

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES**



**“DISEÑO DE UN SISTEMA EN RED DE EQUIPOS MÉDICOS PARA
MEJORAR LA CALIDAD ASISTENCIAL DE LOS PACIENTES DE
LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL INSTITUTO
REGIONAL DE ENFERMEDADES NEOPLÁSICAS NORTE-
TRUJILLO NIVEL III-2”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES

**PRESENTADO POR EL BACHILLER
COLLADO ARAPA, LUZ ELENA ANGELA**

Villa El Salvador

2019

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a
mis padres Victor Collado
y Justina Arapa por su apoyo
incondicional.

A mi hijo Manuel Gavidia por
ser mi principal motivación.

A mi hermana Milagros
por ser mi modelo a seguir y
acompañarme en cada travesía.

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme acompañado a lo largo de mi carrera
y darme la fortaleza en cada meta propuesta.

A la UNTELS por ser mi casa de estudio

Brindándome la formación profesional.

Agradecer a mi asesor Dr. Jinmi Lezama

por su compromiso y guiarme

en el desarrollo de este trabajo.

Y a todas las personas que me apoyaron.

INDICE

| | |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 2 |
| 1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA | 2 |
| 1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA | 4 |
| 1.3. DELIMITACIÓN DEL PROYECTO | 5 |
| 1.3.1.-TEÓRICA..... | 5 |
| 1.3.2.-TEMPORAL..... | 5 |
| 1.3.3.-ESPACIAL..... | 5 |
| 1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... | 6 |
| 1.4.1. PROBLEMA GENERAL | 6 |
| 1.4.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS | 6 |
| 1.5. OBJETIVOS | 7 |
| 1.5.1. OBJETIVO GENERAL..... | 7 |
| 1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 7 |
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO | 8 |
| 2.1. ANTECEDENTES..... | 8 |
| 2.1.1. ANTECEDENTES NACIONALES..... | 9 |
| 2.1.2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES..... | 10 |
| 2.2. BASES TEÓRICAS | 12 |
| 2.2.1. HISTORIA DE LOS DISPOSITIVOS MÉDICOS | 15 |
| 2.2.2. SIGNOS VITALES..... | 17 |
| 2.2.2.1. ELECTROCARDIOGRAMA..... | 17 |
| 2.2.2.2. FRECUENCIA RESPIRATORIA | 17 |
| 2.2.2.3. SATURACION DE OXIGENO(SPO2) | 18 |
| 2.2.2.4. TEMPERATURA..... | 18 |
| 2.2.2.5. PRESION SANGUINEA | 19 |
| 2.2.2.5.1. PRESION INVASIVA (PI)..... | 19 |
| 2.2.2.5.2. PRESION NO INVASIVA (PANI) | 19 |
| 2.2.2.6. CAPNOGRAFIA (ETCO2)..... | 20 |
| 2.2.2.7. INDICE BIESPECTRAL (BIS)..... | 21 |
| 2.2.2.8. GASTO CARDIACO MINIMAMENTE INVASIVO (PICCO)..... | 21 |

| | | |
|--|---|----|
| 2.2.3. | REDES DE AREA LOCAL (LAN)..... | 21 |
| 2.2.3.1. | ARQUITECTURA DE REDES..... | 22 |
| 2.2.3.1.1. | MODELO OSI..... | 22 |
| 2.2.3.1.2. | MODELO TCP/IP..... | 23 |
| 2.2.3.2. | TOPOLOGIA DE REDES..... | 24 |
| 2.2.3.3. | INTERFACES EN SERIE..... | 25 |
| 2.2.3.4. | REDES HOSPITALARIAS..... | 25 |
| 2.2.3.5. | MEDIO DE TRANSMISIÓN..... | 26 |
| 2.2.3.6. | DISPOSITIVOS DE RED..... | 26 |
| 2.2.3.7. | ESTANDARES..... | 27 |
| 2.2.3.7.1. | NORMAS TÉCNICA DE SALUD NTS 119 "INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO DE LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DEL TERCER NIVEL DE ATENCIÓN"..... | 28 |
| 2.2.3.7.2. | ESTÁNDAR DE CABLEADO ESTRUCTURADO PARA EL SECTOR DE SALUD ANSI/TIA-1179..... | 28 |
| 2.3. | DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS..... | 29 |
| CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL..... | | 31 |
| 3.1.- | MODELO DE SOLUCIÓN PROPUESTO..... | 31 |
| 3.1.1. | DISEÑO DEL LUGAR DE TRABAJO..... | 31 |
| 3.1.2. | SISTEMA DE INTERCONEXION Y MONITOREO DE EQUIPOS MEDICOS..... | 36 |
| 3.1.2.1. | CONECTIVIDAD DE EQUIPOS MÉDICOS..... | 36 |
| 3.1.2.1.1. | TOPOLOGÍA FÍSICA..... | 37 |
| 3.1.2.1.2. | TOPOLOGÍA LÓGICA..... | 50 |
| 3.1.2.2. | MONITOREO DE LA CONECTIVIDAD DE EQUIPOS..... | 51 |
| 3.1.3. | GESTIÓN DEL PROYECTO..... | 52 |
| 3.1.4. | PRESUPUESTO DEL DISEÑO PROPUESTO..... | 53 |
| 3.1.4.1. | COSTO REFERENCIAL TOTAL DEL PROYECTO..... | 55 |
| 3.2. | RESULTADOS..... | 56 |
| 3.2.1. | DEMOSTRACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA EN RED DE EQUIPOS MÉDICOS..... | 62 |
| CONCLUSIONES..... | | 66 |
| RECOMENDACIONES..... | | 67 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | | 68 |
| ANEXOS..... | | 71 |

LISTADO DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Porcentaje de casos según departamento de procedencia | 3 |
| Figura 2. Número de casos registrados IREN NORTE 2007-2018..... | 4 |
| Figura 3. Evolución de los equipos médicos | 16 |
| Figura 4. Colocación de los electrodos en paciente adulto y neonato | 17 |
| Figura 5. Tecnología de medición del SpO2 | 18 |
| Figura 6. Curva y valor numérico de la presión invasiva | 19 |
| Figura 7. Representación numérica de la presión invasiva | 20 |
| Figura 8. Redes inalámbrica y alámbrica. (a) 802.11. (b) Ethernet conmutada. | 22 |
| Figura 9. Redes inalámbrica y alámbrica. (a) 802.11. (b) Ethernet conmutada. | 22 |
| Figura 10. El modelo TCP/IP con algunos de los protocolos..... | 23 |
| Figura 11. Tipos de topologías de redes..... | 24 |
| Figura 12. Cable UTP categoría 6 con cuatro pares trenzados..... | 26 |
| Figura 13. Dispositivos de red..... | 27 |
| Figura 14. Dimensiones y áreas de Unidad de Cuidados Intensivos IREN | 31 |
| Figura 15. Dimensiones del área donde se trabajará el diseño..... | 32 |
| Figura 16. Diseño de un cubículo con los equipos médicos propuestos..... | 34 |
| Figura 17. Diseño de un cubículo con los equipos médicos propuestos vista frontal, Software 3D- Tool. | 35 |
| Figura 18. Diseño de la red de monitoreo de equipos médicos propuestos | 36 |
| Figura 19. Diseño topología física del sistema en red de equipos médicos propuesto.. | 38 |
| Figura 20. Monitor de signos vitales propuesto modelo Infinity Omega S marca..... | 40 |
| Figura 21. Monitor de signos vitales de transporte propuesto modelo Infinity M540. | 41 |
| Figura 22. Central de monitoreo propuesto Infinity CentralStation Marca Dräger. | 42 |
| Figura 23. Ventilador mecánico propuesto Modelo Infinity Evita V500 | 43 |
| Figura 24. Dispositivo serial con protocolo de comunicación MIB | 44 |
| Figura 25. Router Cisco modelo 2911 propuesto | 46 |
| Figura 26. Switch Cisco modelo 2960 propuesto | 48 |
| Figura 27. Access point Cisco modelo 5508 propuesto..... | 48 |
| Figura 28. Diseño topología lógica del sistema en red de equipos médicos propuesto. | 50 |

| | |
|---|----|
| Figura 29. Sistema en red de equipos médicos, software GNS3..... | 56 |
| Figura 30. Simulación de conectividad entre PC1 (central de monitoreo) y PERSONAL DE SALUD, Software GNS3. | 58 |
| Figura 31. Simulación de conectividad entre PERSONAL DE SALUD y PC1 (central de monitoreo), Software GNS3. | 59 |
| Figura 32. Simulación en simultáneo de conectividad entre PERSONAL DE SALUD y PC1 (central de monitoreo), Software GNS3..... | 60 |
| Figura 33. Simulación de conectividad entre PC 2(CAMA 1) y PERSONAL DE SALUD, Software GNS3. | 61 |
| Figura 34. Foto de la configuración de la Central de Monitoreo, realizando ping de la laptop a la Estación Infinity ICS. | 62 |
| Figura 35. Foto del monitoreo en la Infinity Central Station (ICS). | 63 |
| Figura 36. Foto de demostración de monitoreo de los pacientes (CAMA 1 y CAMA 2) en la central de monitoreo ICS. | 64 |
| Figura 37. Foto de la configuración de la impresora láser en la central de monitoreo ICS. | 65 |

LISTADO DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Equipos médicos UCI adulto de acuerdo MINSA | 33 |
| Tabla 2. Dimensiones de los Equipos médicos uci adulto propuestos para el diseño | 33 |
| Tabla 3. Tipos de cableado | 49 |
| Tabla 4. Tabla de direccionamiento | 51 |
| Tabla 5. Cronograma de actividades. Diagrama de Gantt | 52 |
| Tabla 6. Costo del cableado estructurado | 53 |
| Tabla 7. Costo de los equipos de networking..... | 53 |
| Tabla 8. Costo de los equipos médicos..... | 54 |
| Tabla 9. Costo de la mano de obra para la instalación..... | 54 |
| Tabla 10. Presupuesto total del diseño | 55 |

INTRODUCCIÓN

El Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas Norte ubicado en Trujillo de complejidad nivel III 2 es el único hospital especializado en cáncer en el norte del país, donde existen carencias en su equipamiento médico e informatización de los datos de los pacientes para brindar atención especializada con los requerimientos mínimos que solicita el ministerio de salud. Por tal motivo, en el presente trabajo de suficiencia realizado para optar el Título de Ingeniero Electrónico y Telecomunicaciones lleva por nombre “Diseño de un sistema de equipos médicos para mejorar la calidad asistencial de los pacientes de la unidad de cuidados intensivos del Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas Norte-Trujillo nivel III-2”, presentado por el Bachiller Luz Elena Angela Collado Arapa tiene como finalidad diseñar e implementar un sistema en red de equipos médicos respetando las normas del ministerio de la salud y cumpliendo con los estándares al beneficio de los pacientes críticos, de tal modo apoyando en la mejora de la Unidad de Cuidados Intensivos y ampliando más ambientes para atender a pacientes que requieran monitorización continua y de algún tratamiento en su instancia en dicha área hospitalaria. Y apoyando al personal clínico en poseer herramientas tecnológicas en la toma de decisiones y determinar un óptimo tratamiento.

En este trabajo se desarrolla un diseño en red de equipos médicos para la Unidad de Cuidados Intensivos, usando los beneficios clínicos y tecnológicos que poseen. En el diseño se realizará cumpliendo los requerimientos mínimos dispuestos por el hospital y el ministerio de salud. Para el diseño de la red se aplicó a través de un software simulador de red GNS3; como para el rendimiento del espacio de los equipos en el hospital se diseñó a través un software de arquitectura 3D-Tool para la planificación del lugar de trabajo.

Al final de este trabajo se observará los beneficios asociados a los pacientes críticos oncológicos y rentabilidad total de la implementación.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

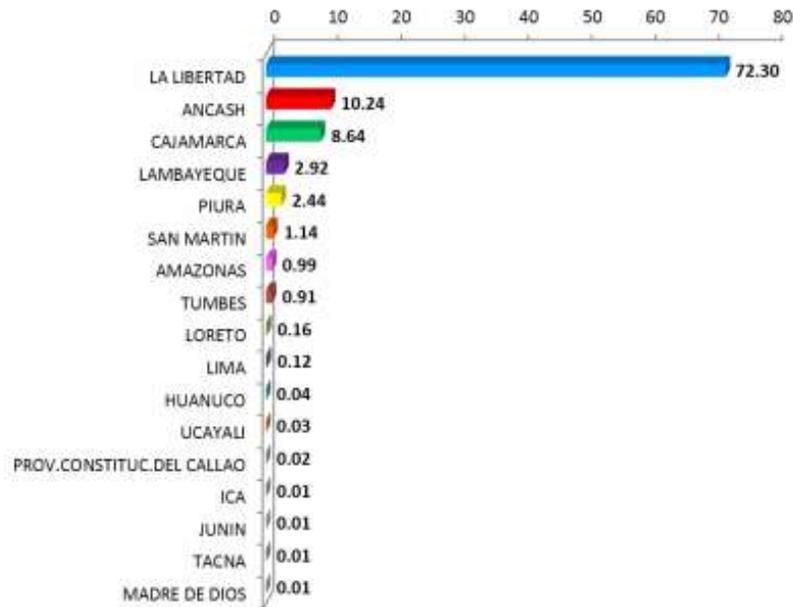
La implementación de equipos médicos en establecimientos de salud nivel III-2 es primordial por su nivel de complejidad y brindar una adecuada atención especializada al paciente, siguiéndose de los requerimientos mínimos de Norma Técnica De Salud “Infraestructura y Equipamiento De los Establecimientos De Salud Del Tercer Nivel de Atención”(Ministerio de Salud [MINSAL], 2015).

Sin embargo, en el Perú, el sector salud tiene grandes carencias, uno de esto es el limitado presupuesto como porcentaje del PBI designado al sector salud es de 5,4%, inferior a otros países de Latinoamérica y la falta de gerencia para las operaciones del sistema (Revista El Comercio: Gestión, 2017). Lo que hace que la adquisición e implementación de un servicio con equipos médicos acorde a la necesidad sea batallante, y brindar un adecuado mantenimiento a estas tecnologías para su duración en los años sea algo imposible. Ocurriendo esto en todo el interior del país, siendo una de las regiones más afectadas la región norte que posee el segundo departamento con más casos de cáncer y solo posee un instituto especializado oncológico (Luna-Abanto & Payet, 2019).

El Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas (IREN) del Norte “Dr. Luis Pinillos Ganoza”, ubicado en la ciudad de Trujillo, creado para descentralizar la atención de los pacientes oncológicos en Lima, actualmente asiste a pacientes de los departamentos de La Libertad, Ancash, Cajamarca, Lambayeque, Piura y otros (Ver figura 1).

(Informe del registro hospitalario de cáncer octubre 2007 – 2018, 2019)

Porcentaje de casos según departamento de procedencia. RHC IREN NORTE. 2007 – 2018.



FUENTE: Base datos RHC-EPI-UEEI-IREN NORTE

Figura 1. Porcentaje de casos según departamento de procedencia

Fuente: Informe del registro hospitalario de cáncer Octubre 2007 – 2018 (2019, p.25)

En enero del 2009 abrieron el servicio de centro quirúrgico, y por consiguiente la prioridad de la implementación de los servicios de unidad de cuidados intensivos y de la unidad de recuperación post anestésica, que inicialmente se trabajó como un servicio nombrado UCI-URPA donde el personal de salud realizaba ambas labores. Siendo el 3 de agosto del 2009 que se crea la Unidad De Cuidados Intensivos Oncológicos.

Primero por la poca demanda y afluencia de pacientes se improvisó áreas pequeñas. Actualmente el área atiende con dos camas (Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas IREN Norte, s.f.).

Y con un total de 1777 pacientes atendidos en el año 2018, se observa un número muy marcado y alta demanda en asistencia a pacientes oncológicos (Ver figura 2). Por tal motivo requiere la renovación del equipamiento médico, la ampliación del área de unidad de cuidados intensivos, la integración de la tecnología médica especializada para el apoyo en el análisis y tratamiento de los pacientes oncológicos.



Figura 2. Número de casos registrados IREN NORTE 2007-2018

Fuente: Informe del registro hospitalario de cáncer Octubre 2007 – 2018 (2019, p.6)

Una adecuada atención no involucra solo la atención del personal médico sino también las herramientas y equipamiento que puedan poseer el personal de salud para diagnosticar y tratar a los pacientes garantizando una capacidad resolutive de los establecimientos de salud (Cabezas,2019).

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Con este proyecto se busca satisfacer las necesidades de atención e incrementar más ambientes para asistir a toda la población de pacientes oncológicos que se brinda servicio en la Unidad de Cuidados Intensivos del Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas de Trujillo con los estándares nacionales dispuestos por el Ministerio de Salud, mediante la implementación del equipamiento médico conectado en red para la centralización de los datos; de tal modo, no exista pérdida

de los datos clínicos y monitoreo constante. Anteriormente el instituto especializado solo contaba con equipos médicos muy básicos de insuficiente interpretación y escaso apoyo en el diagnóstico. Para la justificación de esta investigación me baso en dos criterios importantes como la tecnología médica especializada y la red LAN de equipos médicos para la integración de los datos del sistema de equipos, que en conjunto brindan un mejor análisis centralizado y mejoran la calidad de atención al paciente.

1.3. DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

1.3.1.-TEÓRICA

El proyecto tiene como teoría los fundamentos de la tecnología médica, la norma técnica de salud NTS 119 "infraestructura y equipamiento de los establecimientos de salud del tercer nivel de atención" y la norma internacional sobre Infraestructura de Telecomunicaciones en Instalaciones Sanitarias TIA-1179.

1.3.2.-TEMPORAL

El diseño se realiza en un transcurso de 28 días, desde el mes de mayo del 2018.

1.3.3.-ESPACIAL

El diseño de este trabajo se realizó en las oficinas de la Empresa Draeger Perú SAC y la implementación en la Unidad de Cuidados Intensivos del Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas de Trujillo.

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo diseñar un sistema en red de equipos médicos para mejorar la calidad asistencial de los pacientes de la unidad de cuidados intensivos del Instituto Regional De Enfermedades Neoplásicas Norte-Trujillo Nivel III-2 cumpliendo las normas dadas por el Ministerio de Salud?

1.4.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Qué consideraciones se deberán tomar en cuenta para determinar los parámetros fisiológicos del monitoreo y la configuración de los procedimientos especiales para el apoyo en el tratamiento de los pacientes de la Unidad de Cuidados Intensivos?
- ¿Cómo diseñar el servicio de equipamiento médico de soporte de vida de la Unidad de Cuidados Intensivos, que cumplan con la normativa del Ministerio de Salud con bajo costo?
- ¿Qué parámetros se deben de tener en cuenta y qué equipos se requieren para la integración de datos en una red de monitoreo de equipos médicos de la Unidad de Cuidados Intensivos?

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. OBJETIVO GENERAL

.Diseñar un sistema en red de equipos médicos especializados para mejorar la atención de los pacientes oncológicos de la Unidad de Cuidados Intensivos del Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas de Trujillo mediante tecnología de equipos médicos integrados.

1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los parámetros fisiológicos mínimos requeridos y necesarios para el monitoreo de pacientes en la Unidad de Cuidados Intensivos del Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas.
- Determinar el costo del servicio de equipamiento médico de soporte de vida de la Unidad de Cuidados Intensivos, que cumplan con la normativa del Ministerio de Salud.
- Integrar una red de monitoreo de pacientes a través equipos médicos en la Unidad de Cuidados Intensivos con los requerimientos establecidos por el MINSA (Ministerio de salud).

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

En el Perú existen tres Instituciones Especializadas en Enfermedades neoplásicas, las cuales son: Lima, Trujillo y Arequipa cubriendo el 36% de la población. En Lima Metropolitana con sede en el Instituto Nacional de Enfermedades Neoplásicas inició funciones en el año 1968, actualmente con respaldo del Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC). El Instituto Regional De Enfermedades Neoplásicas del Sur Arequipa inició la atención al público en el año 2002. Y el Instituto Regional De Enfermedades Neoplásicas del Norte Trujillo nivel III-2 inició en el año 1984 en instalaciones de otros hospitales existentes en la época y en 2006, fue reconocido por el Ministerio de Salud. (Luna-Abanto & Payet, 2019, págs. 131-132)

IREN Trujillo atiende en la actualidad pacientes adultos con enfermedades oncológicas, y brinda atención de los siguientes servicios: radioterapia, cirugía especializada, atención médica especializada, diagnóstico y tratamiento, unidad de cuidados intensivos, emergencia.

El año 2018, El Gobierno Regional de La Libertad apoyó con S/ 20 millones para implementar diferentes servicios de la institución y mejorar la calidad de atención a los pacientes, ya que comprende que no solo se atienden pacientes de La Libertad sino también de la macro región nor oriente. (Tu región informa, 2018)

2.1.1. ANTECEDENTES NACIONALES

Maldonado (2012) en su tesis titulada: *Diseño de la red interna de un telecentro Polivalente para la ciudad de Huancayo y Sicaya*, para optar por el título de Ingeniero Electrónico en la Pontificia Universidad Católica del Perú, el cual desarrolla lo siguiente:

El presente proyecto de tesis fundamenta en el diseño de una red de telemedicina en el distrito de Sicaya, perteneciente al departamento de Junín. La red esencialmente consiste en enlazar apartadamente el centro de salud de Sicaya con el hospital Daniel Alcides Carrión de Huancayo mejorando la atención de los pobladores de Sicaya.

Pessagno et al. (2019) en su tesis titulada: *Planeamiento estratégico de la clínica Cayetano Heredia*, presentada para obtener el grado de Magíster en Ciencias Empresariales de la Universidad San Ignacio de Loyola, la cual concluye lo siguiente:

- Para mantener la ventaja competitiva que lleva la Clínica Cayetano Heredia y conservar su prestigio de atención a la salud, comprendido entre los años 2017-2019, uno de los objetivos planteados en este trabajo es estar a la vanguardia en tecnología y equipamiento médico.
- Como metodología para indagar en la población de Lima Norte se realizó una encuesta, donde el 20% de la población encuestada consideran muy importante que para brindar servicios de salud un hospital o clínica disponga de equipos médicos y también un personal médico capacitado con un porcentaje de 21% (*Ver Anexo N° 1*
- *Encuesta de la importancia en recibir un servicio de salud*).
- De este trabajo podemos captar que la población concuerda que para sentir seguridad y calidad de atención es muy relevante que una institución posea un equipamiento adecuado y de vanguardia.

Medianero y Samamé (2018) en su tesis titulada: *Diseño de un sistema de telemedicina para mejorar el monitoreo de pacientes del centro de salud de la Zaranda en el distrito de Pítipo*, presentada para optar el título profesional de Ingeniero Electrónico en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, del cual resalta lo siguiente:

Este trabajo de tesis presenta una propuesta de diseño de red de telecomunicaciones entre el centro de salud de La Zaranda ubicado en el distrito de Pítipo, provincia de Ferreñafe con el Hospital Regional de Lambayeque, la cual se distribuye en:

El diseño de la red exterior la cual enlaza el Centro Médico con el Hospital Regional por medio de radioenlace de la marca Ubiquiti. La antena receptora recibirá la información desde el Centro de salud y la enviará a la antena transmisora, la cual realizará el trabajo de llevar la información hasta el Hospital Regional de Lambayeque. Y el diseño de la red LAN del centro de salud por cableado Ethernet, el cual se distribuye en el área médica y área administrativa.

2.1.2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Puentes (2015) en su tesis titulada: *Evaluación tecnológica para dotación biomédica de una unidad de cuidado intensivo ubicada en Bogotá*, presentada para obtener el grado de ingeniero biomédico en la Universidad Militar Nueva Granada, la cual concluye lo siguiente:

La gestión de tecnología biomédica es indispensable para la adquisición de un equipamiento médico en una institución de salud.

En el *Fuente: Ministerio de Salud* extraída del mismo trabajo hace referencia al equipamiento médico que debe contar un paciente (01 cama) de la Unidad de Cuidados Intensivos adulto como mínimo, articulada al Ministerio de Salud de Bogotá:

Romero (2018) en su tesis titulada: *Diseño de una red interna de telemedicina para monitoreo de equipos de cardiología del Hospital General Babahoyo (IESS)*, para obtener el grado de ingeniero de telecomunicaciones de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la cual concluye lo siguiente:

- Se realizó un diseño de red interna de telemedicina para equipos de cardiología del Hospital General Babahoyo (IESS) en la Unidad de Cuidados Intensivos en una sola red centralizando la data de los parámetros fisiológicos del paciente.
- El diseño de la arquitectura de red propuesta se basa en la tecnología Ethernet 1000 base T usando cat6, la cual cumple con velocidad, distancia, especificaciones más estrictas para ruido del sistema, y simplicidad en la implementación.

Tellería et al. (2012) en el artículo de investigación titulado: *Generalidades de un Sistema de Monitorización Informático para Unidades de Cuidados Intensivos*, publicada en la Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río, desarrolla un diseño de sistema de monitoreo del cual se enfatiza lo siguiente:

- Para alcanzar el objetivo en la atención asistencial de los pacientes; ya sea en diagnóstico o tratamiento, el personal de salud se soporta en las tecnologías biomédicas.
- La medición continua de parámetros fisiológicos es detectar anomalías en la evolución de las enfermedades previniendo la causa de daños irreversibles o incluso la muerte. Por esta razón la monitorización de los pacientes se define como una monitorización continua de las funciones fisiológicas, y contar con sistemas eficientes.
- Este trabajo se realizó en la Unidad Cuidados Críticos por ser un área de relación con las demás servicios del hospital y la complejidad de los pacientes.

- Sobre la red de equipos médicos se ejecutarán conjunto de aplicaciones informáticas como sistema de información clínica y aplicación de recolección de datos.
- Como elemento primordial para integrar la red debe contar con una estación de monitoreo donde pueda trabajar con estas dos aplicaciones.
- El desarrollo de la red se basó en estándares internacionales como ISO para la interoperabilidad en la comunicación de equipos médicos en la Unidad de Cuidados Intensivos, ISO 111073/IEEE 1073, CEN-ENV 13734 para la representación de la información de los signos vitales y HL7 que especifica cómo realizar el intercambio de mensajes con el sistema de información hospitalaria.

2.2. BASES TEÓRICAS

Para desarrollar este trabajo de investigación se fundamentó en los trabajos de investigación referentes a las normas técnicas de salud, monitoreo hemodinámico y ventilatorio del paciente, exportación de datos que a continuación se menciona y resume aspectos relevantes de los artículos que para este trabajo de suficiencia profesional son la base fundamental:

Ochagavía (2014) en el artículo de investigación titulado: *Monitorización hemodinámica en el paciente crítico recomendaciones del grupo de trabajo de cuidados intensivos cardiológicos y RCP de la Sociedad Española De Medicina Intensiva, Crítica Y Unidades Coronarias* publicado en la revista española Medicina Intensiva el cual se enfatiza lo siguiente:

En este artículo de investigación mencionan la importancia del monitoreo hemodinámico de un paciente en una Unidad de Cuidados Intensivos como también las recomendaciones, y las condiciones que deben de cumplirse para brindar un beneficio al paciente, las cuales son:

1. Los datos obtenidos por el sistema de monitoreo deben ser lo más precisos para apoyar en la toma de decisiones del personal de salud.
2. Los datos deben ser clínicamente selectos para el paciente.
3. La mejora del paciente depende en gran parte de los datos captados en la monitorización del paciente, que posteriormente son interpretados.

También describe el monitoreo básico de un paciente crítico como (ECG, SpO₂, temperatura, presión no invasiva); como los sistemas de monitorización hemodinámica avanzada en pacientes críticos (shock cardiogénico, problemas cardiopulmonares, síndrome de distrés respiratorio agudo) como el gasto cardiaco por el método del análisis onda de pulso con calibración, que dependiendo de los factores del paciente y su respuesta o necesidad se da a escoger, teniendo presente las demás tecnologías que estén interactuando con el paciente en su tratamiento (Ver Anexo 4).

Y resaltar la aplicación de la medición del gasto cardiaco, proporcionando información sobre la causa de un shock y de fallo orgánico siendo una herramienta fundamental en una evaluación hemodinámica en pacientes críticos. Se tiene tres tecnologías clasificadas de acuerdo al grado de invasividad: invasiva, semiinvasivos (termodilución transpulmonar, litiodilución, análisis del contorno de la onda de pulso, Doppler esofágico, etc.) y no invasivos (ecografía, biorreactancia, tecnología Doppler, etc.).

En este trabajo de suficiencia profesional, para seleccionar los equipos de monitoreo hemodinámico avanzado se incluyó a los monitores multiparámetros de cabecera con la tecnología PICCO (gasto cardiaco mínimamente invasivo - método del análisis de contorno de onda de pulso) para la estimación del gasto cardiaco latido a latido, como de una monitorización constante de las variables hemodinámicas. Obteniéndose el gasto cardiaco de manera menos invasiva y continuo, con respaldo de artículos de investigación.

(Ochagavía, 2014, p.154-169)

Mendoza (2013) en el artículo de investigación titulado: *Controlador para respiradores artificiales de Dräger en la monitorización de pacientes*, publicado en la revista “V Latin American Congress on Biomedical Engineering CLAIB 2011” se realizó el diseño de una red en las unidades más críticas, de la cual destaco lo siguiente:

En este artículo publicado en la revista “V Latin American Congress on Biomedical Engineering CLAIB 2011” realizado en el Centro Nacional de Urgencias Médicas (CNUM) donde se plasmó el diseño de la informatización de sus servicios críticos de atención al paciente, este desarrollo se llevó al cabo de recaudar información de las deficiencias que asentaban los servicios y las necesidades principales en las unidades de cuidados intensivos. Dicho estudio enfocado en la conexión de equipos de soporte de vida de la empresa Dräger; como los monitores de signos vitales, bombas de infusión y ventiladores mecánicos conectados a una red de monitoreo del paciente.

La conexión de los equipos médicos a la central de monitoreo permite la monitorización automatizada, en tiempo real, de los signos vitales del paciente. Este sistema de monitorización de los equipos médicos empieza por la comunicación entre equipos de cabecera, los ventiladores y las bombas de infusión se conectan a los monitores multiparametros a través de un dispositivo con protocolo de interfaz general *Medical Information Bus* (MIB) propio del fabricante. Estos datos finalmente son observados en el monitor de signos vitales de cabecera, el cual es enlazado a la red o central de monitoreo mediante un router. Estas centrales de monitoreo se conectan a una estación central mediante la red de área local (LAN) con opción a exportar e ingresar datos de HIS, PACS (Ver Anexo 5).

(Mendoza, 2013, p. 291-294)

Bilgili (2017) en el artículo de investigación titulado como: *Utilizing bi-spectral index (BIS) for the monitoring of sedated adult ICU patients: a systematic review* publicado en la revista *Minerva Anestesiologica* que concluye y menciona lo siguiente:

En pacientes con ventilación mecánica, se usa los agentes sedantes / analgésicos a menudo para mitigar la incomodidad del tubo endotraqueal, el ventilador y el proceso patológico subyacente. Debido a ciertas complicaciones que puedan surgir con estos pacientes se requiere una apropiada atención para administrar el uso adecuado de un sedante. Sin embargo, determinar el nivel apropiado basándose en escalas de sedación clínica puede ser una labor muy complicada en niveles de sedación altas. El uso de un monitoreo continuo del índice biespectral (BIS), apoya al personal de salud conocer el estado de conciencia del paciente y no cometer una sobredosis.

(Bilgili, 2017, p.288-301)

2.2.1. HISTORIA DE LOS DISPOSITIVOS MÉDICOS

Antiguamente los egipcios usaban bisturíes, cabestrillos, férulas, muletas y otros dispositivos médicos ya en el año 7000 a. C.

En la década de 1980 se produjo la creación de dispositivos médicos en gran volumen, en especial equipos de diagnóstico por imagen de alta resolución enfocados a la radiografía y radioscopia.

Los sistemas de monitorización continua de las variables cardiovasculares (frecuencia cardíaca, gasto cardíaco y presión arterial) comenzaron a monitorizarse en los pacientes usando equipos tecnológicos, como el uso de respiradores, máquinas de diálisis renal e incubadoras neonatales.

En la década de 1980 a 2000, en los países industrializados introdujeron en los hospitales la tomografía axial computarizada (TAC) y resonancia magnética.

Los cirujanos podían brindar más dispositivos médicos para sustituir estructuras anatómicas.

En la década de 2000 hasta la actualidad, la robótica se incorporó al sector de los dispositivos médicos en la mayoría para el apoyo a pacientes con alguna discapacidad funcional, y otros en operaciones quirúrgicas. Actualmente con el avance de la tecnología los equipos médicos contienen en su mayoría sistemas informáticos o de conexión a Internet (Ver Figura 3).

(World Health Organization [OMS], 2012, p.8-11)

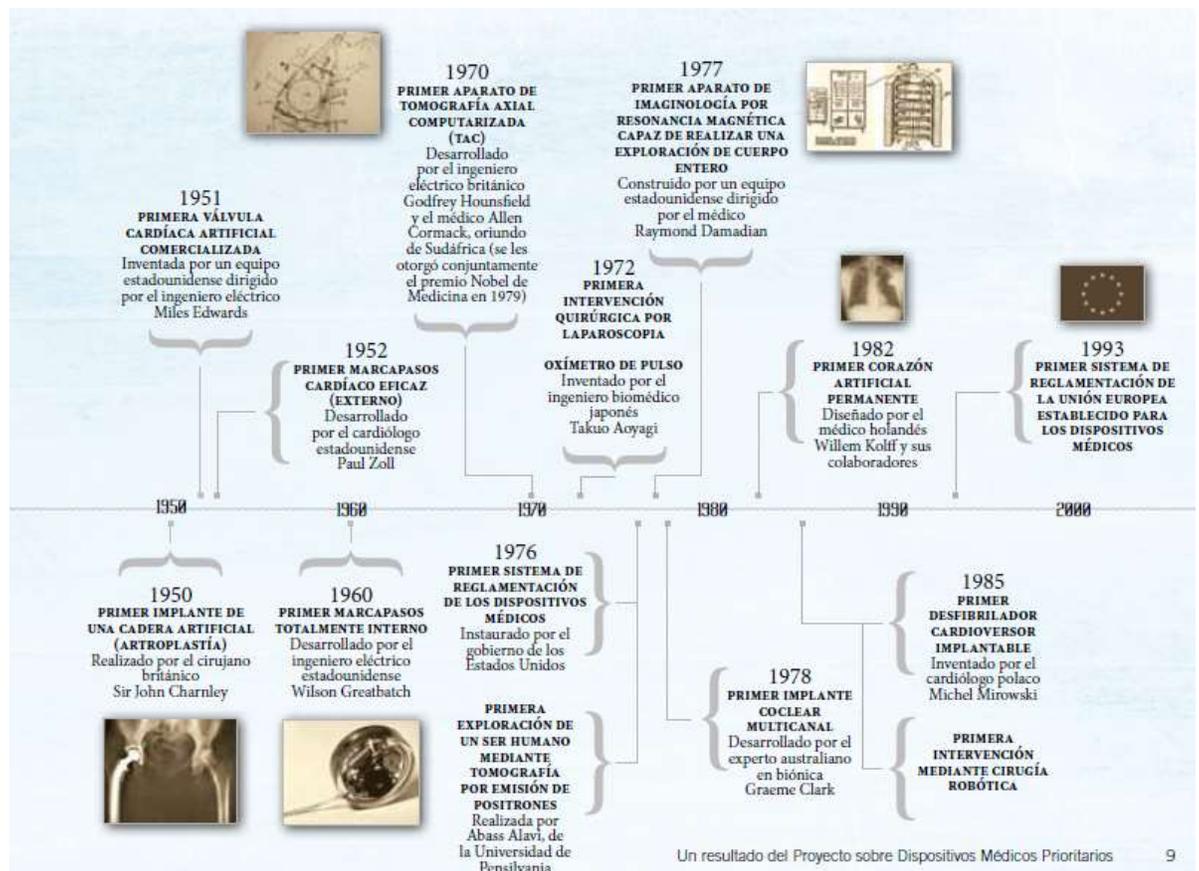


Figura 3. Evolución de los equipos médicos

Fuente: World Health Organization (2012, p.9)

2.2.2. SIGNOS VITALES

2.2.2.1. ELECTROCARDIOGRAMA

Es un modo de diagnóstico no invasivo en el cual se obtiene el registro de la actividad eléctrica del corazón desde la superficie del cuerpo humano.

Interpretado a partir de la morfología de las ondas y complejos que componen el ciclo cardíaco y de las mediciones de intervalos de tiempo entre las diferentes ondas, complejos y segmentos.

(Grupo de investigación biomédica, s.f.)

2.2.2.2. FRECUENCIA RESPIRATORIA

La frecuencia respiratoria son las veces en que una persona respira por minuto. Medido a través de la impedancia de respiración haciendo circular una corriente insustancial de alta frecuencia entre dos electrodos (I y II) para ECG en el tórax del paciente (Figura 4).

(Dräger, 2016, p.226)

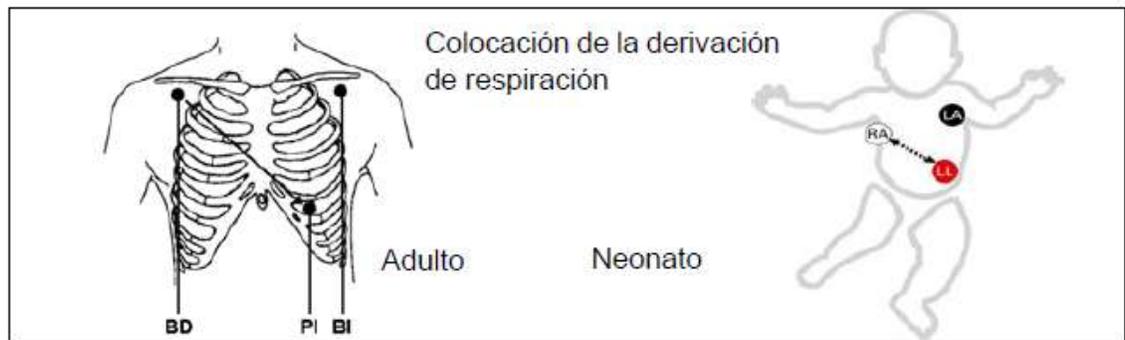


Figura 4. Colocación de los electrodos en paciente adulto y neonato

Fuente: Instrucciones de uso Infinity Delta Series (2016, p. 226)

2.2.2.3. SATURACION DE OXIGENO(SPO2)

Es un parámetro no invasivo y continuo para controlar el porcentaje de saturación de oxígeno de la hemoglobina en la sangre arterial, obtenido mediante sensores infrarrojos, disminuyendo la necesidad de punción y de análisis de gases arteriales, los cuales son métodos invasivos (Figura 5).

(Nihon Kohden, s.f.)

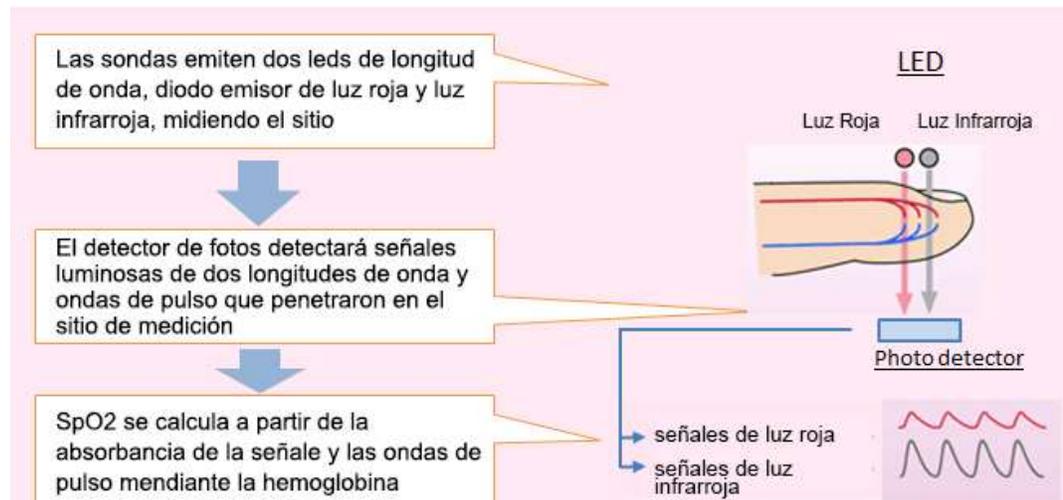


Figura 5. Tecnología de medición del SpO2

Fuente: Sitio web: <https://mx.nihonkohden.com/es/solutions/vitalsign/spo2/important-proper-use.html>

2.2.2.4. TEMPERATURA

Este parámetro es no invasivo y captado a través de un termistor o sensor de termopar en la sonda, el cual registra los cambios en la temperatura a medida que disminuye la resistencia del metal del termistor en contacto con la temperatura; representadas posteriormente de manera numérica.

(Revista El Hospital, 2016)

2.2.2.5. PRESION SANGUINEA

2.2.2.5.1. PRESION INVASIVA (PI)

La presión invasiva como parámetro de monitoreo es un método invasivo, el cual se evalúa a través de un catéter insertado en el sistema circulatorio. El catéter conectado a un transductor de presión convierte la fuerza mecánica realizada por la sangre en señal eléctrica, obteniendo datos numéricos y en curva.

En los monitores multiparámetros se pueden procesar varias señales de PI; tan solo rotulándolos (Figura 6).

(Dräger, 2016, p.282)

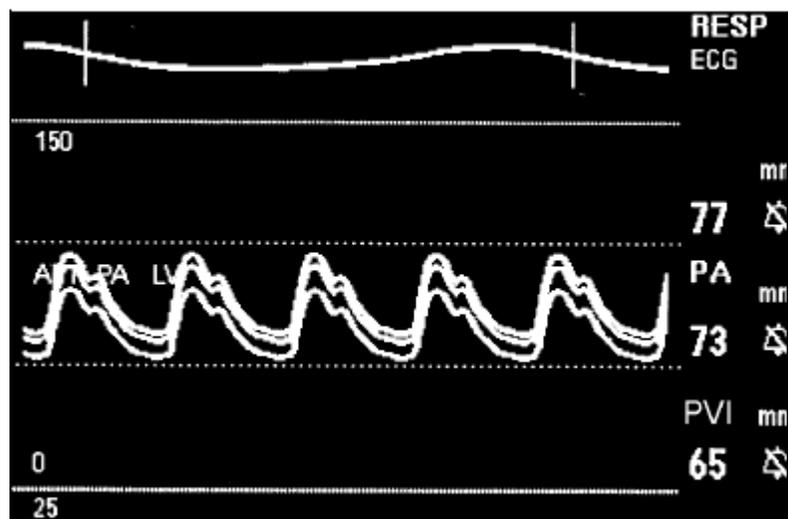


Figura 6. Curva y valor numérico de la presión invasiva

Fuente: Instrucciones de uso Infinity Delta Series (2016, p. 293)

2.2.2.5.2. PRESION NO INVASIVA (PANI)

La presión no invasiva es un método no invasivo y continuo, para monitorear la presión arterial. Las mediciones de presión sanguínea son determinadas por el método oscilométrico calculando las presiones sanguíneas sistólicas, diastólicas y promedios para los pacientes adultos, pediátrico, o neonatales (Figura 7).

(Dräger, 2016, p.244)

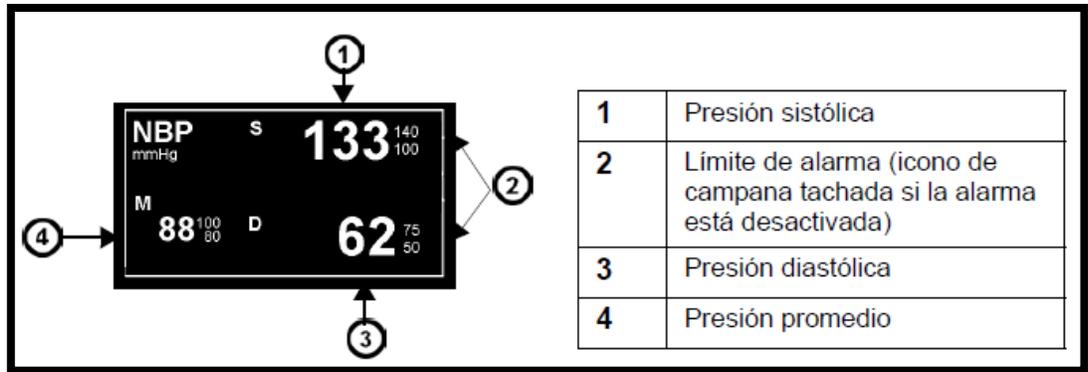


Figura 7. Representación numérica de la presión invasiva

Fuente: Instrucciones de uso Infinity Delta Series (2016, p. 244)

2.2.2.6. CAPNOGRAFIA (ETCO₂)

Los métodos de medición más usados en la capnografía son por la absorción de la luz infrarroja y por colorimetría. Hay dos tipos principales de capnógrafos: los que se colocan en la vía aérea principal del paciente (tecnología *mainstream*) y los que usan una vía lateral (capnografía *sidestream*). El capnograma u onda nos da información acerca de la inspiración y espiración así como del dióxido de carbono espirado. Alteraciones en este último pueden reflejar cambios en el metabolismo, circulación, respiración, vía aérea y del sistema ventilatorio. De este modo, la capnografía es indispensable en el monitoreo de pacientes en áreas críticas y entre otras áreas de emergencias y de alta complejidad.

La capnografía es ventajosa no solamente para verificar la posición de un entubamiento endotraqueal sino para monitorear la producción de CO₂, de la perfusión pulmonar, de la ventilación alveolar, del patrón ventilatorio, de la eliminación del CO₂ del circuito de anestesia y del ventilador. Además informa situaciones que ponen en riesgo la vida del paciente como mal posición del tubo endotraqueal, fallas ventilatorias, problemas en el circuito del ventilador y fallas en la circulación.

(Pino, 2018)

2.2.2.7. INDICE BIESPECTRAL (BIS)

Es el parámetro que monitoriza el índice biespectral (BIS) que representa el nivel de conciencia del paciente. El valor numérico BIS puede aplicarse como soporte en la vigilancia de los efectos de ciertos agentes anestésicos.

Un valor BIS de 100 indica que el paciente está despierto.

Un valor BIS de 0 indica un EEG plana o isoeléctrico.

(Dräger, 2016)

2.2.2.8. GASTO CARDIACO MINIMAMENTE INVASIVO (PICCO)

La monitorización del gasto cardíaco en los pacientes críticos tiene como objetivo esencial de obtener una adecuada perfusión tisular. El monitoreo del gasto cardíaco mediante la aplicación de la termodilución transpulmonar con el sistema PiCCO® es el método más fiable y menos invasivo.

(Vivas et al., 2008)

2.2.3. REDES DE AREA LOCAL (LAN)

Las redes de área local, generalmente llamadas LAN (*Local Area Networks*), son redes privadas que operan dentro de un área pequeña.

Las redes LAN se clasifican en: alámbricas e inalámbricas.

Las redes alámbricas existen diversas tecnologías o medios, la mayoría utilizan cables de cobre o fibra óptica. Por lo general las velocidades que van de los 100 Mbps hasta un 1 Gbps, tienen poca latencia y seguro. La topología de la mayoría de redes LAN alámbricas está establecida en los enlaces de punto a punto. El estándar que lo rige es IEEE 802.3, o comúnmente llamado Ethernet.

En las redes inalámbricas, en su mayoría, cada computadora se comunica con un dispositivo en la capota designado como *Access Point* (Punto de acceso, AP); transmite paquetes entre las computadoras inalámbricas.

El estándar para las redes LAN inalámbricas llamado IEEE 802.11, conocido como WiFi (Ver Figura 8).

(Tanenbaum, 2003, p. 17-18)

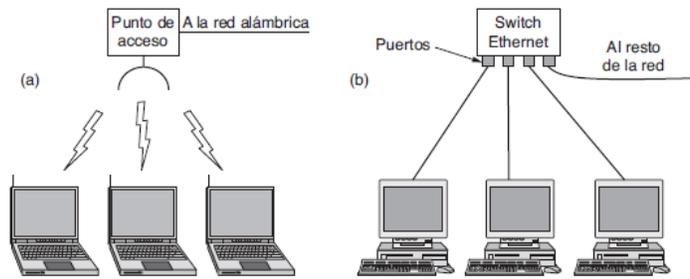


Figura 8. Redes inalámbrica y alámbrica. (a) 802.11. (b) Ethernet conmutada. Fuente: Tanenbaum (2003, p. 17)

2.2.3.1. ARQUITECTURA DE REDES

2.2.3.1.1. MODELO OSI

El modelo OSI (Interconexión de Sistemas Abiertos, del inglés *Open Systems Interconnection*) creada por la Organización Internacional de Normas (ISO), se ocupa del enlace de sistemas abiertos para interconectar sistemas de distintas procedencias para que estos pudieran intercambiar información sin restricciones. El modelo OSI tiene siete capas (Figura 9). (Tanenbaum, 2003, p. 35)

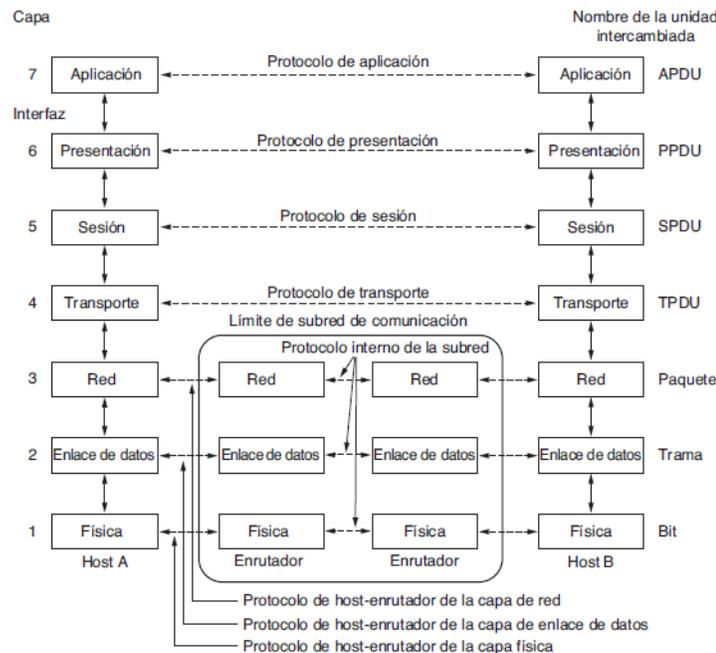


Figura 9. Redes inalámbrica y alámbrica. (a) 802.11. (b) Ethernet conmutada. Fuente: Tanenbaum (2003, p. 36)

2.2.3.1.2. MODELO TCP/IP

Modelo TCP/IP es una descripción de protocolos de red instaurado en la red ARPANET, predecesora de Internet. ARPANET era una red de investigación que conectó diversas universidades y servicios del estado mediante el uso de líneas telefónicas rentadas.

Cuando posteriormente las redes de satélites y de radio, y los protocolos tuvieron complicaciones en su comunicación, se da la creación de esta arquitectura como el Modelo de referencia TCP/IP, debida a sus dos protocolos primarios (Figura 10).

(Tanenbaum, 2003, p. 39)

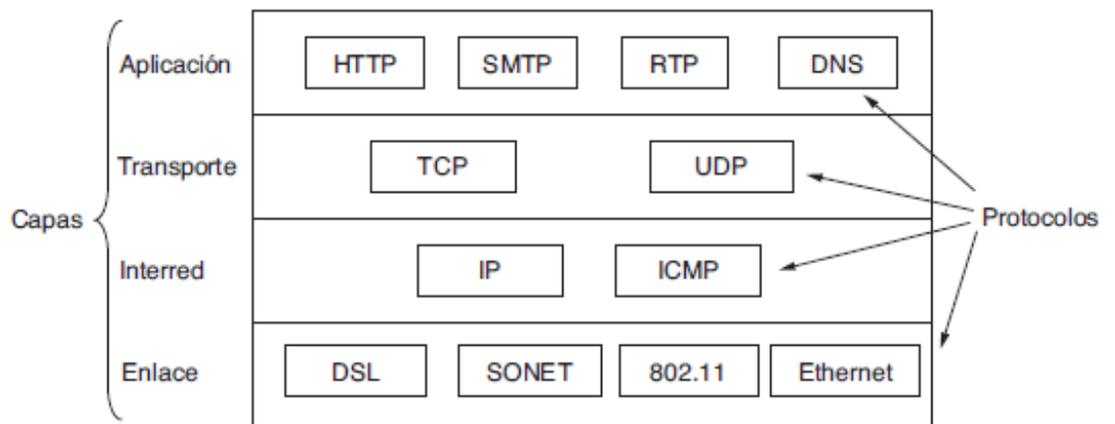


Figura 10. El modelo TCP/IP con algunos de los protocolos.

Fuente: Tanenbaum (2003, p. 41)

2.2.3.2. TOPOLOGIA DE REDES

Una topología de red es la forma como se conectan los diferentes dispositivos de una determinada red para intercambiar datos, de manera lógica o física (Figura 11).

(Sánchez y Rodríguez, s.f.)

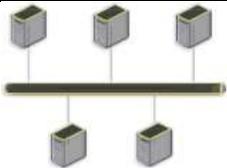
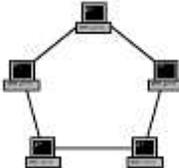
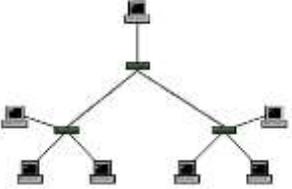
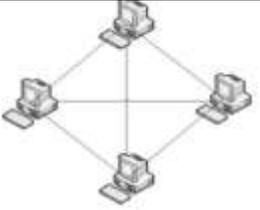
| TOPOLOGÍA | CARACTERÍSTICAS | IMAGEN |
|---------------|--|---|
| PUNTO A PUNTO | La topología más simple es un enlace inquebrantable entre dos puntos finales. |  |
| BUS | Se identifica por tener un único canal al cual se enlazan los diferentes dispositivos. |  |
| ESTRELLA | Es una red en la cual los <i>host</i> (dispositivo) están conectadas a un punto central y la transmisión de información se realiza a través de este. |  |
| ANILLO | La red en anillo es una topología en la que cada nodo se enlaza a otros dos nodos, formando una sola ruta. |  |
| ARBOL | Es una combinación de varias topologías en estrella. |  |
| MALLA | En esta topología todos los equipos están conectados entre sí. Este tipo de red tiene alta conectividad si falla una ruta hay otras. |  |

Figura 11. Tipos de topologías de redes.

Fuente: Elaboración propia, 2019.

2.2.3.3. INTERFACES EN SERIE

Esta interfaz es un medio de comunicación entre dispositivos a través de la interfaz o conector RS232. Usados también en comunicación entre dispositivos médicos de la misma o diferentes marcas.

Ejemplos de interfaces en serie son:

- MEDIBUS, MEDIBUS.X
- Conexiones a dispositivos médicos de otros fabricantes.

Interfaces se rigen bajo el estándar IEEE 1073 (Bus de información médica) para la conexión con dispositivos médicos y de otros fabricantes. Deben cumplirse los requisitos de IEEE 1073.3.2 o los requisitos compuestos de IEEE 1073.3.1 y IEEE 1073.4.1. El estándar IEEE 1073 proporciona una nueva herramienta para el mundo de los equipos. Las comunicaciones de datos estandarizadas en situaciones críticas, como una unidad de cuidados intensivos o agudos permiten nuevos niveles de rendimiento de los sistemas para los sistemas de información hospitalaria.

(Dräger, 2016, p.95)

2.2.3.4. REDES HOSPITALARIAS

El sector sanitario ha sido un sector precursor en la incorporación de nuevas tecnologías con la aparición de diferentes dispositivos médicos que tienen la capacidad de conectarse a la red tales como analizadores de gases en sangre, sistemas de telemetría, máquinas portátiles de rayos X, entre otros. Los cuales no solo transmiten data del paciente; sino también, pueden incorporar los datos clínicos como la Historia Clínica Electrónica.

(García, 2019)

2.2.3.5. MEDIO DE TRANSMISIÓN

El propósito del medio de transmisión es transportar bits de una máquina a otra. Cada medio tiene sus propias características y términos de ancho de banda, latencia, costo y facilidad de instalación y mantenimiento. Los medios se agrupan en medios guiados (como el cable de cobre UTP y la fibra óptica) y en medios no guiados (como la transmisión inalámbrica terrestre, los satélites).

- PAR TRENZADO UTP (*Unshielded Twisted Pair*), se denomina a los tipos de cables hasta la categoría 6, compuesto de alambres y aislantes. Cada cable UTP posee a su vez ocho hilos trenzados en pares con la finalidad de reducir el ruido durante la transmisión de los datos (Ver Figura 12).

(Tanenbaum, 2003, p. 82)

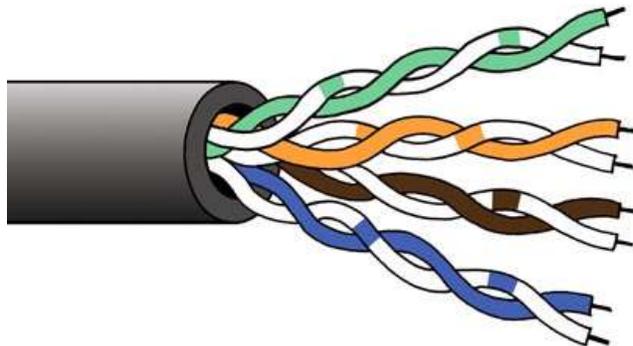


Figura 12. Cable UTP categoría 6 con cuatro pares trenzados.

Fuente: Canford Audio Limited (s.f.)

2.2.3.6. DISPOSITIVOS DE RED

Son dispositivos que conforman una red; física o lógica, para que exista enlace entre los distintos *host* de una red (Figura 13).

| DISPOSITIVO | CARACTERISTICAS | FIGURA |
|----------------------------|---|---|
| Repetidor | Dispositivo que amplifica señales débiles cuando la distancia es mayor que el medio físico. |  Repetidor |
| Access point | Punto de acceso inalámbrico para la conexión de dispositivos o <i>host</i> de manera inalámbrica, y poder integrarse a una red. |  Access Point |
| Switch | Switch o conmutador, dispositivo de interconexión entre más de un <i>host</i> , conformando la red LAN. |  Switch |
| Router | El router o enrutador, dispositivo que opera en capa tres de OSI. Permite que varias redes o computadoras se enlacen entre sí y compartan una misma conexión de Internet. |  Router |
| Gateway o puerta de enlace | Dispositivo que puede unir diferentes tecnologías y diversos protocolos. |  gateway |
| Servidor | Los servidores son equipos que proporcionan servicios y datos a los clientes. |  Server |

Figura 13. Dispositivos de red

Fuente: Elaboración propia, 2019.

2.2.3.7. ESTANDARES

A continuación, se nombrará los estándares y normas que se basa este trabajo de investigación.

2.2.3.7.1. NORMAS TÉCNICA DE SALUD NTS 119 "INFRAESTRUCTURA Y EQUIPAMIENTO DE LOS ESTABLECIMIENTOS DE SALUD DEL TERCER NIVEL DE ATENCIÓN"

El diseño y desarrollo de mi trabajo tiene como base el cumplimiento de estos estándares de salud. En estas normas se estructura como debería estar implementado un establecimiento de salud de nivel III y sus diferentes áreas de atención, como también con los estándares de calidad, seguridad eléctrica, entre otros que los equipos médicos adquiridos deben conservar. Para la implementación del equipamiento médico en la Unidad de Cuidados Intensivos se aplicó el diseño de implementación que dispone el Anexo N° 14 de la Norma técnica de salud (Ver Anexo 3). Puesto que, el servicio de UCI del IREN de la región norte está construida para esta capacidad. (MINSA, 2015)

2.2.3.7.2. ESTÁNDAR DE CABLEADO ESTRUCTURADO PARA EL SECTOR DE SALUD ANSI/TIA-1179

Existen normas internacionales de cableado estructurado creado para las instituciones de salud. La TIA o "Asociación de la Industria de Telecomunicaciones" publicó la normativa TIA-1179. La TIA-1179 o más reconocida como "La norma sobre infraestructura de telecomunicaciones en instalaciones de salud" se ocupa del cableado que se implementará dentro de las estructuras en edificios de salud, esta norma también especifica sobre las topologías de red, determinar las áreas de trabajo y demás requisitos que complementaran la norma con la finalidad de

saber cuales son las consideraciones en la planificación e implementación de una red en una entidad hospitalaria.

(Telecommunications Industry Association, 2010)

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

✓ Bus de información médica (MIB)

Protocolo de información médica (MIB) bajo el estándar IEEE 1073 un monitor de paciente interactúa con otros equipos médicos, como ventiladores, máquinas de anestesia, bombas de infusión. Los datos de estos dispositivos se muestran en el monitor de cabecera, donde se pueden visualizar tendencias y cálculos. Y exportar posteriormente a la red.

(Dräger, 2016)

✓ Central de monitoreo

Equipo médico que constantemente recibe y desdobra en pantalla los signos vitales de uno o más monitores de signos vitales o monitores de paciente. Y puede emitir reportes y enlazarse a la red hospitalaria.

(CENETEC, s.f.)

✓ Establecimiento de salud

Son aquellos que realizan atención de salud en régimen ambulatorio o en un espacio físico determinado para la atención al paciente, con fines de prevención, organización, análisis, procedimiento y rehabilitación, para mantener o restaurar el estado de salud de la persona, familia y comunidad.

Según nivel de atención o complejidad es clasificado en una categoría; está implementado con recursos humanos, materiales y equipos.

(MINSa, 2015)

- ✓ Establecimiento de salud de atención especializada
Establecimientos de salud del tercer nivel de atención que brinda servicios de salud especializada con diversas especialidades que atiende a más del 70% de la demanda de la población.
(MINSA, 2015)

- ✓ Monitor de signos vitales
El monitor de signos vitales o multiparamétrico, es un equipo médico diseñado para medir los signos vitales del paciente. Como su nombre lo indica en una sola pantalla se puede visualizar varios signos vitales, como la frecuencia respiratoria, la presión invasiva y no invasiva, la saturación de oxígeno, el dióxido de carbono, entre otros.
(Material Médico, s.f.)

- ✓ Unidad de cuidados intensivos (UCI)
La Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) es un área sumamente importante que garantiza las condiciones de seguridad, calidad y eficiencia correspondientes para atender pacientes críticos, que requieren equipos especializados o de soporte de vida; como el soporte respiratorio.
(MINSA, 2015)

- ✓ Ventilador mecánico
Equipo médico de soporte de vida que administra gas al paciente de manera artificial, y programado según determinadas condiciones de volumen, presión, flujo y tiempo.
(OMS, 2012)

CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

3.1.- MODELO DE SOLUCIÓN PROPUESTO

3.1.1. DISEÑO DEL LUGAR DE TRABAJO

En este trabajo de suficiencia, para el diseño del sistema en red de equipos médicos de la unidad de cuidados intensivos del Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas Norte-Trujillo Nivel III-2, primero se desarrolló el diseño del espacio de trabajo con el software 3D-Tool, en el cual se proyecta las dimensiones y el diseño de cómo se distribuirá los equipos médicos, antes de realizar la implementación. De tal manera, optimizamos el uso del área donde serán ubicados los equipos.

El ambiente de la UCI del Hospital IREN norte está conformado por un área total de $114,7 m^2$, conformada por la sala de cuidados de tres cubículos (camas), una habitación para paciente aislado, una estación de enfermeras, un almacén de insumos, un ambiente de recepción de pacientes, una sala de espera, área de lavado, cuarto de descanso del personal de salud y servicio higiénico (Figura 14).

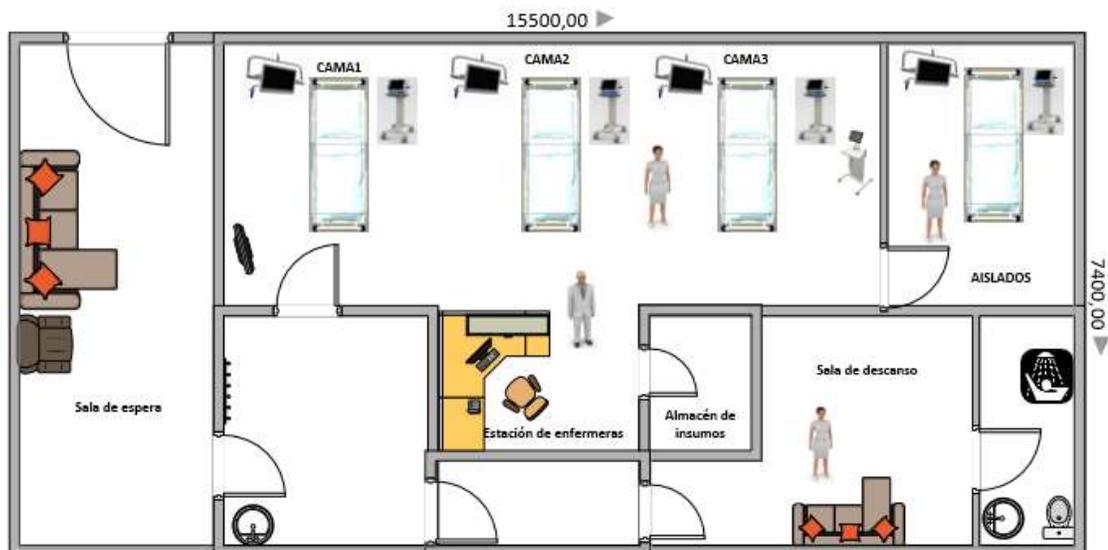


Figura 14. Dimensiones y áreas de Unidad de Cuidados Intensivos IREN Norte. Software Microsoft Office Visio Fuente: Elaboración propia, 2019.

La sala de cuidados intensivos actualmente tiene un cubículo habilitado con equipos médicos, y los otros dos por implementar.

En este trabajo nos encargaremos del diseño de un sistema en red de equipos médicos de dos cubículos; aun no implementados, para centralizar el monitoreo de los signos vitales y los parámetros ventilatorios del paciente durante su estancia en esta unidad.

Las dimensiones del ambiente donde se ubicarán los equipos médicos de cabecera miden 6,6 x 2,9 m (Figura 15).

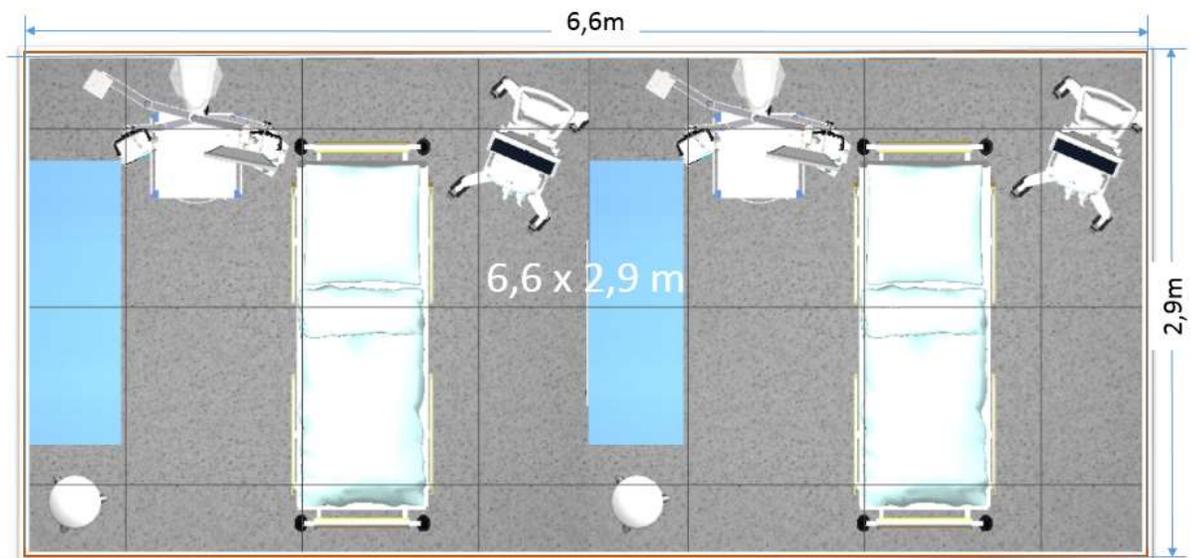


Figura 15. Dimensiones del área donde se trabajará el diseño.

Fuente: Elaboración propia, 2019

Como siguiente paso, para el diseño de equipamiento médico nos basaremos en la norma establecida Normas Técnica de Salud NTS 119 "Infraestructura y Equipamiento de los establecimientos de salud del tercer nivel de atención" que rige actualmente; de acuerdo al anexo 14 se observa que una Unidad de Cuidados Intensivos adulto de 03 CAMAS debe contar con los siguientes equipos descritos en la Tabla 1:

Tabla 1. Equipos médicos UCI adulto de acuerdo MINSA

| EQUIPO MÉDICO UCI ADULTO | CANTIDAD |
|---|-----------------|
| Monitor de Signos Vitales de 9 parámetros | 03 |
| Monitor de Signos Vitales de transporte | 01 |
| Central de monitoreo | 01 |
| Ventilador mecánico adulto/pediátrico | 03 |

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Como se puede observar cada cama de paciente debe contar con un monitor de signos vitales y un ventilador mecánico. Un monitor portátil para el transporte del paciente. Y la estación de enfermeras de la UCI debe disponer de una central de monitoreo.

En la Tabla 2 se describe las dimensiones de los equipos médicos de cabecera aplicados para el diseño:

Tabla 2. Dimensiones de los Equipos médicos uci adulto propuestos para el diseño

| EQUIPO MÉDICO | DIMENSIONES (Alto X Largo X Ancho) |
|---------------------------|---|
| Monitor de signos vitales | 58,6 X 33,7 X 12,7 cm |
| Ventilador volumétrico | 140 x 57,7 x 67. cm |
| Central de monitoreo | 42,6 x 21,8 x 50,8 cm |
| Columna vertical de pared | 150 x 24 x 36,6 cm |

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Por consiguiente se realizó la simulación en software 3D-Tool del espacio que abarcaran los equipos médicos propuestos para el diseño de acuerdo a la norma NTS 119 del Ministerio de Salud, cada cubículo consta de 3,3 x 2,9 m de espacio como muestra en la siguiente figura (Ver Figura 16, Figura 17). De tal modo cumpliendo con los estándares de salud y del mismo modo cubriendo las necesidades en la atención al paciente.



Figura 16. Diseño de un cubículo con los equipos médicos propuestos

Fuente: Elaboración propia, 2019



Figura 17. Diseño de un cubículo con los equipos médicos propuestos vista frontal, Software 3D-Tool. Fuente: Elaboración propia, 2019

3.1.2. SISTEMA DE INTERCONEXION Y MONITOREO DE EQUIPOS MEDICOS

3.1.2.1. CONECTIVIDAD DE EQUIPOS MÉDICOS

Para el diseño de la red LAN de equipos médicos de la unidad de cuidados intensivos del Instituto Regional De Enfermedades Neoplásicas Norte-Trujillo Nivel III-2, se realizó el diseño de la red en GNS3.

Para el diseño de esta red se requieren equipos médicos de cuidados agudos con posibilidad de enlazar la información de todos los equipos de cabecera a una central de monitoreo y transferencia de datos a red, donde el personal de salud en cualquier acontecimiento pueda monitorear al paciente en la red del hospital o de manera remota (Ver Figura 18).

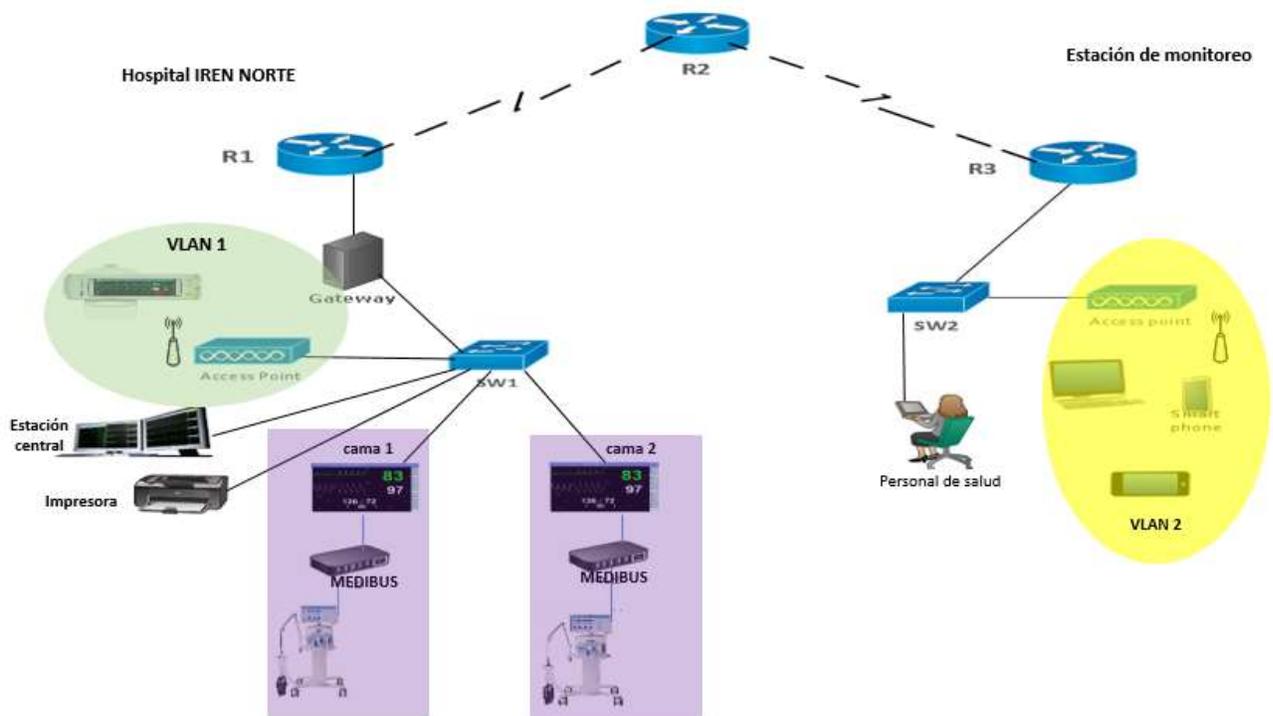


Figura 18. Diseño de la red de monitoreo de equipos médicos propuestos

Software Microsoft Office Visio. Fuente: Elaboración propia, 2019

3.1.2.1.1. TOPOLOGÍA FÍSICA

En el diseño de la red de monitoreo de pacientes orientada a la integración de la información fisiológica por la Unidad de Cuidados Intensivos que se proponen para el desarrollo de los objetivos de este trabajo como a su vez son parte de las necesidades y requerimientos que se propone implementar en el IREN Norte.

Actualmente existen múltiples tecnologías para la obtención de los datos digitalizados del paciente en una Unidad de Cuidados Intensivos. Los equipos que poseen la facilidad de obtener información del monitoreo del paciente son los monitores de signos vitales que vienen integrados con un sistema operativo Windows o Linux, que dan la facilidad de exportar e importar datos del paciente, y monitorear a través de una red LAN.

En el estudio realizado en la UCI del Hospital se determinó la existencia de un solo monitor de signos vitales y un ventilador mecánico operativos. Tomando en cuenta este análisis, se propone añadir dos camas para la ampliación de la UCI de esta institución, de tal manera atender de manera adecuada a los pacientes críticos oncológicos y contar con más ambientes disponibles de atención, con equipos especializados en cuidados agudos y con tecnología de informatización de los datos del paciente.

En el siguiente diagrama se muestra el diseño de la topología física de la red de equipos médicos de la UCI (Ver Figura 19).

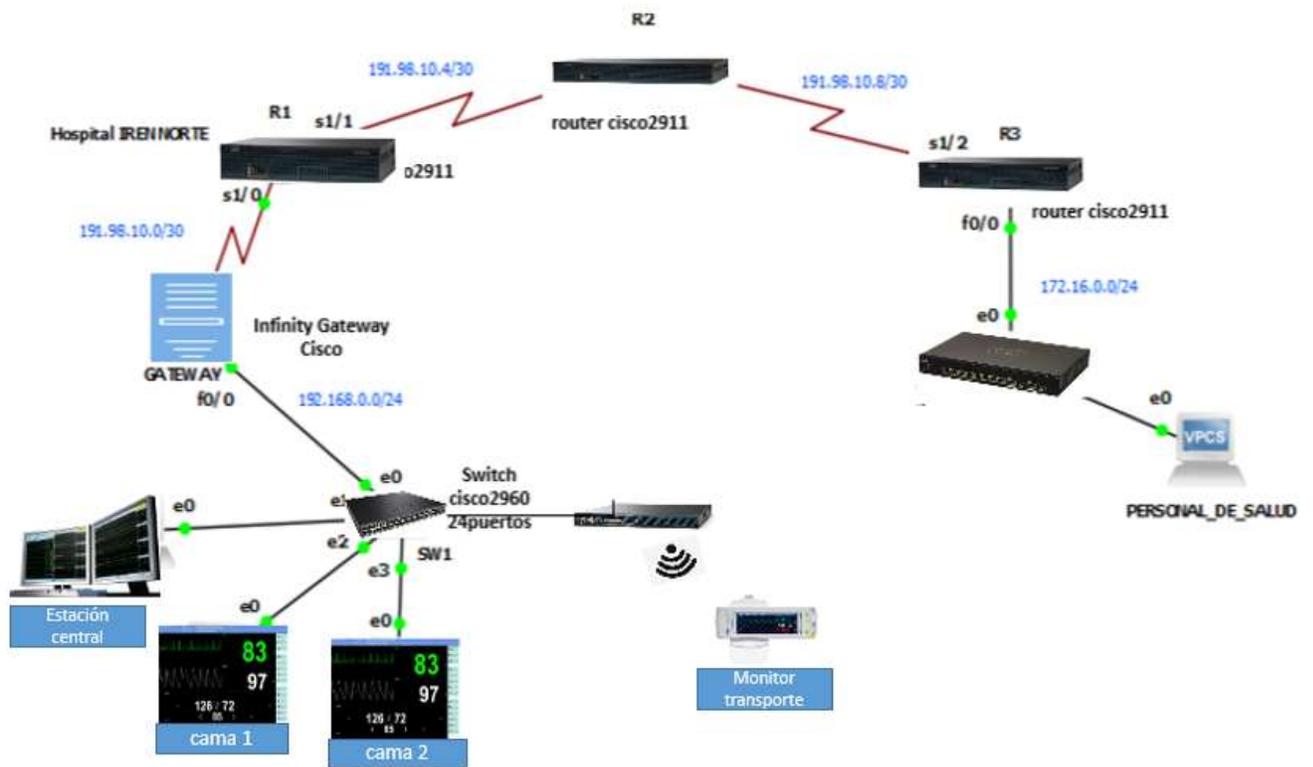


Figura 19. Diseño topología física del sistema en red de equipos médicos propuesto. Fuente: Elaboración propia, 2019.

En lo siguiente mencionaremos las características de los equipos del sistema de monitoreo en red de los equipos médicos para el desarrollo del diseño, tanto de los equipos de red Cisco como de los equipos médicos.

✓ MONITOR DE SIGNOS VITALES DE 9 PARÁMETROS

El monitor de signos vitales o multiparamétrico es un equipo médico diseñado para medir múltiples parámetros del paciente. De acuerdo a las normativas del Ministerio de Salud en esta sección mencionaremos un monitor de signos vitales de 9 parámetros; los cuales son, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, saturación de oxígeno, temperatura, presión no invasiva, capnografía, presión invasiva, gasto cardiaco mínimamente invasivo, BIS. También debe cumplir con las características de transferencia de data del paciente, capacidad de visualizar información clínica e imágenes de alta resolución, HIS, RIS, PACS, monitoreo continuo y tener la capacidad de enlazarse a red (Figura 20).

CARACTERÍSTICAS:

- Resolución (max) Display: 1680 x 1050
- Display tipo : TFT wide screen LCD
- Clase de protección: Suministro interno de tensión de la clase 1 (según IEC 60601-1)
- Requisitos de alimentación: De 100 a 240 V CA, 3 A
- Capacidad de la batería: De 240 minutos a más.
- Almacenamiento de datos: 24 horas de información de parámetros en tendencias.
- Red: Con conector RJ45 para salida a red.
- Comunicación con la estación central de equipos médicos.
- Posibilidad de vista remota.
- Posibilidad de visualizar: parámetros de ventilación (cálculos fisiológicos).
- Monitoreo de 8 parámetros a más.



Figura 20. Monitor de signos vitales propuesto modelo Infinity Omega S marca Dräger. Fuente: Dräger (s.f.)

✓ MONITOR DE SIGNOS VITALES DE TRANSPORTE

Un monitor de signos vitales de transporte es necesario para el monitoreo del paciente en las unidades más críticas de una entidad de salud, esto se debe a que son pacientes muy críticos y que en algún momento puedan tener dificultad en cierto parámetro fisiológico, ya sea en la estancia en la UCI, en emergencia o en el traslado del paciente (Figura 21).

CARACTERÍSTICAS:

- Resolución (max) Display: 640 x 240
- Display tipo : TFT wide screen LCD 6,2"
- Clase de protección: Suministro interno de tensión de la clase 1 (según IEC 60601-1)
- Estándar de Transporte: A través de la International Safe Transit Association (ISTA)
- Entrada de alimentación: 24 VCC
- Capacidad de la batería: De 180 minutos a más.
- Red: Con conector RJ45 para salida a red.
- Comunicación con la estación central de equipos médicos.
- Conexión red alámbrica: Ethernet 802.3 100BaseT (con aislamiento óptico)
- Conexión red inalámbrica: Cumple las normas IEEE 802.11b/g WLAN. Admite seguridad WPA2.



Figura 21. Monitor de signos vitales de transporte propuesto modelo Infinity M540. Fuente: Dräger (s.f.)

✓ CENTRAL DE MONITOREO

La central de monitoreo constantemente recibe y desdobra en pantalla los signos vitales de uno o más monitores de signos vitales que estén conectados en red. Y puede emitir reportes de electrocardiograma, visualización detallada de los segmentos ST, registro de tendencias, registro de eventos del paciente, reporte de otros equipos como ventiladores mecánicos que estén conectados a red (Figura 22).

CARACTERÍSTICAS:

- Resolución pantalla: 1280 x 1024 pixeles
- Pantallas: 02 pantallas panorámicas
- Procesador: procesador de 3.20 GHz mínimo
- Almacenamiento de CPU: 1 GB de RAM, USB, DVD/CRDW y 2 discos duros de 73 GB
- Conexiones: 2puertos en serie RS232, 2 puertos USB mínimo, 2 conexiones LAN.
- Conectividad a red: Sí y Red de telemetría
- Grado de alarma: 3 grados audibles y visuales
- Pacientes monitoreados: 32 pacientes
- Requisitos de alimentación: De 115/ 230 V CA, 2 A

- Opción de ver parámetros ventilatorios y generar reporte.



Figura 22. Central de monitoreo propuesto Infinity CentralStation Marca Dräger. Fuente: Dräger (s.f.)

✓ VENTILADOR MECÁNICO

Un ventilador mecánico es un equipo de soporte de vida, por la finalidad de respaldar al paciente con ventilación artificial, con modos de acuerdo al estado del paciente. En este equipo se requiere presiones exactas y estables en condiciones de ventilación controlada, suministro de volúmenes precisos y estables en condiciones de ventilación controlada por volumen, respuesta rápida y sensible, esfuerzo de respiración reducido para pacientes con respiración espontánea, seguridad en caso de fallo de suministro de gas (Figura 23).

CARACTERÍSTICAS:

- Modo de ventilación: VC-CMV VC-SIMV VC-AC VC-MMV PC-CMV PC-BIPAP1) / SIMV+ PC-SIMV PC-AC PC-APRV PC-PSV SPN-CPAP/PS SPN-CPAP/VS SPN-CPAP SPN-PPS
- Mejoras
 - AutoFlow™ / Volumen Garantizado: adaptación automática del flujo inspiratorio en modos controlados por volumen (VC-AC)
 - Soporte para presión variable
 - ATC™: Compensación automática del tubo.
 - NIV: ventilación no invasiva con mascarilla
 - protocolo clínico automatizado de destete en SPN-CPAP/PS
 - Terapia de O2
- Alimentación eléctrica: Alimentación de la red 100 V a 240 V, 50/60 Hz
- Red 2 conectores RJ 45 Ethernet
- Comunicación serie RS232 para exportación de datos clínicos.



Figura 23. Ventilador mecánico propuesto Modelo Infinity Evita V500

Fuente: Dräger (s.f.)

✓ DISPOSITIVO MIB

Dispositivo serial basado en el estándar IEEE 1073 para la salida de datos de un dispositivo médico al monitor de signos vitales (Figura 24).

CARACTERÍSTICAS:

- Entrada: Conector RS 232
- Salida MIB II: RJ45 de baja velocidad MIB (IEEE 1073.3.2)
- Salida, MIB I: SDL de alta velocidad MIB (IEEE 1073.3.1)
- Tamaño (al x an x prof): 29 x 84 x 170 mm
- Peso: <0,4 kg (0,9 libras)
- Indicadores visuales: 2 diodos emisores de luz
- Enfriamiento: Enfriamiento por convección
- Consumo: <4 vatios
- Protocolo de exportación de datos de ventilador mecánico.



Figura 24. Dispositivo serial con protocolo de comunicación MIB

Fuente: Instrucciones de uso Infinity Delta Series (2016, p. 244)

✓ GATEWAY

El servidor Gateway es un servidor que permite comunicar y exportar los datos del paciente a la red del hospital, logrando enviar los datos de forma remota.

CARACTERÍSTICAS:

- Capacidad: ver a distancia los datos sobre pacientes, así como el intercambio de información médica y administrativa seleccionada entre la red.
- Ver Tendencias en formato de gráfico o de tabla.
- Guardar datos de tendencias en un formato compatible con Excel.
- Sistema operativo: Windows 7 Enterprise a más.
- Memoria: 1GB RAM mínimo
- Red Dual 10/100 Base T bus PCI Adaptadores Ethernet (para la conexión a la red Infinity® y la red del cliente / hospital).

✓ ROUTER

El *router* o enrutador es un dispositivo que opera en capa tres de OSI. Permite enlazar redes y compartir una misma conexión de Internet.

Para una red hospitalaria se recomienda usar *router* Cisco, para asegurar el funcionamiento de la red y no exista retardos que perjudiquen el monitoreo del paciente (Figura 25).

CARACTERÍSTICAS:

- Router modelo: CISCO 2911 Integrated Services Router
- Encaminador. Gigabit Ethernet. sobremesa
- Tipo de caja: Montaje en rack - modular - 2U
- Tecnología de conectividad: Cableado
- Protocolo de interconexión de datos: Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet

- Protocolo de direccionamiento: OSPF, IS-IS, BGP, EIGRP, DVMRP, PIM-SM, direccionamiento IP estático, IGMPv3, GRE, PIM-SSM, enrutamiento IPv4 estático, enrutamiento IPv6 estático, enrutamiento basado en reglas (PBR), MPLS, Bidirectional Forwarding Detection (BFD), IPv4-to-IPv6 Multicast.
- Protocolo de gestión remota: SNMP, RMON, TR-069
- Características: Protección firewall, asistencia técnica VPN, soporte de MPLS, soporte para Syslog, soporte IPv6.
- Cumplimiento de normas: IEEE 802.3, IEEE 802.1Q, IEEE 802.3af, IEEE 802.3ah, IEEE 802.1ah, IEEE 802.1ag, ANSI T1.101, ITU-T G.823, ITU-T G.824, TIA/EIA/IS-968
- Memoria RAM: 512 MB (instalados) / 2 GB (máx.)
- Memoria Flash: 256 MB (instalados) / 8 GB (máx.)
- Indicadores de estado: Alimentación, enlace/actividad
- Interfaces: 3 x 10Base-T/100Base-TX/1000Base-T - RJ-45
- Voltaje necesario CA 120/230 V (50/60 Hz)
- OS proporcionado: Cisco IOS IP Base
- Garantía del fabricante: Garantía limitada - 90 días



Figura 25. Router Cisco modelo 2911 propuesto

Fuente: Almacén informático (s.f.)

✓ SWITCH

Switch o conmutador, es un dispositivo de interconexión entre más de un host o cliente, conformando una red LAN. En el diseño de este trabajo se aplicará en la implementación para comunicar los monitores de cabecera con la central de monitoreo, la impresora de red.

Para una red hospitalaria se recomienda usar *switch* Cisco, para asegurar el funcionamiento de la red y no exista retardos que perjudiquen el monitoreo del paciente (Figura 26).

CARACTERÍSTICAS:

- Switch Cisco 2960X
- Nivel OSI: capa 2
- Total de puertos: 24 puertos 10/100/1000
- Conectividad: 24 x 10/100 | 2 x 10/100/1000-TX
- DRAM Memoria: 64 MB
- Tamaño de tabla de dirección MAC: 8000 entradas
- Tasa de Transferencia: 0.1 Gbit/s
- Memoria Flash: 32 MB
- Certificaciones: CE, TUV GS, cUL, EN 60950, EN55022, NOM, VCCI Class A ITE, IEC 60950, EN55024, FCC Part 15, UL 1950 (3), CSA 22.2 No. 950 (3)
- Protocolo de direccionamiento: ACL, ARP, DiffServ, IGMP, IP, RADIUS, SSH, TCP, UDP, DHCP, TFTP
- Protocolo de interconexión de datos: Ethernet, Fast Ethernet
- Protocolo de gestión remota: Telnet, RMON 2, RMON 1, SNMP 1, SNMP 3, SNMP 2c, TFTP, SSH.
- Cumplimiento de normas: IEEE 802.1d, IEEE 802.1p, IEEE 802.1Q, IEEE 802.3 CSMA/CD, IEEE 802.3u, IEEE 802.3ab, IEEE 802.3ad, IEEE 802.3z, IEEE 802.1w, IEEE 802.3x, IEEE 802.1x, IEEE 802.1s



Figura 26. Switch Cisco modelo 2960 propuesto

Fuente: sitio web: <http://www.ds3comunicaciones.com/cisco/WS-C2960-24TT-L.html>

✓ ACCESS POINT

Punto de acceso inalámbrico para la conexión de dispositivos de manera inalámbrica, y poder integrarse a una red. En este diseño se implementará un *access point* para enlazar a la red el monitor de signos vitales de transporte (Figura 27).

CARACTERÍSTICAS:

- Modelo: Series Cisco 5500 Series Wireless Controllers
- Tipo de producto: Wireless LAN Controller
- Mínimo Access point: 12
- videostream: si
- QoS: si



Figura 27. Access point Cisco modelo 5508 propuesto

Fuente: Sitio web: <https://www.cisco.com/c/en/us/support/wireless/5508-wireless-controller/model.html#~tab=documents>

✓ CABLE UTP

La norma ANSI/TIA-1179 recomienda el uso de la especificación ANSI/TIA/EIA-568-B.2-10 (2008), en el medio de transmisión cable F/UTP Cat-6A, que opera en las frecuencias de hasta 500 MHz y proveen transferencias de hasta 10Gbps Ethernet para las infraestructuras de salud nuevas, y como mínimo Cat-6 para las instalaciones existentes, Cat-5e está reconocido, pero no es recomendado. Además el CAT-6a, tolera una distancia máxima de 100m. El cable CAT-6a F/UTP funciona adecuadamente en entornos con mucho ruido e interferencia electromagnética. El tipo de cable Categoría 6a es totalmente compatible con las categorías anteriores. Por lo cual, en este diseño se aplicará el tendido alámbrico de la red con cat-6A. En la Tabla 3, se puede visualizar las características del cable CAT-6A.

Tabla 3. Tipos de cableado

T

| Categoría | Topologías Soportadas | Velocidad Max. de Transferencia | Distancia máxima entre repetidores | Ancho de banda | Status |
|-----------|-------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|----------------|-------------------------|
| Cat. 3 | 10 Mbps Ethernet | 10 Mbps | 100m. | 16 MHz | Obsoleto |
| Cat. 5 | Inferiores y Fast Ethernet | 100 Mbps | 90m. + 10m. En Patch Cords. | 100 MHz | Sujeta a Descontinuarse |
| Cat.5e | Inferiores y ATM | 165 Mbps | 90m. + 10m. En Patch Cords. | 100 MHz | Sujeta a Descontinuarse |
| Cat.6 | Inferiores y Gigabit Ethernet | 1000 Mbps | 90m. + 10m. En Patch Cords. | 250 MHz | Actual |
| Cat.6A | 10Gbps Ethernet | 10 Gbps | 100m | 500 MHz | Tecnología de punta |

Fuente: Espinoza (2013, p. 17)

3.1.2.1.2. TOPOLOGÍA LÓGICA

Un diagrama de red lógico describe la forma en que la información fluye a través de una red. En este capítulo mencionaremos la distribución de las direcciones IP de los dispositivos de red aplicados en el diseño (Figura 28, Tabla 4).

✓ TOPOLOGÍA

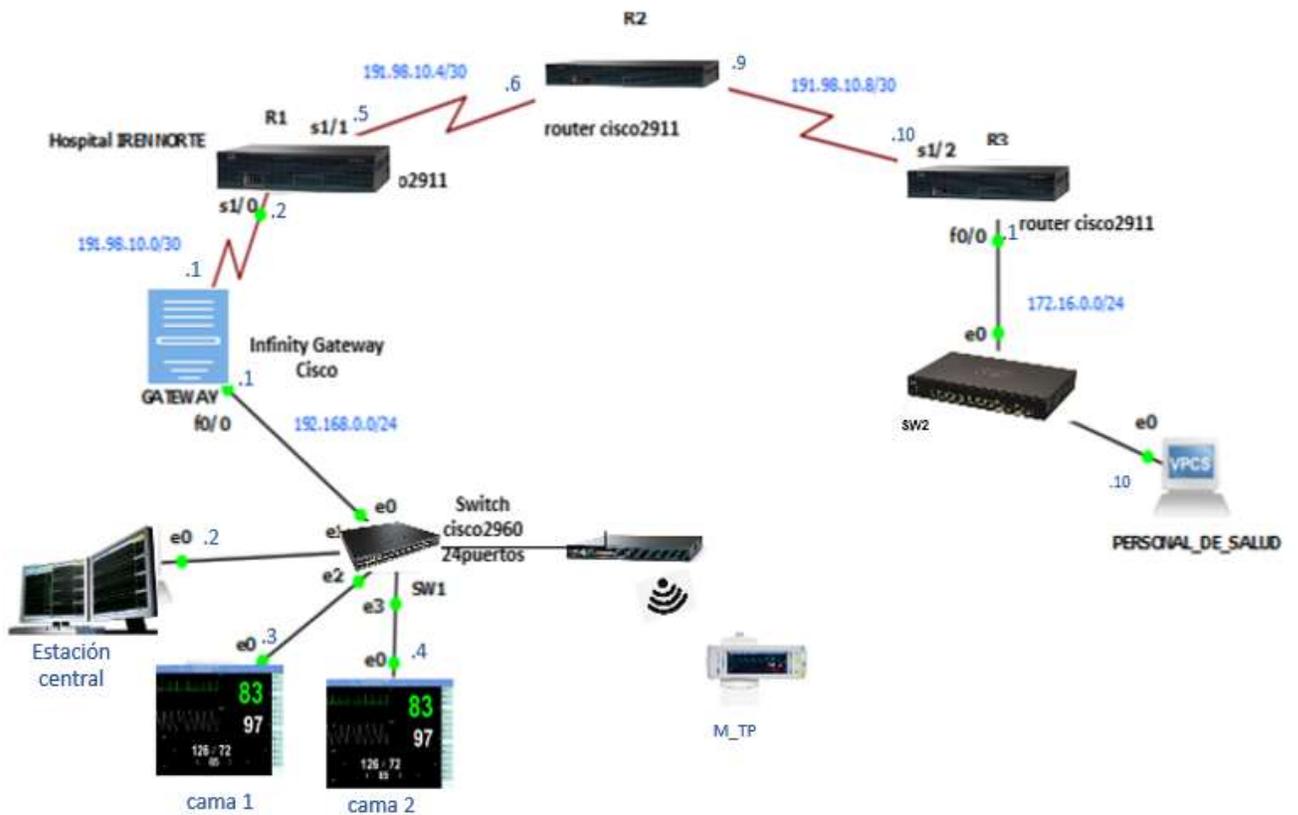


Figura 28. Diseño topología lógica del sistema en red de equipos médicos propuesto. Fuente: Elaboración propia, 2019.

✓ TABLA DE DIRECCIONAMIENTO

Tabla 4. Tabla de direccionamiento

| Dispositivo | Interfaz | Dirección IP | Máscara de subred |
|-------------------|----------|--------------|-------------------|
| Router (R1) | S1/0 | 191.98.10.2 | 255.255.255.252 |
| | S1/1 | 191.98.10.5 | 255.255.255.252 |
| Router (R2) | S1/1 | 191.98.10.6 | 255.255.255.252 |
| | S1/2 | 191.98.10.9 | 255.255.255.252 |
| Router (R3) | S1/2 | 191.98.10.10 | 255.255.255.252 |
| | f0/0 | 172.16.0.1 | 255.255.255.0 |
| Gateway | S1/0 | 191.98.10.1 | 255.255.255.252 |
| | f0/0 | 192.168.0.1 | 255.255.255.0 |
| Cama1 | NIC | 192.168.0.3 | 255.255.255.0 |
| Cama2 | NIC | 192.168.0.4 | 255.255.255.0 |
| Estación central | NIC | 192.168.0.2 | 255.255.255.0 |
| Personal de salud | NIC | 172.16.0.10 | 255.255.255.0 |
| Impresora | NIC | 172.16.0.5 | 255.255.255.0 |
| M_TP | VLAN 10 | 192.168.0.10 | 255.255.255.0 |

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.1.2.2. MONITOREO DE LA CONECTIVIDAD DE EQUIPOS

El protocolo simple de administración de red (SNMP) es un protocolo de administración de red y un estándar IETF que se aplica para controlar a los clientes en la red. SNMP usado para monitorear el estado y la configuración de los hosts de red, los *routers* y los *switches*, así como los equipos cliente de red.

3.1.3. GESTIÓN DEL PROYECTO

Se elaboró un cronograma (ver Tabla 5) de los trabajos para optimizar los tiempos de dedicación previsto para lograr el alcance de estos trabajos, también para llevar una buena gestión del proyecto se elabora un Diagrama de Gantt.

Tabla 5. Cronogramas de actividades. Diagrama de Gantt

| Tareas | Inicio | Final | 02-may | 03-may | 04-may | 05-may | 06-may | 07-may | 08-may | 09-may | 10-may | 11-may | 12-may | 13-may | 14-may | 15-may | 16-may | 17-may | 18-may | 19-may | 20-may | 21-may | 22-may | 23-may | 24-may | 25-may | 26-may | 27-may | 28-may | 29-may |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1. Visita de inspección técnica | 02-may | 02-may | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. Elaboración de informe de visita técnica | 03-may | 04-may | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. Elaboración de diseño | 07-may | 09-may | | | | | | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4. Elaboración del diseño de red | 10-may | 14-may | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5. Solicitar cotización de los equipos de red | 15-may | 18-may | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | |
| 6. Elaboración de informe | 21-may | 25-may | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| 7. Presentación de la propuesta | 28-may | 29-may | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ |

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.1.4. PRESUPUESTO DEL DISEÑO PROPUESTO

En esta sección se presenta el presupuesto económico general de la puesta en marcha del diseño propuesto. Dentro de los equipos propuestos para el diseño del sistema en red de equipos médicos, incluyen todos los equipos de red y también los equipos médicos, materiales, accesorios, instalación, necesarios en el diseño del sistema. Entre ellos están materiales y cableado estructurado, equipos de *networking*, equipos médicos y el costo de la instalación (Tabla 6, Tabla 7, Tabla 8, Tabla 9).

Tabla 6. Costo del cableado estructurado

| RECURSOS PARA CABLEADO ESTRUCTURADO | CANT | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
|--|------|----------------|-------------|
| Cable UTP CAT. 6A blindado SIEMON rollo | 1 | 400,00 | 400,00 |
| Jack RJ45 paquete | 1 | 50,00 | 50,00 |
| Caja de pared con 2 RJ45 conectores RJ45 paquete | 4 | 20,00 | 80,00 |
| crimpadora ethernet | 1 | 40,00 | 40,00 |
| ponchadora | 1 | 30,00 | 30,00 |
| otros (canaletas) | 1 | 50,00 | 50,00 |
| Total | | | 730,00 |

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 7. Costo de los equipos de networking

| RECURSOS DE EQUIPOS DE NETWORKING | CANT | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
|-----------------------------------|------|----------------|-------------|
| switch Cisco 2960 | 1 | 5.879,91 | 5.879,91 |
| Access point cisco 5508 | 1 | 262,87 | 262,87 |
| impresora IP láser LEXMARK | 1 | 1.026,76 | 1.026,76 |
| Total | | | 7.169,54 |

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 8. Costo de los equipos médicos

| RECURSOS DE EQUIPOS MEDICOS | CANT | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
|---|------|----------------|--------------|
| Gateway | 1 | 144.000,00 | 144.000,00 |
| Monitor de signos vitales Dräger OMEGA S | 2 | 144.000,00 | 288.000,00 |
| Ventilador mecánico adulto/pediátrico Dräger Evita V500 | 2 | 214.980,00 | 429.960,00 |
| Monitor de signos vitales de transporte Dräger M540 | 1 | 55.000,00 | 55.000,00 |
| Central de monitoreo Dräger Infinity ICS | 1 | 69.900,00 | 69.900,00 |
| Columna Vertical Dräger Movita | 2 | 41.300,00 | 82.600,00 |
| TOTAL | | | 1.069.460,00 |

Fuente: Elaboración propia, 2019.

Tabla 9. Costo de la mano de obra para la instalación

| RECURSOS DE MANO DE OBRA | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
|---|----------|----------------|-------------|
| Personal de instalación de columna vertical | 3 | 800,00 | 2.400,00 |
| Personal de instalación de equipos médicos | 1 | 700,00 | 700,00 |
| Personal de instalación de red UCI | 1 | 500,00 | 500,00 |
| Personal para capacitación de uso de los equipos | 1 | 1.000,00 | 1.000,00 |
| Personal para capacitación técnica de los equipos | 1 | 1.196,83 | 1.196,83 |
| TOTAL | | | 5.796,83 |

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.1.4.1. COSTO REFERENCIAL TOTAL DEL PROYECTO

Después de haber realizado los análisis de cada recurso que interviene en el proyecto del diseño de un sistema de equipos médicos en red para la UCI del Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas Norte, se realizó el costo referencial total del proyecto como muestra en la Tabla 10.

Tabla 10. Presupuesto total del diseño

| PRESUPUESTO TOTAL | |
|--|---------------------|
| CABLEADO ESTRUCTURADO | 730,00 |
| EQUIPOS DE NETWORKING | 7.169,54 |
| EQUIPOS MEDICOS | 1.069.460,00 |
| MANO DE OBRA | 5.796,83 |
| PRECIO TOTAL EN SOLES(IGV INCL) | 1.083.156,37 |

Fuente: Elaboración propia, 2019.

3.2. RESULTADOS

La simulación de la red propuesta se realizó en GNS3 la cual permite simular en forma gráfica, con realidad, *routers* y *switches*, ya que este software ejecuta las imágenes IOS manteniendo toda la funcionalidad del equipo real (Figura 29).

También se realizó pruebas de conectividad entre los equipos clientes en la red como la Central de monitoreo, los monitores de signos vitales y la computadora del médico de modo remoto (Figura 30, Figura 31, Figura 32, Figura 33). Las pruebas consistieron en probar la conectividad de los equipos desde el hospital hasta el equipo remoto ubicado al exterior de la entidad.

Los monitores de signos vitales y central de monitoreo fueron simulados como computadoras (pc1, pc2 y pc3). Esto se debe a que tanto los monitores de signos vitales y la central de monitoreo poseen seguridad en sus productos y no se dispone de acceso a virtualización para la simulación del equipo. Pero como trabajan en entorno *Windows* pueden ser interpretadas como computadores para la simulación.

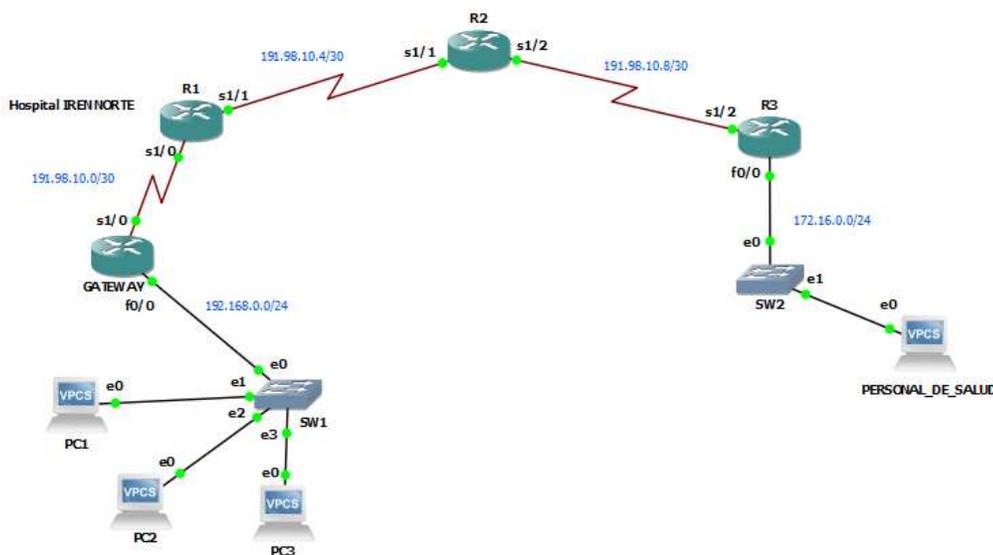


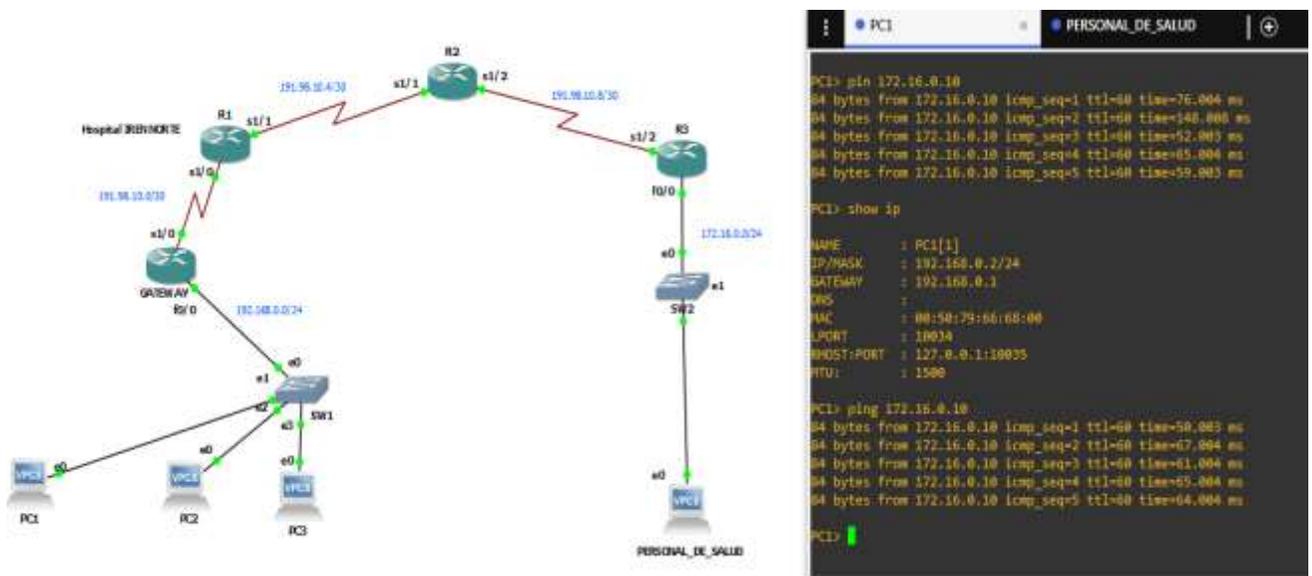
Figura 29. Simulación del sistema en red de equipos médicos, software GNS3

Fuente: Elaboración propia, 201

- Prueba de comunicación entre equipos

Conectividad entre CENTRAL DE MONITOREO y PERSONAL DE SALUD

Vemos en la Figura 30a al lado izquierdo el diagrama de red y al lado derecho la consola de PC1 (central de monitoreo) donde se muestra la dirección IP de la PC1 y en la siguiente línea el comando de ping 172.16.0.10. Para realizar la prueba de conectividad y verificar el estado de conexión entre los dispositivos central de monitoreo (PC1) y personal de salud se realiza ping de la PC1 al equipo destino, colocando ping IP PERSONAL_DE _SALUD; que por el diseño realizado la IP del destino es 172.16.0.10 (Figura 30a).



30 a) Simulación de conectividad entre dispositivos

En la Figura 30b se visualiza la consola de PC1 (central de monitoreo) donde se muestra que el estado de la conexión entre estos dos dispositivos fue exitosa y de buena calidad.

```
PC1> show ip
NAME          : PC1[1]
IP/MASK       : 192.168.0.2/24
GATEWAY      : 192.168.0.1
DNS          :
MAC          : 08:58:79:66:68:00
LPORT       : 10034
RHOST:PORT   : 127.0.0.1:10035
MTU         : 1500

PC1> ping 172.16.0.10
64 bytes from 172.16.0.10 icmp_seq=1 ttl=60 time=50.004 ms
64 bytes from 172.16.0.10 icmp_seq=2 ttl=60 time=67.004 ms
64 bytes from 172.16.0.10 icmp_seq=3 ttl=60 time=61.004 ms
64 bytes from 172.16.0.10 icmp_seq=4 ttl=60 time=65.004 ms
64 bytes from 172.16.0.10 icmp_seq=5 ttl=60 time=64.004 ms

PC1>
```

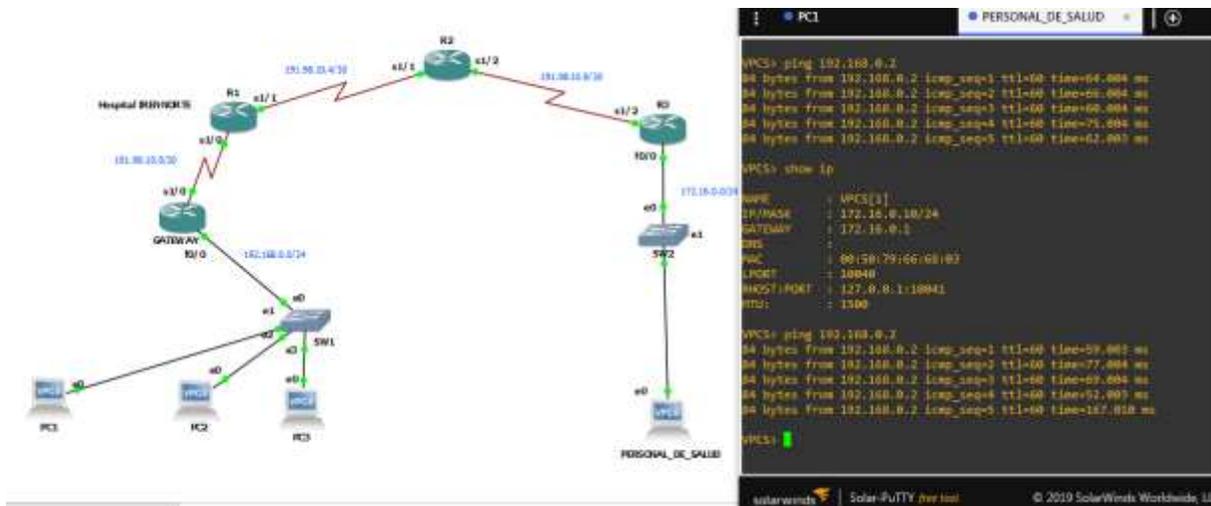
30 b) Ping exitoso entre PC1 y PERSONAL DE SALUD

Figura 30. Simulación de conectividad entre PC1 (central de monitoreo) y PERSONAL DE SALUD, Software GNS3. Fuente: Elaboración propia, 2019

Conectividad entre PERSONAL DE SALUD y CENTRAL DE MONITOREO

En este caso verificaremos la conectividad de modo inverso al primer caso entre PERSONAL DE SALUD y CENTRAL DE MONITOREO.

Vemos en la Figura 31a al lado izquierdo el diagrama de red y al lado derecho la consola de PERSONAL DE SALUD donde se muestra la dirección IP del personal de salud y en la siguiente línea el comando de ping 192.168.0.2. Para realizar la prueba de conectividad y verificar el estado de conexión entre los dispositivos personal de salud y central de monitoreo (PC1) se realiza ping del equipo de PERSONAL_DE _SALUD al equipo destino, colocando ping IP; que por el diseño realizado la IP del destino es 192.168.0.2 (Figura 31a).



31 a) Simulación de conectividad entre dispositivos

En la Figura 31b se visualiza la consola de PERSONAL_DE_SALUD donde se muestra que el estado de la conexión entre estos dos dispositivos (personal de salud y central de monitoreo) fue exitosa y de buena calidad.



31 b) Ping exitoso entre PC1 y PERSONAL DE SALUD

Figura 31. Simulación de conectividad entre PERSONAL DE SALUD y PC1 (central de monitoreo), Software GNS3. Fuente: Elaboración propia, 2019

En este caso se observa en simultáneo las consolas de la PC1 y PERSONAL_DE_SALUD donde se visualiza que ambas conexiones fueron exitosas (Figura 32).

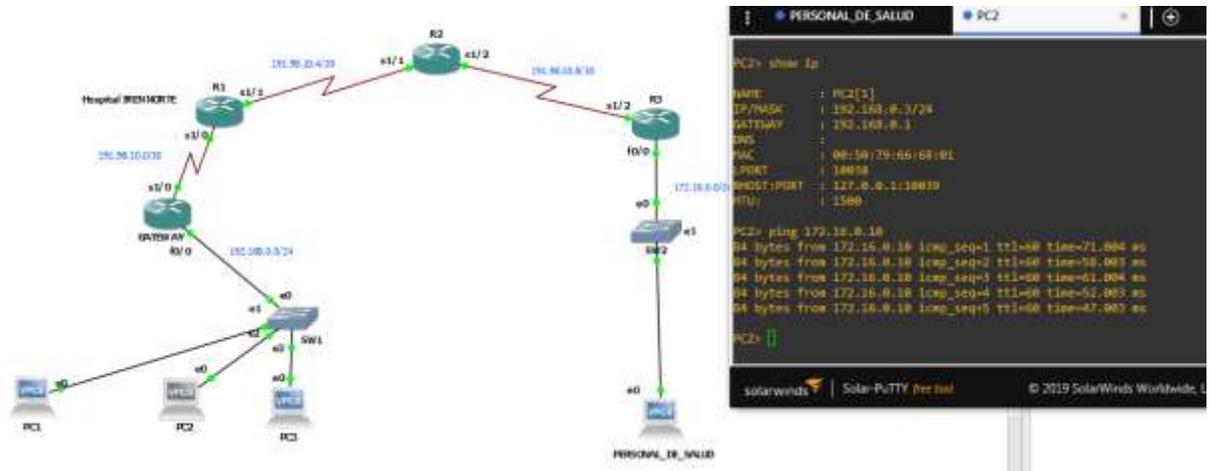


Figura 32. Simulación en simultáneo de conectividad entre PERSONAL DE SALUD y PC1 (central de monitoreo), Software GNS3. Fuente: Elaboración propia, 2019

Conectividad entre PERSONAL DE SALUD y CAMA 1

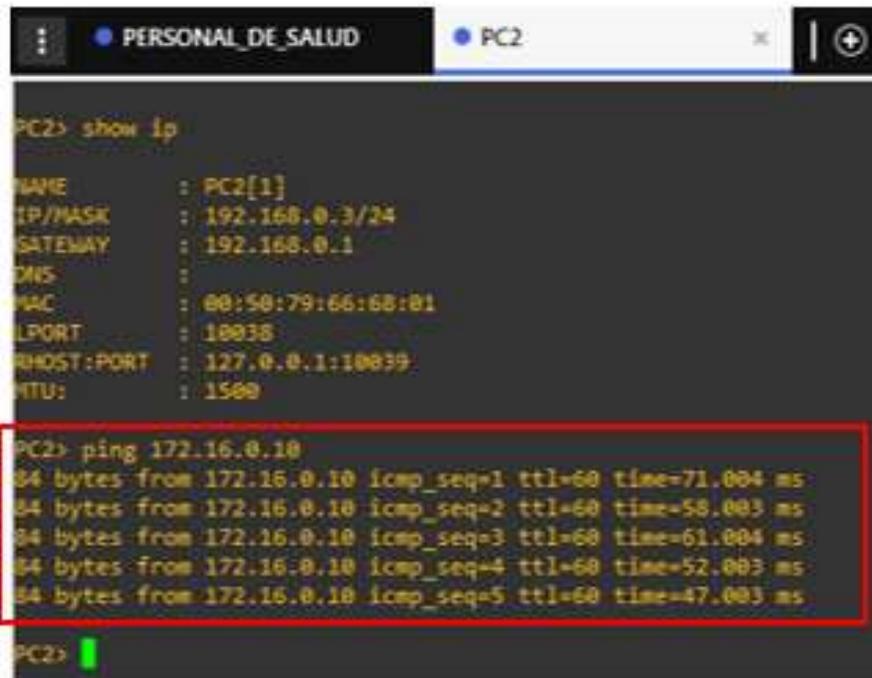
En este caso verificaremos la conectividad entre PERSONAL DE SALUD y CAMA 1 (PC2).

Vemos en la Figura 33a al lado izquierdo el diagrama de red y al lado derecho la consola de CAMA 1 donde se muestra la dirección IP del monitor de signos vitales de la CAMA 1 y en la siguiente línea el comando de ping 172.16.0.10. Para realizar la prueba de conectividad y verificar el estado de conexión entre los dispositivos personal de salud y cama 1(PC2) se realiza ping del equipo de CAMA 1 al equipo destino, colocando ping IP; que por el diseño realizado la IP del destino es 172.16.0.10 (Figura 33a).



33 a) Simulación de conectividad entre dispositivos

En la Figura 33b se visualiza la consola de PC 2 (CAMA 1) donde se muestra que el estado de la conexión entre estos dos dispositivos (personal de salud y Cama 1) fue exitosa y de buena calidad.



33 b) Ping exitoso entre PC2 y PERSONAL DE SALUD

Figura 33. Simulación de conectividad entre PC 2(CAMA 1) y PERSONAL DE SALUD, Software GNS3. Fuente: Elaboración propia, 2019

3.2.1. DEMOSTRACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA EN RED DE EQUIPOS MÉDICOS

En la Figura 34 muestra la configuración de la Central de monitoreo modelo Infinity Central Station de la marca Dräger, primero se realiza una instalación de las licencias para visualizar los monitores de signos vitales (Cama 1 y Cama 2), luego el número de camas a conectar, por último se otorga la dirección de red (Dirección IP) que fue planteada en el diseño.

En la imagen se muestra como la laptop en red está enviando ping a la Central de monitoreo y esta es exitosa.

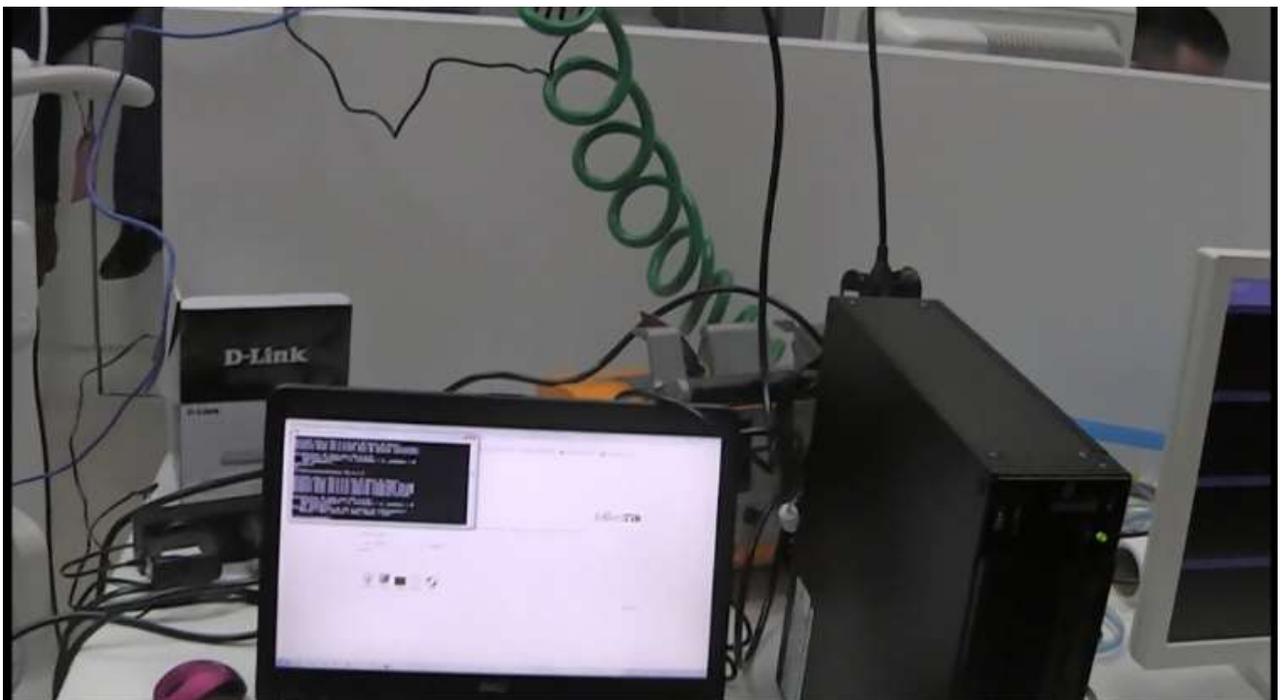


Figura 34. Foto de la configuración de la Central de Monitoreo, realizando ping de la laptop a la Estación Infinity ICS. Fuente: Elaboración propia, 2019

En la siguiente figura se muestra las ventanas de las camas 1 y 2 conectados a la Central de monitoreo, logrando transferir los datos de los parámetros (signos vitales) de los pacientes (Figura 35).



Figura 35. Foto del monitoreo en la Infinity Central Station (ICS). Fuente: Elaboración propia, 2019

En la figura 36 se visualiza en la pantalla principal de la ICS (Infinity Central Station) el monitoreo de las dos camas (CAMA 1 y CAMA 2), en cada ventana de vista del paciente se observa tres curvas de parámetros.



Figura 36. Foto de demostración de monitoreo de los pacientes (CAMA 1 y CAMA 2) en la central de monitoreo ICS. Fuente: Elaboración propia, 2019.

Por último se realiza la configuración y conectividad de la impresora red a la Central de monitoreo para la impresión en red de los reportes clínicos del paciente; tales como, reportes completos de electrocardiograma, análisis de segmentos ST, reportes de la terapia ventilatoria con imágenes de bucles y capturas de pantalla (Figura 37).

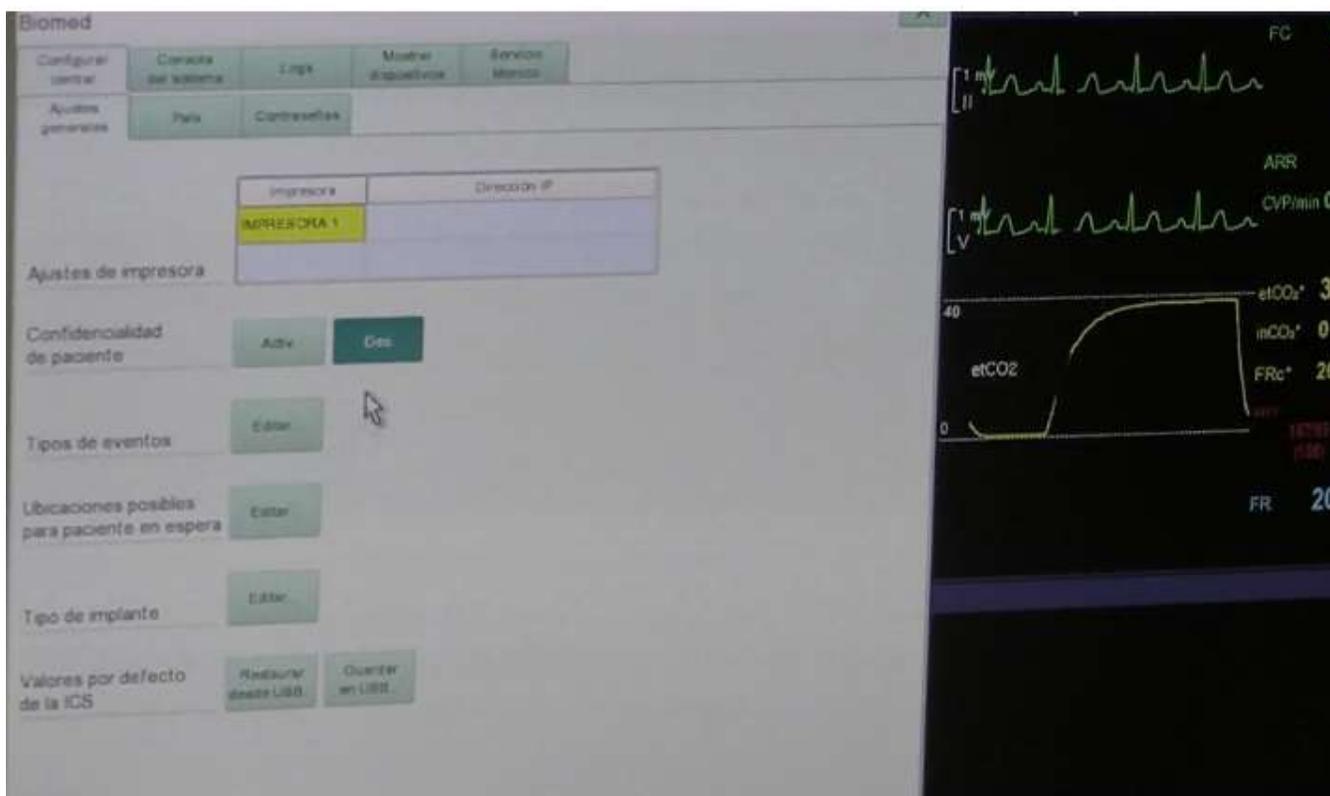


Figura 37. Foto de la configuración de la impresora láser en la central de monitoreo ICS.
Fuente: Elaboración propia, 2019.

CONCLUSIONES

- Se diseñó un sistema en red de equipos médicos de la unidad de cuidados intensivos del Instituto Regional De Enfermedades Neoplásicas Norte-Trujillo Nivel III-2 en base a la norma técnica del Ministerio de Salud NTS 119 "Infraestructura y equipamiento de los establecimientos de salud del tercer nivel de atención" y la norma internacional de Infraestructura de Telecomunicaciones en Instalaciones Sanitarias TIA-1179.
- Se consideró los equipos médicos; como monitor de Signos Vitales de 9 parámetros: frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, saturación de oxígeno, temperatura, presión no invasiva, capnografía, presión invasiva, gasto cardíaco mínimamente invasivo, BIS; monitor de Signos Vitales de transporte, central de monitoreo, ventilador mecánico adulto/pediátrico por la necesidad que se requiere para asistir a pacientes críticos oncológicos de la UCI avalados por artículos de investigación, y que la norma técnica del Ministerio de Salud NTS 119 "Infraestructura y equipamiento de los establecimientos de salud del tercer nivel de atención" en el Anexo 14 lo menciona.
- El costo total del diseño en red de equipos médicos es de 1.083.156,37, el cual se obtuvo mediante el análisis los costos del cableado, equipos médicos, equipos de *networking* (*switch*, *Access point*, impresora con salida a red), y el costo de la instalación. El precio se incrementó por el costo de los equipos médicos y cada equipo tiene una garantía de 4 años y medio (mantenimiento preventivo programado cada seis meses e incluye kits de insumos).
- Se implementó la red de monitoreo de los pacientes en la Unidad de Cuidados Intensivos realizado en base a los requerimientos del Ministerio de salud NTS 119 y la norma Internacional TIA-1179. La primera norma fue aplicada para el diseño de los equipos médicos que corresponden a un hospital nivel III-2 y la segunda norma internacional para el diseño de la infraestructura de red hospitalaria.

RECOMENDACIONES

- Debido a que la información generada en los hospitales y la transmisión de los datos clínicos son muy delicados y requieren una conexión continua en internet, se recomienda para esto la contratación de dos proveedores diferentes del servicio, para que la red pueda seguir operando y tener un respaldo en caso de emergencia.
- Se recomienda realizar todas las pruebas respectivas con herramientas calibradas y certificadas por la INACAL (Instituto Nacional de Calidad) en la instalación del sistema en red de equipos médicos, para garantizar la operatividad total del sistema.
- Esto se realiza en la red LAN en el cableado para garantizar la conectividad de los equipos, como de los equipos médicos.
- Para un diseño en red de equipos médicos se sugiere analizar dispositivos médicos que dispongan de características de conectividad a red LAN y transferencia de datos.
- En todo diseño de implementación de equipos médicos se sugiere escoger los equipos con ciertas características técnicas que se requiere para el área o servicio médico, siguiendo las normativas y hacer partícipe al personal de salud del área.
- Finalmente, se recomienda la implementación del diseño propuesto siguiendo cada una de las especificaciones planteadas, de tal manera que se tenga personal capacitado dentro del hospital que conozca de los equipos y realice el monitoreo de la red, ya que en el caso de un desperfecto este pueda solucionarlo de inmediato.

BIBLIOGRAFÍA

- Amado, P. & Giordiana, P. (2015). Criterios para una propuesta de centro de salud especializado en cáncer, utilizando como elemento de diseño los lineamientos arquitectónicos de la tecnología médica y requerimientos espaciales para la detección, diagnóstico y tratamiento del cáncer en la ciudad de Trujillo.
- Bilgili, B., Montoya, J. C., Layon, A. J., Berger, A. L., Kirchner, H. L., Gupta, L. K., & Gloss, D. S. (2017). Utilizing bi-spectral index (BIS) for the monitoring of sedated adult ICU patients: a systematic review. *Minerva Anestesiol*, 83(3), 288-301.
- Cabezas, C. (2019). Atención médica y de salud en el Perú.
- Canford Audio Limited. (2019). CANFORD CAT6-F U/UTP CABLE Black. 15 de octubre del 2019, de Canford Audio Limited Sitio web: https://www.canford.co.uk/Products/31-870_CANFORD-CAT6-F-U-UTP-CABLE-Black
- Dräger (2016). Instrucciones de uso Infinity Delta Series.
- Dräger (s.f). Infinity Omega S Solution. Sitio web: https://www.draeger.com/es_csa/Hospital/Products/Patient-Monitoring/Patient-Monitors/Infinity-Omega-S-Solution
- El Comercio Gestión (2017). Gestión: Estas son algunas trabas que afronta el sistema de salud peruano. Sitio web: <https://gestion.pe/panelg/estas-son-algunas-trabas-que-afronta-sistema-salud-peruano-2197440>
- Espinoza Mora, J. L. (2013). Diseño de una red interna de telemedicina para el Hospital Universitario de Motupe (Bachelor's thesis).
- Grupo de investigación biomédica (s.f.). Electrocardiografía (ECG). Bogotá, Colombia: Dalcame. Obtenido de <http://www.dalcame.com/ecg.html#.XcVZwFVKjIU>
- Instituto Regional de Enfermedades Neoplásicas Norte (2019). Informe del Registro Hospitalario De Cáncer Octubre 2007 – 2018,

- Luna, J., & Payet, E. (2019). Importancia y estado actual de los registros de cáncer de base poblacional en Perú. *Revista Médica Herediana*, 30(2), 131-133.
- Maldonado, J. (2012). Diseño de la red interna de un telecentro Polivalente para la ciudad de Huancayo y Sicaya.
- Medianero Chiscul, O. A., Guerrero, S., & Renzo, R. (2018). Diseño de un Sistema de Telemedicina para mejorar el Monitoreo de Pacientes del Centro de Salud de La Zaranda en el Distrito de Pítipu.
- Mendoza, Y., Tellería, M. C., Morejón, Y., Paredes, D., & Trujillo, A. (2013). Controlador para Respiradores Artificiales de DRÄGER en la Monitorización de Pacientes. In *V Latin American Congress on Biomedical Engineering CLAIB 2011 May 16-21, 2011, Habana, Cuba* (pp. 291-294). Springer, Berlin, Heidelberg.
- MINSA (2015). Norma técnica de salud "Infraestructura y equipamiento de los establecimientos de salud del tercer nivel de atención"
- Nihon Kohden, N. (s.f). Soluciones, de Nihon Kohden Sitio web: <https://mx.nihonkohden.com/es/solutions/vitalsign/spo2/important-proper-use.html>.
- Ochagavía, A., Baigorri, F., Mesquida, J., Ayuela, J. M., Ferrándiz, A., García, X.,...& Vicho, R. (2014). Monitorización hemodinámica en el paciente crítico. Recomendaciones del Grupo de Trabajo de Cuidados Intensivos Cardiológicos y RCP de la Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias. *Medicina Intensiva*, 38(3), 154-169.
- Pessagno Vílchez, V. J., Santa Cruz Rubín De Celis, F., Montes, T., De Los Ángeles, M., & Villegas Mollo, J. J. (2019). Planeamiento estratégico de la clínica Cayetano Heredia.
- Pino, J. V. E. (2018). Aplicaciones clínicas y usos de la medición del co2 espirado.
- Puentes Cuellar, L. M. (2015). Evaluación tecnológica para dotación biomédica de una unidad de cuidado intensivo ubicada en Bogotá.

- Revista El Hospital (2016). Monitores de signos vitales. Sitio web: <http://www.elhospital.com/temas/Monitores-de-signos-vitales-Parte-1+114421?pagina=1>
- Romero Marín, F. A. (2018). Diseño de una red interna de telemedicina para monitoreo de equipos de cardiología del Hospital General Babahoyo (IESS).
- Tanenbaum, A. S. (2003). Redes de computadoras. Pearson educación.
- Telecommunications Industry Association. (2010). Healthcare Facility Telecommunications Infrastructure standard TIA 1179. U.S.A: 2500 Wilson Boulevard.
- Tellería Prieto, M. D. C., Paradelo, S. S., Ramírez, A. Á., Romero, Y. M., & Álvarez, D. P. (2012). Generalidades de un Sistema de Monitorización Informático para Unidades de Cuidados Intensivos. Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río, 16(1), 64-75.
- Tu región informa, T. r. (2018). Regionales. Región La Libertad, Perú: Tu región informa. Sitio web: <http://www.regionlalibertad.gob.pe/noticias/regionales/9478-gobierno-regional-implementa-el-iren-norte-con-inversion-de-s-5-millones>
- Vivas, A. M., Sánchez, S. S., Rodríguez, M. P., Obregón, J. S., Rosado, S. G., & García, J. B. (2008). Monitorización hemodinámica: sistema PiCCO®. Enfermería intensiva, 19(3), 132-140.
- World Health Organization. (2012). Dispositivos médicos: la gestión de la discordancia: un resultado del proyecto sobre dispositivos médicos prioritarios.

ANEXOS

Anexo N° 1

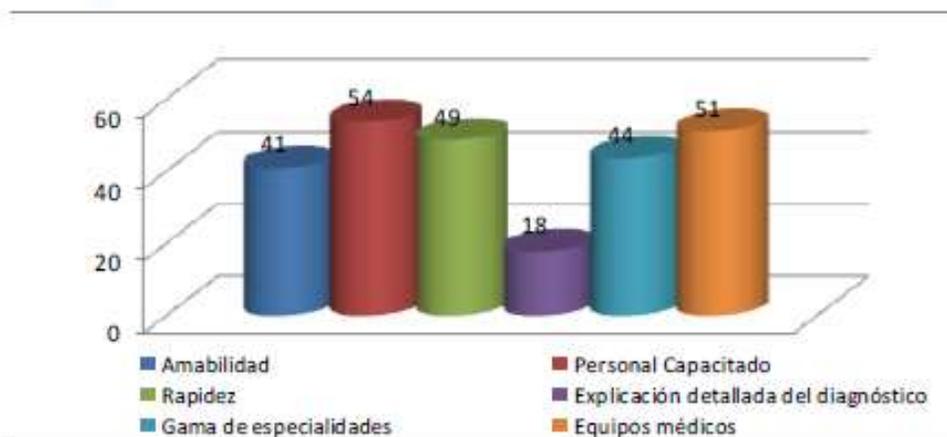
Encuesta de la importancia en recibir un servicio de salud

20. Marque según su importancia los siguientes aspectos al momento de recibir el servicio de salud. (Marque las que sean necesarias)

| | Cantidad | % |
|---------------------------------------|------------|-------------|
| Amabilidad | 41 | 16% |
| Personal Capacitado | 54 | 21% |
| Rapidez | 49 | 19% |
| Explicación detallada del diagnóstico | 18 | 7% |
| Gama de especialidades | 44 | 17% |
| Equipos médicos | 51 | 20% |
| Total | 256 | 100% |

Fuente: Encuesta propia del equipo investigador

Base: 100%



Fuente: Trabajo de investigación "Planeamiento Estratégico De La Clínica Cayetano Heredia" (2019, p. 321)

Anexo N° 2

Dotación cuidado intensivo adulto.

| Cuidado Intensivo Adulto | |
|--------------------------|--|
| Estándar | Criterio |
| Dotación | Adicional a lo exigido en cuidado intermedio adultos cuenta con la siguiente dotación por cada cubículo o paciente: |
| | <ol style="list-style-type: none"> 1. Cama de tres planos con baranda. 2. Ventilador. 3. Módulos de presión invasiva. 4. Módulos para medición de gasto cardiaco invasivo o no invasivo. 5. Mínimo dos puntos de consumo de oxígeno. 6. Aire medicinal 7. Alarma para gases medicinales |
| | Dotación para todo el servicio, disponibilidad de: |
| | <ol style="list-style-type: none"> 1. Ventilador de transporte, 2. Monitor con trazado electrocardiográfico, 3. Monitoreo de gasto cardíaco y 4. Monitor de transporte. 5. Desfibrilador. |
| | <p>Marcapaso</p> <p>En los casos en que no existe control visual permanente, éste puede ser reemplazado por un sistema de central de monitoreo de los equipos.</p> |

Fuente: Ministerio De Salud Resolución 1441 Hojas 114-115, 2013

Fuente: Ministerio de Salud Colombia (2015, p. 12)

Anexo N° 3

Equipos para los ambientes prestacionales y complementarios de la UPSS Cuidados Intensivos

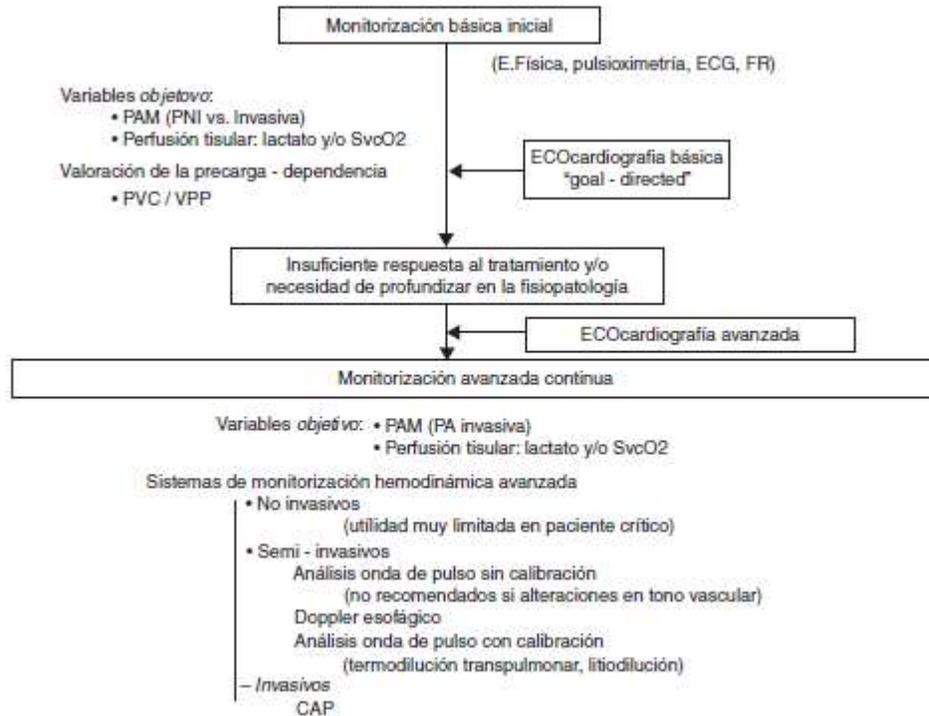
ANEXO N° 14
EQUIPOS PARA LOS AMBIENTES PRESTACIONALES Y COMPLEMENTARIOS DE LA UPSS CUIDADOS INTENSIVOS

| UPSS CUIDADOS INTENSIVOS | | | | |
|---|----------|---|---------------------------------------|---|
| AMBIENTE | CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | |
| SALA DE CUIDADOS INTENSIVOS DEL ADULTO (03 CAMAS) | D-246 | ANALIZADOR DE ELECTROLÍTICOS Y GASES DE SANGRE PORTÁTIL (*) ¹⁰⁸ | 1 | |
| | D-68 | ASPIRADOR DE SECRECIONES RODABLE | 1 | |
| | D-316 | BOMBA DE INFUSIÓN 3 CANALES | 6 | |
| | D-56 | BRONCOFIBROSCOPIO (*) | 1 | |
| | D-499 | BRONCOSCOPIO RÍGIDO (*) | 1 | |
| | D-90 | CALENTADOR CORPORAL (**) ¹⁰⁹ | 1 | |
| | M-155 | CAMA CAMILLA MULTIPROPÓSITO ELÉCTRICA TIPO UCI | 3 | |
| | D-109 | COCHE DE PARO EQUIPADO (*) | 1 | |
| | D-110 | COCHE PARA INTUBACIÓN DIFÍCIL (*) | 1 | |
| | M-114 | CUBO DE ACERO INOXIDABLE PARA DESPERDICIOS CON TAPA ACCIONADA A PEDAL | 3 | |
| | D-82 | DESTRUCTOR DE AGUJAS HIPODÉRMICAS | 1 | |
| | D-103 | ECÓGRAFO PORTÁTIL (*) | 1 | |
| | D-1 | ELECTROCARDIOGRAFO (*) | 1 | |
| | D-93 | EQUIPO CALENTADOR DE FLUIDOS (**) | 1 | |
| | M-86 | ESCALINATA METÁLICA 2 Peldaños | 3 | |
| | D-125 -- | ESTETOSCOPIO ADULTO PEDIÁTRICO | 3 | |
| | D-199 | FLUJÓMETRO CON HUMIDIFICADOR PARA LA RED DE OXÍGENO | 3 | |
| | D-269 | GLUCÓMETRO PORTÁTIL | 1 | |
| | D-204 | MALETÍN DE REANIMACIÓN ADULTO PEDIÁTRICO | 1 | |
| | D-317 | MARCAPASOS CARDIACO TEMPORAL | 1 | |
| | M-81 | MESA DE ACERO INOXIDABLE RODABLE PARA MÚLTIPLES USOS | 3 | |
| | M-89 | MESA RODABLE DE ACERO INOXIDABLE PARA CURACIONES CON TABLERO | 1 | |
| | D-9 | MONITOR DE FUNCIONES VITALES DE 8 PARÁMETROS | 3 | |
| | D-12 | MONITOR DE FUNCIONES VITALES DE TRANSPORTE (*) | 1 | |
| | D-530 | CENTRAL DE MONITOREO | 1 | |
| | D-14 | MONITOR DE GASTO CARDIACO ¹⁰⁷ | 1 | |
| | D-11 | MONITOR DE PRESIÓN INTRACRANEAL PORTÁTIL (*) | 1 | |
| | D-148 | NEGATOSCOPIO DE 2 CAMPOS ¹⁰⁸ | 1 | |
| | | D-119 | VENTILADOR DE TRANSPORTE (*) | 1 |
| | | D-120 | VENTILADOR MECÁNICO ADULTO PEDIÁTRICO | 3 |
| | M-84 | VITRINA DE ACERO INOXIDABLE PARA INSTRUMENTAL Y MATERIAL ESTÉRIL DE DOS CUERPOS | 1 | |

Fuente: Norma técnica de salud "Infraestructura y equipamiento de los establecimientos de salud del tercer nivel de atención"-MINSA (2015, 403-404)

Anexo N° 4

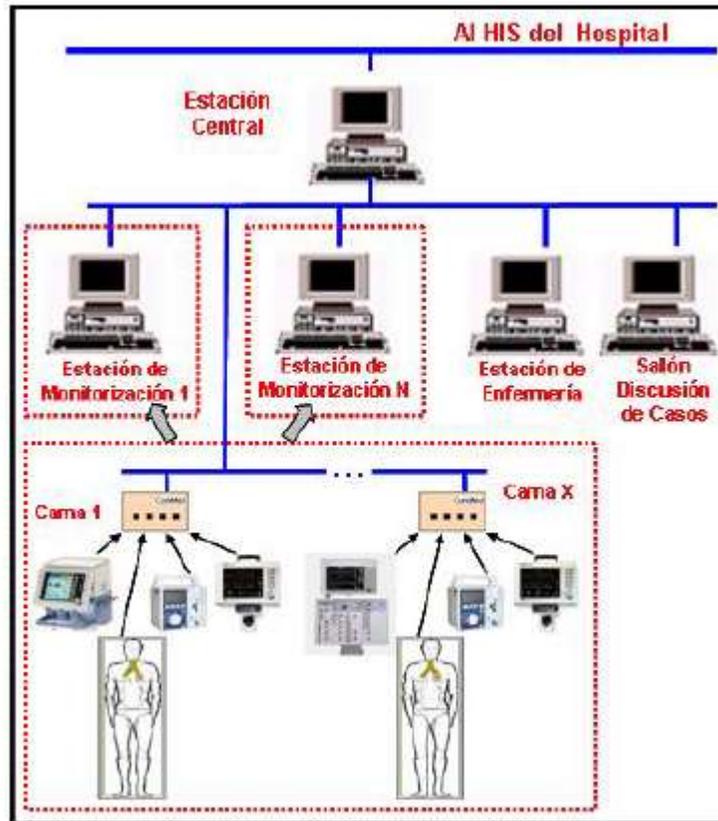
Algoritmo de evaluación de la función cardiovascular y monitorización hemodinámica en las situaciones de shock



Fuente: "Monitorización hemodinámica en el paciente crítico. Recomendaciones del Grupo de Trabajo de Cuidados Intensivos Cardiológicos y RCP de la Sociedad Española de Medicina Intensiva, Crítica y Unidades Coronarias". (2014, p.166)

ANEXO N° 5

Red del Sistema de Monitorización



Fuente: Controlador para Respiradores Artificiales de DRÄGER en la Monitorización de Pacientes. (2013, p. 291)

ANEXO N° 6



Lima 27 de Setiembre de 2018

COTIZACIÓN 270918-01

Señores: DRAEGER PERÚ
Proyecto: Adquisición de switches LAN
Proveedor: Soluciones HA S.A.C.
RUC: 20566502535

De nuestra consideración:

Tenemos el agrado de dirigimos a usted para presentarle nuestra propuesta comercial por la provisión de dos switches Cisco según se detalla a continuación:

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|-------------------------|---|----------|------------------|-------------------|
| WS-C2960X-24TS-L | | | | |
| 1 | Switch Cisco 2960X capa 2 con 24 puertos 10/100/1000, 04 puertos uplinks SFP y accesorios de montaje. | 1 | \$1,316.00 | \$1,316.00 |
| 2 | Soporte y garantía del fabricante en modalidad 8x5xNBD por un año | 1 | \$160.00 | \$160.00 |
| | | | SUBTOTAL | \$1,476.00 |
| | | | IGV (18%) | \$265.68 |
| | | | TOTAL | \$1,741.68 |

Presupuesto del switch para el hospital UCI IREN Norte

ANEXO N° 7



"AÑO DEL DIÁLOGO Y DE LA RECONCILIACIÓN NACIONAL"

Santiago de Surco, 28 de Agosto 2018

COTIZACION N° INFO-20180128

Señores
DRAEGER PERU S.A.C.

Atención: Carlos Vásquez

Mediante la presente les hacemos llegar nuestra cotización de lo siguiente:

| Cant. | Descripción | Precio | Sub-total |
|-------|--|-------------|-------------|
| 1 | <p>IMPRESORA MULTIFUNCIONAL LEXMARK MODELO MX417DE</p> <ul style="list-style-type: none"> • láser monocromático • Impresión dúplex (2 caras): Dúplex integrado • Velocidad de Impresión: 40 ppm • Volumen de Páginas Mensual Recomendado: 750 - 10000 Páginas* <p><u>Especificaciones Técnicas adjuntas</u></p> <div style="text-align: center;">  </div> | US\$ 275.00 | US\$ 275.00 |

Presupuesto de la impresora de red para el hospital UCI IREN Norte

ANEXO N° 8

Infinity® Gateway Suite

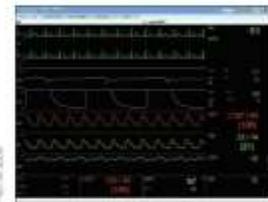
Infinity Gateway Suite is a comprehensive set of applications, interfaces and data access tools that facilitates the exchange of patient information between the Infinity Network and your existing hospital systems.



Infinity Gateway Server software can be installed on commercial PC hardware of your choice that meets the minimum requirements listed below. A single Infinity Gateway Server can support up to 128 beds across 16 care units on the Infinity Network.

FEATURES

- Remote viewing applications for access to near real-time patient information:
 - Monitoring data on networked PCs via Infinity® PatientWatch®, including ability to display active alarms
 - Respiratory information and lab values via Infinity® VentWatch®
- Import/Export Interfaces:
 - HL7 2.3 protocol enables export of vital signs, solicited and unsolicited import of admission data, and import and export of laboratory data
 - Paging interface exports alarm data from Infinity telemetry and bedside/transport monitors to the hospital's paging system (supports alphanumeric pagers using TAPL7 and ESPA 4.4.4 protocols)
 - ASTM stat lab interface connects Infinity monitors to 'stat' laboratory devices that use the ASTM protocol
 - 12-lead export interface exports 12-lead rest ECG data reports from the Infinity® Network to cardiology databases
- Data access tools enable you to customize the presentation of clinical data, via either a sophisticated Application Programming Interface (API) for C and C++, or an easy-to-use utility that exports ASCII text files for legacy systems
- Time Master synchronizes the Time of Day clocks for all Infinity devices on all monitoring units for which the Infinity® Gateway is configured
- Support of VMware® ESX™ Hypervisor technology facilitates cost-efficient software deployment and reduction of total cost of ownership



PatientWatch®
Displays near real-time patient monitoring information on any networked PC



VentWatch®
Provides remote near real-time view of patient respiratory information and lab values

Datasheet -Hoja de datos de Gateway Infinity

ANEXO Nº 9



Gobierno
Regional

Desarrollo Regional
y Competitividad

JUSTICIA SOCIAL
CON INVERSIÓN

CONTRATO Nº 053-2018-GRLL-GRCO

CONTRATACIÓN DE BIENES PARA LA ADQUISICIÓN DE EQUIPAMIENTO MÉDICO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE SALUD INSTITUTO REGIONAL DE ENFERMEDADES NEOPLÁSICAS DR. LUIS PINILLOS GANOZA – IREN NORTE – TRUJILLO – LA LIBERTAD

LICITACIÓN PÚBLICA Nº 004-2018-GRLL-GRCO

ITEM Nº 10 (SEACE: ITEM 9):

RESPIRADOR VOLUMÉTRICO PARA LA VENTILACIÓN DE PACIENTES ADULTOS – NIÑOS

ITEM Nº 11 (SEACE: ITEM 10):

MONITOR MULTIPARAMETRO DE 9 FUNCIONES VITALES

ITEM Nº 14 (SEACE: ITEM 13):

CENTRAL DE MONITOREO

ITEM Nº 15 (SEACE: ITEM 14):

COLUMNA VERTICAL DE PARED



Consta por el presente documento, la CONTRATACIÓN DE BIENES PARA LA ADQUISICIÓN DE EQUIPAMIENTO MÉDICO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE SALUD INSTITUTO REGIONAL DE ENFERMEDADES NEOPLÁSICAS DR. LUIS PINILLOS GANOZA - IREN NORTE - TRUJILLO - LA LIBERTAD - ITEM Nº 10 (SEACE: ITEM 9): RESPIRADOR VOLUMÉTRICO PARA LA VENTILACIÓN DE PACIENTES ADULTOS – NIÑOS, ITEM Nº 11 (SEACE: ITEM 10): MONITOR MULTIPARAMETRO DE 9 FUNCIONES VITALES, ITEM Nº 14 (SEACE: ITEM 13): CENTRAL DE MONITOREO e ITEM Nº 15 (SEACE: ITEM 14): COLUMNA VERTICAL DE PARED, que celebra de una parte **EL GOBIERNO REGIONAL LA LIBERTAD**, con Registro Único de Contribuyentes Nº 20440374248, a través del Gerente General Regional, **ABG. JESUS ALBERTO TORRES SARAVIA**, identificado con D.N.I. Nº 40287078, debidamente facultado mediante Resolución Ejecutiva Regional Nº 2293-2017-GRLL/GOB de fecha 29 de noviembre del 2017, con domicilio legal en CALLE LOS BRILLANTES Nº 650, URBANIZACIÓN SANTA INÉS, DISTRITO Y PROVINCIA DE TRUJILLO, DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD, a quien en adelante se denominará "LA ENTIDAD", y de otra parte la empresa **DRAEGER PERU S.A.C.**, con Registro Único de Contribuyentes Nº 20538597121 debidamente representada por los señores: 1) Sr. **SERGIO ANDRES MOTTOLA**, identificado con C.E. Nº 000900191, según vigencia de poder inscrita en el Asiento C00005 rectificado por el Asiento D00003 de la Partida Electrónica Nº 12598575 del Registro de Personas Jurídicas de la Zona Registral Nº IX - Sede Lima Oficina Lima y 2) Sra. **VICTORIA JUDITH CHUCO AGUILAR**, identificada con Documento Nacional de Identidad Nº 43986291, según vigencia de poder inscrita en el Asiento C00005 rectificado por el Asiento D00003 de la Partida Nº 12598575 del Registro de Personas Jurídicas de la Zona Registral Nº IX - Sede Lima Oficina Lima; con domicilio legal en AVENIDA SAN BORJA SUR Nº 573 – SAN BORJA – LIMA, con números telefónicos: (01) 2088779 / (01) 6269595, con correos electrónicos: sergio.mottola@draeger.com y victoria.chuco@draeger.com, a quien en adelante se le denominará "EL CONTRATISTA", en virtud

"Justicia Social con Inversión"

Documento de Contrato

ANEXO N° 10

CLÁUSULA SEGUNDA: OBJETO

El presente contrato tiene por objeto la CONTRATACIÓN DE BIENES PARA LA ADQUISICIÓN DE EQUIPAMIENTO MÉDICO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE SALUD INSTITUTO REGIONAL DE ENFERMEDADES NEOPLÁSICAS DR. LUIS PINILLOS GANOZA - IREN NORTE - TRUJILLO - LA LIBERTAD - **ITEM N° 10** (SEACE: ITEM 9): RESPIRADOR VOLUMÉTRICO PARA LA VENTILACIÓN DE PACIENTES ADULTOS - NIÑOS, **ITEM N° 11** (SEACE: ITEM 10): MONITOR MULTIPARAMETRO DE 9 FUNCIONES VITALES, **ITEM N° 14** (SEACE: ITEM 13): CENTRAL DE MONITOREO e **ITEM N° 15** (SEACE: ITEM 14): COLUMNA VERTICAL DE PARED.

La descripción básica del objeto del proceso, se detalla a continuación:

| ITEM | DESCRIPCIÓN | UNID. MEDIDA | CANTIDAD |
|----------------------------|---|--------------|----------|
| 10 (SEACE: ITEM 09) | RESPIRADOR VOLUMÉTRICO PARA LA VENTILACION DE PACIENTES ADULTOS - NIÑOS | UND. | 2 |
| 11 (SEACE: ITEM 10) | MONITOR MULTIPARAMETRO DE 9 FUNCIONES VITALES | UND. | 2 |
| 14 (SEACE: ITEM 13) | CENTRAL DE MONITOREO | UND. | 1 |
| 15 (SEACE: ITEM 14) | COLUMNA VERTICAL DE PARED | UND. | 2 |



La presente contratación se realiza bajo el sistema de contratación a suma alzada y modalidad de ejecución contractual Llave en Mano.

EL CONTRATISTA se compromete además a cumplir con las obligaciones asumidas de acuerdo al siguiente detalle:

ITEM ganados con la descripción de los equipos

ANEXO N° 11

Configuración de los equipos

GATEWAY

=====

```
interface fastEthernet 0/0
ip address 192.168.0.1 255.255.255.0
no shutdown
exit
```

```
interface serial 1/0
ip add 191.98.10.1 255.255.255.252
no shutdown
exit
```

```
router ospf 1
router-id 1.1.1.1
network 192.168.0.0 0.0.0.255 area 0
network 191.98.10.0 0.0.0.3 area 0
```

R1

=====

```
interface serial 1/0
ip add 191.98.10.2 255.255.255.252
no shutdown
exit
```

```
interface serial 1/1
ip add 191.98.10.5 255.255.255.252
no shutdown
```

exit

router ospf 1

router-id 2.2.2.2

network 191.98.10.0 0.0.0.3 area 0

network 191.98.10.4 0.0.0.3 area 0

R2

=====

interface serial 1/1

ip add 191.98.10.6 255.255.255.252

no shutdown

exit

interface serial 1/2

ip add 191.98.10.9 255.255.255.252

no shutdown

exit

router ospf 1

router-id 3.3.3.3

network 191.98.10.4 0.0.0.3 area 0

network 191.98.10.8 0.0.0.3 area 0

R3

=====

interface serial 1/2

ip add 191.98.10.10 255.255.255.252

no shutdown

exit

```
interface fastEthernet 0/0
ip address 172.16.0.1 255.255.255.0
no shutdown
exit
```

```
router ospf 1
router-id 4.4.4.4
network 191.98.10.8 0.0.0.3 area 0
network 172.16.0.0 0.0.0.255 area 0
```