

**APOYO TECNICO A LA OBRA DENOMINADA “REFORZAMIENTO  
ESTRUCTURAL, REORGANIZACION FISICO FUNCIONAL Y AMPLIACION DE  
LA PLANTA FISICA DE LA FUNDACION HOSPITAL SAN PEDRO TERCERA  
FASE”**

**DANIEL ANTONIO CHAMORRO RODRÍGUEZ**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO-COLOMBIA  
2015**

**APOYO TECNICO A LA OBRA DENOMINADA “REFORZAMIENTO  
ESTRUCTURAL, REORGANIZACION FISICO FUNCIONAL Y AMPLIACION DE LA  
PLANTA FISICA DE LA FUNDACION HOSPITAL SAN PEDRO TERCERA FASE”**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de  
Ingeniero Civil**

**Director: Ing. Civil: Mario Andrés López M.  
Gerente Operativo Martínez Y CIA-Director de Obra Hospital San Pedro.**

**Codirector: Ing. Civil: Vicente Parra Santacruz.  
Docente Tiempo Completo- Universidad de Nariño.**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO-COLOMBIA  
2015**

## **NOTA DE RESPONSABILIDAD**

“Las ideas y conclusiones aportadas en este trabajo de grado, son de responsabilidad exclusiva de su autor”

Artículo 1° del acuerdo No. 324 de Octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

“La Universidad de Nariño no se hace responsable de las opiniones o resultados obtenidos en el presente trabajo y para su publicación priman las normas sobre el derecho de autor”

Artículo 13, Acuerdo N. 005 de 2010 emanado del Honorable Consejo Académico.

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

---

---

Presidente de Jurados

---

Jurado de Pasantía

---

Jurado de Pasantía

San Juan de Pasto, Febrero de 2015

## **AGRADECIMIENTOS**

*Le doy gracias a Dios por ser mi guía además del camino, la verdad y la vida.*

*A mis padres Jaime Fernando y Patricia, por apoyarme siempre en todos los momentos y permitirme estudiar lo que me gustaba.*

*A mis hermanas Erika y Ángela, por ser mis compañeras de infancia.*

*A los Ingenieros José Antonio, Mario Andrés e Iván Daniel, por todo lo que me han enseñado de la ingeniería Civil como excelente escuela de práctica profesional y superación personal,*

*y al Ingeniero Vicente Parra Santacruz por todo el conocimiento compartido, y los magníficos consejos como persona, para ser cada día un mejor ser humano.*

## DEDICATORIA

*A Dios por ser mi único amigo fiel e incondicional, capaz de darme fortaleza en todos los momentos.*

*A mis padres Jaime Fernando y Patricia, por ser un apoyo absoluto, por todos los principios y valores inculcados, por enseñarme a luchar duro todos los días, porque con ellos aprendí a esforzarme para poder superarme, por el amor sincero que aún me manifiestan.*

*A mi tía Luz Marina Rodríguez Quintero, por su constante ayuda.*

*A mi primo Álvaro Eliecer y su padre Tito que me cuidan desde el cielo y los llevo en mi corazón.*

*A mi novia Isabel Santacruz Vélez, porque la amo, es la razón de mi felicidad, porque con ella he progresado, prosperado y anhelo disfrutar la vida juntos alcanzando grandes logros.*

***...Detrás de cada línea de llegada, hay una de partida.  
Detrás de cada logro, hay otro desafío.  
Si amas lo que haces, debes ser el mejor en eso.  
Sigue adelante y nunca desfallezcas.  
No dejes que se oxide el hierro que hay en ti...***

## RESUMEN

El desarrollo de la pasantía en la constructora Martínez , permitió trabajar actividades reales en el área de ofertas y presupuestos identificando el proceso que se debe llevar a cabo licitaciones públicas y privadas y el procedimiento a seguir para la evaluación de proyectos propios, así como en la elaboración de Análisis de precios unitarios (APU), en los que se incluyen cuantías y cantidades de obra, que resultan útiles para todos los tipos de contrato. Se convierte así en labor del pasante como proceso de aprendizaje, identificar en qué pasos existen dificultades y las causas de éstas y con el transcurrir de los proyectos se deben plantear posibles soluciones para mejorar las actividades existentes desde la visión de la ingeniería civil. La realización de la pasantía ha aportado el aprendizaje de procesos constructivos, especificaciones de materiales, lectura de planos, procesos de presupuestos, requisitos legales y técnicos, entre otras muchas lecciones. Finalmente, cabe resaltar que la toma de decisiones se debe realizar en poco tiempo y de manera acertada lo cual es una gran fortaleza de las pasantías teniendo en cuenta que las decisiones cada vez son de mayor importancia.

El trabajo se realizó en infraestructura hospitalaria, en cuatro áreas de construcción principalmente en estructuras de hormigón, metálicas, instalaciones eléctricas, redes hidráulicas, sanitarias, gases medicinales, pavimento articulado, acabados, con especificaciones constructivas propias de una entidad hospitalaria.

**PALABRAS CLAVE:** Presupuesto, APU, cuantía, cantidades, proyecto.

## **ABSTRACT**

The development of an internship at construction Martinez , allowed to work real activities in the area of Bids and Budgets, identifying the process public and private tenders and the procedure for evaluating the own projects in the development of Unit prices analysis (UPA) that includes amounts and quantities, which are useful for all the cases of contracts. Thus it becomes the intern's work in the learning process, the need to identify what steps are difficult and the causes of these and with the participation in different projects the articulated clerk should propose possible answers to improve existing activities from the perspective of civil engineering. The realization of the internship has made large contributions in order to learn about construction processes, materials specifications, draft reading, budgeting processes, legal and technical requirements, among other lessons. Finally, it should be noted that the decision-making is a great strength of the internships because it must be performed in a short time, accurately and which has turned out to be more important gradually.

The work was performed in hospital infrastructure construction in four areas mainly in concrete, metal , electrical, hydraulic networks , health , medicinal gas, articulated pavement , finished with a hospital entity own construction specifications .

**KEYWORDS:** Budget, UPA, amount, quantity, project.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN .....	16
1. COBERTURA DEL ESTUDIO .....	23
1.1 COBERTURA TEMPORAL .....	23
1.2 COBERTURA ESPACIAL .....	23
2. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO .....	24
2.1 TIPO DE ESTUDIO .....	24
2.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....	24
2.2.1 Método deductivo .....	24
2.2.2 Analítico y sintético .....	24
2.3 FUENTES Y TÉCNICAS PARA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....	24
2.3.1 Fuentes primarias .....	25
2.3.2 Fuentes secundarias .....	25
3. INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	26
3.1 TIPO DE COMANDO .....	26
3.2 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	26
4. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA .....	27
5. DESARROLLO DEL TRABAJO .....	29
5.1 CONCRETO SIMPLE Y REFORZADO .....	31
5.2 ESTRUCTURAS METÁLICAS .....	44
5.3 INSTALACIONES ELÉCTRICAS .....	54
5.4 INSTALACIONES HIDROSANITARIAS .....	65
5.5 RED DE GASES MEDICINALES <sup>[6]</sup> .....	67
5.6 SISTEMA DRYWALL Y ACABADOS .....	72
6. CONCLUSIONES .....	81
7. RECOMENDACIONES .....	81
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	84
ANEXOS .....	85

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Proyección de pacientes HOSPITAL SAN PEDRO <sup>[1]</sup> .....	21
Tabla 2. Resumen del estado del avance del proyecto .....	30
Tabla 3. Cronograma porcentual de desarrollo.....	30
Tabla 4. Indicaciones de cronograma .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 5. Distintos tipos de concreto usado en obra. ....	32
Tabla 6. Dimensiones nominales de las barras de acero <sup>[5]</sup> .....	32
Tabla 7. Mezclas de concretos y morteros. ....	32
Tabla 8. Espesores mínimos de vigas no pre esforzadas o losas reforzadas en una dirección, a menos que se calculen deflexiones <sup>[5]</sup> .....	34
Tabla 9. Descripción de elementos utilizados en la ampliación del hospital .....	45
Tabla 10. Análisis peso de estructuras adicionales .....	52
Tabla 11. Descripción de redes utilizadas en este proyecto .....	65
Tabla 12. Rango de presiones de tuberías PAVCO. ....	66
Tabla 13. Identificación de gases medicinales instalados.....	68
Tabla 14. Red de gases medicinales según la especialidad.....	69
Tabla 15. Cantidad de materiales de muros en yeso. <sup>[7]</sup> .....	73

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Logo de la constructora Martínez y CIA-Ingenieros Constructores....	27
Figura 2. Exposición de radiación en el hormigón .....	35
Figura 3. Muros plomados equivalentes en concreto ordinario.....	36
Figura 4. Muros plomados en rayos X con plomo de 2 mm de espesor. ....	36
Figura 5. Muros plomados terminados en rayos X.....	37
Figura 6. Fase final de cárcamo en concreto reforzado.....	38
Figura 7. Cámara de retención y enfriamiento con red en HG.....	38
Figura 8. Comprobando la separación entre barras según planos de diseño. ..	39
Figura 9. Fundición de foso del ascensor. ....	40
Figura 10. Elaboración de cilindros de concreto y cono de Abrams. ....	40
Figura 11. Losas fundidas con concreto premezclado de ascensor. ....	41
Figura 12. Medida de cantidades de Obra con Metro Láser para mayor precisión.....	42
Figura 13. Uso de detector de acero, marca BOSCH (la alerta roja y pito indica que existen barras de acero en el elementos estructurales comprobando correcto recubrimiento y separación entre barras).....	43
Figura 14. Demolición de losa maciza bidireccional para ampliación .....	45
Figura 15. Anclajes sobre pedestal en concreto reforzado .....	46
Figura 16. Primer eje de cuatro de ampliación con estructuras metálicas. ....	46
Figura 17. Instalación de teja termoacústica en cubierta de cuatro aguas. ....	47
Figura 18. Simulación en 3D de estructura soldada. ....	48
Figura 19. Simulación en 3D de estructura pernada.....	48
Figura 20. Estructura del ascensor soldada y pernada.....	49
Figura 21. Unión entre ascensor y puente por medio de losas en steel deck. ....	49
Figura 22. Izado de Columnas y vigas de ascensor con Grúa P Y H. ....	50
Figura 23. Estructura del ascensor. ....	51
Figura 24. Cuarto de equipos de gases medicinales. ....	53

Figura 25. Cuarto de máquina-losa cubiertas- viguetas contorno.....	53
Figura 26. Especificaciones de tableros eléctricos. ....	55
Figura 27. Características técnicas de centros de cargas. ....	55
Figura 28. Tableros eléctricos de redes normal, regulada y hospitalaria con circuitos identificados con el código de colores. ....	56
Figura 29. Iluminación emergente.....	58
Figura 30. Detalle de puerta automática deslizante para quirófanos, con sensor libre de tacto y foto celda que es una resistencia que su valor depende de la intensidad de la luz que la afecte a menor luz mayor resistencia.....	58
Figura 31 . Pulsador libre al tacto. ....	59
Figura 32 . Panel de control principal.....	60
Figura 33. Puertas automáticas deslizables al tacto .....	60
Figura 34. Grifería con sensores en acero inoxidable.....	61
Figura 35. Panel de aviso de tableros aislados.....	62
Figura 36. Instalación de tableros de aislamiento. ....	63
Figura 37. Instalación de piso conductivo en quirófanos.....	64
Figura 38. Redes hidráulica, sanitaria, aguas lluvias. ....	66
Figura 39. Red de cámara de retención y enfriamiento en HG.....	67
Figura 40. Toma CHEMETRON de Oxígeno .....	68
Figura 41. Caja de corte con alarma de gases medicinales.....	71
Figura 42. Red de gases medicinales señalizada.....	71
Figura 43. Nivelador Laser marca DEWALT usado en particiones o muros interiores en drywall, ideal para localización de redes. ....	74
Figura 44. Muros internos de simple estructura ancho 11 cms.....	74
Figura 45. Muros de fachada de doble estructura ancho 15 cms .....	75
Figura 46. Pintura epóxica y protector contra impactos .....	78
Figura 47. Acabados de áreas interiores .....	79

Figura 48. Entrega de ocho salas de cirugía..... 79  
Figura 49. Finalización fachada principal de ampliación ..... 80

## **LISTA DE ANEXOS (Ver CD-Disco compacto)**

- ✓ Carpeta 1-Evidencias de objetivos específicos cumplidos.
- ✓ Carpeta 2-Manual de mantenimiento de quirófanos.
- ✓ Carpeta 3-Procedimiento de diseño de red de gases medicinales.
- ✓ Carpeta 4- Costos de Obra y plano general de las áreas intervenidas.
- ✓ Carpeta 5-Preactas y memorias de cálculo.
- ✓ Carpeta 6-Corrección de crecimiento de la población.
- ✓ Carpeta 7-Corrección de errores ortográficos y de redacción.
- ✓ Carpeta 8-Aclaración de periodo de pasantía.
- ✓ Carpeta 9-Especificación de la página donde está el glosario.
- ✓ Carpeta 10-Especificación de página del cronograma corregido.
- ✓ Carpeta 11-Especificación de la página de conclusiones corregidas.

## GLOSARIO

**APU:** (Análisis de precios unitarios): estudio unitario previo que se hace para conocer los valores de cada procedimiento que se deba realizar en obra.

**CANTIDAD:** Propiedad de lo que es capaz de aumentar y disminuir, puede medirse y numerarse como las cantidades de obra.

**CIRCUITO:** Conjunto de conductores que recorre una corriente eléctrica, con alimentación de una fuente.

**CUANTÍA:** Magnitud expresada en cantidad de refuerzo que contiene un elemento estructural, luego de un análisis especializado.

**ESTRUCTURA:** Conjunto de elementos, que transmiten todos los esfuerzos, cargas y sobrecargas resultantes sobre los cimientos.

**HOSPITAL:** Establecimiento en que se atienden y curan pacientes con problemas de salud, estructura indispensable en caso de catástrofe.

**INDISPENSABLE:** Que no se puede dispensar ni excusar, de vital importancia.

**INTERVENTOR:** Persona que autoriza y fiscaliza ciertas operaciones o actividades para que se realicen con legalidad.

**LASER:** Dispositivo electrónico que basado en la emisión estimulada de radiación de las moléculas de gas que contiene, genera o amplifica un haz de luz monocromática y coherente de extraordinaria intensidad.

**PLANO:** Representación gráfica y a escala de un terreno, de una población o de la planta de un edificio.

**PRESUPUESTO:** Cálculo anticipado de lo que va a costar un proyecto, presentando las cantidades de obra aproximadas a ejecutar.

**PROYECTO:** Conjunto de instrucciones, cálculos y dibujos necesarios para ejecutar una obra de arquitectura o de ingeniería.

**QUIRÓFANO:** Sala de una clínica u hospital destinada a realizar cirugías.

## INTRODUCCIÓN

La Universidad de Nariño en conjunto con su Programa de Ingeniería Civil, promueve la aplicación profesional por parte de sus egresados contribuyendo con el desarrollo regional, teniendo en cuenta que la formación y el perfil profesional se direccionan hacia el impulso de la investigación, el avance tecnológico, la evolución en infraestructura y contribuyendo de esta manera con el perfeccionamiento de la Ingeniería y de la construcción que actualmente se encuentra en mucho auge.

En esta oportunidad la Constructora Martínez y CIA- “Ingenieros Constructores” con el apoyo del mencionado programa y además con la participación de la Diócesis de Pasto propietaria de la fundación Hospital San Pedro, ejecutaron el reforzamiento, reorganización físico funcional y ampliación de espacios en estructuras de carácter indispensable de la “Fundación Hospital San Pedro” teniendo en cuenta que es imperativo el diseño y construcción de sistemas que garanticen seguridad, comodidad y bienestar para los pacientes que necesitan el servicio de salud.

Este proyecto es un escenario adecuado para realizar una práctica como pasante en el ámbito profesional, pues permite al pasante la oportunidad de tener vínculos directos tanto con la academia como con labores prácticas y admite llevar a cabo labores asignadas en pro de cumplir los objetivos empresariales.

El siguiente trabajo se presenta para demostrar, publicar y exponer el logro de los objetivos planteados desde el principio, en él se contemplan varios aspectos fundamentales como son el aprendizaje progresivo, el apoyo técnico en distintas disciplinas, y la necesidad de tomar decisiones cada vez más importantes. Las construcciones hospitalarias son muy diferentes a las de edificios convencionales, ya que la ejecución de obras se debe hacer en pleno funcionamiento del Hospital, para esto se realizó aislamientos, cerramientos, planes de contingencia etc. Otro aspecto importante que cabe resaltar es la ejecución de la obra completa con recursos limitados, los cuales fueron bien administrados y distribuidos en todas las áreas que el Hospital requería.

Dentro de la labor encomendada en este proyecto vale la pena mencionar distintos aspectos fundamentales para cumplir los objetivos: la interpretación de planos de diseño de redes y estructurales, con el fin de realizar órdenes de pedido de materiales con cantidades exactas, la medición de cantidades ejecutadas con el propósito de registrarlas en las preactas de obra, el pago a subcontratistas basado en esas magnitudes ejecutadas, la realización de planos record y de diseño con el fin de permitir arreglos por parte de mantenimiento a posibles daños futuros, la presentación de un manual de quirófanos para hacer prácticas de buen uso de los

materiales, estructuras, sensores, accesorios etc, que se instalaron en las salas de cirugía y que se pondrán en funcionamiento desde el año 2015.

## **TITULO**

**“REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, REORGANIZACIÓN FÍSICO FUNCIONAL Y AMPLIACIÓN DE LA PLANTA FÍSICA DE LA FUNDACIÓN HOSPITAL SAN PEDRO TERCERA FASE”**

Modalidad: Pasantía Institucional.

La Entidad privada que recibe al estudiante en Pasantía Institucional, garantiza la afiliación del estudiante al Sistema de Salud y Riesgos Profesionales y mensualmente apoyarlo económicamente con un Salario Mínimo Mensual Legal Vigente (1 S.M.M.L.V.), la dedicación es tiempo completo 40 Horas semanales.

## **PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **Planteamiento del problema:**

La ampliación paulatina de cobertura en el Sistema General de Seguridad Social en salud, la tendencia a unificar los planes de beneficios, el posicionamiento de la Fundación Hospital San Pedro y la demanda creciente de servicios médicos, se ha incrementado notablemente volviendo insuficiente la infraestructura y capacidad instalada para la atención.

La ciudad de Pasto se encuentra dentro del área de influencia del volcán Galeras, se clasifica dentro de amenaza sísmica alta basado en los parámetros que se especifican en la norma sismo resistente NSR-10(Título A). Frente a la probabilidad de ocurrencia de un evento catastrófico, la comunidad nariñense necesita disponer de hospitales que garanticen la continuidad en la atención, por eso su carácter de indispensable con una estructura resistente físicamente y adecuada distribución de espacios que garanticen la evacuación es caso de emergencia.

Todas las disposiciones constructivas y especificaciones se encuentran avaladas por el Ministerio de Salud y son autorizadas en nuestra región por el Instituto Departamental de Salud de Nariño (I.D.S.N), las referencias, son: <sup>[4]</sup>

- Referencia: RESOLUCIÓN 4445 DE 1996: por la cual se dictan normas para el cumplimiento del contenido del Título IV de la Ley 09 de 1979, en lo referente a las condiciones sanitarias que deben cumplir los establecimientos hospitalarios y similares.

- Referencia: RESOLUCIÓN NÚMERO 1441 DE 2013 (6 DE MAYO): por la cual se definen los procedimientos y condiciones que deben cumplir los Prestadores de Servicios de Salud para habilitar los servicios y se dictan otras disposiciones.
- Referencia: RESOLUCIÓN NÚMERO 2003 DE 2014 (28 DE MAYO): por la cual se definen los procedimientos y condiciones de inscripción de los Prestadores de Servicios de Salud y de habilitación de servicios de salud.

Además la adecuación de instalaciones hidráulicas, sanitarios de tanque y fluxómetros, sanitaria y eléctrica, se realizó de manera empírica y sin memoria escrita en los años 50. En cuanto a la red eléctrica, las remodelaciones y crecimiento de las diferentes áreas sin integralidad trajeron como consecuencia el desbalance de los circuitos sin seguridad en el soporte eléctrico para los diferentes equipos industriales, médicos, etc., con consecuencias en los costos de mantenimiento preventivo y correctivo y en muchas ocasiones con la pérdida de los equipos.

La autoevaluación y auditorías realizadas, así como los comités de obra realizados periódicamente en pro del cumplimiento del sistema único de habilitación, Resolución 1043 de 2006 en el componente de infraestructura y mantenimiento detectaron deficiencias que deben corregirse, más aún frente a las exigencia de estándares del ambiente físico propios de acreditación.

La ampliación de los espacios en el futuro es evidente, para suplir necesidades de las personas que asisten por razones de salud al hospital, como son zonas comunes de acceso, aumentar el área de parqueaderos, instalar señalización, reconstruir áreas pendientes como son la capilla, cafetería, recepción de citas, portería, además de la escuela de enfermería de la Universidad de Nariño, la cual cuenta con una estructura obsoleta, que registra muchos años de construcción y no garantiza parámetros sismo resistentes, ni mucho menos funcionales para el correcto desempeño de los estudiantes que se encuentran en periodo de práctica en la zona de enfermería.

El proyecto planteó el reforzamiento del bloque asistencial (8.788 m<sup>2</sup>) por medio de una estructura en concreto reforzado localizada principalmente en el perímetro del bloque, aprovechando los elementos de la estructura existente. Se realizó la terminación de la reubicación y reconstrucción físico funcional de cada dependencia siguiendo un nuevo diseño arquitectónico. Además se construirá la ampliación en (2.500 m<sup>2</sup>) aproximadamente destinados a hospitalización con capacidad para 50 camas y proyección de 2.000 m<sup>2</sup> adicionales en la construcción de dos pisos adicionales.

## **Formulación del problema**

¿Cómo puedo contribuir en el apoyo técnico a la obra denominada reforzamiento estructural, reorganización físico funcional y ampliación de la planta física de la Fundación Hospital San Pedro tercera fase?

## **Sistematización del problema**

- ¿Cómo manejar la programación y ejecución de obras?
- ¿Cuáles son las herramientas que permiten un apoyo técnico del proyecto?
- ¿Cuál es el nivel de satisfacción del contratante a través de las actas de entrega definitiva de obra?
- ¿Cómo crear una guía práctica de uso adecuado de la infraestructura hospitalaria, como manuales, planos, y otros recursos que permitan una correcta utilización de las instalaciones y construcciones?

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Contribuir con el apoyo técnico del proyecto “reforzamiento estructural, reorganización físico funcional y ampliación de la planta física de Fundación Hospital San Pedro”, con el fin de inspeccionar la construcción de áreas para tener una total cobertura de los pacientes que necesitan de los servicios médicos.

### **Objetivos específicos**

- Calcular las cantidades de obra según planos de diseño, para realizar órdenes de pedido de materiales y registrar las cantidades ejecutadas en preactas, hacer las actas de entrega de obra ante la interventoría y un representante del contratante.
- Trazar los planos record estructurales y de redes hidráulica (y agua caliente), sanitaria (y aguas lluvias), eléctrica, con el programa asistido por computadora AUTO CAD 2014.
- Desarrollar un manual de uso y mantenimiento de áreas de sala de cirugía (quirófanos).

- Diseño de red de gases medicinales mediante la aplicación de bloques dinámicos utilizando el programa AUTO CAD 2014.
- Realizar el presupuesto y registro completo de cantidades de obra en preacta del área central de esterilización.

## **JUSTIFICACIÓN**

Desde años atrás la Gerencia emprendió una gestión tendiente a obtener reconocimiento por parte del Estado para este tipo de Fundaciones hospitalarias que antes de la entrada en vigencia de la ley 100 de 1993, hacían parte del Sistema Nacional de Salud, para el caso específico del Hospital San Pedro antes de 1975 era el único hospital que prestaba servicios a la población del suroccidente colombiano ante la falta de presencia estatal.<sup>1</sup>

Como resultado la Ley 1438 de 2010, reconoce un tratamiento especial para las fundaciones hospitalarias que cumplan estas condiciones, en temas de contratación para venta de servicios de salud y acceso a créditos, les otorga tratamiento de Empresas Sociales del Estado.

El Ministerio de Salud en conjunto el con Instituto Departamental de Salud de Nariño, ha realizado visitas a las entidades hospitalarias, con el fin de verificar que la infraestructura cumpla con la normatividad vigente en pro de la acreditación de áreas de servicios médicos, es por eso que se hace urgente la adecuación, reforzamiento, remodelación y ampliación de la estructura del hospital ya que se han aumentado los convenios con otras entidades para que el hospital san Pedro atienda las necesidades de los usuarios a continuación se presenta el aumento de la cobertura hospitalaria en el siguiente cuadro de proyección de pacientes:

---

<sup>1</sup> GUERRA NIETO, Emma. Estudio de factibilidad: “Reforzamiento Estructural, Reorganización Físico Funcional Y Ampliación De La Planta Física De FHSP Tercera Fase.” Colombia: Fundación Hospital San Pedro, 2013. 35 p. Colombia, San Juan de Pasto.

**Tabla 1. Proyección de pacientes HOSPITAL SAN PEDRO [1]**

Año	Pacientes
2006	69,481
2007	71,304
2008	73,174
2009	75,094
2010	77,064
2011	79,086
2012	81,160
2013	83,290
2014	85,475

Se usó una ecuación para calcular la población final que tiene en cuenta el número de intervalos de tiempo que aparecen en los datos.

Población final = (Población inicial) \* (1 + tasa de crecimiento)<sup>n</sup>; donde n = número de períodos de tiempo.

Se usó una ecuación para calcular la tasa de crecimiento.

Tasa de crecimiento = (población presente / población pasado)<sup>1/n</sup> - 1.

Tasa de crecimiento = (85,475 / 69,481)<sup>1/9</sup> - 1.

Tasa de crecimiento = 0.0233 = 2.33%

Se debe reemplazar el valor obtenido de la tasa de crecimiento en la ecuación de la población final.

Población final = (85,475) \* (1 + 0.0233)<sup>1</sup>; donde n = número de períodos de tiempo.

**Población final para el año 2015 = 87,467 Pacientes.**

<sup>1</sup> GUERRA NIETO, Emma. Estudio de factibilidad: "Reforzamiento Estructural, Reorganización Físico Funcional Y Ampliación De La Planta Física De FHSP Tercera

Fase.” Colombia: Fundación Hospital San Pedro, 2013. 35 p. Colombia, San Juan de Pasto.

La necesidad de una nueva distribución de los espacios disponibles así como la ampliación del Hospital es imperiosa ya que la atención de pacientes aumenta como lo evidencia el crecimiento poblacional, así como también una reorganización físico funcional que permita el cumplimiento de normas y resoluciones de infraestructura hospitalaria y además que garantice una completa cobertura para todos los pacientes pertenecen a este hospital.

Todo parte de un diseño de redes muy completo, el cual tiene en cuenta cambios en materiales como en tubería PVC por hierro galvanizado, o la creación de dos estaciones eléctricas con un cuarto eléctrico que regula la energía en toda la entidad hospitalaria, además de un nuevo sistema de ventilación mecánica y aire acondicionado de extracción y suministro del servicio, además aprovechar los elementos estructurales viejos para unirlos con los nuevos, para la ampliación con estructuras metálicas utilizando perfiles de acero importados desde Europa.

La organización acogió con firmeza la decisión de acreditarse para mejorar de manera efectiva la calidad y humanización del servicio, uno de los componentes transversales de mayor importancia es el despliegue de una política de seguridad del paciente, con lo cual el hospital esta comprometido para complementar tal propósito, resulta imperativo disponer de un hospital seguro, que permita continuar la atención aún después de una catástrofe.

La privilegiada ubicación del Hospital San Pedro en zona fronteriza con el Ecuador, genera oportunidades de comercialización para venta servicios de salud, específicamente cirugía bariátrica, oftalmológica, de traumatología y ortopedia, por lo cual es necesario incentivar y mantener el potencial exportador.

Hace cuatro (4) años se realizó el estudio de la infraestructura del bloque asistencial, estudio que incluyó el análisis de la estructura en cuanto a sismo resistencia, redes eléctricas, hidrosanitarias, de voz y datos, encontrando que toda la arquitectura incluyendo las diferentes redes ya cumplieron su ciclo de vida y que es de manera necesaria y urgente realizar una remodelación del bloque asistencial, dicho estudio fue actualizado y la propuesta de fortalecimiento estructural es menos invasiva, pues incluye el diseño y construcción de ocho macro pórticos, seis de los cuales son externos. Según lo anterior se debe rediseñar redes eléctricas, hidrosanitarias, voz y datos.<sup>2</sup>

De esta manera se obtuvo una infraestructura hospitalaria moderna, segura y competitiva, logrando una mejor utilización de los espacios que permitan mayor participación en el mercado (cumpliéndose con la normatividad vigente.)

---

<sup>2</sup> Ibíd.

## **1. COBERTURA DEL ESTUDIO**

### **1.1 COBERTURA TEMPORAL**

La tercera fase del proyecto inició el 30 de Septiembre de 2013 y terminó el 28 de Noviembre de 2014.

La vinculación laboral del pasante inició el 9 de Octubre del 2013 y Finalizó el 28 de Noviembre del 2014.

### **1.2 COBERTURA ESPACIAL**

El apoyo técnico se lleva a cabo en la ciudad de San Juan de Pasto en las oficinas del campamento de obra ubicadas en la calle 16 con carrera 43 esquina de la Fundación Hospital San Pedro.

## 2. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

### 2.1 TIPO DE ESTUDIO

Para alcanzar los objetivos planteados, se utilizó una serie de herramientas, un diseño metodológico descriptivo que alcance la identificación de elementos características del problema de estudio.<sup>3</sup>

El estudio descriptivo permitió identificar las características de las áreas a intervenir así como de las magnitudes referentes a cantidades proyectadas en obra, identificando las características del universo de investigación, señalando especificaciones técnicas del universo investigado, estableciendo comportamientos concretos, descubriendo y comprobando la asociación entre variables de investigación.

### 2.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Los siguientes son los procesos de conocimiento a tomar para la ejecución del presente plan de trabajo:

**Método deductivo.** Proceso de conocimiento que se inicia por la observación de fenómenos generales con el propósito de llegar a conclusiones y premisas particulares contenidas explícitamente en la situación general, porque se busca detectar el comportamiento particular a partir de un diagnóstico general.

**Analítico y sintético.** Procesos que permiten al investigador conocer la realidad. El análisis se compone del todo en sus partes y la síntesis relaciona los elementos componentes del problema y crea explicaciones a partir de su estudio.

### 2.3 FUENTES Y TÉCNICAS PARA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

La técnica de recolección de la información fueron, primero los planos de levantamiento, segundo los nuevos planos de diseño y tercero las especificaciones de las resoluciones vigentes.<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> Ibíd.

<sup>4</sup> Ibíd.

**Fuentes primarias.** La información de tipo primario, se debe recopilar de manera directa siendo indispensable la utilización de técnicas y procedimientos que suministren la información adecuada. Se recopilará a través del programa AutoCAD 2014 planos de levantamiento entregados por la entidad hospitalaria, con el fin de extraer cantidades y magnitudes así como información para realizar diseños encomendados a profesionales con postgrados en cada área de ingeniería.

**Fuentes secundarias.** Para el desarrollo de estudio se empleó información de tipo secundario que se encuentra principalmente en bibliotecas: libros, periódicos y otros materiales impresos como folletos, trabajos de grado, revistas especializadas, enciclopedias, sitios electrónicos en internet. Así mismo, se tiene en cuenta las resoluciones de infraestructura hospitalaria, como la 4445 de 1996; la 1441 de 2013 y la que reemplaza a esta última la 2003 de 2014.

### **3. INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

La técnica de recolección de datos a utilizar es la extracción directa de información con la ayuda del programa AutoCAD 2014, utilizando herramientas aprendidas durante la época académica, sacando datos exactos que serán analizados para ejecutar la labor de apoyo técnico del proyecto.

#### **3.1 TIPO DE COMANDO**

Los comandos utilizados en el programa son múltiples, las herramientas para hacer un trabajo más ágil son variadas, entre las principales a utilizar son las capas de redes, los bloques dinámicos con edición de propiedades de los materiales de obra, y las tablas extracción de datos.

#### **3.2 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

La definición de las técnicas anteriores exige la determinación de procedimientos de codificación, tabulación de la información y la elaboración de cuadros y gráficos, a través del programa de hoja de cálculo Microsoft Excel.

#### 4. INFORMACIÓN GENERAL DE LA EMPRESA



**Figura 1. Logo de la constructora Martínez y CIA-Ingenieros Constructores.**

Martínez y CIA –Ingenieros Constructores es una empresa constructora que inició labores de Ingeniería Civil hace muchos años, y está cimentada sobre las bases de Innovación, Alta Tecnología, Compromiso Humano y Responsabilidad Social. En estos años la Empresa Martínez y CIA –Ingenieros Constructores, se ha especializado en la construcción de obras civiles como edificaciones, viviendas, y principalmente hospitales, además de obras civiles en general.

El objeto social de la empresa es Construcción, con el objetivo en un futuro cercano asociar otras actividades que acompañen la construcción de obras civiles públicas y privadas, para esto Martínez y CIA –Ingenieros Constructores está en proceso de transformación de Sociedad en pro del desarrollo regional.

El gerente general de la constructora es el Ingeniero José A. Martínez G. con Postgrados en Administración de Empresas Constructoras y en Patología de la Construcción, apoyado por un grupo de ingenieros que unen ideas en pro del avance de obra, en general se buscó soluciones a problemas cotidianos que se presentan en campo, el director de obra es el ingeniero Mario López M, quien cuenta con experiencia certificada en proyectos de gran magnitud que respaldan su labor.

La constructora tiene un amplio conocimiento en sistemas hospitalarios por trabajos realizados en anteriores oportunidades como trabajos de Ingeniería civil de reforzamiento y reorganización físico funcional en: Hospital Departamental de Nariño San Juan de Pasto, Hospital Eduardo Santos de la Unión Nariño, así como

también adelanta trabajos de diseño y construcción de edificios de uso residencial, en este tipo de proyectos cuenta con un importante número de obras ejecutadas.

Los Ingenieros asociados a la entidad se especifican a continuación:

- Director de Obra: Ing. Civil Mario López Martínez.
- Ingeniero Estructural: Ing. Civil M.Sc. Nelson Mera Campo.
- Ingeniero Estructuras metálicas: Ing. Civil. Diego Mafla.
- Ingeniero Eléctrico: Ing. Electricista Iván Bacca.
- Ingeniero Hidráulico y sanitario: Ing. Civil. Iván Daniel Santacruz Lasso.
- Ingeniero Auxiliar: Pasante de Ingeniería Civil Daniel Chamorro Rodríguez.
- Arquitecto: Arq. M.Sc. Carlos Miguel Narváez.

## 5. DESARROLLO DEL TRABAJO

El proyecto de reforzamiento estructural, reorganización físico funcional y ampliación de la planta física de la Fundación Hospital San Pedro llegó a su etapa final, han sido muchas la experiencias vividas buenas y aspectos por mejorar durante el desarrollo del trabajo, el aprendizaje a medida que avanzaba la obra ha sido satisfactorio. El apoyo que se brindó a la constructora fue en el desarrollo de actividades puntuales, las cuales fueron ordenadas por el director de obra, con el fin de ayudar en la programación y coordinación de tareas que hagan que el avance sea el esperado. (ver tablas 2 y 3)

Entre los resultados más destacados se pueden mencionar:

- Se calculan y efectúan las últimas órdenes de pedidos de materiales, con el fin de terminar la obra definitivamente, haciendo un control de materiales de almacén.
- Entrega concluyente del área de ampliación denominada Ginecobstetricia y Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN), terraza, losas de quinto nivel, pasillos exteriores, laboratorio, consultorios urgencias.
- Finalización de obras en el área de Unidad de cuidados Intensivos (UCI), según presupuesto anexado.
- Entrega final de cárcamo en concreto de 3500 PSI, reforzado con acero corrugado, se desarrolló la última etapa de la fase tres, para transportar redes de gases medicinales como son: Nitrógeno (N), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), evacuación de gases (EG).
- Termina la construcción de cuarto de equipos de gases medicinales, en estructura metálica, cubierta de un agua en teja termo acústica, muros en seco, cielo raso en panel yeso, punto eléctrico de 220 Voltios, pintura epóxica, puertas y ventanas en aluminio, con fin de almacenar equipos de gases medicinales.
- Culmina la obra y se hace la entrega definitiva de tres cuartos de equipos de aire acondicionado, para proteger equipos que no pueden exponerse a la intemperie, la estructura utilizada es metálica soldada y pernada a estructura existente, losas aligeradas con steeldeck, muros en seco, cubierta de un agua con teja termo acústica, incluye desagües, ductos eléctricos, perforaciones para alimentación y extracción del sistema de aire acondicionado.
- Se hace las preactas de cobros finales y acta de entrega definitiva de obras que han sido contratadas por el hospital San Pedro.
- Finaliza la construcción de fachada principal flotante, soportada en estructuras metálicas.
- Termina la construcción de las 2 salas de rayos X plomadas.

**Tabla 2. Resumen del estado del avance del proyecto**

Ítem*	% terminado
<b>Objetivos</b>	
Calcular cantidades de obra, según los planos de diseño, para realizar órdenes de pedido de materiales	Alcanzado
Trazar los planos récord del sistema estructural, sanitario, hidráulico, aguas lluvias, redes eléctricas, utilizando el programa Auto CAD 2014.	Alcanzado
Desarrollar un manual de uso y mantenimiento de quirófanos.	Alcanzado
Diseñar la red de gases medicinales, mediante la aplicación de bloques dinámicos utilizando el programa Auto CAD 2014.	Alcanzado
Realizar el presupuesto y registro completo de cantidades de obra en preacta de central de esterilización	Alcanzado

**Tabla 3. Cronograma porcentual de desarrollo**

Actividades	%
Cuantificación en obra y planos de diseño.	100
Desarrollar planos record en Auto Cad 2014.	100
Crear un manual de uso y mantenimiento de quirófanos.	100
Diseñar red de gases medicinales, mediante la aplicación de bloques dinámicos en Auto Cad 2014.	100
Desarrollar presupuesto y preacta central de esterilización	100
Elaboración del documento final	100%
Avance general del proyecto	Satisfactorio***

**Tabla 4. Indicaciones de cronograma**

<p>* No resume ninguno de los objetivos del proyecto inicial. Sepárelos por medio de filas vacías.</p> <p>** El asesor o director del proyecto puede brindar ayuda para estimar los porcentajes de culminación de cada actividad.</p> <p>*** El avance general del proyecto (satisfactorio o no satisfactorio) depende de las opiniones del asesor o director, los estudiantes y el grado de cumplimiento de la propuesta inicial.</p>
--

## 5.1 CONCRETO SIMPLE Y REFORZADO

El hormigón o concreto simple es un material compuesto empleado en construcción, formado esencialmente por un aglomerante al que se añade: partículas o fragmentos de un agregado, agua y aditivos específicos.

En ocasiones el cemento (generalmente cemento Portland) mezclado con una proporción adecuada de agua para que se produzca una reacción de hidratación. Las partículas de agregados, dependiendo fundamentalmente de su diámetro medio, son los áridos (que se clasifican en grava, gravilla y arena). La sola mezcla de cemento con arena y agua (sin la participación de un agregado) se denomina mortero. Existen hormigones que se producen con otros conglomerantes que no son cemento, como el hormigón asfáltico que utiliza betún para realizar la mezcla.

Se desarrollaron trabajos en los cuales se utilizó concreto simple y reforzado, las dosificaciones se calculan de acuerdo a la tabla de concretos y morteros, en otras aplicaciones se determinó el uso de concreto premezclado adquirido a CONCRETUR, distribuidor que garantiza la resistencia solicitada por el ingeniero estructural.

Las labores en donde se utilizó concreto fueron numerosas, como uno de los principales materiales, para esto se cubrió en obra y en ocasiones se cuantificó directamente de los planos de diseño, en donde habían especificaciones en cuanto a dimensiones y resistencias.

Básicamente se utilizó concreto en cimentaciones, foso de ascensor columnas, pedestales en concreto para anclar estructuras metálicas, losas de piso, losas aligeradas en steel deck, accesos, nivelación de piso, muros plomados en rayos X, muros plomados en quirófanos, estructura para tratamiento de vapor con tabiques en concreto y redes en hierro galvanizado.

Dentro de los ítems que se manejaron se puede diferenciar distintos tipos de concreto que tienen diferentes usos, variadas resistencias y muchas cantidades cubicadas, en el caso del concreto reforzado se ha hecho despiece de las barras de acero magnificando la cantidad de acero en kilogramos, registrando todo en cantidades de obra definidas en las actas. Diferenciando el concreto de elementos estructurales y no estructurales. (ver tablas 5, 6 y 7)

**Tabla 5. Distintos tipos de concreto usado en obra.**

PSI	MPa	kg/cm <sup>2</sup>	Usos
2500	17.5	175	Solado – placas de piso
3000	21	210	Recalce elementos estructurales existentes- Elementos estructurales nuevos
4000	28	280	Elementos estructurales nuevos
60.000	420	4200	Acero de refuerzo

**Tabla 6. Dimensiones nominales de las barras de acero <sup>[5]</sup>**

**DIMENSIONES NOMINALES DE LAS BARRAS DE REFUERZO  
(Diámetros basados en octavos de pulgada)**

Designación de la barra (véase la nota)	Diámetro de referencia en pulgadas	DIMENSIONES NOMINALES			Masa kg/m
		Diámetro mm	Area mm <sup>2</sup>	Perímetro mm	
No. 2	1/4"	6.4	32	20.0	0.250
No. 3	3/8"	9.5	71	30.0	0.560
No. 4	1/2"	12.7	129	40.0	0.994
No. 5	5/8"	15.9	199	50.0	1.552
No. 6	3/4"	19.1	284	60.0	2.235
No. 7	7/8"	22.2	387	70.0	3.042
No. 8	1"	25.4	510	80.0	3.973
No. 9	1-1/8"	28.7	645	90.0	5.060
No. 10	1-1/4"	32.3	819	101.3	6.404
No. 11	1-3/8"	35.8	1006	112.5	7.907
No. 14	1-3/4"	43.0	1452	135.1	11.380
No. 18	2-1/4"	57.3	2581	180.1	20.240

Nota: El No. de la barra indica el número de octavos de pulgada del diámetro de referencia

**Tabla 7. Mezclas de concretos y morteros.**

MEZCLA	CEMENTO kg	ARENA m3	TRIT. m3	AGUA (lts)		RESISTENCIA			
				MEZCLA	CURADO	kg/cm2		Lb/pg2	
1:2:2	420	0.670	0.670	210	105	260	286	3640	4004
1:2:2,5	375	0.600	0.760	188	105	250	260	3500	3640
1:2:3	350	0.555	0.835	175	105	240	250	3360	3500
1:2,5:3,5	313	0.590	0.830	157	100	230	240	3220	3360
1:2:4	300	0.475	0.950	150	100	210	230	2940	3220
1:2,5:4	280	0.555	0.980	140	100	200	220	2800	3080
1:2,25:4,5	260	0.520	0.940	130	95	190	210	2660	2940
1:3:3	300	0.715	0.715	150	95	165	190	2310	2660
1:3:4	260	0.625	0.835	130	95	150	180	2100	2520
1:3:5	230	0.555	0.920	115	80	115	140	1610	1960
1:3:6	210	0.500	1.000	105	80	100	130	1400	1820
1:4:7	175	0.555	0.795	88	80	85	110	1190	1540
1:4:8	160	0.515	1.025	80	80	80	100	1120	1400
1:1	750	0.94		300	35	300	350	4200	4900
1:2	610	0.97		244	35	270	310	3780	4340
1:3	454	0.90		182	35	250	280	3500	3920
1:4	364	1.16		146	30	210	240	2940	3360
1:5	302	1.20		121	30	170	200	2380	2800
1:6	261	1.25		104	30	120	160	1680	2240
1:7	228	1.25		101	29	90	120	1260	1680
1:8	203	1.25		91	29	85	110	1190	1540
1:9	166	1.25		76	29	70	80	980	1120
1:10	166	1.25		76	25	55	80	770	1120
1:12	141	1.25		66	25	50	60	700	840
1:14	115	1.26		56	25	35	45	490	630
1:15	105	1.27		52	25	30	40	420	560

**Losa macizas en una dirección:** En el caso de losas macizas se ha usado el criterio de la norma sismo resistente NSR-10, con el fin de determinar el espesor de la misma, además definiendo el acero de refuerzo y la correcta ubicación de varillas según el sentido en el cual trabaja la carga de la losa, todas las cantidades se registran en la preacta de obra, además se usan productos de SIKA epóxico para anclar las varillas a losas existentes. (ver tabla 8)

**Tabla 8. Espesores mínimos de vigas no pre esforzadas o losas reforzadas en una dirección, a menos que se calculen deflexiones <sup>[5]</sup>**

	Espesor mínimo, <b>h</b>			
	Simplemente apoyados	Con un Extremo continuo	Ambos Extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que <b>NO</b> soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$\frac{\ell}{20}$	$\frac{\ell}{24}$	$\frac{\ell}{28}$	$\frac{\ell}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{\ell}{16}$	$\frac{\ell}{18.5}$	$\frac{\ell}{21}$	$\frac{\ell}{8}$

**NOTAS:**

Los valores dados en esta tabla se deben usar directamente en elementos de concreto de peso normal y refuerzo grado 420 MPa. Para otras condiciones, los valores deben modificarse como sigue:

(a) Para concreto liviano estructural con densidad  $w_c$  dentro del rango de 1 440 a 1 840 kg/m<sup>3</sup>, los valores de la tabla deben multiplicarse por  $(1,65 - 0.0003w_c)$ , pero no menos de 1.09.

(b) Para  $f_y$  distinto de 420 MPa, los valores de esta tabla deben multiplicarse por  $(0.4 + f_y / 700)$  ..

**Uso del material en salas de rayos X <sup>[2]</sup>**

Es el ambiente destinado a la realización, procesamiento e interpretación de las imágenes de los estudios efectuados por Rayos X. Requiere espacios para:

- Información citas y control de pacientes.
- Vestuario de pacientes.
- Control y disparo de equipos.
- Sala de examen, acorde con las dimensiones del equipo e intensidad de las emisiones de Rayos X.
- Depósito para medios de contraste y elementos de consumo.
- Cuarto para revelado automático o manual, con cámara oscura y cámara clara.
- Lectura de placas.
- Oficina para Radiólogo.
- Depósito o archivo de placas, alejados de la zona de examen.

En los servicios radiológicos se tendrán en cuenta las protecciones necesarias para evitar radiaciones al personal que son cancerígenas y de alto riesgo para la salud, para lo cual se requiere:<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Ministerio de Salud, Resolución 1441 de 2013. Por la cual se definen los procedimientos y condiciones que deben cumplir los Prestadores de Servicios de Salud para habilitar los servicios y se dictan otras disposiciones, 2013. 209p. Colombia, Bogotá.

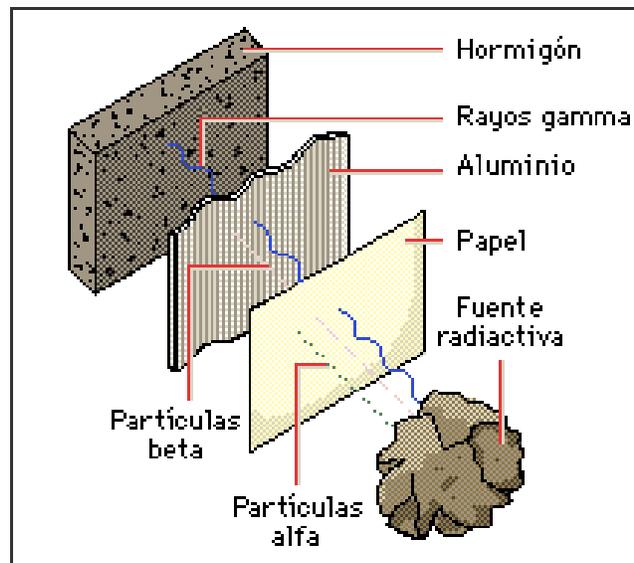
a) Adecuado blindaje en lámina de plomo en paredes y puertas para protección contra las radiaciones ionizantes. Cuando se trate de una edificación de más de un piso, los entrepisos correspondientes al área de la sala de examen deberán contar con la protección adecuada.

b) Que la sala de examen no esté cercana a zonas de permanencia de personal como son oficinas, salas de espera y espacios similares.

c) Área mínima de 20.00 m<sup>2</sup> (lado mínimo 3.80 m.), para equipo de 300 miliamperios para una sala de Radiología.

d) Cuando las posibilidades de recubrimiento en plomo no sean factibles, se tendrán en cuenta las siguientes equivalencias en otros materiales para seguridad de las personas, así: (ver figura 2-5)

- 1 mm. de plomo equivale a:
- 80 mm. de concreto ordinario.
- 17 mm. de concreto y barita.
- 100 mm. de ladrillo tolete.
- 200 mm. de placa hueca



**Figura 2. Exposición de radiación en el hormigón**



**Figura 3. Muros plomados equivalentes en concreto ordinario.**



**Figura 4. Muros plomados en rayos X con plomo de 2 mm de espesor.**



**Figura 5. Muros plomados terminados en rayos X.**

### **Cárcamo en concreto reforzado y cámara de retención y enfriamiento**

El cárcamo surge de la necesidad de proteger la red de gases medicinales de tubería de cobre tipo L de dióxido de carbono, nitrógeno y evacuación de gases, se construyó en tres etapas, la primera fue para conexión principal al cuarto de gases medicinales construido en estructuras metálicas, la segunda para flujo peatonal, la tercera para circulación vehicular, por otra parte el tratamiento de vapor se hace en concreto reforzado por medio de una cámara de retención y enfriamiento, con una red de hierro galvanizado la cual soporta temperaturas muy altas producto de la esterilización de equipos y materiales utilizados en procedimientos médicos de alta complejidad. (ver figura 6 y 7)



**Figura 6. Fase final de cárcamo en concreto reforzado.**



**Figura 7. Cámara de retención y enfriamiento con red en HG.**

## Uso de concreto reforzado en ascensor

Para la cimentación, pedestales, columnas, y foso del ascensor se siguió los planos estructurales que se especificaban en concreto reforzado, las losas que unen el ascensor con el puente se construyeron en steel deck, los elementos estructurales fueron construidos tal y como lo determinó el ingeniero calculista, para el foso se utilizó concreto mezclado en obra y para los demás elementos así como también para las losas se determinó usar concreto premezclado. (ver figuras 8 a 12)



**Figura 8. Comprobando la separación entre barras según planos de diseño.**



**Figura 9. Fundición de foso del ascensor.**



**Figura 10. Elaboración de cilindros de concreto y cono de Abrams.**



**Figura 11. Losas fundidas con concreto premezclado de ascensor.**





Innovación para tu vida  **BOSCH**

[Bosch en España](#) [Herramientas eléctricas](#) [Construcción e industria](#)

## Medidor láser de distancias **DLE 70 Professional**

[¿Qué le gustaría realizar?](#) [Funciones de medición](#) [Especificaciones técnicas](#) [Comprar el DLE 70 Professional](#)



**El trabajo preciso**  
será ahora 10 veces más rápido.

Rápido y sencillo de manejar.  
Medición precisa de hasta 70 m.

**Figura 12. Medida de cantidades de obra con metro láser para mayor precisión.**



**Figura 13. Uso de detector de acero, marca BOSCH (la alerta roja y pito indica que existen barras de acero en el elementos estructurales comprobando correcto recubrimiento y separación entre barras)**

## 5.2 ESTRUCTURAS METÁLICAS

Dentro del proyecto se ejecutaron el diseño y la construcción de la ampliación del área de Ginecología y Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales, con un área de 614.37 m<sup>2</sup> así como también de un ascensor de 6 niveles, se miró viable el trabajo con estructuras de acero en la ampliación, debido a que existían con luces grandes, el trabajo del Ingeniero es determinar los perfiles adecuados que soporten las solicitaciones de tracción, además de fuerza cortante, momentos flectores, y esfuerzos admisibles, etc. El proceso constructivo se rige de un diseño estructural el cual deberá ser analizado por ingenieros Civiles preferiblemente Especialistas en Estructuras.

En América Latina las calidades más usadas son las de tipo A-36 (de 240/250 MPa de fluencia) o A-572 Grado 50 (de 340 / 350 MPa de fluencia), otras calidades de mayores resistencias no se utilizan frecuentemente debido al reducido tamaño del mercado y a la dificultad consecuente de mantener existencias muy diversificadas.

Este tipo de estructuras irán ensambladas en dos tipos de conexiones mediante pernos incrustados y por medio de un cordón de soldadura calculado previamente, los criterios se basan en el título F de la Norma Sismo resistente- estructuras metálicas. Estas estructuras son sometidas a flexión, cortante, esfuerzos admisibles, y a cargas plenamente calculadas como cargas viva, muerta, sismo, viento, etc y sus combinaciones de NSR-10 (Título B-Cargas).

Es importante destacar que la ampliación se hace con una cubierta de cuatro aguas, el tipo de teja usada es termo acústica, y los elementos estructurales como columnas van soldadas a platinas empotradas sobre losas existentes bidireccionales y en otros casos a pedestales en concreto reforzado, a estas se transmiten las cargas de las vigas, el sistema estructural es diseñado con perfiles (vigas, columnas), perlines (correas), platinas, templetes, contravientos, pernos y soldadura. (ver tabla 9)

**Tabla 9. Descripción de elementos utilizados en la ampliación del hospital**

DETALLE	DIMENSIONES	ALTURA
Platina	37*37*3/4	-
Columna en tubo PTS	200*200*5.5 mm	3 m
Columna en tubo PTS	200*200*5.5 mm	4 m
Columna en perlin PHR	160*305*3.0 mm	3 m
Columna en perlin PHR	160*305*3.0 mm	4 m
Viga en tubo PTS	150*250*5.5 mm	5 m
Viga en tubo PTS	150*250*5.5 mm	6 m
Viga en tubo PTS	150*250*5.5 mm	8 m
Viga en perlin PHR	160*305*2.5 mm	5 m
Viga en perlin PHR	160*305*2.5 mm	6 m
Viga en perlin PHR	160*305*2.5 mm	8 m
Correa en perlin	160*60*2.5 mm	-
Contraviento en varilla lisa	5/8	-
Templete en ángulo	1*1/8	-
Canal en lamina Galvanizada	0.3*0.25*0.25 m	-
<b>PESO TOTAL DE LA ESTRUCTURA</b>		<b>11.726.1 Kg</b>



**Figura 14. Demolición de losa maciza bidireccional para ampliación**



**Figura 15. Anclajes sobre pedestal en concreto reforzado**

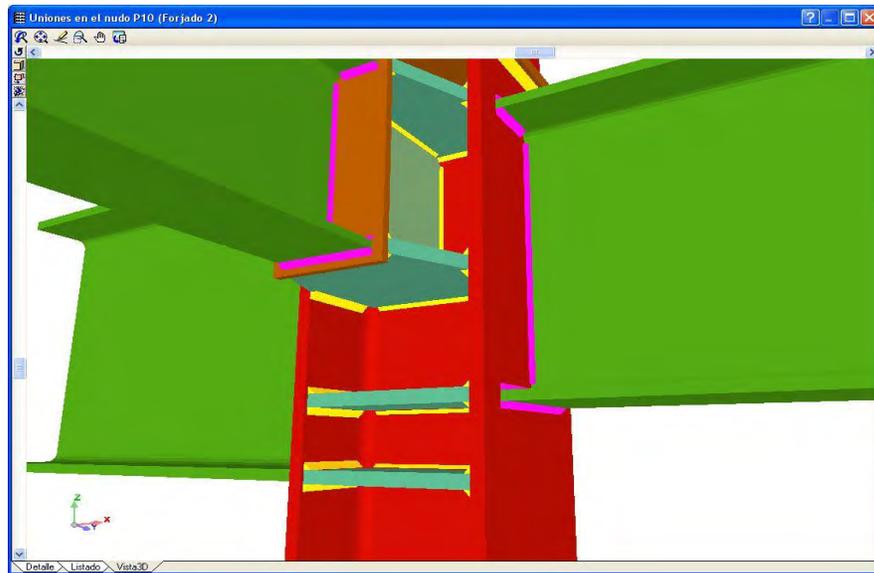


**Figura 16. Primer eje de cuatro de ampliación con estructuras metálicas.**

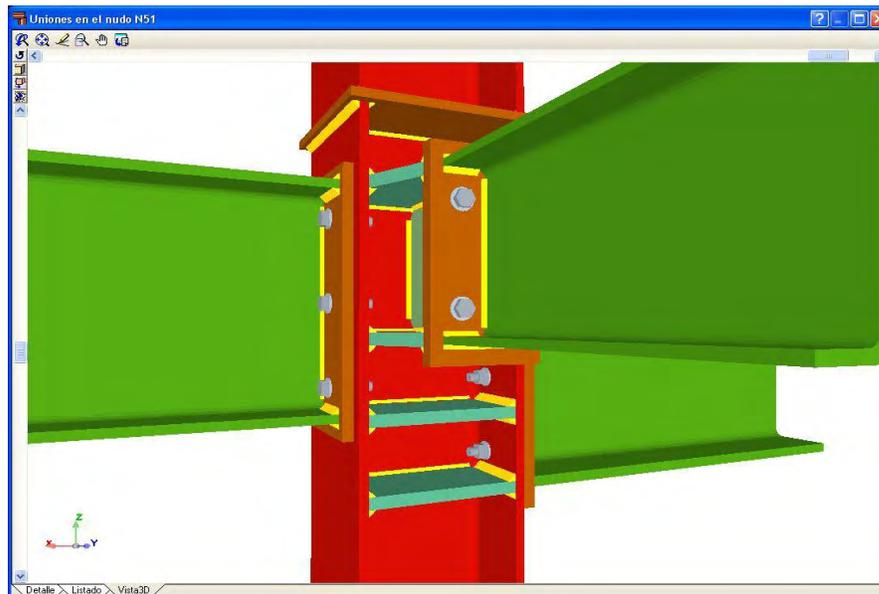


**Figura 17. Instalación de teja termoacústica en cubierta de cuatro aguas.**

**Nota Importante:** En el caso del ascensor se tenía un diseño inicial con perfiles W, al no ser comerciales se hacen modificaciones en planos estructurales por recomendación y responsabilidad del diseñador estructural I.C. M.Sc. Nelson Mera Campo, se realiza la equivalencia estructural, para vigas W(10x33) por perfiles HEA(240), y para columnas W(12x58) por perfiles HEA(300), estos perfiles son importados de Noruega, se anexan planos originales y con modificaciones. (ver figuras 18 a 25)



**Figura 18. Simulación en 3D de estructura soldada.**



**Figura 19. Simulación en 3D de estructura pernada.**



**Figura 20. Estructura del ascensor soldada y pernada.**



**Figura 21. Unión entre ascensor y puente por medio de losas en steel deck.**



**Figura 22. Izado de Columnas y vigas de ascensor con Grúa P Y H.**



**Figura 23. Estructura del ascensor.**

CONCEPTO METAL

INGENIERÍA METÁLICA

ANÁLISIS PESO ESTRUCTURA Caseta 1					
No	DETALLE	UND	CANTIDAD	W.UNIT	W.PARCIAL
1	ANGULOS DE 2*1/4	UND	8,0	0,5	3,8
2	TUBO PTS 100*100*2.5MM	UND	2,0	45,2	90,4
3	PERLIN 120*60*2.0MM	UND	3,0	24,5	73,4
4	CHAZOS DE EXPANSION 5/8	UND	12,0	0,4	4,8
5	TUBO CUADRADO 1*1"	UND	0,5	4,1	2,0
PESO TOTAL					174,4

ANÁLISIS PESO ESTRUCTURA Caseta 2					
No	DETALLE	UND	CANTIDAD	W.UNIT	W.PARCIAL
1	PLATINAS 25*22*1/4	UND	4,0	2,8	11,0
2	PERLIN 160*80*2.5MM COL	UND	3,5	35,8	125,4
3	PERLIN 160*80*2.0 MM VIG Y CORREA	UND	5,0	28,6	143,1
4	ANGULO DE 1*1/8	ML	1,2	7,1	8,6
5	VARILLA LISA DE 1/2	ML	12,0	1,0	12,0
PESO TOTAL					300,0

ANÁLISIS PESO ESTR. LOSA CUARTO MAQUINAS - LOSA CUBIERTA - VIGUETAS CONTORNO					
No	DETALLE	UND	CANTIDAD	W.UNIT	W.PARCIAL
1	PLATINAS 6.3*10*1/4	UND	20,0	0,32	6,4
2	PLATINA 25*15*5/8	UND	2,0	4,68	9,4
3	VIGA IPE 200	UND	5,0	134,4	672,0
4	VIGA W1022	ML	3,0	32,1	96,3
5	VIGA IPE 160	UND	6,0	94,8	568,8
6	PERLIN 160*60*3.0MM	UND	6,0	42,96	257,8
7	TORNILLOS D 3/4*2"	UND	6,0	0,4	2,1
8	TORNILLOS D3/4*11/2	UND	40,0	0,3	10,0
PESO TOTAL					1.622,7

Tabla 10. Análisis peso de estructuras adicionales



**Figura 24. Cuarto de equipos de gases medicinales.**



**Figura 25. Cuarto de máquina-losa cubiertas- viguetas contorno.**

### 5.3 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Cada vez es más elemental en una instalación eléctrica prestar atención al ahorro energético. Más allá del coste inicial que suponga el proyecto es fundamental atender al posterior coste que generará su utilización que suele ser muy superior a la puesta en funcionamiento de la infraestructura. Si se tiene en cuenta la capitalización de los flujos de caja futuros en términos de coste energético y se suma a la inversión inicial para la realización de la instalación se obtuvo el coste real descontado de la instalación.

El hospital cuenta con dos subestaciones a las cuales llega 13.200 Voltios que es igual a 13.2 KV, de ahí existen tableros principales conectados a varios transformadores y a una planta que suministra energía en caso de un apagón. El proyecto contempla accesos asépticos, es decir, sin ningún foco de infecciones, esterilizados para atender complejos procedimientos en quirófanos, por eso la idea de implementar redes que apoyen la eficiencia energética y además favorezcan los procesos médicos.

Cabe destacar que se ha creado una estación eléctrica en donde se ubican tableros normal, regulado, alumbrado y de emergencias llamado hospitalario, el fin de todos es distribuir las acometidas en todo el hospital garantizando: seguridad, eficiencia energética, ahorro del recurso y por supuesto cuenta con UPS(uninterruptible power supply) o sistema de alimentación ininterrumpida (SAI).

Este dispositivo garantiza la energía aún sin contar con el suministro de CEDENAR (Centrales Eléctricas de Nariño), ya que almacena mucha energía mediante baterías y otros elementos almacenadores de energía, los dispositivos médicos de última tecnología ubicados en tomografía, rayos X , Ecografía, Cardionar, Quirófanos, Sala de Neonatos, UCI(Unidad de cuidados intensivos),Gastrología, Sala de sistemas, etc , necesitan que les garanticen energía continua para atender a los pacientes, además el proyecto incluye alarma de gases medicinales, alarma contra incendios, alarma de llamado de emergencia a enfermeras, circuito cerrado de televisión y conectividad a la red, voz y datos. (ver figuras 26 a 28)

**CENTROS DE CARGA HOMELINE**

Tensión Nominal de Operación:  
Tensión Nominal de Aislamiento:  
Tensión Ensayo Dieléctrico:  
Tensión Ensayo Dieléctrico a Frecuencia Industrial:  
Nivel de Cortocircuito:  
Número de Fases:  
Número de Hilos:  
Grados de Protección:

Bifásicos	Trifásicos
240 Vac	
300 V	600 V
BIL 4 kV (cat. III)	
2 kV	2,5 kV
10kA RMS	
2	3
4	5
IP 2XC	

Fabricado por Schneider Electric de Colombia S.A.  
**Centro de Atención a Clientes**  
Bogotá: 4269733 - Resto del País: 01900 33 12345  
cacschneider@co.schneider-electric.com

**INSTRUCCIONES RECOMENDADAS:** 465103

**1. DE INSTALACIÓN PARA CONEXIONES DE CONDUCTORES**  
- Este tablero fue diseñado y aprobado para condiciones de operación normales y con interruptores SQUARE D, se recomienda su uso.  
- El borne conector está diseñado para conductores de calibre hasta 2AWG (Para tableros de 125A) y hasta 2/0AWG (Para tableros de 200A).  
- Para tierra utilice conductores de calibre 6 AWG (en tableros TO de 125) y en tableros TQ - NTQ - NTQT de 200A.  
- Retire el aislamiento del conductor teniendo la precaución de no producir surcos en el metal.  
- Limpie la superficie del metal que queda a la vista.  
- Inserte el conductor, asegurándose de que todos los hilos queden dentro y apriete el tornillo.  
- Cuando todos los conductores han sido instalados y ubicados en el equipo revise de nuevo el apriete de las conexiones.

**2. DE MANTENIMIENTO**  
- Limpie el polvo acumulado preferiblemente con un paño seco.  
- Revise el torque (apriete) de los puntos de conexión de cables y/o calentamiento anormal en puntos de conexión.

**DIAGRAMA BIFILAR**      **DIAGRAMA TRIFILAR**

**PRODUCTO CERTIFICADO RETIE**

Fecha de Fabricación: 201320425

**CIDET**  
CERTIFICADO  
01836-01837  
01838-01839-04890

**Schneider Electric**

Figura 26. Especificaciones de tableros eléctricos.

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS CENTROS DE CARGAS HOMELINE**

Adecuado para usarse como equipo de servicio cuando está instalado el interruptor automático principal. Adecuado para usarse como equipo de servicio cuando no se suministran más de seis circuitos de desconexión principal y cuando no se usa como tablero de circuito derivado de alumbrado y artefactos eléctricos. Consulte el artículo 384 del CEN ICONTEC 2050.

Adecuado para usarse con conductores principales de cobre o aluminio a 60 o 75° C. Capacidad de corto de circuito 10000A RMS. La clasificación de corto circuito de este tablero es igual a la clasificación de interrupción más baja de cualquier interruptor instalado en su interior.

Para realizar la instalación, reparaciones, o modificaciones pongase en contacto con un electricista especializado. Utilice solo interruptores automáticos y accesorios de SQUARE D.

**DATOS SOBRE EL PAR DE APRIETE**

Vea los interruptores automáticos y las unidades instaladas por el cliente para obtener el par de apriete de los tornillos de sujeción de cables.

CALIBRE DEL CONDUCTOR (AWG / KCML)	TORQUE (LB-PL) RECOMENDADO
DE N°14 A N°2/0 OL	30
DE N°12 A N°2/0 AL-AWG	30
DE N°6 A N°3/0 KCML	180

Un interruptor de un polo necesita un espacio enchufable, un interruptor de dos polos necesita dos espacios enchufables, un interruptor de tres polos necesita tres espacios enchufables.

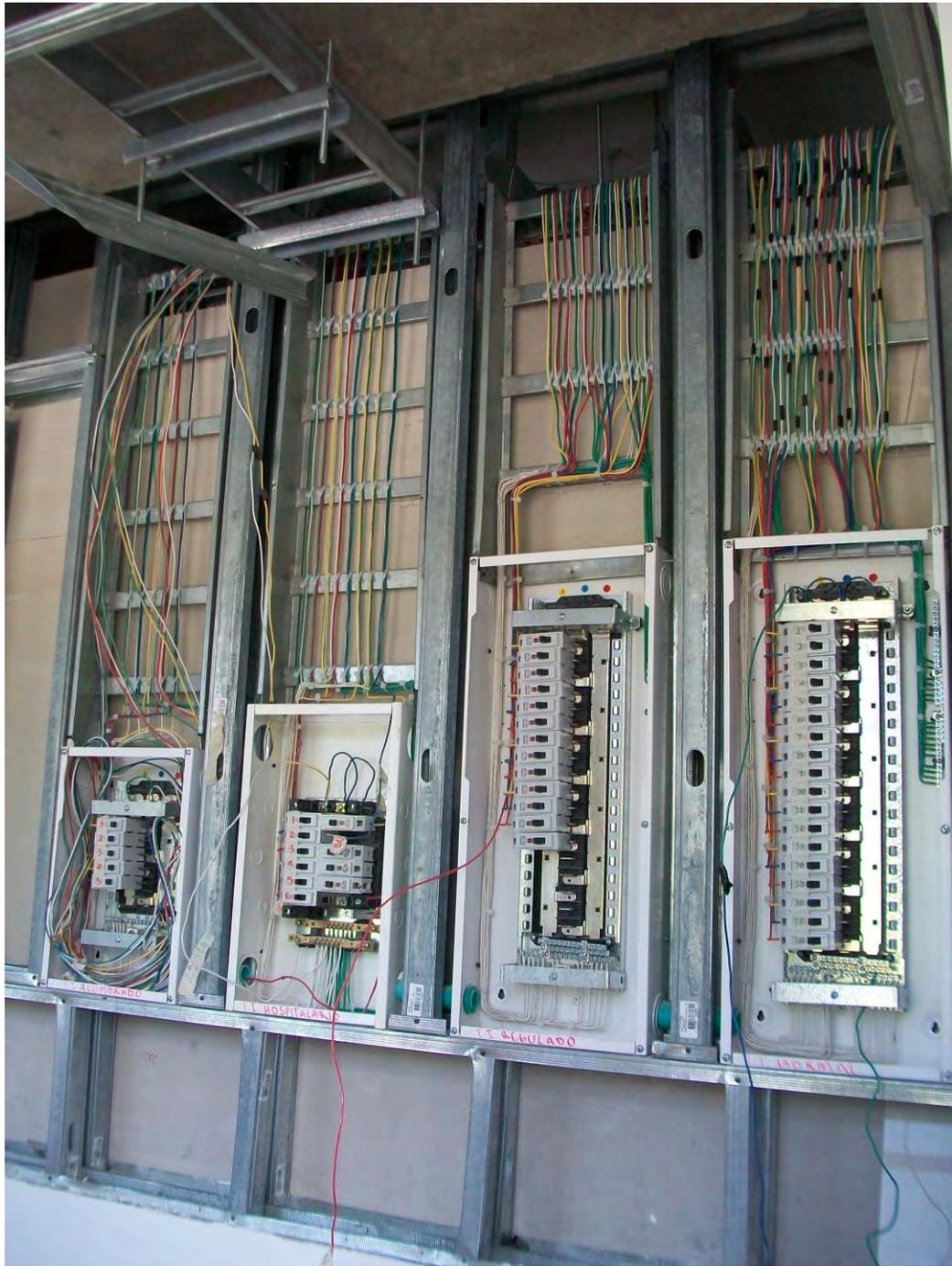
Terminal de descarga a tierra del equipo.

Fabricado por Schneider Electric de Colombia S.A.

**PRODUCTO CERTIFICADO RETIE**

**Schneider Electric**

Figura 27. Características técnicas de centros de cargas.



**Figura 28. Tableros eléctricos de redes normal, regulada y hospitalaria con circuitos identificados con el código de colores.**

- **Instalaciones eléctricas especiales en quirófanos**

En el área de quirófanos se encuentran redes eléctricas, identificadas por un rótulo y por el color del tomacorriente, blanco para red normal, y anaranjado para red regulada, conectada a una UPS, para proteger la información.

Todas las redes de quirófanos se conectan a un tablero individual de aislamiento que garantiza la seguridad de los equipos de cirugía, además cuenta con iluminación emergente en caso de un apagón generalizado.

El piso conductivo de todos los quirófanos está conectado directamente a conductores de cobre que transportan la energía en caso de una descarga o caída de tensión, este impacto se traslada al sistema de puesta a tierra.

La iluminación en quirófanos se hace por medio de lámparas rectangulares, las cuales tiene interruptores tipo dimmer con los cuales se puede variar la intensidad luminosa, según la necesidad del médico en la cirugía.

Se realizó la instalación de la red de alimentación de cielíticas para la iluminación en las intervenciones en salas de cirugía.

Existe una conexión adicional que alimenta con energía eléctrica las resistencias del sistema de ventilación o aire acondicionado, energizando el suministro y extracción del aire a través del flujo laminar y los difusores ubicados estratégicamente, al igual que el sistema de extracción de aire contaminado. Las especificaciones eléctricas se citan a continuación:<sup>6</sup>

- Las puertas para los quirófanos y las salas de partos deben tener un ancho mínimo de 1.40 m.
- Deberán dotarse de tomas eléctricas a prueba de explosión, con protección adecuada y estar a una altura de 1.40 m.
- Los pisos deberán ser integrales y de material conductivo a tierra, especialmente en el campo operatorio, el cual estará dispuesto en cuadrículas que no excedan de 0.20 m. de lado. Las paredes revestidas con material resistente, lavable y que facilite limpieza y desinfección.
- Los corredores asépticos deberán revestirse con material resistente, liso, lavable y que facilite limpieza y desinfección.
- La iluminación será uniforme y simétrica en el campo operatorio y las ventanas se ubicarán de manera que se obtenga iluminación uniforme en la mesa

---

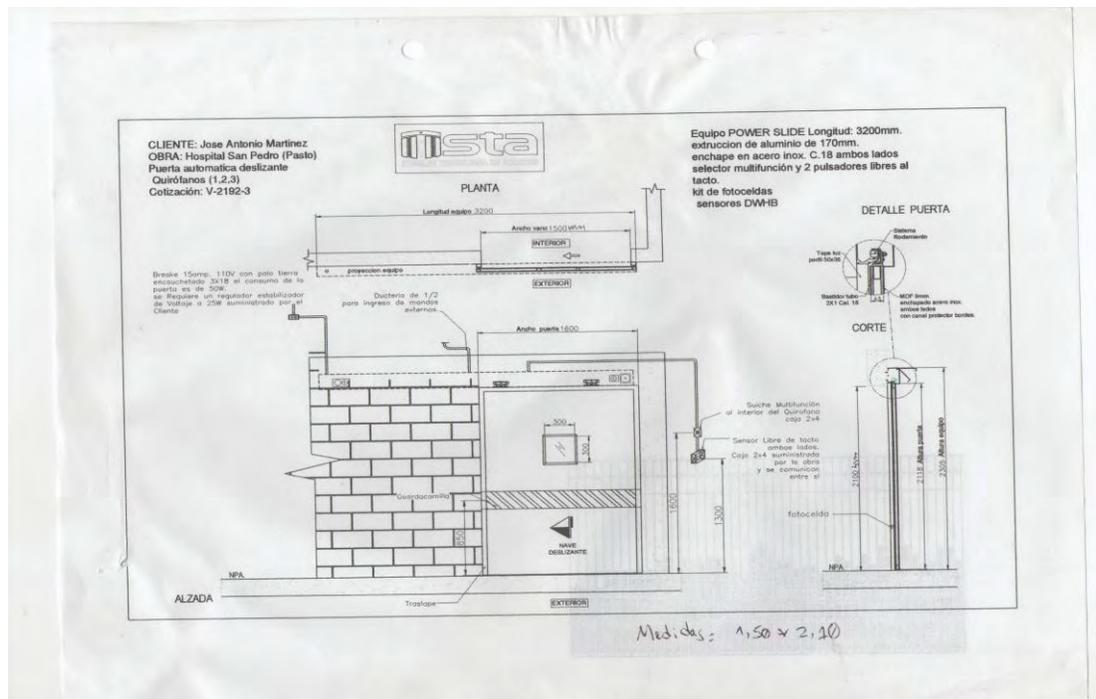
<sup>6</sup> Ministerio de Salud, Resolución 4445 de 1996. Por el cual se dictan normas para el cumplimiento del contenido del Título IV de la Ley 09 de 1979, en lo referente a las condiciones sanitarias y de infraestructura que deben cumplir los establecimientos hospitalarios y similares, 1996. 21p.Colombia, Bogotá.

quirúrgica y su terminado será liso. Se deberá contar con luz de emergencia generada por unidad autónoma o lámpara con acumulador.(ver figuras 29 a 31)



**Figura 29. Iluminación emergente**

- **Puertas automáticas**



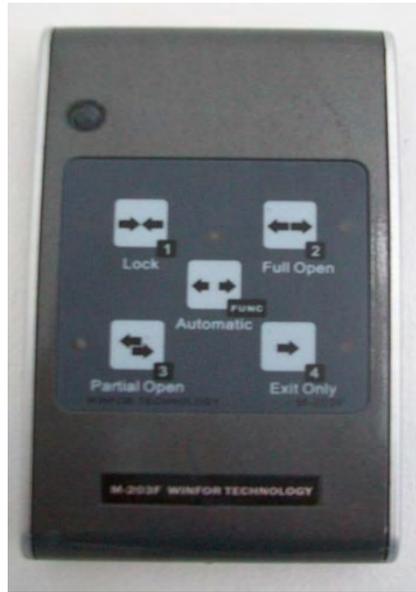
**Figura 30. Detalle de puerta automática deslizante para quirófanos, con sensor libre de tacto y foto celda que es una resistencia que su valor depende de la intensidad de la luz que la afecte a menor luz mayor resistencia.**



**Figura 31 .Pulsador libre al tacto.**

Se utilizan como entrada principal a quirófanos, cuentan con un sistema electrónico conocido como el pulsador libre al tacto, el cual activa la puerta al pasar la mano por el icono (No Touch), o no tocar sólo con la aproximación de la palma se abrirá automáticamente. También cuentan con otro dispositivo electrónico la fotocelda que hace que la puerta no se cierre, sino que se devuelva a su posición abierta al sentir la proximidad humana.

Se han instalado 8 puertas automáticas, y una en sala de parto todos los quirófanos tienen su propio panel de control, a continuación la explicación detallada del funcionamiento del sistema. (ver figuras 32 a 34)



**Figura 32. Panel de control principal.**

- Botón 1 LOCK: Bloquea pulsadores
- Botón 2 FULL OPEN: Mantener la puerta abierta totalmente.
- Botón 3 PARTIAL OPEN: Para tener la puerta parcialmente cerrada.
- Botón 4 EXIT ONLY: Para permitir solamente la salida.
- Botón AUTOMATIC: Para programar la puerta automática.



**Figura 33. Puertas automáticas deslizables al tacto**



**Figura 34. Grifería con sensores en acero inoxidable**

- **Tableros de aislamiento**

Se usan en quirófanos están empotrados en la pared, en salas de cirugía o de neonatología, unidades de cuidados coronarios, salas de parto, laboratorios de cateterismo cardíaco o laboratorios angiográficos, salas de procedimientos cardíacos, así como en áreas donde se manejen anestésicos inflamables o donde el paciente esté conectado a equipos que puedan producir corrientes de fuga en su cuerpo y en otras áreas críticas donde se estime conveniente, para evitar fugas se instala con conductor de bajas fugas.<sup>7</sup>

Un tablero por cada sala de cirugía (8 tableros), el mantenimiento es anual y realizado por personal especializado. (ver figura 35)

---

<sup>7</sup> Ministerio de Salud, Resolución 2003 de 2014. Por la cual se definen los procedimientos y condiciones de inscripción de los Prestadores de Servicios de Salud y de habilitación de servicios de salud, 2014 .225p. Colombia, Bogotá.



**Figura 35. Panel de aviso de tableros aislados**

Icono de la izquierda: significa que el tablero de aislamiento está en funcionamiento.

Icono del centro: simboliza que hay peligro de una descarga de energía.

Icono de la derecha superior: indica que hay que realizar mantenimiento al transformador de energía.

Icono de la derecha inferior: muestra que hay una excesiva o muy baja temperatura ambiental.

Icono de sonido desactivado: para desactivar la alarma que indica riesgos.

Icono TEST: Para iniciar un examen del estado del transformador de aislamiento. (ver figura 36)



**Figura 36. Instalación de tableros de aislamiento.**

- **Piso conductivo<sup>8</sup>**

Los pisos y pavimentos CONDUCTIVOS son aquellos que permiten evacuar o disipar la tensión estática acumulada para que ésta sea inferior a 20 kilovoltios y en consecuencia se elimine el riesgo de chispa <sup>[4]</sup>. Esto se logra con la instalación de una cinta de cobre ubicada estratégicamente. La descarga electrostática provocada por la actividad humana habitual (caminar, sentarse en sillas, empujar carretillas, u otros objetos, trabajar en bancos de trabajo, etc.) puede crear tensiones estáticas de hasta 20 KV. Este valor parece muy elevado cuando se compara con los 220 V AC de tensión que utilizada a diario. Las corrientes eléctricas de uso doméstico presentan intensidades altas (que pueden herir) mientras que las corrientes electrostáticas, con un voltaje muy superior, presentan intensidades muy bajas, niveles no perjudiciales para el ser humano. La sensibilidad del ser humano para estas pequeñas descargas es alrededor de los 3-4.000 V, a este nivel empezamos a sentir el pequeño “pinchazo”, pero incluso voltajes más elevados (20.000 V) no causará efecto serio. El principio es aplicado en estos casos en los que el quirófano puede presentar una descarga de energía a través del piso, dada la condición de semiconductividad. La necesidad de

---

<sup>8</sup> Technical Manual hospital construction, National Institute of Building Sciences, Estados Unidos, Washington.

realizar suelos semiconductivos es por dos razones: Proteger gente (de explosiones y fuegos) y resguardar equipos o elementos electro sensible, tiene alta resistencia química, al desgaste, antideslizante, alta exigencia de asepsia. En caso que se presente una descarga eléctrica, esta no afectará a las personas que se encuentren en el quirófano, al contrario se transmitirá por el piso y luego por conductores hacia un sistema de puesta a tierra, garantizando la seguridad de los pacientes y el personal médico. (ver figura 37)

Usos:

- Clínicas y Hospitales
- En locales donde pueden producirse mal funcionamiento de aparatos y equipos eléctricos (ordenadores).
- Depósitos de polvo como consecuencia de la electricidad estática acumulada
- Riesgo de explosiones debido a las altas cargas electroestáticas producidas.



**Figura 37. Instalación de piso conductivo en quirófanos.**

## 5.4 INSTALACIONES HIDROSANITARIAS

Las instalaciones hidráulicas y sanitarias con las cuales contaba el hospital se encontraban en un estado lamentable, no sólo por el hecho de mantener materiales obsoletos, sino también por no cumplir con la distancia de los soportes a 1.20 metros. En las áreas intervenidas se cuenta con el diseño hidrosanitario del Ingeniero Iván Santacruz, estos cálculos de tubería, accesorios, aparatos, duchas, fluxómetros, etc fueron magnificados y presupuestados con la ayuda de los planos arquitectónicos, además el diseño sanitario se hace mediante unidades de descarga, se cuenta con planos récord de las instalaciones hidrosanitarias, aguas lluvias, red de agua caliente y red en hierro galvanizado, (estos se anexan en CD-ROOM o disco compacto), separadas con la herramienta capas del programa Auto CAD 2014. Se exponen la siguiente tabla y cuadro en donde se especifica la tubería utilizada en las instalaciones, y el rango de presión mínima de ruptura en 90 segundos y la presión sostenida durante que puede soportar en un periodo de 1000 horas equivalentes a 42 días: (ver tablas 11 y 12)

TIPO DE RED	MATERIAL	DIÁMETROS UTILIZADOS	RDE	COLOR DE TUBERÍA
Hidráulica	PVC	2"-1 ½"-1 ¼"- 1"-¾"	21	Blanco
		½"	13.5	
Sanitaria	PVC	8"-6"-4"-3"-2"	-	Amarillo
Aguas Lluvias	PVC	8"-6"-4"	-	Anaranjado
Agua Caliente	CPVC	¾"	11	Crema
		½"	11	
Retención y enfriamiento	HG	4"-2"	-	Gris

**Tabla 11. Descripción de redes utilizadas en este proyecto**

TUBERIAS PRESION PVC PAVCO				
Material	Presión Sostenida 1000 horas		Presión Mínima de Ruptura 90 segundos	
	Kg/cm <sup>2</sup>	psi	Kg/cm <sup>2</sup>	psi
Tubería PVC RDE 9	73.82	1050	112.05	1600
Tubería PVC RDE 11	59.05	840	87.88	1250
Tubería PVC RDE 13.5	47.10	670	70.30	1000
Tubería PVC RDE 21	29.53	420	44.29	630
Tubería PVC RDE 26	23.90	340	35.15	500
Tubería PVC RDE 32.5	18.28	260	28.12	400
Tubería PVC RDE 41	14.76	210	22.15	315
Accesorios PVC	37.26	530	56.24	800

**Tabla 12. Rango de presiones de tuberías PAVCO.**



**Figura 38. Redes hidráulica, sanitaria, aguas lluvias.**



**Figura 39. Red de cámara de retención y enfriamiento en HG.**

### **5.5 RED DE GASES MEDICINALES<sup>9</sup>**

Se construye una red nueva de gases medicinales, se destaca que el suministro se hace por tomas chemetron y por paneles de cabecera en cada camilla, la principal denominada “troncal”, la cual transporta gases medicinales en tubería de 1” y de ¾” para el vacío, una red secundaria que conduce gases en tubería de ¾” y ½” hacia los tomas Chemetron instalados en los pendants de las salas de cirugía. A demás se realizó la señalización de la tubería, como lo rige la normatividad vigente Norma NFPA - NATIONAL FIRE PROTECCION ASSOCIATION, (Asociación Nacional de prevención de Incendios). A continuación la descripción completa de los gases instalados en quirófanos, con la identificación por colores, cada 6.10 metros como lo indica la norma. (ver tabla 13)

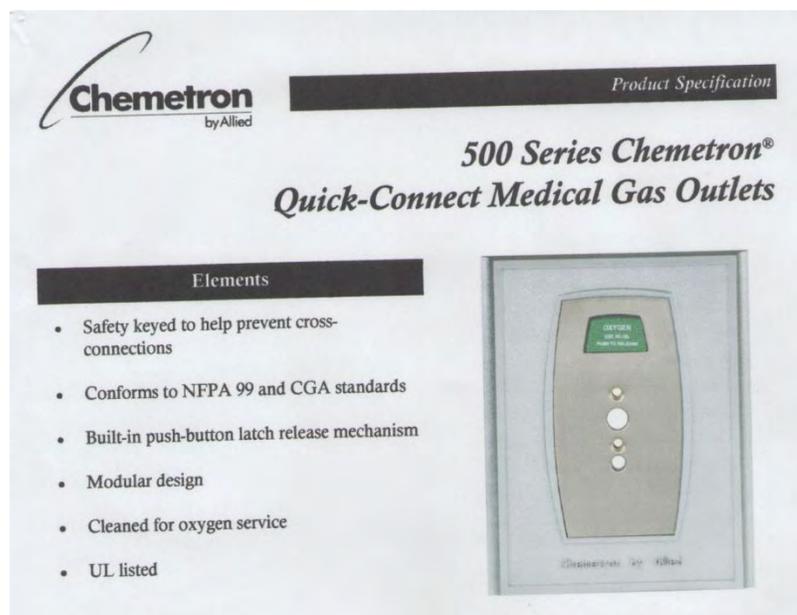
---

<sup>9</sup> Oxígenos de Colombia, Manual de gases Medicinales, 31p.Colombia, Santiago de Cali.

Tipo de gas medicinal	Simbología	Señalización(Color)
Oxígeno	O <sub>2</sub>	Verde
Aire medicinal	Am	Amarillo
Aire Evacuación	AE	Amarillo con franjas negras
Evacuación gases	EG	Violeta
Vacio	VAC	Gris
Nitrógeno	N	Negro
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	Verde claro

**Tabla 13. Identificación de gases medicinales instalados**

Elemento central de la red que permite conducir gases a la presión adecuada desde la central de suministro hasta el punto de consumo, dicha tubería debe quedar protegido de factores como la corrosión, congelamiento y/o altas temperaturas. Su sistema comprende una red principal subdividido en ramales que van a diferentes áreas, permitiendo una mejor distribución de presión en el sistema el cual trabajaría presiones entre 55 a 60 psi y permitiendo disminuir los diámetros de tubería en los ramales secundarios según la cantidad de puntos a alimentar, por norma los diámetros mínimos individuales para presión positiva oxígeno, aire, serían Ø ½” y para sistema de vacío Ø ¾”, presión negativa. (Según la norma NFPA 99 5.1.10.6.1.2). [2] (ver figura 40)



**Figura 40. Toma CHEMETRON de Oxígeno**

Los tomas tipo Chemetron son dispositivos asegurados con soldadura de plata, para los servicios positivos de presión de gas, la toma debe contar con una válvula Check primaria y una válvula Check secundaria y debe ser clasificada a un mínimo de 200 psi [1.379 kPa] en caso de que la válvula Check principal sea removida para el mantenimiento. Los cuerpos de las tomas deben ser específicos para cada gas y claramente identificados a una doble clavija indicadora de cada gas en el respectivo módulo identificadorio <sup>[4]</sup>. Una placa de color de acuerdo al tipo de gas será utilizada en el exterior de la toma, para identificarse más fácilmente y a su vez lograr una estética agradable. El ensamblaje frontal de la toma será Chemetron desconexión Rápida y aceptar sólo adaptadores tipo Chemetron correspondientes al específico tipo de gas.

Las instalaciones de los tomas Chemetron dependen de las especificaciones que cada quirófano requiere, a continuación un resumen del tipo de toma, que se instala en cada sala de cirugía. (ver tabla 14)

Especialidad	Gases medicinales disponibles
Anestesia	Am, AE,EG, O <sub>2</sub>
Cirugía 1	VAC, N, CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub>
Cirugía 2	VAC, N, O <sub>2</sub>
Laparoscopia	VAC, Am, CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub>

**Tabla 14. Red de gases medicinales según la especialidad.**

### **Cajas de corte.**

Se instalan para que cumplan como función básica controlar el suministro del gas medicinal a un área crítica. Estas se encuentran dentro de cajas metálicas provistas de ventanillas removibles que posean la suficiente amplitud para permitir la operación manual de las válvulas, ubicadas en la parte frontal de la sala de cirugía<sup>10</sup>.

Se instala cajas de corte de 2, 3, 5 gases , las cuales se puede activar o suspender manualmente de la válvula cuatro tornillos que se encuentra dentro de la caja, los cinco gases que maneja son: Nitrógeno. Dióxido de carbono, Oxígeno, Aire medicinal y Vacío.

---

<sup>10</sup> Ibíd.

## **Alarma de cinco gases para salas de cirugía.**

Su propósito es asegurar una vigilancia continua y responsable en todas las áreas de distribución de gases medicinales, señales de alarma sonora, la ubicación de las alarmas se determinó en la parte frontal de cada quirófano.

Cada señal tiene un LED (Diodo emisor de luz), color rojo individual que puede ser marcado con la condición monitoreada, cada señal activa la alarma audible.

La alarma audible es continua y tiene una intensidad de 90dB a dos metros, puede ser silenciada por el usuario pero se reactivará si la condición original no es corregida dentro de ocho horas, o si otra situación anormal ocurre.

El rango permitido de presión es 55-60 PSI, con pérdidas de 5% ante un suministro de 100 PSI para los principales gases que son Nitrógeno, Dióxido de carbono, Oxígeno, Aire medicinal y 55-60 kPa para el Vacío, aunque existe un sexto espacio que será destinado para instalaciones futuras y que se conserva actualmente sin uso

El mantenimiento del sistema de gases medicinales debe ser cada 6 meses preferiblemente, a continuación la descripción de actividades que se desarrollan en el proceso de mantenimiento: <sup>11</sup>

- Revisar las válvulas de bola de la red principal ubicadas encima de las escotillas.
- Examinar la caja de corte, que la tubería no presente fugas, llaves en buen estado, conectores sin fallas.
- Inspeccionar los manómetros de presión positiva y vacuómetros de presión negativa.
- Cambiar el juego de empaques de los tomas Chemetron.
- Cambiar en caso que sea necesario el escudo de los tomas Chemetron
- Calibrar la alarma en caso que se presente una emergencia o porque no funcione ante caídas o subidas repentinas de presión. (ver figuras 41 y 42)

---

<sup>11</sup> Ibíd.



**Figura 41. Caja de corte con alarma de gases medicinales.**



**Figura 42. Red de gases medicinales señalizada.**

## 5.6 SISTEMA DRYWALL Y ACABADOS

### Muros en Superboard y en yeso<sup>12</sup>

La placa utilizada en los muros está compuesta por una mezcla homogénea de cemento, cuarzo y fibras de celulosa, no contiene asbestos, dimensionalmente estable, este producto debe realizar el fragüe del cemento en un horno de autoclave. Superboard es un material inalterable, resistente a golpes e impactos, impermeable, versátil, de fácil trabajabilidad e incombustible. Los muros deben tener placas en las dos caras arriostrado ambas aletas de los perfiles. Los paraleles se deben separar cada 40 centímetros, asegurados con pernos. Los canales de amarre deben ser del mismo calibre del paral.

Usada principalmente es muros interiores, divisorios o tabiques, se distinguen dos tipos de muros, el primero de simple estructura para muros interiores de ancho 11 centímetros, el segundo tipo es el muro de doble estructura de ancho 15 centímetros, usado en fachadas y en muros blindados o plomados equivalentes en concreto, también se utilizan en muros mixtos, es decir la mitad mampostería y el resto drywall.

Ventajas y beneficios:

- ❖ **Sismoresistencia:** Las paredes construidas con Superboard® absorben correctamente los movimientos provocados por un sismo, reduciendo al mínimo los riesgos de daño y colapso, estas no comprometen la estructura general de la edificación en donde están instaladas.
- ❖ **Resistencia al fuego:** Las placas Superboard garantizan gran seguridad dada su alta resistencia al fuego. En caso de incendio, las paredes construidas con estas placas ofrecen suficiente protección mientras se evacuan las personas y bienes a un lugar seguro.
- ❖ **Peso liviano:** El peso por metro cuadrado de una pared construida con Superboard equivale hasta a una novena parte de lo que representa una alternativa tradicional en mampostería.
- ❖ **Disposición ideal de instalaciones:** Los espacios generados por la estructura interna y las placas permiten el paso de instalaciones eléctricas e hidráulicas sin deterioro de la construcción, como sucede con la mampostería, además de permitir su fácil ubicación, reparación y mantenimiento en cualquier momento.
- ❖ **Aislamiento acústico:** El sonido se propaga a través de materiales sólidos como pueden ser estructuras metálicas que soportan las placas o a través de los

---

<sup>12</sup> Skinco Colombit, Manual técnico Drywall, 112p. Colombia, Medellín.

huecos que quedan sobre los plafones. Por lo tanto, es importante que el tratamiento anti-sonido sea un proyecto conjunto de paredes, estructuras y techos para tener una mayor efectividad.

❖ **Blindaje de muros:** Las placas pueden tener recubrimientos de barita o láminas de plomo que se atornillan al tabique para ser usadas en salas radiológicas de hospitales y clínicas, para servir como barrera contra las radiaciones ionizantes. También pueden cubrirse con láminas de fibra de vidrio que son totalmente lavables, para cocinas industriales o fábricas de alimentos. El mantenimiento del Superboard se realiza una vez cada 12 meses, consiste en inspeccionar las placas que cubren los muros, las cuales no deben presentar grietas o fisuras, en caso que se presente se deberá realizar nuevamente el tratamiento de juntas. El procedimiento es el siguiente: (ver tabla 15) (ver figuras 43 a 45)

- Comprobar que la simple o doble estructura de los perfiles galvanizados esté instalada correctamente.
- Unir las placas de Superboard con relleno constru mastic, ideal para unir placas de sistema drywall, posteriormente adherir la cinta malla en las juntas a tratar.
- Fijar las juntas con llana metálica o espátula, añadiendo estuco a la cinta malla externa.
- Aplicar tres manos (capas), de pintura tipo I con brocha, rodillo o airless.
- Realizar el mantenimiento recomendado de la pintura epóxica.

GYPLAC MUROS EN YESO			
	Materiales por m <sup>2</sup>	Unidad	Cantidad
Pared simple	Canal 60 ó 90 mm	un de 2440 mm	0.34*
	Perfil 59 ó 89 mm	un de 2440 mm	0.71*
	Tornillos de cabeza estroplano	un	2.75
	Tornillos estándar No. 6 x 1"	un	23
	Cinta de papel	rollo de 152.5 m	0.011
	Masilla acrílica para interiores	cañete de 5 gal	0.04**
	Tornillo con chazo o clavo de acero	un	2
	Placas GYPLAC® 12.7 /15.9 mm	un	0.69
	Media pared	Canal 60 ó 90 mm	un de 2440 mm
Perfil 59 ó 89 mm		un de 2440 mm	0.71*
Tornillos de cabeza estroplano		un	2.75
Tornillos estándar No. 6 x 1"		un	11.5
Cinta de papel		rollo de 152.5 m	0.0055
Masilla acrílica para interiores		cañete de 5 gal	0.02***
Tornillo con chazo o clavo de acero		un	2
Placas GYPLAC 12.7 / 15.9 mm		un	0.345

**Tabla 15. Cantidad de materiales de muros en yeso.**



**Figura 43. Nivelador Laser marca DEWALT usado en particiones o muros interiores en drywall, ideal para localización de redes.**



**Figura 44. Muros internos de simple estructura ancho 11 cms**



**Figura 45. Muros de fachada de doble estructura ancho 15 cms**

### **Piso polivinílico**

La instalación de piso polivinílico se hace en las áreas exteriores a las salas de cirugía, es un tipo de revestimiento plástico en policloruro de vinilo o PVC continuo, utilizado en lugares sin excesivo tránsito que precisan una limpieza frecuente, como laboratorios, hospitales y clínicas.

Como características comunes de los suelos de vinilo, polivinilo se pueden mencionar la buena resistencia a la abrasión, la impermeabilidad, y la fácil limpieza. El suelo de PVC puede clasificarse en dos grandes grupos: suelo continuo (flexible) y suelo de losetas (rígido). Ambos van apoyados en una media caña plástica tipo clic, las juntas se tratan con un cordón de soldadura añadido a altas temperaturas.

El suelo continuo se comercializa en forma de rollos de grandes dimensiones, normalmente con anchos de entre 2 y 4 metros, y longitudes variables (usualmente en torno a 20 metros, pues longitudes mayores harían muy difícil la manipulación de las piezas).

Estos suelos son cálidos y suaves al tacto, y con grosores superiores a los 3 mm. Estas características, junto con su fácil limpieza y buena adherencia, los hacen ideales como suelo para niñas y niños, por lo que existen en el mercado muchas marcas que ofrecen muchos tipos de estampados bien sea con dibujos o imitando materiales y superficies. Como inconveniente, este tipo de revestimientos no toleran

los grandes pesos y se punzonan con relativa facilidad, siendo su reparación costosa, pues para sustituir el trozo dañado es preciso despegar toda la lámina.<sup>13</sup>

### **Cielo raso en panel yeso**

Es un panel que consiste en una placa de yeso laminado entre dos capas de cartón, compuesto por yeso y celulosa aprovechándose de la buena resistencia a la compresión del yeso con la buena resistencia a la flexión que le da el sándwich de cartón.

Es un panel de calidad para muros y cielos rasos de interior. El panel Yeso marca y corta fácilmente sin cuidado de manejo especial requerido. Las láminas presentan un chaflán a lo largo de su borde envuelto para fácil acabado con unos bordes endurecidos que reciben y soportan el manejo dado en obra y posterior instalación. Están compuestas de un núcleo de yeso encajonado en papel tipo cartón frontal y posterior 100% reciclado. El papel frontal esta plegado alrededor de los bordes largos para reforzar y proteger el núcleo, y los bordes cortados está en ángulo de 90° y con un perfilado suave al tacto.

Ventajas y beneficios:

- Poseen un núcleo cortafuego encapsulado en grueso papel, de acabado natural en la cara frontal y de un papel duro en la parte posterior, lo cual permite maniobrar y cortar fácilmente, con cúter o navaja, facilitando así su instalación y la aplicación inmediata de cualquier tipo de recubrimiento o acabado (pintura, pasta, cerámica, madera etc.)
- Las juntas (uniones entre las placas de tableros de yeso) tratadas correctamente durante el proceso de instalación evita el agrietamiento causado por movimientos de la estructura que soporta las placas de yeso.
- Cumple con los valores de resistencia y dureza requeridos en la norma ASTM C1396-06.

### **Pintura epóxica.**

Recubrimiento epóxico de dos componentes, base agua libre de solventes, para proteger y decorar paredes en ambientes interiores, que van a ser sometidos a asepsia rutinaria. Esta pintura va aplicada sobre la superficie previamente estucada, resanada y pintada con pintura tipo I sobre muros y cielo raso<sup>14</sup>.

---

<sup>13</sup> [8] Technical Manual hospital construction, National Institute of Building Sciences, Estados Unidos, Washington.

<sup>14</sup> Ibíd.

Especial para protección y decoración de paredes interiores en industria, hospitales, clínicas, centros médicos, laboratorios, restaurantes, plantas de bebidas y/o alimentos etc, que requieran condiciones de alta asepsia.

Ventajas y beneficios:

- Cumple con normas F.D.A. (Food and Drug Administration), para aplicación en sector salud y alimentos.
- Libre de solventes orgánicos y bajo V.O.C. (Volatile Organic Compounds), protege el usuario y el ambiente.
- Bajo olor residual, ideal para uso en espacios cerrados o poco ventilados como quirófanos.
- Resiste a humedad, vapor de agua, manchas, grasas, formación de hongos y lavado con químicos como hipoclorito y jabones de yodo.
- Excelente adherencia, alta lavabilidad y fácil limpieza.

El mantenimiento de la pintura se hace después de 12 meses de uso, para esto se recomienda aplicar pintura epóxica. El procedimiento a realizar es el siguiente: <sup>[8]</sup>

- Verificar que la superficie este seca y libre de polvo, mugre, grasa y pintura deteriorada o antigua, si existirán deben ser limpiadas con rasqueta o cepillo de alambre, en repinte sobre pintura epóxica o poliuretano se debe lijar antes de aplicar el producto garantizando adherencia.
- Resanar grietas, agujeros y otros defectos que puedan afectar el acabado usando sellador acrílico pintable, Construcción y revoque plástico profesional y/o estuco acrílico profesional exteriores.
- Se debe aplicar cuando la superficie este a temperatura entre 5° C y 40° C
- Mezcle por separado cada uno de los componentes en sus envases originales con una espátula limpia, hasta obtener una consistencia uniforme.
- Adicione el componente B sobre el componente A y mezcle los dos componentes hasta su completa homogeneidad, aplique dos a tres manos(capas) del producto con brocha, rodillo o airless en la superficie. Se puede aplicar sobre concreto siempre y cuando no esté humedecido <sup>15</sup>.

### **Guardacamillas, protector contra impactos y esquineros**

El material que se usa en el PVC, que se caracteriza por ser dúctil y tenaz; presenta estabilidad dimensional y resistencia ambiental. Tiene una elevada resistencia a la abrasión, junto con una baja densidad (1,4 g/cm<sup>3</sup>), buena resistencia mecánica y al impacto, lo que lo hace común e ideal para la edificación y construcción, Es un material altamente resistente, los productos de PVC pueden durar hasta más de sesenta años como se comprueba en aplicaciones tales como

---

<sup>15</sup> Ibíd.

tuberías para conducción de agua potable y sanitarios; de acuerdo al estado de las instalaciones se espera una prolongada duración del PVC así como ocurre con los marcos de puertas y ventanas. Se usa como protector de golpes de camillas, para evitar dañarlos muros de drywall, además se utiliza el protector contra impactos para mantener en perfecto estado las puertas de acceso, y los esquineros para proteger los bordes ortogonales, en toda el área de quirófanos se han hecho bordes redondeados, media caña en muros y cielo raso por temas de asepsia<sup>16</sup>.

#### Mantenimiento:

- Para tratar manchas y suciedad utilice jabón líquido suave, con Ph neutro disuelto en agua.
- Limpie la macha o suciedad removiendo de afuera hacia adentro, frotado suavemente con un trapo húmedo, limpio y preferiblemente blanco.
- Remueva todo residuo jabonoso frotando y absorbiendo el área que este limpiando con una tela limpia y humedecida con agua pura.
- Enjuague y repita varias veces el proceso hasta estar seguro de haber eliminado todos los residuos.
- Seque totalmente el área limpia con trapero seco y limpio. (ver figuras 46 a 49)



**Figura 46. Pintura epóxica y protector contra impactos**

---

<sup>16</sup> Ibíd.



**Figura 47. Acabados de áreas interiores**



**Figura 48. Entrega de ocho salas de cirugía**



**Figura 49. Finalización fachada principal de ampliación**

## 6. CONCLUSIONES

Logre realizar un manual de uso y mantenimiento de quirófanos a la Fundación Hospital San Pedro, con el fin de ser difundido para un correcto uso de la infraestructura e instalaciones hospitalarias.

No se realizó un diseño de red de gases medicinales por parte de un especialista, solo nos limitamos a definirla, con base en un manual técnico de instalación de gases medicinales y con la experiencia del subcontratista, al finalizar el trabajo no se presentaron inconvenientes, y la red continua funcionando hasta el momento. Se destaca que la obra se realizó con recursos limitados, todas las actividades constructivas se ejecutaron satisfactoriamente, el análisis de costos se anexan en el disco compacto.

Se realizó correctamente el presupuesto del área central de esterilización ya que haciendo una comparación con el acta final de cobro, hay una diferencia de casi once millones de pesos, estos corresponden a algunas cantidades adicionales definidas por el director de obra y previamente informadas al Hospital San Pedro.

Respecto a los tiempos es importante destacar que se logra intervenir cuatro áreas (4, 6,8, central de esterilización) en seis meses de trabajo, vale destacar que se hacen horas extra en las noches, madrugadas y los fines de semana ya que el hospital no tiene mayor afluencia en ciertos horarios.

Referente a los rendimientos de obra se trabajan con unas tablas anexas al final de este proyecto, en caso de los materiales con el uso de la ficha técnica, y de la mano de obra es importante destacar que fueron muy variados, ya que el hospital por temas de ruido y polvo en muchas ocasiones interrumpía las actividades, con el fin de no incomodar a los pacientes y médicos en intervenciones delicadas, entonces el rendimiento bajaba porque el obrero se veía obligado a trabajar en horarios nocturnos y muchas veces trasnochando, evidenciando debilidad por estas condiciones adversas.

Finalmente, el Hospital San Pedro decidió desmontar la totalidad de redes antiguas y demoler estructuras viejas con mínima resistencia estructural, ítems cuantificados y registrados en las preactas de obra anexas en el disco compacto, se presenta a continuación un resumen de la capacidad instalada y la satisfacción del Hospital San Pedro con la entrega del proyecto.

La suscrita Dra. **ENMA GUERRA NIETO**, identificado con Cédula de Ciudadanía No. 30.704.556 expedida en Pasto, en calidad de Gerente de la FUNDACION HOSPITAL SAN PEDRO DE PASTO – Departamento de Nariño

**CERTIFICA**

Que el Ingeniero **JOSE ANTONIO MARTINEZ GUERRA**, identificado con la cédula de ciudadanía Nº 12.969.399 de Pasto y Matrícula Profesional No. 19202 16403 del Cauca, realizó en calidad de **CONTRATISTA**, la obra denominada **"ESTUDIOS, DISEÑOS Y EJECUCIÓN DEL REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL, REORGANIZACIÓN FISICO FUNCIONAL Y AMPLIACIÓN DEL BLOQUE ASISTENCIAL DE LA FUNDACIÓN HOSPITAL SAN PEDRO DE PASTO"**.

**Características Contractuales:**

Entidad Contratante : Fundación Hospital San Pedro  
 Contratista : Ing. JOSE ANTONIO MARTINEZ GUERRA  
 Interventor : Arq. ALBERTO VILLOTA NOGUERA  
 Director de Obra : Ing. MARIO ANDRES LOPEZ MARTINEZ  
 Residente de Obra : Ing. IVAN DANIEL SANTACRUZ LASSO  
 Cumplimiento : BUENO.

**ESTRUCTURA METALICA**

- Estructura metálica para Ampliación cuarto piso incluye: Platinas de piso en 1/2" – pernos grado 5 – columnas y vigas principales en perlin tipo cajón de 305 x 80 x 3 mm – Vigas riostras en perlin cajón de 305 x 80 x 2,5 mm correas nuevas en perlin de 160 x 60 x 2.0 mm templetes en varilla de 3/8" – contravientos en varilla 3/8" : 7,989,21 Kg
- Escalera metálica en tres tramos de 2,15 x 4.0 x 3,50 m, Columnas en perfil HEA – vigas de soporte en peldaños y laterales en perlin tipo cajón – peldaños en ángulo de 21/2" x 3/16" : 5386,22 Kg
- Estructura metálica para ampliación en Pasillos De quirófanos y Antigua esterilización : 2534,60 Kg

**PISOS, MAMPOSTERIA, CIELO RASOS, CUBIERTAS**

- Pañete de pisos espesor promedio 3 cm : 3,522,21 M2
- Acabado de piso en porcelanato : 5175,22 M2
- Acabado de piso polivinílico : 457,97 M2
- Acabado de piso en polivinílico conductivo : 295,87 M2
- Acabado de piso en cerámica : 545,61 M2
- Piso de baldosa de Grano 30 x 30 : 221,44 M2
- Pulido y sellado de baldosa s de grano existente : 488,80 M2
- Mampostería (Placas de Superboard) : 6020,14 M2
- Mampostería (placas de Panel yeso) : 776,47 M2
- Mampostería (Ladrillo Tolete común 0,12 m) : 523,14 M2
- Cielo Raso en panel yeso, gyplac o similar : 4813,99 M2
- Cielo Raso desmontable modular : 1,973,33 M2
- Cubierta en teja termo acústica : 453,86 M2
- Cubierta en policarbonato 6 mm : 75,93 M2

**RED DE GASES MEDICINALES**

- Suministro e instalación tubería de cobre tipo L diámetro 1/2" : 2096,17 ml
- Suministro e instalación tubería de cobre tipo L diámetro 3/4" : 1076,33 ml
- Suministro e instalación tubería de cobre tipo L diámetro 1" : 348,53 ml
- Suministro e instalación tubería de cobre tipo L diámetro 1 1/4" : 46,11 ml

**REDES ELECTRICAS NORMALES Y REGULADAS**

- Salidas iluminación (red tubería EMT) : 841 Un
- Salidas iluminación (red tubería PVC conduit) : 348 Un
- Luminaria 60x60 4x17w lisa balastro electrónico difusor acústico : 472 Un
- Luminaria 60x60 4x17w lisa balastro electrónico difusor espejado : 28 Un
- Luminaria fluorescente 2x32 T8 balastro electrónico : 28 Un
- Luminaria fluorescente tipo bala 2x26w : 477 Un
- Luminaria fluorescente tipo bala 1x13w : 32 Un
- Luminaria fluorescente tipo tortuga 1x13w : 10 Un
- Luminaria fluorescente 2x32 T8 balastro electrónico con marco hermético, Anti explosión dimersible : 27 Un
- Luminaria de emergencia doble 20/277 : 13 Un
- Salida Interruptor sencillo, doble, triple (Tubería EMT) : 444 Un
- Salida Interruptor sencillo, doble, Triple (Tubería PVC) : 85 Un
- Salidas tomacorrientes : 1132 Un

**NOTA IMPORTANTE:** La capacidad instalada la expone el contratante, en donde destaca los resultados principales, las cantidades detalladas de los demás ítems están registrados en las preactas, en las cuales se encuentran las memorias de cálculo de lo ejecutado en los seis meses del periodo de pasantía.

## **7. RECOMENDACIONES**

Consultar previamente el manual de uso de quirófanos, con el fin de realizar adecuadamente cualquier operación de materiales, equipo e instalaciones especiales de cuidado especial.

Inspeccionar los planos record antes de hacer cualquier tipo de mantenimiento a las redes eléctrica, hidráulica, sanitaria, gases medicinales, voz y datos.

Verificar periódicamente las presiones de la red de gases medicinales, las cuales pueden ser verificadas en los paneles de la alarma, deben estar en un rango entre [50-60 psi].

Inspeccionar habitualmente el estado de las redes eléctricas, especialmente de los tableros de aislamiento, los cuales regulan la energía y en caso de corto envían la corriente al sistema de puesta a tierra.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GUERRA NIETO, Emma. Estudio de factibilidad: “Reforzamiento Estructural, Reorganización Físico Funcional Y Ampliación De La Planta Física De FHSP Tercera Fase.” Colombia: Fundación Hospital San Pedro, 2013. 35 p. Colombia, San Juan de Pasto.

MINISTERIO DE SALUD. Resolución 4445 de 1996. Por el cual se dictan normas para el cumplimiento del contenido del Título IV de la Ley 09 de 1979, en lo referente a las condiciones sanitarias y de infraestructura que deben cumplir los establecimientos hospitalarios y similares, 1996. 21p.Colombia, Bogotá.

\_\_\_\_\_, Resolución 1441 de 2013. Por la cual se definen los procedimientos y condiciones que deben cumplir los Prestadores de Servicios de Salud para habilitar los servicios y se dictan otras disposiciones, 2013. 209p. Colombia, Bogotá.

\_\_\_\_\_, Resolución 2003 de 2014. Por la cual se definen los procedimientos y condiciones de inscripción de los Prestadores de Servicios de Salud y de habilitación de servicios de salud, 2014 .225p. Colombia, Bogotá.

NORMA SISMORESISTENTE, 2010. Colombia, Bogotá.

OXÍGENOS DE COLOMBIA, Manual de gases Medicinales, 31p.Colombia, Santiago de Cali.

SKINCO COLOMBIT, Manual técnico Drywall, 112p. Colombia, Medellín.

Technical Manual hospital construction, National Institute of Building Sciences, Estados Unidos, Washington.

WORD REFERENCE ([http// www.wordreference.com/es](http://www.wordreference.com/es)), Estados Unidos, Weston, Florida.

**ANEXOS(Ver disco compacto)**