

**Universidad Técnica Nacional**

**Sede del Pacífico**

**Tecnologías de la Información**

**Licenciatura en Tecnología de la Información**

**Trabajo Final de Graduación:**

**Análisis de la infraestructura del centro de datos del  
Hospital Monseñor Sanabria, Puntarenas, Costa Rica  
2018 de acuerdo con la norma ANSI/TIA 942 clasificación**

**TIER 3**

**Integrantes:**

**Claudio Gerardo Arguedas Carvajal**

**603980590**

**Axel Jesús Arias Cascante**

**603980747**

**Elvin Joel Ocampo Moya**

**604260468**

**Puntarenas, Costa Rica**

**Julio, 2020**

## ACTA DE APROBACIÓN



Sede del Pacífico  
Carrera Ingeniería en Tecnologías de la Información

### ACTA DE APROBACIÓN

En la ciudad de Puntarenas, a los 27 días del mes de agosto del año 2020 al ser las 17:00 horas, estando presentes en el Campus Juan Rafael Mora Porras de la Sede del Pacífico de la Universidad Técnica Nacional, las siguientes personas:

**Profesor Tutor:** Floribeth Vindas Parra

**Lector:** Ever Iván Barahona Mendoza

**Lector:** Jorge Félix Ruiz Fernández

**Representante del Sector Productivo:** Erick Saborío Berger

**Presidente del Tribunal Examinador:** Antonieta González Esquivel

En su condición de miembros del Tribunal Evaluador, para evaluar el proyecto de graduación y optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Tecnologías de Información, de los estudiantes Claudio Gerardo Arguedas Carvajal, cédula de identidad 603980590, Axel Jesús Arias Cascante, cédula de identidad 603980747, y Elvin Joel Ocampo Moya, cédula de identidad 604260468.

Reunido el Tribunal Evaluador los aspirantes procedieron a defender su proyecto de graduación denominado "Análisis de la infraestructura del centro de datos del Hospital Monseñor Sanabria, Puntarenas, Costa Rica 2018 de acuerdo con la norma ANSI/TIA 942 clasificación TIER 3".

Concluida la defensa del proyecto de graduación, el Tribunal Evaluador consideró que, de conformidad con la normativa en la materia, los estudiantes obtuvieron una calificación de 97, cumpliendo con las exigencias requeridas para la aprobación del proyecto y les es conferido el grado de **Licenciatura en Ingeniería en Tecnologías de Información**

No ( ) Sí (X) Mención honorífica

Ing. Floribeth Vindas Parra

Ing. Ever Barahona Mendoza

Ing. Jorge Félix Ruiz Fernández

**Profesor Tutor**

**Lector**

**Lector**

Ing. Erick Saborío Berger

Ing. Antonieta González Esquivel

**Representante del Sector Productivo**

**Presidente del Tribunal Examinador**

Estudiantes:

Claudio Gerardo Arguedas Carvajal

Axel Jesús Arias Cascante

Elvin Joel Ocampo Moya



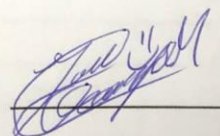
## DECLARACIÓN JURADA

### DECLARACIÓN JURADA

Nosotros, Claudio Gerardo Arguedas Carvajal, Axel Jesús Arias Cascante y Elvin Joel Ocampo Moya, portadores de las cédulas de identidad N° 603980590, 603980747, y 604260468 respectivamente, conocedores de las sanciones legales con que la Ley Penal de la República de Costa Rica castiga el falso testimonio y el Reglamento Disciplinario Estudiantil de la Universidad Técnica Nacional, UTN.

Declaramos bajo la fe de juramento lo siguiente: Que somos estudiantes de la Carrera de Tecnologías de la Información, en el nivel de Licenciatura de la Universidad Técnica Nacional, UTN, y, como requisito de graduación, debemos realizar proyecto de graduación, el cual tiene como tema de investigación: **"Análisis de la infraestructura del centro de datos del Hospital Monseñor Sanabria, Puntarenas, Costa Rica 2020 de acuerdo a la norma ANSI/TIA 942 clasificación TIER 3"**. Por lo tanto, manifestamos que la misma ha sido elaborada siguiendo las disposiciones exigidas por la Universidad Técnica Nacional, UTN.

Firmamos en la ciudad de Puntarenas a las 10 horas del 26 del mes de julio del 2020

Claudio Arguedas Axel Arias Cascante 

|                   |         |          |           |       |                        |
|-------------------|---------|----------|-----------|-------|------------------------|
| Claudio           | Gerardo | Axel     | Jesús     | Arias | Elvin Joel Ocampo Moya |
| Arguedas Carvajal |         | Cascante | 603980747 |       | 604260468              |
| 603980590         |         |          |           |       |                        |

## CARTA DE APROBACIÓN DE TUTORA

27 de julio del 2020

Señores  
Comisión de Evaluación  
Carrera, Tecnologías de información  
UTN, Sede del Pacífico

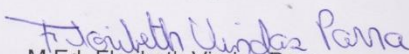
Estimados señores:

Les informo que los estudiantes **Claudio Gerardo Arguedas Carvajal** portador de la cédula de identidad **603980590**, **Axel Jesús Arias Cascante** con cédula **603980747** y **Elvin Joel Ocampo Moya** portador de la cédula de identidad **604260468** han concluido con su trabajo final de graduación denominado **"Análisis de la infraestructura del centro de datos del Hospital Monseñor Sanabria, Puntarenas, Costa Rica 2018 de acuerdo con la norma ANSI/TIA 942 clasificación TIER 3"**.

Dicho trabajo fue revisado por dos lectores, una filóloga, así como por mi persona, y se ha elaborado de acuerdo con las directrices emitidas por la Universidad Técnica Nacional para tal fin.

Muchas gracias por su atención.

Cordialmente,

  
M.Ed. Floribeth Vindas Parra  
Profesora Tutora



## CARTAS DE LECTORES

Puntarenas, 24 de julio del 2020

Sres.

Comisión de Trabajos Finales de Graduación de la Universidad Técnica Nacional.

Estimados Señores:

Sirva la presente para hacer de su conocimiento mi aprobación en calidad de lector, del trabajo final de graduación, titulado **“Análisis de la infraestructura del centro de datos del Hospital Monseñor Sanabria, Puntarenas, Costa Rica 2018 de acuerdo a la norma ANSI/TIA 942 clasificación TIER3.”**, elaborado por los estudiantes Elvin Joel Ocampo Moya portador de la cedula de identidad 6-0426-0468, Axel Jesús Arias Cascante portador de la cedula de identidad 6-0398-0747 y de Claudio Gerardo Arguedas Carvajal portador de la cedula de identidad 6-0398-0590, para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería en Tecnologías de la Información.

Hago Constar que he revisado y corregido todos los aspectos referentes a este documento; por lo que indico que el mismo se encuentra listo para ser presentado a la Universidad Técnica nacional, como trabajo final de Graduación.

Atentamente:



Lic. Ever Iván Barahona Mendoza.

Cedula: 6-0323-0464

Puntarenas, 15 de julio del 2020

Sra.

**M.Sc. Antonieta González Esquivel**

**Directora de la Carrera de Tecnologías de la Información**

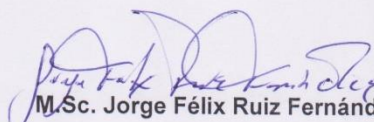
**Universidad Técnica Nacional**

Estimada señora:

Sirva la presente para hacer de su conocimiento mi aprobación en calidad de lector, del trabajo final de graduación, titulado **"Análisis de la infraestructura del centro de datos del Hospital Monseñor Sanabria, Puntarenas, Costa Rica 2018 de acuerdo con la norma ANSI/TIA 942 clasificación TIER 3."**, elaborado por los estudiantes **Claudio Gerardo Arguedas Carvajal** portador de la cédula de identidad **6-0398-0590**, **Axel Jesús Arias Cascante** portador de la cédula de identidad **6-0398-0747** y de **Elvin Joel Ocampo Moya** portador de la cédula de identidad **6-0426-0468**, para optar por el grado académico de **Licenciatura en Ingeniería en Tecnologías de la Información**.

Hago constar que he revisado y corregido todos los aspectos referentes a este documento; por lo que indico que el mismo se encuentra listo para ser presentado a la Universidad Técnica Nacional, como trabajo final de graduación.

Atentamente



**M.Sc. Jorge Félix Ruiz Fernández**

**Cédula: 6-0231-0557.**

## CARTA DE FILÓLOGO

26 de Julio de 2020

Señores  
Tecnologías de la Información  
Universidad Técnica Nacional  
Sede del Pacífico

Por este medio hago constar que he revisado y corregido las áreas de sintaxis, morfología y semántica del documento titulado: **"Análisis de la infraestructura del centro de datos del Hospital Monseñor Sanabria, Puntarenas, Costa Rica, 2018, de acuerdo con la norma ANSI/TIA 942, clasificación TIER 3"**, propiedad de **Claudio Gerardo Arguedas Carvajal, cédula 603980590; Áxel Jesús Arias cascante, cédula 603980747 y Elvin Joel Ocampo Moya, cédula 604260468**, presentado como requisito para optar por el grado académico de **Licenciatura en Tecnología de la Información**.

Suscribe,

MAGDALENA  
VENEGAS  
PORRAS (FIRMA)

Firmado digitalmente por  
MAGDALENA VENEGAS  
PORRAS (FIRMA)  
Fecha: 2020.07.26  
23:15:38 -06'00'

Magdalena Venegas Porras  
Licenciada en Filología Española  
Carné 10785

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a nuestros profesores de Tecnologías de la Información en la Universidad Técnica Nacional, sede Pacífico Central, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la carrera. De manera especial, al Máster Jorge Ruiz (York), profesor que siempre brindó su ayuda sin importar las condiciones en la que estuviera; por ser ese amigo, con el cual incluso sin ser estudiante de la carrera de TI, se podía contar.

De igual forma agradecemos a nuestra tutora, Floribeth Vindas, quien ha guiado con paciencia y con rectitud, nuestro proyecto. Agradecemos cada consejo brindado para hacer de nosotros mejores personas en este mundo, por inculcarnos el valor de la ética para ser profesionales de bien y desarrollarnos en un ambiente social saludable.

Agradecemos muy cordialmente al Máster Donald Rodríguez, por permitirnos realizar la propuesta de proyecto para el sector del Centro de Gestión Informática del Hospital Monseñor Sanabria. Además, por facilitarnos toda la información necesaria para llevar a cabo la propuesta.



## DEDICATORIA

El siguiente trabajo final primeramente va dirigido a Dios Padre, por bendecir el camino hasta donde estamos, por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultades y debilidades; y por darnos lo principal, la sabiduría necesaria para poder lograr nuestros objetivos:

Bendeciré al señor que me aconseja; en verdad, en las noches mi corazón me instruye. Al señor he puesto continuamente delante de mí; porque está a mi diestra, permaneceré firme. Por tanto, mi corazón se alegra y mi alma se regocija (Salmo 16:8).

A nuestras familias, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años. Gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos. Ha sido un orgullo y un privilegio ser sus hijos, porque son los mejores padres. Ustedes son los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

## TABLA DE CONTENIDO

|                                           |              |
|-------------------------------------------|--------------|
| <i>ACTA DE APROBACIÓN.....</i>            | <i>II</i>    |
| <i>DECLARACIÓN JURADA.....</i>            | <i>III</i>   |
| <i>CARTA DE APROBACIÓN DE TUTORA.....</i> | <i>IV</i>    |
| <i>CARTAS DE LECTORES .....</i>           | <i>V</i>     |
| <i>CARTA DE FILÓLOGO.....</i>             | <i>VII</i>   |
| <i>AGRADECIMIENTOS .....</i>              | <i>VIII</i>  |
| <i>DEDICATORIA.....</i>                   | <i>IX</i>    |
| <i>TABLA DE FIGURAS.....</i>              | <i>XVIII</i> |
| <i>INDICE DE TABLAS .....</i>             | <i>XX</i>    |
| <i>RESUMEN .....</i>                      | <i>XXIII</i> |
| <i>TABLA DEL GLOSARIO .....</i>           | <i>XXVI</i>  |
| <i>CAPITULO I .....</i>                   | <i>1</i>     |
| <i>1.1 Introducción.....</i>              | <i>2</i>     |
| <i>1.2 Justificación.....</i>             | <i>3</i>     |
| <i>1.3 Antecedentes históricos .....</i>  | <i>5</i>     |
| <i>1.4 Alcances del proyecto .....</i>    | <i>12</i>    |
| <i>1.5 Limitaciones .....</i>             | <i>13</i>    |
| <i>1.6 Objetivo general .....</i>         | <i>13</i>    |
| <i>1.7 Objetivos específicos .....</i>    | <i>14</i>    |
| <i>1.8 Variables .....</i>                | <i>14</i>    |
| <i>CAPÍTULO II .....</i>                  | <i>16</i>    |
| <i>2.1 Marco teórico .....</i>            | <i>17</i>    |

|                                                           |           |
|-----------------------------------------------------------|-----------|
| 2.1.1 Centro de datos .....                               | 17        |
| 2.1.2 Planeación de un centro de datos.....               | 18        |
| 2.1.3 Instalaciones físicas de un centro de datos .....   | 21        |
| 2.1.4 Piso falso .....                                    | 21        |
| 2.1.5 Cuarto eléctrico.....                               | 22        |
| 2.1.6 Escalera porta cables .....                         | 23        |
| 2.1.7 Instalaciones eléctricas.....                       | 23        |
| 2.1.8 Sistemas de aterrizamiento .....                    | 25        |
| 2.1.9 Sistema de energía ininterrumpida .....             | 26        |
| 2.1.10 Aire acondicionado .....                           | 27        |
| 2.1.11 Sistema de detección y extinción de incendios..... | 32        |
| 2.1.12 Sistema de seguridad y control de acceso .....     | 35        |
| 2.1.13 Estándar ANSI/TIA 942.....                         | 37        |
| <i>CAPÍTULO III .....</i>                                 | <i>43</i> |
| <i>3.1 Marco situacional .....</i>                        | <i>44</i> |
| 3.1.1. Descripción de la empresa.....                     | 44        |
| 3.1.2 Ubicación geográfica .....                          | 44        |
| 3.1.3 Misión .....                                        | 45        |
| 3.1.4 Visión .....                                        | 45        |
| 3.1.5 Información adicional de la empresa .....           | 45        |
| <i>CAPÍTULO IV.....</i>                                   | <i>51</i> |
| <i>4.1 Marco metodológico.....</i>                        | <i>52</i> |
| <i>4.2 Enfoque de investigación .....</i>                 | <i>52</i> |
| 4.2.1 Enfoque cuantitativo .....                          | 53        |

|                                             |    |
|---------------------------------------------|----|
| 4.2.2 Enfoque cualitativo.....              | 54 |
| 4.2.3 Enfoque mixto .....                   | 55 |
| 4.3 Tipos de investigación.....             | 56 |
| 4.3.1 Estudios exploratorios.....           | 56 |
| 4.3.2 Estudios descriptivos .....           | 57 |
| 4.3.3 Estudios explicativos.....            | 57 |
| 4.3.4 Estudios correlacionales .....        | 58 |
| 4.4 Sujetos y fuentes de información .....  | 59 |
| 4.4.1 Sujetos.....                          | 59 |
| 4.4.2 Fuentes de información .....          | 59 |
| 4.4.2.1 Fuentes primarias .....             | 59 |
| 4.4.2.2 Fuentes secundarias .....           | 60 |
| 4.5 Población y muestra .....               | 60 |
| 4.5.1 Población.....                        | 60 |
| 4.5.2 Muestra.....                          | 61 |
| 4.6 Técnicas de recopilación de datos.....  | 61 |
| CAPÍTULO V.....                             | 64 |
| 5.1 Análisis de datos.....                  | 65 |
| 5.2 Telecomunicaciones .....                | 65 |
| 5.3 Arquitectura .....                      | 66 |
| 5.4 Electricidad .....                      | 76 |
| 5.4.1 Mantenimiento concurrente .....       | 78 |
| 5.4.2 Punto único de fallo .....            | 78 |
| 5.4.3 Análisis del sistema de potencia..... | 79 |

|                                                                    |            |
|--------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.4.4 Equipo de computación y telecomunicaciones .....             | 79         |
| 5.4.5 El cuadro de distribución con circuito extraíble .....       | 81         |
| 5.4.6 Supresión de sobretensiones .....                            | 81         |
| 5.4.7 La redundancia N+1 .....                                     | 83         |
| 5.4.8 Módulo redundante distribuido .....                          | 83         |
| 5.4.9 Automatic bypass .....                                       | 84         |
| 5.4.10 Arreglo de bypass de mantenimiento .....                    | 84         |
| 5.4.11 Distribución de potencia en salida .....                    | 84         |
| 5.4.12 Cadena de batería .....                                     | 85         |
| 5.4.13 Dispositivo de sobre corriente .....                        | 87         |
| 5.4.14 Procedimiento de bypass de mantenimiento .....              | 87         |
| 5.4.15 Salida.....                                                 | 87         |
| 5.4.16 Apagado de emergencia en la sala de ordenadores (EPO) ..... | 89         |
| 5.5 Seguridad .....                                                | 90         |
| 5.6 Mecánica .....                                                 | 105        |
| <i>CAPÍTULO VI.....</i>                                            | <i>113</i> |
| <i>6.1 Conclusiones y recomendaciones.....</i>                     | <i>114</i> |
| 6.1.1 Conclusiones .....                                           | 114        |
| 6.1.2 Recomendaciones .....                                        | 116        |
| <i>CAPÍTULO VII.....</i>                                           | <i>117</i> |
| <i>7.1 Propuesta técnica .....</i>                                 | <i>118</i> |
| 7.1.1 Arquitectura.....                                            | 119        |
| 7.1.1.1 Ubicación del edificio .....                               | 119        |
| 7.1.1.2 Construcción.....                                          | 119        |



|                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 7.1.2 Telecomunicaciones .....                                                        | 122 |
| 7.1.2.1 Cableado horizontal.....                                                      | 122 |
| 7.1.2.2 Conectores para cable coaxial .....                                           | 124 |
| 7.1.2.3 Cableado vertical o troncal (backbone) .....                                  | 125 |
| 7.1.3 Electricidad .....                                                              | 126 |
| 7.1.3.1 Sistema de alimentación interrumpida (SAI).....                               | 126 |
| 7.1.3.2 Utilidad.....                                                                 | 127 |
| 7.1.3.3 Central de utilidades principal.....                                          | 128 |
| 7.1.3.4 Unidad de distribución de energía .....                                       | 130 |
| 7.1.3.5 Interruptor de transferencia estática automática.....                         | 130 |
| 7.1.3.6 Toma a tierra .....                                                           | 131 |
| 7.1.3.7 Apagado de emergencia en la sala de ordenadores (EPO) .....                   | 132 |
| 7.1.4 Mecánica .....                                                                  | 133 |
| 7.1.4.1 Sistema de refrigeración por agua.....                                        | 133 |
| 7.1.4.2 Rechazo de calor.....                                                         | 134 |
| 7.1.4.3 Sistema enfriado por aire y sistema de agua refrigerada .....                 | 134 |
| 7.1.4.4 Fontanería (para el rechazo del calor refrigerado por agua) .....             | 135 |
| 7.1.4.5 Sistema de combustible.....                                                   | 135 |
| 7.1.4.6 Supresión de incendios .....                                                  | 135 |
| 7.1.5 Seguridad .....                                                                 | 136 |
| 7.1.5.1 Capacidad de la cpu del sistema UPS.....                                      | 136 |
| 7.1.5.2 Paneles de recopilación de datos (paneles de campo) capacidad de<br>UPS ..... | 137 |
| 7.1.5.3 Puertas principales .....                                                     | 138 |

|                                                                                                                              |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 7.1.5.4 CCTV: grabación CCTV de toda la actividad en todas las cámaras.                                                      | 141        |
| 7.1.5.5 Racks / armarios para equipos de telecomunicaciones anclado a la base o apoyado en la parte superior y la base ..... | 141        |
| 7.1.5.6 Arrostramiento de conductos eléctricos y bandejas de cables .....                                                    | 141        |
| 7.1.5.7 Canalización fijada a la pared.....                                                                                  | 142        |
| 7.1.5.8 Canal (electro canal).....                                                                                           | 142        |
| 7.1.5.9 Canal de cables .....                                                                                                | 142        |
| 7.1.5.10 Bandeja de cables .....                                                                                             | 143        |
| 7.1.5.11 Conducto de sección circular (conducto o caño) .....                                                                | 143        |
| 7.1.5.12 Capacidad de carga sobre el suelo, carga viva superpuesta .....                                                     | 143        |
| 7.1.5.13 Grosor de losa de concreto en el suelo .....                                                                        | 144        |
| 7.1.5.14 Disipación de energía del edificio amortiguadores pasivos / base aislamiento (absorción de energía) .....           | 145        |
| <i>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</i>                                                                                       | <i>147</i> |
| <i>8.1 Bibliografía .....</i>                                                                                                | <i>148</i> |
| <i>ANEXOS.....</i>                                                                                                           | <i>152</i> |
| <i>9.1 Anexos .....</i>                                                                                                      | <i>153</i> |
| Anexo #1 Cableado horizontal típico de una topología estrella .....                                                          | 153        |
| Anexo #2 Cable de par trenzado .....                                                                                         | 154        |
| Anexo #3 Cable de fibra multimodo .....                                                                                      | 154        |
| Anexo #4 Cable de fibra óptica .....                                                                                         | 155        |
| Anexo #5 Cable coaxial .....                                                                                                 | 155        |
| Anexo #6 Conector BNC.....                                                                                                   | 156        |
| Anexo #7 Conector TNC.....                                                                                                   | 156        |

|                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------|-----|
| Anexo #8 Topología Estrella.....                                         | 157 |
| Anexo #10 Conector MPO .....                                             | 158 |
| Anexo #11 Batería Industrial.....                                        | 158 |
| Anexo #12 Supresiones de sobretensiones.....                             | 159 |
| Anexo #13 Redundancia n+1.....                                           | 159 |
| Anexo #14 EATON 93 .....                                                 | 160 |
| Anexo #15 UPS Industrial.....                                            | 160 |
| Anexo #16 Sistema de alimentación para equipos del hogar y oficina ..... | 161 |
| Anexo #17 Anclaje a base superior de los racks .....                     | 162 |
| Anexo #18 Canalización fijada a la pared.....                            | 162 |
| Anexo #19 Electro canal .....                                            | 163 |
| Anexo #20 Canal de cables .....                                          | 163 |
| Anexo #21 Bandeja de cables .....                                        | 164 |
| Anexo #22 Conducto de sección circular .....                             | 164 |
| Anexo #23 Grosor de losa de concreto.....                                | 165 |
| Anexo #24 Aislador con centro de plomo .....                             | 165 |
| Anexo #25 Aislador sísmico sin núcleo de plomo .....                     | 166 |
| Anexo #26 Aisladores de péndulo .....                                    | 166 |
| Anexo #27 Disipador RESTON SA.....                                       | 167 |
| Anexo #28 Disipador RESTON STU.....                                      | 167 |
| Anexo #29 Disipador RESTON PSD .....                                     | 168 |
| Anexo #30 Puertas para centros de datos.....                             | 168 |
| Anexo #31 Falsos techos resistentes al fuego.....                        | 169 |
| Anexo #32 Control de acceso .....                                        | 169 |

|                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Anexo #33 Diagrama Completo .....                                                               | 170 |
| Anexo #34 Diagrama Redes.....                                                                   | 171 |
| Anexo #35 Diagrama Eléctrico .....                                                              | 172 |
| Anexo #36 Diagrama Mecánico .....                                                               | 173 |
| Anexo #37 Diagrama Telecomunicaciones.....                                                      | 174 |
| Anexo #38 Encuesta realizada a los funcionarios del Centro de Gestión de<br>Informática .....   | 175 |
| Anexo#39 Carta de autorización para uso y manejo de los trabajos finales de<br>graduación ..... | 180 |

## TABLA DE FIGURAS

| <b>Anexo</b> | <b>Título</b>                                                    | <b>Página</b> |
|--------------|------------------------------------------------------------------|---------------|
| Anexo #1     | Cableado horizontal típico de una topología<br>estrella.....     | 153           |
| Anexo #2     | Cable de par trenzado.....                                       | 154           |
| Anexo #3     | Cable de fibra multi modo.....                                   | 154           |
| Anexo #4     | Cable de fibra óptica.....                                       | 155           |
| Anexo #5     | Cable coaxial.....                                               | 155           |
| Anexo #6     | Conector BNC.....                                                | 156           |
| Anexo #7     | Conector TNC.....                                                | 156           |
| Anexo #8     | Topología Estrella.....                                          | 157           |
| Anexo #9     | Conector LC.....                                                 | 157           |
| Anexo #10    | Conector MPO.....                                                | 158           |
| Anexo #11    | Batería Industrial.....                                          | 158           |
| Anexo #12    | Supresiones de sobretensiones.....                               | 159           |
| Anexo #13    | Redundancia n+1.....                                             | 159           |
| Anexo #14    | EATON 93.....                                                    | 160           |
| Anexo #15    | UPS Industrial.....                                              | 160           |
| Anexo #16    | Sistema de alimentación para equipos<br>del hogar y oficina..... | 161           |
| Anexo #17    | Anclaje a base superior de los Racks...                          | 162           |
| Anexo #18    | Canalización fijada a la pared.....                              | 162           |
| Anexo #19    | Electro canal.....                                               | 163           |

|           |                                                                                       |                                          |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Anexo #20 | Canal de cables.....                                                                  | 163                                      |
| Anexo #21 | Bandeja de cables.....                                                                | 164                                      |
| Anexo #22 | Conducto de sección circular.....                                                     | 164                                      |
| Anexo #23 | Grosor de losa de concreto.....                                                       | 165                                      |
| Anexo #24 | Aislador con centro de plomo.....                                                     | 165                                      |
| Anexo #25 | Aislador sísmico sin núcleo de plomo...                                               | 166                                      |
| Anexo #26 | Aisladores de péndulo.....                                                            | 166                                      |
| Anexo #27 | Disipador RESTON SA.....                                                              | 167                                      |
| Anexo #28 | Disipador RESTON STU.....                                                             | 167                                      |
| Anexo #29 | Disipador RESTON PSD.....                                                             | 168                                      |
| Anexo #30 | Puertas para centros de datos.....                                                    | 168                                      |
| Anexo #31 | Falsos techos resistentes al fuego.....                                               | 169                                      |
| Anexo #32 | Control de acceso.....                                                                | 169                                      |
| Anexo #33 | Diagrama Completo.....                                                                | 170                                      |
| Anexo #34 | Diagrama Redes.....                                                                   | 171                                      |
| Anexo #35 | Diagrama Eléctrico.....                                                               | 172                                      |
| Anexo #36 | Diagrama Mecánico.....                                                                | 173                                      |
| Anexo #37 | Diagrama Telecomunicaciones.....                                                      | 174                                      |
| Anexo #38 | Encuesta realizada a los funcionarios<br>del Centro de Gestión de Informática....     | 175                                      |
| Anexo #39 | Carta de autorización para uso y manejo de<br>los trabajos finales de graduación..... | <b>¡Error! Marcador no<br/>definido.</b> |

## INDICE DE TABLAS

| <b>Tabla</b> | <b>Título</b>                                              | <b>Página</b> |
|--------------|------------------------------------------------------------|---------------|
| Tabla #1     | Requisitos de resistencia al fuego.....                    | 67            |
| Tabla #2     | Componentes de construcción.....                           | 68            |
| Tabla #3     | Techumbre.....                                             | 69            |
| Tabla #4     | Puertas y ventanas.....                                    | 70            |
| Tabla #5     | Oficinas administrativas, seguridad y<br>Operaciones.....  | 72            |
| Tabla #6     | UPS y salas de baterías.....                               | 73            |
| Tabla #7     | Corredores de salida requeridos.....                       | 74            |
| Tabla #8     | Área de envío y recepción.....                             | 75            |
| Tabla #9     | Generador y áreas de almacenamiento de<br>Combustible..... | 76            |
| Tabla #10    | Eléctrica Principal.....                                   | 77            |
| Tabla #11    | Utilidad.....                                              | 79            |
| Tabla #12    | Central de utilidades principal.....                       | 80            |
| Tabla #13    | Sistema de alimentación ininterrumpida.....                | 81            |
| Tabla #14    | Unidad de distribución de energía.....                     | 85            |
| Tabla #15    | Interruptor de transferencia estática<br>automática.....   | 86            |
| Tabla #16    | Característica de toma a tierra.....                       | 88            |



|           |                                                                 |     |
|-----------|-----------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla #17 | EPO.....                                                        | 89  |
| Tabla #18 | Seguridad.....                                                  | 90  |
| Tabla #19 | Monitoreo.....                                                  | 91  |
| Tabla #20 | Seguridad en Bovedas de fibra.....                              | 92  |
| Tabla #21 | Seguridad en puertas de salida de<br>emergencia.....            | 92  |
| Tabla #22 | Seguridad en ventanas.....                                      | 93  |
| Tabla #23 | Seguridad en centro de operaciones.....                         | 93  |
| Tabla #24 | Seguridad en puertas principales.....                           | 94  |
| Tabla #25 | Paredes, ventanas y puertas antibala.....                       | 94  |
| Tabla #26 | Monitorización CCTV.....                                        | 95  |
| Tabla #27 | CCTV Circuito cerrado de televisión.....                        | 96  |
| Tabla #28 | Estructural.....                                                | 97  |
| Tabla #29 | Estructura contra aceleraciones<br>sísmicas local.....          | 98  |
| Tabla #30 | Estructura de Racks/armarios para equipos .....                 | 99  |
| Tabla #31 | Desviación en las telecomunicaciones .....                      | 100 |
| Tabla #32 | Estructura de canaletas .....                                   | 101 |
| Tabla #33 | Capacidad de suspensión del piso para cargas<br>Auxiliares..... | 102 |
| Tabla #34 | Estructura de losa de concreto en el suelo.....                 | 102 |
| Tabla #35 | Revestimiento mínimo de hormigón.....                           | 103 |
| Tabla #36 | Estructura de Piso Falso.....                                   | 104 |
| Tabla #37 | Construcción de piso falso.....                                 | 105 |

|           |                                                         |     |
|-----------|---------------------------------------------------------|-----|
| Tabla #38 | Tabla de mecánica.....                                  | 105 |
| Tabla #39 | Sistema de refrigeración por agua.....                  | 107 |
| Tabla #40 | Sistema de control de climatización.....                | 110 |
| Tabla #41 | Fontanería.....                                         | 111 |
| Tabla #42 | Sistema de combustible.....                             | 111 |
| Tabla #43 | Bombas, tuberías y Sistema de detección de<br>humo..... | 112 |
| Tabla #44 | Carga Viva.....                                         | 144 |

## RESUMEN

El siguiente proyecto de investigación denominado: “Análisis de la infraestructura del centro de datos del hospital Monseñor Sanabria, Puntarenas, Costa Rica 2018 de acuerdo con la norma ANSI/TIA 942 clasificación TIER III”, desarrollado por los estudiantes Elvin Joel Ocampo Moya, Axel Jesús Arias Cascante y Claudio Gerardo Arguedas Carvajal de la Universidad Técnica Nacional de Costa Rica, para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Tecnologías de la Información, tiene como objetivo analizar la infraestructura física del centro de datos del Hospital Monseñor Sanabria de Puntarenas basado en la norma ANSI/TIA 942 clasificación TIER III, con la finalidad de reconocer el funcionamiento actual del centro de datos y establecer la documentación necesaria para la propuesta de implementación de mejoras con los estándares descritos por la norma.

Mediante un tipo de investigación mixta se busca obtener resultados, con el desarrollo de investigaciones, mediante una metodología cuantitativa, para luego obtener resultados extensos.

En este caso, primero se requiere obtener información acerca de las variables del problema para luego desarrollar el resto del estudio. En vez de realizar dos estudios por separado, es más práctico utilizar métodos cuantitativos y cualitativos en conjunto, para crear una investigación única.

Para evitar el desarrollo de más de una investigación que aclare los resultados, se combinan dos metodologías y se obtienen resultados más concretos.

En esta investigación se utiliza el enfoque mixto, pues para el análisis e interpretación de los resultados fueron utilizados los métodos investigación de

campo a través de entrevistas, encuestas y observaciones; y la investigación documental, a través de fuentes documentales.

Una vez analizado y estudiado el tema dentro del Hospital Monseñor Sanabria, se decide proponer la creación de un nuevo centro de datos que cumpla con todos los lineamientos descritos en la norma ANSI TIA 942.

Este proyecto se realiza por la necesidad del Hospital Monseñor Sanabria de un rediseño del centro de datos actual, pues debido a los cambios por el terremoto de Sámara, el pasado 5 de septiembre del año 2012, toda la infraestructura se ha visto dañada. Se plantea, por tanto, un centro de datos que cumpla con normas estandarizadas, teniendo en cuenta factores como disponibilidad, escalabilidad, seguridad, manejabilidad y desempeño, de tal manera que le permita al hospital ofrecer un mejor funcionamiento y un mayor rendimiento en todas las acciones, a nivel de sistema, realizadas en el edificio.

Esta tesis tiene como finalidad convertirse en una guía para analizar y diseñar correctamente un centro de datos, considerando factores como disponibilidad, escalabilidad, seguridad, manejabilidad y desempeño; todo esto con normas y estándares de seguridad y operatividad de centros de datos, bajo las regulaciones TIA-942. El enfoque es directo a las necesidades del Hospital Monseñor Sanabria y con entrega de la documentación necesaria para el diseño de su centro de datos.

El proyecto de investigación toma como inicio el diseño actual del cuarto de servidores, pues no sigue ningún tipo de norma para las instalaciones físicas del lugar, por tanto, no se encuentra estandarizado. No se dispone de planes de contingencia actualizados y tampoco se cuenta con un manual de procedimientos informáticos, como factores importantes para el control e integración de los sistemas

de información. La información manejada en el hospital es de suma importancia para los usuarios internos y externos.

Para cumplir con todo lo expuesto anteriormente, el proyecto está estructurado en varios capítulos, los cuales permitirán analizar la infraestructura del centro de datos actual del centro hospitalario, posteriormente, el análisis de lo que plantea la norma ANSI TIA 942 para la creación de un centro de datos estandarizado y por último, la implementación de un diseño adecuado con las normas del ANSI/TIA 942.

### TABLA DEL GLOSARIO

|              |                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| TIER         | Tecnologías estandarizadas que define y mide el tiempo de disponibilidad de un centro de datos.                                                                                                                    |
| ANSI         | Instituto Americano de Estándares Nacionales.                                                                                                                                                                      |
| TIA          | Asociación de la Industria de Telecomunicaciones                                                                                                                                                                   |
| Sistema EPO  | Es un sistema de desconexión de emergencia.                                                                                                                                                                        |
| VPN          | Red privada virtual.                                                                                                                                                                                               |
| HMS          | Hospital Monseñor Sanabria.                                                                                                                                                                                        |
| SAI          | Sistema de Alimentación Ininterrumpida.                                                                                                                                                                            |
| Bypass       | Circuito que modifica el flujo actual de energía hacia una ruta alternativa si se produce una caída de energía u otro problema.                                                                                    |
| CGI          | Centro de Gestión de Informática.                                                                                                                                                                                  |
| Piggybacking | Técnica de transmisión de datos bidireccional.                                                                                                                                                                     |
| Rack         | Estructura que permite sostener o albergar un dispositivo tecnológico. Se trata de un armazón metálico que, de acuerdo a sus características, sirve para alojar una computadora, un router u otra clase de equipo. |
| kPa          | Kilopascal unidad de presión.                                                                                                                                                                                      |

# **CAPITULO I**

## **Introducción**

## **1.1 Introducción**

Un centro de datos en el Hospital Monseñor Sanabria con el rango de TIER3 representa un avance progresivo a nivel nacional, pues se pretende adaptar los requisitos y condiciones que solicita la norma ANSI/TIA 942, para lograr la certificación.

La clasificación TIER3 posee un 99.982% de disponibilidad, esto afectará de manera positiva los diferentes procesos en el hospital. En Costa Rica no se cuenta con la certificación ANSI TIA 942 / TIER 3 para un centro de salud.

Esta norma busca analizar la infraestructura con el fin de valorar el espacio en donde se encuentra el centro de datos y además se obtiene el punto de partida por el cual se dirigirá la investigación.

Actualmente los datos se consideran el activo más importante de una empresa, por eso, no contar con su disponibilidad, traería consigo atrasos en las labores diarias realizadas dentro de las empresas. Para efectos de este proyecto los atrasos se verían reflejados en el HMS (Hospital Monseñor Sanabria), por este motivo, la certificación interviene como un medio para acoger buenas prácticas que ayudan al funcionamiento óptimo de un centro de datos, el cual abarca rubros como la parte eléctrica, mecánica, arquitectura, telecomunicaciones y seguridad. Por ello, contar con estas directrices llevará consigo aprobar la certificación reconocida a nivel mundial, obtener un TIER3 en el HMS marcará un antes y un después en la disponibilidad y confianza del centro de salud más importante de Puntarenas, pues ganará renombre a nivel nacional e internacional.

Esta norma proviene del instituto nacional estadounidense de estándares, también conocido como ANSI; dicha organización es la encargada de supervisar



todo lo relacionado con productos, servicios y procesos en los Estados Unidos y el mundo. A su vez, integra la Asociación de la Industria de Telecomunicaciones, conocida como TIA, una asociación comercial acreditada por ANSI, que representa las tecnologías de la información y comunicación al elaborar normas, certificación y asesoramiento en todo el mundo. Estas dos asociaciones se confabulan para crear las condiciones en las cuales se verá aprobada la certificación ANSI/TIA 942, que integra las características de TIER.

## **1.2 Justificación**

Actualmente, diferentes empresas se han enfocado en la protección de su centro de datos, esto, debido a la importancia de contar con una estructura que cumpla con las necesidades recomendadas para la protección y disponibilidad de los datos. Developnetwork (2016) indica:

La seguridad en los Centros de Datos tiene como objetivo garantizar que los sistemas salvaguarden los activos (todo aquello que en términos de información genere valor), así como el mantener la integridad de los datos y alcanzar los objetivos de almacenamiento y procesamiento de un modo eficaz y efectivo (p.24).

De acuerdo con lo anterior, la protección de la estructura es vital para la sostenibilidad de la empresa, pues, al contar con un área segura, se beneficia la disponibilidad de la empresa; esto, con el objetivo de mantener los datos resguardados.

La empresa CommScope destacó algunos beneficios que las entidades obtienen al contar con un centro de datos con infraestructura eficiente y actualizada.

Pérez A, (2015), indica algunos ejemplos:

Responder con mayor rapidez a las exigencias de los usuarios. Con el aumento de la población en las entidades se requiere cada vez más de una red de transmisión de datos estable y eficiente para garantizar que el servicio siga siendo confiable y pueda manejar el incremento de la demanda.

Ahorro de recursos. Reducir significativamente los gastos es una parte importante, no sólo se trata de un ahorro económico, sino de espacio físico para sus instalaciones, así como en gasto energético. Hay que recordar que un sobrecalentamiento puede ser de alto riesgo para el funcionamiento de los centros de datos.

Garantizar la continuidad de sus operaciones. Mantener en funcionamiento todos los sistemas es tema central para las instituciones, esto garantiza un servicio de calidad, facilitando diversos procesos de enseñanza e investigación.

Establecer un estándar de seguridad alto. Una infraestructura inteligente, correcta y eficiente garantiza mantener un control adecuado de cada parte del centro de datos, con ello se reducen al mínimo los errores humanos y se pueden identificar rápidamente las causas de los problemas que se presenten (p.6).

El propósito de contar con un área acoplada y enfocada para el resguardo de los activos de la empresa, va de la mano con cumplir una serie de lineamientos o normas para la creación y mantenimiento del centro de datos, en donde se busca el

beneficio de alargar el ciclo de vida de los dispositivos del cuarto de servidores, así como mantenerlo íntegro y seguro, para los procesos realizados día a día en la empresa.

Este proyecto se enfoca en un análisis de la infraestructura del centro de datos del Hospital Monseñor Sanabria, con el fin de valorarla y compararla con la norma TIER3. Se verificará si cumple con la norma y de no ser así, se citarán los puntos por seguir para alcanzar dicha norma.

Se brindará un documento con los resultados del análisis al encargado del área de informática, con el propósito de conocer el estado actual del área en donde se encuentran los dispositivos.

El beneficio de esta investigación será identificar y combatir posibles vulnerabilidades que eventualmente generarían un riesgo a los activos ubicados encuentra dentro del cuarto de servidores de la empresa, ya sean datos o equipo de cómputo.

### **1.3 Antecedentes históricos**

En Costa Rica, como en muchos otros lugares, se habla de la informática como un medio para la mejora continua en los quehaceres diarios; Internet, World Wide Web, el comercio electrónico, administración de servicios informáticos (redes, base de datos, activos, servidores), esto conduce a mostrar la informática como una necesidad mundial para los distintos procesos que, hasta hoy, se han visto en mejora, gracias a la tecnología.

Debido a las crecientes actualizaciones surgidas en el tema de la informática, muchas instituciones plantean mejorar las necesidades dentro de estas. Para ello,

hacen uso de la tecnología, con el fin de bajar costos de operación y que el rendimiento sea mucho mayor para su beneficio empresarial.

Se debe tomar en cuenta que, ante tal crecimiento de la tecnología para el manejo de la información, se han debido crear normas, estándares o leyes, que plantean brindar un servicio adecuado y de mayor rapidez, con una serie de enumerados que deben cumplirse. Estas, llevan a tomar en cuenta temas como la seguridad, tanto de la información como del personal, para mejorar así el rendimiento y funcionalidad de las empresas nacionales e internacionales.

Para ver reflejadas todas estas actualizaciones en la tecnología, se llevan a cabo proyectos que ofrecen fortalecer y mejorar las infraestructuras de informática. Ejemplos de estos proyectos son los siguientes:

José Javier Escobar Rodríguez, estudiante de la Universidad Católica de Ecuador, propone como proyecto final de estudio, un informe sobre cómo lograr una infraestructura estandarizada para lograr un TIER IV, al cual tituló: “Diseño de Infraestructura de un Data Center TIER IV de acuerdo con las especificaciones técnicas de la norma TIA-942”.

Dentro del documento se puede observar cómo el estudiante se basa en la norma ANSI/TIA, para proponer una infraestructura que se adecue a las especificaciones en un grado TIER IV.

Aunque el estudiante no se basa en la creación de un centro de datos para una empresa, deja claro que este puede ser adaptado a las necesidades de una entidad que requiera un TIER IV, pues el proyecto se basa en el cumplimiento de las normas para lograr la estandarización. Escobar (2015), afirma:

El caso de estudio a desarrollarse se basa en el diseño de un Data Center TIER IV a nivel de infraestructura en los sistemas: eléctrico, climatización, seguridad física, comunicaciones. El diseño no contempla una implementación a nivel de empresa por el momento, sin embargo, al seguir los parámetros técnicos de la normativa TIA-942 puede ser adoptado para la implementación del mismo en cualquier empresa (p.5).

El estudiante parte del análisis de los requerimientos necesarios para la elaboración del proyecto, que ejemplifique y además muestre, las recomendaciones generales de la norma ANSI/TIA, para un centro de datos TIER IV.

Escobar inicia su proyecto justificando que actualmente las empresas dependen mucho de la información que manejan, de los datos de suma importancia y necesarios para el cliente o bien, el usuario final. Dentro de la justificación, Escobar (2015), menciona:

Hoy, en la actualidad, la base de crecimiento de una empresa depende del uso de la tecnología como herramienta fundamental, cada día las transacciones deben ser lo más rápidas y fáciles para el usuario final, de igual manera la publicidad tiene como base el manejo del Internet para una proyección nacional e internacional, el uso de un software para el manejo y control de las actividades de una empresa se vuelve muy necesario, principalmente el almacenamiento de la información y la necesidad de mantener esa información siempre disponible para el cliente externo e interno es algo imprescindible hoy en día por ende los equipos y los servicios de tecnología son un activo de vital importancia dentro de una empresa (p.5).

Lo expuesto por el estudiante es de suma importancia, pues el mundo va en progreso, cada día hay nuevas tecnologías y con ello actualizaciones de información; lo que tiempo atrás era escrito en papel, hoy se escribe en documentos electrónicos editables. Para poder guardar todo tipo de documentos y albergar cantidades masivas, se ocuparía un centro de datos, el cual permita tenerlos siempre a disposición.

En la Escuela Politécnica Nacional de Quito, Ecuador, los estudiantes Alberto Mejía Viteri e Israel Andrés Murillo Tipán, llevan a cabo un proyecto denominado: “Diseño de un data center según las especificaciones de la norma ANSI/TIA 942 para el ISP ECUAONLINE S.A”.

El proyecto trata sobre el diseño de un centro de datos nivel III, para el ISP ECUAONLINE S.A., una empresa dedicada a la venta de servicios de internet corporativo.

El documento se encuentra dividido en cinco capítulos; en el primero, los ingenieros realizan una descripción teórica de las herramientas por usar para el proyecto, las cuales son señaladas dentro del uso de la norma ANSI/TIA 942, norma en la cual se rige el proyecto.

El proyecto de los estudiantes en ingeniería busca proporcionar una solución técnica, basada en las necesidades de la empresa, los requerimientos y proyecciones que tengan a futuro. Para ello, Mejía y Murillo (2015), mencionan: “El diseño del Data Center constituye una gran ayuda que permitirá mejorar las falencias existentes además de incorporar nuevos servicios que se pueden ofrecer a través de esta infraestructura” (p. 22).

Por otra parte, en Ecuador, específicamente en la ciudad La Libertad, el Ing. Hugo Paltán Orellana, realizó un estudio relacionado con el desarrollo de estándares para la creación de un centro de datos en la Universidad Estatal Península de Santa Elena. Denominó al proyecto: “EL DESARROLLO DE ESTÁNDARES Y PROCEDIMIENTOS PARA LA CREACIÓN DE UN DATA CENTER EN LA UPSE”.

El Ing. Paltán muestra en su proyecto la problemática en la UPSE (Universidad Estatal Península de Santa Elena) en el cuarto de servidores del lugar, por la falta de un diseño que cumpla con la norma ANSI/TIA 942. Otra problemática expuesta en el documento, muestra la falta de un manual de procedimientos informáticos, de ahí la idea de iniciar su investigación proponiendo las especificaciones técnicas correspondientes, un plan de contingencia informático, un manual de procedimientos y un diseño de centro de datos.

Mediante una entrevista realizada al jefe de Infraestructura de Redes de la UPSE (Ing. Wellington Robis) el Ing. Paltán pudo averiguar las problemáticas del lugar; luego de realizar este procedimiento de análisis implementó una serie de preguntas para indagar las necesidades del sitio. Luego realizó otra serie de preguntas, esta vez dirigidas principalmente al personal de la UPSE, quienes estaban más involucrados con el proyecto y pudieron brindar información más certera sobre las principales necesidades requeridas por la Universidad.

Tomando en cuenta todas las medidas necesarias para la incorporación de un centro de datos bajo la norma TIER 1, el Ing. Paltán llevó a cabo una investigación que le permitió proponer las especificaciones técnicas, el diseño del centro de datos,

un plan de contingencia informático y un manual de políticas y procedimientos informáticos.

En la Universidad Nacional de Loja, el Estudiante Diego Germán Salas Paucar llevó a cabo un proyecto denominado: “Diseño del sistema de Suministro Eléctrico del Data Center de la UNL, Bajo la Norma Tier III”.

Salas (2015) indica que el proyecto busca lograr:

El rediseño del centro de datos de la Universidad Nacional de Loja pretende aumentar la disponibilidad para todos los usuarios de los servicios informáticos, es por esto que se considera de vital importancia la reestructuración de la infraestructura eléctrica, y así garantizar el funcionamiento en condiciones seguras (p.22).

Dentro de su proyecto, Salas afirma que la Universidad alberga gran cantidad de servidores utilizados para diversos servicios, lo cual permiten observar la importancia de estos dentro de una empresa; por ejemplo, para reforzar la productividad, permitir acceso simultáneo, proteger sistemas y datos; y un mejor manejo de aplicaciones de software. Salas (2015) menciona:

El centro de datos de la Universidad Nacional de Loja alberga gran cantidad de servidores que son utilizados para servicios como el Sistema de Gestión Académica (SGA), Sitio WEB, Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA), Servidores de Red, Servidores de Networking de monitoreo, DNS, DHCP, CACTI, NAGIOS, RADIUS etc. El acceso a estos servicios se realiza a través de una red LAN (p.23).

Los centros de datos, al día de hoy, se han convertido en una necesidad más que en una ayuda; tal es el caso de esta universidad, que, acorde con lo mencionado



por el estudiante en su documento, necesita de un centro de datos que cumpla con las necesidades de la institución. Salas (2015) describe:

En la actualidad, la U.N.L no cuenta con un centro de datos óptimo, acorde a las necesidades actuales, por esta razón sufre un sin número de inconvenientes debido a sus múltiples deficiencias; por lo cual se ha planteado como objetivo del presente proyecto realizar un diseño eléctrico que preste las garantías acordes a las necesidades de todos sus usuarios, con la finalidad de garantizar la continuidad, confiabilidad y seguridad de servicio de telecomunicaciones.

El principal objetivo de Salas, es que, con los antecedentes encontrados, se desarrolle un proyecto, cuya finalidad es que la Universidad posea un centro de datos, acorde con las exigencias actuales, con proyección futura y que permita solucionar los problemas existentes.

El proyecto de Salas se ve dividido en cuatro capítulos; en el primer capítulo el estudiante se dedica al levantamiento de información del estado actual de la infraestructura del centro de datos.

En el segundo capítulo lleva a cabo un análisis de los parámetros que rigen la norma ANSI/TIA 942, para implementarlos en la infraestructura del centro de datos. Salas (2015) se basa en los siguientes puntos:

Se realiza el análisis de las normas utilizadas para diseño de la infraestructura eléctrica en centros de datos, las normas consideradas son ANSI/TIA/EIA-942 la cual brinda recomendaciones para el diseño de este tipo de instalaciones haciendo especial referencia en el sistema eléctrico, la ANSI/TIA/EIA-607 la cual especifica parámetros para la puesta a tierra (p.ix).

En dicho apartado del documento, se señala la estandarización de los centros de datos, como parte de una medida para la disponibilidad de la información; de aquí la importancia de optar por una norma o un estándar para llevar a cabo un proyecto siguiendo lineamientos, pasos, medidas, que ayuden a dar un servicio eficaz y colabore con las necesidades de las empresas e instituciones.

#### **1.4 Alcances del proyecto**

Analizar y observar la infraestructura actual del centro de datos del HMS y compararla con la norma TIER3, esto con el objetivo de investigar y confeccionar un documento en donde se muestren los resultados de la investigación. El cumplimiento de los estándares brindará un adecuado manejo del centro de datos, así como el buen funcionar de los sistemas que se encuentran en el área del centro de cómputo. Por eso la importancia del proyecto como base primordial para la implementación de estándares o normas al centro de datos para el HMS.

El proyecto planteado para la estandarización del centro de datos trata de cumplir los objetivos como metas, para ello se enumeran algunos alcances, como propósito de planeación del proyecto:

1. El principal alcance del proyecto es entregar y reflejar en un documento, la importancia de estandarizar un centro de datos para beneficio del hospital. Además, en dicho documento, que se entregará a los administrativos en el área de tecnología de la información, se verá reflejado el estudio completo del sitio, con las medidas descritas en la norma TIER3, diseño y asignación de los espacios respectivos de cada área y controles, para obtener la mayor funcionalidad de estas.

2. Identificar los puntos vulnerables, actualmente, en el centro de datos del HMS. Al analizar sus necesidades, se podrá definir cuáles se cumplen y serán de utilidad para el proyecto y cuáles deberán ser modificadas, para la implementación de la norma, así mismo, se planteará qué los equipos necesarios para el diseño del centro de datos y las especificaciones por cumplir.

### **1.5 Limitaciones**

Falta de actualización de los documentos, los cuales muestran la estructura actual del centro de datos, luego de la reestructuración sufrida por el impacto del terremoto en el 2012.

Al sufrir un cambio el edificio, debido a la afectación del terremoto del 2012, el centro de datos requirió un cambio estructural y el plano de la estructura actual es erróneo. Por esto, se podría encontrar un escenario en donde la falta de actualización o pérdida de los documentos afecten el objetivo del proyecto. De presentarse esta limitación, influirá en la recaudación de datos para cumplir con la investigación.

### **1.6 Objetivo general**

Analizar la infraestructura física del centro de datos del Hospital Monseñor Sanabria de Puntarenas basado a la norma TIER 3 durante el tercer cuatrimestre del año 2018.

## 1.7 Objetivos específicos

- Identificar los riesgos que podrían afectar la infraestructura actual del centro de datos del Hospital Monseñor Sanabria.
- Identificar las normas de diseño utilizadas para el desarrollo del centro de datos del Hospital Monseñor Sanabria mediante revisión de documentación interna.
- Contrastar la norma utilizada en el desarrollo de la infraestructura del centro de datos del Hospital Monseñor Sanabria de acuerdo con lo que establece la norma TIER 3.

## 1.8 Variables

- ANSI/TIA 942 - El propósito de esta Norma es proporcionar requisitos y pautas para el diseño e instalación de un centro de datos o sala de computadoras (ANSI/TIA 942, 2012, p16).
- TIA está acreditada por el American National Standards Institute (ANSI) como una organización de desarrollo de estándares (SDO). Los comités de ingeniería de TIA crean estándares y documentos técnicos basados en las pautas establecidas por los requisitos esenciales de ANSI. [tiaonline.org](http://tiaonline.org)
- Centro de datos - un centro de datos es un edificio (o una sección del mismo) cuya función principal es albergar una sala de computadoras y sus áreas de soporte (ANSI/BICSI 002-2014, p40).
- TIER3 - es una clasificación dada a los centros que se plasmó en el estándar ANSI/TIA 942 y otorga un nivel de 1 a 4 a los cuartos de cómputo, basado en su infraestructura y disponibilidad de la información.

- Infraestructura - Conjunto de elementos, dotaciones o servicios necesarios para el buen funcionamiento de un país, de una ciudad o de una organización cualquiera (dle.rae.es).
- Sistema informático - para este proyecto se entiende como el grupo de software (partes lógicas) y hardware (partes físicas) que conforman un sistema para interactuar con los datos digitales de una persona u organización.
- Telecomunicaciones - cualquier transmisión, emisión o recepción de señales, signos, escritos, imágenes y sonidos o inteligencia de cualquier naturaleza por medio de cables, radio, visual u otros sistemas electromagnéticos (La Unión Internacional de Telecomunicaciones ITU).
- Tecnologías de la información y comunicación - Las tecnologías de Información y Comunicación (TICs) son el conjunto de herramientas relacionadas con la transmisión, procesamiento y almacenamiento digitalizado de la información. Un aliado del emprendimiento, tanto en nuevos conceptos como en lo tradicional.

# **CAPÍTULO II**

## **Marco teórico**

## **2.1 Marco teórico**

En este capítulo se definen todos los elementos que conforman el desarrollo de un centro de datos, además de definir y especificar sus principales funciones dentro del proyecto.

### **2.1.1 Centro de datos**

Los centros de datos facilitan el procesamiento y almacenamiento de la información. Salas (2015) indica:

Un centro de datos está relacionado con todos los recursos ineludibles para el procesamiento de la información de una organización que ocupa servicios de telecomunicaciones encargándose del tráfico, procesamiento y almacenamiento de la información. Debe ser una infraestructura que ofrezca seguridad al suministro de datos y que sea capaz de adaptarse a los cambios como el crecimiento de información y la reconfiguración del mismo (p.23).

La principal característica de los centros de datos es tener a disposición, en todo momento, la información requerida por la empresa para los usuarios que la requieran, ya sean internos o externos; todo depende de la finalidad del uso de los datos que utilice la empresa. Salas (2015) menciona:

En la actualidad, el centro o Sala de Telecomunicaciones es crítico en toda institución pública o privada, más aún en una institución de Educación Superior; en él se agrupan todos los recursos tecnológicos necesarios para el procesamiento de datos, brindando garantías de confidencialidad, disponibilidad e integridad de la información (p.23).

Un ejemplo claro sería la utilización de los centros de datos en un banco; los usuarios necesitan tener acceso a sus cuentas, para confirmar los movimientos realizados, por medio de aplicaciones conectadas a grandes centros de datos; los usuarios pueden realizar sus consultas, este sería un ejemplo del uso de los centros de datos a nivel de usuarios externos a la empresa. De manera interna, la utilización de los centros de datos se ve reflejada en administración y el uso que los empleados de la empresa brindan, para el manejo de la información interna utilizada para los procesos de trabajo en la empresa.

### **2.1.2 Planeación de un centro de datos**

El uso de los centros de datos mitigará las necesidades de la empresa; pueden servir para albergar un servidor de correos, hasta realizar grandes cantidades de consultas al servidor de almacenamiento masivo de información, con lo cual cumplen la gran demanda del trabajo día a día, en la institución. Es de suma importancia saber clasificar las necesidades de la empresa, para llevar a cabo una infraestructura adecuada.

Dentro de la planeación que conlleva la creación de un centro de datos, están las medidas por tomar, para la construcción del edificio; en ellas se consideran las prevenciones en cuanto a algún desastre de carácter natural, o bien, provocado por humanos. Jason Hood, Rextec (2019), indica:

Elegir una ubicación y tener en cuenta factores como el medio ambiente, el clima, la energía, la conectividad de fibra, los costos del trabajo y los impuestos, pero también debe empezar a evaluar el riesgo de desastres naturales y evitar áreas propensas a las inundaciones.



Existen estándares de la industria para ayudar a guiar la ubicación de las instalaciones. Por ejemplo, el TIA 942, un estándar nacional estadounidense (ANS) para la fiabilidad del centro de datos, incluye pautas para la protección contra riesgos físicos, incluidos incendios, inundaciones y vientos. El TIA 942 sugiere que los centros de datos del Nivel IV deben ubicarse a más de 91 metros de las llanuras de inundación y a 1 kilómetro de las vías costeras o interiores (p.1).

Todo proyecto inicia con la medida de tomas de decisiones, para efectos de algún desastre natural, sea de carácter humano o provocado por alguna mala acción de una persona, dentro o fuera de la institución.

Dentro de las características de un edificio idóneo para albergar un cuarto de servidores, ya sea construido por primera vez o remodelado, deben cumplir, al menos, ciertos estándares de carácter obligatorio, para la puesta en marcha de un centro de datos. Ángel Eulises Ortiz (2019), menciona:

El diseño del centro de datos incluye enrutadores, conmutadores, firewalls, sistemas de almacenamiento, servidores y controladores de entrega de aplicaciones.

Debido a que estos componentes almacenan y administran datos y aplicaciones críticas para el negocio, la seguridad del centro de datos es fundamental en el diseño del centro de datos. Juntos, proporcionan:

- Infraestructura de red. Esto conecta los servidores (físicos y virtualizados), los servicios del centro de datos, el almacenamiento y la conectividad externa a las ubicaciones de los usuarios finales.

- Infraestructura de almacenamiento. Los datos son el combustible del centro de datos moderno. Los sistemas de almacenamiento se utilizan para mantener este valioso producto.
- Recursos informáticos. Las aplicaciones son los motores de un centro de datos. Estos servidores proporcionan el procesamiento, la memoria, el almacenamiento local y la conectividad de red que impulsan las aplicaciones (p.2).

La infraestructura del lugar y sus componentes son de suma importancia para la creación de un centro de datos. Todas estas medidas maximizan los procesos que estos puedan tener en su vida útil; por eso, la importancia de invertir en un edificio que cumpla al menos con las características principales mencionadas anteriormente.

Otro aspecto importante es la seguridad de la infraestructura y de la información dentro del centro de datos; se deben tomar las medidas necesarias mediante mecanismos de seguridad, tal y como lo muestra Ramírez Cardona (2016):

La seguridad en los Centros de Datos tiene como objetivo garantizar que los sistemas salvaguarden los activos (todo aquello que en términos de información genere valor), así como el mantener la integridad de los datos y alcanzar los objetivos de almacenamiento y procesamiento de un modo eficaz y efectivo.

El diseño de los Centros de Procesamiento de Datos debe de tener en cuenta algunas consideraciones especiales, dado que en ellos se concentran millones de datos y servicios informáticos, lo que los hace excepcionalmente

propensos a problemas potenciales, tanto lógicos como físicos, que pueden afectar la seguridad y funcionamiento (p.2).

### **2.1.3 Instalaciones físicas de un centro de datos**

Es importante definir la estructura física de un centro de datos para maximizar su vida útil, por ello, se definen los componentes de un centro de datos y su importancia para la arquitectura del lugar. Los componentes que integran un centro de datos son:

- Piso falso
- Cuarto eléctrico
- Escalera porta cables
- Instalaciones eléctricas
- Sistemas de aterrizamiento
- Sistema de energía interrumpida
- Aire acondicionado

### **2.1.4 Piso falso**

El piso falso es una de las características comunes de los centros de datos y se basa en la distribución del cableado eléctrico a través de la superficie. EDITEL (2020) se refiere al piso falso como:

Es un piso hecho de placas modulares y removibles que se encuentra sobre el nivel del firme terminado, siendo su principal función crear un espacio para pasar y ocultar instalaciones eléctricas, voz, datos, etc. y/o crear una “cámara plena” para la distribución eficiente de aire acondicionado de precisión. (p.1)

### **2.1.5 Cuarto eléctrico**

Es la infraestructura que debe tener un centro de datos para los componentes eléctricos distribuidos en el lugar, además, esta zona se encarga de repartir, sin interrupción, el fluido eléctrico. Eléctrica Aplicada (2020) detalla:

Desde el punto de vista del diseño eléctrico, un centro de datos es una jerarquía de dispositivos eléctricos que transmiten energía desde una fuente de alimentación a racks de servidores. Una o más alimentaciones llegan de la compañía eléctrica antes o después de que sus voltajes se transformen en niveles utilizables. El equipo de conmutación proporciona, entre otras cosas, un punto de desconexión para la alimentación desde la red.

Donde sea necesario, los UPS y los generadores proporcionan energía de respaldo transitoria y de más largo plazo.

Sistemas de distribución de alimentación por conducto y por cable en los centros de datos. Los mecanismos de distribución de energía entregan electricidad a racks y sistemas independientes. Dentro de los racks, los sistemas de distribución más pequeños proporcionan energía a servidores individuales. Este capítulo describe los diversos pasos en la cadena de distribución; el siguiente capítulo describe las formas en que la eficiencia, la modularidad y la flexibilidad se pueden introducir en cada paso (p.2).

El uso apropiado y la implementación de la redundancia pueden aumentar la eficiencia y reducir los costos de construcción y operación, durante el ciclo de vida del centro de datos. Un diseño eléctrico flexible y modular puede admitir múltiples niveles en el mismo centro de datos, para que el costo del nivel de servicio se más alto y se gaste solo en los sistemas que lo requieren.

### **2.1.6 Escalera porta cables**

Debido a la gran cantidad de cables albergados un centro de datos y que a su vez se encuentran distribuidos por el edificio, surge la necesidad de crear escaleras porta cables o bien, canaletas, como bien se le conocen en Costa Rica a los dispositivos para organizar cantidades grandes de cables. SEDEMI S.C.C (2019) indica:

La bandeja porta cables es simplemente una estructura tipo puente que lleva cables eléctricos y de datos durante todo un proyecto. La bandeja porta cables está disponible en una gran variedad de materiales y con diseños finales correspondientes a la ubicación, carga y requisitos estéticos. Usando bandejas porta cables, todos los tipos de cableado pueden ser instalados en una forma eficiente, manejable y cómoda (p.1).

La mejor forma de elegir un sistema de bandejas porta cables es considerando el lugar, la carga y el medio ambiente.

El diseño depende de muchos factores, incluyendo la naturaleza de los cables por ser instalados, condiciones del lugar y estética

### **2.1.7 Instalaciones eléctricas**

La instalación eléctrica es la parte más importante para mantener la disponibilidad de la información de un centro de datos, pues todos los dispositivos usados en un cuarto de servidores, requieren que el fluido eléctrico sea constante y no sufra interrupciones. Por tal razón, se debe prestar atención a los componentes que cumplen la función para el trasiego de la información, en donde se ve involucrado el sistema eléctrico del centro de datos; si esta falla, se afectan los

dispositivos dentro del cuarto de servidores. El Ing. García (2015) muestra la importancia de este punto:

Desde el punto de vista eléctrico, la redundancia es el nivel de confiabilidad y disponibilidad del centro de datos, el cual se logra con instalaciones y componentes eléctricas adecuadas para garantizar el funcionamiento; así como topologías eléctricas propuestas de estándares normativos, que son conceptos del nivel de redundancia (p.1).

Los centros de datos se ven categorizados por entidades que clasifican su funcionar de acuerdo a la fluidez con la que se ve envuelto el sistema de energía que posean, actualmente existen dos instituciones que se encargan de brindar esta estandarización, una de la más común es la Asociación de la industria de telecomunicaciones, el Ing. García (2015) muestra de que se encarga esta Asociación: “emite el estándar TIA-924 en el que establece 4 niveles de disponibilidad, TIER 1, 2 3 y 4; además del concepto TIER, que es el grado de redundancia que se tiene en un sistema” (p.1).

Una recomendación al crear un centro de datos es tener un respaldo de energía para brindar un servicio óptimo, al igual que sucede con los servicios o programas que se ofrezcan. Además, se debe visualizar el crecimiento de la empresa en un futuro; de ahí, el considerar todos los componentes adecuados y los espacios que estos puedan ocupar. El Ing. García (2015), explica la principal función de una fuente extra de energía, o bien, un sistema de respaldo en los distintos dispositivos del centro de datos:

Se debe de tener especial cuidado en la instalación eléctrica, ya que el diseño deberá contemplar la capacidad, crecimiento, mantenimiento y redundancia

de la instalación. Se propone que existan dos alimentaciones de energía, las cuales a través del sistema propuesto se dividirán en dos secciones: el ramal A y el ramal B. La filosofía de operación del sistema recordando que el diseño del mismo está pensado para que en ningún momento la carga crítica quede sin alimentación, siendo desde este punto de vista el objetivo principal. (p.1).

### **2.1.8 Sistemas de aterrizamiento**

Los sistemas de aterramiento son importantes en un centro de datos, porque influyen en la duración de la vida útil de los equipos; son los encargados de dar soporte a los dispositivos, al llevar las sobrecargas de voltaje a tierra, con el objetivo de evitar el deterioro de los equipos. El Ing. Del Río (2015), muestra las principales ventajas de poner los sistemas de aterrizaje en los centros de datos:

Las instalaciones de cableado estructurado deben de ser puestas a tierra con el objeto de conseguir las tres siguientes ventajas:

- Protección de las personas que manipulan los diferentes equipos electrónicos y armarios de cableado, ante averías fortuitas que pueden provocar que las masas metálicas de los elementos anteriores queden bajo tensión.
- Protección de los equipos electrónicos activos ante descargas eléctricas provocadas por fenómenos atmosféricos
- Protección de los equipos electrónicos y del propio cableado estructurado ante interferencias electromagnéticas (p.1).

El peligro es inminente si de electricidad se habla, por ello, la importancia de llevar a cabo todas las medidas necesarias para no ver al personal afectado, ni a los equipos que requieran de fluido eléctrico. El Ing. Del Río (2015), menciona:

En una instalación de cableado estructurado, tanto los equipos activos como switches y routers, y los propios racks metálicos contienen conexiones a la red eléctrica, y por tanto un fallo de aislamiento en los mismos conduciría a la situación de peligro. Una conexión a tierra de dichos armarios o racks y de los equipos electrónicos allí instalados es de carácter obligatorio (p.1).

Según lo mencionado en la cita anterior, como buena práctica se debe colocar una toma a tierra, para evitar golpes eléctricos a los componentes antes mencionados; de esta manera, se busca alargar la vida útil de los equipos.

#### **2.1.9 Sistema de energía ininterrumpida**

Podría llegar a haber fallos por parte del proveedor de electricidad, por ello, la importancia de agregar dispositivos que ayuden con el abastecimiento de energía como medida ante un fallo. Se pretende no interrumpir los procesos llevados a cabo en el centro de datos. Las UPS son utilizadas para prever cualquiera de estos problemas, ya sea desde un corte de fluido eléctrico, hasta inestabilidad con los picos de voltaje. Las UPS son las encargadas de mantener el control del fluido eléctrico y que este no dañe los componentes ubicados en el centro de datos. TECNOREVIEWS (2020) muestra los beneficios de las UPS:

Una de las principales ventajas de un UPS es que no permite que el flujo de electricidad se interrumpa abruptamente debido a un corte de energía, ya que



estas sobretensiones a menudo ni siquiera son perceptibles por los humanos, pero afectan muchos dispositivos electrónicos.

Cuando ocurre un corte de energía, sus baterías son las que mantienen los dispositivos encendidos hasta que puedan apagarse. Por lo general, no tienen la capacidad de mantenerlos por mucho tiempo, pero es suficiente para que guarde documentos importantes y apague la máquina (p.1).

Debe quedar claro que no solo los dispositivos más grandes dentro de un centro de datos, necesitan de la protección contra interrupción del fluido eléctrico; también todos los componentes que permiten garantizar un servicio óptimo a los usuarios. Por ello, la TECNOREVIEWS (2020) muestra la importancia de los UPS:

Suministran energía instantáneamente a su dispositivo para que no tenga que esperar para terminar lo que estaba haciendo. Además, los UPS son mucho más silenciosos que los generadores de energía, por lo que no lo distraerán con el ruido y lo obstaculizarán en las otras cosas que necesita resolver (p.2).

#### **2.1.10 Aire acondicionado**

Debido al calentamiento de los dispositivos ubicados dentro del centro de datos, es importante invertir en un sistema de refrigeración estable en cuanto a sus niveles de climatización. UPSISTEMAS (2016) se refiere al propósito de los aires acondicionados en los centros de datos:

Con el fin de mantener las condiciones ambientales precisas para la integridad de servidores y por ende de la información que en ellos se almacena, es indispensable contar con un sistema de regulación de

temperatura que controle los niveles de humedad en las salas de almacenamiento de estos activos electrónicos (p.1).

Es importante definir las constantes actualizaciones en los componentes o dispositivos informáticos, cada vez estos consumen más recursos, que a su vez incrementan el consumo eléctrico y por tanto, tienden a calentar más. Por ello, pese a los constantes cambios, se debe estar equipado para mantener el buen funcionamiento de estos dispositivos. El Ing. Galván (2013) explica los cambios constantes respecto de los aires acondicionados:

El incremento exponencial de las nuevas tecnologías informáticas lleva a los diseñadores de Datacenter a plantearse nuevos paradigmas de enfriamiento, esto es consecuencia del incremento de las cargas térmicas, por lo que una demanda de mejoras tecnológicas de enfriamiento que garanticen un funcionamiento exento de fallas. La demanda por el almacenamiento y procesamiento de datos al igual que el costo del suministro de energía para los sistemas de refrigeración, va en aumento produciendo un aumento en el consumo energético del Datacenter, y esto es un punto a tener en cuenta cuando se ponderan los costos de operaciones (p.37).

De igual forma, el Ing. Galván (2013), propone una serie de características que debe de cumplir un sistema de aire acondicionado para el uso óptimo de un centro de datos:

1. Caudal de aire: Tiene un caudal de aire grande y un salto de temperatura pequeño a través del serpentín de enfriamiento.
2. Temperatura de evaporación del refrigerante: Alta temperatura positiva, 5 a 8 grados centígrados.

3. Superficie del serpentín de evaporación a igual velocidad de pasos de aire: Grande, por motivo del gran caudal de aire.
4. Capacidad sensible: De 90 - 100 % de la capacidad total.
5. Capacidad latente: De 0 - 10 % de la capacidad total.
6. Formación de hielo en el evaporador en invierno: No se forma hielo gracias a una regulación de presión de condensación constante en el circuito de refrigeración, la cual mantiene estable la temperatura de condensación, independientemente de las temperaturas exteriores.
7. Humificación: Tiene humidificador integrado.
8. Deshumificación: Tiene el proceso de deshumificación controlado, tiene poscalefacción para corregir la desestabilización de la temperatura en la sala.
9. Selección de calidad de componentes: Componentes de larga vida.
10. Nivel de ruido: Nivel de ruido mediano - alto por tener caudales de aire grandes.
11. Costo del equipo: Alto costo.
12. Ubicación del compresor: Dentro del climatizador.
13. Desnivel entre el compresor y el evaporador: Compresor inferior al evaporador limitado por el motivo del retorno del líquido.
14. Control inteligente: Amplia prestación, control de temperatura y humedad relativa en estrechas tolerancias, síntesis de fallas, integra la filosofía de redundancia (N+1), rotación de equipos, enclavamientos (p.38).

Cumplir con todas estas características no significa un servicio de calidad al 100%; por ello, es importante considerar el mantenimiento a los equipos de aire acondicionado, tanto preventivo como correctivo. Es trascendental aclarar ciertas

funciones para aumentar su vida útil y proteger los demás equipos dentro del centro de dato, para ello, el Ing. Galván (2013) señala las principales funciones de prevención:

- Chequeo y registros del sistema
- Se debe chequear el funcionamiento de los siguientes componentes del sistema de aire acondicionado
- Forzadores de aire.
- Compresores.
- Válvula solenoide de línea de líquido.
- Resistencias.
- Humidificador (p.41).

Al revisar estos componentes, se busca el buen funcionamiento del aire acondicionado, con el objetivo de evitar futuros daños de los dispositivos por el mal uso del aire. Otras funciones que menciona el Ing. Galván (2013) son:

El sistema debe ser capaz de llevar un historial de alarmas, de modo que la central será la encargada de guardar los últimos eventos registrados mediante la activación de alarmas. Estos eventos quedarán registrados con el día, hora y minutos en el cual ocurrió.

- Temperatura de control alta.
- Temperatura de control baja.
- Humedad de control alta.
- Humedad de control baja.
- Alta presión en el filtro diferencial.

- Falla en el sensor del retorno.
- Alta temperatura de suministro.
- Baja temperatura de suministro.
- Flujo de aire bajo o nulo.
- Falla en el sensor de suministro.
- Falla en el regulador de agua.
- Alta presión interna.
- Baja presión de succión.
- Falla en el humidificador.
- Detección de agua internamente.
- Detección de fuego.
- Detección de humo.
- Falla en las bombas.

Además, se registrará los tiempos de operación de cada uno de los siguientes componentes:

- Compresores.
- Humidificador.
- Deshumidificador.
- Forzadores de aire.

Los equipos del sistema de aire acondicionado redundante deberán realizar balanceo de operación y permitir alternar su funcionamiento mediante programación de maniobras ON/OFF.

La capacidad deberá ser suficiente para soportar la demanda actual y un crecimiento en racks y servidores adicionales del 50% de la capacidad instalada en el Datacenter (p.42).

#### **2.1.11 Sistema de detección y extinción de incendios**

Un buen sistema de control de incendios podría ahorrar a la empresa gran cantidad de dinero. Al crear un centro de datos se debe tener clara la exposición ante los desastres, entre ellos, los incendios, que, aunque podría ser causado por el factor humano, también podrían surgir por una sobrecarga en los equipos. Lo importante del caso es mantener un buen sistema antiincendios, para mitigar algún conato de incendio; esto, sin causar mayores daños y proteger en cierta forma el equipo restante, en peligro de dañarse. El Ing. Galván (2013) muestra la importancia para los cuartos de servidores, un sistema de control de incendios adecuado:

El Datacenter debe poseer un sistema de detección y extinción de incendio, en todos los cuartos involucrados en el funcionamiento del mismo. El sistema de detección y extinción de incendios deberá cubrir los riesgos de incendio y conflagración mediante un sistema electrónico de detección, alarma y extinción automática compatible con las normas vigentes. El sistema de detección de incendios deberá detectar conatos de incendio y conflagraciones, mostrando oportunamente a los operadores para apoyar los planes de extinción y evacuación (p.64).

Es de suma importancia saber que no cualquier extintor puede servir en un centro de datos; para ello, existen entidades encargadas de estandarizar los mecanismos adecuados para combatir la situación y saber cuál equipo usar según

sea el caso. El Ing. Galván (2013), opina sobre entidades a nivel mundial, encargadas de controlar estos dispositivos y de crear normas para llevar a cabo una buena acción ante un desastre (incendio):

El sistema de detección deberá contar con un panel de control, y con conexión física a detectores de humo, los cuales deberán estar localizados sobre el techo y bajo el piso falso del Datacenter. Este poseerá documentado los cálculos hidráulicos del sistema de detección y extinción de incendios, de acuerdo a la norma NFPA 2001 (National Fire Protection Association) por medio de un software especializado y desarrollado por los fabricantes de los equipos de detección y extinción de incendios (p.65).

En la implementación de un sistema de detección de incendios es de utilidad incorporar ciertos componentes con características respaldadas por una norma internacional, para contribuir a la mitigación de incendios. Conocer y aplicar las normas NFPA, UL y FM, ayudará en la implementación de estos sistemas, por tal razón, el Ing. Galván (2013) describe una lista de componentes ciados a continuación:

La solución propuesta debe ser diseñada e instalada de acuerdo con las normas y códigos existentes, NFPA (National Fire Protection Association), UL (Underwriters Laboratories) y FM (Factory Mutual), entre otros. De acuerdo con los resultados del estudio de los cálculos hidráulicos, se deberá ofrecer las cantidades mínimas necesarias de los siguientes componentes que garanticen la efectividad del sistema para la detección y extinción de incendios:

- Cilindros para almacenamiento del agente argón o ecaro 25 u otro agente de iguales o superiores características, con válvula de descarga.
- Agente extintor (argón o ecaro 25, igual o superior).
- Mangueras de descarga.
- Actuador eléctrico.
- Actuador manual.
- Interruptor de presión.
- Supervisor de baja presión.
- Boquilla de descarga. 66
- Avisos de alarma sobre el agente extintor.
- Tablero de control.
- Detectores de humo y temperatura.
- Cornetas con luz.
- Módulos de monitoreo y control.
- Planos de todos los sistemas implementados.
- Manuales entrenamiento y operación.
- Plan de evacuación.
- Comité de crisis.
- Plan de restauración (director técnico de crisis) (p.66).

Se deben tomar las medidas necesarias para la prevención y corrección de un desastre como un incendio; para eso, se debe invertir en tecnología de punta, la cual actúe de manera eficiente ante algún problema de esta magnitud. El Ing. Galván (2013), muestra el funcionamiento de estos sistemas de punta:



El Data center debe especificar a través de políticas de seguridad el modo de operación del sistema, detallando como mínimo la forma de garantizar la continuidad en el servicio, en el caso de falla en el suministro de corriente (Plan de contingencia). El sistema de detección debe ser de tecnología de punta tipo direccionable e inteligente, el cual recibe las señales de los detectores de humo o temperatura ubicados en los diferentes sitios. El tablero al recibir la señal de un detector, procesa la señal y da una alarma por medio de la corneta con luz de alarma. Después de verificar la señal por medio del accionamiento de otro detector, da una señal eléctrica al solenoide del actuador eléctrico de los cilindros del agente extintor, para iniciar la inundación total con el agente en el recinto protegido, sobre y bajo el piso falso y extinguir el fuego en un tiempo no mayor a sesenta (60) segundos. Paralelamente da la señal de apagar el aire acondicionado, la válvula solenoide puede ser accionada manualmente mediante la operación de la estación manual ubicada en la salida de las áreas protegidas (p.66).

#### **2.1.12 Sistema de seguridad y control de acceso**

La seguridad en un centro de datos es un punto por tomar en consideración, pues el acceso a esta área será de carácter restringido, solo podrá ingresar el personal autorizado. Existen diferentes métodos de acceso desde una identificación a nivel empresarial, que permita el paso al personal, hasta lectores visuales, que albergan una tecnología de punta. Sin embargo, el más usado por la seguridad que brinda es el método de lectura dactilar, pues cada persona tiene rasgos distintos, lo

cual genera mayor seguridad en cuanto al control de acceso. El Ing. Galván (2013), muestra las ventajas de este método:

El Datacenter deberá contemplar lectoras de huella dactilar y/o iris en cada puerta de acceso. El sistema de identificación biométrico de huella dactilar o iris debe garantizar que los datos leídos sean de carácter único en cada ser humano, lo que garantizará solamente el acceso al personal autorizado. Es requerido que el Datacenter posea en funcionamiento cámaras para el control visual, con el propósito de dar cobertura a las puertas de acceso y demás áreas del centro de cómputo, las cuales deberán ser instaladas en los sitios de común acceso (p.71).

Además de solo permitir el paso al personal, un sistema de seguridad deberá tener mecanismos en caso de emergencias. El Ing. Galván (2013) muestra estas características:

El sistema de seguridad y control de acceso, debe conectarse al sistema de respaldo ininterrumpido de potencia. El sistema de seguridad y control de acceso deberá permitir la desactivación total de todas las puertas del centro de cómputo, en el supuesto caso de que el sistema de detección y extinción de incendios se active al recibir las señales de los detectores de humo o temperatura. El sistema de seguridad y control de acceso deberá permitir la desactivación total de todas las puertas del centro de cómputo, mediante la activación de un botón anti pánico de forma manual, el cual será ubicado en el sitio que se defina para tal fin, de común acuerdo (p.71).

### **2.1.13 Estándar ANSI/TIA 942**

A través del tiempo, los centros de datos se han visto edificados con base en normar, reglas, estándares, entre otros; esto, con el fin de maximizar el mayor uso de los equipos y que estos no se vean deteriorados en un corto tiempo. El estándar ANSI-TIA 942 es uno de los más reconocidos a nivel mundial, para el diseño e implementación de un centro de datos. El Ing. Galván (2013) define la Norma ANSI-TIA 942:

El estándar EIA/TIA-942 define la Infraestructura de Telecomunicaciones para Datacenter en general. La topología y el desempeño del cableado de cobre y fibra, así como otros aspectos de la infraestructura de TI que permitirán a las instalaciones alinearse rápidamente a las nuevas tecnologías tales como redes de 10GB/s, son lineamientos que desarrolla el estándar. La EIA/TIA ha adoptado recientemente la EIA/TIA-942 que es el estándar donde desarrolla las directrices básicas de un Datacenter. Entonces, los requerimientos a considerar son: La capacidad de flexibilidad, confiabilidad y administración de espacio. En tanto que el cableado puede ser de cobre (UTP/STP) o fibra (SM/MM) que dependerá de las interfaces del equipo al cual se conecte (p.23).

Como norma, llega a cumplir una serie de objetivos, los cuales serán factibles de forma general, para todos aquellos que la implementen. Busca dar mejor rendimiento a los componentes o dispositivos y además, alargar su vida útil. El Ing. Galván (2013), muestra los principales objetivos de la norma: “Los cuatro objetivos más importantes a tener en cuenta a la hora de diseñar cualquier Datacenter con

un alto performance, son: 1. Seguridad, 2. Disponibilidad, 3. Escalabilidad, 4. Gestión” (p.23).

Además de cumplir con estos objetivos, la norma contempla cuatro estándares muy importantes en la edificación de un centro de datos. El Ing. Galván (2013), explica estos pilares:

- Arquitectura (cableado de racks, acceso redundante, cuarto entrada, área distribución).
- Mecánica (seguridad física, protección de incendios).
- Eléctrica (sistemas de UPS, generadores, puesta a tierra).
- Comunicaciones (redundancia de enlaces, tipos de infraestructura física de cobre y de fibra óptica).

Si alguno de estos pilares nombrados falla, el resto también tambaleará. Por ello es importante entender que en el diseño de un Datacenter interactúan varios grupos de trabajo, varios especialistas, todos dependientes unos de otros (p.24).

El estándar TIA-942 divide en cuatro clasificaciones a los centros de datos, dependiendo de su disponibilidad, con nombre TIER. El Ing. Galván (2013) explica estas clasificaciones:

Los cuatro niveles de Tiers que plantea el estándar se corresponden con cuatro niveles de disponibilidad, teniendo en cuenta que a mayor número de Tier mayor disponibilidad y lo que implica también mayores costos constructivos. Siendo esta clasificación aplicable en forma independiente a cada subsistema de la infraestructura. Hay que tener en cuenta que la

clasificación global del Datacenter será igual a la de aquel subsistema que tenga el menor número de Tier. (p.26)

La clasificación de esta norma se verá descrita en TIER I, TIER II, TIER III, TIER IV.

Tier I. Esta clasificación se basa, de forma general, en la creación de un centro de datos; no posee redundancia, por lo que está propenso a interrupciones. El Ing. Galván (2013) explica las diferentes características de los Tier:

Datacenter Básico: Un Datacenter Tier I puede ser susceptible a interrupciones tanto planeadas como no planeadas. Cuenta con un sistema de aire acondicionado y distribución de energía; pero puede o no tener piso técnico, sistema de UPS o generador eléctrico, si los posee pueden no tener redundancia y existir varios puntos únicos de falla. La carga máxima de los sistemas en situaciones críticas es del 100%. La infraestructura del Datacenter deberá estar fuera de servicio al menos una vez al año por razones de mantenimiento y/o reparaciones. Situaciones de urgencia pueden motivar paradas más frecuentes y errores de operación o fallas en los componentes de su infraestructura que causarán la detención del Datacenter. La tasa de disponibilidad máxima del Datacenter es 99.671% del tiempo. (p.27).

Tier II. En comparación con el Tier I esta clasificación sí cuenta con un sistema redundante, sin embargo, todavía llega a tener interrupciones, aunque no de manera periódica; además, muestra componentes de gran importancia como pisos falsos, UPS, generadores eléctricos, entre otros. El Ing. Galván (2013) explica más a fondo la clasificación:

Componentes Redundantes: Los Datacenter con componentes redundantes son ligeramente menos susceptibles a interrupciones, tanto los planeados como los no planeados. Estos Datacenter cuentan con piso falso, sistemas de UPS y generadores eléctricos, pero están conectados a una sola línea de distribución eléctrica. Su diseño es “lo necesario más uno” (N+1), lo que significa que existe al menos un duplicado de cada componente de la infraestructura. La carga máxima de los sistemas en situaciones críticas es del 100%. El mantenimiento en la línea de distribución eléctrica o en otros componentes de la infraestructura puede causar una interrupción del procesamiento. La tasa de disponibilidad máxima del Datacenter es 99.749% del tiempo. (p. 29)

Tier III. Esta clasificación se identifica por no poseer interrupciones cuando son planeadas, ya sea por mantenimientos preventivos o correctivos. Galván (2013), indica:

Mantenimiento Concurrente: Las capacidades de un Datacenter de este tipo le permiten realizar cualquier actividad planeada sobre cualquier componente de la infraestructura sin interrupciones en la operación. Las actividades planeadas incluyen mantenimiento preventivo y programado, reparaciones o reemplazo de componentes, agregar o eliminar elementos y realizar pruebas de componentes o sistemas, entre otros. Para infraestructuras que utilizan sistemas de enfriamiento por agua significa doble conjunto de tuberías, debe existir suficiente capacidad y doble línea de distribución de los componentes, de forma tal que sea posible realizar mantenimiento o pruebas en una línea, mientras que la otra atiende la totalidad de la carga. En este Tier, actividades

no planeadas como errores de operación o fallas espontáneas en la infraestructura además de causar una interrupción del Datacenter. La carga máxima en los sistemas en situaciones críticas es de 90%. Muchos Datacenter Tier III son diseñados para poder actualizarse a Tier IV, cuando los requerimientos del negocio justifiquen el costo. La tasa de disponibilidad máxima del Datacenter es 99.982% del tiempo (p.30).

Tier IV. Básicamente, este diseño de centro de datos tiene la capacidad de seguir funcionando pese a errores o interrupciones, ya sea planeada o no planeadas. El Ing. Galván (2013), muestra las características de esta clasificación:

Tolerante a fallas: Este Datacenter provee capacidad para realizar cualquier actividad planeada sin interrupciones en las cargas críticas, pero además la funcionalidad tolerante a fallas le permite a la infraestructura continuar operando aun ante un evento crítico no planeado. Esto requiere dos líneas de distribución simultáneamente activas, típicamente en una configuración system + system; eléctricamente esto significa dos sistemas de UPS independientes, y cada uno con un nivel de redundancia N+1. La carga máxima de los sistemas en situaciones críticas es de 90% y persiste en un nivel de exposición a fallas, por el inicio de una alarma de incendio o porque una persona inicie un procedimiento de apagado de emergencia o Emergency Power Off (EPO), el cual debe existir para cumplir con los códigos de seguridad contra incendios o eléctricos.

La tasa de disponibilidad máxima del Datacenter es 99.995% del tiempo. Para poner en perspectiva la tasa de disponibilidad que se pretende para los distintos Tiers, en la gráfica de categorización de tiers, expresa su significado

en el tiempo de parada anual del Datacenter. Estos porcentajes deben considerarse como el promedio de cinco años y hay que tener en cuenta que para un Tier IV se contempla que la única parada que se produce es por la activación de un EPO y esto sólo sucede una vez cada cinco años. No obstante, para la exigencia que demanda un Tier IV algunas empresas u organizaciones manifiestan necesitar una disponibilidad de “cinco nueves”, lo que significa un 99,999% de disponibilidad. Esto es poco más de cinco minutos anuales sin sistemas (p.31).



# **CAPÍTULO III**

## **Marco situacional**

### **3.1 Marco situacional**

La revista *eumed.net* se refiere al marco situacional:

A la descripción completa de la entidad u organización en donde se planea hacer dicha investigación, pudiendo tratarse de personas físicas o morales, sobre las que se desarrollará nuestra investigación, esto con el propósito de darle el enfoque situacional a nuestro análisis y evitar el hacer generalizaciones que puedan ser tendenciosas, a esta revisión de literatura se le conoce como el Sujeto de Estudio en un proceso investigativo (Reyes, Blanco y Chao, 2014).

#### **3.1.1. Descripción de la empresa**

Este proyecto se desarrollará en el hospital situado en la provincia de Puntarenas, Costa Rica (Monseñor Sanabria).

Dentro de la estructura hospitalaria del país, el Hospital Monseñor Sanabria se cataloga como regional. Atiende las zonas del Pacífico Central y abarca los cantones de Puntarenas, Montes de Oro, Esparza y Garabito.

Su edificio, originalmente de 17.000 metros cuadrados, conformado por una torre principal de diez pisos diseñada con una altura de 36.6 metros cuadrados, fue una de las más altas del país antes del terremoto del 2012, que obligó a demoler parte de los pisos superiores.

#### **3.1.2 Ubicación geográfica**

El Hospital Monseñor Sanabria se localizado: 400 al este de las Cabinas San Isidro, El Roble, Puntarenas. (Ver anexo #1).

### **3.1.3 Misión**

El Hospital Monseñor Sanabria mantiene como misión:

Administrar servicios integrales de hospitalización y ambulatoria, de alta calidad, oportuna y humanizados. Acorde con los principios de la seguridad social: Universalidad, equidad, igualdad, solidaridad, obligatoriedad subsidiariedad y unidad (Caja Costarricense del Seguro Social).

### **3.1.4 Visión**

El Hospital mantiene la siguiente misión:

Seremos un hospital regional de alta capacidad, resolutive e impacto, modelo en gestión y prestación en servicios de salud, altos niveles de satisfacción de los usuarios, con procesos innovadores, enfoque de red y recursos humanos caracterizados por principios, valores y calidad de servicios, compromiso y lealtad (Caja Costarricense del Seguro Social).

### **3.1.5 Información adicional de la empresa**

La infraestructura del-Hospital Monseñor Sanabria es extensa, pero permite mostrar los cambios generados en cuanto la infraestructura; además, se podrá hacer un recuento de los antecedentes en este centro hospitalario:

“Así comenzó el hospital Monseñor Sanabria:

Contaba con todos los servicios que la medicina moderna exigía entonces, distribuidos funcionalmente en los diez pisos de su mono bloque principal. El área total de construcción supera los 20.000 metros cuadrados.

- Planta baja: Estaban localizados aquí los siguientes servicios:

- Emergencias: dos consultorios. Curaciones, salas de observación para niños, Cirugía Menor, así como Ortopedia y Traumatología.
- Auxiliares de Diagnóstico: Anatomía Patológica, Laboratorio Clínico, Banco de Sangre y Radiodiagnóstico.
- Paramédicos: Farmacia, Documentos Médicos y Estadística, Trabajo Social y Dietética.
- Administrativos: Dirección y Administración.
- Comunes: Comedor, almacén, vestidores de empleados, lavandería, auditorio, proveeduría, etc.
- Lavandería: Tres máquinas lavadoras, tres extractores, sistema de carga y descarga, sistema de planchado, tres secadoras y romana especial de plataforma.
- Casa de Máquinas: Tres calderas, planta eléctrica de emergencia, tanque para agua caliente y el equipo de funcionamiento electromecánico para suministrar todo el oxígeno y vacío que sirven a todo el hospital.
- Consulta externa: Constaba de 17 consultorios en dos niveles en donde se impartía atención en las siguientes especialidades:  
  
Medicina Interna, Oftalmología, Gineco-Obstetricia, Cirugía Ortopédica, Odontología, Pediatría, Dermatología, Cardiología, Otorrinolaringología, Neurología, Urología, Siquiatría, Gastroenterología, Cirugía Reconstructiva, Cirugía Infantil.

- Servicio de Dietética: El servicio de alimentación para pacientes es mixto. Existe actualmente, un servicio central en la planta, y periféricos en cada piso, para distribución de alimentos y dietas terapéuticas.
- Encamados: Los ocho siguientes pisos estaban destinados a hospitalización. El segundo se encontraban los servicios de Obstetricia y Ginecología y Recién Nacidos; las salas de labor y de partos, y las salas de operaciones. En el tercero, además de las salas de hospitalización, estaban la central de esterilización, equipos de aire acondicionado, capilla y biblioteca.

Los pisos 4, 5, 6,7, estaban destinados salas de hospitalización; en el octavo y noveno el Servicio de Pediatría. En el piso 10 las habitaciones para médicos y personal técnico que requería permanecer en el hospital.

Como se ve, la capacidad normal del hospital era de 354 camas y la capacidad máxima de 400 camas.

Cada piso de encamado normal del Hospital contaba con salas de estar, aula, central de enfermería, localizada en posición intermedia y cuartos de tratamientos especiales, con sus zonas de trabajo.

- Sala de operaciones: La unidad quirúrgica o conjunto de salas de operaciones ubicadas en el segundo piso. Contaba con los siguientes servicios dotados de aire acondicionado: Unidad de cuidados intensivos, sala de recuperación, seis salas de operaciones, una de ellas para casos ortopédicos. Salas de partos así: dos salas de expulsión, una sala quirúrgica para casos sépticos, una sala con capacidad para 6 camas de labor, y zona

de preparación de pacientes. Esta área tenía vestidores para personal y sistema de esterilización de equipo quirúrgico.

- Oxígeno y vacío: El sistema de suministro de oxígeno y vacío estuvo y está centralizado y se ramifica hacia todos los servicios de encamados, emergencias, sala de partos y de operaciones. En los cuartos afluye directamente a la cabecera del paciente, por conductos internos.
- Medicina: El Servicio de Medicina se ubicó en el piso 5, una sala dedicada a mujeres y la otra a varones.
- Pediatría: El Servicio de Pediatría ocupaba los pisos 8 y 9. En el 8 se encontraban los escolares tenían 9 camas y los de Cirugía infantil con 18. En el noveno piso se encontraban lactantes con 26 camas; Infecciosos con 6 y prematuros con 11 camas. Por lo que en total los dos pisos sumaban 70 camas, además de 25 cuneros en Recién Nacidos.  
  
Según datos estadísticos se hospitalizaban por año aproximadamente 1.762 niños, lo que daba un índice ocupacional de 59.8%.
- Cirugía: El servicio de Cirugía ocupó los pisos 3 y 4 de la planta En el primero varones y en el segundo mujeres. Cada uno con su respectiva central de enfermería, aula, servicio periférico de dietas, cuartos para exámenes especiales con sus zonas de trabajo.
- Ginecoobstetricia: Ubicado en el segundo piso, al igual que los servicios ya mencionados, cuenta con una central de enfermeras y demás servicios.
- Emergencias: La unidad de emergencias contaba con dos salas de operaciones, dos consultorios para Medicina y Cirugía y un consultorio para

Ortopedia. Las salas de observación separadas para hombres mujeres y niños.

- Admisión de Pacientes: Esta era y es una oficina para la admisión de pacientes, que se complementa con la ropería.
- Radiodiagnóstico: El servicio de Radiodiagnóstico tenía dos salas, una para procedimientos de rutina y otra para procedimientos especiales.
- Áreas verdes y estacionamiento: El edificio contaba con áreas verdes convenientemente distribuidas que actualmente tienen un cuidado muy especial. Existen lugares para estacionamiento de vehículos en función de trabajo, y para carros del personal.
- Docencia: En forma simultánea a labores ordinarias, se desarrolla intensa actividad docente en todas las disciplinas que interesan al hospital.
- El nombre del hospital: En setiembre de 1963 la Junta Directiva del Seguro Social acordó que este hospital llevara el nombre "Monseñor Víctor Sanabria Martínez". En justo homenaje y reconocimiento a un ciudadano costarricense que tuvo especial empeño por el progreso del Seguro Social en nuestro país y el avance de las leyes sociales, e íntimamente vinculado a la existencia de organizaciones sindicales y a quien, por mérito propio, Costa Rica debe recordar con verdadera devoción y afecto" (Caja Costarricense del Seguro Social).

La información brindada anteriormente hace referencia a la infraestructura del Hospital antes del terremoto del 2012, la constitución y distribución de todas sus áreas.

Con énfasis en lo que es la actual infraestructura del Hospital, se puede acotar que después del terremoto del 2012, consta de solo 3 pisos, de los 10 originales. Fue el inmueble más dañado por el terremoto que afectó al país. Los 7 pisos superiores fueron los más dañados, así que debieron ser demolidos en su totalidad.

Buena parte del impacto ocurrido en su infraestructura se atribuyen a su edificación en un terrero arenoso poco consistente, con un nivel freático muy superficial, y cercano a la desembojadera del río Barranca. Por ese motivo, existe el proyecto de trasladar el Hospital a un terreno más apropiado, ubicado 5 km al este, en el distrito de Barranca. Se estima que las obras para reubicarlo se iniciarían en el 2017, y contaría con más servicios y mayor nivel de complejidad hospitalaria (Caja Costarricense del Seguro Social).



## **CAPÍTULO IV**

### **Marco metodológico**

#### **4.1 Marco metodológico**

En el marco metodológico se evidencian las distintas formas o maneras con las cuales se obtendrá la información necesaria para desarrollar un proyecto. Además, se muestra el análisis de la problemática de la investigación. De esta manera, en la revista electrónica de Norma APA (2018) se explica el concepto básico de marco metodológico:

El marco metodológico es la explicación de los mecanismos utilizados para el análisis de nuestra problemática de investigación. Por lo general, se trata del tercer capítulo de la tesis y es el resultado de la aplicación, sistemática y lógica, de los conceptos y fundamentos expuestos en el marco teórico. Es importante comprender que la metodología de la investigación es progresiva, por lo tanto, no es posible realizar el marco metodológico sin las fundamentaciones teóricas que van a justificar el estudio del tema elegido (p.1).

#### **4.2 Enfoque de investigación**

El enfoque de un proyecto es un proceso en el cual se especifican los métodos de investigación donde se ve envuelto el proyecto por realizar. La revista digital *tgrajales.net* explica los principales enfoques utilizados en los proyectos:

Histórica, Descriptiva y Experimental

Tradicionalmente se presentan tres tipos de investigación, de los cuales surgen los diversos tipos de investigaciones, son: histórica, descriptiva, experimental.

La investigación histórica trata de la experiencia pasada, describe lo que era y representa una búsqueda crítica de la verdad sustentada en los acontecimientos pasados. El investigador depende de fuentes primarias y secundarias, las cuales proveen la información y a las cuales el investigador deberá examinar cuidadosamente, con el fin de determinar su confiabilidad por medio de una crítica interna y externa.

La investigación descriptiva, según se mencionó, trabaja sobre realidades de hecho y su característica fundamental es presentar una interpretación correcta. Esta puede incluir los siguientes tipos de estudios: encuestas, casos, exploratorios, causales, de desarrollo, predictivos, de conjuntos, de correlación.

La investigación experimental consiste en la manipulación de una (o más) variables experimentales no comprobadas, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular. El experimento provocado por el investigador, permite introducir determinadas variables de estudio manipuladas por él, para controlar el aumento o disminución de estas y su efecto en las conductas observadas (p.1).

#### **4.2.1 Enfoque cuantitativo**

El enfoque cuantitativo utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar objetivos establecidos previamente; confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la

estadística, para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población. Fernández (2014) describe un enfoque cuantitativo:

El enfoque cuantitativo (que representa, como dijimos, un conjunto de procesos) es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar” o eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones (p.4).

#### **4.2.2 Enfoque cualitativo**

El enfoque cualitativo se basa en métodos de recolección de datos sin medición, como las descripciones y las observaciones. Las preguntas surgen como parte del proceso de investigación y es flexible. Fernández (2014), describe un enfoque cualitativo:

El enfoque cualitativo también se guía por áreas o temas significativos de investigación. Sin embargo, en lugar de que la claridad sobre las preguntas de investigación e hipótesis preceda a la recolección y el análisis de los datos (como en la mayoría de los estudios cuantitativos), los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos. Con frecuencia, estas actividades

sirven, primero, para descubrir cuáles son las preguntas de investigación más importantes; y después, para perfeccionarlas y responderlas (p.7).

#### **4.2.3 Enfoque mixto**

Por su parte, el enfoque mixto combina, analiza y recolecta información cualitativa y cuantitativa, con el fin de involucrar ambos enfoques de investigación que pueden resultar de gran ayuda.

De la combinación de ambos enfoques, surge la investigación mixta, misma que incluye las mismas características de cada uno de ellos. Grinnell (1997), citado por Hernández et al (2003:5) señala que los dos enfoques (cuantitativo y cualitativo) utilizan cinco fases similares y relacionadas entre sí: a) Llevan a cabo observación y evaluación de fenómenos. b) Establecen suposiciones o ideas como consecuencia de la observación y evaluación realizadas. c) Prueban y demuestran el grado en que las suposiciones o ideas tienen fundamento. d) Revisan tales suposiciones o ideas sobre la base de las pruebas o del análisis. e) Proponen nuevas observaciones y evaluaciones para esclarecer, modificar, cimentar y/o fundamentar las suposiciones o ideas; o incluso para generar otras (párr.1).

Este proyecto se basará en la metodología de un enfoque cualitativo. Se enfocará principalmente en la recolección de datos. Mediante el sistema de descripciones y observaciones se podrá analizar, con el fin de expresar una recomendación implementar una estructura con la estandarización de una norma internacional, para optimizar la vida útil de los recursos.

Para llevar a cabo dicho enfoque, será necesaria la visita al centro hospitalario, con una lista de cotejo que permita describir cómo se encuentra el área de servidores. Esta lista mostrará los recursos utilizables e por implementar en la remodelación del área, además, qué otros equipos serán necesarios para la recomendación basada en la estandarización TIER.

### **4.3 Tipos de investigación**

Existen varios tipos de investigación y dependiendo de los fines perseguidos, los investigadores se decantan por un tipo de método u otro, o la combinación de más de uno. Existen varios tipos o métodos de investigación detallados a continuación:

#### **4.3.1 Estudios exploratorios**

Los estudios exploratorios se realizan cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes. Es decir, cuando la revisión de la literatura reveló que tan sólo hay guías no investigadas e ideas vagamente relacionadas con el problema de estudio, o bien, si deseamos indagar sobre temas y áreas desde nuevas perspectivas (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.91).

De acuerdo con lo anterior, las investigaciones basadas en estudios exploratorios se enfocan en proyectos o investigaciones anteriores, así como la revisión de texto en libros físicos o virtuales y consultas con especialistas en el tema que amplíen el conocimiento, con el objetivo de orientar el tipo de investigación.

#### **4.3.2 Estudios descriptivos**

Se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objeto o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar cómo se relacionan estas (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.92).

Los estudios descriptivos cuentan con una base fuerte para la extracción de información; esta describe una variable para la investigación, con el fin de medir sus dimensiones y posteriormente, describirla. En el estudio descriptivo se define y visualiza lo que se medirá, así como la comparación por realizar a la variable.

#### **4.3.3 Estudios explicativos**

Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables (Hernández, Fernández, Baptista, 2014, p.95).

Hernández explica cómo un estudio explicativo va enfocado a los acontecimientos que pueden claramente explicar el porqué de los hechos, el cómo, el cuándo; en fin, todas las interrogantes surgidas.

#### **4.3.4 Estudios correlacionales**

Los estudios correlacionales muestran la comparación entre dos variables y cómo estas interactúan cambios cuando una es modificada. En cuanto a los estudios correlacionales, Grajales (2014), señala:

Los estudios correlacionales pretenden medir el grado de relación y la manera cómo interactúan dos o más variables entre sí. Estas relaciones se establecen dentro de un mismo contexto, y a partir de los mismos sujetos en la mayoría de los casos. En caso de existir una correlación entre variables, se tiene que, cuando una de ellas varía, la otra también experimenta alguna forma de cambio a partir de una regularidad que permite anticipar la manera cómo se comportará una por medio de los cambios que sufra la otra (p.2).

El tipo de estudio en que se basará la presente investigación es de tipo exploratorio, pues el objetivo de la investigación es identificar el estado actual del área, para poder ejercer una recomendación. Se busca examinar la estructura del centro de datos del HMS y compararlo con la norma ANSI-TIA 942, específicamente el estándar TIER que contiene dicha norma; esto, con el fin de evaluar si cumple con las características que puedan definir el centro bajo una estandarización internacional.



## **4.4 Sujetos y fuentes de información**

### **4.4.1 Sujetos**

Para efecto de esta investigación, los sujetos de estudio serán las personas relacionadas con el proyecto (personal del Centro de Gestión Informática), pues de ellas se obtendrá información importante para el desarrollo de la investigación.

### **4.4.2 Fuentes de información**

Una fuente de información es todo aquello que nos proporciona datos para reconstruir hechos y las bases del conocimiento. Las fuentes de información son un instrumento para el conocimiento, la búsqueda y el acceso de a la información. Encontraremos diferentes fuentes de información, dependiendo del nivel de búsqueda que hagamos (González, 2015, párr.1).

#### **4.4.2.1 Fuentes primarias**

Este tipo de fuentes contienen información original es decir son de primera mano, son el resultado de ideas, conceptos, teorías y resultados de investigaciones. Contienen información directa antes de ser interpretada, o evaluado por otra persona. Las principales fuentes de información primaria son los libros, monografías, publicaciones periódicas, documentos oficiales o informe técnicos de instituciones públicas o privadas, tesis, trabajos presentados en conferencias o seminarios, testimonios de expertos, artículos periodísticos, videos documentales, foros (González, 2015, párr.1).

Para efectos de este proyecto, se realizará la toma de información de diferentes medios, tanto para el análisis interno como para la propuesta; sin embargo, la fuente primaria será la documentación interna de la infraestructura del

centro de datos del Hospital Monseñor Sanabria, pues de aquí partirá el análisis de la propuesta.

#### **4.4.2.2 Fuentes secundarias**

“Este tipo de fuentes son las que ya han procesado información de una fuente primaria. El proceso de esta información se pudo dar por una interpretación, un análisis, así como la extracción y reorganización de la información de la fuente primaria” (González, 2015, párr1).

Para la realizar la investigación y dar un aporte conceptual respaldado por medios didácticos, se tomarán en cuenta consultas a libros en formato físico y digital, además de la información en la internet, de empresas que hayan participado en la construcción de este tipo de edificios y proyectos realizados anteriormente, relacionados con la implementación de un centro de datos.

### **4.5 Población y muestra**

#### **4.5.1 Población**

“Es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” Lepkowski, (2008) menciona “Se entiende por población al conjunto total de individuos, objetos o medidas que poseen algunas características comunes observables en un lugar y en un momento determinado” (p.3).

Para efectos de esta investigación, la población será el mismo personal de CGI del Hospital Monseñor Sanabria, encargado de administrar y dar uso al cuarto de servidores del lugar. Actualmente, el departamento cuenta con la cantidad de 6 personas laborando, por lo que la población para este caso será de un 100%.

#### **4.5.2 Muestra**

“Una muestra es un subconjunto de la población, que se obtiene para averiguar las propiedades o características de esta última, por lo que interesa que sea un reflejo de la población, que sea representativa de ella” (Ludewig, 2013, p.2).

Para esta investigación se llevarán a cabo entrevistas y cuestionarios a los encargados del centro de informática del HMS, con el fin de dialogar y obtener información necesaria para que la recolección de datos resulte valiosa y detallada, por lo tanto, la muestra se verá reflejada en un 100%.

#### **4.6 Técnicas de recopilación de datos**

La recopilación de datos será la forma por la cual el analista o desarrollador de la investigación, obtendrá información que brinde, de forma precisa, datos importantes para el desarrollo del proyecto. Gabriel Lebet (2016) describe la recopilación de datos:

La recolección de datos se refiere al uso de una gran diversidad de técnicas y herramientas que pueden ser utilizadas por el analista para desarrollar los sistemas de información, los cuales pueden ser la entrevistas, la encuesta, el cuestionario, la observación, el diagrama de flujo y el diccionario de datos.

Todos estos instrumentos se aplicarán en un momento en particular, con la finalidad de buscar información que será útil a una investigación en común. En la presente investigación trata con detalle los pasos que se debe seguir

en el proceso de recolección de datos, con las técnicas ya antes nombradas (p.1).

Como se describe en el párrafo anterior, existen varios métodos de recolección de datos, para ello, se enumeran y describen:

Entrevistas: Mediante este método el analista o desarrollador del proyecto prevé obtener información por medio de una serie de preguntas, las cuales le ayudarán con el desarrollo de la investigación Gabriel Lebet (2016), señala que la entrevista se utiliza para:

Recabar información en forma verbal, a través de preguntas que propone el analista. Quienes responden pueden ser gerentes o empleados, los cuales son usuarios actuales del sistema existente, usuarios potenciales del sistema propuesto o aquellos que proporcionarán datos o serán afectados por la aplicación propuesta. El analista puede entrevistar al personal en forma individual o en grupos algunos analistas prefieren este método a las otras técnicas que se estudiarán más adelante. Sin embargo, las entrevistas no siempre son la mejor fuente de datos de aplicación (p.3).

Encuestas: Se basan en la obtención de información para comparar información al ser medida. Gabriel Lebet (2016), describe las encuestas y las áreas de la sociedad donde se ven realizadas:

La encuesta es un procedimiento que permite explorar cuestiones que hacen a la subjetividad y al mismo tiempo obtener esa información de un número considerable de personas, así, por ejemplo: permite explorar la opinión

pública y los valores vigentes de una sociedad, temas de significación científica y de importancia en las sociedades democráticas (p.13).

La observación: Es una técnica muy efectiva cuando se trata de corroborar o cotejar información, para ver si cumple o no con lo estipulado. Gabriel Lebet (2016) describe la observación:

Una técnica de investigación, la observación tiene amplia aceptación científica. Los sociólogos, sicólogos e ingenieros industriales utilizan extensamente esta técnica con el fin de estudiar a las personas en sus actividades de grupo y como miembros de la organización. El propósito de la organización es múltiple: permite al analista determinar que se está haciendo, como se está haciendo, quien lo hace, cuando se lleva a cabo, cuanto tiempo toma, dónde se hace y por qué se hace (p. 6).

El proyecto de análisis de la infraestructura del centro de datos se llevará a cabo con la obtención de datos, mediante la observación; con la implementación de una lista de cotejo se podrá extraer la información necesaria para conocer lo necesario para el cumplimiento del centro, con las normas estandarizadas previstas en este proyecto. De igual forma, se implementarán cuestionarios a los encargados del Centro de Gestión de informática (CGI) del HMS; dicho método busca la recolección de datos por medio de encuestas y entrevistas.

# **CAPÍTULO V**

## **Análisis de resultados**

## **5.1 Análisis de datos**

## **5.2 Telecomunicaciones**

En el apartado de telecomunicaciones del centro de datos, las entrevistas manifiestan que solo se cuenta con un proveedor de servicios de internet, por lo cual no existe redundancia de servicios de internet en caso de fallos; la capacidad de velocidad indicada va de 100 mb/s, de forma simétrica, y se trabaja por medio de VPN.

La red se encuentra segmentada, el mismo proveedor de internet entrega varios servicios, según lo señalado en la entrevista y además, se especifica que el tiempo de respuesta ante una falla es inmediato; no contar con redundancia de internet, siempre existirá tiempo de espera, donde algunos servicios quedarían fuera de servicio.

En relación con el análisis de la lista de cotejo aplicada en el Hospital Monseñor Sanabria, en el rubro de telecomunicaciones existen generadores de electricidad para los enrutadores, lo cual proporciona la oportunidad de seguir accediendo a la red en caso de falla eléctrica; además, los bastidores y armarios son los requeridos por la norma.

Con base en lo anterior, pese a cumplir con algunos rubros de la norma, no existe redundancia de enrutadores, por lo que, si alguno falla, ciertas áreas en específico se verán afectadas hasta que el problema sea solucionado. Tampoco se cuenta con una documentación adecuada de la red; se asume que el mantenimiento de esta tiene una gran dificultad, pues al no contarse con la debida rotulación del

cableado en ambos extremos, salidas, paneles, armarios y racks, genera confusión al administrador de la red.

### **5.3 Arquitectura**

En el rubro de arquitectura se establece la mayor falta del centro datos, puesto que la norma TIA 942 engloba dentro de sí los modelos de cimentación NFPA 75 para la construcción de recintos con la capacidad de resistir y contener el fuego y la regla IBC (código internacional de edificación) para regular que las construcciones realizadas cuenten con el certificado de seguridad que esta ofrece; dichas características no están presentes en el hospital Monseñor Sanabria.

Según los resultados obtenidos por las investigaciones realizadas en el edificio en el apartado “selección de sitio”, se cumplen los puntos indicados en la norma TIA 942, a este aspecto, pues el centro de datos del Hospital Monseñor Sanabria no se encuentra cerca de ninguna zona con peligro de inundaciones o de algún aeropuerto. Cuenta con aparcamientos separados para trabajadores y visitantes y estos guardan la distancia requerida de 30 pies del centro de datos. En cuanto a los puntos negativos en este apartado, destaca la cercanía de la zona costera navegable, con vías de tránsito de carretera.

El cumplimiento con las normas NFPA e IBC 2006 es nulo, el edificio no cuenta con estas medidas, por lo que la construcción no está preparada para resistir y contener el fuego; tampoco posee la certificación para cumplir con los estándares de seguridad que solicita IBC.



**Tabla #1**  
**Requisitos de resistencia al fuego**

| <b>Requisitos de resistencia<br/>al fuego</b>      | <b>Tier 3</b>    | <b>Disponible</b> |
|----------------------------------------------------|------------------|-------------------|
| Muros exteriores de<br>rodamiento                  | Mínimo de 1 hora | No                |
| Muros interiores                                   | Mínimo de 1 hora | No                |
| Paredes exteriores no<br>portantes.                | Mínimo de 1 hora | No                |
| Marco estructural                                  | Mínimo de 1 hora | No                |
| Paredes de partición<br>interiores no informáticas | Mínimo de 1 hora | No                |
| paredes interiores de la sala<br>de ordenadores    | Mínimo de 1 hora | No                |
| Recintos de eje                                    | Mínimo de 1 hora | No                |
| Suelos y techos                                    | Mínimo de 1 hora | No                |

**Fuente: Norma TIA 942**

De acuerdo con la tabla anterior, la construcción del recinto no cumple con los requisitos recomendados por la Norma TIER III para la resistencia ante un eventual siniestro; el fuego de alguna sala cercana podría propagarse de forma rápida y afectar el centro de datos y sus componentes. Lo anterior, pese a contar con extintores, los cuales, según se señala en las entrevistas, el 100% del personal consultado sabe utilizar; esto no garantiza la seguridad del perímetro y es solo una

de las tantas medidas de contención ante un incendio, con que debe contar el edificio, según lo señalado en la norma TIA 942.

**Tabla #2**

**Componentes de construcción**

| <b>Varios componentes de construcción</b>                           | <b>Tier 3</b>                      | <b>Disponible</b> |
|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------|
| Barreras de vapor para paredes y techo de sala de informática       | Sí                                 | No                |
| Construcción de entradas con controles de seguridad.                | Sí (entrada primaria del edificio) | Sí                |
| Acceso a la construcción del panel del piso (cuando se proporciona) | Todo acero                         | No                |
| Subestructura (cuando se proporciona piso de acceso)                | Largueros atornillados             | No                |

**Fuente: Norma TIA 942**

La tabla anterior muestra varios componentes de la construcción del edificio, según se especifica en la norma utilizada en el desarrollo de este trabajo. El recinto cumple con los controles de seguridad para el acceso, lo cual constituye un aspecto importante para controlar quiénes pueden ingresar al cuarto de servidores.

Por otra parte, el centro de datos no posee barreras de vapor que ayuden a impedir humedad dañina para el equipo dentro del sitio; además, la construcción del piso de acceso no está hecha de acero y por lo tanto, no cuenta con largueros atornillados que brindan el soporte a la estructura solicitada en la norma.

**Tabla #3**

**Techumbre**

| <b>Techumbre</b>                           | <b>Tier 3</b>                                                                                      | <b>Disponible</b> |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Clase                                      | Clase A                                                                                            | No                |
| Tipo                                       | No redundante con<br>plataforma no<br>combustible (sin<br>sistemas<br>mecánicamente<br>conectados) | Sí                |
| Resistencia al levantamiento<br>del viento | FM I-90 Mínimo                                                                                     | No                |
| Inclinación del techo                      | 1:48 (1/4 in por pie)<br>mínimo                                                                    | No                |

**Fuente: Norma TIA 942**

El techo de la estructura no cuenta con sistemas mecánicos ni con plataformas combustibles, por lo cual, cumple con lo establecido en la norma en el apartado techumbre. Sin embargo, el techo no es de clase A, máxima resistencia al fuego certificable para un techado; esto, según se establece en la pauta NFPA 75.

La resistencia al viento del techado no está certificada, además de la inclinación que, según indica la norma, este debe ser de 1:48 (1/4 pulgada por pie) mínimo, es decir, por cada 4 pies de recorrido el techo deberá levantar una pulgada de alto. Este apartado tampoco se cumple, por lo cual se asume que la resistencia de la techumbre no está certificada.

**Tabla #4**

**Puertas y ventanas**

| <b>Puertas y ventanas</b>                          | <b>Tier 3</b>                                                                                                                                                | <b>Disponible</b> |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Resistencia al fuego                               | Requisitos mínimos del código<br>(no menos de 3/4 hora en la sala de computadoras)                                                                           | No                |
| Tamaño de la puerta                                | Requisitos mínimos del Código<br>(no menos de 1 m (3 pies) de ancho en habitaciones de informática, eléctrica y mecánica.) y no menos de 2,29 m (7'-6") alto | Sí                |
| Ventanas en el perímetro de la sala de computación | Ventanas interiores permitidas con un mínimo de fuego de 1 hora, no se permiten ventanas exteriores                                                          | No                |

**Fuente: Norma TIA 942**

El tamaño de la puerta es el indicado, según se especifica en la norma, pero no está certificada con resistencia a incendios; no hay ventanas exteriores, según se precisa, pero las interiores no están capacitadas para contener fuegos.

**Tabla #5**

**Oficinas administrativas, seguridad y operaciones**

| <b>Oficinas administrativas</b>                                     | <b>Tier 3</b>                                      | <b>Disponible</b> |
|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------|
| Físicamente separadas de otras áreas del centro de datos            | Sí                                                 | Sí                |
| Separación de incendios de otras áreas del centro de datos          | Requisitos mínimos del Código (no menos de 1 hora) | No                |
| <b>Oficina de seguridad</b>                                         | <b>Tier 3</b>                                      | <b>Disponible</b> |
| Físicamente separada de otras áreas del centro de datos             | Sí                                                 | Sí                |
| Separación de incendios de otras áreas del centro de datos          | Requisitos mínimos del Código (no menos de 1 hora) | No                |
| Mirillas de 180 grados en equipos de seguridad y salas de monitoreo | Sí                                                 | No                |
| Equipo de seguridad dedicado y endurecido y salas de monitoreo      | Sí, con paredes revestidas de contrachapado de 16  | No                |

|                                                                                |                                                                            |                   |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------|
|                                                                                | mm (5/8 pulg.) Y puerta de núcleo sólido                                   |                   |
| <b>Centro de operaciones</b>                                                   | <b>Tier 3</b>                                                              | <b>Disponible</b> |
| Centro de operaciones físicamente separado de otras áreas del centro de datos  | Sí                                                                         | No                |
| Separación de incendios de otra sala no informática, áreas del centro de datos | 1 hora                                                                     | No                |
| Proximidad a la sala de ordenadores                                            | Accesible indirectamente (máximo de 1 habitación contigua)                 | No                |
| <b>Baños y áreas de descanso</b>                                               | <b>Tier 3</b>                                                              | <b>Disponible</b> |
| Proximidad a sala de informática y áreas de apoyo                              | Si es inmediatamente adyacente, siempre con barrera de prevención de fugas | No                |
| Separación de incendios de la sala de ordenadores y áreas de apoyo             | Requisitos mínimos del Código (no menos de 1 hora)                         | No                |

**Fuente: Norma TIA 942**

En cuanto a oficinas y baños, en esos casos no se cumple con el 100% del código especificado en la norma TIER 3. Como aspecto positivo las salas de seguridad, administrativas y centro de operaciones, están físicamente separados del centro de datos, a excepción de los baños.

Las oficinas de seguridad no cuentan con mirillas que ofrezcan visión de 180 grados, ni con paredes revestidas con un grosor de 16 milímetros y la estructura de la puerta no es de núcleo sólido. La carencia mayor continúa siendo la certificación con la norma NFPA para la resistencia a incendios, la cual es totalmente importante para darle seguridad al recinto, específicamente al centro de datos.

**Tabla #6**

**UPS y salas de baterías**

| <b>UPS y salas de baterías</b>                                                      | <b>Tier 3</b>                                                     | <b>Disponible</b> |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Ancho de los pasillos para mantenimiento, reparación o eliminación de equipos       | Requisitos mínimos del código (no menos de 1 m (3 pies) despejado | No                |
| Proximidad a la sala de ordenadores                                                 | Inmediatamente adyacente                                          | No                |
| Separación de incendios de la sala de ordenadores y otras áreas del centro de datos | Requisitos mínimos del Código (no menos de 1 hora)                | No                |

**Fuente: Norma TIA 942**

En este caso el edificio no cuenta con una sala dedicada para baterías y UPS, estas últimas se encuentran conectadas directamente al equipo, dentro del mismo espacio.

**Tabla #7**

**Corredores de salida requeridos**

| <b>Corredores de salida<br/>requeridos</b>                         | <b>Tier 3</b>                                                        | <b>Disponible</b> |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Separación de incendios de la sala de ordenadores y áreas de apoyo | Requisitos mínimos del Código (no menos de 1 hora)                   | No                |
| Anchura                                                            | Requisitos mínimos del Código y no menos de 1,2 m (4 pies) despejado | No                |

**Fuente: Norma TIA 942**

Los corredores de las salidas cumplen con el ancho indicado por la norma de 4 pies de amplitud, aspecto importante en caso de algún desastre, pero a su vez, no poseen la certificación de resistencia al fuego, por lo que un incendio se propagaría sin oposición alguna.



**Tabla #8****Área de envío y recepción**

| <b>Área de envío y recepción</b>                                                  | <b>Tier 3</b>                                                                         | <b>Disponible</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Área de envío y recepción físicamente separada de otras áreas del centro de datos | Sí                                                                                    | No                |
| Separación de incendios de otras áreas del centro de datos                        | 1 hora                                                                                | No                |
| Protección física de paredes expuestas al levantamiento, tráfico de equipos       | Sí (mínimo 19 mm (3/4 in) revestimiento de madera contrachapada)                      | No                |
| Número de muelles de carga                                                        | 1 por 2500 m <sup>2</sup> (25,000 ft <sup>2</sup> ) de Sala de informática (mínimo 2) | No                |

**Fuente: Norma TIA 942**

Este apartado hace referencia a las zonas a través de las cuales sale y entra equipo nuevo. El centro de datos no posee ninguna de estas áreas, por lo que no cumple en la totalidad este rubro de la norma. Es importante para el edificio poseer estas estructuras separadas de las demás salas de la edificación, donde pueda haber tránsito de equipos libre y sin comprometer o saturar otras vías como entradas o salidas. Además, el uso de muelles de carga reduce la posibilidad de accidentes cuando se deba ingresar o egresar equipo pesado del centro de datos.

**Tabla #9****Generador y áreas de almacenamiento de combustible**

| <b>Generador y áreas de almacenamiento de combustible</b> | <b>Tier 3</b>                                                                                                           | <b>Disponible</b> |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Proximidad a sala de informática y áreas de apoyo         | Sí, dentro del edificio del centro de datos, provisto de mínimo 2 horas de separación de fuego de todas las demás áreas | No                |
| Proximidad a zonas de acceso público                      | Separación de 9 m (30 pies) o mayor                                                                                     | No                |

**Fuente: Norma TIA 942**

El edificio debe contar con áreas para el almacenamiento de combustible y generadores de energía, certificadas con una alta resistencia al fuego por los peligros que implica y separadas del acceso público al menos 9 metros; en este caso, la edificación no cumple con este requisito, posee generadores dentro del recinto, pero no cumple la norma NFPA 75.

**5.4 Electricidad**

El siguiente apartado tiene como objetivo mostrar los resultados obtenidos de la investigación en el centro de datos del HMS. Se evaluarán, punto por punto, los requisitos que sí cumple el cuarto de servidores, así como los que no están implementados, con el fin de comparar el apego a la norma ANSI/TIA 942.

**Tabla #10**  
**Eléctrica Principal**

| <b>Eléctrica</b>                                                   | <b>Tier 3</b>                                                                                                          | <b>Disponible</b> |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| El sistema permite el mantenimiento concurrente                    | Desde la utilidad hasta abajo, pero sin incluir unidad de distribución de energía                                      | Sí                |
| Punto único de fallo                                               | Un solo punto de fallo del último panel de distribución a crítica y solo carga esencial                                | No                |
| Análisis del sistema de potencia                                   | Estudio actualizado de cortocircuitos, estudio de coordinación, análisis de arco eléctrico y estudio de flujo de carga | No                |
| Equipo de computación y telecomunicaciones, cables de alimentación | Alimentación de cable redundante al 100%, capacidad en la cuerda restante o cuerdas                                    | Sí                |

**Fuente: Norma TIA 942**

#### **5.4.1 Mantenimiento concurrente**

Cumple la función de reparación o reemplazo de un componente de hardware relacionado con el disco fallido, mientras el sistema se utiliza para operaciones normales; en otras palabras, el dispositivo cumple la función cambiar los discos duros en caliente, no hay necesidad de apagar el equipo para realizar el cambio. Contar con este aspecto contribuye a la disponibilidad de los servicios ofrecidos por el hospital.

#### **5.4.2 Punto único de fallo**

Este rubro no se encuentra implementado en el centro de datos del HMS, por eso, los dispositivos están expuestos a fallos repentinos, pues el punto único de fallo trata de un elemento dentro de la plataforma que lleva a cabo una determinada función y no hay otro dispositivo que haga lo mismo; por ello, en caso de un error en el dispositivo de punto único de fallo, el servicio podría dejar de funcionar de manera parcial o total. No prestar atención a este punto, implica tener una zona o artefacto que, ante un eventual fallo, pondría en riesgo la continuidad y disponibilidad de los servicios ofrecidos en el hospital. El TIER 3 implementa un solo punto de fallo, colocado en el último dispositivo antes de entrar a una zona crítica de artefactos en el centro de datos, esto, con el fin de que fluya la carga esencial para el funcionamiento de los equipos.

### 5.4.3 Análisis del sistema de potencia

El análisis de sistema de potencia se basa en un control de la energía que reciben los equipos, su función es regular que el artefacto reciba la energía eléctrica adecuada, ni más ni menos, pues esto expondría los equipos a daños. Actualmente, el datacenter del HMS no cuenta con este análisis de sistema de potencia.

**Tabla #11**

#### **Utilidad**

| <b>Utilidad</b>     | <b>Tier 3</b>                 | <b>Disponible</b> |
|---------------------|-------------------------------|-------------------|
| Entrada de utilidad | Alimentación Redundante N + 1 | No                |

**Fuente: Norma ANSI/TIA 942**

### 5.4.4 Equipo de computación y telecomunicaciones

La disponibilidad de este apartado es primordial para mantener la disponibilidad eléctrica en el edificio y por consiguiente, en el cuarto de servidores, pues al contar con una alimentación de cable redundante, mitiga la caída del servicio eléctrico y si un cable falla, el otro entra en funcionamiento para abastecer de energía eléctrica a los dispositivos.

Tomando en cuenta el apartado de utilidad en la parte eléctrica de la tabla de cotejo, se necesita contar con la entrada de utilidad referente a la alimentación redundante N+1, necesaria para implementar si se pretende llegar al TIER 3 en el centro de datos. Este tipo de nomenclatura trae consigo un significado de redundancia para solventar la necesidad de una empresa, cuyo propósito es mantener la disponibilidad de sus servicios, por medio de los equipos, con

resguardo de apagones y sobrecargas. Existen dos tipos de redundancia n+1; la aislada y en paralelo. La primera cuenta con dos UPSs con la capacidad de soportar toda la carga del cuarto de servidores, pero únicamente una está activa. La otra entraría en funcionamiento cuando el primer deje de funcionar. El segundo tipo de redundancia en paralelo, se basa en que las dos UPS soportan la carga de los sistemas a la vez. Se requiere que las UPSs estén sincronizadas y habitualmente sean del mismo fabricante.

**Tabla #12**

**Central de utilidades principal**

| <b>Central de utilidades principal</b> | <b>TIER 3</b>                                               | <b>Disponible</b> |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------|
| Servicio                               | Dedicado                                                    | No                |
| Construcción                           | Cuadro de distribución con circuito extraíble interruptores | No                |
| Supresión de sobretensiones            | Sí                                                          | No                |

**Fuente: Norma ANSI/TIA 942**

La central de utilidades principal cuenta con 3 apartados, requeridos por la certificación TIER 3, para alcanzar la norma ANSI/TIA 942.

El apartado de servicio dedicado no se encuentra disponible actualmente en el HMS para el centro de datos. El servicio dedicado pretende atender incidentes eléctricos pertenecientes al data center, con el fin de brindar monitoreo y mantenimiento exclusivo al centro de datos, las 24 horas del día.

#### 5.4.5 El cuadro de distribución con circuito extraíble

Es un elemento de seguridad de una instalación eléctrica que pretende alojar los elementos de protección y distribución de las instalaciones eléctricas. Este cuenta con diferentes niveles de ensamblaje, para mayor seguridad de las sobretensiones de los circuitos.

#### 5.4.6 Supresión de sobretensiones

Este aspecto no se encuentra disponible en la parte eléctrica del HMS; cumple el funcionamiento de proteger los dispositivos eléctricos de picos de tensión, pues gestionan o administran la energía eléctrica de un dispositivo electrónico conectado a este. Se implementa por medio de un artefacto instalado en el panel eléctrico, protege de ondas erráticas transitorias en la entrada del servicio eléctrico de su edificio, paneles derivados y equipos individuales. Se debería considerar la instalación de un dispositivo de supresión de sobretensiones, pues actualmente el equipo se encuentra expuesto a sufrir golpes por los picos de voltaje posibles en la red eléctrica.

**Tabla #13**

#### **Sistema de Alimentación Ininterrumpida**

| <b>Sistema de alimentación<br/>ininterrumpida</b> | <b>Tier 3</b>                                                        | <b>Disponible</b> |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Redundancia                                       | N+1                                                                  | No                |
| Topología                                         | Módulos redundantes<br>distribuidos o Bloquear<br>sistema redundante | No                |

|                                                                                               |                                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Automatic Bypass                                                                              | Sí, con alimentador dedicado a bypass automático                                                        | No |
| Arreglo de Bypass de Mantenimiento                                                            | Bypass de mantenimiento dedicado alimentador que sirve de salida de UPS a tablero de conmutadores       | No |
| Distribución de potencia de salida                                                            | Centralita incorporando disyuntor extraíble con tiempo largo ajustable y función de disparo instantáneo | No |
| Cadena de batería                                                                             | Cadena dedicada para cada módulo                                                                        | No |
| Tipo de batería                                                                               | Válvula de 15 años regulada con ácido de plomo. o volante                                               | No |
| Tiempo mínimo de respaldo de la batería con carga de diseño en final de la vida de la batería | 10min                                                                                                   | No |
| Sistema de monitoreo de batería                                                               | Nivel de cadena por sistema UPS                                                                         | No |

**Fuente: Norma ANSI/TIA 942**



Otra característica del tema eléctrico para cumplir con la certificación TIER3 es el apartado de sistema de alimentación o SAI; cumple la función de dar confiabilidad ante los apagones, en cualquier momento, en el centro de datos. Busca proteger los aparatos conectados y mantenerlos en funcionamiento ante las anomalías. Estos se subdividen en diferentes puntos que se detallan a continuación:

#### **5.4.7 La redundancia N+1**

No se encuentra implementada en el centro de datos analizado; la falta de esta característica afectaría la redundancia de los dispositivos. Contar con redundancia N+1 favorece la disponibilidad, pues en caso de fallo o mantenimiento, no interrumpirá las operaciones.

#### **5.4.8 Módulo redundante distribuido**

Una vez realizado el análisis, se llega a la conclusión de que el cuarto de servidores no cuenta con el rubro módulo redundante distribuido, por eso, los equipos actualmente están expuestos a fallas eléctricas, pues no se permite el mantenimiento simultáneo y no se reducen los puntos individuales de fallo. Esto hace que el elemento del sistema de distribución eléctrica pueda ocasionar tiempos de inactividad en cualquier momento, si no se instala un medio para evitarlo (bypass). Otro inconveniente de la no implementación de este punto, es la capacidad para desconectar por completo cualquier componente eléctrico, o subconjunto de componentes, para realizar tareas de mantenimiento o pruebas de rutina, sin necesidad de transferir la carga a la red pública.

#### **5.4.9 Automatic bypass**

Este tipo de implementación ayuda a combatir sobrecargas y eventuales problemas internos. El SAI dispone de bypass automático, que garantiza la alimentación de la carga conectándola directamente en la entrada. Al no contarse con ella en el centro de datos del HMS, una sobrecarga impactaría al equipo por completo y podría presentar daños en el cuarto de servidores lo que ocasionaría pérdida de dispositivos valiosos para el funcionamiento del hospital.

#### **5.4.10 Arreglo de bypass de mantenimiento**

Lo recomendado es un diseño con una vía de bypass (derivación) manual para garantizar la potencia a la carga, cuando se realiza el mantenimiento; esto mejora la fiabilidad y sostenibilidad del sistema. La instalación de un dispositivo que realice esta función brinda protección de la energía, con el fin de prevenir tiempos de inactividad y pérdida de datos en aplicaciones. Actualmente no se encuentra implementado el arreglo bypass de mantenimiento.

#### **5.4.11 Distribución de potencia en salida**

Analizando este punto, se llega a la conclusión de que el HMS, específicamente en el data center, no cuentan con el disyuntor extraíble con tiempo largo ajustable y función de disparo instantáneo; dicho elemento brinda un control para la seguridad y continuidad de los equipos, al no dejar que accedan picos de voltaje dañinos para los dispositivos.

#### 5.4.12 Cadena de batería

Es un dispositivo que se integra por una serie de celdas o baterías conectadas en hilo, con el objetivo de producir un potencial que pueda proporcionar un respaldo de electricidad de 10 amperios durante 10 horas; no contar con este mecanismo disminuye la duración de una batería, para seguir con el funcionamiento normal por un lapso. El tipo de batería por utilizar en este TIER 3 deberá ser una con capacidad de válvula de 15 años, con ácido de plomo o volante. La característica que presenta esta batería es el almacenamiento de energía durante largos períodos, debido a su baja auto descarga diaria, menor al 0,1%. Al no existir cadena de baterías, no se implementa el monitoreo. El funcionamiento de este monitoreo es una exhaustiva revisión de las baterías y si una cumplió su vida útil, realizar el cambio.

**Tabla #14**

#### Unidad de distribución de energía

| Unidad de distribución<br>de energía | Tier 3                                               | Disponible |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------|------------|
| Transformador                        | Cancelación K-nominal o<br>armónica, alta eficiencia | No         |

**Fuente: Norma ANSI/TIA 942**

La unidad de distribución de energía para alcanzar la norma TIER 3 debe cumplir con la característica de cancelación k nominal o armónica de alta eficiencia, que pretende regular los picos de energía. Schneider (2014) indica:

Estos armónicos son tensiones de corriente con una frecuencia que es un número entero de la frecuencia del sistema de distribución, estas al

combinarse con la corriente distorsionan la forma de onda de la corriente o la tensión, una manera de eliminar estos armónicos es la utilización de filtros pasivos que buscan ajustarse a la frecuencia que debe eliminarse y así se logra un balance de energía, por otra parte, se puede implementar filtros activos que cancelan los armónicos inyectando corrientes armónicas exactamente iguales donde surgen. Este tipo de filtros reaccionan en tiempo real (es decir, de forma activa) frente a los armónicos existentes para eliminarlos (p.21).

**Tabla #15**

**Interruptor de transferencia estática automática**

| <b>Interruptor de transferencia<br/>estática automática</b> | <b>Tier 3</b>                             | <b>Disponible</b> |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------|
| Dispositivo de sobrecorriente                               | Cortacircuitos                            | No                |
| Procedimiento de bypass de<br>mantenimiento                 | Manual guiado con<br>mecánica. Entrelazar | No                |
| Salida                                                      | Interruptor de doble circuito             | No                |

**Fuente: Norma ANSI/TIA 942**

De acuerdo con la tabla anterior, el interruptor de transferencia estática automática transfiere la potencia a una fuente alterna estable, en menos de 4ms, con protección de equipos.

Dicho interruptor cuenta con 3 puntos por evaluar y actualmente no se encuentra disponible en el HMS.

#### **5.4.13 Dispositivo de sobre corriente**

La sobre corriente causa sobrecargas, cortocircuitos o fallas a tierra; es fundamental contar con un dispositivo que aplaque estos riesgos. Se recomienda instalar cortacircuitos que ayudan al centro de datos a irrumpir automáticamente las corrientes eléctricas, cuando estas sean excesivas o peligrosas; de esta manera, los dispositivos no sufren esa sobre descarga que podría afectar su funcionamiento de manera total.

#### **5.4.14 Procedimiento de bypass de mantenimiento**

Dicho rubro no se encuentra implementado en el hospital. Como recomendación, se aconseja instalar el interruptor bypass, con el objetivo de que esté disponible para dar salida a las cargas de electricidad, en caso de fallo del sistema SAI; se busca cumplir con la necesidad para realizar maniobras de mantenimiento. Otra recomendación es contar con el manual que debe considerarse parte integral del interruptor de bypass de mantenimiento, por lo tanto, es recomendable conservarlo durante el ciclo de vida útil del equipo.

#### **5.4.15 Salida**

El centro de datos del HMS actualmente no cuenta con una salida eléctrica por medio de un interruptor de doble circuito; este permite controlar por separado la energía enviada a múltiples lugares.

**Tabla #16**  
**Característica de toma a tierra**

| <b>Aspectos encontrados</b>                                                                                                                    | <b>Función</b>                                                                                                                     | <b>Recomendaciones</b>                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Actualmente el centro de datos posee el sistema de toma a tierra, pero no como lo requiere la norma ANSI / TIA 607-B.                          | Su cometido es proteger al usuario de los aparatos conectados a red eléctrica.                                                     | -Verificar periódicamente el buen funcionamiento de este sistema.<br>- Acoplar el sistema actual al recomendado según la norma.                                           |
| Sistema de protección contra rayos.                                                                                                            | Intercepta las descargas directas de rayos.                                                                                        | -Contar con un sistema de aire para la intercepción de rayos. - Brindar un sistema conductor de bajada con el fin de una descarga segura de la corriente de un rayo.      |
| Accesorios de iluminación neutros aislados del servicio. Entrada derivada del transformador de iluminación para aislamiento de falla a tierra. | Proteger los accesorios de iluminación del centro de datos, por medio de una entrada de energía resguardada con la falla a tierra. | - Implementar las características del estándar para la conexión de falla a tierra.<br>- Disponer de esta característica para proteger los accesorios de picos eléctricos. |

**Fuente: Creación propia**

#### **5.4.16 Apagado de emergencia en la sala de ordenadores (EPO)**

El dispositivo EPO actualmente no se encuentra instalado en el centro de datos del HMS, este artefacto pretende resguardar el cuarto de servidores de cualquier emergencia sufrida por la instalación eléctrica. Por medio de un botón de apagado, corta toda la alimentación eléctrica del cuarto de servidores o red de circuitos eléctricos.

**Tabla #17**

#### **EPO**

| <b>Aspectos encontrados</b>                                                                                                                 | <b>Características y Recomendaciones</b>                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Según la tabla de cotejo, si este dispositivo estuviera activo en la sala de servidores, se aconseja analizar si cumple con la instalación. | Instalar y necesariamente evaluar por personal certificado con un programa de acreditación aceptado por la AHJ.                                           |
| Modo de prueba; es de prioridad verificar una vez que esté instalado.                                                                       | Brindar una demostración del sistema, con el objetivo de comprobar su funcionamiento y que realiza las funciones de apagado de la alimentación eléctrica. |
| Dicho apagado de emergencia está ligado a una alarma que alerta sobre altas tensiones eléctricas.                                           | Contar con el sistema de alarma y demostrar su funcionamiento.                                                                                            |

|                            |                                                                       |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Interruptor de cancelación | Brindar la configuración, según lo permitido por los códigos locales. |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------|

**Fuente: Creación propia**

## 5.5 Seguridad

Una vez recolectados los datos para el diseño del centro de datos, se procede al análisis de los requerimientos y activos necesarios para la elaboración de la propuesta del proyecto. Para ello fue necesario abarcar ciertos puntos detallados a continuación:

**Tabla #18**

### Seguridad

| Seguridad                                            | Tier 3   | Disponible |
|------------------------------------------------------|----------|------------|
| Capacidad y disponibilidad de la CPU del sistema UPS | Edificio | Sí         |

**Fuente: Norma ANSI/TIA 942**

Se logró recaudar información por medio de la lista de cotejo y el cuestionario para poder demostrar y detallar que actualmente el hospital tiene acceso y sobre todo, redundancia en el equipamiento de dispositivos de alimentación ininterrumpida para los activos del área (paneles de campo, equipos utilizados por el personal de seguridad física, generadores, teléfonos, centro de operaciones informáticas, centro de operaciones de red, puertas). Un aspecto importante dentro de la recolección de datos, es que la vida útil de los equipos de UPS es correcta y



accesible para su utilización, con cumplimiento de los estándares dentro de lo estipulado en la norma ANSI TIA 942.

Con esta información, se puede concluir que la compra de dispositivos de alimentación ininterrumpida será escasa, para la implementación de los equipos dentro de un nuevo centro de datos; se puede reutilizar la mayoría de estos, de otro modo se deberá hacer la compra de alguno para poder solventar el punto de redundancia requerido en un TIER 3.

**Tabla #19**

**Monitoreo**

| <b>Seguridad</b>                                                                     | <b>Tier 3</b>      | <b>Disponible</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------|
| Control de Seguridad /<br>Monitoreo en:<br>Generadores, UPS,<br>teléfono y salas MEP | Acceso con tarjeta | Sí                |

**Fuente: Norma ANSI/TIA 942**

Estas áreas deben ser supervisadas mediante algún sistema de monitoreo y un control de seguridad. Se detalla la información recolectada:

El área de generadores se encuentra monitoreada por cámaras, las cuales son controladas por los agentes de seguridad del área y bajo un control de seguridad efectuado mediante tarjetas de acceso, con paso al personal encargado del sitio, para el respectivo mantenimiento o bien, su utilización.

Es recomendable mantener un esquema de monitoreo para obtener un control riguroso al área de generadores, un activo muy importante de la empresa y de la norma; por tanto, no puede haber fallas dentro de esta área.

**Tabla #20****Seguridad en Bóvedas de fibra**

| <b>Seguridad</b> | <b>Tier 3</b>          | <b>Disponible</b> |
|------------------|------------------------|-------------------|
| Bóvedas de fibra | Detección de intrusión | No                |

**Fuente: Norma ANSI/TIA 942**

Conforme con la información recolectada, se ve reflejado que la bóveda de fibra óptica no cuenta con detección de intrusos, lo cual es un punto crítico dentro de este apartado (SEGURIDAD), pues no se cumple con la norma.

**Tabla #21****Seguridad en puertas de salida de emergencia**

| <b>Seguridad</b>                | <b>Tier 3</b>                                                  | <b>Disponible</b> |
|---------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------|
| Puertas de salida de emergencia | Puertas que permitan la salida fácilmente, durante un desastre | No                |

**Fuente: Norma ANSI/TIA 942**

En un percance donde se pueda dar el bloqueo de puertas, la norma indica como necesario la existencia de un mecanismo de salida segura, para que no se retrase la salida y no haya accidentes.

Actualmente, no todas las puertas poseen un mecanismo para la evacuación segura del personal, dado un evento o desastre.

**Tabla #22****Seguridad en ventanas**

| <b>Seguridad</b> | <b>Tier 3</b>          | <b>Disponible</b> |
|------------------|------------------------|-------------------|
| Ventanas         | Detección de intrusión | No                |

**Fuente: Norma ANSI/TIA 942**

Analizando los procesos de toma de datos mediante las encuestas y la lista de cotejo, las ventanas no cuentan con detección de intrusos, incluso, aunque el edificio posee un sistema de seguridad mediante cámaras, estas no se encuentran monitoreando las ventanas del sitio.

**Tabla #23****Seguridad en centro de operaciones**

| <b>Seguridad</b>                                                          | <b>Tier 3</b>      | <b>Disponible</b> |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------|
| Centro de operaciones de seguridad de red y salas de equipos de seguridad | Acceso con tarjeta | Sí                |

**Fuente: Norma ANSI/TIA 942**

El monitoreo, por parte de los miembros de CGI, es de manera eficiente, cuentan con el equipo necesario para llevar las funciones dentro del sitio, además de un control de accesibilidad bueno, el cual se lleva a cabo mediante tarjetas de acceso: este sistema permite mantener un control respecto a la entrada y salida de usuarios, con una base de datos sobre los movimientos generados en las puertas.

**Tabla #24****Seguridad en puertas principales**

| <b>Seguridad</b>                                        | <b>Tier 3</b>                                                                                                             | <b>Disponible</b> |
|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Puerta principal en el piso de la sala de computadoras. | Enclavamiento individual, portal u otro hardware diseñado para prevenir piggybacking o paso atrás de credencial de acceso | No                |

**Fuente: Norma ANSI/TIA 942**

Aunque se lleva a cabo un control de acceso al sitio por medio de tarjetas, estas no previenen el piggybacking (técnica de transmisión de datos bidireccional en la capa de red).

**Tabla #25****Paredes, ventanas y puertas antibalas.**

| <b>Paredes, ventanas y puertas antibalas.</b> | <b>Tier 3</b> | <b>Disponible</b> |
|-----------------------------------------------|---------------|-------------------|
| Mostrador de seguridad en el lobby            | Nivel 3 (min) | No                |

**Fuente: Norma ANSI/TIA 942**

Según lo indicado por la norma, el mostrador de seguridad en la sala de espera debe de tener un nivel 3 en blindaje, para la seguridad de las personas en el sitio; esto detiene los impactos de bala generados en un percance, o bien, algún tipo de agresión con un objeto contundente.

Comparando estos requerimientos con la infraestructura del hospital, la infraestructura del lugar no está condicionada para prever la situación antes mencionada.

**Tabla #26**

**Monitorización CCTV**

| <b>Monitorización CCTV</b>             | <b>Tier 3</b> | <b>Disponible</b> |
|----------------------------------------|---------------|-------------------|
| Edificio perimetral y<br>aparcamiento. | Sí            | Sí                |
| Generadores                            | Sí            | Sí                |
| Puertas de acceso<br>controlado        | Sí            | Sí                |
| Pisos de la sala de<br>computadoras    | Sí            | No                |
| UPS, teléfono y salas<br>MEP           | Sí            | No                |

**Fuente: Norma ANSI/TIA 942**

En este apartado de la norma se hace énfasis en los lugares de mayor cuidado y por tanto, los que deben ser mejor vigilados, lo cual aumenta la seguridad de estos para la protección de los activos y su respectiva monitorización por medio de cámaras de vigilancia, dentro y fuera del área del centro de datos.

Dentro de las áreas detalladas en la norma, como las de mayor seguridad, están:

- Edificio perimetral y aparcamiento.
- Área de generadores.
- Puertas de acceso al centro de datos.
- Los pisos donde se encuentran las salas de computadoras.
- UPS.
- Teléfono dentro del centro de datos.
- Salas MEP.

Una vez comparada la información de la tabla con los recursos del centro hospitalario, se observan áreas que no cumplen con esta medida de monitorización, las cuales son los pisos donde están ubicadas las salas de computadoras; además, no carecen de cámaras en dirección hacia las UPS, teléfono dentro del área del centro de datos y en las salas MEP.

**Tabla #27**

**CCTV Circuito cerrado de televisión**

| <b>CCTV</b>                                              | <b>Tier 3</b>          | <b>Disponible</b> |
|----------------------------------------------------------|------------------------|-------------------|
| Grabación CCTV de toda la actividad en todas las cámaras | Digital                | Sí                |
| Velocidad de grabación (cuadros por segundo)             | 20 cuadros / seg (min) | Sí                |

**Fuente: Norma ANSI/TIA 942**

Además de la monitorización, este servicio de seguridad debe cumplir ciertos estándares; en cuanto duración, que sea de 20 cuadros por minuto, y además, la grabación de los videos de forma digital. Una vez comparada esta información con el desarrollo del sistema en el Hospital, sí se cumple con las medidas estipuladas por la norma.

En cuanto a la estructura, hay un apartado de seguridad que los centros de datos deben cumplir para optar por una clasificación TIER; se señalan las siguientes medidas:

Diseño de instalaciones según Código de Construcción Internacional (IBC).  
Requisitos de la Categoría de Diseño Sísmico (SDC).

**Tabla #28**

**Estructural**

| <b>Estructural</b>                                                                                                              | <b>Tier 3</b>                                             | <b>Disponible</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------|
| Diseño de instalaciones según Código de Construcción Internacional (IBC).<br>Requisitos de la Categoría de Diseño Sísmico (SDC) | Utilizar los requisitos de la COSUDE para la construcción | No                |

**Fuente: Norma ANSI/TIA 942**

Con esta norma se busca que las empresas opten por la mayor seguridad posible, con estándares para la implementación o creación de un centro de datos.

Al realizar las entrevistas se averigua que la infraestructura del sitio, específicamente la del área del centro de datos, fue implementada sin ninguna medida o seguimiento de norma. Debido al evento ocurrido en el año 2012, donde una gran parte de la infraestructura hospitalaria fue afectada, se procedió a trasladar los equipos del centro de datos.

Actualmente no se cuenta con una infraestructura adecuada para el centro de datos por ello, una de las principales recomendaciones se basa en el seguimiento de las normas (IBC) y (SDC), con el fin de proporcionar mayor seguridad al sitio, siguiendo las características y controles indicados en ellas.

**Tabla #29**

**Estructura contra aceleraciones sísmicas local**

| <b>Estructural</b>                                                                           | <b>Tier 3</b>                                            | <b>Disponible</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------|
| Espectros de respuesta<br>específicos del sitio.<br>Grado de aceleraciones<br>sísmicas local | Con estado de operación<br>después del 10% en 50<br>años | No                |

**Fuente: Norma ANSI/TIA 942**

Conocer el riesgo sísmico eventual en los territorios a nivel provincial, debería ser prioridad de las jefaturas del Hospital Monseñor Sanabria, para conocer medidas de mitigación de este riesgo en la infraestructura del centro hospitalario. La importancia de un estudio de respuesta de sitio, es lograr definir, de la forma más cercana a la realidad, la amenaza sísmica de la zona del proyecto; esto, para realizar un diseño sísmico- resistente óptimo.



De acuerdo con la localización del Hospital Monseñor Sanabria, se encuentra en una zona de alto nivel sísmico, pues su posición está dentro de los márgenes de las placas tectónicas Coco y Caribe, las cuales han tenido una actividad casi constante y por lo cual ya se ha visto afectado el edificio.

Por tal razón, es importante realizar una revisión periódica de los niveles de aceleraciones sísmicas, no solo a nivel provincial, sino a nivel nacional. Se busca mitigar y salvaguardar los recursos de la institución; primeramente, vidas humanas, y segundo, los activos de la empresa, principalmente en este proyecto, los activos dentro del centro de datos.

Según la información brindada por la jefatura del área de CGI del Hospital, nunca se ha llevado a cabo un seguimiento de actividades sísmicas, incluso, dado el percance en el 2012 donde se vio afectada gran parte de la infraestructura; no se tomaron las medidas necesarias para mitigar este hecho.

**Tabla #30**

**Estructura de Racks/armarios para equipos**

| <b>Estructural</b>                                                                                               | <b>Tier 3</b>         | <b>Disponible</b> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------|
| Racks / armarios para equipos de telecomunicaciones anclados a la base o apoyados en la parte superior y la base | Completamente apoyado | Sí                |

**Fuente: Norma ANSI/TIA 942**

Dentro de este apartado los armarios o RACKS deben cumplir una característica de seguridad y calidad, para mantener la integridad de los equipos y del personal que se encuentre laborando dentro del área del centro de datos; dado un desastre, la caída de uno de estos inmuebles podría repercutir en la vida de un ser humano o bien, en la pérdida de equipo importante.

Para ello es necesario asegurar estos equipos, de manera que no produzcan estos daños, o al menos los mitiguen. El aparato debe estar anclado tanto a la parte inferior del área como a la parte superior, para mayor soporte de este y evitar un accidente frente a un evento, como, por ejemplo, un sismo.

Analizando los componentes dentro del centro de datos, se visualiza que efectivamente cumplen con la medida dentro de la norma, con los equipos completamente apoyados y con seguridad dentro del entorno.

**Tabla #31**

**Desviación en las telecomunicaciones**

| <b>Estructural</b>                                    | <b>Tier 3</b> | <b>Disponible</b> |
|-------------------------------------------------------|---------------|-------------------|
| Limitación de la desviación en las telecomunicaciones | Sí            | No                |

**Fuente: Norma ANSI/TIA 942**

Cada área de telecomunicaciones debe cumplir un estándar en cuanto a los límites de electricidad; se debe tomar en cuenta que unos de los mayores riesgos en el área del centro de datos, sería una sobrecarga en los sistemas eléctricos. Para

ello, se debe tener mucho cuidado en la implementación de la infraestructura y no forzar los sistemas de alimentación.

Lamentablemente, una vez analizados los datos brindados por el hospital, no se cumple esta medida, pues los equipos se encuentran en riesgo de sufrir una sobrecarga, lo cual produciría un desastre.

**Tabla #32**

**Estructura de canaletas**

| <b>Estructural</b>                                            | <b>Tier 3</b>              | <b>Disponible</b> |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------|
| Arriostramiento de conductos eléctricos y bandejas de cables. | Por código con importancia | Parcial           |

**Fuente: Norma ANSI/TIA 942**

Es necesario el orden en la implementación de un centro de datos y mucho más cuando de cables se habla, para ello, es necesaria la implementación de canaletas o canastas, para la distribución del cableado en el centro de datos y toda el área de informática.

Se consigue analizar que el centro de datos del hospital no cumple en la totalidad la medida impuesta por la norma, pues sectores se ven ordenados por estos mecanismos.

**Tabla #33****Capacidad de suspensión del piso para cargas auxiliares**

| <b>Estructural</b>                                                                | <b>Tier 3</b>                     | <b>Disponible</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Capacidad de suspensión del piso para cargas auxiliares suspendidas. Desde abajo. | 2.4 kPa (50 lbf/ft <sup>2</sup> ) | No                |

**Fuente: Norma ANSI/TIA 942**

La capacidad de suspensión se encuentra delimitada en cuanto al piso falso del centro de datos; es necesario que la suspensión cumpla cierta medida, la cual es de 2.4 kPa (50 lbf/ft<sup>2</sup>).

Una vez analizada la infraestructura del edificio en el área de servidores del Hospital, no cuentan con un piso falso y los cables son pasados por un techo falso; sin embargo, es necesario cumplir esta medida. Debe incorporarse al centro de datos un piso falso, para cumplir con la característica dentro de la norma Ansi Tia-942.

**Tabla #34****Estructura de losa de concreto en el suelo**

| <b>Estructural</b>                     | <b>Tier 3</b> | <b>Disponible</b> |
|----------------------------------------|---------------|-------------------|
| Grosor de losa de concreto en el suelo | 127 mm (5 in) | No                |

**Fuente: Norma ANSI/TIA 942**

Dentro de los puntos indicados en la norma, las losas de concreto ubicadas en el suelo deben cumplir con un grosor de 127 mm (5 in) para evitar accidentes.

Al comparar y analizar la superficie del centro de datos del Hospital con el grosor que indica la norma Ansi-tia 942, al no contar con un piso falso no se cumple con la norma, es uno de los principales requerimientos para un TIER 3.

**Tabla #35**

**Revestimiento mínimo de hormigón**

| <b>Estructural</b>                                                                                                                                                                     | <b>Tier 3</b> | <b>Disponible</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------|
| Revestimiento mínimo<br>de hormigón sobre<br>flautas para equipos.<br>Anclaje cuando el<br>hormigón rellena<br>estructura de cubierta<br>de metal<br>Utilizada para pisos<br>elevados. | 102 mm (4 in) | No                |

**Fuente: Norma ANSI/TIA 942**

Esta medida permite saber el grosor mínimo solicitado en las estructuras que sostienen el piso falso, las cuales deben tener un relleno de 102 mm de hormigón. De esta manera, la estructura tendría mayor firmeza y fortaleza en la estructura baja, por tanto, brindaría mayor seguridad a las personas y equipos ubicados encuentran en la superficie.

El Hospital, al no contar con la infraestructura de un piso falso, no cumple con la medida solicitada por la norma.

**Tabla #36**

**Estructura de Piso Falso**

| <b>Estructural</b>                                                                                                                                                                                                                                | <b>Tier 3</b>                      | <b>Disponible</b> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------|
| <p>Construcción de piso elevado.<br/>(Estructuras de acero con cubiertas de hormigón rellenas de metal son más fáciles de actualizar).</p> <p>Para cargas intensas en salas de baterías / UPS (Además, mejor para instalar anclajes de piso).</p> | <p>Cubierta de acero y relleno</p> | <p>No</p>         |

**Fuente: Norma ANSI/TIA 942**

Consiste en técnicas para dar amortiguamiento suplementario mediante elementos que absorben la energía de un terremoto o un sismo. La estructura perimetral se encuentra montada sobre ciertos mecanismos de suspensión, los cuales permiten la mitigación de los golpes producidos por un sismo o terremoto, de tal manera que se eviten daños al edificio.

Estos elementos son llamados amortiguadores; en algunos casos serán sustituidos ante un sismo. No obstante, el Hospital no cuenta con este tipo de mecanismo.

**Tabla #37****Construcción de piso falso**

| <b>Estructural</b>                                               | <b>Tier 3</b>               | <b>Disponible</b> |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| Construcción de piso elevado (estructuras de acero con hormigón) | Cubierta de acero y relleno | No                |

**Fuente: Norma ANSI/TIA 942**

La construcción del piso elevado deberá seguir las indicaciones nombradas en la norma Ansi-Tia 942. Debe poseer una infraestructura de acero cubierta con metal y rellena de hormigón, esto permitirá el aislamiento de la energía que se pueda producir por cargas intensas en las salas de baterías. Además, que permitirá una mayor solidez a la hora de hacer anclajes al piso.

Una vez analizada la infraestructura del Hospital, se observa que por no poseer un piso falso se incumple con la medida del cuadro anterior.

**5.6 Mecánica****Tabla #38****Tabla de mecánica**

| <b>Mecánica</b>                                                                                  | <b>Tier 3</b>                                                            | <b>Disponible</b> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Redundancia para equipos mecánicos (por ejemplo, unidades de aire acondicionado, refrigeradores, | Redundancia N + 1 para equipos mecánicos. La pérdida temporal de energía | No                |

|                                                                                                                                          |                                                                                                                                           |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| bombas, torres de enfriamiento, condensadores)                                                                                           | eléctrica no causará pérdida de refrigeración, pero puede hacer que la temperatura se eleve dentro del rango operativo del equipo crítico |    |
| El enrutamiento de las tuberías de agua o drenaje no está asociado con el equipo del centro de datos en los espacios del centro de datos | No permitido                                                                                                                              | Sí |
| Presión positiva en la sala de computación y los espacios asociados en relación con espacios al aire libre y que no son centros de datos | Sí                                                                                                                                        | Sí |
| Desagües del piso en la sala de computadoras para el agua de drenaje del condensado, el agua de lavado del                               | Sí                                                                                                                                        | No |



|                                                     |    |    |
|-----------------------------------------------------|----|----|
| humidificador y el agua de<br>descarga del rociador |    |    |
| Sistemas mecánicos en<br>generador de reserva       | Sí | Sí |

**Fuente: Norma ANSI/TIA 942**

El apartado mecánico comprende no solo generadores y sistemas de refrigeración, también hace referencia a desagües, topologías de cableado y estrategia de acondicionamiento para presiones de aire positivas.

El en primer punto de la tabla, se indica que debe existir redundancia para todos los componentes mecánicos, de modo que, ante una falla eléctrica, los aires puedan mantener la temperatura segura dentro del recinto. El hospital Monseñor Sanabria no cumple con el punto antes mencionado y tampoco posee desagües en el piso de la sala de computadoras.

Enrutamiento de tuberías, presión positiva de aire en las salas de computadoras y los sistemas mecánicos para los generadores de reservas, son aspectos que se cumplen, según lo acordado en la norma TIA 942.

**Tabla #39**

**Sistema de refrigeración por agua**

| <b>Sistema de refrigeración por<br/>agua</b>                | <b>Tier 3</b>                                                  | <b>Disponible</b> |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------|
| Unidades interiores de aire<br>acondicionado en la terminal | Unidades de CA<br>suficientes para<br>mantener el área crítica | No                |

|                                             |                                                                                                                                          |                   |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
|                                             | durante la pérdida de una fuente de energía eléctrica.                                                                                   |                   |
| Control de humedad para sala de computación | Humidificación proporcionada                                                                                                             | No                |
| Servicio eléctrico a equipos mecánicos.     | Múltiples trayectos de energía eléctrica a equipos de CA.<br>Conectado en forma de tablero de ajedrez para redundancia de refrigeración. | No                |
| <b>Rechazo de calor</b>                     | <b>Tier 3</b>                                                                                                                            | <b>Disponible</b> |
| Sistema de tuberías                         | Sistema condensador de agua paralelo y entubado                                                                                          | No                |
| Sistema de tuberías de agua enfriada        | Sistema de bucle de escalera de doble trayectoria para el enfriamiento de agua con válvulas de aislamiento                               | No                |

|                                             |                                                                             |                   |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Sistema de tubería de agua del condensador  | Sistema de condensador de agua paralelo                                     | No                |
| <b>Sistema de agua refrigerada</b>          | <b>Tier 3</b>                                                               | <b>Disponible</b> |
| Control de humedad para sala de computación | Humidificación proporcionada                                                | No                |
| Servicio eléctrico a equipos mecánicos.     | Múltiples vías de alimentación eléctrica para equipos de aire acondicionado | No                |
| <b>Sistema enfriado por aire</b>            | <b>Tier 3</b>                                                               | <b>Disponible</b> |
| Control de humedad para sala de computación | Humidificación proporcionada                                                | No                |
| Servicio eléctrico a equipos mecánicos      | Múltiples vías de alimentación eléctrica para equipos de aire acondicionado | No                |

**Fuente: Norma ANSI/TIA 942**

En el centro de datos no existe un sistema de refrigeración con agua dentro del recinto, por lo que no se cumple con lo que solicita la norma, posee aires acondicionados, pero no redundantes ni suficientes; también carece de control de humedad y de trayectos en forma de topología de tablero de ajedrez, para redundancia de enfriamiento.

El sistema de rechazo de calor para tuberías en forma de bucle, permite mantener fría el agua, también es una falencia del centro de datos, además, tampoco posee controles de humedad para los medios de refrigeración por agua y aire. Con esto, queda en evidencia que el enfriamiento del área de cómputo depende de aires acondicionados exclusivamente, sin redundancia, aunque sí con la existencia de generadores para atender fallas eléctricas.

**Tabla #40**

**Sistema de control de climatización**

| <b>Sistema de control de climatización</b>        | <b>Tier 3</b>                                                                    | <b>Disponible</b> |
|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Sistema de control de climatización               | El fallo del sistema de control no interrumpirá el enfriamiento a áreas críticas | No                |
| Fuente de alimentación al sistema de control HVAC | Redundante, alimentación eléctrica por UPS al control BMS                        | No                |

**Fuente: Norma ANSI/TIA 942**

El centro de datos no posee un centro de climatización dónde se regula la humedad y la temperatura.

**Tabla #41****Fontanería**

| <b>Fontanería (para el rechazo del calor refrigerado por agua)</b> | <b>Tier 3</b>                                                     | <b>Disponible</b> |
|--------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Hecho agua                                                         | Fuentes de agua duales, o una fuente + almacenamiento en el sitio | No                |
| Puntos de conexión al sistema condensador de agua                  | Dos puntos de conexión                                            | No                |

**Fuente: Norma ANSI/TIA 942**

Como se había analizado anteriormente, no existe sistema de rechazo de calor, por lo que el centro de datos tampoco posee tuberías para este tipo de enfriamiento.

**Tabla #42****Sistema de combustible**

| <b>Sistema de combustible</b>                  | <b>Tier 3</b>                                      | <b>Disponible</b> |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------|
| Tanques de almacenamiento a granel             | Múltiples tanques de almacenamiento                | No                |
| Bombas de tanques de almacenamiento y tuberías | Múltiples bombas, múltiples tuberías de suministro | No                |

**Fuente: Norma ANSI/TIA 942**

No existe este tipo de tanques para almacenar combustible para los sistemas de respaldo de energía; tampoco tuberías para suministrar.

**Tabla #43****Bombas, tuberías y Sistema de detección de humo**

| <b>Supresión de Incendios</b>                   | <b>Tier 3</b>                             | <b>Disponible</b> |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------|
| Sistema de detección de fuego                   | Sí                                        | No                |
| Sistema de rociadores contra incendios          | Preacción (cuando sea necesario)          | No                |
| Sistema de supresión gaseosa                    | Agentes de limpieza listados en NFPA 2001 | Sí                |
| Sistema de detección de humo de alerta temprana | Sí                                        | No                |
| Sistema de detección de fugas de agua           | Sí                                        | No                |

**Fuente: Norma ANSI/TIA 942**

La parte final del módulo de mecánica de la norma TIA 942, indica que el recinto cuenta con extintores, pero falla en todos los demás puntos. No existe un sistema de detección de agua, humo o de fugas de agua; además, no posee sistemas rociadores contra incendios.

# **CAPÍTULO VI**

## **Conclusiones y recomendaciones**

## **6.1 Conclusiones y recomendaciones**

### **6.1.1 Conclusiones**

El hospital Monseñor Sanabria, a pesar de ser una institución que lleva muchos años de laborar y maneja tanta información, no posee un centro de datos con las exigencias impuestas por la norma Ansi-tia 942.

Un centro de datos es de vital importancia, tanto para usuarios internos como externos, por toda la información que debe manejar y albergar, con más razón si se trata de un hospital. El centro de datos ayudaría en la atención a los pacientes, con información vital de ellos, a mano, para los respectivos procedimientos. Se debe tomar en cuenta que el hospital es una de las entidades, a nivel nacional, con manejo de datos sensibles y estos deben estar disponibles en todo momento.

Al momento de diseñar un centro de datos se deben considerar algunos lineamientos:

La planificación es la clave para un buen diseño de un centro de datos.

Mantener el diseño lo más simple posible; con esto se asegura el fácil mantenimiento, soporte, uso y administración.

Ser flexibles; los cambios tecnológicos evolucionan rápidamente y las actualizaciones en la plataforma surgirán de igual forma.

Planear la construcción de un centro de datos, es una tarea más allá de comprar hardware, software y ponerlos a funcionar; si se pretende construir uno, el diseño debe ser confiable y en el desarrollo de la construcción de los procesos, deben hacerse esfuerzos coordinados, entre todas las áreas competentes. Cada uno de los componentes y su sistema de soporte, debe ser planeado, diseñado e



implementado para trabajar conjuntamente, asegurar su confiabilidad y el acceso de los recursos del centro de datos, mientras se planean los requerimientos futuros.

Omitir alguno de los aspectos mencionados anteriormente en este capítulo, podría ocasionar que el centro de datos se vuelva obsoleto rápidamente y el costo de mantención bastante alto.

### **6.1.2 Recomendaciones**

Se brinda una serie de recomendaciones, con el objetivo de obtener mejores prácticas en el centro de datos del Hospital Monseñor Sanabria. Como primer punto, se debe enfocar el centro de datos; esto, porque al estar dividido en varios aposentos, es más difícil su mantenimiento y también, por cuestión de orden, pues brinda una imagen de profesionalismo a la entidad.

Así mismo, es importante la implementación de seguridad a la hora de acceder al centro de cómputo; esto quiere decir que solo personal autorizado tenga acceso a los servidores, por medio de algún dispositivo electrónico, tarjetas de proximidad, huella digital, entre otros.

Es necesario elegir adecuadamente la ubicación del centro de datos, para ello, debe realizarse un estudio de la zona geográfica donde se asentará la infraestructura.

La creación de copias de seguridad es de suma importancia, pues al tratarse de un hospital, estas copias deben estar planeadas de tal manera que la información pueda ser resguardada constantemente.

# **CAPÍTULO VII**

## **PROPUESTA**

## 7.1 Propuesta técnica

La necesidad de tener la información disponible en todo momento, es uno de los mayores factores por tomar en cuenta, de manera que esta propuesta busca cubrir aspectos como: altos niveles de fiabilidad y seguridad, para que la información del centro hospitalario esté siempre disponible sin interrupciones; se trata de mantener un alto estándar en la atención de pacientes.

En esta propuesta se presenta el desarrollo necesario para diseñar e instalar un centro de datos. A lo largo de ella, se tienen en cuenta diversas variables que complementan y gestionan dicho centro de datos.

Como se ha mencionado a lo largo de este documento, el diseño se planteará con la norma ANSI/TIA-942, para respaldar y certificar los trabajos de montaje del centro de datos en el Hospital Monseñor Sanabria.

Actualmente, el centro hospitalario posee un edificio de 3 pisos y un sector aparte, donde se ubica el área de Centro de Gestión Informática (CGI). En este recinto hospitalario, no hay un lugar específico que cumpla con las características de infraestructura para el montaje del centro de datos, por tal motivo, será necesario realizar la construcción de dicho espacio dentro del mismo edificio, con las normas que implica el estándar internacional para su elaboración y posterior funcionamiento.

La investigación de campo llevada a cabo mediante entrevistas y lista de cotejo, arrojan que no solo será necesario asegurar el centro de datos de forma física, sino también de forma lógica, para contribuir con la seguridad de la información del centro hospitalario.

### **7.1.1 Arquitectura**

Se señalarán los puntos necesarios de cumplir, para que el recinto posea las especificaciones solicitadas por la norma TIA 942. La construcción debe abarcar las reglas NFPA75 e IBC en toda su infraestructura, esto con el fin de que el edificio pueda resguardar el centro de datos de la manera más segura e íntegra posible.

**(Ver Anexo #33, Diagrama Completo).**

#### **7.1.1.1 Ubicación del edificio**

El edificio deberá estar ubicado en una zona sin peligro de inundación, y a una distancia mínima de 300 pies de un área susceptible a un desbordamiento; la proximidad a costa navegable y vías de tránsito debe ser igual o mayor a los 300 pies y la cercanía con aeropuertos será de 1.6 kilómetros de distancia.

Esto limitará el peligro de muchas amenazas como las inundaciones o accidentes vehiculares que puedan causar daños en la estructura del centro de datos.

#### **7.1.1.2 Construcción**

- El techo del edificio será de clase A (máxima resistencia al fuego), y tendrá una resistencia mínima al viento de 90 libras por pie cuadrado (30.48 centímetros).
- Las puertas tendrán un grosor de 2.29 metros y un alto de 2.31 metros, como mínimo.
- Solo se permiten ventanas interiores, las exteriores están prohibidas, puesto que disminuyen la seguridad del centro de datos.

- La oficina de seguridad debe tener puertas revestidas con grosor de 16 milímetros, con núcleo sólido, además de incorporar mirillas con visión de 180 grados.
- Las salas de ups y baterías tendrán separación del cuarto de servidores, sin embargo, se situarán inmediatamente adyacentes a este; dado que es un TIER 3, se deberá tomar en cuenta los cuartos de respaldo de energía que la norma solicita.
- Los corredores de salida serán de 1.2 metros de ancho.
- Para las áreas de envío y recepción de equipos, se requieren paredes revestidas en madera contrachapada de 19 mm, además, el edificio deberá contar con 2 muelles de carga; estas zonas deberán estar físicamente separadas del centro de datos, pero siempre dentro de mismo edificio.
- Los generadores y el área de almacenamiento de combustible estarán dentro del edificio del centro de datos, pero físicamente separados de este; además que la proximidad con áreas de acceso público será de 9 pies o mayor.
- Las paredes y techos del área de cómputo tendrán barreras de vapor para mantener la condensación fuera.
- Las entradas del edificio tendrán controles de seguridad.
- El piso falso deberá ser completamente de acero, con largueros de metal que estarán atornillados, para dar la capacidad de carga requerida por la norma.
- Lo propuesto anteriormente corresponde a puntos específicos del rubro de arquitectura, todos ellos alojados en distintas zonas del edificio que deberán cumplir con las normas IBC y NFPA75:

- Muros exteriores de rodamiento
- Muros interiores
- Paredes exteriores no portantes
- Marco estructural
- Paredes de partición interiores no informáticas
- Paredes interiores de la sala de ordenadores
- Ejes del recinto
- Suelos y techos
- Puertas y ventanas
- Oficinas administrativas
- Oficinas de seguridad
- Centro de operaciones
- Baños y áreas de descanso
- Salas de baterías y UPS
- Corredores
- Áreas de envío y recepción

Las áreas mencionadas deberán cumplir con las certificaciones solicitadas por la norma, sin excepción alguna, para alcanzar el grado máximo de seguridad y resistencia al fuego.

La selección estratégica de la ubicación del edificio, además de su certificaciones y condiciones de construcción, son el primer paso hacia un centro de datos seguro y confiable; cumplir con los puntos detallados es parte fundamental si se requiere la acreditación TIER 3.

### 7.1.2 Telecomunicaciones

Los armarios deberán ser compatibles con las especificaciones relevantes a TIA 942; en la actualidad el Hospital Monseñor Sanabria cuenta con estos. Debido al posible crecimiento y la robustez solicitada, se adquirirá más equipo de este tipo.

El centro de datos contará con doble ISP, para seguir utilizando el servicio de internet en caso de caída de una de las conexiones; además, todos los enrutadores y conmutadores, así como sus fuentes de energía, deben ser redundantes. **(Ver Anexo #34, Diagrama Redes).**

#### 7.1.2.1 Cableado horizontal

Según indica la norma TIA 942, en el momento de realizar el cableado del centro de datos deben tenerse en cuenta varios factores, como:

- Transmisión de datos
- Redes de área amplia (WAN)
- Redes de área local (LAN)
- Redes de área de almacenamiento (SAN)
- Sistemas de seguridad, control de climatización y energía

Además de satisfacer los requisitos de telecomunicaciones actuales, el cableado horizontal debe planificarse para reducir el mantenimiento y las reubicaciones continuas. También debe acomodar futuros cambios de equipo y servicio (p.32).

Aclarado lo anterior, la planificación del cableado comprende todos los sistemas del centro de datos, por lo que su durabilidad y futuro crecimiento son



puntos críticos por considerar cuando va a realizarse su implementación. La norma ANSI/TIA 942, indica:

El cableado horizontal debe cumplir con los requisitos de topología en estrella de ANSI / TIA-568-C.0. Cada salida de equipo en el área de distribución de equipo (EDA) debe conectarse mediante un cable horizontal a una conexión cruzada horizontal en el área de distribución horizontal (HDA), área de distribución intermedia (IDA) o área de distribución principal (MDA) (p.32).

Como se muestra en la figura, los EDA (área de distribución de equipo) deben estar conectados a un HDA (área de distribución horizontal), IDA (área de distribución intermedia) o MDA (área de distribución principal), además, solo existirá un ZDA (área de distribución de zonas) por recorrido de cable horizontal, con un único punto de consolidación. **(Ver anexo #1, Cableado Horizontal típico de una topología estrella).**

El cableado horizontal deberá ser instalado en topología estrella, por la flexibilidad y ventajas que esta ofrece, además, es lo recomendado en la norma ANSI / TIA-568-C.0, la cual es requerida según la regla TIA 942.

En cuanto a las longitudes del cableado horizontal, quedarán de la siguiente forma:

- Cable sólido: 90 metros (295 pies).
- Cables de equipos en el área de trabajo: 5 metros (16 pies).
- Cordones de conexión (patch cords), o puentes en el cuarto de telecomunicaciones: 5 metros (16 pies).

Los tipos de cables recomendados serían:

- Cable de par trenzado balanceado de 4 pares y 100 ohmios (ANSI / TIA-568-C.2) - categoría 6 o categoría 6A, con categoría 6A recomendada. (Ver anexo #2, Cable de par trenzado).
- Cable de fibra multimodo de 50/125 um, optimizado con láser de 850 nm OM3 u OM4 (ANSI / TIA-568-C.3), con OM4 recomendado. (Ver anexo #3, Cable de fibra multimodo).
- Cable de fibra óptica monomodo (ANSI / TIA-568-C.3) (Ver anexo #4, Cable de fibra óptica).
- Cable coaxial de 75 ohmios (tipo 734 y 735) (Ver anexo #5, Cable coaxial)

Los conectores de fibras también deberán cumplir los requisitos de la norma TIA 942, según indica:

En instalaciones nuevas, con una o dos fibras para hacer una conexión, debe usarse el conector LC (ANSI / TIA / EIA-604-10). Cuando se utilizan más de dos fibras para hacer una conexión, debe usarse el conector MPO (ANSI / TIA-604-5-D) (p 34).

#### **7.1.2.2 Conectores para cable coaxial**

Según la norma ANSI/TIA: “Los conectores coaxiales para cables de 75 ohmios (tipo 734 y 735) deben cumplir los requisitos de ANSI/TIA 942.2002” (ANSI/TIA 942, p 34).

Los conectores deberán ser BNC (**Ver anexo #6, Conector BNC**) o TNC (**Ver anexo #7, Conector TNC**); estos últimos son los recomendados por la norma y deberán cumplir con los siguientes requisitos en su aplicación:

- Una impedancia característica de 75 ohmios.

- Una pérdida de inserción máxima de 1 MHz a 22.5 MHz de 0.02 dB.
  - Una pérdida mínima de retorno de 1 MHz a 22.5 MHz de 35 Db.

### 7.1.2.3 Cableado vertical o troncal (backbone)

El cableado de red troncal permitirá la reconfiguración de la red y el crecimiento futuro sin perturbar el cableado de la red troncal. El cableado backbone debe admitir diferentes requisitos de conectividad, incluida la red y la conectividad de la consola física, tales como: redes de área local, redes de área amplia, redes de área de almacenamiento, canales de computadora y conexiones de consola de equipos (ANSI/TIA 942, 2012, p 34).

El cableado vertical une el área de distribución principal con los racks de distribución secundaria, además, su planificación debe considerar aspectos como escalabilidad y reconfiguraciones futuras. La norma TIA 942 recomienda instalarlo en topología estrella. **(Ver anexo #8, Topología Estrella).**

Como indica la imagen en el TR (cuarto de telecomunicaciones) se origina el cableado, que a su vez pasa por el MDA (área de distribución principal) y luego esta pasa hasta los IDA (áreas de distribución intermedia) y HDA (área de distribución horizontal).

Los tipos de cable recomendados son los mismos que los del cableado horizontal descritos anteriormente, pese a esto, por lo general se utiliza fibra óptica para mejor rendimiento.

- Cable de par trenzado balanceado de 4 pares y 100 ohmios (ANSI / TIA-568-C.2) - categoría 6 o categoría 6A, con categoría 6A recomendada.

- Cable de fibra multimodo de 50/125 um optimizado con láser de 850 nm OM3 u OM4 (ANSI / TIA-568-C.3), con OM4 recomendado.
- Cable de fibra óptica monomodo (ANSI / TIA-568-C.3).
- Cable coaxial de 75 ohmios (tipo 734 y 735).

Los conectores de fibras que se emplearán son los mismos usados en el cableado horizontal LC (**Ver anexo #9, Conector LC**) o MPO (**Ver anexo #10, Conector MPO**) dependiendo de la cantidad de fibras por utilizar.

El cableado vertical y horizontal comparte muchos requerimientos, la principal diferencia sería que el troncal es utilizado para comunicar el área de distribución principal con las áreas secundarias del edificio, por lo cual, se utiliza muy comúnmente fibra óptica.

### **7.1.3 Electricidad**

#### **7.1.3.1 Sistema de alimentación interrumpida (SAI)**

En la parte eléctrica es necesaria la implementación de redundancia N+1, por medio de una cadena de baterías, esto, con el objetivo de brindar mantenimiento simultáneo, sin necesidad de apagar los equipos. Este mantenimiento concurrente tiene como propósito revisar y examinar diferentes partes eléctricas que alimentan el data center y así conservar, de manera eficiente, todo lo relacionado con lo eléctrico del centro de cómputo.

Dicha implementación lleva consigo beneficios para los generadores, panel de bypass, para la planta de baterías y ayuda al balanceo de carga; este mantenimiento tiene como fin alcanzar el nivel proyectado de confiabilidad del equipo y el tiempo de actividad crítico de carga.

Es indispensable repeler el punto único de fallo, implementando redundancia en la red eléctrica que abastece al data center; algo así como contar con dos cables que brinden energía al centro de datos. Esta propuesta tiene el objetivo de mantener la disponibilidad del cuarto de servidores, si se presenta algún inconveniente con la energía suministrada a este.

La implementación del análisis de potencia tiene como fin realizar estudios actualizados de cortocircuitos, de coordinación, de análisis de arco eléctrico y estudio de flujo de carga. Este tipo de estudio representa una serie de pruebas a los diferentes dispositivos eléctricos, los cuales tendrán como resultado conocer el comportamiento, cuando ciertos niveles de corriente normal o anormal pasa a través de los mecanismos de protección.

Contar con alimentación de cable redundante es primordial para abastecer las necesidades del centro de datos, ya sea eléctrica o de telecomunicaciones; por eso, se recomienda la implementación de dos vías de alimentación eléctrica, utilizando un cable tipo RHH/RHW-2 XLPE, pues cumple con características como: tensión máxima de operación de 600v, resistencia a la propagación de fuego y aprobación por UL (Underwriters Laboratories), compañía encargada de seguridad y certificaciones.

#### **7.1.3.2 Utilidad**

La redundancia eléctrica es necesaria en el centro de datos para mantener la disponibilidad de este; por eso, se debe adquirir un equipo de batería con capacidad de soportar hasta 300kw, con el fin de resguardar el cuarto de servidores de apagones o picos de voltaje. También se debe implementar un equipo capaz de

realizar prueba automática y notificación de fallo de batería, la cual detecta alguna que deba ser reemplazada. **(Ver anexo #11, Batería Industrial).**

### **7.1.3.3 Central de utilidades principal**

El mantenimiento eléctrico es primordial para la vida útil de los artefactos eléctricos, por eso se debe incorporar vigilancia eléctrica por medio de un personal capacitado, para resolver los imprevistos en el centro de datos. Esta cuadrilla deberá ser 24/7, con el objetivo de resguardar la parte eléctrica a toda hora.

Instalar un dispositivo que regule los picos de voltaje en la red eléctrica es necesario para la seguridad de los artefactos dentro del centro de cómputo; por ello, se debe instalar un dispositivo de supresión de sobretensiones que cumpla con la certificación UL 1449 3ra generación.

Dicho artefacto debe contar con un índice de capacidad de sobretensión de 50 hasta 400 kiloAmperio (kA), además de un índice de corriente de corto circuito de 200kA, que ayuda a controlar cualquier sobrecarga que presente el panel principal. (Ver anexo #12, supresión de sobretensiones).

La redundancia recomendada de utilizar es N+1 y a la vez, se debe incorporar un ATS (Arranque Automático por Fallo de Red), que cuando detecta un fallo en el suministro eléctrico de la red principal la transfiere a la red secundaria. Algo así como disponer de un generador eléctrico con sistema ATS. De repente hay un fallo en el tendido eléctrico, el sistema ATS lo detectará y de inmediato pondrá en funcionamiento el generador. (Ver anexo #13, redundancia n+1).

En la topología se implementará un módulo redundante distribuido que se basará en utilizar tres SAI con alimentadores de entrada y salida independiente;

estos permiten el mantenimiento simultáneo y reducen los puntos individuales de fallo. Antes de suministrar la energía al data center, se recomienda implementar un Switch de transferencia estática (STS) (ver anexo #14, EATON 93), con el fin de transferir cargas eléctricas de manera segura, así como una regleta PDU (Unidad de Distribución Energética) encargada de regular el tráfico de energía que abastece el SAI.

Los tableros de conmutación de potencia se deberán poner en funcionamiento, con el fin de contar con un bypass automático que cumpla el modo de utilidad (bypass de mantenimiento). La implementación de este tablero ofrece un método más avanzado para transferir todo tipo de carga, así como a la hora de realizar mantenimiento a las UPS.

Un punto por tomar en cuenta para la parte eléctrica del centro de datos es la implementación de un tablero Switchboard, para la distribución de potencia en salida, esto con el objetivo de cumplir los requisitos de la norma UL 891. Por eso, se debe incorporar un dispositivo con disyuntor de potencia de aire, con largo tiempo de ajuste y disparo instantáneo, en caso de sobrevoltaje, que ayude a proteger al centro de datos de manera automática.

Para proteger los equipos eléctricos de apagones o cuando se sufre una transición de energía, mientras se realiza la conmutación entre empresa eléctrica y generadores, debe adquirirse una cadena de baterías UPS de 200 KVA expandible a 250 KVA, que cumpla con las siguientes características:

- 10 minutos al 100% de carga.
- Software de monitoreo.

- Bypass automático y manual.
- Estos puntos cumplen con los requisitos para alcanzar el TIER3.

#### **7.1.3.4 Unidad de distribución de energía**

La unidad de distribución de energía debe contar con un transformador capaz de realizar la cancelación k-nominal o cancelación armónica. Un dispositivo que cumple con estas funciones deberá incorporar características adaptables a la necesidad de operar con niveles moderados de las corrientes armónicas; también, que presente la opción de transformador K para la cancelación de las corrientes armónicas, así como la capacidad de carga no lineal.

#### **7.1.3.5 Interruptor de transferencia estática automática**

La instalación de dispositivos sobre corriente se implementa por medio de cortacircuitos, en este caso, se utilizará un interruptor de transferencia estática automática, con una corriente máxima de 80A para cada fase un voltaje máximo de 380 V; este dispositivo debe contar con las siguientes características:

- Supervisión continua de las fuentes.
- Transferencia Manual de la capacidad.
- Redundancia de distribución de energía interna.
- Dual manual de mantenimiento.
- Sistema Gráfico panel de control.
- Registros de alarma, historial de datos y eventos.
- Panel mímico con leds y alarma audible.
- Medición: KW, KVA, CF, PF, corriente, voltaje y frecuencia.



#### **7.1.3.6 Toma a tierra**

Adquirir un kit pararrayos es esencial para resguardar los equipos del centro de datos de sobrecargas atmosféricas; este debe contar con los siguientes componentes:

- Punta para rayos hecha de acero inoxidable.
- Un electrodo magnético con tecnología electro plasma.
- Compuesto electroconductor acondicionador del terreno FG-mix01.
- Acoplador de admitancia.
- Mástil o barra de descarga.
- Brújula y nivel.
- Cable de cobre 2.
- Guía de instalación.

Estos componentes conforman el pararrayos a la hora de realizar la instalación; debe cumplir con las características, garantía y certificación necesaria para esta.

Utilizar un aislamiento a tierra para la entrada del transformador de iluminación es necesario y por eso se recomienda cumplir con todos los pasos para la elaboración del sistema de toma a tierra. Otro paso por seguir es colocar el cable neutro a tierra, pues esta acción trae consigo protección de sobre intensidades y suavizar las perturbaciones de la red eléctrica.

La norma ANSI/TIA-607-B se deberá implementar a la hora de realizar la toma a tierra del centro de datos, en dicha norma se recomiendan las siguientes características para la toma a tierra:

- Cada data center deberá contar con una red de enlace MESH-BN; se trata de un cuadro de conductores que cubre todo el centro de datos.
- Instalar una barra principal a tierra para telecomunicaciones (TMGB). Es una barra de cobre, con una medida 6mm de espesor, 100 mm ancho.
- Se debe instalar una barra de tierra para telecomunicaciones, (TGB). Se trata de una barra de cobre con perforaciones, con 6 mm de espesor y 50 mm de ancho.
- Backbone de tierras (TBB), conecta todas las TGB con las TMGB. Calibre mínimo 6AWG.

#### **7.1.3.7 Apagado de emergencia en la sala de ordenadores (EPO)**

La instalación de un apagado de emergencia EPO es necesaria para dar respuesta a un incidente inesperado, donde se deba actuar de forma rápida; por eso, se recomienda el *Emergency Power Off* de la marca APC, pues cumple con las características como:

- Manual de instalación.
- Modo de prueba y alarma.
- Interruptor de cancelación.

Estos puntos son requeridos por la norma ANSI/TIA 942.

El mantenimiento eléctrico es primordial para la vida útil de los artefactos eléctricos; por eso, se debe incorporar vigilancia eléctrica por medio de un personal capacitado, para resolver los imprevistos en el centro de datos. Esta cuadrilla deberá ser 24/7, con el objetivo de resguardar la parte eléctrica a toda hora. **(Ver Anexo#35, Diagrama Eléctrico).**

#### **7.1.4 Mecánica**

Actualmente se cuenta con sistema de refrigeración por aire; dicho sistema no es redundante, pues el cuarto de servidores está conformado por un aire acondicionado.

En la parte mecánica se deben adquirir torres de enfriamiento, condensadores y bombas de agua, con incorporación de la redundancia N+1.

También se debe poner en funcionamiento un sistema de climatización por agua, que a su vez presente un sistema de distribución de doble circuito, con el objetivo de contar con una tubería secundaria en caso de presentar fallos en la tubería principal.

Por otro lado, para preservar los equipos dentro del cuarto de servidores es necesario crear una presión positiva del aire y esto se logra implementando más entradas de aire que salidas.

Seguidamente, para lograr la redundancia en el data center se requiere un generador de reserva, el cual, a su vez, cumpla características como:

Construido a prueba de goteos e instalación de amortiguadores.

Adecuado para las condiciones ambientales en donde se realice la instalación.

Tener un medidor de frecuencia. (**Ver Anexo #36, Diagrama Mecánico**).

##### **7.1.4.1 Sistema de refrigeración por agua**

Cuando se habla de redundancia en los aires acondicionados, se pretende lograr un respaldo en caso de que el aire principal sufra algún daño que impida

realizar su funcionamiento normal; es ahí donde interviene el aire secundario, el cual será encargado de suplantar las funciones del equipo principal.

Por otra parte, la humidificación proporcionada es vital para cumplir el nivel de humedad necesario y requerido por el centro de datos; el objetivo de este sistema es aumentar la humedad específica de aire requerida por el cuarto de servidores.

Por ello, se debe contar con múltiples vías de suministro eléctrico para abastecer la demanda de energía de los equipos de climatización. La alimentación de los aires acondicionados debe ser redundante y conectados en forma de tablero de ajedrez, con el propósito de suministrar la energía, de manera que si la vía principal falla, se cuente con otro camino para brindar aprovisionamiento eléctrico.

#### **7.1.4.2 Rechazo de calor**

El calor del centro de datos debe ser repelido por medio de un sistema condensador de agua, combinado con un sistema de tuberías, cuyo fin es disipar las altas temperaturas que pueden dañar los equipos del data center.

Seguidamente, la implementación del control de clima dentro del centro de datos acoge el sistema de tubería de agua enfriada que se debe implementar, pues incorpora un ciclo para el flujo de agua cuando realiza la función de rechazar el calor.

#### **7.1.4.3 Sistema enfriado por aire y sistema de agua refrigerada**

En el centro de datos se necesita un control exhaustivo de la temperatura que debe rondar entre los 20 °C y 25 °C. y a su vez, controlar la humedad por medio de un dispositivo que muestre el porcentaje en el cual se encuentra. Este porcentaje

debe rondar entre un 40% y un 55%, de no ser así, los dispositivos trabajarán forzados.

#### **7.1.4.4 Fontanería (para el rechazo del calor refrigerado por agua)**

Se requieren fuentes de agua dual que se interconecten entre ellas, con el fin de compensar las pérdidas por evaporación y fugas, mientras estas son reparadas. Por consiguiente, son necesarios dos puntos de conexión al sistema condensador de agua, esto con el propósito de no parar el funcionamiento del condensador, en caso de que la vía principal sufra algún daño.

#### **7.1.4.5 Sistema de combustible**

El almacenamiento de combustible es por medio de tanques a granel. Esto porque cumple con las características necesarias de resistencia, durabilidad, válvulas de control de sobrepresión interna y protección contra la corrosión que establece la norma ANSI/TIA 942. Por ello, el equipo de bombas encargadas de extraer el combustible del tanque a granel, deben ser redundantes, como una bomba principal y una secundaria, estas deben contar con múltiples tuberías.

#### **7.1.4.6 Supresión de incendios**

Con el fin de alertar y combatir un incendio dentro del data center, se requiere un plan de contingencia contra incendios; este debe contener la instalación de múltiples sistemas necesarios para combatir alguna irregularidad. Se deben instalar equipos de detección de fuego, rociadores contra incendios, detección de humo y detección de fugas de agua, con el objetivo de proteger y salvaguardar los equipos dentro del cuarto de servidores.

## 7.1.5 Seguridad

### 7.1.5.1 Capacidad de la cpu del sistema UPS

Los sistemas de UPS deberán tener una capacidad de CPU que les permita responder ante un evento en el cual haya un corto de electricidad. Se debe tomar en cuenta la cantidad de dispositivos conectados a él, para proyectar un tiempo de 8 horas, indicado en la norma ANSI TIA942. Además, señala que todos los dispositivos dentro del centro de datos, deben estar conectados a un sistema de alimentación ininterrumpida, el cual permita mantener las labores dentro del edificio, sin perjudicar los usuarios que hacen uso de ella.

Existen varios tipos de sistemas de alimentación ininterrumpida:

- UPS Industrial: Diseñado para proteger aplicaciones de gran escala y misión crítica contra todo tipo de problemas de calidad de alimentación y apagones. **(Ver Anexo #15, UPS Industrial).**
- UPS de hogar y oficina: Proteger su equipo de cómputo y electrodomésticos contra eventos diarios como descargas eléctricas y tormentas. **(Ver Anexo #16, Sistema de alimentación para equipos del hogar y oficina).**

En el centro de datos se deberán utilizar ambos tipos de UPS, por tanto, la importancia de entender la diferencia de ambas y las capacidades que cada una debe manejar frente a una interrupción del fluido eléctrico.

La capacidad de un sistema de alimentación ininterrumpida se ve reflejada mediante VA (Voltios / Amperios) medida equivalente al Watt; este valor ayudará a determinar la cantidad máxima de amperes capaz de suministrar el UPS.

$$1W = 1VA$$

Ejemplo: UPS marca Thunder, modelo 195-1, 1200 VA, 10 contactos, 60min.

Si un gabinete cuenta con una fuente de 300 W y su respectivo monitor indica 70 W, entonces se tiene:

$$300 \text{ W} + 70 \text{ W} = 370 \text{ Watt}$$

Se calcula el número de equipos que puede alimentar el UPS en caso de un corte eléctrico:

1200 watt del UPS / 370 watt de una computadora = 3.24 equipos para 60min de respaldo.

(Esta fórmula no es eterna, pues depende del uso de la UPS, y al desgaste que esta tenga en las placas de la batería).

Dado que se llevará a cabo la utilización de los dos sistemas de UPS indicados anteriormente, tanto industrial como de oficina, para los componentes tecnológicos dentro del centro de datos, se recomienda lo siguiente:

- El sistema de UPS industrial deberá tener un rango de energía de 225-1100 kVa, con un voltaje de 280-380-400-415-480 V y una frecuencia de 50/60 Hz.
- Los sistemas de UPS para equipo de oficina deberán tener un rango de energía de 8-15 kVa, con un voltaje de 200-240V y una frecuencia de 50/60 Hz.

#### **7.1.5.2 Paneles de recopilación de datos (paneles de campo) capacidad de UPS**

Se deberá llevar a cabo un control de los dispositivos UPS. Hay que hacer un constante chequeo de los indicadores del dispositivo, los cuales deben mostrar si

se encuentran funcionando desde la corriente alterna del enchufe; además, mostrar los niveles de desgaste de este con el pasar del tiempo.

- Control de seguridad y monitoreo en:
- Generadores
- UPS
- Bóvedas de fibra
- Puertas de salida de emergencia
- Ventanas
- Centro de operaciones de seguridad
- Centro de operaciones de red
- Puertas en la sala de los centros de datos
- Puertas de construcción perimetral

#### **7.1.5.3 Puertas principales**

Debido a la información de gran valor que tienen los centros de datos para la empresa y por la cantidad de dispositivos que en ella se albergan, a menudo se convierten en objeto de robo. Es de suma importancia asegurar este tipo de equipamientos empresariales de manera que se busque reducir posibles intrusiones en el sitio.

Para restringir el acceso a las personas externas o personal desligadas de la empresa, existen diversas tecnologías que controlan el flujo de vehículos y personal, y permiten el paso solo a personal autorizado, por ejemplo:



- **Tecnología ANPR (Automatic Number Plate Recognition):** reconocimiento automático de números de placas en cada zona de acceso.
- **Circuito cerrado de TV (CCTV):** cámaras situadas en cada punto de acceso o vías desde y hacia la zona donde se encuentra el centro de datos.
- **Sistema de control de acceso:** compuestos por lectores de tarjetas y dispositivos biométricos. Solución presente como la anterior, en los centros de datos.

Los sistemas de seguridad y vigilancia deben estar integrados en un sistema físico de gestión de la información. Existen plataformas de software diseñadas con el fin de simplificar el control y manejo de los múltiples sistemas de seguridad. De esta manera, los encargados de seguridad solo necesitan formarse para controlar un solo sistema, que, a su vez, maneja otros sistemas de seguridad.

Una vez analizados los mecanismos de seguridad indicados por la norma, se ubicarán las zonas que cumplen con este tipo de sistema, conforme la lista de cotejo:

Con la tecnología ANPR y el circuito cerrado de TV, podrá llevarse a cabo la detección de intrusos en el centro de datos. Según la norma ANSI TIA942, esta debe regir en las siguientes áreas:

- Bóvedas de fibra
- Ventanas y aberturas exteriores accesibles
- Puertas de construcción perimetral

- Puertas de salida de emergencia

El sistema de circuito cerrado deberá velar por la seguridad de toda la infraestructura del centro de datos, por tanto, las cámaras deberán estar colocadas estratégicamente para cubrir cada rincón del centro de datos.

El manejo de emergencias se ve monitoreado por personal que labora 24/7, este se encarga de identificar cualquier situación anormal que pueda surgir, notificar a las instituciones pertinentes y al equipo capacitado y a cargo de poder suplir una emergencia en el área de centro de datos.

Con el sistema de control de acceso la norma dicta que debe implementarse en las siguientes áreas:

- Generadores
- UPS
- Centro de operaciones de seguridad
- Centro de operaciones de red
- Salas de equipos de seguridad
- Puerta de sala de ordenadores
- Puertas de construcción perimetral

Según lo indicado por la norma, el control de acceso debe ser llevado a cabo por tarjetas de acceso al sitio, sin embargo, se pueden llevar a cabo mediante sistemas biométricos.

#### **7.1.5.4 CCTV: grabación CCTV de toda la actividad en todas las cámaras**

CCTV (closed circuit television): es una tecnología de video vigilancia diseñada para la supervisión de ambientes y actividades.

Se le denomina circuito cerrado, pues, a diferencia de la sintonía de difusión que realizan las cadenas de televisión nacional, estas contemplan un grupo limitado de personas. **(Ver Anexo #37, Diagrama Telecomunicaciones).**

#### **7.1.5.5 Racks / armarios para equipos de telecomunicaciones anclado a la base o apoyado en la parte superior y la base**

Los racks dentro del centro de datos deben estar sujetos de forma firme y segura, anclados a la base del suelo y el techo. Por la altura que estos equipos tienen y por los componentes, representan un peligro para quienes laboran dentro del centro de datos; en caso de ocurrir alguna eventualidad (como un temblor) que provoque la caída de estos dispositivos, se pondría en riesgo la seguridad de los colaboradores este espacio. **(Ver Anexo #17, Anclaje a base superior de los racks).**

#### **7.1.5.6 Arrostramiento de conductos eléctricos y bandejas de cables**

Las canalizaciones eléctricas son una parte fundamental de cualquier instalación eléctrica. Son esencialmente tubos de distintos materiales y características, cuyo objetivo principal es proteger los conductores de cualquier daño, ya sea mecánico o derivado de la acción de otros agentes del medio como la corrosión. Otra función importante es ayudar a la distribución ordenada de los conductores en la instalación.

El Hospital contará con la instalación de los distintos tipos de canalización existentes:

#### **7.1.5.7 Canalización fijada a la pared**

La revista electrónica *iie.fing.edu.uy* menciona que canalización fijada a la pared se trata de una “Canalización dispuesta en la superficie de una pared o en su proximidad inmediata; la pared constituye en este caso un medio de fijación y eventualmente, un elemento de protección” (pág. 2) **(Ver Anexo #18, Canalización fijada a la pared).**

#### **7.1.5.8 Canal (electro canal)**

La revista electrónica *iie.fing.edu.uy* denota que un electrocanal es: “Envoltura cerrada, provista de una tapa amovible y destinada a la protección completa de conductores aislados o cables, así como a la instalación de otro equipamiento eléctrico. Un canal puede o no tener separadores” (p. 2), **(ver Anexo #17, Electrocanal).**

#### **7.1.5.9 Canal de cables**

La revista electrónica *iie.fing.edu.uy* explica el significado de canal de cables, como un “Recinto situado encima o dentro del piso, o por encima o dentro del techo, abierto, ventilado o cerrado, que presenta dimensiones tales que no permiten la circulación de las personas en él, pero en el cuales las canalizaciones son accesibles en todo su recorrido, durante y después de su instalación” (p. 3), **(ver Anexo #18, Canal de cables).**

#### **7.1.5.10 Bandeja de cables**

En la revista electrónica *iie.fing.edu.uy* se expresa que bandeja de cables es el “Soporte constituido por una base continua, con paredes laterales y sin tapa. Una bandeja puede o no ser perforadora” (p. 3), **(ver Anexo#19, Bandeja de cables)**.

#### **7.1.5.11 Conducto de sección circular (conducto o caño)**

La revista electrónica *iie.fing.edu.uy* interpreta que un conducto de sección circular es “envolvente cerrada, de sección circular, destinada a la instalación o reemplazo de conductores aislados o cables en instalaciones eléctricas, mediante enhebrado” (p. 3), **(ver Anexo#20, Conducto de sección circular)**

Es importante detallar que los sistemas de canalización deben estar debidamente señalizados y nombrados por código, para un mayor beneficio en caso de atender una avería.

#### **7.1.5.12 Capacidad de carga sobre el suelo, carga viva superpuesta**

Las cargas vivas son cargas no permanentes producidas por materiales o artículos, e inclusive, gente en constante movimiento. Cabinas, particiones y personas que entran y salen de una edificación pueden ser consideradas como cargas vivas. Para simplificar los cálculos, las cargas vivas son expresadas como cargas uniformes, aplicadas sobre el área de la edificación. Las cargas vivas que se utilicen en el diseño de la estructura deben ser las máximas, cuya ocurrencia se espera en la edificación, debido al uso que esta va a tener; están determinadas con base en una parte variable y una porción sostenida por el uso diario.

El hospital debe cumplir con la carga viva detallada por la norma ANSI TIA 942, pues se tiene la intención de representar la suma máxima de todas las cargas

posibles en un área pequeña, durante la vida útil del edificio. En ningún caso, las cargas vivas deben ser menores que las cargas vivas mínimas dadas a continuación:

**Tabla#44**

**Carga Viva**

|                                                   |                                                                                                |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Capacidad de carga sobre el<br>suelo. Carga viva. | kilogramo por<br>metro cuadrado<br>(kgf/m <sup>2</sup> ) 127<br>465 (250 lbf/ft <sup>2</sup> ) |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|

La siguiente ecuación equivale a 250 libras por pie cuadrado.

**7.1.5.13 Grosor de losa de concreto en el suelo**

El espesor de la losa es un factor de suma importancia, pues controla la capacidad de carga de ella sobre el suelo. Entretanto, otros factores como la resistencia a la compresión del concreto, el espesor, la calidad del material base y la rigidez de la subrasante (sistema de apoyo), son también importantes. Estos son factores menores en comparación con el espesor de la losa.

Por esta razón, tanto el espesor de la losa como las tolerancias de la base, son críticos. El hospital debe cumplir con un grosor de 127mm para la losa de concreto. **(Ver Anexo #21, Grosor losa de concreto).**

#### **7.1.5.14 Disipación de energía del edificio amortiguadores pasivos / base aislamiento (absorción de energía)**

Son técnicas que permiten dar un amortiguamiento suplementario, mediante elementos que adsorben la energía de alguna eventualidad (terremoto, temblor, sismo) y evitan el daño de la estructura del edificio. En algunos casos, los amortiguadores deben ser sustituidos tras un impacto sísmico.

El Hospital Monseñor Sanabria deberá cumplir con la instalación de un mecanismo que permita la absorción de energía, la cual, su vez, cumpla con los estándares caracterizados en la norma IBC con un diseño categoría D o mayor.

Existen varios tipos de aisladores sísmicos, entre ellos:

- **Los aisladores sísmicos con centro de plomo** que mantienen una rigidez inicial y una amortiguación hasta el 30%. **(Ver Anexo #22, Aislador con centro de plomo).**
- **Los aisladores sísmicos sin núcleo de plomo** están compuestos de una mixtura especial de caucho y placas de acero, lo cual permite otorgar una amortiguación de hasta un 16%. **(Ver Anexo #23, Aislador sísmico sin núcleo de plomo).**
- **Los aisladores de péndulo o superficie curva** con RoboSlide (Superficie controlada por sensores) permiten una amortiguación sobre el 30%. Estos transmiten el esfuerzo vertical a la cimentación y registran rotaciones de una esfera contra una superficie cóncava. La superficie permite tanto movimientos longitudinales como transversales, con la posibilidad de

controlar los sentidos de los movimientos mediante sus barras de control.

**(Ver Anexo #24, Aisladores de péndulo).**

Además de los aisladores, también existen diferentes tipos de disipadores, entre ellos:

- Los disipadores RESTON SA de amortiguación hidráulica para disipar la energía y controlar desplazamientos. **(Ver Anexo #25, Disipador RESTON SA).**
- Los disipadores RESTON STU, son dispositivos de conexión temporal que proveen una conexión rígida bajo movimientos de alta velocidad. **(Ver Anexo #26, Disipador RESTON STU).**
- Los disipadores RESTON PSD, son dispositivos de amortiguación de fluido viscoso, diseñados para poseer una función de resorte que retorna a su posición al terminar el evento sísmico. **(Ver Anexo #27, Disipador RESTON PSD).**



## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## 8.1 Bibliografía

- Acura, S. (2016). Routers Cisco. Recuperado de <https://sofiacuraarias.files.wordpress.com/>
- Sismica, (2019). Aislador con centro de plomo. Recuperado de <http://www.sismica.cl/?portfolio=aisladores-elastomericos-si>
- Mageba Group, (2013). Aislador con péndulo, Recuperado de <https://www.mageba-group.com/global/data/docs/es/2575/PROSPECT-RESTON-PENDULUM-int-es.pdf?v=1.1>
- Álvarez, K., Morales L., Melara J. (2002), Alcance y Limitaciones de un Proyecto, Recuperado de: <https://sites.google.com/a/nyit.edu/tutoria/alcance-y-limitaciones-de-un-poryecto>
- CableNetworks, (s.f.), Cableado estructurado, Recuperado de <https://www.cablenetworks.com.mx/>
- Nexcess, (2015), Cables SDI 12G, Recuperado de <https://cable-ssl-35072.nexcesscdn.net/>
- Caja Costarricense de Seguro Social. (2018). Hospital Monseñor Víctor Manuel Sanabria Martínez. . Recuperado de: <https://www.ccss.sa.cr/hospitales?v=19>
- Oliflex, (2017), Canal de cables, Recuperado de <http://www.olaflex.com/>
- COFITELE, (2017), Los conectores,MPO: su funcionalidad y características. Recuperado de <https://sep.yimg.com/ay/yhst-7602493195877/mtp-mpo-10gb-multimode-om4-fiber-optic-cable-12-strand-50-125-m-54.jpg>
- APC, (2019), Comparing UPS System Design Configurations, Recuperado de <https://www.apc.com/us/en/support/resources-tools/white-papers/comparing-ups-system-design-configurations.jsp>

- Archi, (2019), Disipador RESTON STU Recuperado de <https://www.archiexpo.es/prod/mageba/product-126411-1333335.html>
- Ludewig C. (2013). Universo y muestra., Recuperado: <http://www.smo.edu.mx/colegiados/apoyos/muestreo.pdf>
- EATON, (2019), Eaton 93 STS, Recuperado de <https://powerquality.eaton.com/spain/products-services/power-distribution/es-93-sts.asp?cx=97>
- Hectromet, (2018), Electrocanal HTM tipo ducto, Recuperado de <http://www.hectromet.com/wp-content/uploads/2018/02/Electrocanal-Ducto-HTM-Ficha-Tecnica.pdf>
- A. L. F. A. R. S. L. Componentes, (2018), Conector TNC. Recuperado de <https://www.alfarsl.es/conectores-industriales/conector-coaxial-rf/tnc/>
- ElectroWifi. (s.f.), receptores Satélite, Recuperado de <https://www.electrowifi.es/>
- Elkan M, (2017). Aislador con péndulo. Recuperado de <http://antilefmiguel.blogspot.com/2017/04/tipos-de-disipadores.html>
- Pavicoj, (2019), Espesor de la losa de concreto, Recuperado de <https://www.paviconj-es.es/noticias/espesor-losa-hormigon/>
- Rocha A, (2019), Hidráulica de tuberías y canales, Recuperado de <https://es.slideshare.net/VladimirLParedesL/hidraulica-detuberiasycanales>
- Hogar Digital, (2018). Sistema de alimentación equipos de hogar y oficina. Recuperado de <https://todosai.com>
- Paltán H, (2013). El desarrollo de estándares y Procedimientos para la creación de un data center en la UPSE. 14-12-2018, de repositorio.upse.edu.ec. Recuperado de:

<http://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/1568/1/EL%20DESARROLLO%20DE%20EST%20C3%81NDARES%20Y%20PROCEDIMIENTO%20PARA%20LA%20CREACI%20N%20DE%20UN%20DATA%20CENTER%20EN%20LA%20UPSE.pdf>

IndiaMart, , (1996), UPS Industrial, Recuperado de

<https://www.indiamart.com/proddetail/online-ups-11860366348.html>

Ordoñez S, (2016), La seguridad en un centro de datos, Recuperado de:

[https://issuu.com/masgeek/docs/developnetwork\\_febrero\\_2016/26](https://issuu.com/masgeek/docs/developnetwork_febrero_2016/26)

Avilez M. (2013). TÉCNICAS PARA HALLAR DATOS. Recuperado de:

<https://www.monografias.com/trabajos12/recoldat/recoldat.shtml>

Lantta J. (2014). Alimentación interrumpida para los centros de datos, Recuperado

de: <https://constructorelectrico.com/alimentacion-ininterrumpida-para-centros-de-datos/>

Pérez J, Gardey A, (2012). Definición de hospital ,Recuperado de:

<https://definicion.de/hospital/>

Ríos D, Galván V, (2014), DATACENTER UNA MIRADA POR DENTRO,

Recuperado de

[https://www.researchgate.net/publication/282611136\\_DATACENTER\\_-\\_UNA\\_MIRADA\\_POR\\_DENTRO](https://www.researchgate.net/publication/282611136_DATACENTER_-_UNA_MIRADA_POR_DENTRO)

Pérez A, (2015), Ventajas de contar con centros de datos vanguardistas en las

universidades, Recuperado de:

<https://searchdatacenter.techtarget.com/es/cronica/Ventajas-de-contar-con-centros-de-datos-vanguardistas-en-las-universidades>

Norma IEC, (2001), Instalación eléctrica en edificios Selección e instalación de materiales eléctricos – Canalizaciones Conductores eléctricos y

Canalizaciones, Recuperado de

[http://eschoform.educarex.es/useruploads/r/c/886/scorm\\_imported/95629621932498674687/page\\_16.htm](http://eschoform.educarex.es/useruploads/r/c/886/scorm_imported/95629621932498674687/page_16.htm)

Avello R, (2017), Principales tipos de limitaciones, Recuperado de

<https://comunicarautores.com/2017/04/07/importancia-de-expresar-las-limitaciones-del-estudio-2-principales-tipos-de-limitaciones/>

Ramírez J, Ruíz G,(2016). La seguridad en un Centro de Datos, Recuperado de

[http://www.semanticwebbuilder.org.mx/es\\_mx/swb/La\\_seguridad\\_en\\_un\\_Centro\\_de\\_Datos](http://www.semanticwebbuilder.org.mx/es_mx/swb/La_seguridad_en_un_Centro_de_Datos)

S.A, E. L. E. M. E. N. T. O. S. Eléctricos, (2019). Elementos Eléctricos.

Recuperado de <https://elementoselectricos.com.co/>

Schneider Electric (2018), Supresión de sobretensiones para los entornos comercial

e industrial, Recuperado de <https://www.se.com/ar/es/product-range-download/61869-supresi%C3%B3n-de-sobretensiones-para-los-entornos-comercial-e-industrial/>

APC, (2019), SYMMETRA PX 125KW SCALABLE TO 250KW WITH RIGHT

MOUNTED MNT BYPASS, Recuperado de [http://www.shopblt.com/item/apc-sy125k250dr-pd-symmetra-px-125kw-scalable/apcc\\_sy125k250drpd.html](http://www.shopblt.com/item/apc-sy125k250dr-pd-symmetra-px-125kw-scalable/apcc_sy125k250drpd.html)

Grajales T,(2000), Tipos de investigación, Recuperado de

<http://tgrajales.net/investipos.pdf>

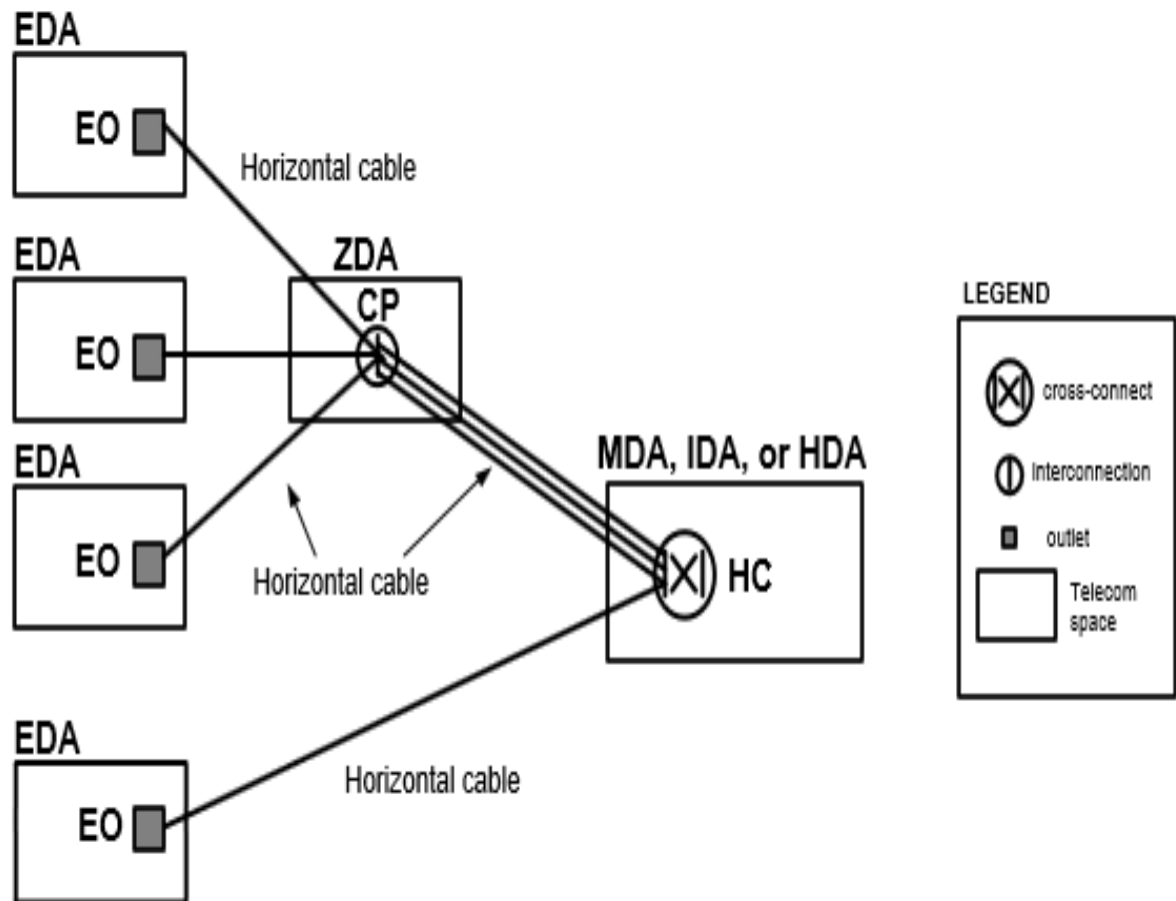
Fumero H, (2013), Tipos de conectores de fibra óptica, Recuperado de

<https://www.fibraoptica hoy.com/blog/conectores-de-fibra-optica/>

# ANEXOS

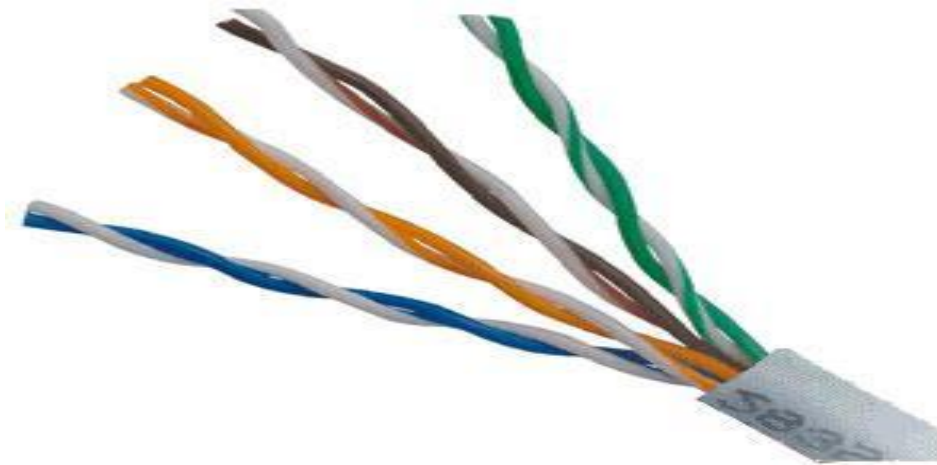
## 9.1 Anexos

### Anexo #1 Cableado horizontal típico de una topología estrella



Fuente: (2018) ANSI/TIA 942

### Anexo #2 Cable de par trenzado



Fuente:(2019) <https://sofiacuraarias.files.wordpress.com/>

### Anexo #3 Cable de fibra multimodo



Fuente:(2019) <https://www.cablenetworks.com.mx/>



#### Anexo #4 Cable de fibra óptica



Fuente: (2019) <https://www.cablenetworks.com.mx/>

#### Anexo #5 Cable coaxial



Fuente: (2019) <https://cable-ssl-35072.nexcesscdn.net/>

### Anexo #6 Conector BNC



Fuente: (2019) <https://www.electrowifi.es/>

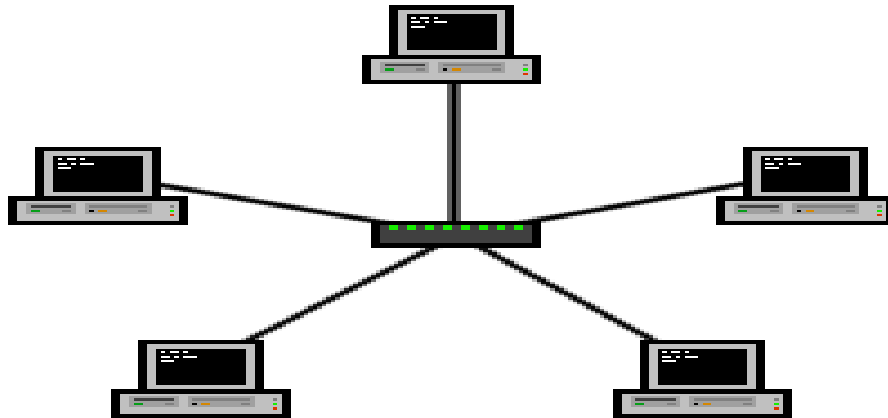
### Anexo #7 Conector TNC



Fuente: (2019) <https://www.alfarsl.es/>

## Anexo #8 Topología Estrella

Libre



Fuente: (2019) ANSI/TIA 942

## Anexo #9 Conector LC



Fuente: (2018) <https://www.fibraoptica hoy.com/>

### Anexo #10 Conector MPO



Fuente: (2019) <https://www.c3comunicaciones.es/>

### Anexo #11 Batería Industrial



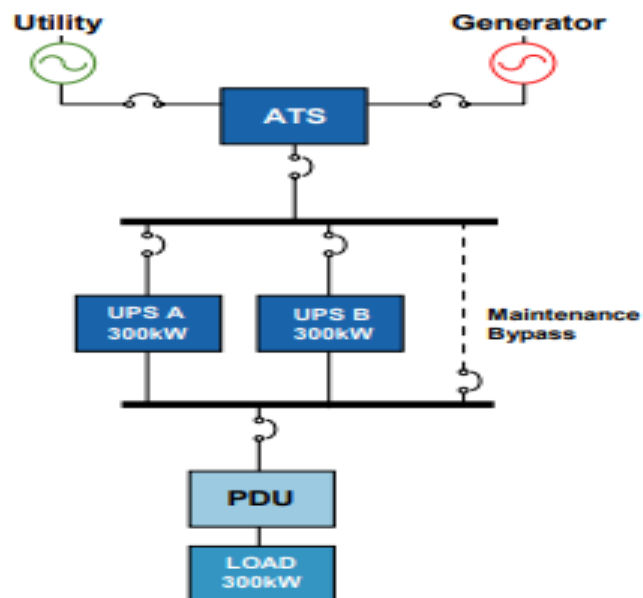
Fuente: (2019) <http://www.shopblt.com/>

### Anexo #12 Supresiones de sobretensiones



Fuente: (2019) <https://www.se.com/>

### Anexo #13 Redundancia n+1



Fuente: (2019) <https://www.apc.com/>

**Anexo #14 EATON 93**

Fuente: (2019) <https://powerquality.eaton.com/>

**Anexo #15 UPS Industrial**

Fuente: (2019) <https://www.indiamart.com/>

**Anexo #16 Sistema de alimentación para equipos del hogar y oficina**



Fuente: (2019) <https://todosai.com>

### Anexo #17 Anclaje a base superior de los racks



Fuente: (2019) <http://www.panduit.com/>

### Anexo #18 Canalización fijada a la pared



Fuente: (2019) <http://eschoform.educarex.es/>



### **Anexo #19 Electro canal**



Fuente: (2019) <http://www.hectromet.com/>

### **Anexo #20 Canal de cables**



Fuente: (2019) <http://www.olaflex.com>

### Anexo #21 Bandeja de cables



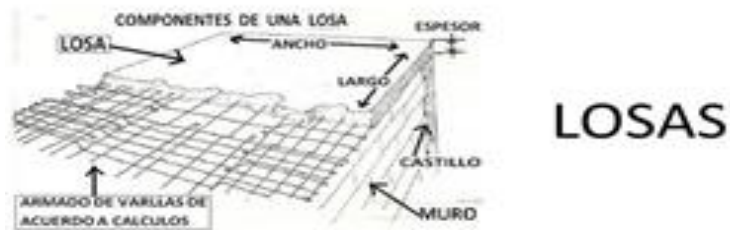
Fuente: (2019) <https://elementoselectricos.com.co>

### Anexo #22 Conducto de sección circular



Fuente: (2019) <https://es.slideshare.net/>

### Anexo #23 Grosor de losa de concreto



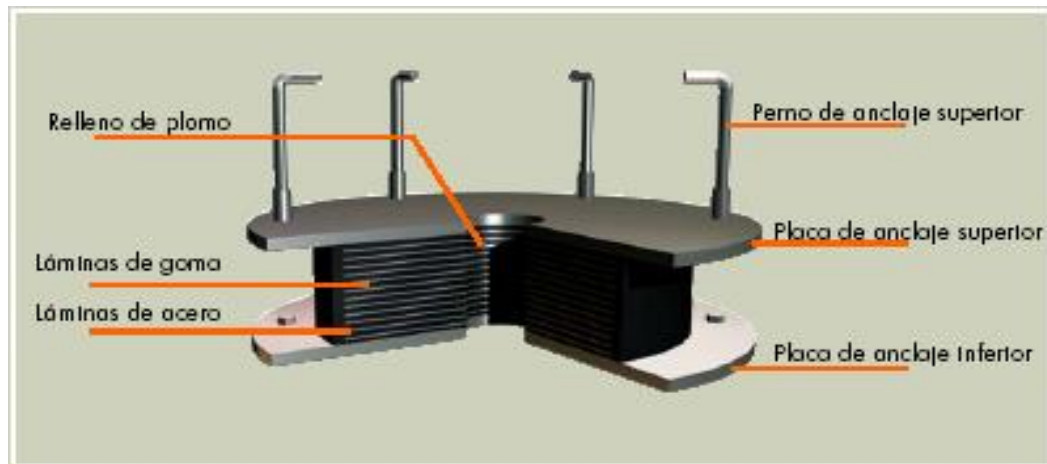
## LOSAS

Son elementos estructurales de concreto armado o de materiales prefabricados, de sección transversal rectangular llena, o con huecos, de poco espesor y abarcan una superficie considerable del piso.

Sirven para conformar pisos y techos en un edificio y se apoyan en las vigas o muros. Pueden tener uno o varios tramos continuos.

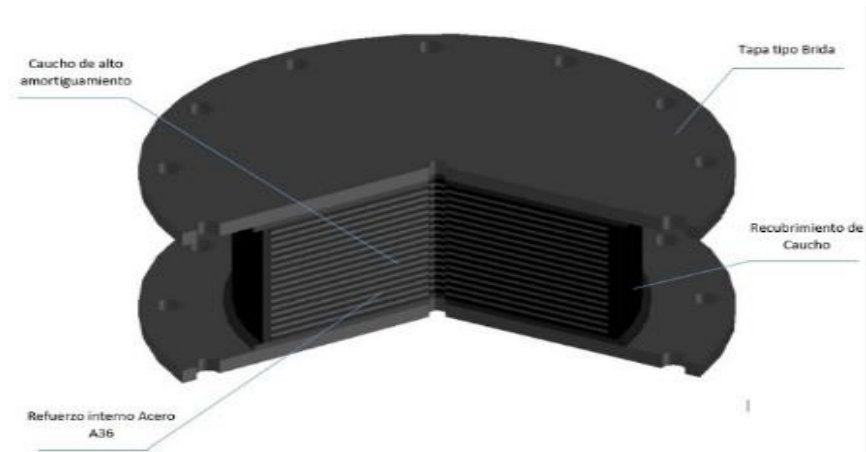
Fuente: (2019) <https://www.paviconj-es.es/>

### Anexo #24 Aislador con centro de plomo



Fuente: (2019) <http://aisladorsismico.blogspot.com/>

### Anexo #25 Aislador sísmico sin núcleo de plomo



Fuente: (2019) <http://www.sismica.cl/>

### Anexo #26 Aisladores de péndulo



Fuente: (2019) <https://www.mageba-group.com/>

### Anexo #27 Disipador RESTON SA



Fuente: (2019) <http://antilefmiguel.blogspot.com/>

### Anexo #28 Disipador RESTON STU



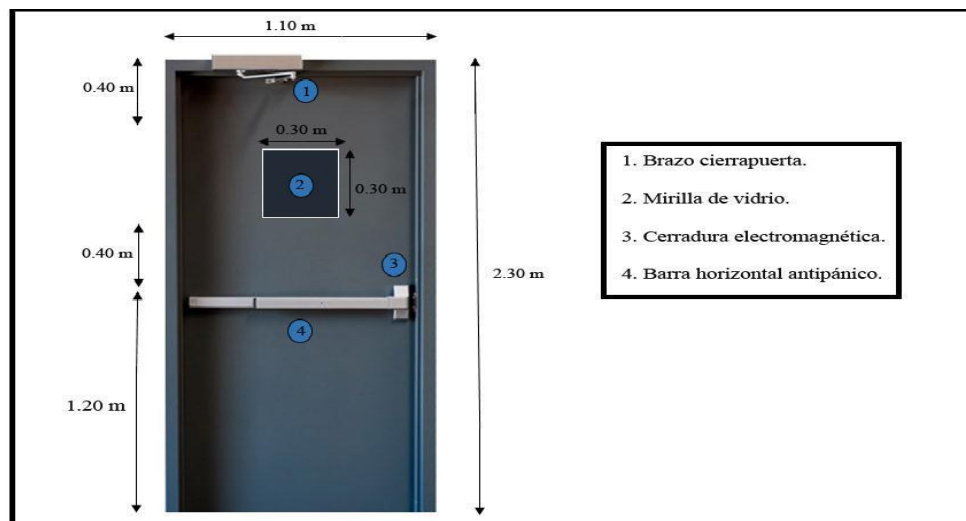
Fuente: (2019) <https://www.archiexpo.es/>

### Anexo #29 Disipador RESTON PSD



Fuente: (2019) <https://www.mageba-group/>

### Anexo #30 Puertas para centros de datos



Fuente: (2019) <https://docplayer.es/>

### Anexo #31 Falsos techos resistentes al fuego



Fuente: (2019) <http://grupo-ams.es/>

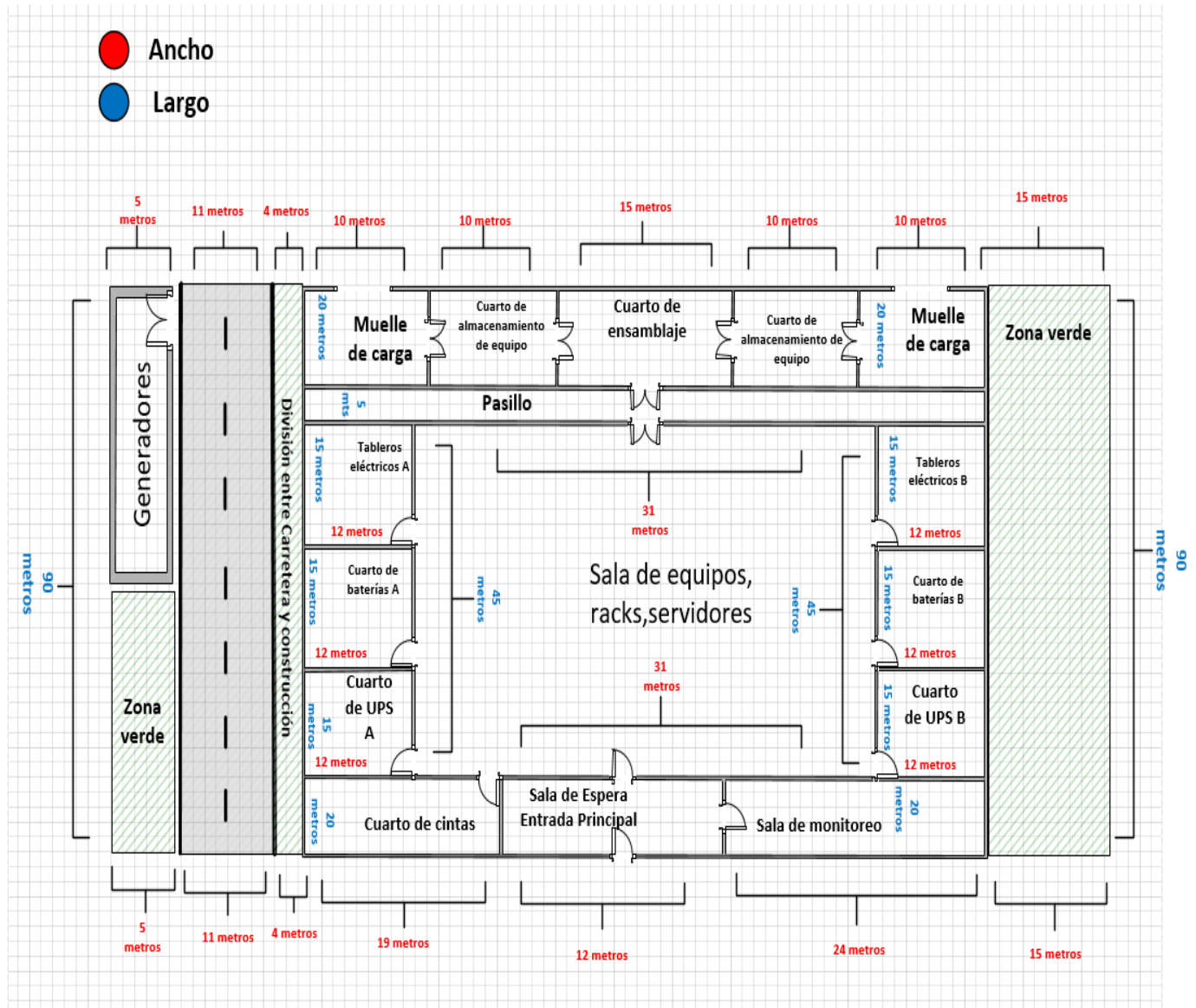
### Anexo #32 Control de acceso



Fuente: (2019) <http://controlduran.com/>



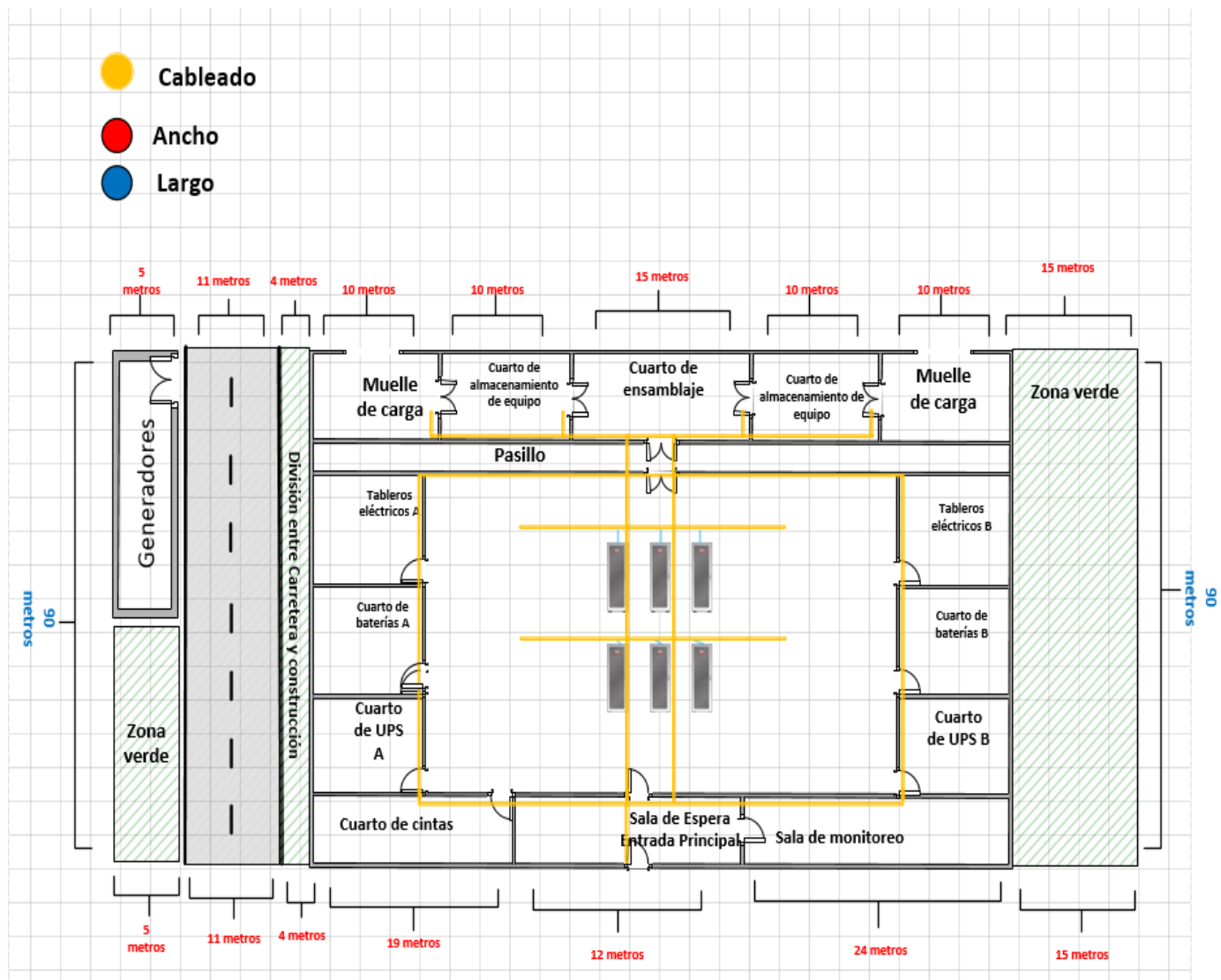
### Anexo #33 Diagrama Completo



Fuente: (2020) Creación propia

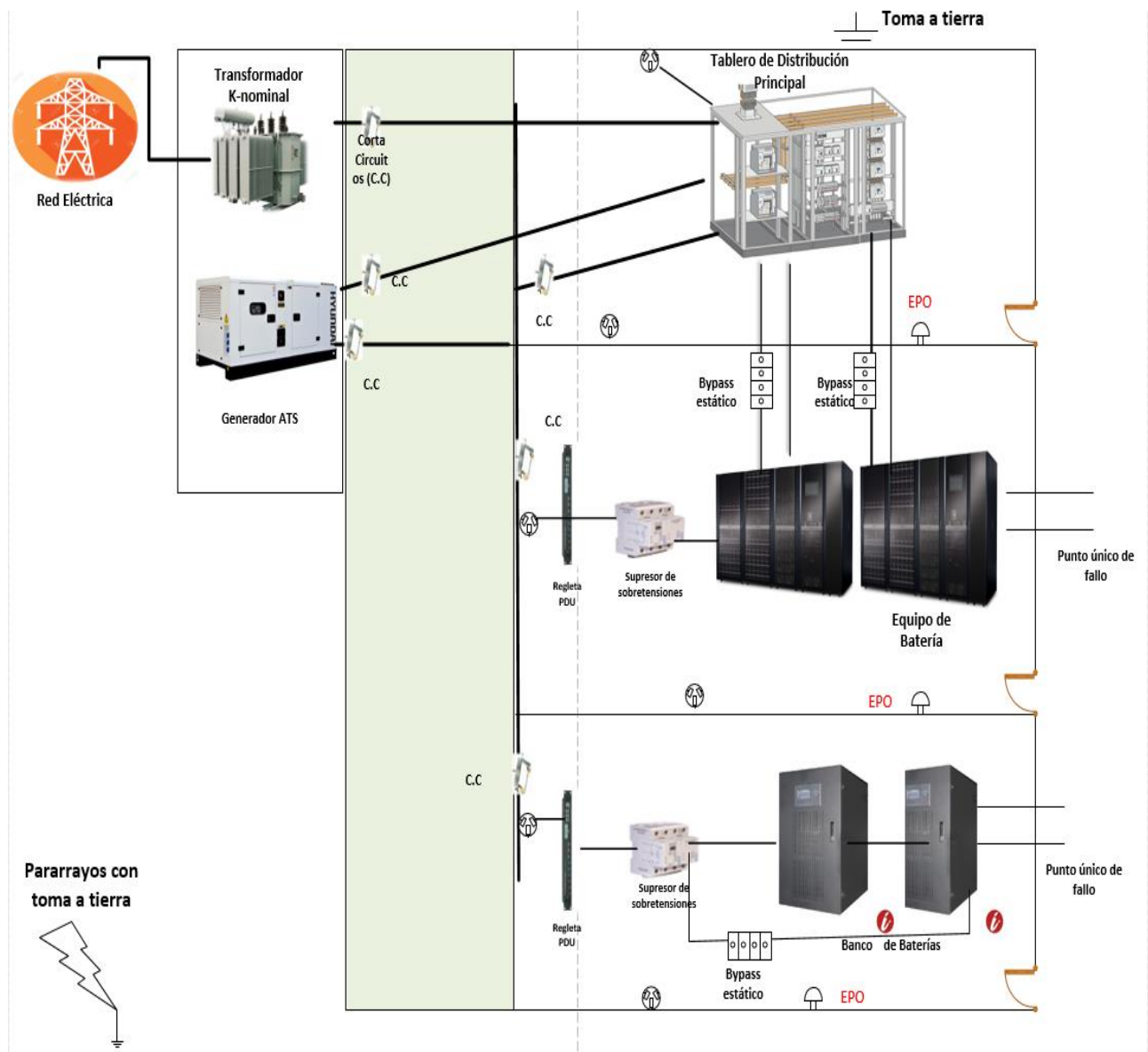


### Anexo #34 Diagrama Redes



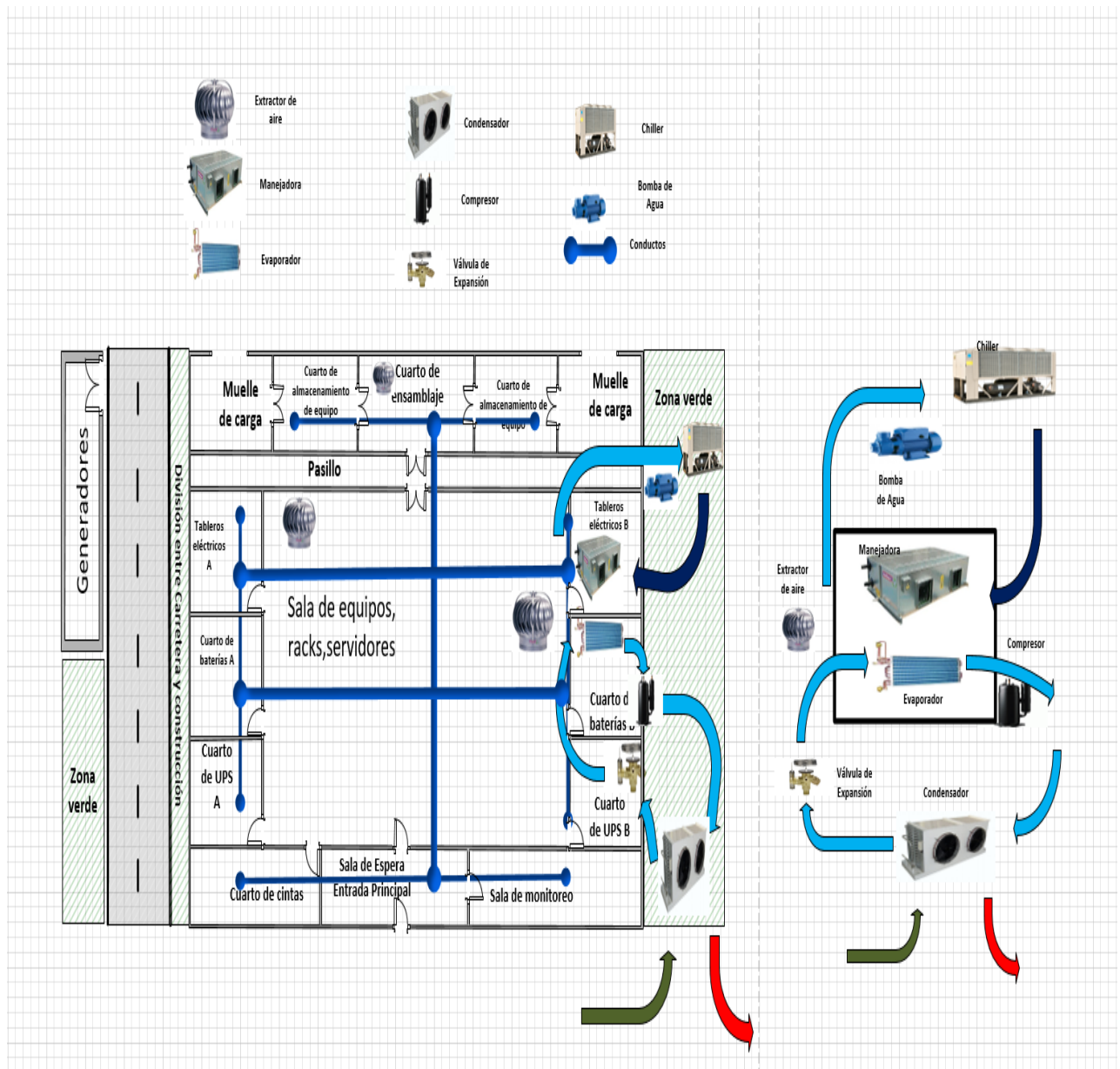
Fuente: (2020) Creación propia

## Anexo #35 Diagrama Eléctrico



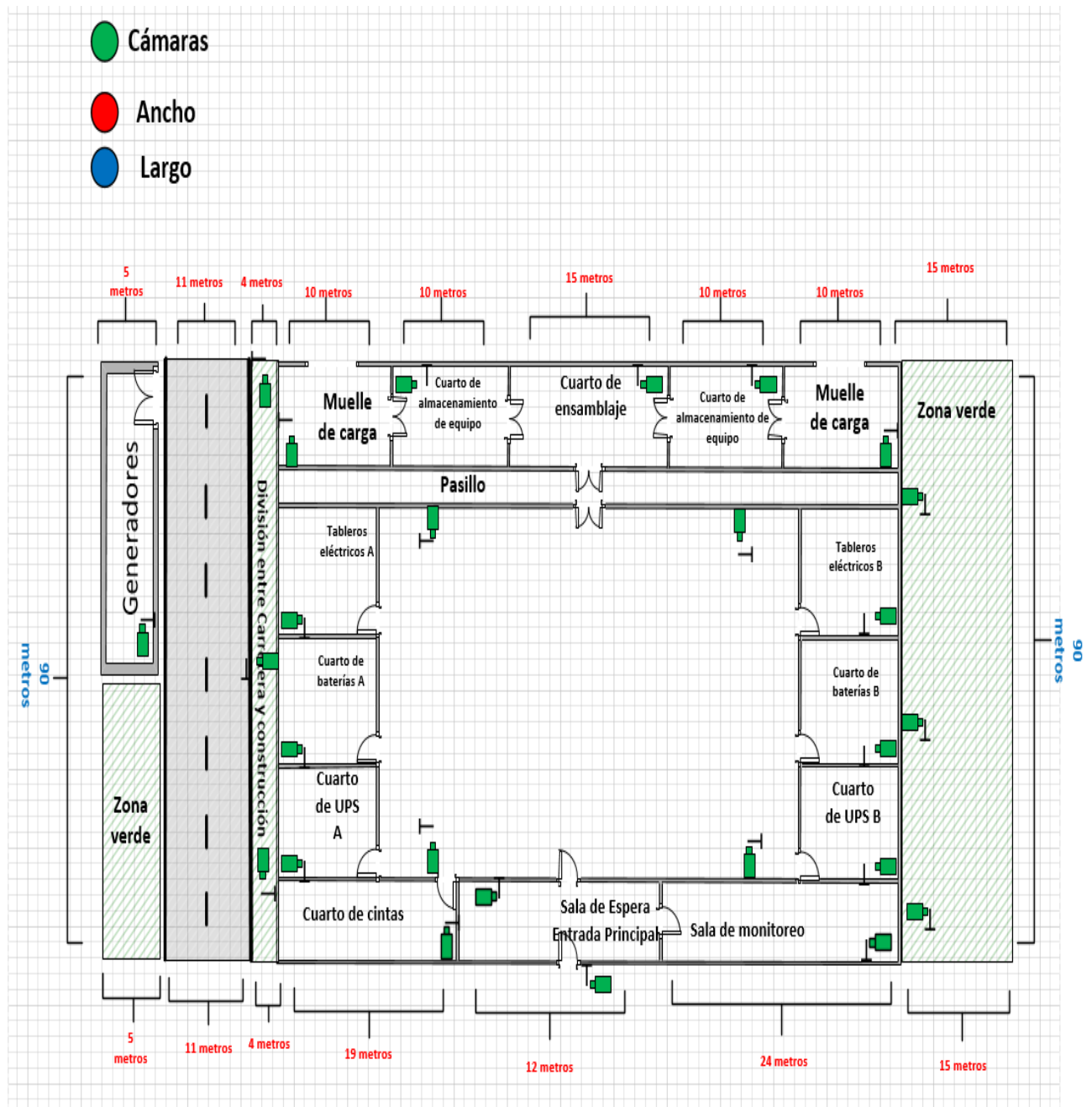
Fuente: (2020) Creación propia

## Anexo #36 Diagrama Mecánico



Fuente: (2020) Creación propia

### Anexo #37 Diagrama Telecomunicaciones



Fuente: (2020) Creación propia

## Anexo #38 Encuesta realizada a los funcionarios del Centro de Gestión de Informática

### Centro de datos

Data Center es el lugar donde se concentran todos los recursos necesarios para el procesamiento de la información de una organización, abarca un edificio o porción de un edificio, albergando un cuarto de cómputo y sus áreas de soporte.

### Organización del Centro de Datos

Se requiere conocer que aspectos se tienen en cuenta al momento de operar el centro de datos. Saber a quién se le encarga el centro de datos y si cuenta con los conocimientos necesarios para el manejo de este. Además de conocer la capacidad en cuanto equipos con los que cuenta el hospital Monseñor dentro del Centro de datos.

1. ¿Cuántas personas del área de CGI tienen acceso al centro de datos?

\_\_\_\_\_

¿Considera que se encuentran capacitados correctamente para el manejo del centro de datos?

SI ( ) NO ( )

2. ¿Considera que el centro de datos del Hospital Monseñor Sanabria cuenta con los suficientes dispositivos para manejar toda la información y sistemas que se requieren en la funcionalidad del centro hospitalario?

SI ( ) NO ( )

3. ¿El hospital o centro de CGI visualiza un crecimiento a futuro de la información y con ello un incremento de equipos?

SI ( ) NO ( )

4. ¿El centro de datos cuenta con un plano sobre el diseño actual?

SI ( ) NO ( )

### Manejo de la información

El manejo de la información requiere diferentes perfiles determinados por los administradores.

Dividiremos la seguridad en dos tipos:

- Seguridad física: se requiere tener referencia sobre las barreras físicas y mecanismos de control con el que el hospital protege el hardware del centro de datos.
  - Seguridad lógica: se requiere tener reseña de los mecanismos y barreras para tener el resguardo y la integridad de la información dentro del centro de datos.
5. ¿Considera que el centro de datos se encuentra bajo medidas excelentes de seguridad tomando en cuenta el control de acceso al lugar, cifrado de aplicaciones o autenticación?

SI ( ) NO ( )

Si su respuesta es sí, ¿Qué mecanismo de seguridad es utilizado en el hospital?

\_\_\_\_\_

6. ¿Considera que se llevan a cabo buenas prácticas de resguardo de la información dentro del área del centro de datos?

SI ( ) NO ( )

Si su respuesta es sí, ¿Qué mecanismos o prácticas se llevan a cabo para la replicación de datos?

\_\_\_\_\_

7. ¿Considera que el centro de datos cuenta con una excelente protección contra ataques externos?

SI ( ) NO ( )

### RespalDOS

Determinar que dispositivos de almacenamiento masivo de información poseen dentro de la organización, y saber que probabilidades tienen de fallar.

8. ¿Cuántos son los dispositivos que poseen para el almacenamiento de la información?

\_\_\_\_\_

¿Considera que son los necesarios para la cantidad de información que maneja el hospital?

SI ( ) NO ( )

9. ¿Cada cuánto tiempo se realizan las copias de seguridad?

\_\_\_\_\_

10. ¿Qué tipo de Back-UP se llevan a cabo?

- Completo: Todos los ficheros a un soporte
- Incremental: Solo se ha cambiado desde el ultimo Back-Up
- Diferencial: Lo que ha cambiado desde el ultimo Back-Up completo

\_\_\_\_\_

11. ¿Cuánto tiempo debe de conservar las copias realizadas?

Define la vigencia de las copias en función de su reemplazo por otras nuevas.

\_\_\_\_\_

12. ¿Se lleva a cabo documentación del proceso?

SI ( ) NO ( )

### Redes

Se elabora un análisis del mantenimiento de la red, diseño de la red, topología, protocolos de comunicación, conexiones, accesos privilegiados, administración y además aspectos que repercuten dentro de la red.

13. ¿Considera que el hospital cuenta con la idea de escalabilidad del cableado, para un crecimiento a futuro?

SI ( ) NO ( )

14. ¿Qué norma se siguió para montar el diseño del cableado?

\_\_\_\_\_

15. ¿Se contrató a alguien de manera externa para la implementación del cableado dentro del centro de datos o se hizo a nivel interno?

\_\_\_\_\_

16. ¿Qué tipo de cable se utilizó para el montaje del centro de datos?

\_\_\_\_\_

17. ¿El cableado del centro de datos se encuentra de manera estructurado?

SI ( ) NO ( )

### Infraestructura

- Estructura física: elección de la ubicación, suelo técnico y recubrimiento de protección.
- Sistemas de alimentación eléctrica interrumpida (SAI/UPS)
- Sistemas de climatización
- Detección y extinción de incendios
- Mediciones y planos

18. ¿Actualmente el centro de datos cuenta con redundancia en los sistemas de alimentación eléctrica?

SI ( ) NO ( )

19. ¿Cuál es el tiempo de utilización de los equipos en caso de fallas eléctricas?

\_\_\_\_\_

20. ¿La potencia eléctrica es la indicada para la alimentación de los equipos?

SI ( ) NO ( )

21. ¿El centro de datos cuenta con la salida a tierra para todos los equipos?

SI ( ) NO ( )



22. ¿Se cuenta con los dispositivos necesarios para mantener el fluido eléctrico en caso de fallas por parte del proveedor?

SI ( ) NO ( )

23. ¿Considera que el centro de datos cuenta con una climatización adecuada para los equipos?

SI ( ) NO ( )

24. ¿Se mantiene un proceso documentado del estado diario del o los sistemas de climatización?

SI ( ) NO ( )

25. ¿Cada cuánto se le brinda mantenimiento al sistema de enfriamiento del centro de datos?

\_\_\_\_\_

26. ¿Considera que el centro de datos cuenta con un punto de demarcación, que permita a los proveedores brindar su servicio sin tener que pasar la línea hacia el interior del centro de datos?

SI ( ) NO ( )

27. ¿El centro de datos se encuentra distribuido de forma correcta de manera que, este configurada de forma correcta los pasillos fríos y calientes?

SI ( ) NO ( )

28. ¿El centro de datos cuenta con una organización en la infraestructura que permita el paso a los encargados de soporte poder realizar su trabajo?

SI ( ) NO ( )

29. ¿El centro de datos cuenta con suficientes extintores que permitan mitigar un desastre causado por un incendio?

SI ( ) NO ( )

Si su respuesta es sí, ¿Qué tipo de extintores poseen?

\_\_\_\_\_

30. ¿Considera que los personales a cargo de los centros de datos se encuentran capacitados para la utilización de los extintores?

SI ( ) NO ( )

31. ¿Se encuentra documentado el mantenimiento que se le da a los dispositivos?

SI ( ) NO ( )

32. ¿Se tiene un plan de contingencia en caso de un desastre provocado por un incendio?

SI ( ) NO ( )



33. ¿Cuenta el centro de datos con una zona de protección contra incendios?

SI ( )      NO ( )

34. ¿Con cuántos proveedores de internet (ISP) cuenta el centro de datos?

\_\_\_\_\_

35. ¿Cuál es la capacidad de velocidad que brinda cada proveedor?

\_\_\_\_\_

36. ¿Cuáles son las características que poseen en cuanto simetría?

\_\_\_\_\_

37. ¿Cuáles son las empresas que brindan los servicios de internet?

\_\_\_\_\_

38. ¿Cuál es el tiempo de respuesta en caso de falla?

\_\_\_\_\_

**Fuente: (2020) creación propia**

## Anexo#39 Carta de autorización para uso y manejo de los trabajos finales de graduación

### CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA USO Y MANEJO DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACIÓN UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL

Ciudad y Fecha. \_\_\_\_\_

Señores  
Vicerrectoría de Investigación Transferencia  
Sistema Integrado de Bibliotecas y Recursos Digitales.

| Nombre completo de sustentantes   | Número de identificación |
|-----------------------------------|--------------------------|
| Claudio Gerardo Arguedas Carvajal | 603980590                |
| Axel Jesús Arias Cascante         | 603980747                |
| Elvin Joel Ocampo Moya            | 604260468                |

Nosotros en calidad de autores del trabajo de graduación titulado:

Análisis de la infraestructura del centro de datos del Hospital Monseñor Sanabria, Puntarenas, Costa Rica 2018  
de acuerdo con la norma ANSI/TIA 942 clasificación TIER 3

El cual se presenta bajo la modalidad de:

\_\_\_\_ Seminario de Graduación

X  Proyecto de Graduación

\_\_\_\_ Tesis de Graduación

Autorizamos a la Universidad Técnica Nacional para que nuestro trabajo sea manejado bajo los siguientes parámetros:

| Autorizamos                                                                                                                                                                      |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Conservación y diseminación en las bibliotecas de la Universidad                                                                                                                 | X |
| Almacenado en el Repositorio institucional.                                                                                                                                      | X |
| Divulgado en el Repositorio institucional.                                                                                                                                       | X |
| Resumen (Describe en forma breve el contenido del documento)                                                                                                                     | X |
| Consulta electrónica con texto protegido                                                                                                                                         | X |
| Descarga electrónica del documento en texto completo protegido                                                                                                                   | X |
| Inclusión en bases de datos y sitios web que se encuentren en convenio con la Universidad Técnica Nacional contando con las mismas condiciones y limitaciones aquí establecidas. | X |

Por otra parte, declaramos que el trabajo que aquí presentamos es de plena autoría, es un esfuerzo realizado de forma conjunta, académica e intelectual con plenos elementos de originalidad y creatividad. Garantizamos que no contiene citas, ni transcripciones de forma indebida que puedan devenir en plagio,

pues se ha utilizado la normativa vigente de la American Psychological Association (APA). Las citas y transcripciones utilizadas se realizan en el marco de respeto a las obras de terceros. La responsabilidad directa en el diseño y presentación son de competencia exclusiva, por tanto, eximo de toda responsabilidad a la Universidad Técnica Nacional.

Concedores de que las autorizaciones no reprimen mis derechos patrimoniales como autor del trabajo, insto a la Universidad Técnica Nacional a que respete y haga respetar mis derechos de propiedad intelectual.

| Nombre completo del estudiante    | Número de identificación | Firma                      |
|-----------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Claudio Gerardo Arguedas Carvajal | 603980590                | <i>Claudio Arguedas</i>    |
| Axel Jesús Arias Cascante         | 603980747                | <i>Axel Arias Cascante</i> |
| Elvin Joel Ocampo Moya            | 604260468                | <i>Elvin Joel Ocampo</i>   |

Fecha: 27 de agosto de 2020