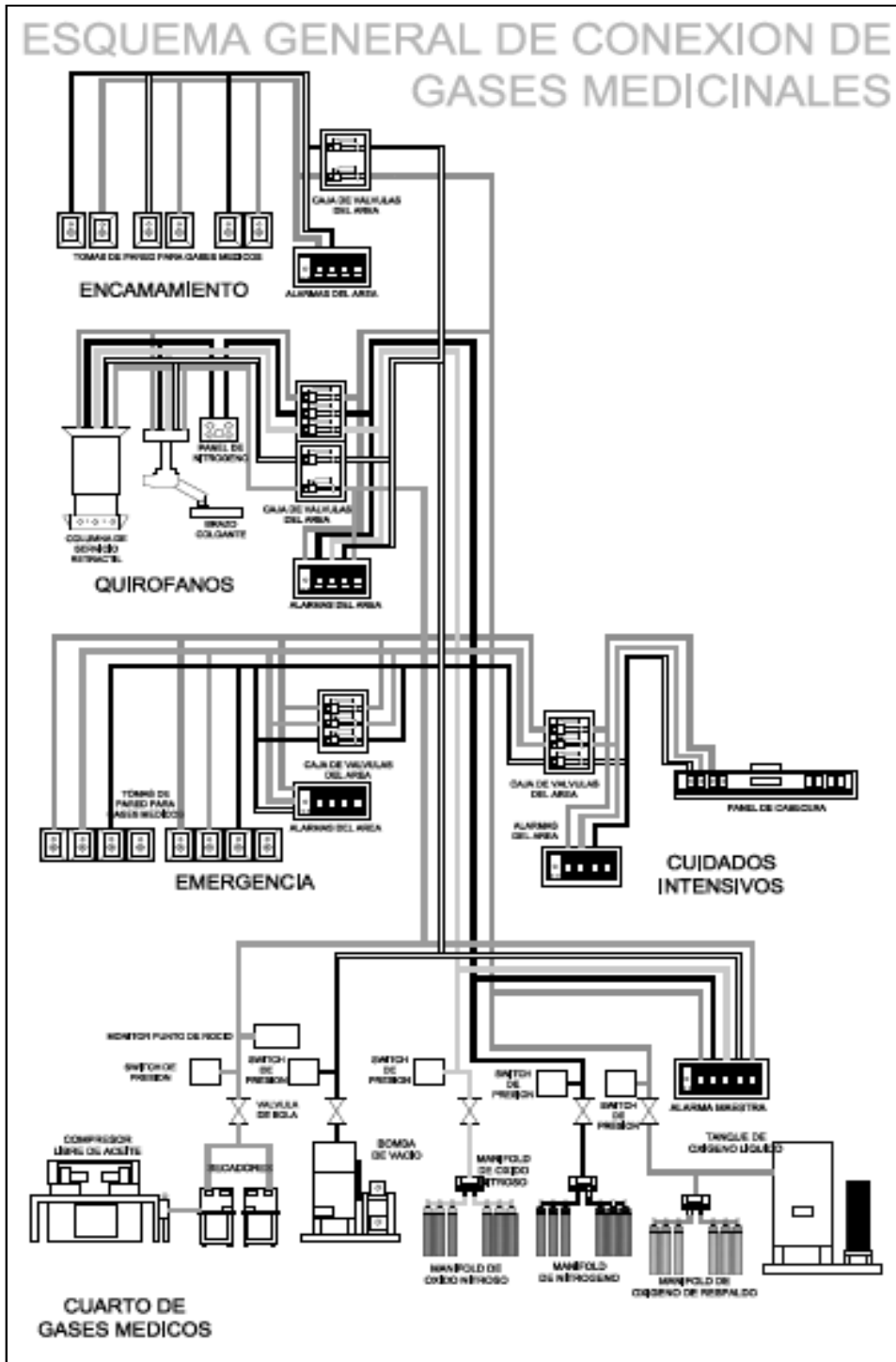


Fuente: elaboración propia.

Como lo muestra la gráfica anterior, la falta de conocimiento sobre el sistema de distribución de gases por medio de una red y la falta de tomas para gases médicos, son los factores con mayor incidencia en la no utilización del sistema por medio tuberías que transportan los gases lo cual opta a que se utilice el sistema de distribución por medio de cilindros el cual es un sistema inseguro e incomodo de utilizar.

A continuación se presenta gráficamente un sistema de distribución de gases médicos mediante una red de tuberías de cobre (ver figura 6).

Figura 6. Representación gráfica red de gases médicos



Fuente: Productos del aire de Guatemala S.A.

### **2.3. Dispositivos de distribución para red de gases médicos**

Se le conoce como dispositivos para gases médicos a los implementos y equipos que permiten generar y distribuir a un centro hospitalario los distintos tipos de gases que sirven para tratamientos médicos y quirúrgicos que son el diario vivir dentro de un hospital, el Hospital Roosevelt contiene este tipos de dispositivos distribuidos en distintas áreas del edificio (ver apéndice 1 - 15) los cuales son parte fundamental para la buena atención y recuperación de los pacientes.

A continuación se presentan algunos conceptos básicos relacionados a este tipo de dispositivos y su funcionamiento dentro de un centro hospitalario.

#### **2.3.1. Tomas de pared**

Las tomas de pared son dispositivos hechos de material noble y resistente; la función principal de la toma de pared es suministrar el gas en un punto en específico, cada una de las tomas esta identificada con el nombre y color de cada gas y en el mercado existen distintos tipos de conexión entre las cuales se tiene:

- Conexión *Chemetron*
- Conexión *Ohmeda*.
- Conexión *Puritan-Bennett*.
- Conexión *DISS (Diameter-Index Safety System)*

En Guatemala el tipo de conexión que es más conocida y utilizada es el tipo de conexión rápida o llamada *Chemetron* y el Hospital Roosevelt no es la excepción ya que el 95% de las tomas que tiene son de acople rápido, el otro 5% es un acople especial para quirófanos los cuales son llamados *DISS*.

Las tomas pueden permanecer trabajando por un período aproximado de 15 a 25 años, siempre y cuando se realicen periódicamente revisiones, pues el enemigo No. 1 que permite el deterioro es el dejar de utilizarlas por períodos prolongados, pues los empaques se cristalizan y cuando vuelve a ponerse a trabajar fácilmente se fracturan, permitiendo así las fugas de los gases, el 80% de las tomas que se encuentran en el Hospital Roosevelt son utilizadas pero existe un 20% que no se utilizan debido a la falta de flujómetros y otros motivos por lo que dichas tomas dejan de ser funcionales y efectivas para el hospital.

Lo recomendable para mantener la vida útil de las tomas es realizar una revisión anual que permita lubricarlas y cambiar los empaques que lo ameriten lo cual en la mayor parte de los Hospitales nacionales no se realiza y se solventa el problema con un mantenimiento correctivo que significa la sustitución de la toma.

Los dispositivos que pueden ser acopladas a este tipo de tomas son, flujómetros para oxígeno y para aire, reguladores para vacío y dispositivos para maquinas de anestesia en el caso del óxido nitroso, esto da lugar a las aplicaciones de oxigenoterapias realizadas en el Hospital Roosevelt en el caso de oxígeno, la ventilación mecánica que se realiza con oxígeno y aire médicos, la succión y anestesia que es indispensable en la salas de quirófanos del hospital.

A continuación se muestra una representación gráfica de los tipos de tomas que existen en el mercado.

Figura 7. Tomas para gases médicos



Fuente: <http://www.amico.com/pipeline.htm>. Consulta: agosto de 2011.

### 2.3.2. **Manifolds para oxígeno**

Los *manifolds* son dispositivos que están diseñados para el suministro constante e interrumpido de oxígeno a un hospital a través de la sustitución del sistema de suministro al de reserva en forma automática o manual, en el caso del Hospital Roosevelt el manifold funciona como una unidad de respaldo de la línea principal que viene ya sea del tanque criogénico de oxígeno o de los

compresores de aire, el cual suministra a todo el Hospital mediante la tubería de cobre principal que está diseñada para evitar la menor caída de presión posible.

Un *manifold* esta hecho de materiales de bronce de alta presión y reguladores que permiten que se rebaje la alta presión de los cilindros a un mínimo de 60 PSI y pueden ser automáticos o semiautomáticos, en el caso de los *manifolds* con los que cuenta el Hospital Roosevelt tiene *manifolds* automáticos (ver figura 9) para el Área de Pediatría y semiautomáticos (ver figura 8) para el Área de Emergencia e Intensivo.

Los *manifolds* con los que cuenta el Hospital Roosevelt están distribuidos en tres áreas fundamentales del hospital, en el Área de Intensivo de Adultos que es el sistema de respaldo para los Encamamientos, Intensivos y Hospital de Día, en el Área de Encamamiento el cual sirve como respaldo del Área de Emergencia, Cuarto de Shock, Cirugías, entre otros y por ultimo el *manifold* de Pediatría que es el sistema de respaldo del Área de Maternidad, Pediatría, Recién Nacidos, Neonatos.

La falta de cilindros en el centro Hospitalario y la alta demanda de oxígeno ha generado que el *manifold* de respaldo que se encuentra en el Área de Emergencia y Pediatría carezcan de cilindros y se encuentren en malas condiciones lo cual ha significado que dichos cilindros que deben de estar en el *manifold* de respaldo sean trasladados de un lugar a otro arriesgando con esto la integridad física del personal de mantenimiento y dejando sin respaldo al hospital por cualquier suceso que haga que el tanque criogénico dejase de funcionar.

Cada *manifold* de respaldo con el que cuenta el Hospital Roosevelt tiene la capacidad de mantener 10 cilindros en uso y 10 en reserva.

Figura 8. **Manifold semiautomático**



Fuente: Hospital Roosevelt.

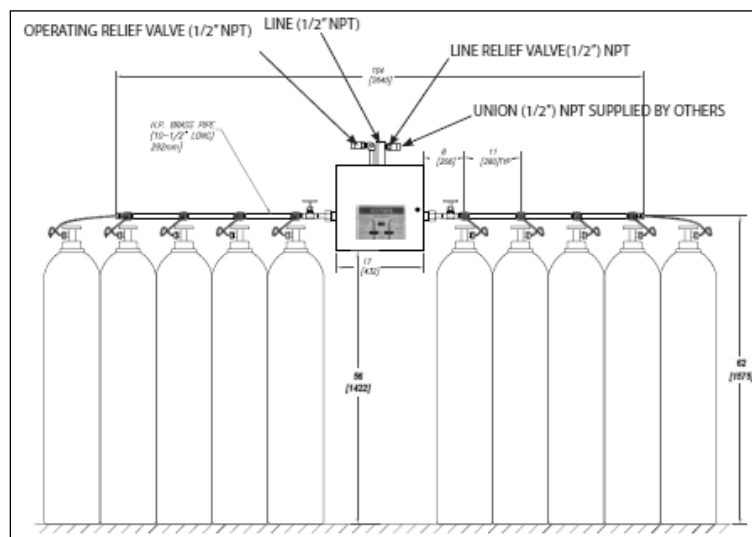
### 2.3.3. **Manifolds para aire**

Los *manifolds* para aire esta diseñados y hechos de bronce de alta presión para el suministro de aire médico mediante conexiones flexibles a los cilindros y conexión a la línea principal, estos al igual que los manifold de oxígeno en el Hospital Roosevelt funcionan como respaldo del sistema principal que en este caso son compresores de aire médico.

Los *manifold* de respaldo se encuentran divididos en dos áreas principales del hospital los cuales son: Pediatría e Intensivo y estos son de tipo semiautomáticos, estos a diferencia de los *manifold* de oxígeno en le Hospital Roosevelt si cuentan con sus respectivos cilindros y conexiones en buen estado por su demanda baja.

La dimensión de estos manifolds de aire médico tiene la capacidad de mantener 10 cilindros en uso y 10 en reserva y la función primordial es ser respaldo en caso de algún mantenimiento preventivo o correctivo en donde se deba de apagar los sistemas principales.

Figura 9. **Manifold automático**



Fuente: [http://www.amico.com/pipeline\\_manifolds.htm](http://www.amico.com/pipeline_manifolds.htm). Consulta: agosto de 2011.

## 2.4. Dispositivos de almacenamiento y generadores de gases médicos

Los dispositivos de almacenamiento y generadores de gases médicos son dispositivos específicos, para este tipo de aplicación ya que deben de tener características específicas para la aplicación en pacientes, por ello el Hospital Roosevelt cuenta con dispositivos médicos de alta tecnología que ayudan a generar y distribuir los gases médicos, garantizando que estos sean de alta calidad y basados en norma internacional, estos dispositivos se presentan a continuación.



### **2.4.1. Cilindros para oxígeno de alta presión**

Los cilindros para oxígeno son cilindros realizados en acero reforzado y se pueden encontrar en distintos tipos de presentación y tamaño, estos están diseñados de tal forma que puedan resistir la alta presión de 2 200 libras de presión a la cual es envasado el oxígeno.

Este tipo de cilindros debe de cumplir o pasar una prueba hidrostática la cual se debe de realizar cada 6 años a partir de su primer uso, para garantizar la resistencia del cilindro a la alta presión del gas, este cilindro también cuenta con una válvula de bronce para alta presión único para este tipo de gas, normado bajo las normas CGA y para este tipo de gas en específico se maneja el CGA 540 y adherido una válvula de alivio por seguridad.

El Hospital Roosevelt cuenta con un inventario de 117 cilindros aproximadamente de oxígeno los cuales son utilizados de una manera incorrecta ya que son transportados de un sector a otro sin el más debido cuidado y son almacenados en cada área donde es necesitado sin ningún tipo de soporte que garantice que estos cilindros de un peso aproximado de 150 libras pueda caer y lesionar a alguna persona o paciente.

Los cilindros de alta presión no pertenecen al Hospital Roosevelt, ya que son de la empresa privada encargada de llenarlos y darles el mantenimiento preventivo adecuado para su buen funcionamiento lo cual genera un costo adherido al producto.

#### **2.4.2. Cilindros para aire de alta presión**

Al igual que los cilindros de oxígeno, los cilindros de aire están realizados de acero reforzado para alta presión, estos están identificados para aire industrial de color amarillo según norma internacional y para grado médico de color blanco.

Este cilindro esta equipado con una válvula de bronce normado bajo la norma CGA el cual para este tipo de gas se utiliza el CGA 536, es importante mencionar que gracias a este tipo de norma es casi imposible confundir un cilindro de Aire a cualquier otro ya que los implementos que deben de ser conectados a este tipo de cilindros deben de ser para válvula tipo CGA 536.

El Hospital Roosevelt cuenta con un inventario aproximado de 81 cilindros de alta presión los cuales son suministrados y distribuido por un proveedor externo al cual le pertenecen dichos cilindros, estos cilindros de alta presión son utilizados en *manifold* de respaldo para aire en su mayoría (ver figura 10), aunque en el área de Pediatría son utilizados para secado de equipo utilizándolos sin ningún tipo de seguridad ya que los cilindros son trasladados al área de secado y dejados para su uso sin regulador ni soporte que garantice la estabilidad de los cilindros.

La falta de conocimiento del peligro que corre el personal de enfermería al utilizar este tipo de cilindros y la resistencia al cambio hace que se le preste la menor importancia a la seguridad que debe de contener este tipo de sistema.

Figura 10. **Cilindros de alta presión**



Fuente: Hospital Roosevelt.

### **2.4.3. Compresor de aire médico**

Un compresor para aire grado médico debe ser completamente libre de aceite (oil less), el cual consume poca energía y proporciona aire libre de hidrocarburos es decir, aire tipo médico (ver figura 11). Los compresores de aire de diseño convencional son lubricados por aceite, con frecuencia emiten vapores de hidrocarburos y posiblemente hasta aceite en las líneas conductoras de aire, lo que es sumamente peligroso.

El contenido de aceite en las líneas es crítico tanto para el paciente como para los equipos que funcionan con el mismo (ventiladores). Es más seguro y a la larga económico, el emplear un compresor libre de aceite (oil less) antes que confiar en los filtros y trampas de agua que pueda contener un compresor

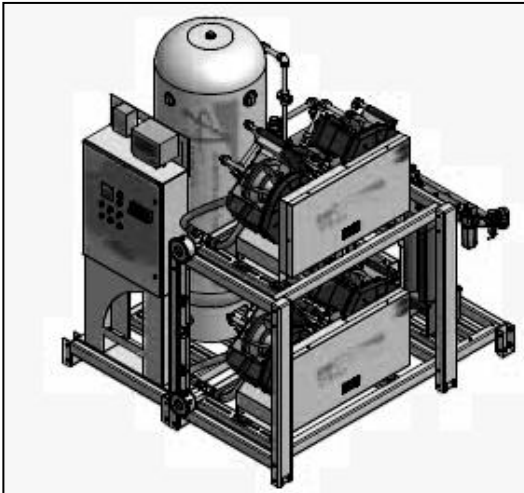
industrial, el Hospital Roosevelt cuenta con tres compresores médicos de distintas marcas y capacidades para el suministro del aire en el hospital.

El suministro de aire totalmente médico es vital para los pacientes del Hospital Roosevelt y a la larga es mucho más barato que el oxígeno ya que como es generado por un compresor que pertenece al hospital solo se incurre en gastos por mantenimientos preventivos tanto para las líneas de distribución como para el propio compresor.

Aunque la aplicación del aire no es tan eficiente como la del oxígeno para tratar algunos problemas respiratorios, en el Hospital Roosevelt es eficiente para el secado de equipo y las nebulizaciones lo que significa un ahorro al utilizar un aire médico propio que adquirir cilindros de oxígeno o utilizar oxígeno desde una línea de transmisión.

Sin embargo, a pesar de tener una línea de distribución propia el personal de enfermería solicita cilindros de aire de alta presión para el secado de equipo debido a la resistencia a utilizar aire tomado del compresor lo cual genera un gasto innecesario y considerable para el hospital.

Figura 11. **Compresor de aire médico**



Fuente: [http://www.amico.com/airvac\\_med\\_desiccant.htm](http://www.amico.com/airvac_med_desiccant.htm). Consulta: agosto de 2011.

#### **2.4.4. Bomba de vacío**

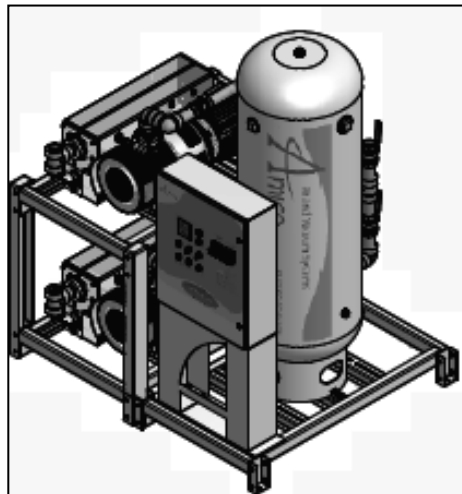
El sistema de vacío debe de ser un paquete completo que debe de cumplir con todas las especificaciones existentes para las bombas de vacío con aspas rotativas lubricadas. Las bombas de vacío funcionan con aspas rotativas refrigeradas con aire sin componentes en asbesto, teniendo una vida útil de 30 000 a 40 000 horas.

El sistema debe de incluir un tanque de depósito (ver figura 12) dimensionado para un servicio de vacío completo. El tanque debe de ser equipado con un medidor de vacío, una válvula de paso y un drenaje manual del tanque, también debe de incluir un equipamiento estándar para evitar succión en sentido contrario, filtro de aceite, indicador de nivel de aceite, válvula de drenaje, *switch* para el control de vacío, conectores flexibles para la línea de entrada y descarga en acero inoxidable o bronce.

El Hospital Roosevelt cuenta con este tipo de sistema distribuido en tres áreas distintas, este sistema es utilizado principalmente el área de Encamamientos y Cirugías las cuales necesitan succionar desechos médicos, los sistemas que posee el Hospital Roosevelt son sometidos a un mantenimiento preventivo contratado mediante eventos de licitación pública.

Los sistemas de bombas de vacío son dimensionados en base al número de tomas que va a suministrar y dependiendo del área a la que se va a asignar, por ello el Hospital Roosevelt mantiene un sistema para cada área ya que en este tipo de sistemas es mucho más frecuente ver caídas de presión si se ha dimensionado mal el grosor de la tubería para distribución.

Figura 12. **Bomba de vacío**



Fuente: [http://www.amico.com/airvac\\_vacsys\\_contactless.htm](http://www.amico.com/airvac_vacsys_contactless.htm). Consulta: agosto de 2011.

## 2.5. Diagnóstico

El sistema actual de distribución de gases médicos presenta algunas deficiencias marcadas en algunos puntos, una de ellas es la distribución de gases por medio de cilindros de alta presión, los cuales son manipulados de un sitio a otro, dichos cilindros mantienen un peso aproximado de 150 libras a una presión de 2 200 PSI (libras por pulgada cuadrada) esto significa un riesgo alto para el personal involucrado en el transporte y en la manipulación de dichos cilindros lo cual involucra al personal de mantenimiento y de enfermería.

Estos cilindros no cuentan con un sistema seguro para el transporte y sujeción lo cual representa un peligro para pacientes y personal de enfermería ya que por su forma circular (ver figura 13) son vulnerables a caídas y por la alta presión a los cuales son envasados, puede llegar a provocar algún tipo de accidente de gran magnitud que puede ser corregido mediante la implementación de un sistema distinto de distribución de gases.

Figura 13. **Cilindros de alta presión para gases médicos**



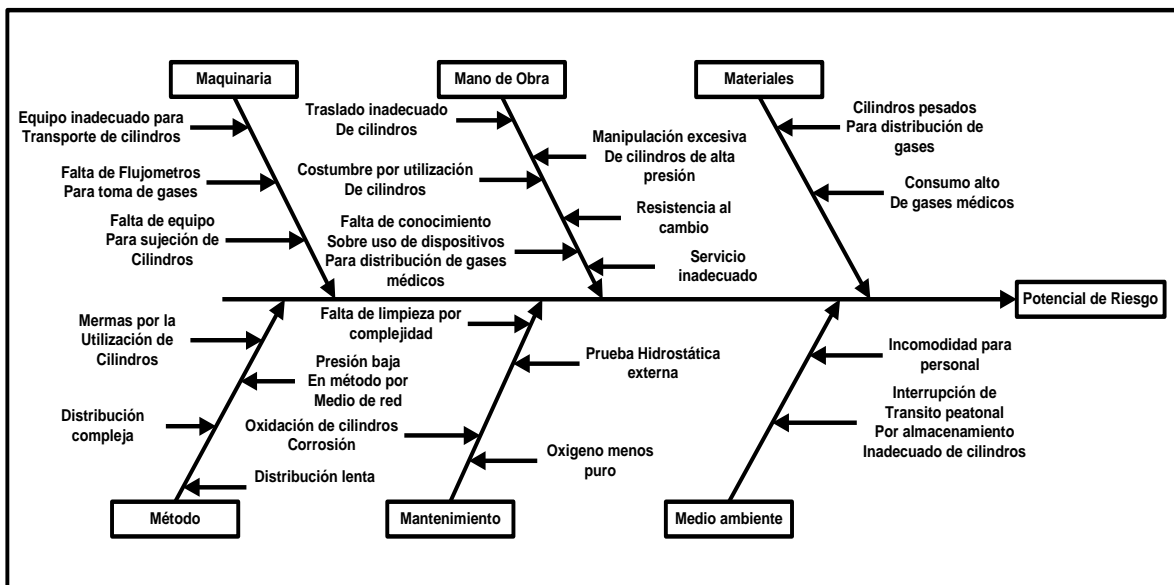
Fuente: <http://exposicionesvirtuales.com/tiendavirtualvermodel.cfm>. Consulta: agosto de 2011.

Otro punto importante por el cual el sistema de distribución de gases médicos presenta deficiencias se debe a que existe desconocimiento por parte del personal de enfermería respecto a la distribución por medio de red de gases médicos esto genera no solo dependencia de cilindros sino también la falta de visualización de la alternativa de utilizar la red existente y la oportunidad de ampliar dicha red en algunas áreas donde se rotan demasiados cilindros.

### 2.5.1. Diagrama Causa Efecto distribución

Basándose en la evaluación realizada sobre la situación actual de distribución de gases médicos dentro del centro Hospitalario Roosevelt se representa gráficamente los efectos que causan el problema en el siguiente diagrama.

Figura 14. Diagrama Causa Efecto para la distribución actual de gases médicos



Fuente: elaboración propia.



Como lo muestra el diagrama Causa Efecto son distintos los factores que generan que el método de distribución de gases por medio de cilindros sea el más utilizado y menos adecuado, afortunadamente este no es el único sistema que existe dentro del Hospital Roosevelt ya que existe un segundo sistema el cual es más fiable y agradable de utilizar y engloba grandes ventajas que son muy notorias.

El sistema con el que cuenta el Hospital Roosevelt para la distribución de gases más seguro es una red de tuberías de distribución general de gases médicos el cual consta de tubería de cobre grado médico, la cual se encuentra identificada claramente con colores que representan para el oxígeno médico verde, aire médico amarillo, vacío o succión blanca, óxido nitroso azul (ver figura 15) este sistema se encuentra distribuido en la mayor parte del centro hospitalario, lo cual representa un sistema mucho más confiable al de cilindros.

El exceso de pacientes y la falta de recursos aumenta de manera abrupta la utilización de cilindros de alta presión dentro del centro hospitalario lo cual genera un alto costo y un constante riesgo por la rotación alta de cilindros lo cual disminuye la eficiencia del sistema de distribución debido al proceso de solicitud de cilindros (ver flujograma de abastecimiento de cilindros interno) que debe generar cada uno de los departamentos para que se le pueda abastecer de este tipo de insumo.

Figura 15. **Tuberías red de gases médicos**



Fuente: Hospital Roosevelt.

### **2.5.2. Sistemas de distribución de gases médicos**

Los sistemas existentes de distribución de gases médicos en el centro Hospitalario Roosevelt esta dividido en dos tipos los cuales son:

- Por medio de cilindros
- Por medio de red de distribución

El primer sistema de distribución esta basado en el transporte de gases médicos envasados en cilindros de alta presión los cuales se transportan desde la bodega general de gases médicos ubicada en el primer nivel cerca del área de Intensivo (ver apéndice 1) hasta los niveles superiores e inferiores donde son requeridos, en estos niveles se puede encontrar las áreas de Intensivos, Maternidad, Pediatría, Adultos, Emergencias, Quirófanos, entre otros.

La distribución de estos cilindros obedece a un proceso (ver figura 17), el cual es realizado por los distintos departamento que solicitan cilindros dentro del hospital, este sistema mantiene él oxígeno o el aire a una presión de 2 200 PSI los cuales para poder ser utilizados es necesario contar con regulador que permite recibir la alta presión del cilindro y reducirla para poder ser útil, sin embargo este sistema presenta inconvenientes tanto de seguridad como de costos los cuales pueden ser contrarrestados.

El segundo sistema obedece a una distribución que se basa en un sistema de tuberías realizada en cobre tipo “L” o “K” grado médico soldadas la cual permite que la distribución de los gases sea más cómoda, confiable y segura para los usuarios que manipulan esta herramienta medicinal.

El sistema se basa en una central de equipos para distribuir los distintos gases (oxígeno, aire, vacío y óxido nitroso) conducidos por las tuberías de cobre de distintos diámetros hasta los puntos de conexión como se describe anteriormente, que consisten en recibir y mantener la presión (de 50 a 60 PSI para él oxígeno, aire y óxido nitroso y a –30 PSI para el vacío) que luego son distribuidos mediante unos dispositivos llamados flujometros los cuales ayudan a convertir las libras de presión si así se desea a litros por minuto (flujo) para el suministro de gases o bien se puede conectar directamente a algunos aparatos que necesitan presión y no flujo.

## **2.6. Descripción del proceso**

El proceso de adquisición de cilindros para el Hospital Roosevelt se genera en dos etapas en las cuales uno depende del distribuidor que es externo, y la segunda etapa depende del personal de mantenimiento (ver figura 17) para abastecer de cilindros a los distintos departamentos médicos del Hospital Roosevelt.

La primera etapa esta descrita a partir de la solicitud de cilindros hacia la empresa distribuidora de gases y debe de ser con 24 horas de anticipación, el distribuidor solicita a la central de abastecimiento la cantidad de cilindros a despachar generando con esto una logística y ruta de despacho que incluya la ruta del Hospital Roosevelt, al momento de ser entregados los cilindros el proveedor retira la cantidad de cilindros solicitadas y almacena bajo la supervisión del personal de mantenimiento del Roosevelt la misma cantidad de los cilindros solicitados en una bodega general la cual posteriormente abastece internamente.

La segunda etapa que es el abastecimiento interno se realiza bajo un control interno de solicitud de cilindros en el cual el personal de enfermería cuantifica la cantidad de cilindros que solicitará a mantenimiento llenando un formulario; en ocasiones existen algunos servicios que prestan cierta cantidad de cilindros que tienen asignados a otros departamentos debido a la falta de inventario de cilindros lo que conlleva a una alta rotación de cilindros entre departamentos.

### **2.6.1. Proceso de abastecimiento externo de gases médicos a Hospital Roosevelt**

El proceso para el abastecimiento externo de gases se describe a continuación:

- a. Solicitud de cilindros: los pedidos de cilindros al distribuidor son realizados por parte del Departamento de Mantenimiento y es generado dependiendo de la cantidad de cilindros vacíos que tenga el hospital, es importante mencionar que el pedido se debe de realizar antes de las 3 de la tarde para que el mismo sea despachado al siguiente día.
- b. Ingreso de solicitud a central de pedidos: el proveedor ingresa su pedido vía electrónica a una central de pedidos la cual programa la cantidad de cilindros a entregar, los tipos de cilindros y el tipo de gas solicitado, todo esto para entrega al siguiente día.
- c. Entrega de pedido: el pedido solicitado es entregado en el transcurso del día siguiente de su programación, este pedido es recibido por el encargado de cilindros del hospital y es almacenado en la bodega general asignado a todos los gases.

A continuación se presenta el flujograma para el abastecimiento externo de gases médicos para el Hospital Roosevelt.



### **2.6.2. Proceso de requisición interna de gases médicos**

El proceso de requisición interna de gases médicos se describe de la siguiente manera.

- a. Solicitud de cilindros: internamente la solicitud de cilindros se realiza por medio de un formulario en el cual se especifica la cantidad y tipo de cilindro solicitado, este es enviado al Departamento de Mantenimiento el cual se encarga de alistarlos y enviarlos al lugar requerido.
- b. Transporte de cilindros: los cilindros solicitados son trasladados por medio de troqueles los cuales no se encuentran del todo en óptimas condiciones ya que debido a la falta de mantenimiento estos se han deteriorado.
- c. Recepción de pedido: la recepción de cilindros es realizada por la jefa del área que solicita el pedido, la cual corrobora de que el pedido fue solicitado y entregado sin ninguna confusión, los cilindros recibidos son distribuidos y almacenados en lugares inadecuados en algunos casos en los pasillos.
- d. Retiro y transporte y almacenaje de cilindros vacíos: los cilindros vacíos son llevados a la bodega de cilindros por medio de troqueles en donde son colocados sin ningún tipo de soporte que evite que los cilindros puedan caer y sin ningún tipo de orden donde se pueda identificar los cilindros llenos de los vacíos.

A continuación se presenta el diagrama de proceso de requisición interna de cilindros para gases médicos dentro del Hospital Roosevelt.





## 2.7. Costos por utilización de cilindros

Existen distintos factores que intervienen dentro de los costos directos para la distribución de gases por medio de los dos sistemas observados anteriormente dentro del Hospital Roosevelt de lo cual se realizó un estudio que determino lo siguiente:

A continuación se describe una tabla en la cual se observan factores económicos importantes que comparan un sistema del otro en término de costos.

Tabla II. **Comparación de costos directos y ocultos para suministro de gases médicos**

<b>Costos directos y ocultos que intervienen en el suministro de gases médicos por medio de los sistemas de distribución dentro del Hospital Roosevelt</b>				
	<b>Costos por renta</b>	<b>Costos por mantenimiento</b>	<b>Costos por mermas</b>	<b>Costo por Pie cúbico</b>
Sistema de cilindros	X	X	X	Q 0, 581
Sistema de red de distribución	-	X	-	Q 0, 557

Fuente: elaboración propia.

La tabla anterior muestra los costos ocultos y directos en lo que incurre el Hospital Roosevelt al utilizar un sistema u otro para la distribución de gases médicos, cada sistema contiene sus costos de los cuales se puede mencionar que para el sistema de distribución por medio de red se tiene un costo menor por pie cúbico así como menor cantidad de costos que intervienen en el, caso contrario para el sistema de cilindros que presenta un costo mayor por pie cúbico así como otros costos que se detallan a continuación.

### **2.7.1. Estudio de costos por utilización de cilindros**

En este estudio se pretende dar a conocer los costos ocultos que conlleva la utilización de cilindros de alta presión, por ello el estudio se enfocó en los siguientes factores:

- Costos por mantenimiento de cilindros
- Costos por renta de cilindros
- Costos por mermas de cilindros

Cada uno de estos factores se detalla con más énfasis a continuación.

#### **2.7.1.1. Costos de mantenimiento**

Los costos de mantenimiento que repercute en la utilización de cilindros médicos de alta presión se ve reflejado en el cobro mensual de un mantenimiento preventivo que consiste en la sustitución de válvulas de cierre en los cilindros, así como una prueba hidrostática que se le realiza a cada cilindro, corroborando y garantizando con ello la garantía de que dicho cilindro.

Este costo depende de la cantidad de cilindros que contenga el hospital con base a esta cantidad así será el cobro que mensualmente se le estará reflejando en la factura, por suerte en los contratos abiertos para gases médicos, específicamente para los hospitales nacionales se ha llegado al acuerdo que este costo sea absorbido por la empresa proveedora del servicio, por lo que en este caso el costo de mantenimiento tiene un valor nulo, lo cual significa una ventaja para el Hospital Roosevelt.

A continuación se presenta una tabla que describe los costos de mantenimiento mencionados anteriormente.

Tabla III. **Cuadro de costo por mantenimiento preventivo de cilindros**

Descripción	Costo
Costos por mantenimiento de un cilindro	Q 8,00
Incluye	
Cambio de válvulas	
Prueba Hidrostática	
Pintura	

Fuente: elaboración propia.

### **2.7.1.2. Costos por renta**

El costo por renta de cilindros va de la mano con la cantidad de cilindros que pueda tener el Hospital Roosevelt dentro de sus instalaciones, esto debido a que como cualquier artículo en alquiler debe de tener una renta mensual y depende de la cantidad de tiempo que el hospital mantenga el recipiente dentro de su poder, así es el cobro a final de cada mes o a final de cada requerimiento de producto, este es otro costo que en el caso de hospitales nacionales por el contrato abierto es omitido por lo tanto para el Hospital Roosevelt llega a ser otro punto a favor ya que el costo de renta para cada cilindro es de un valor nulo.

Este acuerdo a llegado a ser una ventaja muy beneficiosa para los hospitales nacionales ya que pueden ahorrarse gran cantidad de dinero anualmente que puede ser invertido y aprovechado en alguna otra obra de interés para el hospital.

A continuación se presente una tabla en la cual se observa el costo por renta de cilindros mensuales.

Tabla IV. **Cuadro de costos por renta de cilindros**

<b>Descripción</b>	<b>Costo por cilindro</b>	
Días de Renta		
1 - 15 días	Q	5,00
1 - 30 días	Q	10,00

Fuente: elaboración propia.

### **2.7.1.3. Costos por mermas**

Los costos por mermas en los cilindros de alta presión, son costos que no pueden ser omitidos dentro de un sistema de utilización de cilindros de alta presión, ya que por fuerzas de la naturaleza un aproximado de un 10% de producto (gas) en cada cilindro queda almacenado y es producto no utilizable.

Este producto no utilizable para el centro Hospitalario Roosevelt tiene un costo aún mayor que el de renta y mantenimiento el cual no puede ser omitido y es una de las razones más importantes para la realización del estudio de costo beneficio.

Este costo de mermas esta basado en un estudio mensual de la cantidad promedio de cilindros utilizados por el centro Hospitalario Roosevelt lo cual al sumar esto a largo plazo significa una cantidad de dinero considerable que puede ser utilizado en otro tipo de insumo.

A continuación se presenta la siguiente tabla que describe los costos ocultos relacionados a las mermas de cilindros.

**Tabla V. Costos por mermas en la utilización de cilindros**

Descripción	Pies cúbicos	Costo pie cubico	Costo cilindro
Cilindro tipo "H"	220	Q 0,581	Q 127,82
Merma residual 10%	22	Q 0,581	Q 12,78

Fuente: elaboración propia.

Para obtener el costo promedio por mermas que tiene el Hospital Roosevelt, se procedió a realizar un inventario de cilindros en cada área del hospital y recabando información de la cantidad promedio de solicitud de cilindros que se realiza semanalmente, con el fin de obtener datos más exactos para la realización del estudio de costos sobre el sistema de utilización de cilindros que posee el Hospital Roosevelt.

Este estudio se enfatiza directamente a todas las áreas del Hospital Roosevelt donde utilizan cilindros o donde además de cilindros existen redes de distribución, también se tomaron en cuenta los lugares donde permanecen manifold de respaldo ya que estos cilindros también llegan a tener en algún momento rotación ya sea solo por darles mantenimiento o por la utilización por falta de cilindros dentro del hospital.

A continuación se presenta una tabla en la cual se indica la cantidad de cilindros inventariados dentro de todas las áreas del Hospital Roosevelt.

## 2.7.2. Inventario total de cilindros asignados al Hospital

A continuación se presentan tablas de inventarios de cilindros los cuales tiene asignado el Hospital Roosevelt dentro de sus instalaciones, estos cilindros no son propios del hospital sino que los tienen en términos de préstamo.

Tabla VI. Inventario de cilindros tipo “H”

Área	Cilindro O2 tipo H	Cilindro O2 tipo E	Nitrogeno	Gas Carbonico	Cilindro De Aire Médico
Maternidad	0	15	0	0	0
Labor y Partos	0	5	0	0	0
Mínimo Riesgo	0	10	0	0	0
Alto Riesgo	0	5	0	0	0
Ginecología	1	0	0	0	0
Emergencia Maternidad	1	4	0	0	0
Séptico	6	1	0	0	0
Pediatría Infantes	2	3	0	0	0
Niños Quemados	0	2	0	0	0
Emergencia	3	5	0	0	0
Intermedios	1	3	0	0	0
Especialidades	0	2	0	0	0
Intensivo	4	4	0	0	2
Sala de Operaciones	2	2	1	0	0
Cirugía	0	2	0	0	0
Medicina de Niños	0	2	0	0	0
Hemodiálisis	2	1	0	0	0
Intensivo Adultos	2	3	0	0	0
Observación	3	0	0	0	0
Hemodiálisis	3	0	0	0	2
Emergencia Adultos	10	9	0	0	0
Hospital de Día	1	3	0	4	0
Septico	6	0	0	0	0
Maternidad Manifold	10	0	0	0	0
Pediatría Manifold	8	0	0	0	5
Pediatría	9	0	0	0	0
Emergencia	6	0	0	0	0
Gastrointerologia	5	0	0	0	1
Medicina C	5	0	0	0	0
Medicina A	4	0	0	0	0
Medicina D	5	0	0	0	0
Medicina E	2	0	0	0	0
Medicina B	4	0	0	0	0
Cirugía D	2	0	0	0	0
Cirugía E	2	0	0	0	0
Cirugía C	2	0	0	0	0
Cirugía B	2	0	0	0	0
Cirugía A	2	0	0	0	0
Neurocirugia	2	0	0	0	0
<b>TOTALES</b>	<b>117</b>	<b>81</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>10</b>

Fuente: elaboración propia.

La cantidad de cilindros asignados al Hospital Roosevelt es directamente proporcional a la demanda de gas que existe en dicho centro hospitalario, a lo que aplica el costo por mermas es a la cantidad de cilindros tipo “H” los cuales pertenecen a la institución proveedora de gas ya que los cilindros tipo “E” son propiedad del Hospital Roosevelt y en este caso las mermas para los cilindros tipo “E” son insignificantes.

### 2.7.3. Estudio de rotación y pedidos de cilindros mensuales

La rotación de cilindros de oxígeno que se tiene actualmente dentro del centro hospitalario Roosevelt está clasificada como lo muestra la tabla a continuación, considerando las áreas de mayor consumo al cual se le aplicará el estudio costo beneficio:

Tabla VII. Consumo de cilindros promedio de oxígeno en áreas críticas

Área	Cilindros mensuales promedio	Tipo de Cilindro
Maternidad	8	H
Pediatría	10	H
Medicina de Hombres	6	H

Fuente: elaboración propia.

Como lo muestra la tabla anterior el consumo promedio de cilindros de oxígeno en las áreas de mayor rotación haciende a la cantidad de 24 cilindros mensuales de lo que se puede deducir a simple vista que mensualmente sé esta teniendo una pérdida por merma en producto de aproximadamente 240% de producto lo que pude aproximarse a 2 cilindros y medio de gas no utilizable pero si es pagado.

Con respecto a la utilización de cilindros de aire, se tiene un promedio de 6 cilindros diarios en el área secado de equipo que pertenece a Pediatría en la cual por falta de control de las autoridades correspondientes se hace un mal uso del contenido de los cilindros, lo cual repercute a tener en esta parte la necesidad en promedio de 100 cilindros mensuales de aire lo cual se puede erradicar con una capacitación dirigida al uso del equipo.

#### **2.7.4. Estudio de consumo de gases médicos por medio de red de distribución**

El estudio de consumo de gases por medio de la red de distribución se elaboro cuantificando la cantidad de tomas de pared que existen en cada una de las áreas médicas del Hospital Roosevelt, con el fin de identificar las áreas que a pesar de contar con tomas de pared utilizan cilindros de alta presión, las siguientes tablas muestran la cantidad de tomas de cada gas utilizado en los distintos niveles del centro Hospitalario Roosevelt.

##### **2.7.4.1. Primer nivel**

Las tablas que a continuación se presentan obtienen la información del inventario de tomas de gases médicos del primer nivel de cada área, este inventario se obtuvo gracias a la colaboración de cada jefe de enfermería de cada sector logrando con esto inventariar y observar los defectos que podría tener un sistema de distribución por medio de red de tuberías.



Al realizar este inventario de tomas se aprovechó para realizar un esquema con el cual se elaboró los planos de la red de distribución de gases médicos los cuales no existían en el hospital y que son de gran ayuda para la ubicación de posibles áreas de ampliación de red (ver apéndice 5, 12, 14, 15).

Tabla VIII. **Inventario de tomas para gases médicos primer nivel**

Área Observada	Tomas para oxígeno	Tomas para Aire	Tomas para Vacío
<b>Área de intensivo Primer Nivel</b>			
Unidad de Hemodiálisis	4	4	4
Cubículo 3	4	4	4
Cubículo 2	4	4	4
Cubículo 1	5	4	4
Área General Intensivo	11	10	12
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>26</b>	<b>28</b>
<b>Primer Nivel Emergencia Pediatría</b>			
<b>Medicina de Infantes</b>			
Cubículo 1	8	0	8
Cubículo 2	6	0	6
Cubículo 3	3	0	3
Cubículo 4	6	0	6
Cubículo 5	3	0	3
Cubículo 6	1	0	1
Cubículo 7	1	0	1
Encamamiento 1	7	0	7
Encamamiento 2	8	0	0
Encamamiento 3	4	2	4
Encamamiento 4	4	0	2
Observación	2	1	2
Clínica 1	1	0	1
Clínica 2	1	0	1
Clínica 3	1	0	1
Sala de Operaciones	3	2	3
<b>Total</b>	<b>59</b>	<b>5</b>	<b>49</b>

Fuente: elaboración propia.

La tabla del primer nivel muestra el inventario de tomas de gases existentes actualmente, estas son utilizadas en un 95% ya que hay algunos lugares donde existen cilindros pero su uso es para traslado de pacientes.

#### 2.7.4.2. Segundo nivel

Las tablas muestran el inventario de tomas de gases médicos que existen en el segundo nivel de cada área del Hospital Roosevelt, las cuales en su mayoría cuentan con la red de distribución en óptimas condiciones.

Tabla IX. **Inventario de tomas para gases médicos segundo nivel (a)**

Área Observada	Tomas para oxígeno	Tomas para Aire	Tomas para Vacío
<b>2do Nivel Área de Medicina</b>			
<b>Medicina C</b>			
Aislamiento 1	2	0	0
Aislamiento 2	2	0	0
Aislamiento 3	2	0	0
Aislamiento 4	2	0	0
Encamamiento 1	4	0	0
Encamamiento 2	4	0	0
Medicina C General	23	0	0
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Medicina A</b>			
Aislamiento	4	0	0
Cubículo 4	4	0	0
Cubículo 3	4	0	0
Aislamiento	1	0	0
Cubículo 1	4	0	0
Cubículo 2	4	0	0
<b>Total</b>	<b>21</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Inventario de tomas para gases médicos segundo nivel (b)**

Area Observada	Tomas para oxígeno	Tomas para Aire	Tomas para Vacío
<b>2do Nivel Área de Medicina</b>			
<b>Medicina E</b>			
Habitacion 202	4	0	0
Habitacion 203	4	0	0
Habitacion 204	4	0	0
Habitacion 205	4	0	0
Aislamiento	2	0	0
Medicina E General	22	0	0
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>2do Nivel Área de Medicina Adultos</b>			
<b>Medicina D</b>			
Aislamiento	4	0	0
Cubiculo 1	4	0	0
Clinica de Cuidados	1	0	0
Cubiculo 2	4	0	0
Cubiculo 3	4	0	0
Aislamiento	2	0	0
Medicina D Encamamiento	22	0	0
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>2do Nivel Área de Materno Infantil</b>			
<b>Emergencia Materno</b>			
Aislamiento 1	1	0	1
Aislamiento 2	1	0	1
Aislamiento 3	1	0	1
Cúbiculo 1	3	0	3
Cúbiculo 2	6	0	6
Cúbiculo 3	7	0	7
Cúbiculo 4	7	0	7
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>0</b>	<b>26</b>
<b>Intermedios</b>			
Cúbiculo 1	3	3	3
Cúbiculo 2	3	3	3
Cúbiculo 3	3	3	3
Cúbiculo 4	3	0	3
Aislamiento 1	1	1	1
Aislamiento 2	1	1	1
<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>14</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XI. **Inventario de tomas para gases médicos segundo nivel (c)**

Area Observada	Tomas para oxigeno	Tomas para Aire	Tomas para Vacío
<b>2do Nivel Pediatria</b>			
<b>Intensivo Pediatria</b>			
Aislamiento 1	1	0	1
Aislamiento 2	1	0	1
Intensivo Cama 1	2	1	3
Intensivo Cama 2	2	1	3
Intensivo Cama 3	2	1	3
Intensivo Cama 4	2	1	3
Intensivo Cama 5	2	1	3
Intensivo Cama 6	2	1	3
Intensivo Cama 7	2	1	3
Intensivo Cama 8	2	1	3
Intensivo Cama 9	2	1	3
Cirugias	2	1	1
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>10</b>	<b>30</b>

Fuente: elaboración propia.

Las tablas del segundo nivel muestran la cantidad de tomas adecuadas para el funcionamiento óptimo del hospital, sin embargo se pudo constatar que en estas áreas es donde se encuentra concentrada la mayor cantidad de cilindros de oxígeno como lo mostró el estudio de rotación y consumo de cilindros (ver tabla VII), sin embargo, con este inventario se logró observar otro punto importante sobre el estudio de ampliación de red ya que en este nivel se puede aprovechar la red existente para lograr reducir la dependencia de cilindros de alta presión los cuales se encontraron almacenados en áreas inadecuadas y en condiciones peligrosas.

### 2.7.4.3. Tercer nivel

Las tablas de inventario de tomas para el tercer nivel del Hospital Roosevelt se concentran en el área de Cirugía para Adultos y Pediátricos que son las áreas que únicamente poseen tomas.

Tabla XII. **Inventario de tomas para gases médicos tercer nivel (a)**

Area Observada	Tomas para oxígeno	Tomas para Aire	Tomas para Vacío
<b>3er Nivel Área de Cirugías Adultos</b>			
<b>Cirugia C</b>			
Habitacion 1	4	0	0
Habitacion 2	4	0	0
Habitacion 3	4	0	0
Aislamiento	1	0	0
Habitacion 4	4	0	0
Medicina C Encamamiento	23	0	0
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Cirugia B</b>			
Aislamiento 1	1	0	0
Aislamiento 2	4	0	0
Aislamiento 3	1	0	0
Aislamiento quemados	3	0	0
Aislamiento 4	3	0	0
Clinica de astemias	1	0	0
Area de post operados	4	0	0
Cirugia B Encamamiento	23	0	0
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Cirugia E</b>			
Habitacion 1	4	0	0
Habitacion 2	4	0	0
Clinica	1	0	0
Habitacion 3	4	0	0
Habitacion 4	4	0	0
Habitacion 5	2	0	0
Cirugia B Encamamiento	22	0	0
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. **Inventario de tomas para gases médicos tercer nivel (b)**

Area Observada	Tomas para oxigeno	Tomas para Aire	Tomas para Vacío
<b>3er Nivel Área de Cirugias Adultos</b>			
<b>Cirugia D</b>			
Aislamiento	4	0	0
Area General	4	0	0
Sala paramedicos	1	0	0
Area de Quemados	4	0	0
Post Operados	5	0	0
Clinica	2	0	0
Cirugia D Encamamientos	21		
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>3er Nivel Área de Neurocirugia</b>			
Sala 1	4	0	4
Sala 2	4	0	4
Sala 3	2	0	2
Sala 4	3	1	3
Sala 5	2	1	2
Sala 10	4	4	4
Sala 9	4	4	4
Aislamiento	2	0	2
Sala 8	4	4	4
Sala 7	3	3	3
Sala 11	4	3	4
Encamamiento	4	4	4
<b>Total</b>	<b>40</b>	<b>24</b>	<b>40</b>
<b>3er Nivel Área de Pediatria</b>			
<b>Cirugia Pediatria</b>			
Cubículo 1	3	0	3
Cubículo 2	3	0	3
Cubículo 3	3	0	3
Cubículo 4	3	0	3
Cubículo 5	3	0	3
Cubículo 6	3	0	3
Cubículo 7	3	0	3
Aislamiento 1	1	0	1
Aislamiento 2	1	0	1
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>0</b>	<b>23</b>

Fuente: elaboración propia.

La cantidad actual de tomas existentes en el área de Cirugías del tercer nivel cubre la necesidad del Hospital Roosevelt, caso contrario para el área de Pediatría la cual requiere una pequeña ampliación para poder dejar de utilizar cilindros de alta presión los cuales son transportados desde un primer nivel del edificio, recorriendo el área de Maternidad y llegando al área de Pediatría por el sótano y subiéndolo por el elevador hasta el tercer nivel, lo cual complica la situación en algunos caso de emergencia.

#### 2.7.4.4. Cuarto nivel

La tabla de inventario de tomas del cuatro nivel se concentra únicamente en el área de Pediatría en un Encamamiento el cual funciona como Recuperación de problemas medios, con esto se observó que el área de Pediatría es el área con mayor numero de tomas y es una de las áreas que más consume gases médicos junto con Maternidad y Medicina de Hombres a continuación la tabla.

Tabla XIV. **Inventario de tomas para gases médicos cuarto nivel**

Area Observada	Tomas para oxigeno	Tomas para Aire	Tomas para Vacío
<b>4to Nivel Área de Pediatría</b>			
<b>Medicina de niños</b>			
Cubículo 1	3	0	3
Cubículo 2	3	0	3
Cubículo 3	3	0	3
Cubículo 4	3	0	3
Cubículo 5	3	0	3
Cubículo 6	3	0	3
Cubículo 7	3	0	3
Aislamiento 1	1	0	1
Aislamiento 2	1	0	1
<b>Total</b>	<b>23</b>	<b>0</b>	<b>23</b>

Fuente: elaboración propia.

## **2.8. Propuesta de mejoramiento y reducción de costos**

La propuesta de mejoramiento y reducción de costos está basado en el estudio de los costos que representa la utilización de cilindros de alta presión como también el peligro que representan por su peso y contenido en caso de algún siniestro, esto comparado contra la utilización de una red de distribución de gases segura y confiable, de lo cual se hace el siguiente estudio.

### **2.8.1. Estudio de ampliación de red de distribución de gases**

Para la ampliación de red en el caso de la línea de oxígeno se tomaron como referencia 3 áreas críticas las cuales son:

- Maternidad
- Pediatría
- Cirugía de Hombres

Estos tres puntos centralizan el área donde se observó la mayor parte de cilindros teniendo un total de 24 cilindros que rotan mensualmente (viene de tabla VII).

El precio de los cilindros de oxígeno por recarga tiene un costo con el proveedor de Q 127,82 en lo cual por ser una distribución en contrato abierto para el gobierno mantiene exento al Hospital Roosevelt de renta y mantenimiento, pero no a la merma o desperdicio del 10% de producto que por razones naturales no se aprovecha.



Sabiendo esto se puede deducir que si por 220 pies cúbicos de producto se pagan Q 127,82 y se tiene un desperdicio por merma de 22 pies cúbicos aproximados de productos se puede argumentar que por cada cilindro utilizado se está teniendo un desperdicio de dinero de Q 12,78 que no es aprovechado por el centro hospitalario.

Sobre la base anterior se evaluaron dos alternativas, de las cuales la primera es seguir con la utilización de cilindros como se hace actualmente comparado con una sugerida opción que parte de la bases de una ampliación para la red de distribución de gases, de lo cual se obtiene la siguientes tablas con la comparación del antes y posible después.

Tabla XV. **Suministro de oxígeno con cilindros alternativa actual**

<b>Alternativa Actual (Utilización de Cilindros.)</b>					
Area Critica	Cantidad de Cilindros O2 Mensuales	Costo por Recarga de Cilindro O2	Costos Ocultos (Flete, Mantenimiento, merma)	Total Mensual	Total Annual
Maternidad	8	Q 127,82	Q 12,78	Q 1 124,82	Q 13 497,79
Pediatrics	10	Q 127,82	Q 12,78	Q 1 406,02	Q 16 872,24
Medicina de Hombres	6	Q 127,82	Q 12,78	Q 843,61	Q 10 123,34
					<b>Q 40 493,38</b>

Fuente: elaboración propia.

Dentro de la tabla anterior se realizó la evaluación del sistema actual de distribución de gas el cual consiste en la utilización de cilindros de alta presión, se evaluaron los costos por recarga de cada cilindro y los costos ocultos por mermas por cada cilindro utilizado, teniendo como resultado un costo evaluado para un año de Q 40 493,38 sin tomar en cuenta el tiempo ni la dificultad de traslado de los cilindros a las áreas críticas de Pediatría, Maternidad y Medicina de Hombres.

Para la segunda alternativa la cual es la propuesta para reducción de costos se procedió a realizar la siguiente tabla.

**Tabla XVI. Ampliación de red de distribución para suministro de gases médicos**

<b>Alternativa Propuesta (Ampliación red de distribución)</b>					
Área Crítica	Cantidad de Tomas para Oxígeno	Costo Por Instalación de Toma	Costos Ocultos (Flete, Mantenimiento, merma)	Costo Único	Total Anual
Maternidad	13	Q 1 800,00	Q 0,00	Q 23 400,00	Q 23 400,00
Pediatría	4	Q 1 800,00	Q 0,00	Q 7 200,00	Q 7 200,00
Medicina de Hombres	4	Q 1 800,00	Q 0,00	Q 7 200,00	Q 7 200,00
					<b>Q 37 800,00</b>

Fuente: elaboración propia.

La alternativa sugerida para la reducción de costos fue tomada basándose en las cotizaciones proporcionado por empresas dedicadas a las instalaciones hospitalarias tomando en cuenta la alternativa mas elevada (ver anexos página 135), esto con el fin de demostrar mediante el estudio costo beneficio el ahorro tanto de recursos monetarios como de seguridad que se puede obtener.

El número de tomas sugeridas para la ampliación de la red de distribución fue realizada en base a los lugares con mayor rotación de cilindros, por lo que se planteó la propuesta de ampliarla según planos presentados (ver apéndice 5, 12, 14, 15).

En la tabla XVI de la alternativa propuesta se puede observar claramente la inversión inicial la cual es considerable ya que esto solo muestra la inversión que se debe de realizar, no contando con el consumo, esto quiere decir que el

precio de Q 37 800,00 es un precio al cual se le debe de agregar el consumo de los 24 cilindros que se obtendrían al implementar la instalación.

En la tabla II se observa el dato de los precios en pies cúbicos para las dos alternativas de distribución de gases con que cuenta el Hospital Roosevelt, lo cual es un punto importante a tomar en consideración ya que con esto se obtuvo la información que es más económico consumir oxígeno líquido que gaseoso.

Considerando la información anterior el consumo promedio mensual que se tiene del oxígeno equivalente a 24 cilindros de 220 pies cúbicos, teniendo un promedio en pies cúbicos de 5 280 pies cúbicos mensuales a un precio de Q 0,557 al utilizar una red de distribución, dando como resultado un consumo mensual de Q 2 940,96 que al año resulta un consumo de Q 35 291,52, a esto se debe de agregar el costo por ampliación de red lo cual se muestra en la siguiente tabla:

Tabla XVII. **Resumen costos en sistemas de distribución**

Costos por consumo promedio en Pies cúbicos de gases médicos				
	Consumo medio mensual en pies cúbicos	Costo Pie cúbico de O2	Costo total Mensual	Costo total Anual
Sistema de cilindros	5 280,00	Q 0,581	Q 3 067,68	Q 36 812,16
Sistema red de distribución	5 280,00	Q 0,557	Q 2 940,96	Q 35 291,52
Costos ocultos e Inversiones iniciales				
	Merma 10% de consumo total anual (costo oculto)	Inversion Inicial sistema red de distribución		
Sistema de cilindros	Q 3 681,16	Q	-	
Sistema red de distribución	Q -	Q	37 800,00	
Costo Tota Anual por sistema				
Sistema de cilindros	<b>(Q 36 812,16 + Q 3 681,22)</b>		<b>Q 40 493,38</b>	
Sistema red de distribución	<b>(Q 35 291,52 + Q 37 800,00)</b>		<b>Q 73 091,52</b>	
Ahorro anual por utilizacion de red de distribución		<b>(Q 40 493,38 - Q 35 291,52)</b>		<b>Q 5 201,86</b>

Fuente: elaboración propia.

Con toda la información anterior se procedió a la realización del estudio Costo Beneficio evaluada para 3 años teniendo en cuenta que la razón de beneficio es el ahorro de dinero sobre la utilización de un sistema sobre el otro, de lo cual se obtuvo el siguiente resultado.

Tabla XVIII. **Estudio Costo Beneficio valuado para 3 años**

COMPARACIÓN DE 3 AÑOS ESTUDIO COSTO/BENEFICIO			
	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
<b>Costo total</b>	Q 73 091,52	Q 35 291,52	Q 35 291,52
<b>Beneficio Total</b>	Q 5 201,86	Q 5 201,86	Q 5 201,86
<b>Razón</b>	0,07	0,15	0,15
DESCRIPCIÓN		PRECIO	
Costos totales para el primer año de Inversión por ampliación de 21 tomas de oxígeno y consumo de oxígeno líquido		Q 73 091,52	
Costos totales segundo año por consumo de oxígeno líquido utilizando sistema de red		Q 35 291,52	
Costos totales tercer año por consumo de oxígeno líquido utilizando sistema de red		Q 35 291,52	
Beneficio total de ahorro por utilización de red de distribución por año		Q 5 201,86	

Fuente: elaboración propia.

En la tabla Costo Beneficio se puede observar que para el primer año la inversión sobrepasa el ahorro y es mucho menor a 1, lo cual implicaría viéndolo a corto plazo que la inversión no es aceptable, pero para los siguientes años la razón del beneficio aumenta al doble y sigue constante asumiendo que los precios para el oxígeno líquido y gaseoso no cambien.

Adherido al ahorro anual que se puede obtener con la utilización de una red de distribución de gases existen otros beneficios que no necesariamente tienen relación directa con un costo y es el beneficio de la seguridad y la logística de distribución ya que al implementar la ampliación del sistema de distribución por red se puede omitir el papeleo de solicitud de cilindros de alta presión y el acarreo y almacenaje inadecuado de cilindros pesados de alta presión en las áreas de pacientes.

Por ello se puede definir que la alternativa de ampliación de red de distribución es una buena opción que conlleva muchos beneficios para el centro Hospitalario Roosevelt gracias a los aspectos de costos y seguridad que puede aportar.

### **2.8.2. Estudio de remodelación para red de distribución de gases**

Dentro de los factores que se tomaron en cuenta para evaluar si la remodelación de la red para distribución de gases médicos dentro del Hospital Roosevelt era oportuna o no fueron:

- Diámetros de tubería existente
- Ubicación adecuada de tomas para gases en áreas críticas
- Caídas de presión en áreas críticas
- Utilización de cilindros de alta presión en áreas críticas

Para el factor del diámetro de las tuberías se logró determinar que las mismas se encuentran en óptimas condiciones ya que por medio de un probador de presión negativa para el vacío y positiva para el oxígeno y el aire se logró observar que en cada una de las áreas donde se existe red de gases existe una caída de presión de menos de 5 PSI lo cual es permisible según la norma NFPA exclusiva para gases médicos.

Con respecto a la ubicación de tomas en áreas críticas como lo son Quirófanos e Intensivos estas se encuentran colocadas adecuadamente (ver apéndice 1 - 15) ya que el diseño permite que se pueda manipular sin ningún problema dichos dispositivos.

En cuanto a la utilización de cilindro de alta presión en las áreas críticas no representan un factor de peso para la remodelación de la red de gases ya que los cilindros de alta presión en quirófanos e intensivos son utilizados única y exclusivamente para el transporte de pacientes a otros lugares donde cuentan con tomas para la distribución de gases.

Debido a que cada una de estos factores no representa una razón de primordial para la remodelación de la red de gases médicos se concluye que la remodelación en este momento no es oportuno y solo significaría un gasto innecesario para la institución y por lo tanto no generaría ningún tipo de beneficio.

## 2.9. Propuesta de ampliaciones y remodelaciones a red de gases

La propuesta presentada al Departamento Administrativo y directores ejecutivos del Hospital Roosevelt se resume a continuación:

Tabla XIX. **Cuadro resumen de inversión y ventajas para ampliación de red**

<b>Costo de inversión</b>	Q	37 800,00
<b>Cantidad de tomas a instalar</b>		21
<b>Tiempo de ejecución</b>		1 semana
<b>Beneficios</b>		
<b>Ahorro precio mas bajo</b>	Q	0,557
<b>Baja presión en la distribución</b>		50 a 60 PSI en línea
<b>Facilidad de uso</b>		Solo necesita flujometros
<b>Seguridad de uso</b>		NO se necesita mover de lugar
<b>Adquisición Inmediata de oxígeno</b>		Accesibilidad inmediata

Fuente: elaboración propia.

Como se muestra en la tabla XIX la inversión necesaria para poder implementar la propuesta presentada no incurre en demasiados costos y como se puede observar existen beneficios notables tanto en el término de ahorros como en términos de seguridad solo con el simple echo de saber que las presiones son mucho menores en una red que en un cilindro y que no se debe de manipular un peso de 150 libras indica que el beneficio adquirid por la inversión es considerablemente justificable.

La ventaja sobre la seguridad y la facilidad de uso de la red de distribución se refiere que únicamente se necesita tener flujómetros de oxígeno los cuales se acoplan directamente a la toma de gases y con ello poder adquirir el vital gas, comparado con el rodamiento de cilindros de alta presión de un lado a otro para poder adquirir el oxígeno para suministrar a los pacientes.

El referirse al ahorro en los precios se pude identificar en la tabla V y II los cuales muestran que los ahorros no son únicamente por el precio de cilindros sino que también por que en la adquisición de gases por medio de tuberías no existe el factor de mermas, renta ni mantenimiento.

La ventaja de adquisición de oxígeno inmediato se deriva de que ya no se debe de realizar un requerimiento interno (ver flujograma de abastecimiento de cilindros interna) de cilindros y esperar a que este sea despachado, en su lugar solo se debe de conectar como anteriormente se menciono el flujometro a la toma de oxígeno para poder adquirir el gas inmediatamente.

La propuesta de ampliación presentada ante las autoridades del Hospital Roosevelt no pudo ser implementada debido a que el Hospital Roosevelt cayó en una crisis económica la cual congelo todos los proyectos de inversión aunque estos le representaran beneficios, por dicha razón la propuesta queda



integrada dentro del presupuesto para el siguiente año donde posiblemente se pueda implementar por medio de alguna institución no gubernamental.

Adherido a todos los datos teóricos proporcionados anteriormente también se le presentó a las autoridades los planos que representan gráficamente la propuesta para que sean de utilidad al momento de tomar la decisión de implementarlo (ver apéndice 5, 12, 14, 15).

## **2.10. Organización de trabajos para ampliación de red de gases**

La organización de los trabajos para poder asegurar que los trabajos para realizar la propuesta planteada sean lo mas ordenados posibles debe de seguir los siguientes pasos:

- Programar la fecha y hora de ingreso del personal de la empresa contratada para el inicio de los trabajos y controlar el tiempo de ejecución, los técnicos deben de estar plenamente identificados con uniforme y logo de la empresa.
- Informar a personal médico de los trabajos a realizar dentro del estableciendo, la hora y fecha para desalojo del áreas, esto debe de ser coordinado por el personal de mantenimiento de turno.
- Supervisar por parte de mantenimiento el tiempo de ejecución propuesto por la empresa contratada para habilitación inmediata de servicios.
- Coordinación de corte de suministro de gases en áreas de remodelación para acople a red principal, con el fin de evitar retrasos en los servicios.
- Realización de pruebas de funcionamiento para detección de posibles fugas y corrección de las mismas.

- Realización de pruebas y funcionamiento de equipo instalado para aceptación de trabajos.
- Habilitación inmediata de servicios con visto bueno de parte de personal de mantenimiento.

### **3. FASE DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Marco teórico**

A continuación se presentan conceptos básicos que se deben de conocer para la fase de investigación los cuales permiten tener un mayor concepto del tema que se esta abarcando.

##### **3.1.1. Desastres naturales**

En esta fase de investigación se documentan algunos conceptos necesarios para facilitar la comprensión sobre la magnitud de eventos o sucesos propios de los desastres naturales que no son comunes dentro del diario vivir, dentro de los conceptos investigados y descritos en esta fases se menciona.

¿Qué son desastres naturales? Hacen referencia a las enormes pérdidas materiales ocasionadas por eventos o fenómenos naturales como los terremotos, inundaciones, deslizamientos de tierras, deforestación, contaminación ambiental entre otros, los fenómenos naturales, como la lluvia, terremotos, huracanes o el viento, se convierten en desastres cuando superan el límite de normalidad medido generalmente a través de un parámetro.

¿Qué es un terremoto? Es una sacudida de terreno que se produce debido al choque de las capas tectónicas y a la liberación de energía en el curso de una reorganización brusca de materiales de la corteza terrestre al superar el estado de equilibrio mecánico.

### **3.1.2. Legislación guatemalteca relacionada a desastres naturales**

El tema sobre desastres naturales en la legislación guatemalteca es un tema que en los últimos años ha adquirido mayor énfasis por parte de las autoridades, debido a nuestra ubicación geográfica y a los golpes que ha dado año con año la fuerza de la naturaleza al territorio guatemalteco, por ello se han creado leyes las cuales sirven como un plan de contingencia para la detección y prevención de desastres teniendo en cuenta las siguientes.

- Decreto Ley 109-96 de la Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres Naturales o provocados.
- Ley de Desarrollo Social (Decreto No. 42-2001).
- Ley de Consejos de Desarrollo Urbano y Rural (Decreto No. 11-2002).
- Ley General de Descentralización (Decreto No. 14-2002).
- Acuerdo Gubernativo No. 179-2001, Declaratorio de Alto Riesgo a las Sub-cuencas de Amatitlán, Villalobos, Michatoya.
- Acuerdo Gubernativo No. 23-2003, Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental.

Estos son acuerdos y leyes elaboradas con el fin de reducir los desastres dentro de la región, lo cual es apoyado con sistemas de alerta temprana, fortalecimiento de capacidades locales para gestión de riesgos y desastres, entre otras.

Todo esto con el fin de evitar en lo más posible la pérdida por daños materiales y lo más importante aún la pérdida de vidas humanas de los guatemaltecos.

### **3.1.3. Historial de desastres ocurridos dentro de la institución del Hospital Roosevelt**

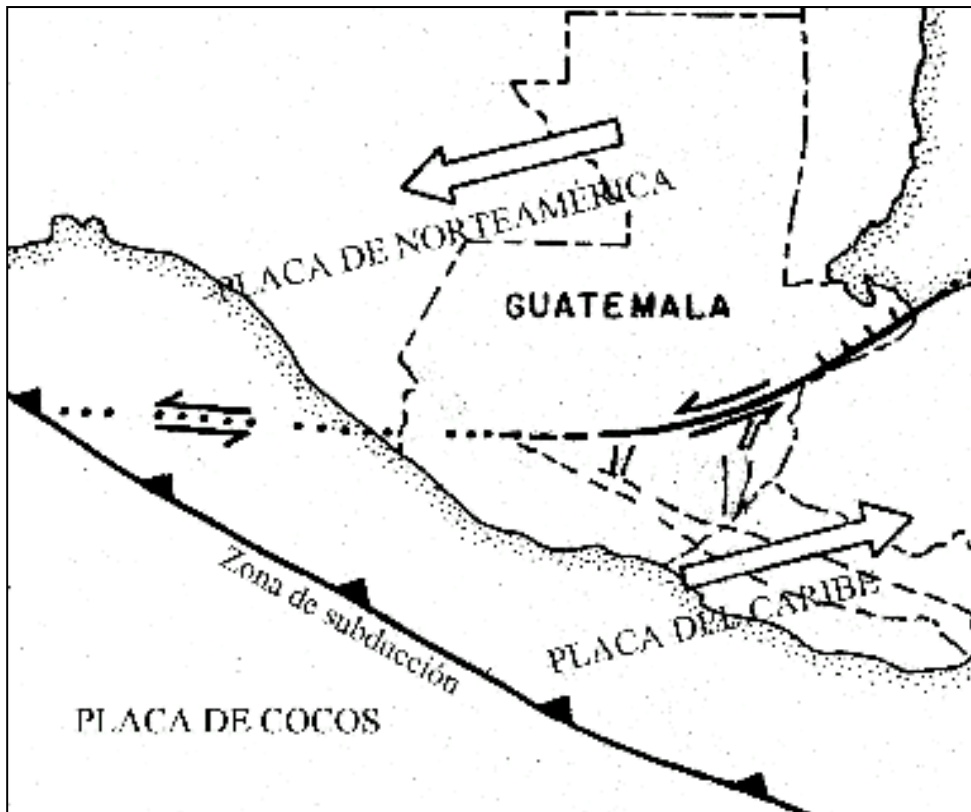
Dentro del historial de los desastres atendidos dentro del Hospital Roosevelt el más relevante es el terremoto de 1971 el cual azotó la ciudad de Guatemala, en este suceso los hospitales nacionales en general colapsaron por la cantidad de personas que fueron llevadas para ser atendidas en los centros hospitalarios nacionales, este fue el suceso que ha tenido un mayor auge dentro de las atenciones del Hospital Roosevelt en cuanto a desastres naturales se refiere.

### **3.2. Vulnerabilidad de Centro Hospitalario Roosevelt por ubicación geográfica**

El territorio nacional está repartido en tres placas tectónicas (ver figura 18): Norteamérica, Caribe y Cocos. Los movimientos relativos entre éstas determinan los principales rasgos topográficos del país y distribución de los terremotos y volcanes.

El contacto entre las placas de Cocos y del Caribe es el tipo convergente, en el cual la placa de Cocos se mete por debajo de la placa del Caribe, este proceso da origen a una gran cantidad de temblores y formación de volcanes. El contacto entre estas dos placas está aproximadamente a 50 kilómetros. Frente a las costas del océano pacífico. A su vez, estos dos procesos generan deformaciones al interior de la placa del Caribe, produciendo fallamientos secundarios como: Jalpatagua, Mixco, Santa Catarina Pínula, etc.

Figura 18. Placas tectónicas Guatemala



Fuente: Insivumen.

Estas placas genera una vulnerabilidad considerable al territorio guatemalteco en general de lo cual la ubicación del Centro Hospitalario Roosevelt no escapa, es importante mencionar que las fallas tectónicas que afectan a nuestro territorio son fallas considerablemente inestables los cuales pueden desplazarse sin previo aviso y por ello debe de existir dentro de cada centro hospitalario un plan de contingencia que pueda ser utilizado en caso de un sismo o terremoto.

### **3.3. Estudio de situación actual de equipos de seguridad y planes existentes dentro del Hospital Roosevelt**

Dentro de los equipos de seguridad inspeccionados dentro del centro Hospitalario Roosevelt se puede mencionar, equipo contra incendio que consta de extintores en distintos puntos del centro hospitalario (funcionales y recargados), equipo de detección de incendios, equipo de supresión contra incendios, los cuales están deteriorados ya que por la falta de mantenimiento y la falta de interés sobre seguridad estos han sido abandonados lo cual genera un riesgo considerable en caso de algún siniestro que pueda ocurrir.

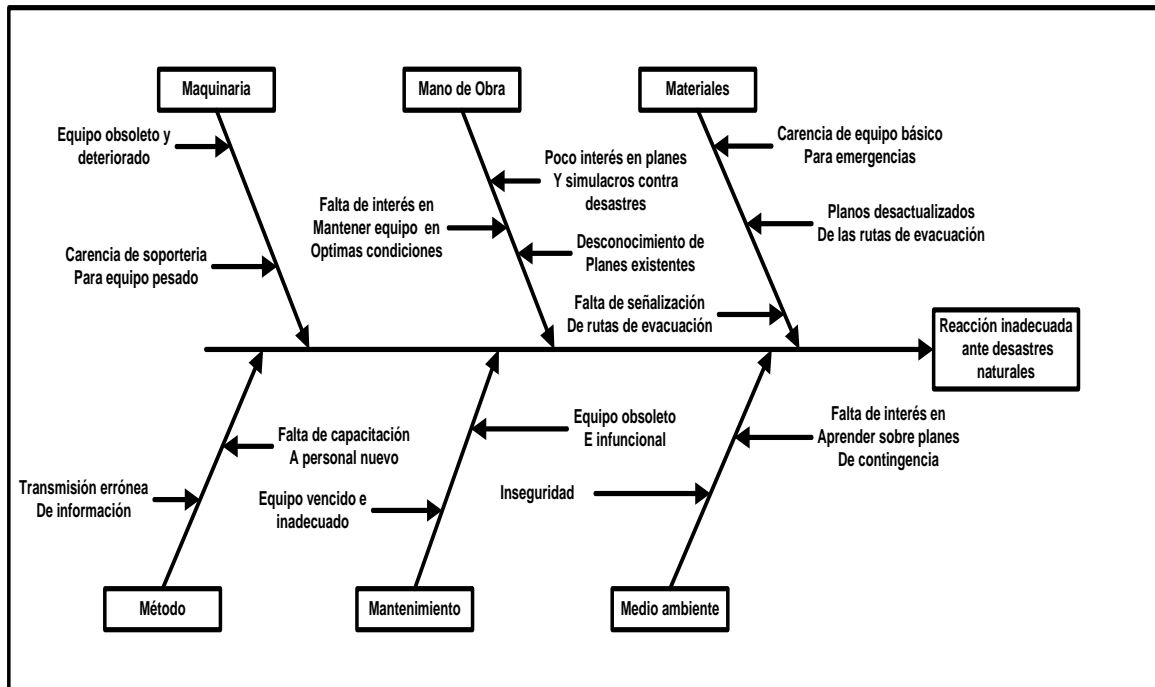
En cuanto a los planes de contingencia contra desastres el Hospital Roosevelt cuenta con distintos planes los cuales permiten que este centro hospitalario se encuentre en alerta ante cualquier suceso repentino que suela suceder, estos planes de contingencia han sido comunicados a cada jefe de departamento y este a su vez se lo hace llegar a los distintos subordinados, generando con esto que la información se propague y se tenga el conocimiento del rol que cada uno de los empleados del Hospital Roosevelt juega en un plan de contingencia.

Todos los planes de contingencia son evaluados y mejorados constantemente ya que se mantienen en alerta en distintas épocas del año por los sucesos que azotan a nuestro país, ahora bien el plan de contingencia ante desastres inusuales como por ejemplo terremotos son planes que se encuentran al alcance de los jefes de personal de cada área pero que en algunos casos no son transmitidos adecuadamente a los subordinados que a su vez desconocen de este tipo de planes ya que al ser inusuales estos sucesos no enfocan su interés lo cual perjudica a todo el centro asistencial.

### 3.3.1. Diagnóstico actual

A continuación se muestra mediante un diagrama Causa Efecto las causas que generan la reacción inadecuada ante desastres naturales que se dan dentro de las instalaciones del Hospital Roosevelt.

Figura 19. Diagrama Causa Efecto de reacción inadecuadas ante desastres naturales



Fuente: elaboración propia.

El diagrama Causa Efecto muestra las posibles causas que aportan a que puede existir una reacción inadecuada del personal que labora en el Hospital Roosevelt ante un desastre natural, esta reacción puede provocar que existan más personas lesionadas por la reacción errónea de las personas que por el mismo suceso que se pueda ocurrir.



Dentro de las causas que se observaron existe unas que se debe de tomar muy en cuenta para su corrección como la de mantener rutas de evacuación y puntos de reunión actualizados, mantener equipo básico linternas, botiquines, radios de transmisión corta, teléfonos de emergencia, etc. evaluar los sistemas de supresión e invertir en su reparación ya que este equipo se logró observar que se encuentra en muy malas condiciones.

Otro punto importante que se observó es el de la falta de conocimiento respecto a este tema y la falta de capacitación respecto a los planes con los que cuenta el Hospital Roosevelt, esto mismo lleva a la falta de interés de parte del personal que manipula equipos pesados como los cilindros de alta presión; los cuales se observó que se dejan almacenados en lugares inadecuados y sin ningún tipo de seguro o soporte que evite que estos puedan caer al momento de un sismo o terremoto.

### **3.3.2. Evaluación de rutas de evacuación y diagnóstico actual**

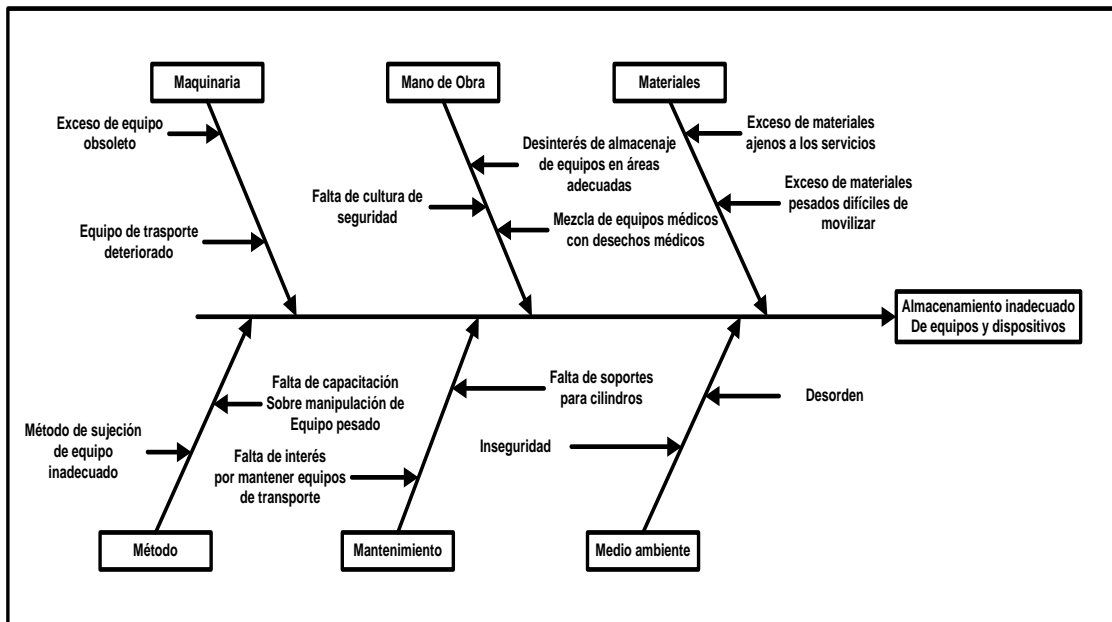
Las rutas de evacuación forman parte del concepto general de acciones de respuesta ante situaciones de emergencia que deben contemplarse en los planes de contingencia, no solo como guía y referencia para evacuación de personal sino también para las organizaciones que asisten y brindan apoyo durante la emergencia.

Basado en esto se evaluó las rutas de evacuación dentro del Centro Hospitalario Roosevelt, observando que existen algunas deficiencias en la señalización y algunos puntos de reunión las que no se encuentran señalizadas o mostradas en planos existentes.

### 3.3.3. Diagnóstico de condiciones de almacenaje de dispositivos dentro del Hospital Roosevelt

Para la comprensión detallada de este diagnóstico se realizó el siguiente diagrama que muestra en forma gráfica las causas y los efectos que puedan ocurrir por una mala ubicación de equipo.

Figura 20. Diagrama Causa Efecto almacenaje inadecuado de dispositivos



Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en el diagrama causa efecto el almacenaje de dispositivos en el Hospital Roosevelt se realiza de forma inadecuada y mal ordenada (ver figura 21), lo cual coopera a que puedan existir accidentes y/o entorpecimientos de tránsito peatonal tanto de pacientes como de médicos y enfermeras.

En caso del almacenaje de equipo o dispositivos de almacenaje de oxígeno estos se encuentran mal ubicados ya que al utilizar un cilindro de alta presión este es transportado mediante una carreta al área de aplicación, al momento de regresar este dispositivo al lugar de almacenaje este no cuenta con un espacio ni soporte adecuado el cual permita que los cilindros sean sujetos a la pared.

Se observó que las bodegas de oxígeno son utilizadas para almacenar cualquier tipo de herramientas o recipientes para desechos lo que dificulta el almacenaje y obtención de cilindros al momento de utilizarlos.

Figura 21. **Área de almacenaje de cilindros Hospital Roosevelt**



Fuente: Hospital Roosevelt.

### **3.4. Planes de contingencia contra desastres naturales dentro del Hospital Roosevelt**

Los planes de contingencia contra desastres naturales con los que cuenta el Hospital Roosevelt se numeran de la siguiente manera:

- Plan para prevenir, controlar y extinguir incendios
- Plan de contingencia contra terremotos
- Plan de contingencia contra huracanes
- Plan de contingencia para la Semana Santa
- Plan de contingencia para temporadas frías

Para el efecto del proyecto de práctica supervisada se realizó el enfoque al plan de contingencia contra terremotos el cual se describe a continuación:

- Plan de contingencia contra terremotos
- a) Medidas básicas de preparación contra terremotos (antes)
- Realizar inspecciones minuciosas de las instalaciones físicas y efectuar las reparaciones necesarias para corregir toda deficiencia que pueda representar un riesgo.
  - Asegurar las líneas eléctricas y telefónicas, coordinando con las agencias pertinentes el corte de ramas de árboles que pudieran afectar las mismas
  - Surtir los botiquines y mantener debidamente equipadas las salas de emergencia.

- Mantener un inventario adecuado de materiales, herramientas y el equipo necesario para enfrentar una situación de emergencia.
- Establecer un comité timón y de seguridad sísmica
- Preparara o revisar las listas de personal que trabajará en las brigadas de emergencia.
- Realizar simulacros para mantener la efectividad de las brigadas.
- Proveer orientación continua al personal de enfermería sobre el plan de contingencia para casos de desastres.
- Identificar los lugares más seguros
- Preparar plan de evaluación
- Organizar grupos de búsqueda, rescate y primeros auxilios
- Establecer comunicación con la comunidad

b) Medidas que se deben de tomar durante un terremoto

- Mantener la calma
- Protegerse en lugar más seguro.
- Si se está en el interior de un edificio se recomienda:
  - Mantenerse debajo de una mesa o escritorio fuerte
  - Alejarse de las ventanas o puertas de cristal
  - Mantenerse alejado de los pasillos
  - No usas los ascensores.
  - No buscar las escaleras, son sumamente peligrosas en un terremoto.
  - Mantener abiertas las puertas de las habitaciones
- Si esta en el exterior (patio) deberá
  - Quedarse allí hasta que pase el terremoto

- Alejarse de las líneas eléctricas, líneas de gas o de agua, postes de alumbrado eléctrico, árboles, edificios y muros; si es posible dirigirse a un lugar abierto, libres de riesgos.
- Si va en un automóvil, detener el vehículo, salir de el y acostarse al lado del mismo.
- Permanecer en un lugar seguro hasta que pase el movimiento.

c) Medidas que deben tomarse después de un terremoto

- Utilizar un radio portátil de baterías y escuchar las instrucciones y noticias.
- Salir del refugio cuando pase el sismo.
- Actuar de acuerdo con el plan establecido.
- Hacer gestiones de búsqueda de personas heridas y aplicarle primeros auxilios.
- No mover personas con heridas a menos que se encuentre en peligro inminente.
- Revisar la comida y el agua. El agua de emergencia se puede obtener de calentadores de agua, hielo derretido, tanque de inodoros y vegetales enlatados.
- Revisar el edificio en busca de grietas o daños incluyendo techos, paredes y zapatas.
- Realizar una rápida evaluación de pérdidas y daños, para informar a las autoridades correspondientes para poder solicitar la asistencia necesaria para realizar una evaluación más detallada y formal, considerando:

- Pérdida de:
  - Vidas humanas
  - Propiedad
- Daños a:
  - Vida humana (heridos)
  - Propiedad
    - ❖ Edificios
    - ❖ Carreteras
    - ❖ Acceso
- Unidades
  - Agua
  - Alcantarillados
  - Electricidad
  - Teléfono
  - Gas
  - Materiales
- Equipos
  - Cooperar con las agencias de salud pública, defensa civil, la policía y otras agencias
  - Mantener la calma y ayudar a los demás

## Evaluación

- Cotejar las rutas de escape
- Salir en calma y sin distracciones
- Ubicarse en lugares seguros y seguir instrucciones.

Todas estas acciones son coordinadas y dirigidas por el comité de gestión de riesgos que posee el Hospital Roosevelt, dicho comité es el responsable de transmitir y orientar a todo el personal del Hospital a que conozcan los planes de contingencia, a realizar simulacros y a brindar la herramienta necesaria para que el plan funcione con el fin de evitar en la mayor medida posible la pérdida de vidas humanas por desastres naturales.



### **3.4.1. Elaboración de planos con rutas de evacuación bien estipuladas**

Como se mencionó anteriormente la elaboración de planos para la rutas de evacuación son parte fundamental dentro de un plan de contingencia, los mismos fueron actualizados e identificados adecuadamente, tomando en cuenta el criterio de los involucrados, esto con el fin de poder aportar beneficios a los planes existentes los cuales se pueden observar en el apéndice 21 al 39.

### **3.4.2. Propuesta de corrección sobre actos y condiciones inseguras**

Dentro de los puntos observados los cuales causan preocupación para el buen funcionamiento del plan de contingencia se encontraron lo siguiente:

#### **a) Actos inseguros**

- Rodamiento de cilindros de alta presión en pasillos del hospital.
- Utilización de cilindros de alta presión sin regulador.
- Almacenaje de cilindros sin soporte para sujeción a paredes o pisos del edificio.
- Almacenaje de cilindros en pasillos y lugares inusuales.
- Almacenaje de desechos juntamente con cilindros de oxígeno.
- Almacenaje de cilindros de alta presión en habitaciones sin seguridad.

b) Condiciones inseguras

- Obstrucción de pasillos con medicamentos o equipo de almacenaje.
- Obstrucción de elevadores de carga con cilindros.
- Obstrucción de pasillo con camillas y equipo de limpieza.
- Saturación de material médico en áreas de almacén.

Para todos estos actos y condiciones inseguros se procedió proponer y realizar las siguientes correcciones:

- Capacitación para manipulación de cilindros con equipo adecuado y enseñanza de riesgos por mala manipulación de los mismos.
- Diseño de soportes para cilindros y planteamiento de área para almacenaje de cilindros vacíos y llenos.
- Capacitación de lugares para almacenaje de cilindros y peligro que corre al tener en pasillos.
- Delimitación de áreas para almacenaje de cilindros y desechos.
- Utilización de Troqueles con cadenas de seguridad para sostenimiento de cilindros.
- Delimitación de áreas de bodegas para almacenamiento adecuado de medicamentos.
- Demarcación de bodega cilindros para evitar obstrucción de paso.
- Establecimiento de lugares adecuados para camillas y equipo de limpieza.
- Reordenamiento de material médico para evitar sobre saturación.

Los puntos anteriores se contemplaron para generar una cultura de seguridad para el bien del personal médico y de los propios pacientes del hospital.

### **3.4.3. Propuesta de señalización adecuada para rutas de evacuación**

Como se menciona anteriormente la señalización tenía algunos defectos los de los cuales se presentó la propuesta de limpieza, restauración y reubicación de señales que muestran las rutas de evacuación dentro de los distintos pasillos y corredores del Hospital Roosevelt.

De la misma manera se presentó al departamento de mantenimiento la propuesta de actualizar los planos donde se encuentran plasmadas las rutas de evacuación e identificar los nuevos puntos de reunión de los cuales carecían en algunas áreas.

Esta propuesta no incurrió costo alguno debido a que lo que se planteó fue reutilizar señales que poseían el departamento de mantenimiento y restaurar algunos mediante la limpieza de señales existentes.

Figura 22. **Señalización rutas de evacuación**



Fuente: Hospital Roosevelt.

La mayor parte de las señales restaurados se ubicaron en las gradas de evacuación ya que en los pasillos del hospital se encontró que existen flechas las cuales señalizan la rutas de evacuación, cada uno de estas señales son de tipo reflectivo y la cantidad de señales con los que cuenta el Hospital Roosevelt se pueden observar en los planos de evacuación los cuales se pueden observar en el apéndice 21 al 39.

#### **3.4.4. Evaluación y corrección de plan propuesto**

Dentro de la evaluación y correcciones establecidas en la propuesta planteada se tomaron algunos puntos importantes los cuales se plantaron y corrigieron siendo estos los siguientes:

- La delimitación de las áreas de almacenaje en general se delimitaron nuevamente para cilindros llenos y vacíos (ver figura 21).

- En áreas de almacenaje dentro de los servicios se debe de soportar los cilindros para protección del personal.
- Los troqueles a utilizar deben de estar con todas sus partes en óptimas condiciones para evitar accidentes.
- Las rutas de evacuación fueron reevaluadas y aceptadas en su totalidad.

Figura 23. **Área de almacenaje cilindros llenos y vacíos**



Fuente: Hospital Roosevelt.

El mantener planes de contingencia actualizados, con planos adecuados y rutas de evacuación señalizadas genera un ambiente seguro dentro del Hospital Roosevelt, es importante mencionar que todos los planes son buenos en caso de emergencias, pero deben de ser transmitidos a todos los miembros de la institución para garantizar que el grado de efectividad sea el mas alto posible, por el punto de capacitar al personal de la institución del Roosevelt se tomo en cuenta para la fase de enseñanza aprendizaje.



## **4. FASE ENSEÑANZA APRENDIZAJE**

### **4.1. Capacitación de personal involucrado**

Las capacitaciones para la demostración de los distintos puntos tratados en esta las fases anteriores se realizó en dos grupos los cuales fueron conformados así, en el primero grupo se conformó por todo el personal interesado en conocer la manipulación de equipos médicos que en su mayoría fueron el personal de mantenimiento y enfermería, los cuales son los que mantienen mayor énfasis en la utilización de cilindros y equipo médico.

Para el segundo grupo el cual fue conformado por la parte administrativa y ejecutiva del Hospital Roosevelt se demostró con base a los puntos esenciales en términos de costos y logística vistos en el estudio costo beneficio realizado con anterioridad, los diferentes beneficios que conlleva la utilización de una red de distribución para gases lo cual se detalla a continuación.

#### **4.1.1. Beneficios de red de distribución de gases contra manipulación de cilindros**

Para la capacitación y demostración de los beneficios que conlleva utilizar una red de distribución comparado con la manipulación de cilindros se realizo en dos partes, la primera en una parte magistral en la que se mostro en forma gráfica los dispositivos que comúnmente son manipulados por el personal de enfermería y la segunda en una demostración física donde se mostró la dificultad de manipular un cilindro de alta presión y los riegos que conlleva.

Esta capacitación fue realizada gracias a la cooperación del personal médico de una institución privada la cual suministra equipo médico y cilindros de alta presión al Hospital Roosevelt, esto referido a la capacitación al personal técnico de mantenimiento y enfermería.

Para la capacitación y demostración de ventajas administrativas basada en el estudio de costo beneficio demostrada al personal administrativo y ejecutivo, la capacitación se realizó con una presentación donde se enfocaron puntos específicos del costo que conlleva la utilización de cilindros, del desperdicio de recursos por producto no utilizable (mermas), así como también se logró enfocar el punto de precio entre la utilización de oxígeno líquido contra oxígeno gaseoso embasado, adherido a todas las ventajas que conlleva la utilización de una red de distribución y su costo que a largo plazo es rentable.

#### **4.1.2. Manipulación de dispositivos para distribución de gases médicos**

Para esta parte de la capacitación se logró mostrar distintos dispositivos los cuales son totalmente funcionales para la manipulación, tanto de cilindros de alta presión con seguridad así como dispositivos para la utilización de red de distribución de gases.

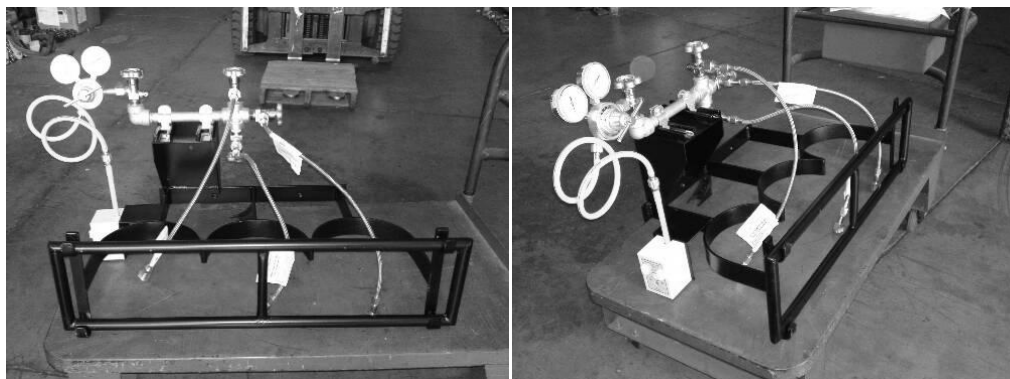
El equipo de seguridad para cilindros que se demostró fue un soporte para sujeción de 3 cilindros (ver figura 24), los cuales se encuentran conectados a una toma de gas y a su vez puede ser conectado por medio de un dispositivo y de esta manera utilizar los cilindros de alta presión de manera segura y adecuada.



Por otra parte se capacitó al personal de enfermería sobre el adecuado uso de las tomas y de los posibles errores que comúnmente se comenten lo cual deteriora los dispositivos y tomas, esta capacitación fue realizada por una terapeuta respiratoria que labora en la institución que provee los gases médicos al Hospital Roosevelt, se indico a la parte de mantenimiento los puntos básicos para el mantenimiento de tomas, manifolds, y se integro un programa de mantenimiento para las bombas de vacío y compresores de aire (ver apéndice 16 - 20)

En esta capacitación el punto de enfoque fue dar a conocer al personal médico y de mantenimiento del Hospital Roosevelt lo importante que es mantener en óptimas condiciones los dispositivos médicos ya que se está tratando con vida humanas lo cual no justifica en la menor medida posible la inversión que se puede realizar para brindar un servicio adecuado a nuestros compatriotas.

**Figura 24. Dispositivo para anclaje de cilindros**



Fuente: Productos del aire de Guatemala S.A.

### **4.1.3. Utilización de plan de contingencia en caso de emergencia**

La metodología utilizada para esta capacitación fue demostrar al personal del Hospital Roosevelt, mediante un simulacro de terremoto que herramientas son útiles y funcionales para alcanzar el objetivo de reducir en la menor proporción posible la pérdida de vidas humanas, este simulacro fue realizado en coordinación con el personal de mantenimiento de turno y personal médico el cual coopero para este tipo de capacitación, enviando a los jefes de áreas a este simulacro para que luego generar un plan en el cual los jefes de las distintas áreas transmitieran el conocimiento aprendido a los subordinados de cada departamento.

Para esta capacitación se proporcionó un listado de herramientas o equipo básico que debe de poseer cada departamento, como mínimo con el objetivo de que el Hospital Roosevelt pueda contar con equipo para emergencias internar por un desastre natural específicamente un terremoto.

Dentro del listado de herramientas proporcionada en la capacitación figuran las siguientes herramientas básicas que como mínimo debe de poseer cada departamento del Hospital Roosevelt, siendo estas:

- Baterías para linternas
- Linterna
- Botiquín de primeros auxilios.
- Radio portátil de frecuencia corta
- Listado de números de emergencia
- Botellas de agua pura
- Planos de rutas de evacuación

Adherido a esto se realizó un programa para capacitaciones el cual permitirá realimentar los puntos observados en este estudio a personal nuevo que ingrese para lograr erradicar la falta de conocimiento que pueda afectar a los servicios prestados por el Hospital Roosevelt, este programa se detalla a continuación:

Tabla XX. **Programación de capacitaciones**

TEMA	PERIODICIDAD	RESPONSABLE	A QUIEN VA DIRIGIDO
Dispositivos médicos	Cada 6 meses	Personal de Mantenimiento	Personal paramédico y enfermería
Utilización adecuada de red de gases	Cada 6 meses	Personal de Mantenimiento	Personal paramédico y enfermería
Mantenimiento de Equipo médico	Anualmente	Empresa Privada	Personal de Mantenimiento
Uso adecuado de equipo contra incendios	Anualmente	Empresa Privada	Todo personal del Hospital Roosevelt
Planes de contingencia y su uso	Cada 6 meses	Personal de Mantenimiento	Todo personal del Hospital Roosevelt
Inversión para ampliaciones de red	Cada 6 meses	Personal Administrativos	Ejecutivos y directores del Hospital

Fuente: elaboración propia.

Este programa tendrá como objetivo realimentar los conocimientos adquiridos durante las capacitaciones recibida, de tal manera que puedan formar un ambiente en el cual todo el personal del Centro Hospitalario Roosevelt tenga los conocimientos básicos sobre los diferentes recursos con los que cuenta y aprovecharlos al máximo, para brindar un servicio de calidad con mucha capacidad a los pacientes que pueden ser ciudadanos guatemaltecos o extranjeros.

El programa de capacitación se planteó debido a que a pesar de las capacitaciones brindadas un 10% del total de personas que fueron evaluadas, mantenían un cierto grado de incertidumbre el cual da como pauta que se debe de implementar más tiempo a la realización de capacitaciones para disminuir en la mayor medida posible los factores que afectan al desconocimiento y la ignorancia que aqueja a muchos de los empleados del Hospital Roosevelt

## CONCLUSIONES

1. La propuesta planteada al Hospital Roosevelt sobre la ampliación de red de distribución para gases médicos cumple con el objetivo de justificar la ampliación de red para gases médicos, mostrando y documentando cada una de las ventajas que conlleva la utilización de dicha red, esto complementado con la capacitación presentada al personal que manipula estos equipos con lo cual se demostró que en términos de seguridad y ahorros es justificable y conveniente el ampliar la red de distribución a seguir utilizando cilindros pesados y peligrosos que representan un peligro, no solo para el personal que labora dentro de la institución, sino también para los mismos pacientes que acuden al centro asistencial.
2. Al poder estudiar a detalle la red de distribución de gases médicos existente dentro del Hospital Roosevelt se pudo determinar los puntos en los cuales dicha red podría aportar aún más beneficios de los que ya aporta, estos puntos generan un porcentaje alto de rotación de cilindros lo cual se puede disminuir aplicando el sistema de distribución por medio de la ampliación de red que es más confiable y segura para beneficio del Centro Hospitalario Roosevelt.
3. Dentro de las causas observadas del por qué se utilizan cilindros dentro de algunas áreas del Hospital Roosevelt, se pudo observar que la falta de tomas para gases y el desconocimiento de su funcionalidad generaban el 60% del problema, lo cual se pretendió contrarrestar dichas causas con presentar la propuesta de ampliación de la red, complementada con una capacitación que ayudará a resolver dudas

sobre la utilización del sistema con el fin disminuir la utilización de cilindros.

4. El poder identificar las áreas del hospital las cuales mantenían una alta rotación de cilindros fue fundamental para poder plantear la propuesta de la ampliación de red de gases, ya que debido a esto se enfocó a un punto en específico el estudio de costos mostrando todos los beneficios que conlleva el utilizar un sistema de distribución por medio de la red existente.
5. El poder enumerar cada uno de los costos ocultos que afectan al sistema de distribución por medio de cilindros, fue un factor vital para el estudio de costos ya que se pudo constatar cada uno de los costos ocultos y su incidencia dentro del sistema de utilización de cilindros de alta presión.
6. El elaborar planos de la red general de gases médicos y entregarlas al personal de mantenimiento del Hospital Roosevelt, logró producir un panorama distinto de ver el tema de gases ya que con dichos planos se estableció un mapa, el cual pueda indicar la cantidad de equipo sofisticado que posee el hospital y aprovecharlo al máximo tanto para futuras ampliaciones como para mantenimientos de los mismos.
7. Dentro de las posibles soluciones elaboradas para contrarrestar las debilidades identificadas dentro del Plan de contingencia contra terremotos con el que cuenta el Hospital Roosevelt, se pudo mencionar la actualización de planos de rutas de evacuación y la propuesta e implementación de señalización adecuada, lo cual pretende brindar un apoyo necesario al Hospital Roosevelt en términos de seguridad y rapidez de reacción ante un desastre de esta magnitud.

8. Con las capacitaciones que se realizaron tanto para el personal de enfermería como de mantenimiento en el tema de usos de equipo médico, se alcanzó el objetivo de instruir al personal y concientizarlo del peligro que significa el utilizar cilindros de alta presión y los beneficios que conlleva el tener un equipo sofisticado que genera mayor confianza, mayor seguridad y eficiencia.





## RECOMENDACIONES

1. Al personal de Mantenimiento mantener un monitoreo constantemente la utilización de cilindros, estableciendo posibles puntos de ampliación para red de gases médicos.
2. Al personal de enfermería utilizar en la menor medida posible cilindros de alta presión y en caso de utilizarlo hacerlo con las medidas de seguridad correspondientes.
3. Al jefe de Mantenimiento establecer un trabajo preventivo controlado mediante formatos proporcionados a personal de este departamento para optimizar la vida útil de los dispositivos de gases médicos y con esto evitar gastos innecesarios por mantenimientos correctivos.
4. Al Comité de Riesgo actualizar constantemente los planes de contingencia e informar al personal de nuevo ingreso de su existencia, así como programar capacitaciones periódicas y simulacros los cuales permitan que todo el personal se encuentre informado y capacitado por cualquier suceso.
5. Al encargado de gases respetar las medidas establecidas para las áreas limitadas para almacenaje de cilindros llenos y vacíos, así como la áreas de almacenaje que se encuentra en cada punto.

6. Al Departamento de Mantenimiento invertir en soportes para anclaje de cilindros los cuales puedan ser útiles para el almacenaje adecuado de este equipo.
7. Al Departamento de Mantenimiento, mantener los planos actualizados tanto de la red de gases médicos como el de rutas de evacuación, ya sea esto por ampliación de edificios o ampliación de red de distribución.
8. Al comité de gestión y riesgos incluir en programas de capacitación sobre temas de gases médicos, dispositivos médicos y planes de contingencia a todo personal nuevo reclutado en el departamento que sea.
9. Al Departamento Ejecutivo invertir en la propuesta de ampliación de red presentada la cual representa un ahorro considerable anual para los intereses del Hospital Roosevelt y con esto poder deshacerse de costos escondidos y brindar un mejor servicio que sea seguro y de calidad.

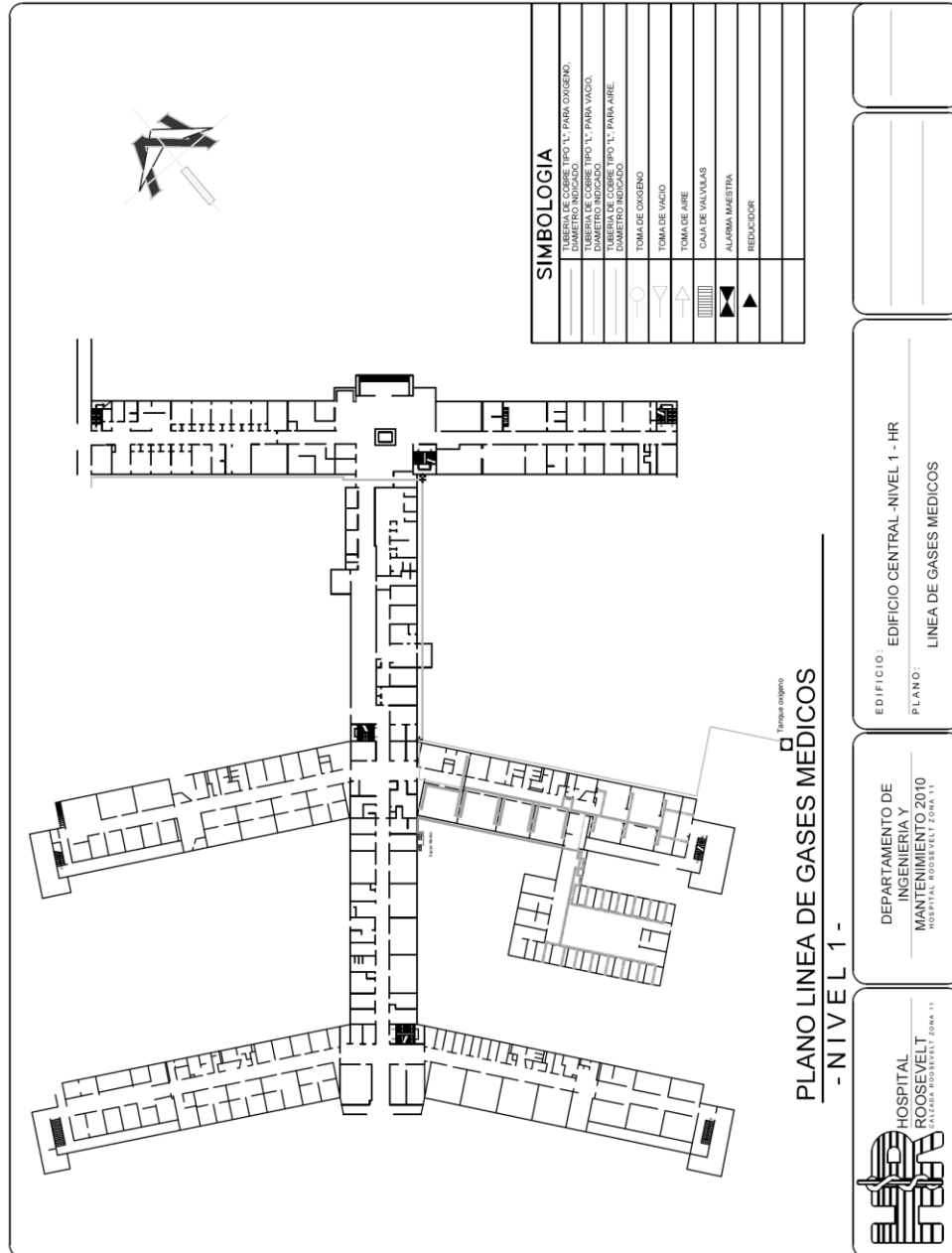
## BIBLIOGRAFÍA

1. CORONADO CHOCANO, Aldo Hugo. *Estudio y mejoramiento de la red de distribución de gases y equipos médicos asociados, en el Hospital General San Juan de Dios*. Trabajo de graduación de Ing. Mecánico Industrial Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 2009. 178 p.
2. DE LEON DE LEON, Hugo Rene. *Sistema centralizado de gases médicos en el Hospital Nacional de Cuilapa Santa Rosa*. Ma. en Ingeniería de mantenimiento Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería Escuela de Estudios de Postgrado, 2007. 64 p.
3. FLORES, José María. *Ingeniería Hospitalaria, guía de trabajos prácticos*. [en línea] Argentina UNER Facultad de Ingeniería / Bioingeniería, 2012. 101 p.
4. HERNÁNDEZ CASTELLANOS, Víctor Armando. *Análisis del funcionamiento de los comites de desastres en hospitales nacionales y propuesta de capacitación*. Tesis de Medico y Cirujano Universidad de San Caros de Guatemala, Facultad de Ciencias Médicas, 2001. 71 p.



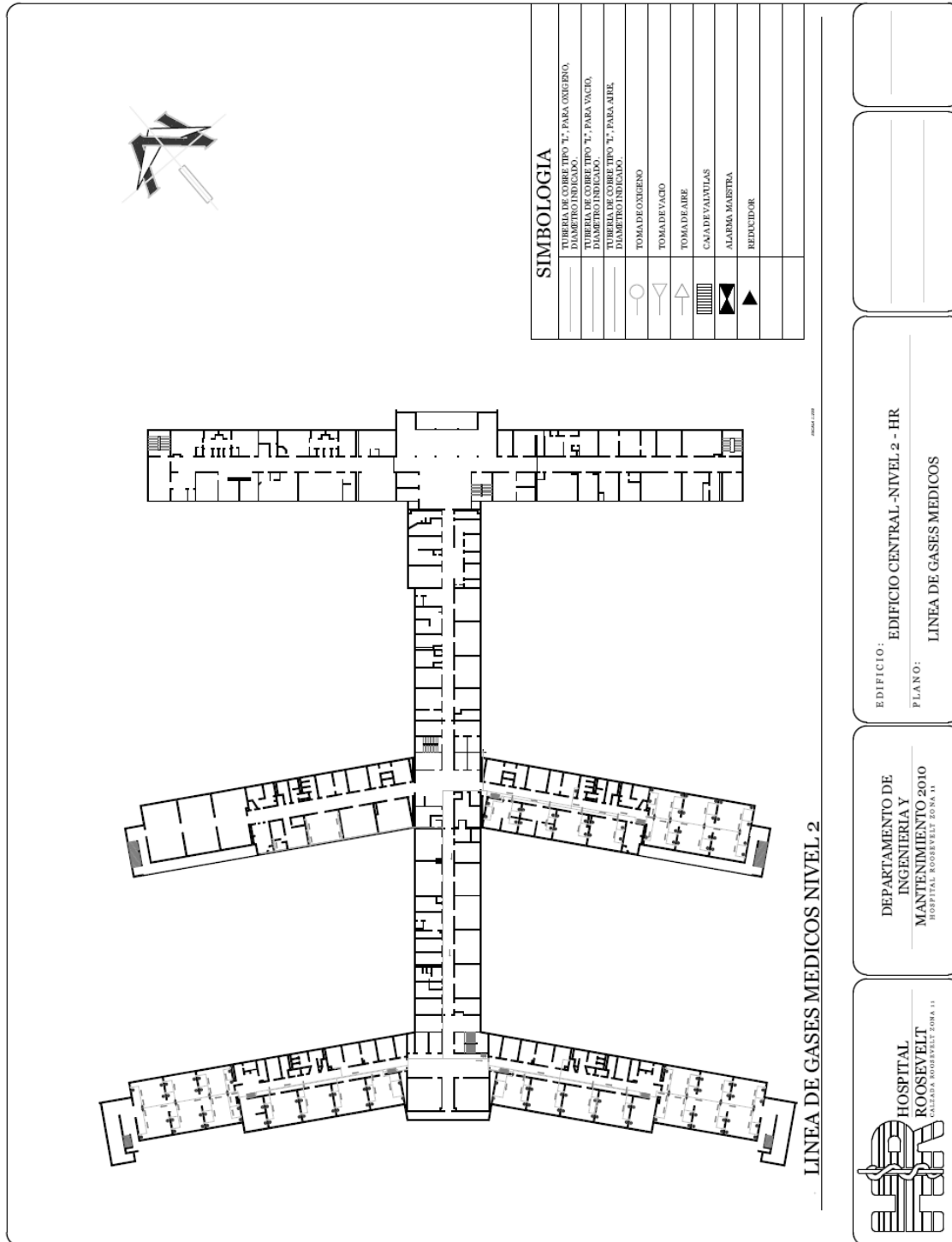
# APÉNDICES

## Apéndice 1. Plano gases médicos Intensivo nivel 1



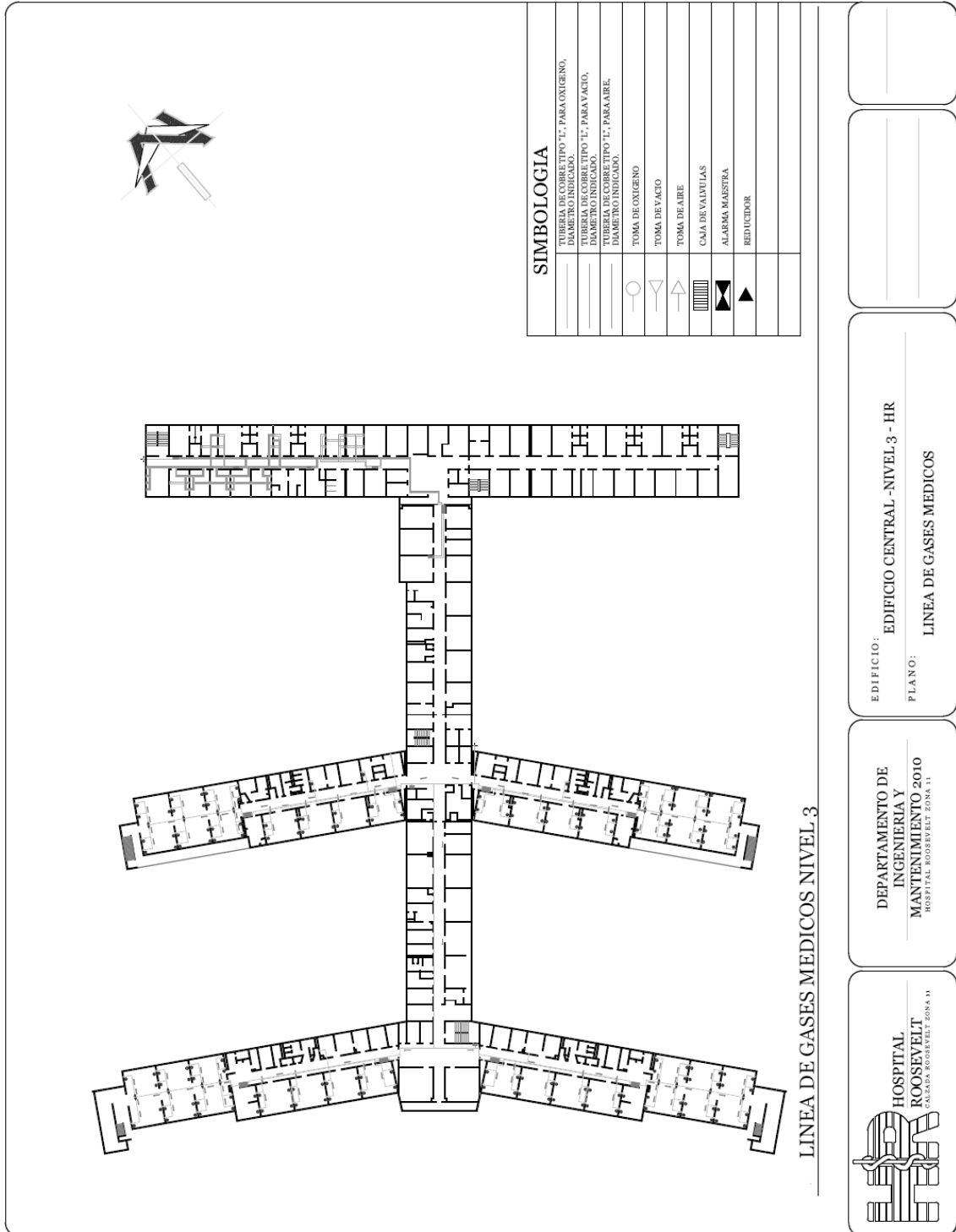
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 2. Plano gases médicos cirugías hombres nivel 2



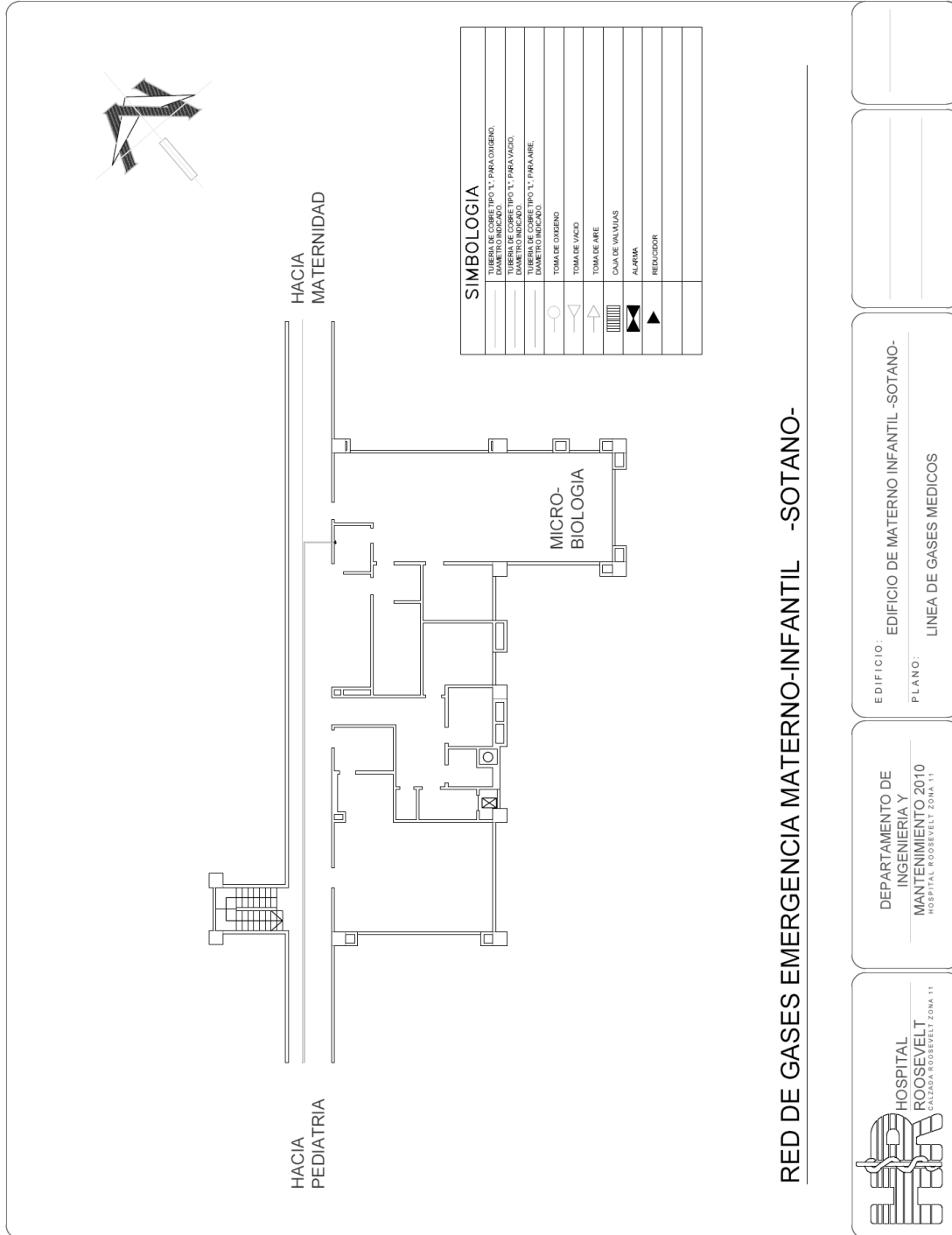
Fuente: elaboración propia.

### Apéndice 3. Plano gases médicos cirugía y medicina mujeres nivel 3



Fuente: elaboración propia.

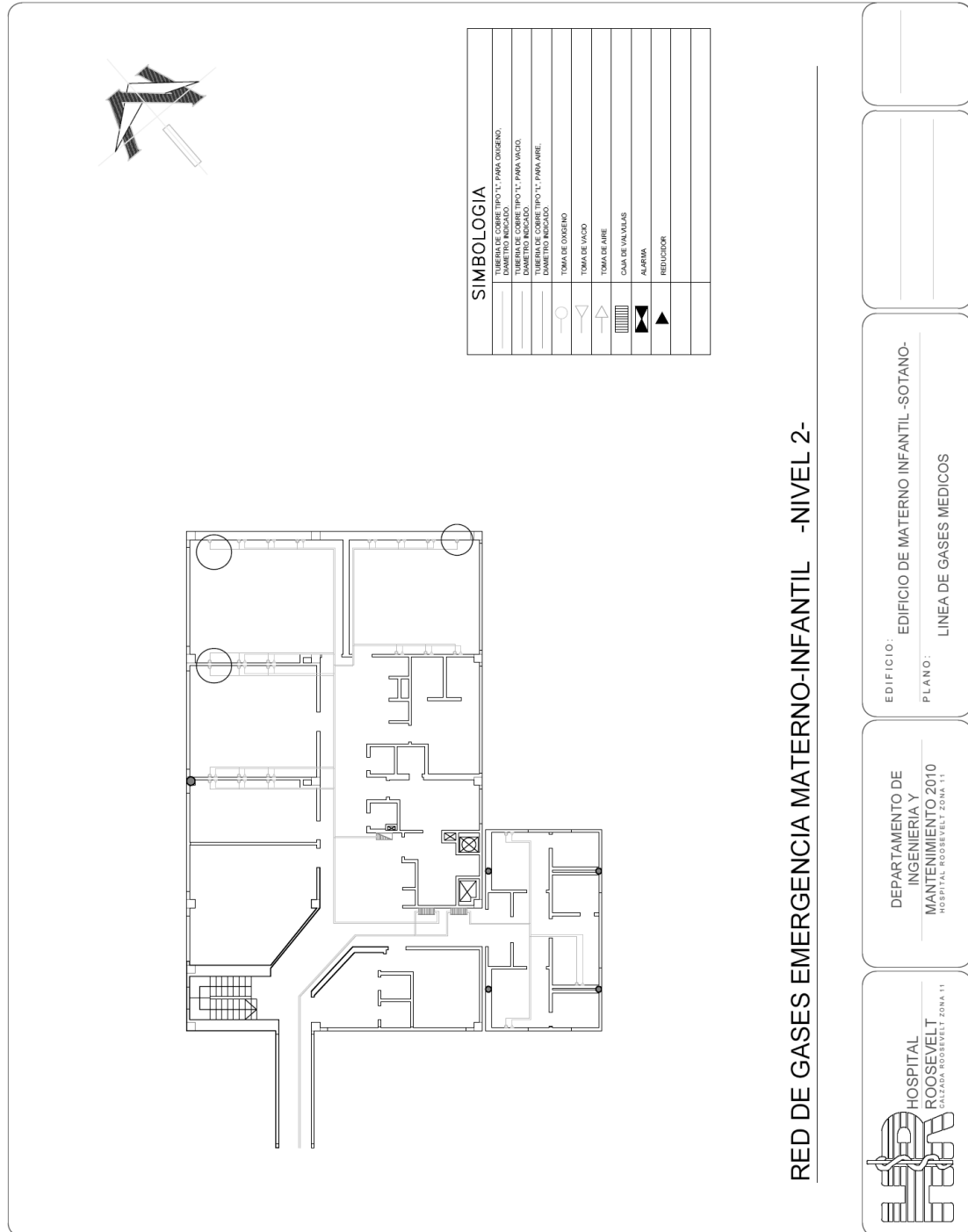
## Apéndice 4. Plano gases médicos materno infantil sótano



Fuente: elaboración propia.



**Apéndice 5. Plano propuesto para ampliación de red para gases médicos en emergencia materno infantil nivel 2.**



**SIMBOLOGIA**

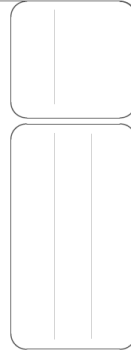
	VALVULA TIPO "T" PARA OXIGENO. TIPO "T" PARA NITROGENO. DIAMETRO INDICADO.
	TUBERIA DE COBRE TIPO "L" PARA VACIO. DIAMETRO INDICADO.
	TUBERIA DE COBRE TIPO "L" PARA AIRE. DIAMETRO INDICADO.
	TOMA DE OXIGENO
	TOMA DE VACIO
	TOMA DE AIRE
	CAJA DE VALVULAS
	ALARMA
	REDUCCION

**RED DE GASES EMERGENCIA MATERNO-INFANTIL -NIVEL 2-**



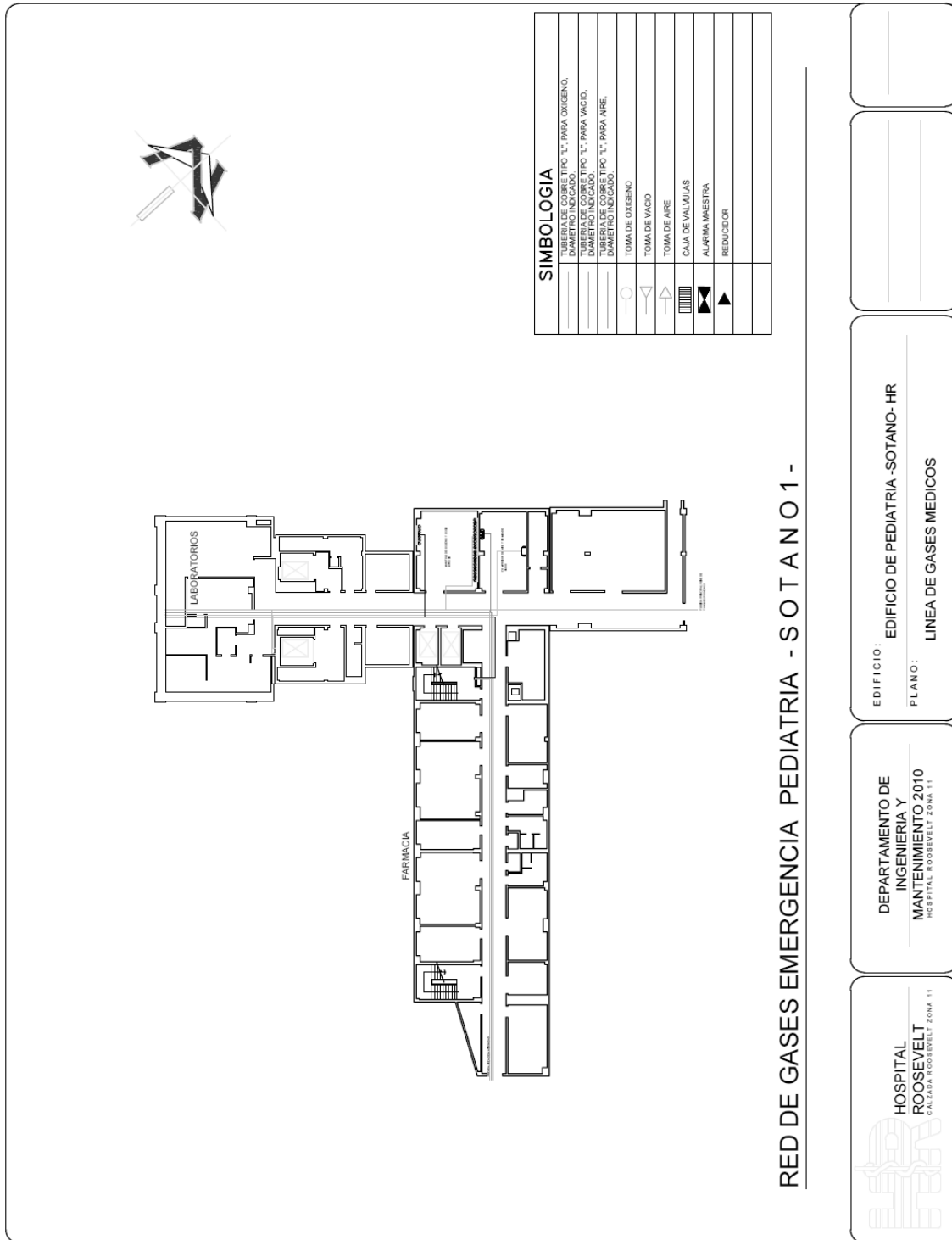
DEPARTAMENTO DE  
INGENIERIA Y  
MANTENIMIENTO 2010  
HOSPITAL ROOSEVELT ZONA 11

EDIFICIO: EDIFICIO DE MATERNO INFANTIL -SOTANO-  
PLANO: LINEA DE GASES MEDICOS



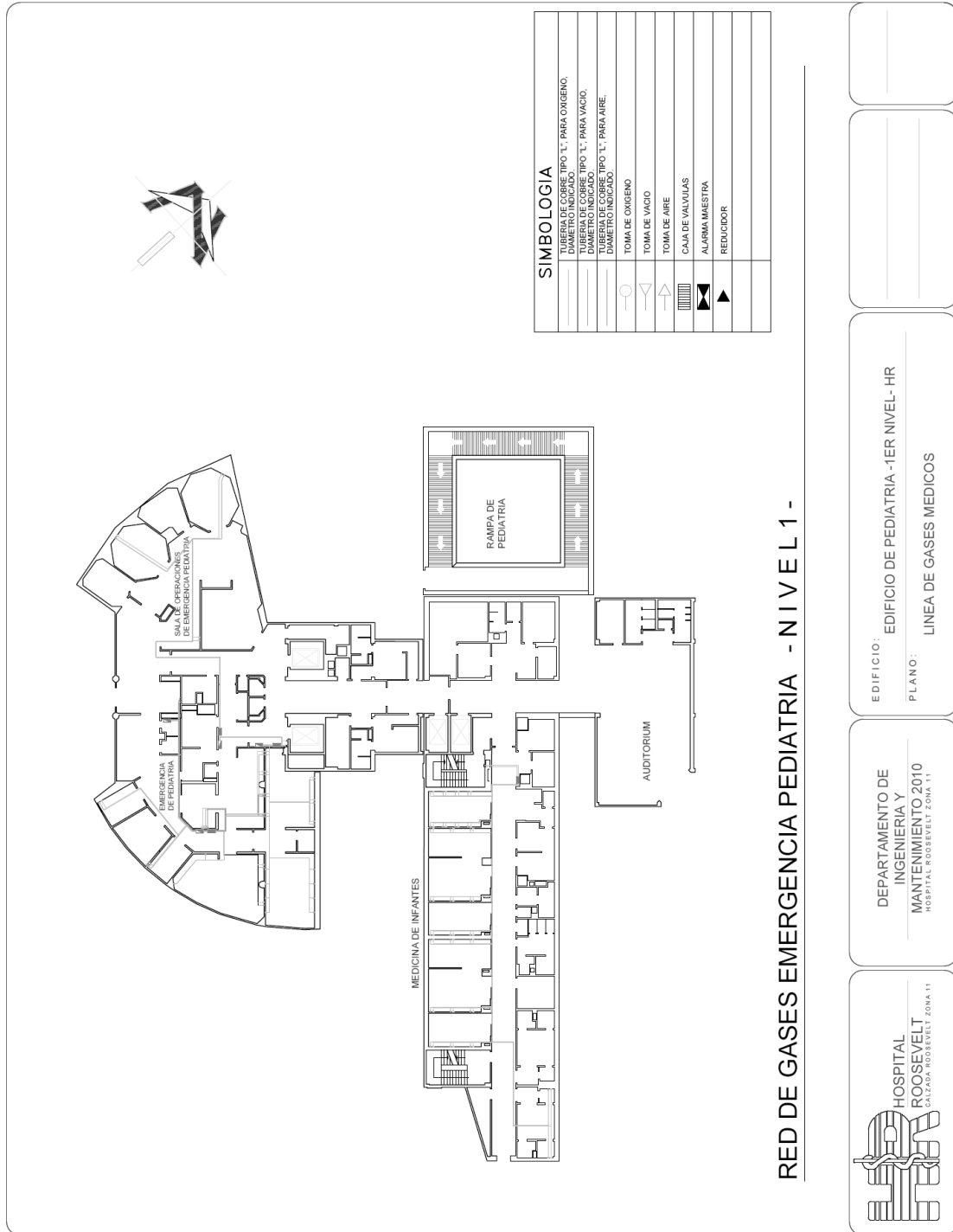
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 6. Plano gases médicos Pediatría sótano.



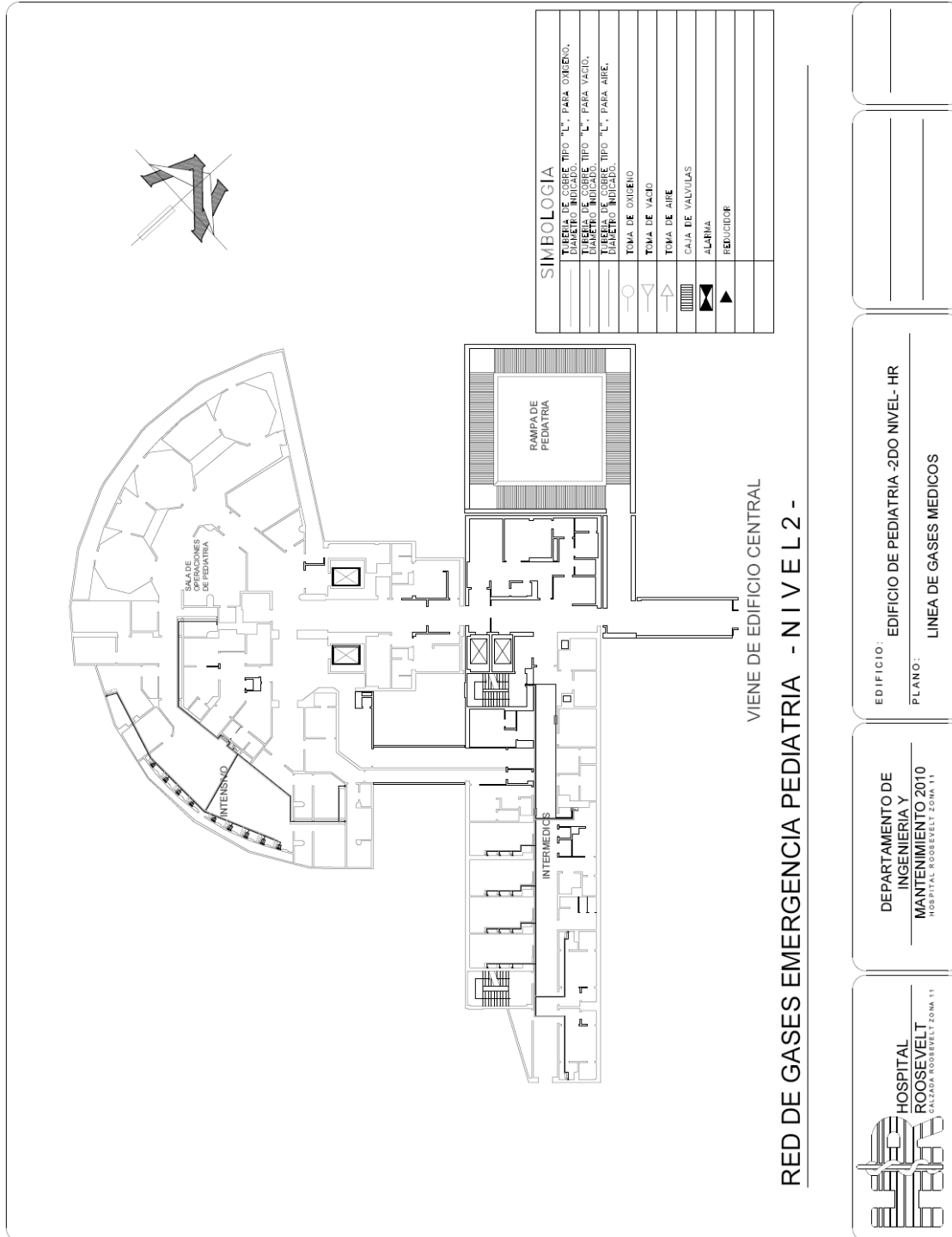
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 7. Plano gases médicos Pediatría nivel 1



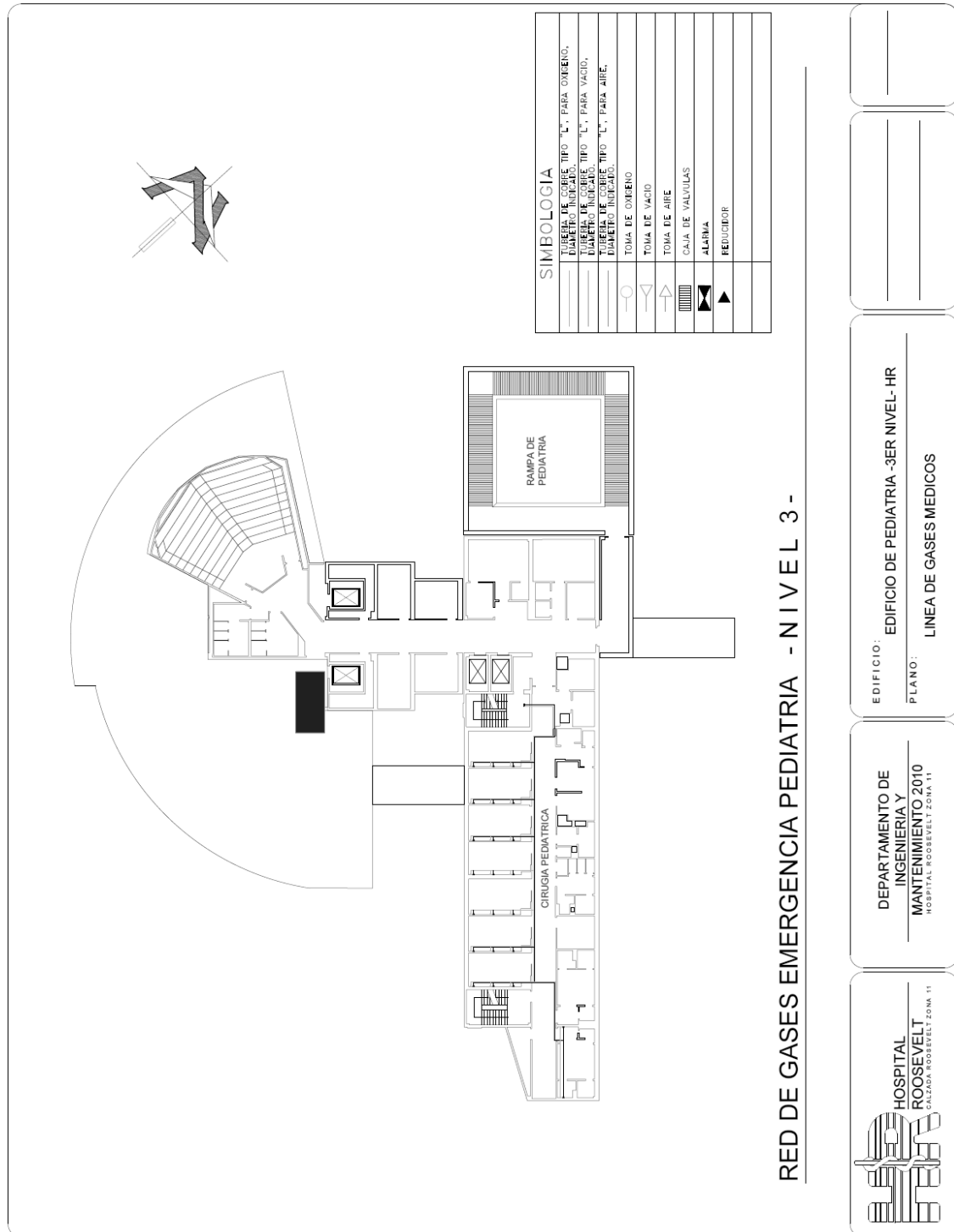
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 8. Plano gases médicos Pediatría nivel 2



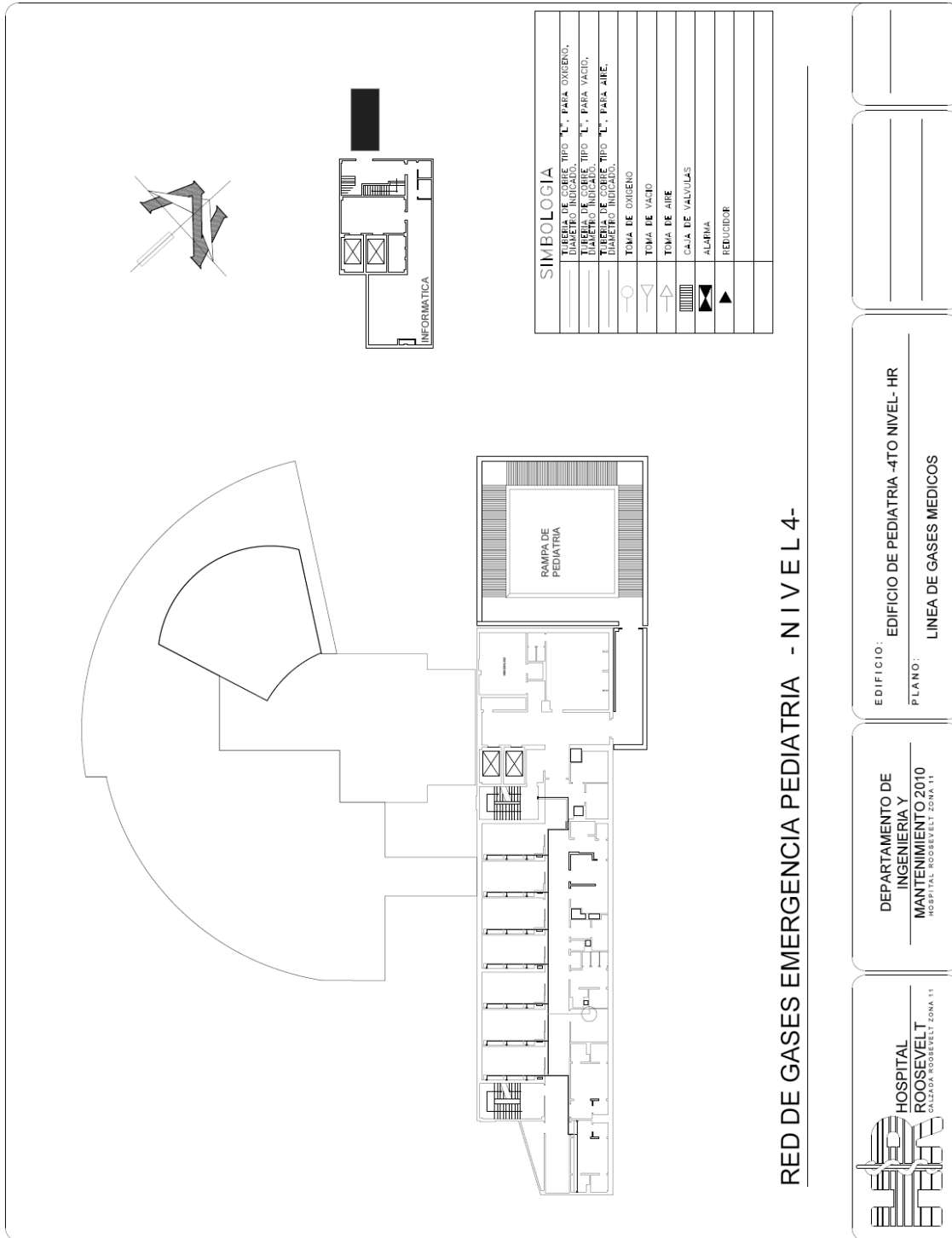
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 9. Plano gases médicos Pediatría nivel 3



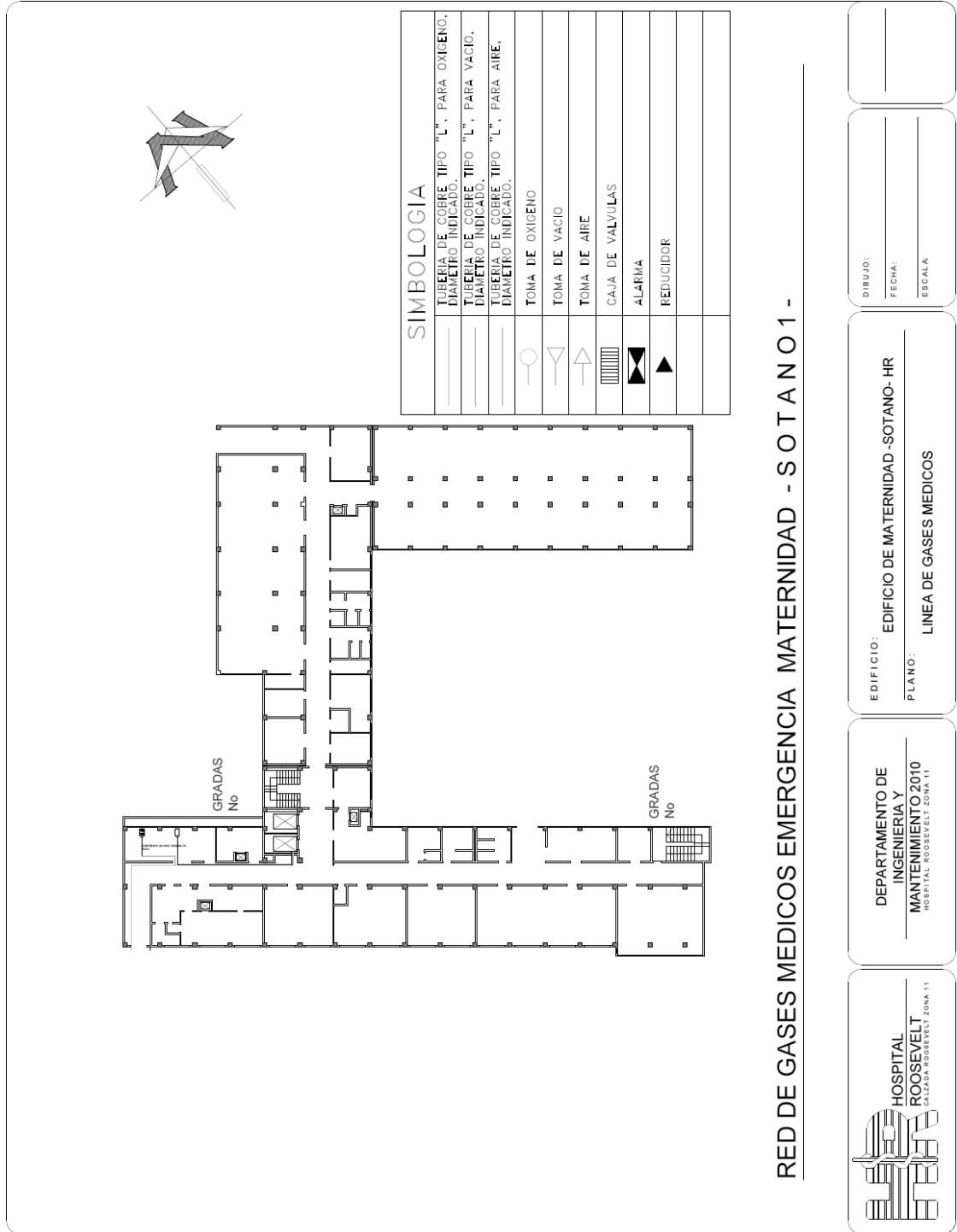
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 10. Plano gases médicos Pediatría nivel 4



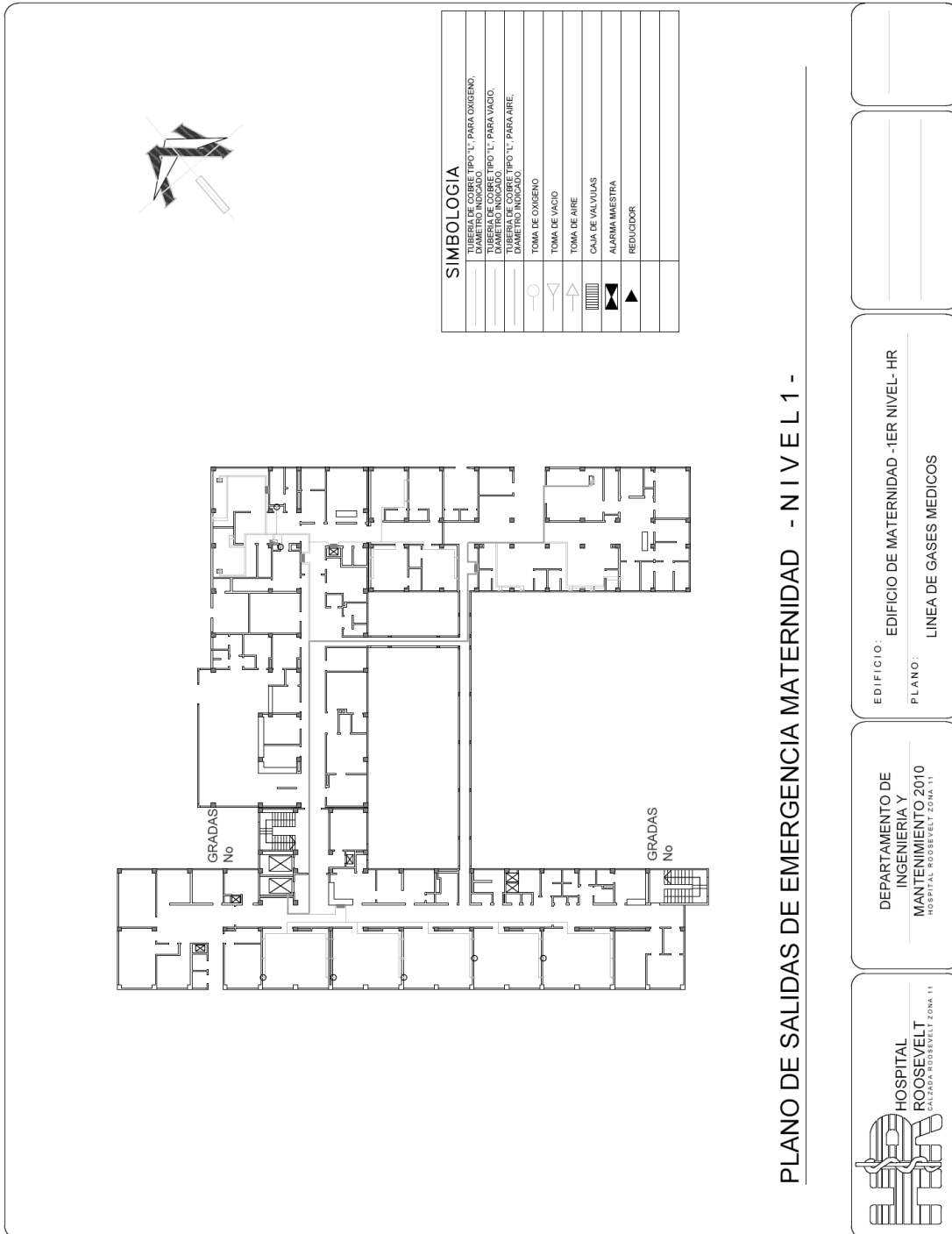
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 11. Plano gases médicos Maternidad sótano



Fuente: elaboración propia.

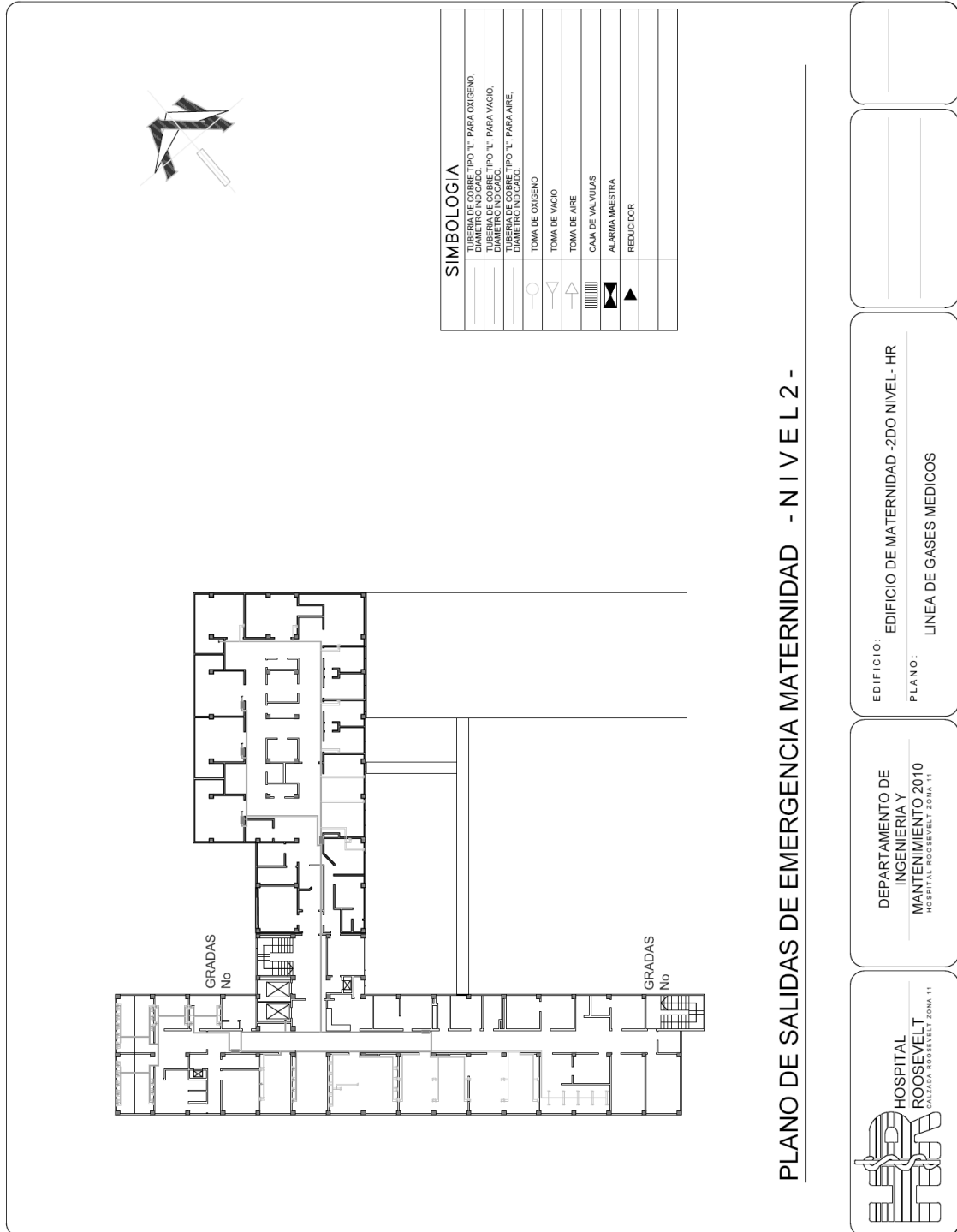
## Apéndice 12. Plano propuesto para ampliación de red para gases médicos Maternidad nivel 1



Fuente: elaboración propia.

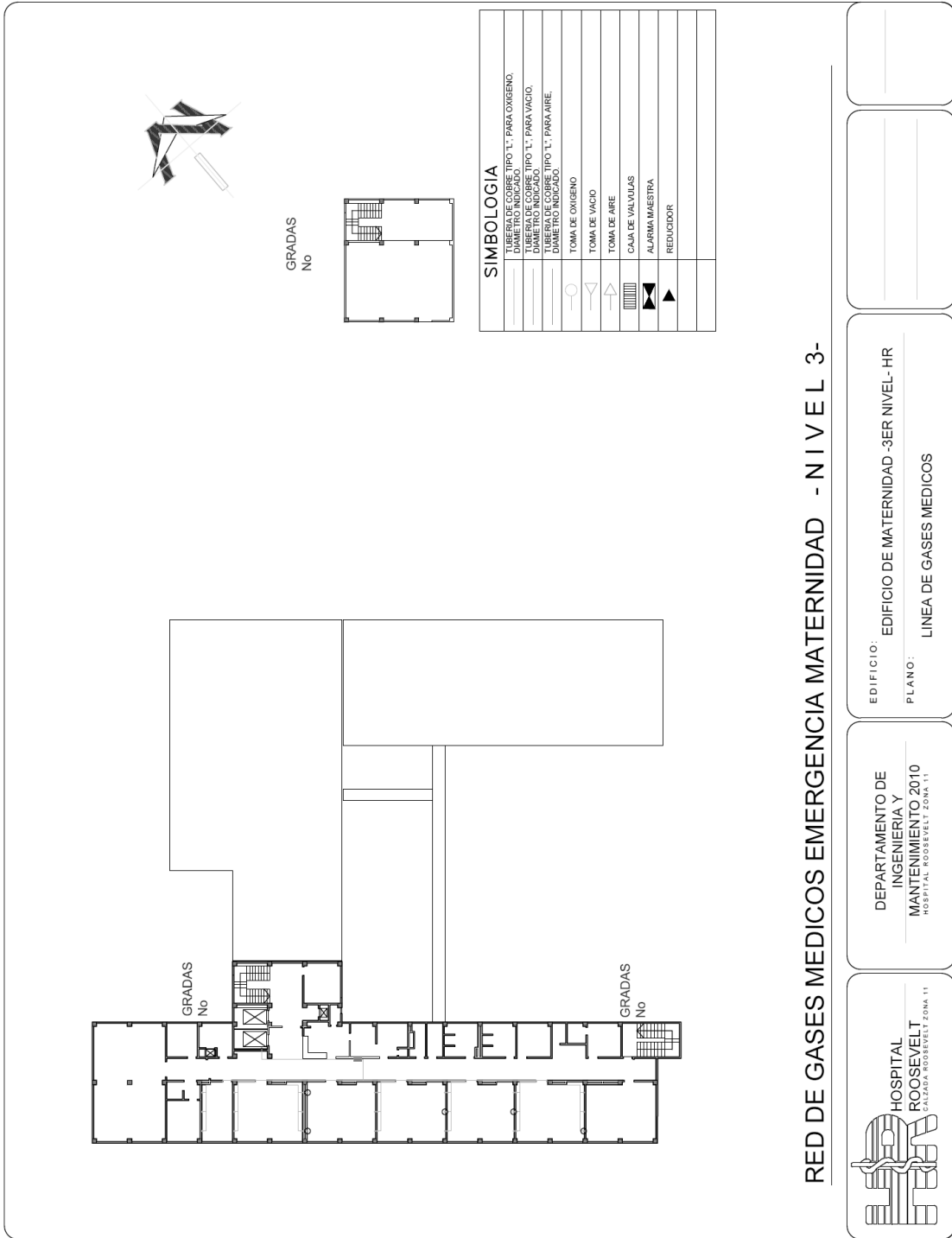


## Apéndice 13. Plano gases médicos Maternidad nivel 2



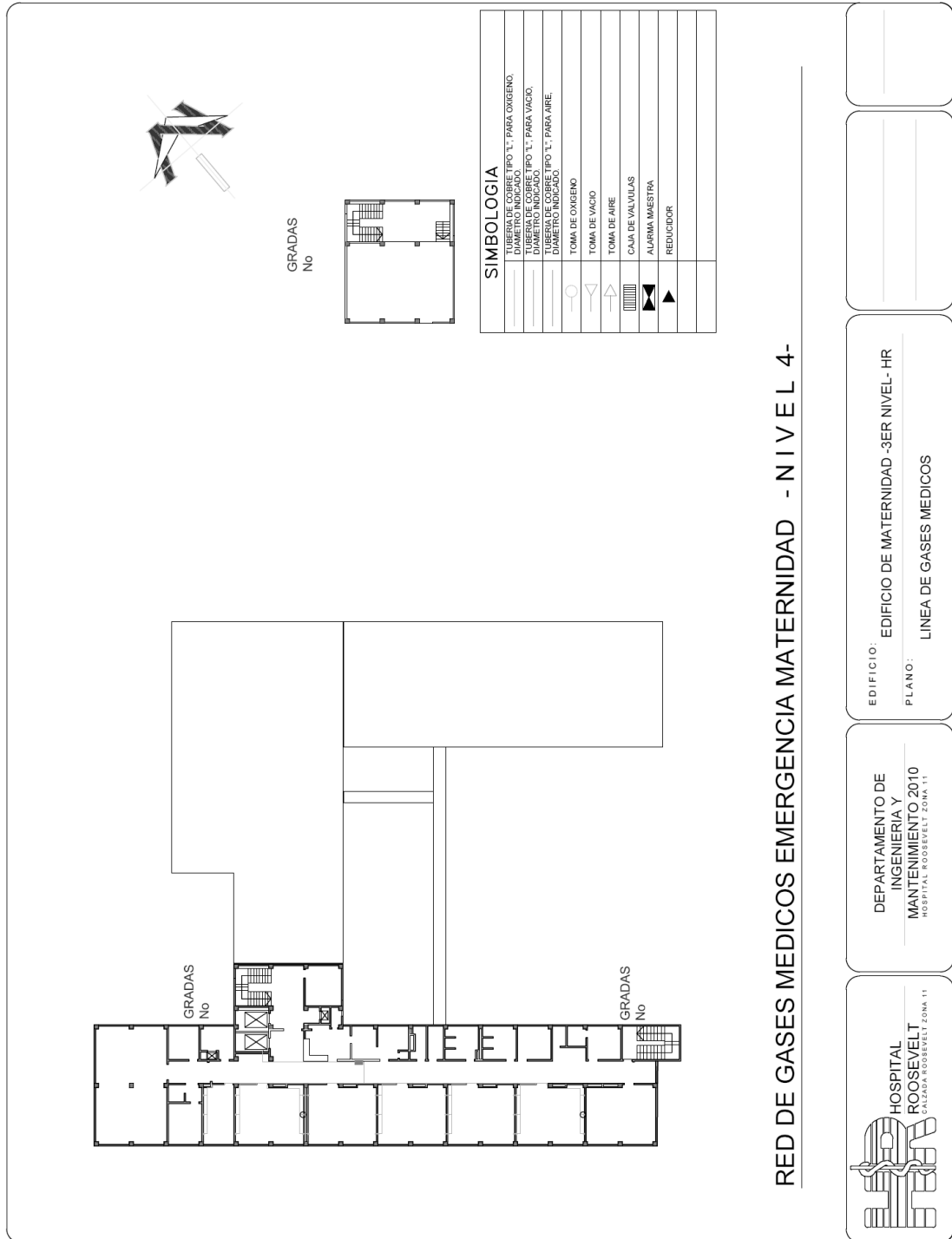
Fuente: elaboración propia.

## Apéndice 14. Plano propuesto para ampliación de red para gases médicos Maternidad nivel 3



Fuente: elaboración propia.


**Apéndice 15. Plano propuesto para ampliación de red para gases médicos Maternidad nivel 4**



Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 16. Programa de mantenimiento de autoclave**

**EQUIPO:  
AUTOCLAVE**



**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A AUTOCLAVE**

Frecuencia Semanal

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Limpieza																										
Apriete de tornillería																										
Revisión de conexión																										
Purga																										
Supervisión																										

	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Limpieza																										
Apriete de tornillería																										
Revisión de conexión																										
Purga																										
Supervisión																										

Observación:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

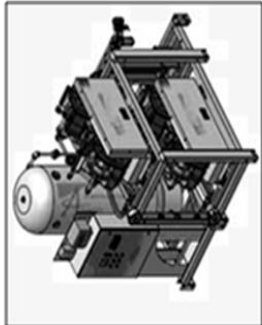
Nota: Programa:  Ejectuado

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 17. Programa de mantenimiento compresor de aire médico**

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A COMPRESOR**

**EQUIPO:**  
**COMPRESOR**



Frecuencia Semanal

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Limpieza																										
Revision General																										
Apriete de Tornilleria																										
Calibracion																										
Cambio de Carbon Activado																										
Cambio de Aceite																										
Cambio de filtro																										

	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Limpieza																										
Revision General																										
Apriete de Tornilleria																										
Calibracion																										
Cambio de Carbon Activado																										
Cambio de Aceite																										
Cambio de filtro																										

Observación:

---



---



---

Nota: Programado


Efectuado

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 18. Programa de mantenimiento preventivo bomba de vacío**

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A BOMBA DE VACÍO**

EQUIPO: BOMBA DE VACÍO



Frecuencia Semanal

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Limpieza																										
Revision General																										
Apriete de Tornillería																										
Calibracion																										
Cambio de Carbon Activado																										
Cambio de Aceite																										
Cambio de filtro																										

	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Limpieza																										
Revision General																										
Apriete de Tornillería																										
Calibracion																										
Cambio de Carbon Activado																										
Cambio de Aceite																										
Cambio de filtro																										

Observación:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Nota: Programado

Efectuado

Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 19. Programa de mantenimiento preventivo a calderas**

### PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A CALDERA

Frecuencia Semanal

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Limpieza																										
Purga																										

	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Limpieza																										
Purga																										

Observación: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Nota: Programado Efectuado

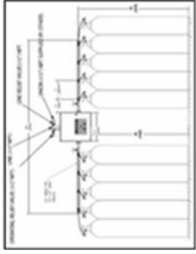
Fuente: elaboración propia.

**Apéndice 20. Formato mantenimiento preventivo manifolds**

**PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MANIFOLD**

Frecuencia Semanal

**Equipo: MANIFOLD**



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Limpieza																										
Mantto. a red de gases																										
Checar alarma																										
Checar fuga																										

	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
Limpieza																										
Mantto. a red de gases																										
Checar alarma																										
Checar fuga																										

Observación:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

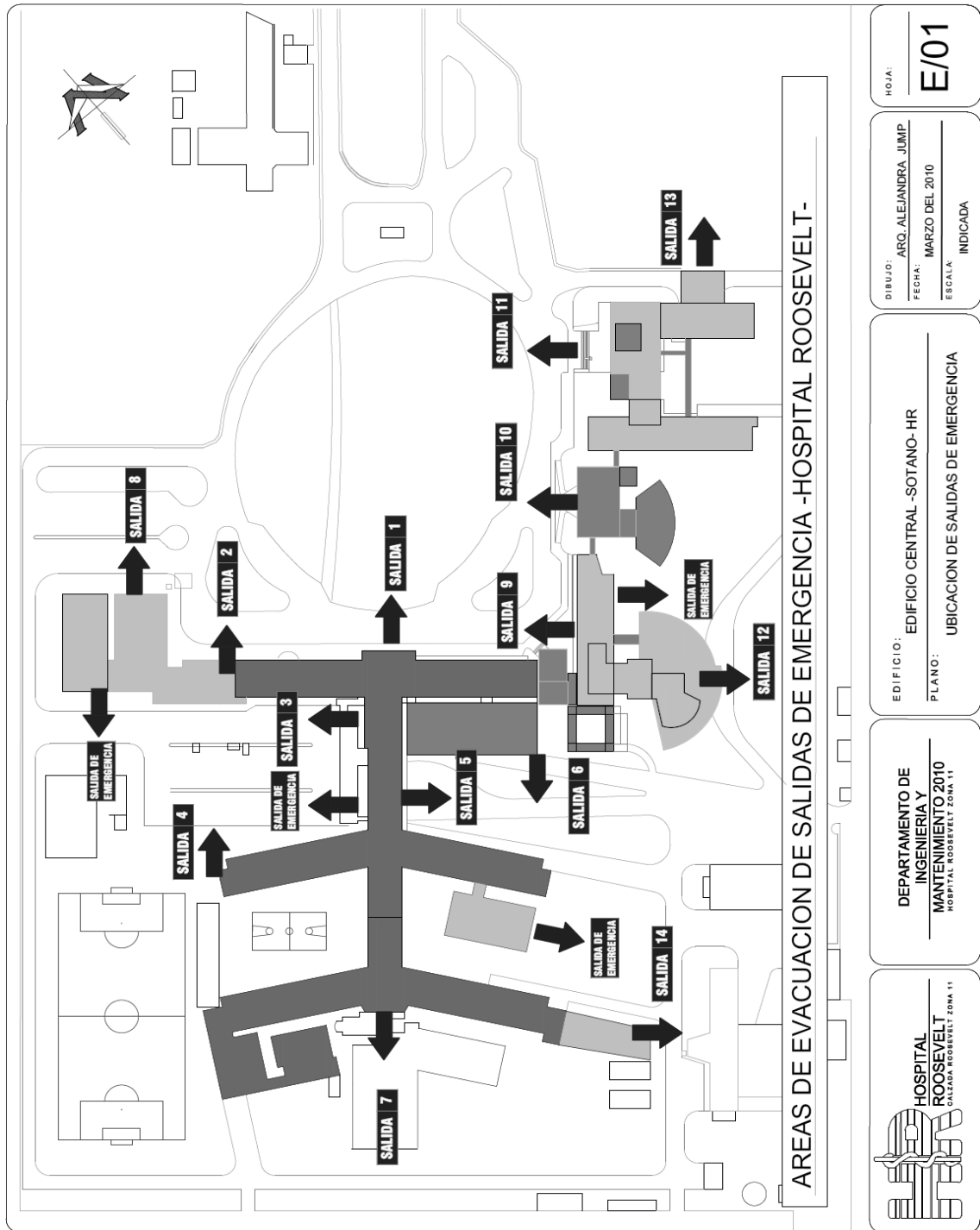
\_\_\_\_\_

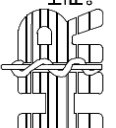
Nota: Programado Efectuado

Fuente: elaboración propia.



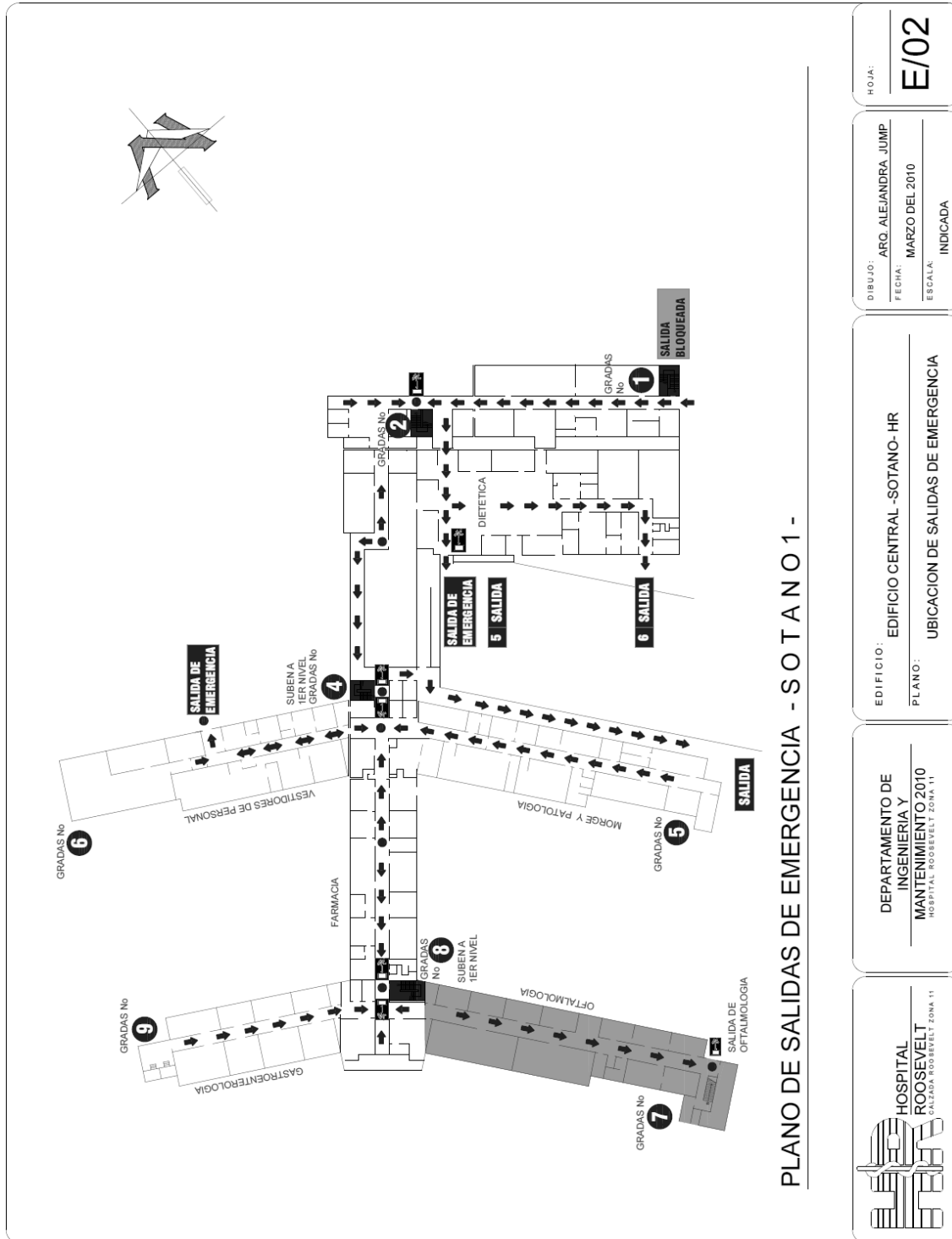
## Apéndice 21. Plano general de áreas de evacuación salidas de emergencia



 <b>HOSPITAL ROOSEVELT</b> <small>CALLEADA ROOSEVELT ZONA 11</small>	<b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y MANTENIMIENTO 2010</b> <small>HOSPITAL ROOSEVELT ZONA 11</small>	<b>EDIFICIO: EDIFICIO CENTRAL -SOTANO- HR</b> <b>PLANO: UBICACION DE SALIDAS DE EMERGENCIA</b>	<small>HOJA:</small> <b>E/01</b>
<small>DIBUJO:</small> ARO, ALEJANDRA JUMP <small>FECHA:</small> MARZO DEL 2010 <small>ESCALA:</small> INDICADA			

Fuente: Hospital Roosevelt.

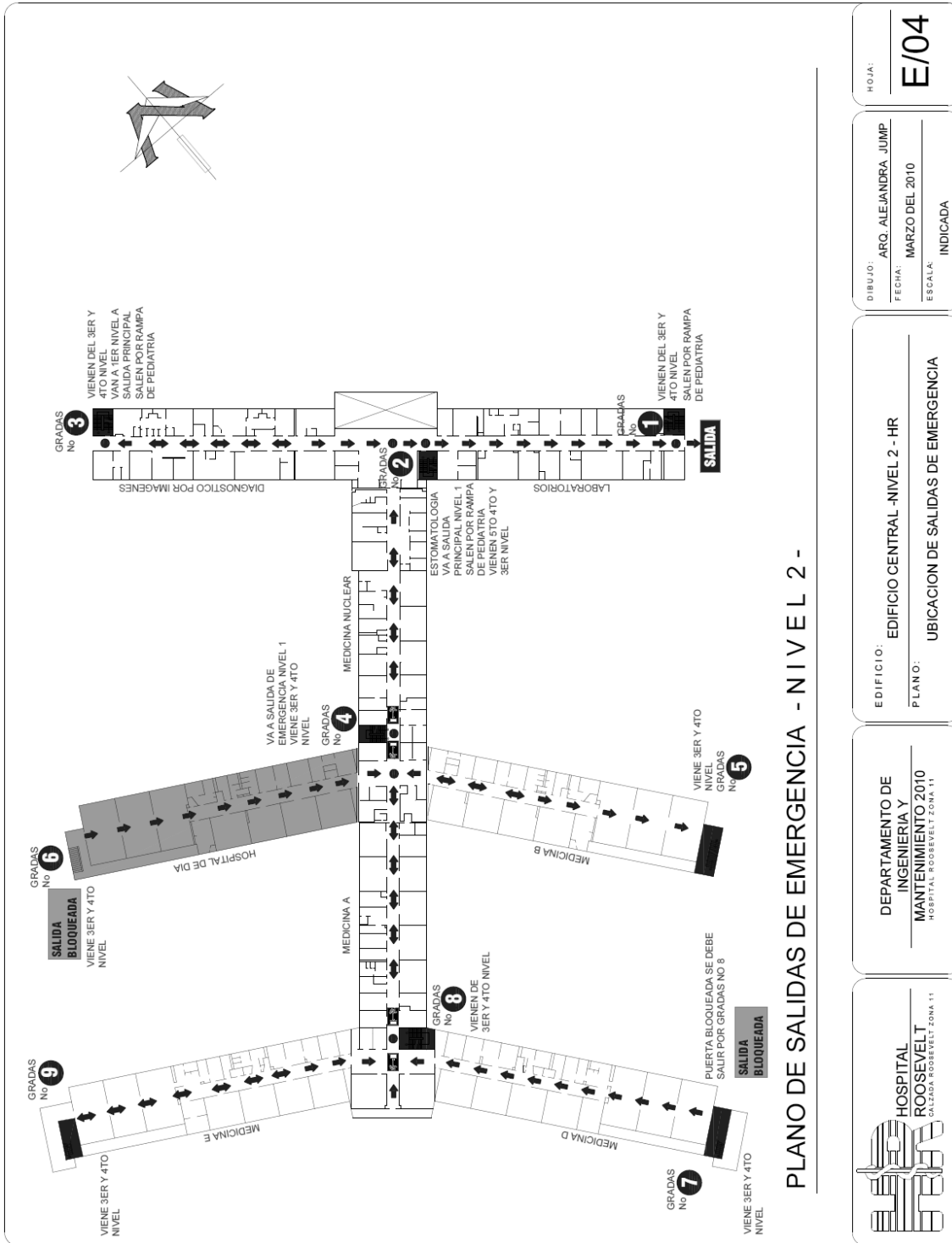
## Apéndice 22. Plano áreas de evacuación sótano edificio central



Fuente: Hospital Roosevelt.

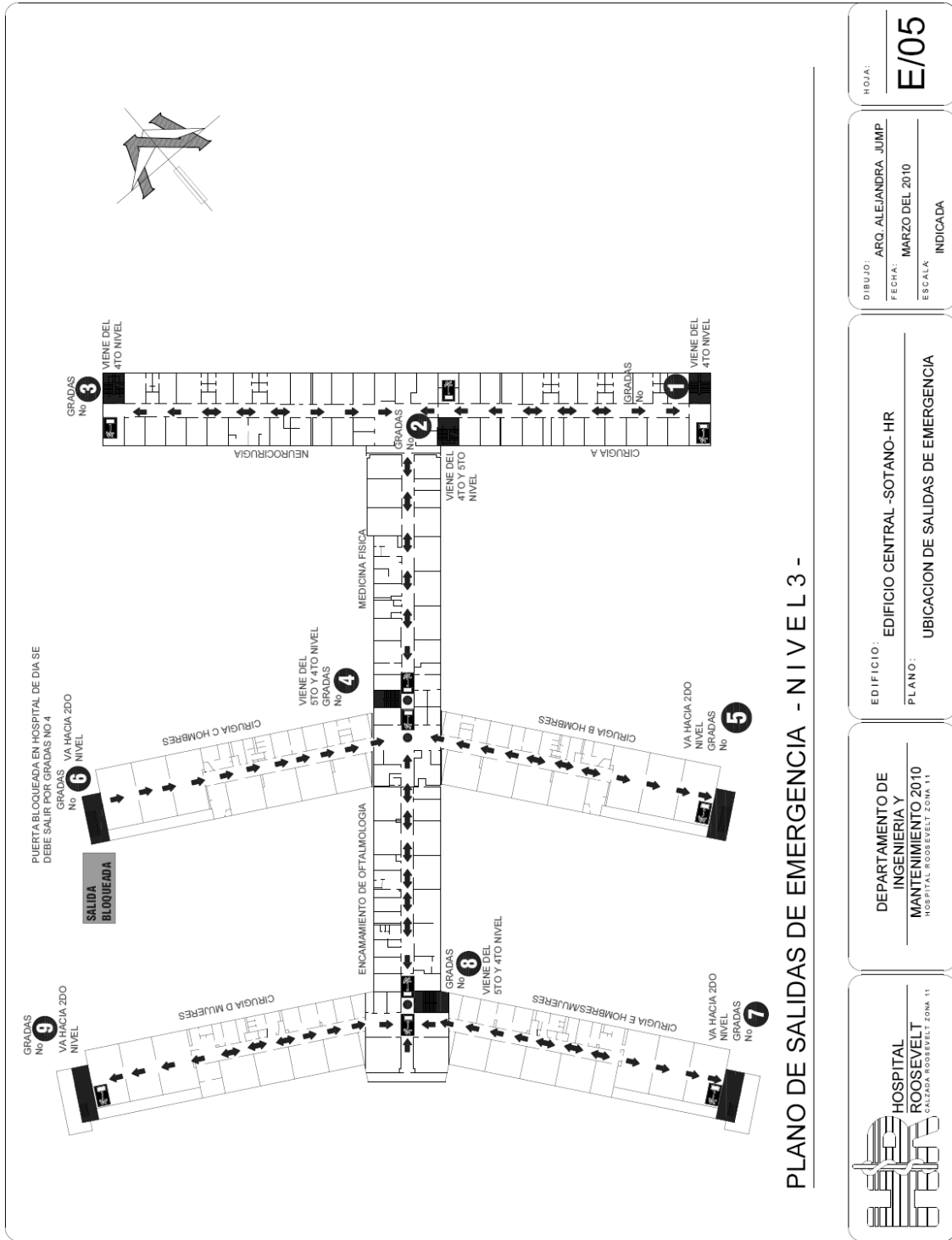


## Apéndice 24. Plano áreas de evacuación Nivel 2 edificio central



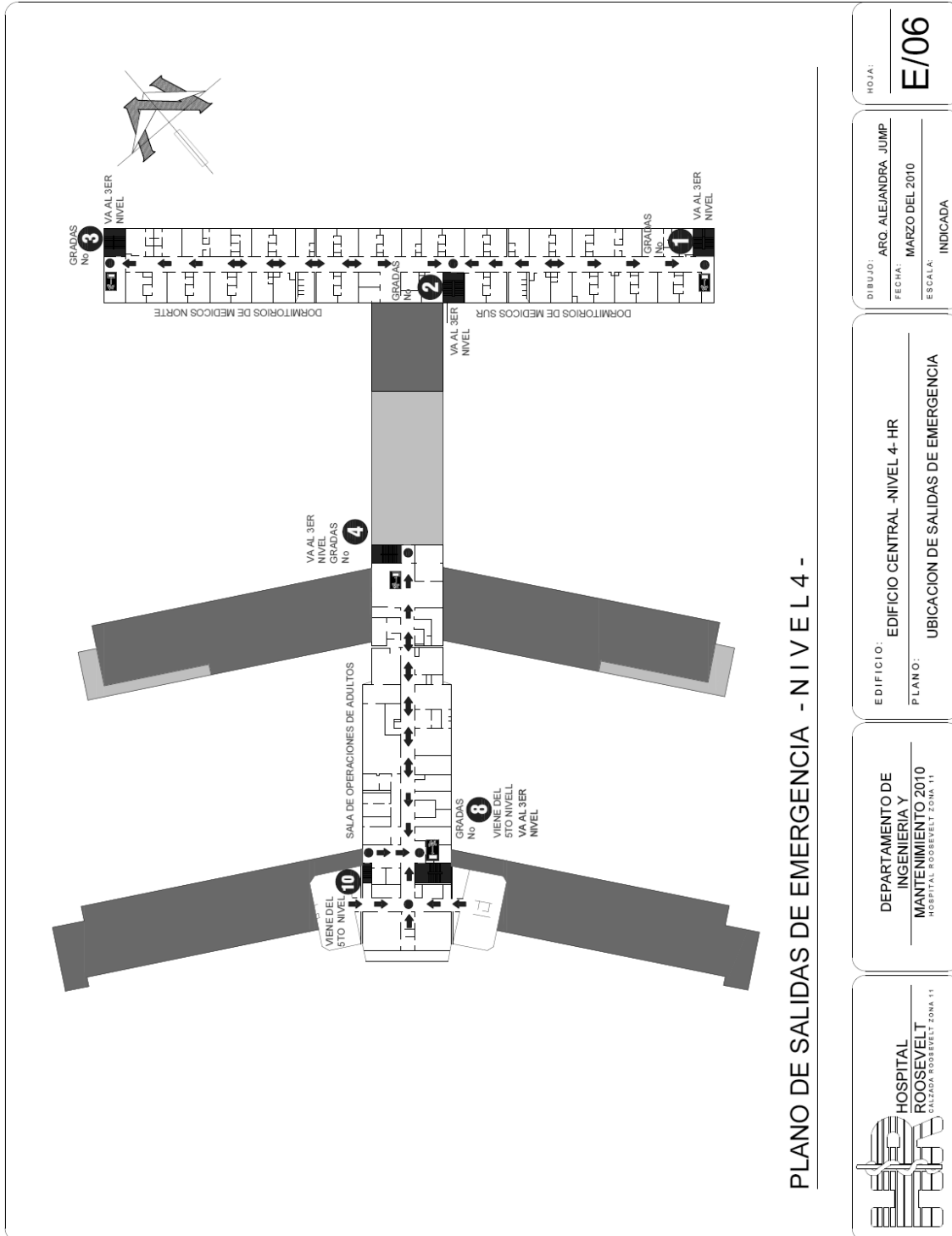
Fuente: Hospital Roosevelt.

**Apéndice 25. Plano áreas de evacuación Nivel 3 edificio central**



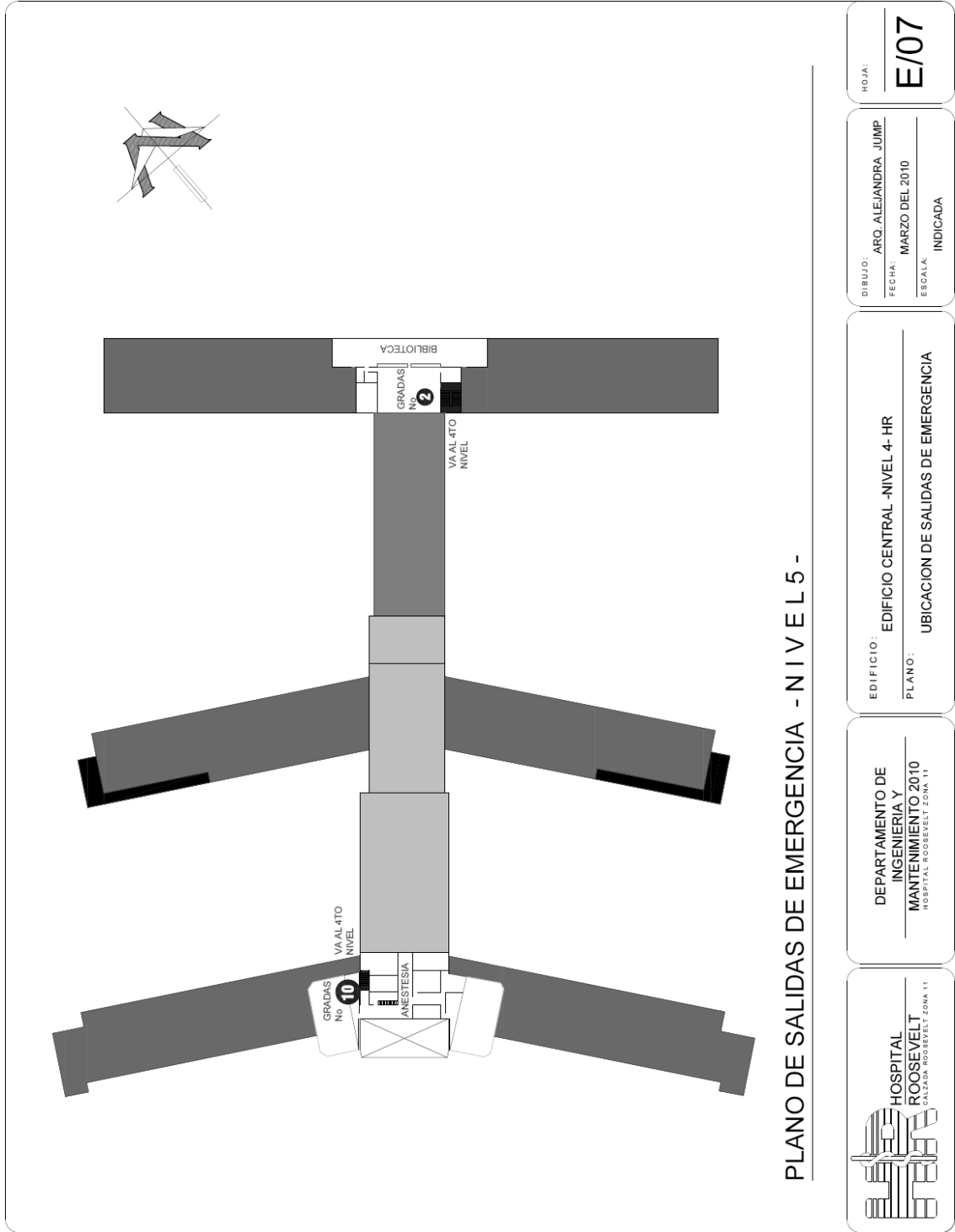
Fuente: Hospital Roosevelt.


**Apéndice 26. Plano áreas de evacuación Nivel 4 edificio central**



Fuente: Hospital Roosevelt.

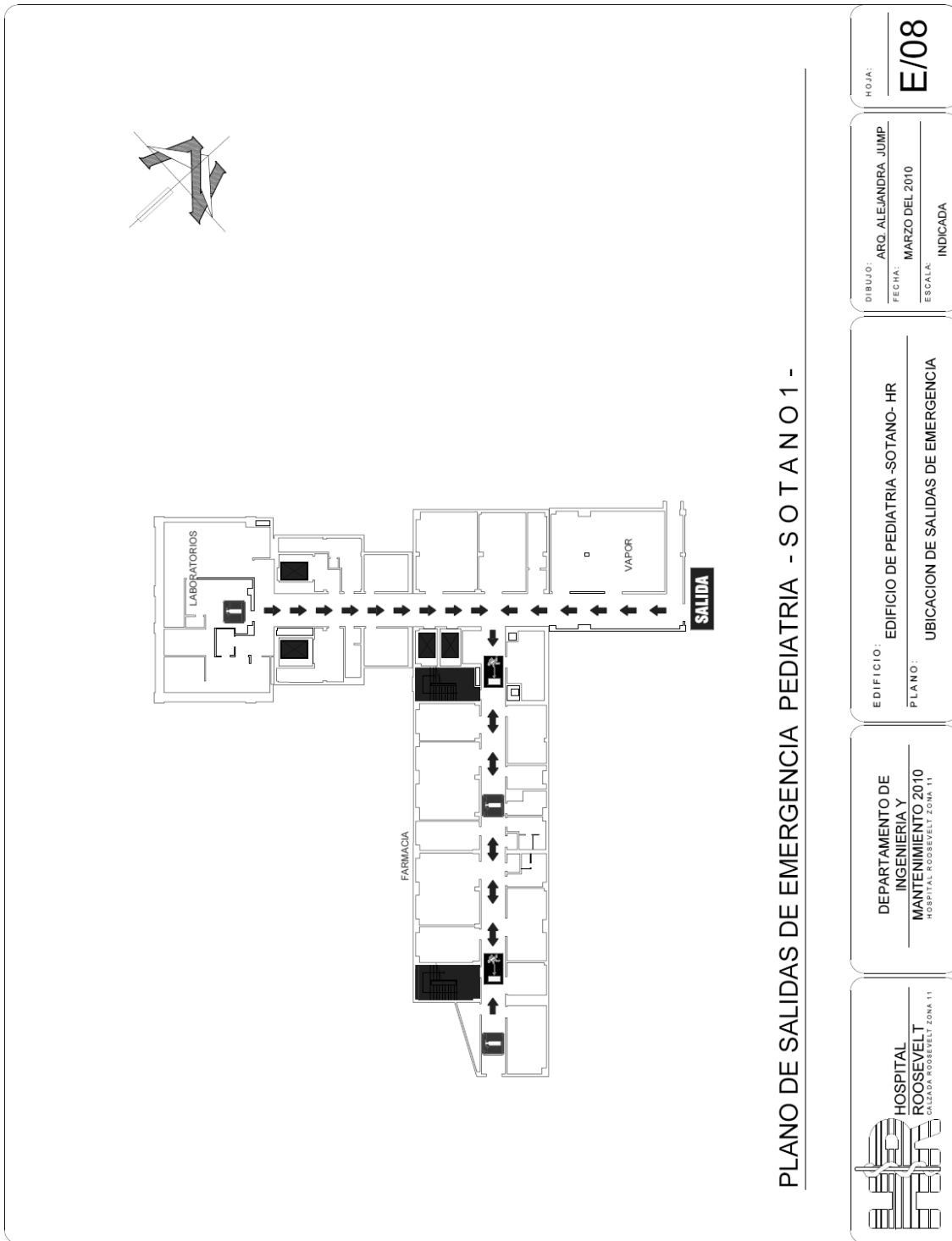
**Apéndice 27. Plano áreas de evacuación Nivel 5 edificio central**



 <p>HOSPITAL ROOSEVELT CALZADA ROOSEVELT ZONA 11</p>	<p>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y MANTENIMIENTO 2010 HOSPITAL ROOSEVELT ZONA 11</p>	<p>EDIFICIO: EDIFICIO CENTRAL - NIVEL 4 - HR PLANO: UBICACION DE SALIDAS DE EMERGENCIA</p>	<p>DIBUJO: ARO. ALEJANDRA JUMP FECHA: MARZO DEL 2010 ESCALA: INDICADA</p>	<p>HOJA: <b>E/07</b></p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------	------------------------------

Fuente: Hospital Roosevelt.

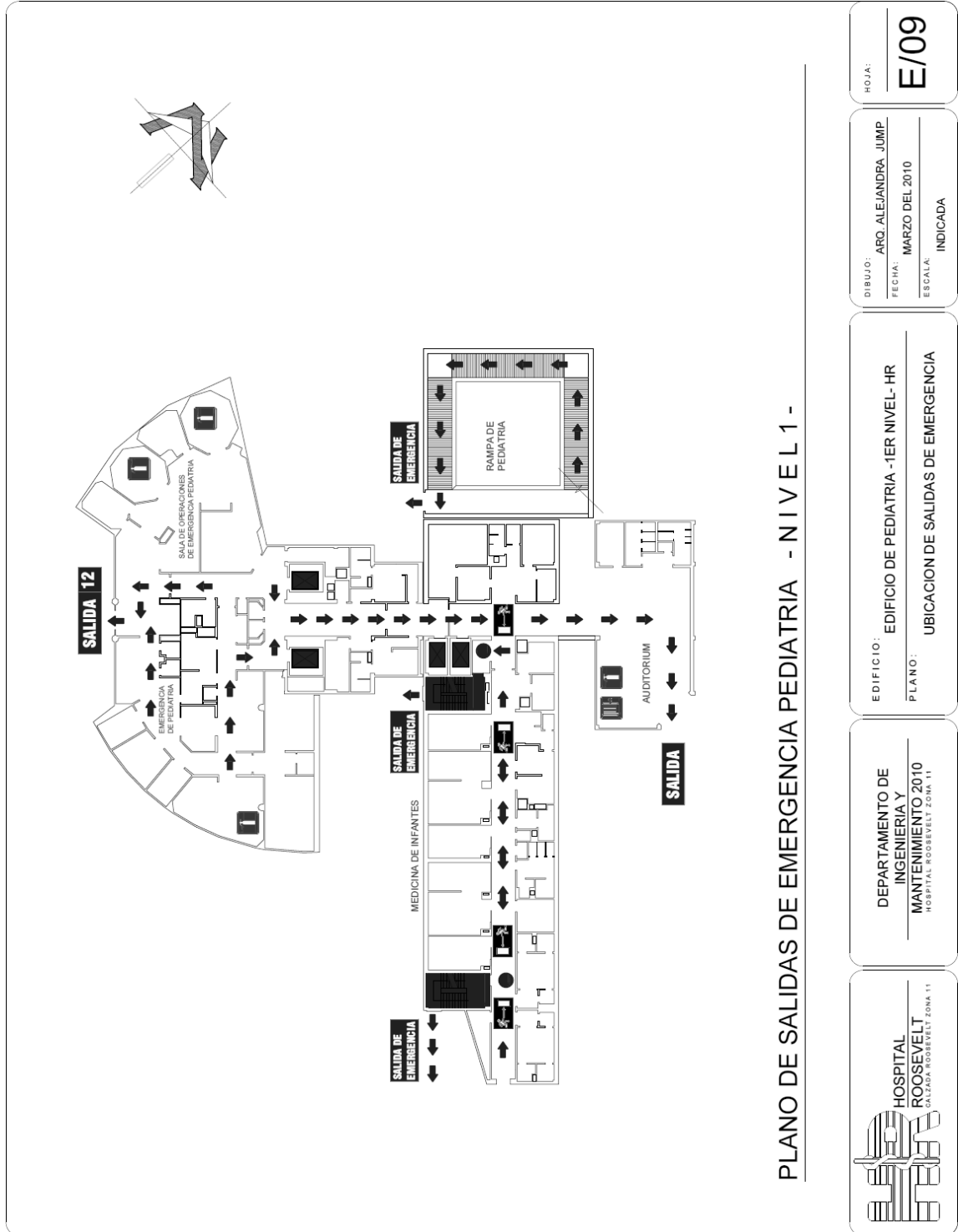
**Apéndice 28. Plano áreas de evacuación sótano Pediatría**



Fuente: Hospital Roosevelt.

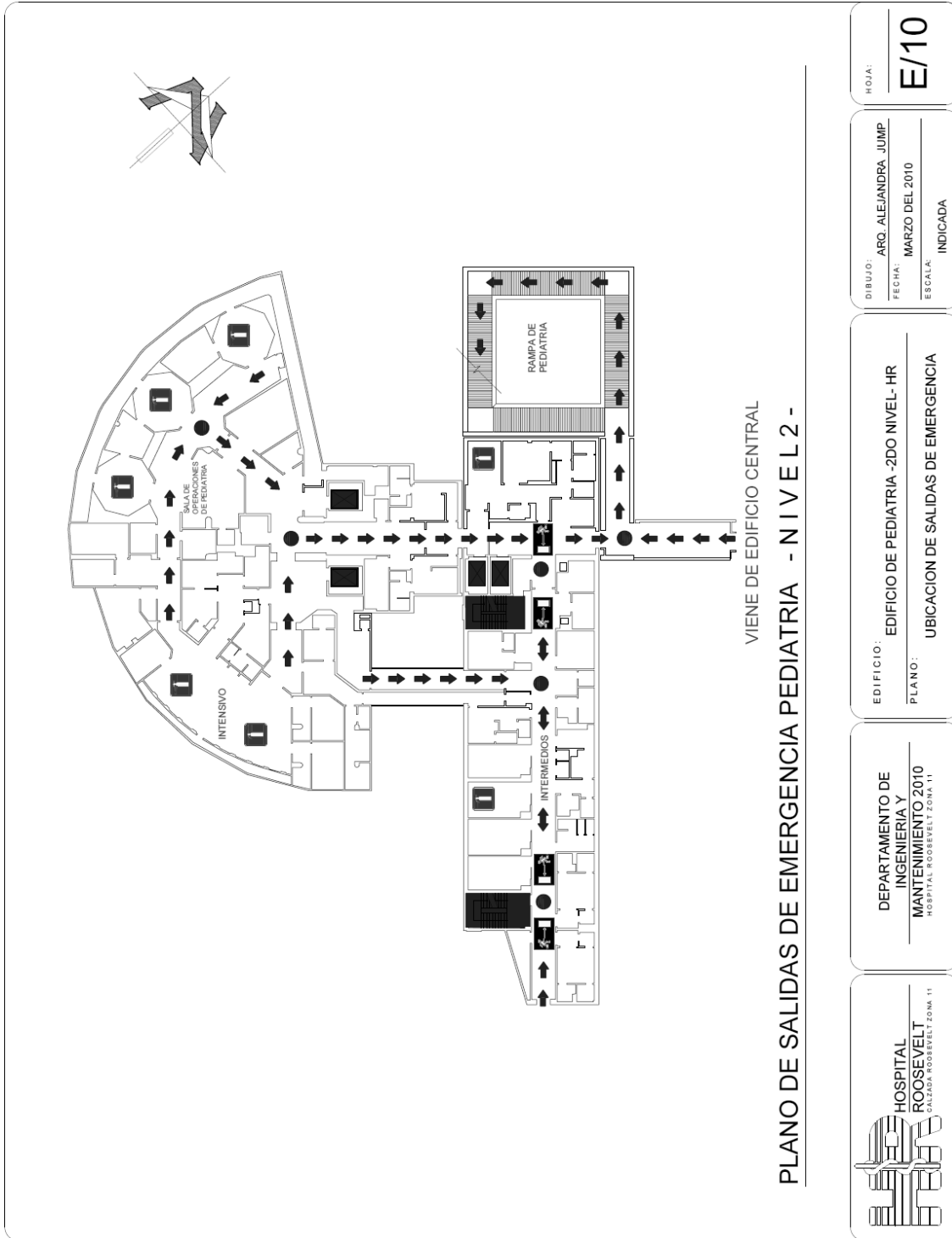


**Apéndice 29. Plano áreas de evacuación Pediatría nivel 1.**



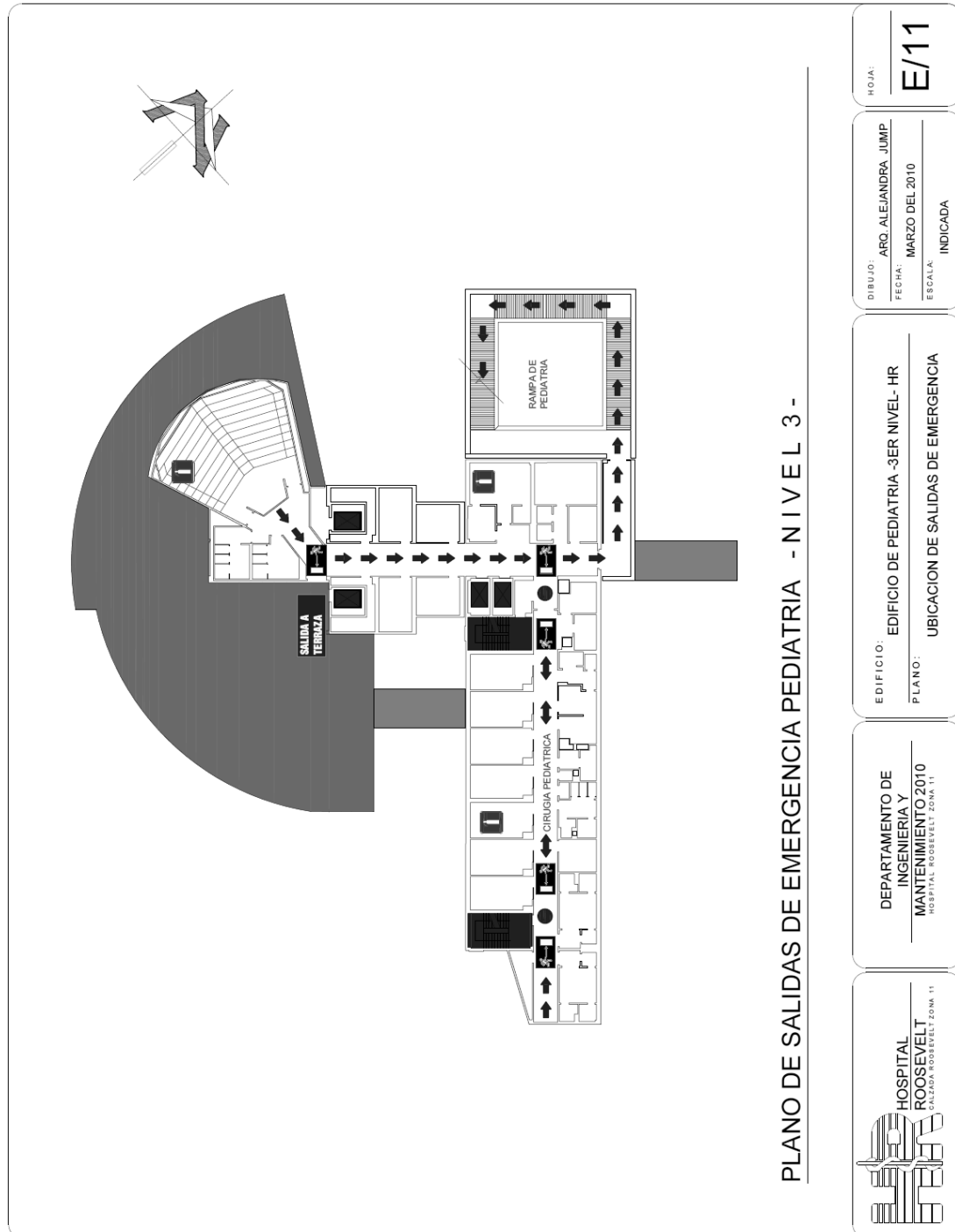
Fuente: Hospital Roosevelt.

**Apéndice 30. Plano áreas de evacuación Pediatría nivel 2.**



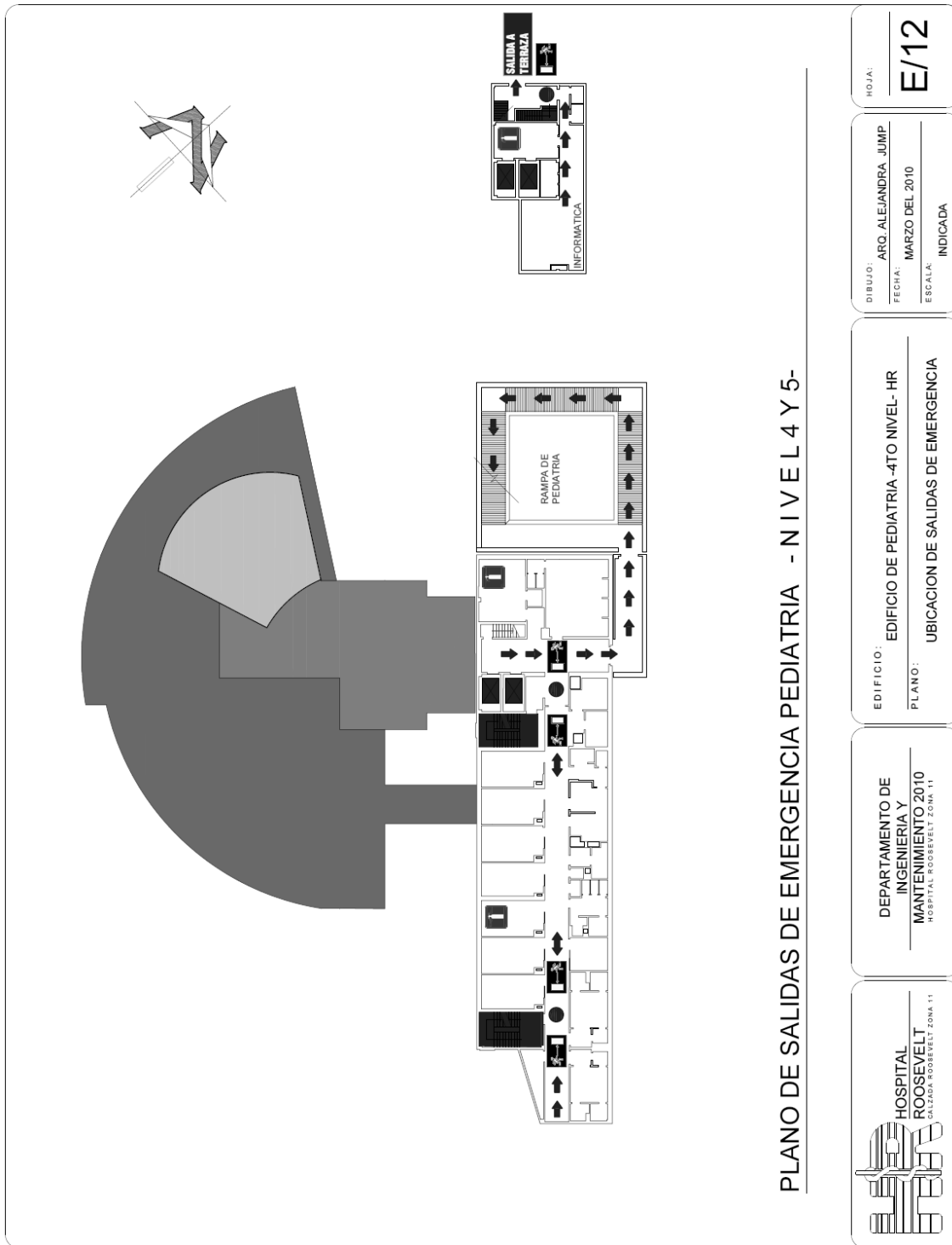
Fuente: Hospital Roosevelt.

**Apéndice 31. Plano áreas de evacuación Pediatría nivel 3.**

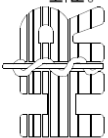


Fuente: Hospital Roosevelt.

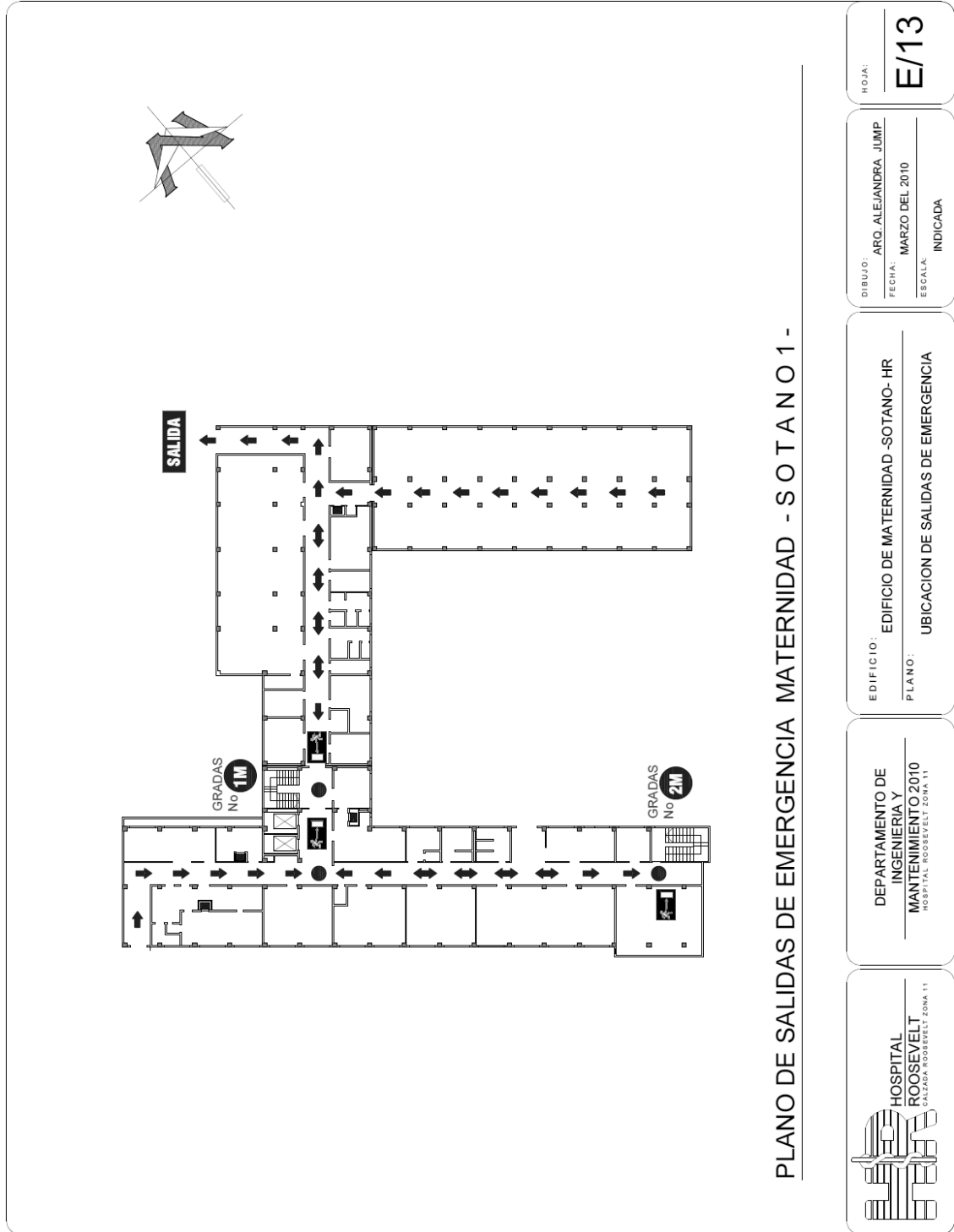
**Apéndice 32. Plano áreas de evacuación Pediatría nivel 4 y 5.**



Fuente: Hospital Roosevelt.

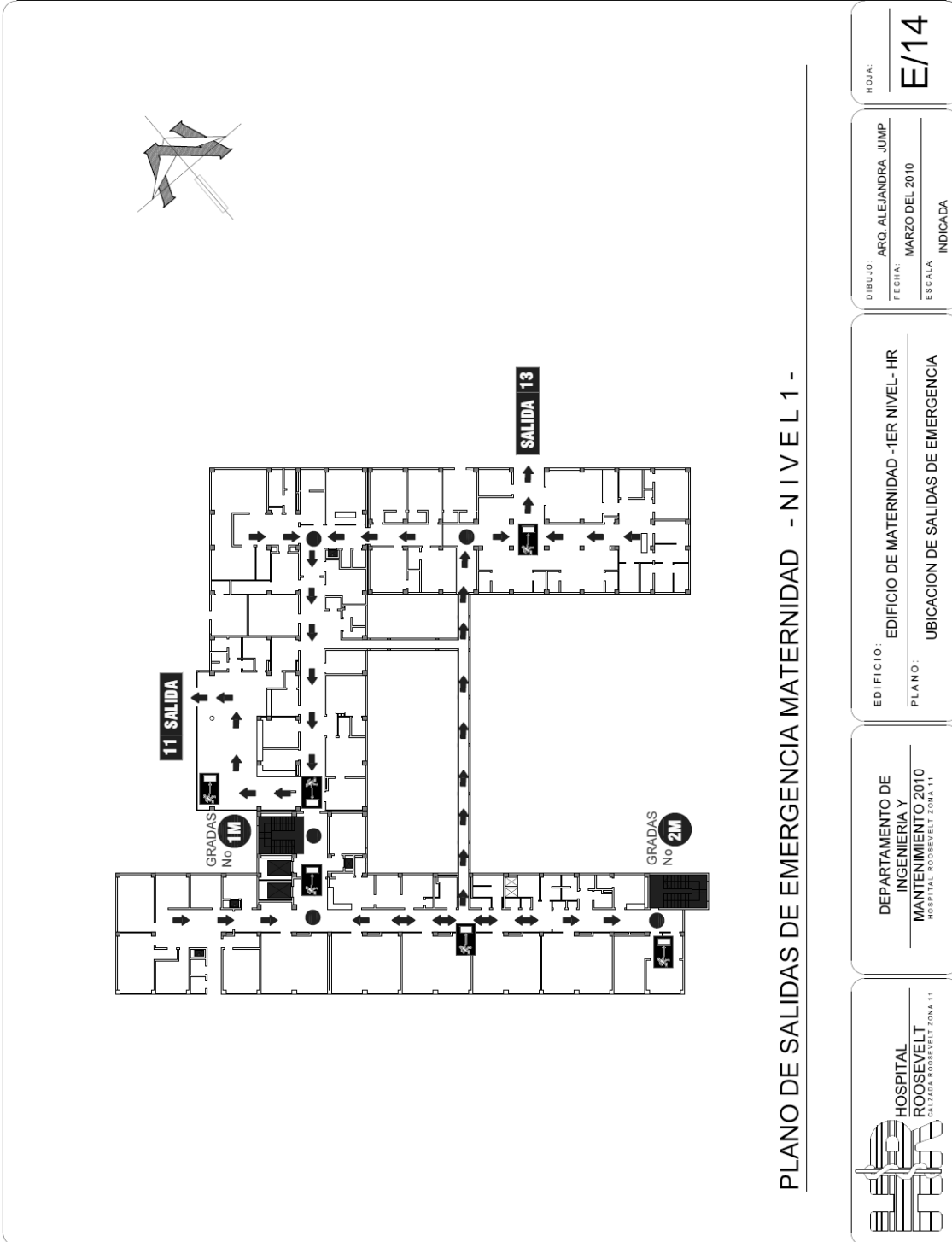
 <b>HOSPITAL ROOSEVELT</b> <small>CALZADA ROOSEVELT ZONA 11</small>	<b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y MANTENIMIENTO 2010</b> <small>HOSPITAL ROOSEVELT ZONA 11</small>	<b>EDIFICIO: EDIFICIO DE PEDIATRIA -4TO NIVEL- HR</b> <b>PLANO: UBICACION DE SALIDAS DE EMERGENCIA</b>	<small>DIBUJO: ARO. ALEJANDRA JUMP</small> <small>FECHA: MARZO DEL 2010</small> <small>ESCALA: INDICADA</small>
			E/12

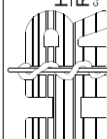
**Apéndice 33. Plano áreas de evacuación Maternidad sótano 1.**



Fuente: Hospital Roosevelt.

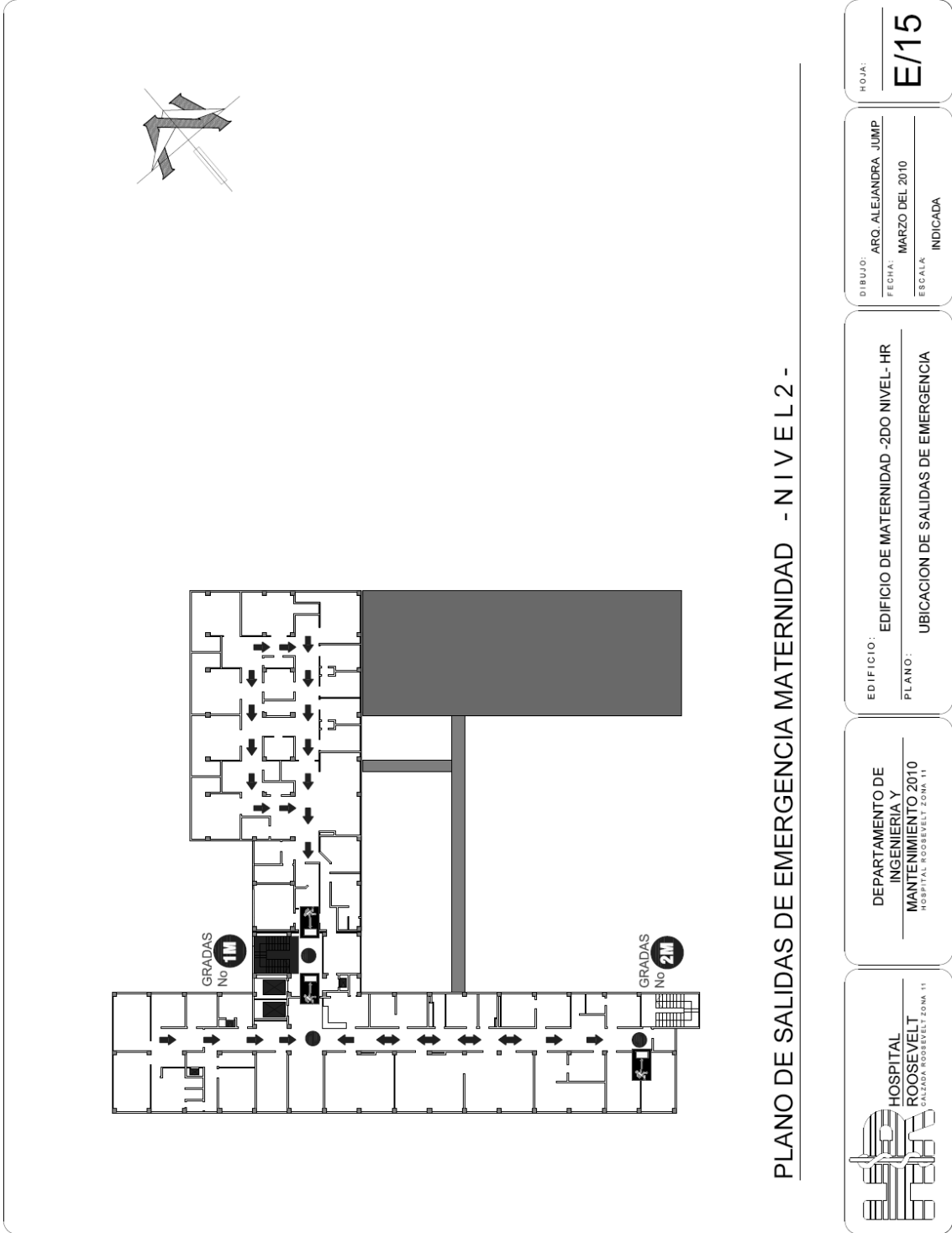
**Apéndice 34. Plano áreas de evacuación Maternidad nivel 1.**



 <p><b>HOSPITAL ROOSEVELT</b> <small>CALLEZADA ROOSEVELT ZONA 11</small></p>	<p>DEPARTAMENTO DE <b>INGENIERIA Y MANTENIMIENTO 2010</b> <small>HOSPITAL ROOSEVELT ZONA 11</small></p>	<p>EDIFICIO: <b>EDIFICIO DE MATERNIDAD -1ER NIVEL- HR</b> PLANO: <b>UBICACION DE SALIDAS DE EMERGENCIA</b></p>	<p>DIBUJO: <b>ARO. ALEJANDRA JUMP</b> FECHA: <b>MARZO DEL 2010</b> ESCALA: <b>INDICADA</b></p>
			E/14

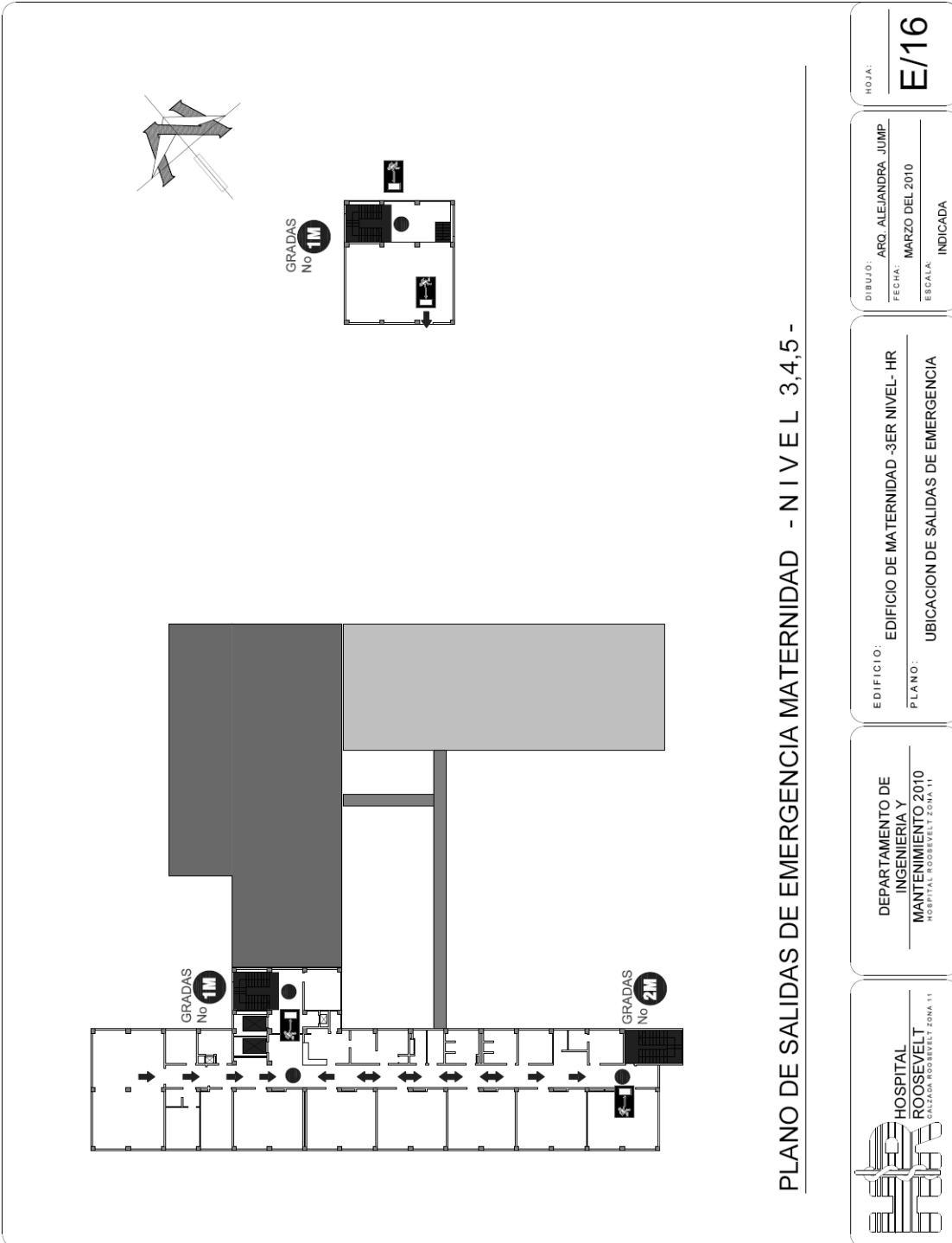
Fuente: Hospital Roosevelt.

**Apéndice 35. Plano áreas de evacuación Maternidad nivel 2.**



Fuente: Hospital Roosevelt.

**Apéndice 36. Plano áreas de evacuación Maternidad nivel 3, 4 y 5**

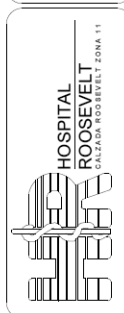


HOJA:  
**E/16**

DIBUJO: ARQ. ALEJANDRA JUMP  
FECHA: MARZO DEL 2010  
ESCALA: INDICADA

EDIFICIO: EDIFICIO DE MATERNIDAD -3ER NIVEL- HR  
PLANO: UBICACION DE SALIDAS DE EMERGENCIA

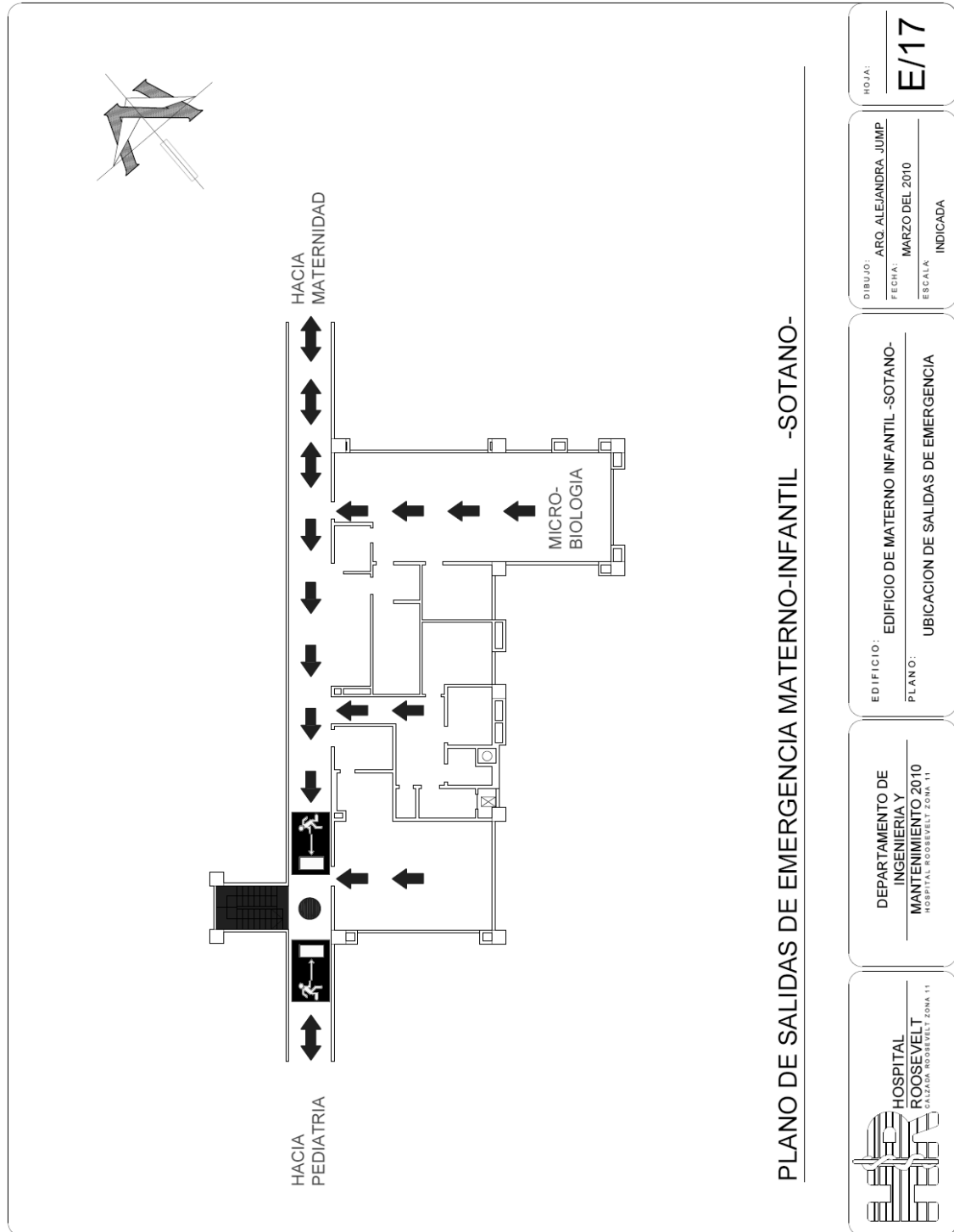
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y MANTENIMIENTO 2010  
HOSPITAL ROOSEVELT ZONA 11



Fuente: Hospital Roosevelt.

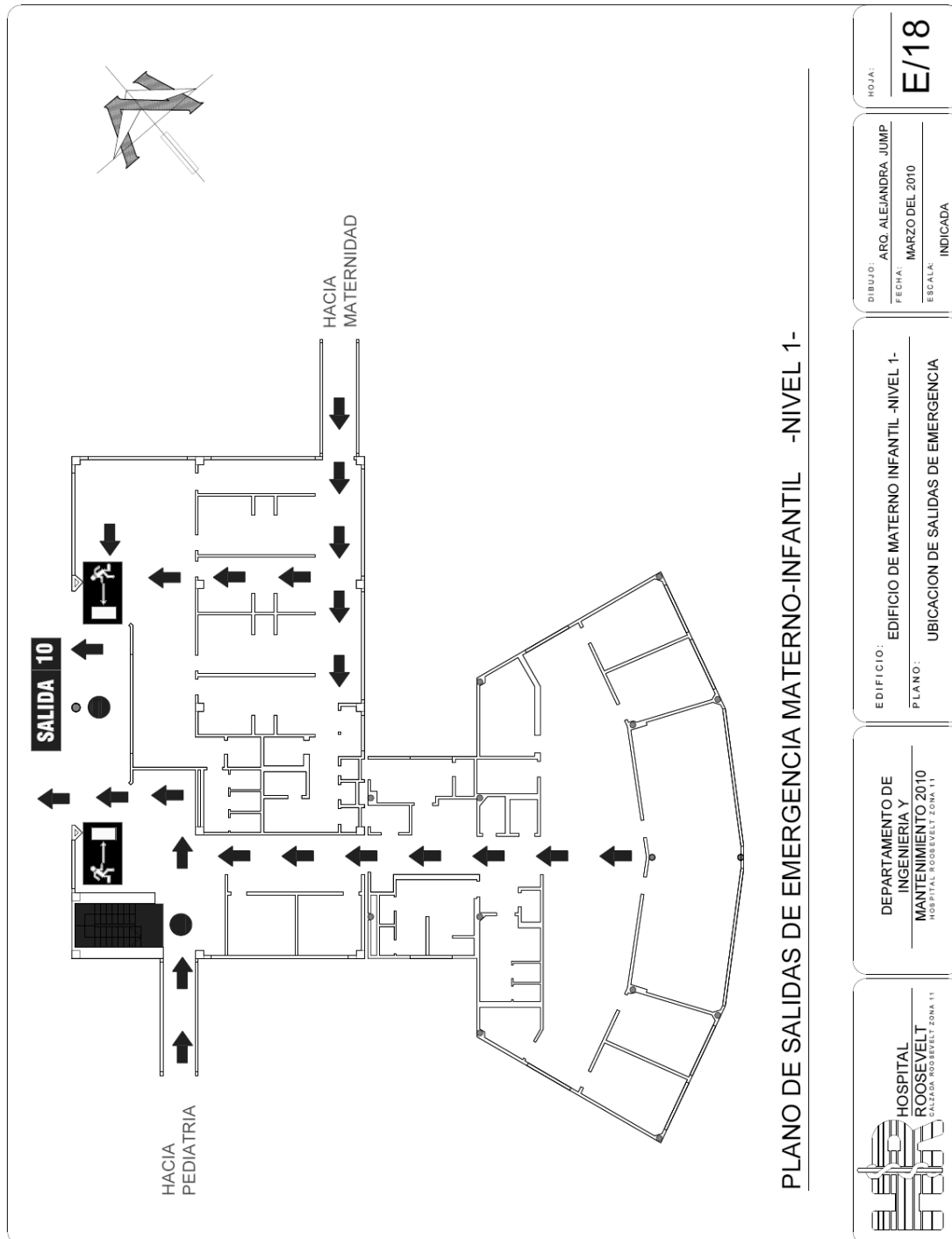


**Apéndice 37. Plano áreas de evacuación materno infantil sótano.**



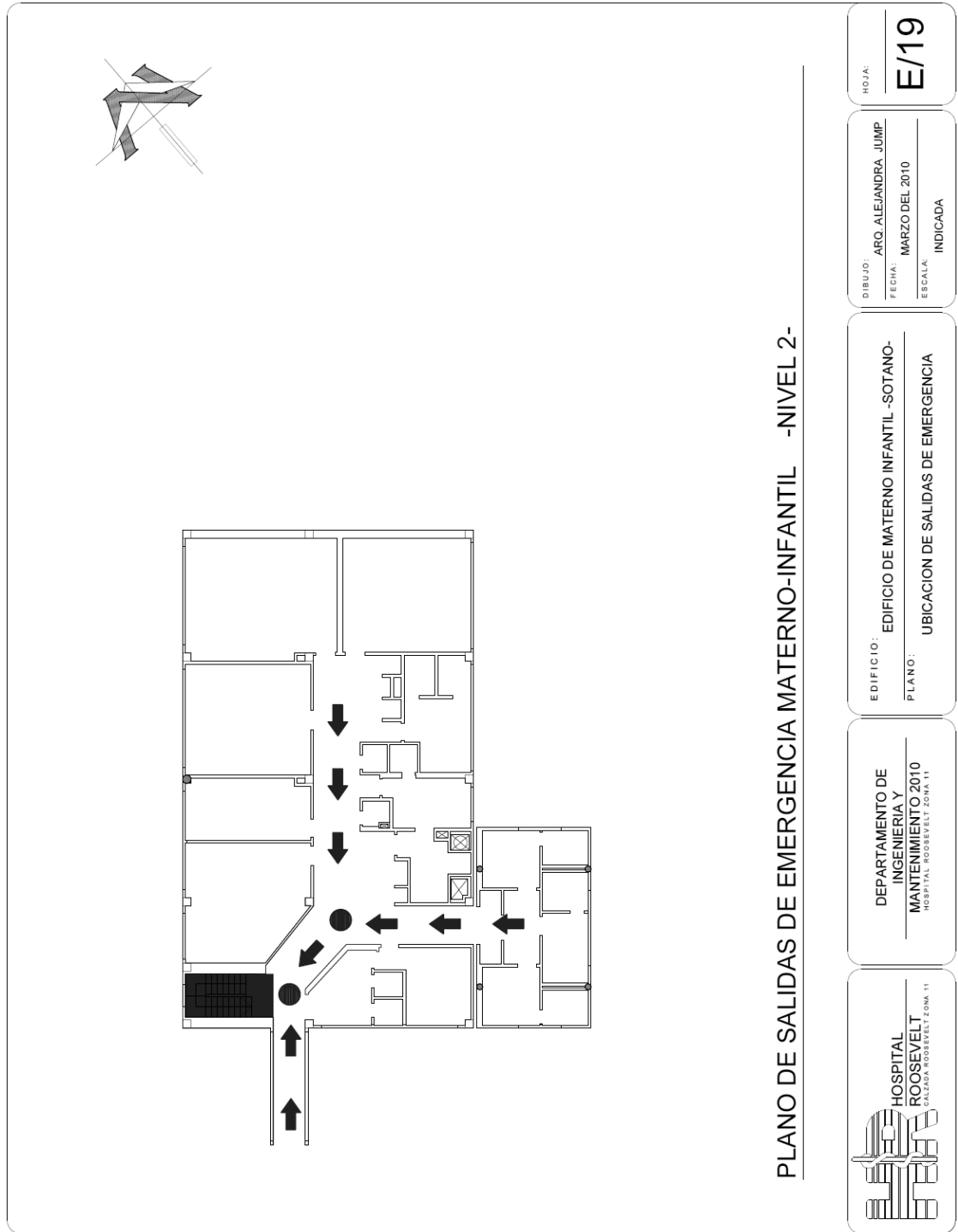
Fuente: Hospital Roosevelt.

**Apéndice 38. Plano áreas de evacuación materno infantil emergencia nivel 1.**



Fuente: Hospital Roosevelt.

**Apéndice 39. Plano áreas de evacuación materno infantil emergencia nivel 2.**



Fuente: Hospital Roosevelt.

**Apéndice 40. Formato para lectura de cilindros de oxígeno y aire**

**LECTURA DE CILINDROS DE OXÍGENO Y AIRE**

<b>FECHA</b>	<b>LLENOS</b>	<b>VACÍOS</b>

Fuente: elaboración propia.

## **ANEXOS**

### **REQUISITOS MÍNIMOS INSTALACIONES GASES MÉDICOS SEGÚN NORMA NFPA 99**

#### **PRECAUCIONES NECESARIAS PARA LA INSTALACIÓN DE TUBERÍAS**

Las líneas de gases médicos no deben de ser colocadas en tynes o ductos donde puede existir contacto con aceite, gases, combustibles o líneas eléctricas.

#### **DUCTO DE TUBERÍA**

Debe ser instalado el ducto de tubería si se quiere proteger contra daño físico, efectos de calor excesivo, corrosión o contacto con aire.

#### **DUCTOS DE ELEVADOR**

Esta completamente prohibido, no debe de ser considerado

#### **EXPOSICIÓN A AREAS PELIGROSAS**

Evitarlo si es posible, ya que estas áreas normalmente tienen un alto grado de riesgo ya que guardan materiales combustibles, las cocinas o lavanderías por ejemplo.

Cuando la instalación de líneas de gas medico en estas áreas es imposible de evitar, la línea debe de ser protegida con un revestimiento para que sea prevenido la liberación de gas dentro del cuarto debido a fugas que pueda ocurrir en el sistema de líneas instalado en la parte interior.

#### **AREAS DE ACTIVIDAD**

Evitar si son posibles estas áreas, como por ejemplo, corredores donde el movimiento de equipos portátiles podría afectar o dañar la instalación. Si no es

evitable, usar soportería lo suficientemente fuerte para proveer un adecuado sostenimiento de la misma.

## **TAMAÑO DE LA TUBERÍA**

El diseño del tamaño correcto de la tubería es tal vez uno de los aspectos más importantes que deben ser considerados en el diseño de sistemas para los servicios centralizados de gases médicos a través de tubería.

Sobre dimensionamiento de la tubería no es necesario y a la vez es muy caro.

El diseño menor de un tamaño de tubería puede proveer un flujo inadecuado durante condiciones de carga pico.

La pérdida de presión por la caída entre la fuente donde se está almacenando el gas y la salida de servicio debe de ser confinada dentro de límites aceptables. Como una práctica general todos los sistemas de gases de distribución a través de tubería son dimensionados para confinar una caída de presión de todo el sistema en 5 PSI para sistemas de presión y dentro de 3 pulgadas de mercurio para sistemas de vacío.

Cuando se están dimensionando los sistemas de gas para proveer la capacidad en el futuro de alteraciones, es preferible confinar las caídas de presión sobre un total de todo el sistema de 2 PSI para sistemas de presión y de 2 pulgadas de mercurio para sistemas de vacío.

Las caídas de presión o pérdidas de vacío son determinadas básicamente por la longitud de la sección, el flujo a través de la sección y el diámetro de la tubería. Como el diámetro tiene que ser determinado y las caídas de presión o pérdidas de vacío minimizadas, es necesario usar factores conocidos para confirmar el diámetro de la tubería escogida. La longitud de la sección puede ser medida desde los sistemas de distribución a través de diagramas. La cantidad de flujo es determinado por el número de tomas de servicio de la sección de tubería que está siendo dimensionada y el flujo permitido por cada toma.

## **PROCEDIMIENTOS PARA EXAMINAR Y REPARAR UN SISTEMA DE TUBERÍAS PARA GASES MEDICOS.**

**A.** Examen de integridad de la tubería. Procedimiento según NFPA 99

“ Estándar para instalaciones hospitalarias ” (Párrafo 4-5, sección 4.1.2)

**Examen de Presión:** Cada sección del sistema de tuberías será sujeto a un examen de presión de 150 psi Mínimo con nitrógeno seco libre de aceite. La válvula principal de cierre se cerrará y la presión deberá permanecer estática durante 24 horas con una pérdida de presión máxima Permisible de 5 psi. Para lograr detectar cualquier fuga existente, las válvulas de cierre de área deberán cerrarse también, para observar cualquier caída de presión en las áreas específicas.

**Detección de Fugas:** Las tomas y las conexiones expuestas serán probadas para detectar fugas en ellas. Los materiales a utilizar para la detección de fugas serán cualquier solución jabonosa, o líquidos seguros en uso con oxígeno. Si alguna tubería o accesorios son encontrados con daño deberán ser reemplazados siguiendo el procedimiento próximo.

**B.** Requisitos de soldadura e instalación de tuberías y accesorios según NFPA 99 “Estándares para instalaciones Hospitalarias”( Párrafo 4-3, sección 1.2.3.)

**Materiales :** Todos los materiales en un sistema de gases médicos no inflamables deben ser adecuados para uso con oxígeno (NFPA 99, párrafo 4-3, sección 1.1.3 “Materiales compatibles con Oxígeno”) La tubería, accesorios, válvulas y otros componentes deberán ser limpiados internamente para remover grasas u otros contaminantes no aptos para uso con oxígeno.

**Soldadura:**

Las juntas de tubería y sus accesorios deben ser adecuados para ser soldados. Los metales de aporte deberán ser compatibles con los metales base que serán soldados. Se recomienda la aleación de cobre, fósforo y plata.

Después que las fugas hayan sido reparadas, el examen de presión explicado anteriormente deberá ser conducido de nuevo. Si la pérdida de presión se encuentra dentro de los límites aceptables después de 24 horas, una prueba de purga de la tubería. El gas de purga deberá ser nitrógeno seco, libre de aceite y los procedimientos a seguir deberán ajustarse a NFPA 99 párrafo 4-3, sección 4.1.2.



## Cotización de ampliación de Red para gases médicos Hospital Roosevelt.



Oficinas centrales  
41 Calle 6-27 Zona 8  
Ciudad Guatemala 01008  
Tel: (502) 2421-0400 ext. 207  
Fax: (502) 2421-0400 ext. 349  
instalaciones@fibrigas.com

Arquitecta  
Alejandra Jump  
Jefa de Mantenimiento  
Hospital Roosevelt

Presente.

Estimados Arquitecta:

El principal objetivo de **PRODUCTOS DEL AIRE DE GUATEMALA, S.A.** es "Proporcionar a nuestros clientes mejores productos y mejores servicios" y dentro de este marco de servicio **PRODUCTOS DEL AIRE** quiere ayudarle a reducir costos y es por ellos que se preocupa por cumplir su misión, que es la de esforzarnos por la excelencia proporcionando soluciones y servicio de alta calidad, por lo que ponemos a su consideración el presupuesto para instalación de red de Oxígeno, dentro de sus instalaciones.

Productos del Aire, cuenta con una amplia experiencia en el ámbito global en instalaciones hospitalarias de gases médicos y en las instalaciones industriales dando respaldo total en servicio y abastecimiento de gases. Dentro de las compañías que tienen contrato de abastecimiento de equipos a nivel mundial dentro de la línea de equipo médico está: **AMICO CORPORATION.**

Así como también me permito mencionarles que todos los equipos, tuberías e instalaciones que aparecen en este presupuesto cumplen con las normas de NFPA y CGA referentes a instalaciones de gases médicos hospitalarios y cuentan con aprobación de UL y de la Canadian Standard Association.

Quedo en espera de su aprobación a la presente. Si tiene algún comentario háganoslo saber, ya que para nosotros es un gusto atenderle como usted se lo merece.

Atentamente,

  
Ing. Edgar Illescas  
Gerente Departamento de Instalaciones

  
PRODUCTOS DEL AIRE DE GUATEMALA, S. A.  
DEPTO. DE INSTALACIONES

HELIO  
HALON  
OXIDO NITROSO  
REFRIGERANTES  
MEZCLAS  
GASES ANALITICOS



EMPRESA CERTIFICADA ISO 9001:2000  
Certificado: SC 4214-1

OXIGENO  
ACETILENO  
NITROGENO  
HIDROGENO  
GAS CARBONICO  
ARGON

1/4

**PRESUPUESTO AMPLIACIÓN DE RED DE OXIGENO  
AREA DE MATERNIDAD, PEDIATRIA Y MEDICINA DE HOMBRES  
HOSPITAL ROOSEVELT**

**A. TUBERIA :**

Tubería de cobre tipo "L" y accesorios, prelimpiada y taponada en los extremos. Especial para uso con gases médicos. Cumple con las normas de NFPA, para instalaciones hospitalarias. La tubería a instalar es la calculada y especificada según plano realizado por personal ampliamente capacitado.

**Precio: Q 11,549.88**

**B. SOPORTERIA:**

Diseñada para evitar par galvánico entre soportes y tubería. Fabricada en base a elementos angulares, varilla roscada sujeto a techos y paredes de su edificio con abrazadera.

**Precio: Q 1,381.91**



Oficinas centrales  
41 Calle 6-27 Zona 8  
Ciudad Guatemala 01008  
Tel: (502) 2421-0400 ext. 207  
Fax: (502) 2421-0400 ext. 349  
instalaciones@fabrigas.com

### C. DISPOSITIVOS

21	Tomas para Oxigeno Expuestas Chemetron marca Amico	Q	820.93	Q	17,239.53
----	-------------------------------------------------------	---	--------	---	-----------

**Precio Q 17,239.53**

### D. INSTALACION, DISEÑO Y SUPERVISION DEL PROYECTO:

#### Mano de Obra:

- Instalación de tubería de Cobre tipo "L"; accesorios según planos.
- Fabricación e instalación de soportería para la tubería.
- Instalación de todos los dispositivos para equipo red de gases médicos.
- Precio: Q 3,578.68



HELIO  
HALON  
OXIDO NITROSO  
REFRIGERANTES  
MEZCLAS  
GASES ANALITICOS



EMPRESA CERTIFICADA ISO 9001:2000  
Certificado: SC 4214-1

OXIGENO  
ACETILENO  
NITROGENO  
HIDROGENO  
GAS CARBONICO  
ARGON

3/4

**E. RESUMEN**

TUBERIA DE COBRE TIPO L	Q	11,549.88
SOPORTERIA	Q	1,381.91
DISPOSITIVOS	Q	17,239.53
INSTALACION, SUPERVISION Y MANO DE OBRA	Q	3,578.68
	.	
<b>SUB-TOTAL</b>	<b>Q</b>	<b>33,750.00</b>
<b>IVA (12%)</b>	<b>Q</b>	<b>4,050.00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>Q</b>	<b>37,800.00</b>

**F. CONDICIONES DE PAGO Y TIEMPO DE ENTREGA**

Condiciones de Pago: 60% anticipo y 40% contra entrega  
 Vigencia de la Propuesta: 30 días hábiles  
 Tiempo de Entrega: 2 Semanas a partir de la confirmación del presupuesto.  
 Garantía: 1 año contra defectos de manufactura, contados a partir de la fecha de facturación.



**Nota.: Toda obra civil, eléctrica o hidráulica correrá por cuenta del cliente**

HELIO  
 HALON  
 OXIDO NITROSO  
 REFRIGERANTES  
 MEZCLAS  
 GASES ANALITICOS



EMPRESA CERTIFICADA ISO 9001:2000  
 Certificado: SC 4214-1

OXIGENO  
 ACETILENO  
 NITROGENO  
 HIDROGENO  
 GAS CARBONICO  
 ARGON