



*Consejo Federal de Educación*

**Resolución CFE N° 207 /13  
Anexo I**

**Marco de referencia  
para procesos de homologación  
de títulos de nivel superior**

---

**Sector Salud**  
Gestión y Mantenimiento de Equipamiento Biomédico

## **Índice**

### **Marco de referencia - Sector equipamiento biomédico**

1. Identificación del título o certificación
  - 1.1. *Sector/es de actividad socio productiva*
  - 1.2. *Denominación del perfil profesional*
  - 1.3. *Familia profesional*
  - 1.4. *Denominación del título o certificado de referencia*
  - 1.5. *Nivel y ámbito de la trayectoria formativa*
2. Referencial al Perfil Profesional
  - 2.1. *Alcance del Perfil Profesional*
  - 2.2. *Funciones que ejerce el profesional*
  - 2.3. *Área ocupacional*
  - 2.4. *Habilitaciones profesionales*
3. En relación con la Trayectoria formativa
  - 3.1. *Formación general*
  - 3.2. *Formación de fundamento científico-tecnológica*
  - 3.3. *Formación técnica específica*
  - 3.4. *Prácticas profesionalizantes*
  - 3.5. *Carga horaria mínima*

## **Marco de referencia / Sector Equipamiento Biomédico**

### **1. Identificación del título profesional y trayectoria formativa**

- 1.1. *Sector/es de actividad socio productiva:* Electrónica y Salud.
- 1.2. *Denominación del perfil profesional:* Gestión y Mantenimiento de Equipamiento Biomédico.
- 1.3. *Familia profesional:* Electrónica, Electromecánica, Salud.
- 1.4. *Denominación del título de referencia:* Técnico Superior en Gestión y Mantenimiento de Equipamiento Biomédico
- 1.5. *Nivel y ámbito de la trayectoria formativa:* Nivel superior de la Educación Técnica.

### **2. Referencial al Perfil Profesional**

#### **2.1. Alcance del Perfil Profesional.**

El Técnico Superior en Gestión y Mantenimiento de Equipamiento Biomédico está capacitado para manifestar conocimientos, habilidades, destrezas, valores y actitudes en situaciones reales de trabajo, conforme a criterios de profesionalidad propios de su área y responsabilidad social al: “organizar y gestionar su ámbito de trabajo”, “gestionar el equipamiento biomédico”, “instalar equipamiento biomédico”, “operar equipos de propósito general destinados al mantenimiento de equipamiento biomédico”, “realizar el mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo del equipamiento biomédico”, “comunicar información técnica relativa al equipamiento biomédico” y “generar emprendimientos productivos”.

#### **2.2. Funciones que ejerce el profesional**

A continuación se presentan funciones y subfunciones del perfil profesional del técnico de las cuales se pueden identificar las actividades profesionales:

##### **Organizar y gestionar su ámbito de trabajo**

Esto implica:

*Gestionar información en su área de trabajo*, comunicándose con el usuario. Identificando, clasificando y derivando la información recibida y archivándola, con controles y evaluaciones posteriores.

*Organizar las tareas que le son pertinentes en su área de trabajo*, reconociendo la organización y estructuras de su institución, programando las actividades a desarrollar por su unidad, preparando los materiales que serán utilizados en la tarea, asignando recursos, roles, tareas y cronogramas de trabajo al equipo a su cargo, conservando las condiciones de bioseguridad y evaluando lo actuado.

*Presentar informes a partir de sus actuaciones*, registrando las acciones realizadas según las normas establecidas, procesando sistemáticamente los datos obtenidos y presentando informes a su supervisor.

##### **Gestionar el Equipamiento Biomédico.**

Esto implica:

*Controlar el estado del parque de equipamiento biomédico y sus accesorios. Controlar el estado del parque de equipamiento e insumos del taller de mantenimiento del equipamiento biomédico. Realizar asesoramiento técnico específico en el proceso de selección, adquisición y/o venta de equipamiento biomédico y/o servicios relacionados. Controlar la documentación de los equipos reparados por cuenta de terceros.*

##### **Instalar equipamiento biomédico.**

Esto implica:

*Emplazar y conectar los equipos. Realizar la conexión de aparatos auxiliares. Contrastar el funcionamiento inicial con el especificado en la documentación técnica. Elaborar la documentación técnica final de la instalación.*

**Operar instrumentos de propósito general destinados al mantenimiento de equipamiento biomédico.**

Esto implica:

*Interpretar y definir las especificaciones técnicas de instrumentos de propósito general. Configurar el instrumento para la medida. Operar los instrumentos de propósito general. Realizar el mantenimiento funcional operativo del instrumento. Registrar los valores. Elaborar el informe técnico de datos históricos y agregar los datos al documento de estadística. Identificar y seleccionar el instrumento patrón en función de la variable a medir. Preparar y disponer el banco de mediciones, pruebas y ensayos de contrastación. Configurar los instrumentos para hacer las medidas de contrastación. Operar los instrumentos de contrastación y contrastado. Realizar el mantenimiento funcional operativo del instrumento contrastado. Elaborar el informe técnico de contrastación. Registrar los valores medidos durante la contrastación.*

**Realizar el mantenimiento predictivo, preventivo, y correctivo del equipamiento biomédico.**

Esto implica:

*Planificar y programar y las actividades específicas para realizar el mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo, aportando información técnica para planificar los trabajos de mantenimiento, Identificando los equipos involucrados y la planificación general de mantenimiento, Interpretando la documentación técnica, régimen y funcionalidad de los componentes de los sistemas, ponderando los componentes del sistema, estableciendo el alcance de la intervención y los recursos necesarios, conviniendo el alcance, periodicidad y duración de las acciones con las áreas afectadas, determinando las pruebas y ensayos para verificar la funcionalidad del sistema intervenido, elaborando los soportes de información para registro y programando los trabajos de mantenimiento.*

*Realizar, en su ámbito de actuación, el análisis, reformulación y optimización del mantenimiento preventivo, predictivo, funcional operativo y correctivo, inspeccionando el cumplimiento de los pasos, pautas, costos y plazos predeterminados en la planificación y programación de las acciones del mantenimiento, evaluando los resultados, optimizar y reformular los planes, programas y parámetros de control, manteniendo actualizado el banco de datos del historial del sistema y registrando los trabajos realizados e informar a las áreas interesadas.*

*Realizar y controlar el mantenimiento predictivo, interpretando el programa y los procedimientos para determinar el mantenimiento predictivo, redactando e informando a las áreas interesadas el programa y los resultados del procedimiento del mantenimiento predictivo y realizando los controles y ensayos en los sistemas.*

*Realizar y controlar el mantenimiento preventivo y correctivo, priorizando la respuesta a la demanda de los usuarios, interpretando el programa y los procedimientos para realizar el mantenimiento preventivo y correctivo, localizando fallas y proponiendo soluciones y realizando el mantenimiento midiendo parámetros dimensionales y las características de los equipos.*

*Reparar partes de los equipos interpretando las especificaciones técnicas, los procedimientos y recursos para reparar partes, realizando las operaciones de reparación midiendo parámetros dimensionales y las características de los equipos y registrando e informando los resultados.*

**Comunicar información técnica relativa al equipamiento biomédico**

Esto implica:

*Comunicar información técnica relativa a los equipos instalados y/o mantenidos, seleccionando el tipo y nivel de información a comunicar teniendo en cuenta el público objetivo de la misma determinando el material educativo a utilizar, comunicando información, instruyendo personal y evaluando la tarea realizada.*

**Generar y/o participar de emprendimientos.**

Esto implica:

*Identificar el emprendimiento, identificando y dimensionando la demanda, identificando las especificaciones del producto o alcance de prestación de servicios, definiendo el ciclo de producción y recursos necesarios e identificando las tareas administrativas, contables, financieras e impositivas.*

*Evaluar la factibilidad técnico-económica del emprendimiento*, aportando técnicamente a determinar los costos industriales del proyecto y aportando información técnica para definir el plan y el presupuesto de ventas, producción y finanzas.

*Programar y poner en marcha el emprendimiento*, gestionando la documentación para la constitución de una microempresa, adquiriendo los equipos, las instalaciones y el instrumental instrumental necesario para llevar a cabo el emprendimiento e instalando equipos y elementos auxiliares.

*Gestionar el emprendimiento*, negociando con proveedores, clientes y organismos y aportando datos para realizar los registros contables e impositivos.

### **2.3. Área Ocupacional**

El avance de la tecnología biomédica, especialmente en el campo del equipamiento, ha ampliado la necesidad de recursos humanos especializados y generado nuevos horizontes de empleabilidad, tanto en el campo de la salud, como en la industria y el comercio relacionado. Esto genera el desarrollo de nuevos perfiles técnicos que abarquen la complejidad del campo. Así, el técnico en Gestión y Mantenimiento en Equipamiento Biomédico podrá desempeñar sus actividades en:

Efectores públicos de salud: Hospitales de baja, mediana y alta complejidad, centros de salud, centros de rehabilitación. Centros de investigación. Laboratorios de Diagnóstico.

Instituciones relacionadas al control de calidad de la atención médica y auditoría de prestaciones de salud.

Efectores privados y de obras sociales

Empresas relacionadas a la fabricación, montaje, mantenimiento, reciclado, venta y distribución de equipamiento biomédico.

Emprendimientos propios

Instituciones Docentes relacionadas a la salud y el equipamiento biomédico.

Instituciones relacionadas a la investigación aplicada en salud.

### **2.4. Habilitaciones profesionales**

El Técnico en gestión y mantenimiento de equipamiento biomédico está habilitado para desarrollar las actividades que se describen en el perfil profesional desarrollados en este documento, relacionadas con la gestión y el mantenimiento del equipamiento biomédico y de acuerdo a la normativa vigente.

## **3. En relación con la Trayectoria Formativa**

Los planes de estudio a ser presentados para su homologación deberán evidenciar el trayecto formativo completo que conduce a la emisión del título técnico de nivel superior, independientemente de la organización institucional y curricular adoptada, de manera tal que permitan identificar los distintos tipos de contenidos a los que hace referencia.

Deberán identificarse los campos de formación general, de formación científico-tecnológica, de formación técnica específica y de prácticas profesionalizantes.

De la totalidad de la trayectoria formativa y a los fines de homologar títulos de un mismo sector profesional y sus correspondientes ofertas formativas, que operan sobre una misma dimensión de ejercicio profesional, se prestará especial atención a los campos de formación científico-tecnológica, de formación técnica específica y de prácticas profesionalizantes. Cabe destacar que estos contenidos son necesarios e indispensables pero no suficientes para la formación integral, adoptando estrategias de enseñanza y aprendizaje en espacios físicos propios donde se desarrolle la teoría y la práctica de la especialidad.

### **3.1. Formación general**

El campo de formación general está destinado a abordar los saberes que posibiliten la participación activa, reflexiva y crítica en los diversos ámbitos de la vida laboral y sociocultural y el desarrollo de

una actitud ética respecto del continuo cambio tecnológico y social. A los fines del proceso de homologación, aunque no se analizarán específicamente sus contenidos, este campo debe ser identificable en el plan de estudios a homologar y se considerará la carga horaria total de este campo sea la acordada para los títulos de educación técnica superior.

### 3.2. Formación Científico Tecnológica

#### **Provenientes del campo de la matemática**

Números y Funciones. Números complejos. Forma binómica y trigonométrica, operaciones, representación geométrica. Funciones. Funciones trigonométricas. Límite y continuidad. Derivada. Integral. Ecuaciones e inecuaciones. Sistemas de ecuaciones lineales. Funciones polinómicas en una variable. Vectores. Operaciones. Curvas planas. Ecuaciones de la recta y el plano. Cónicas. Ecuaciones de la circunferencia, la elipse, la parábola y la hipérbola. Probabilidad y estadística. Elementos matemáticos de análisis. Álgebra de Boole. Lógica proposicional. Modelos matemáticos de sistemas físicos. Estadística. Estadística descriptiva. Estadística inferencial. Variable: continua, discreta. Frecuencia: absoluta, relativa. El dato. Presentación de los datos. Tipos de presentaciones. Medidas: de tendencias central y de dispersión.

#### **Provenientes del campo de la física**

Medición y error. Sistemas de unidades de medición. Fuerzas y movimientos. Peso, masa, volumen. Leyes de Newton. Energía. Fuentes de energía convencionales. Conservación de la energía. Potencia y Trabajo. Generación de energía eléctrica, térmica, hidráulica, energías alternativas. Usos de la energía. Energía y potencia. Rendimiento de las transformaciones. Uso racional de la energía. Costos e impacto ambiental de la generación y el uso de la energía en sus diferentes formas. Cargas eléctricas, campo eléctrico, potencial eléctrico, intensidad de corriente y tensión, Ley de Ohm, leyes de Kirchoff, conceptos de circuitos (serie, paralelo, mixto). Thevenin y Northon. Capacitancia, Dieléctricos, Inductancia, Campo magnético, leyes principales del electromagnetismo, circuitos magnéticos, acoplados y transformadores. Efecto Joule. Óptica, óptica geométrica, espejos esféricos, diópticos, esféricos, lentes, instrumentos ópticos, difracción y polarización. Termodinámica. Ecuación de estado de los gases. Primer principio de la termodinámica. Capacidad calorífica. Calor específico. Energía interna de un gas. Entalpía. Ciclo de Carnot. Transformaciones. Entalpía del vapor de agua. Ciclo de Rankine. Segundo principio de la termodinámica. Combustión. Mecánica: Momento estático de un sistema de fuerzas. Momento de inercia. Estado de solicitaciones simples. Rozamientos. Elementos de cálculo para transmisiones hidráulicas: flujo de los fluidos, viscosidad, coeficientes, régimen laminar y turbulento, experiencias. Numero de Reynolds. Teorema de Bernoulli. Cinemática. Ley de Hooke.

#### **Provenientes de la Química.**

Estructura de la materia. Modelo atómico de Bohr. Niveles de energía de los electrones, configuraciones electrónicas estables. Variación periódica de las propiedades. Transformaciones y reacciones químicas. Modelo de reacción química. Calor de reacción. Escala de pH, regulación del pH. Estructura química y propiedades generales de los materiales. Materiales inorgánicos, orgánicos y polímeros. Comportamiento de los materiales sólidos, líquidos y gaseosos: mecánicas, electromagnéticas, térmicas y químicas.

#### **Provenientes de la Biología.**

Características generales de los seres vivos. Estructura celular. Clasificación taxonómica. Bases fisiológicas de la célula. Mecanismos de regulación endocrina. Anatomía y fisiología de los sistemas respiratorio, circulatorio, digestivo, renal y neuroendocrino.

#### **Provenientes de la Salud Pública**

Proceso de salud-enfermedad. Evolución histórica del concepto de salud. Concepción integral del proceso salud-enfermedad. Factores sociales económicos, culturales y psicológicos intervinientes. Sociedad, Estado, estratificación socioeconómica y modelo predominante en la región. Perspectiva crítica. El derecho a la salud. La salud como inversión en el marco de las políticas públicas. Estructura, del sistema de salud. Subsectores público, de obras sociales y privado. Regionalización. Niveles de complejidad. Niveles de atención. Redes de servicios. Hospital público. Estrategia de Atención Primaria de la Salud. Programa Nacional de Garantía de Calidad de la Atención Médica: Políticas Nacionales de Salud.

**Provenientes del campo de la tecnología.**

Transformaciones de los materiales: transformaciones de forma. Máquinas y herramientas utilizadas para la transformación de forma. Transformaciones físicas y químicas de sustancia. Equipos usados en las operaciones unitarias. Integración de componentes, montaje.

**Provenientes del campo de la organización, la gestión, la comercialización.**

Noción de proceso, etapas, operaciones unitarias. Almacenamiento y transporte. Control de proceso y de calidad. Calidad de producto y de proceso. Necesidad de la normalización. Control de gestión e importancia de la información. Comercialización de componentes, productos y equipos. Procedimientos generales de control de gestión. Control de gestión de las actividades comercial, técnica, económica, de personal. Los criterios de administración: eficiencia, eficacia. Los procesos administrativos: toma de decisiones, planeamiento y ejecución. La administración de la producción. La administración de los recursos humanos. Control de stock. Concepto de Stock mínimo de reserva.

**Provenientes de la Economía y marco jurídico.**

Macroeconomía y Microeconomía. La economía de las empresas. La retribución de los factores productivos. Rentabilidad y tasa de retorno. Cálculo de costos. Contratos comerciales. Sociedades comerciales. Leyes relacionadas con la salud y la seguridad industrial. Leyes laborales. Contratos de trabajo. Convenios colectivos. Propiedad intelectual, marcas y patentes.

**Provenientes del campo del trabajo (de la higiene y seguridad laboral)**

Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (CYMAT). Incidencia de las CYMAT en la organización y sus procesos.

Las condiciones de trabajo. La organización, el contenido y la significación del trabajo. Duración y configuración del tiempo de trabajo. Ergonomía de las instalaciones, útiles y medios de trabajo.

La carga de trabajo y sus dimensiones. La carga física, mental y emocional. El medio ambiente donde se desenvuelve el trabajo. Principios básicos de bioseguridad. Normativas nacionales (ANMAT, ARN, entre otras), jurisdiccionales e internacionales.

Aspectos legales. Ley de ejercicio profesional, leyes y regímenes jurisdiccionales al respecto.

**Provenientes del campo de la comunicación**

La comunicación humana: Modelos de comunicación. Distintas modalidades de comunicación según sus ámbitos y fines. Planificación de dispositivos de comunicación oral y escrita en soportes y registros diversos. Modalidades de comunicación científica.

Inglés técnico aplicado al área de competencia. Vocabulario. Lectura y comprensión de textos de la especialidad.

Tecnología de la información y la comunicación. Aplicaciones de la informática en el sector de salud.

Organización y tratamiento de la información. Conceptos generales de programas utilizados para la gestión y el mantenimiento biomédico.

### **3.3. Formación Técnica Específica**

La formación técnica específica aborda los saberes propios del campo profesional, así como también la contextualización de los desarrollados en la formación de fundamento científico-tecnológica.

La formación técnica específica del Técnico en gestión y mantenimiento de equipamiento biomédico está relacionada con las problemáticas de los materiales e insumos; los instrumentos y herramientas de propósito general; los dispositivos, componentes y circuitos electrónicos analógicos y digitales; las herramientas informáticas para medición; la elaboración de planos y memoria técnica de instalaciones eléctricas y electrónicas; el análisis y síntesis eléctrico-electrónica; los ensayos y mediciones; el montaje e instalación –operación y mantenimiento de circuitos eléctricos y redes de potencia; la gestión y organización del mantenimiento; el montaje e instalación de equipamiento biomédico; el mantenimiento eléctrico y electrónico; y al equipamiento biomédico de áreas críticas, de instrumental de Laboratorio Clínico, de aplicación en consultorios externos de diversas especialidades clínicas, de imágenes en medicina, de ultrasonido para uso médico y de Radiaciones Ionizantes y altas energías de diagnóstico y tratamiento.

Los aspectos formativos y sus contenidos, tanto para insumos, instalaciones, mediciones y mantenimiento provendrán tres agrupamientos técnicos principales relacionados con la actividad:

- Los relacionados con la electricidad y la electrónica
- Los relacionados con la mecánica y fluidos
- Los específicos del equipamiento médico

### *Aspectos formativos*

A los fines de la homologación y con referencia al perfil profesional se considerarán los siguientes aspectos de la trayectoria formativa del técnico:

#### **1) Aspecto formativo referido a la utilización de los materiales e insumos**

Implican analizar las propiedades de los materiales constitutivos de insumos y gestionar la logística de materiales e insumos.

##### *Contenidos de la formación técnica específica relacionados con la utilización de materiales e insumos eléctricos y electrónicos*

Estudio y ensayo de materiales. Propiedades generales de los materiales. Estudio de los metales utilizados en electrotecnia en sus distintos estadios. Deterioro de los materiales eléctrico-electrónicos. Materiales inorgánicos de uso en electrónica y electricidad. Materiales orgánicos y polímeros de uso en electrónica y electricidad. Método estadístico e inspección de materiales.

##### *Contenidos de la formación técnica específica relacionada con los materiales e insumos mecánicos y fluidos*

Nociones fundamentales de resistencia de materiales, esfuerzos combinados. Elementos para soldadura. Procesos de la metalurgia. Metalurgia del hierro. Estructura de los cuerpos sólidos. Fases y aleaciones. Aleaciones de hierro carbono. Tratamiento térmico de los aceros. Fundiciones. Metales no ferrosos. Materiales no metálicos. Cerámicos, Plásticos, Cristales. Lubricantes. Solventes. Materiales para sellado. Nociones de filtrado y filtros de aire, filtrado y filtros de gases, Filtrado y filtros de agua. Concepto de Filtros para equipos médicos.

##### *Contenidos de la formación técnica específica relacionada con los materiales e insumos de aplicación directa en equipos médicos*

Concepto de Elemento Descartable y reutilizable. Concepto de vida útil y condiciones de almacenamiento para sensores y electrodos. Sensores por electrodos para gases y para soluciones. Sensores de oximetría, clasificación e insumo-dependencia. Electrodos de contacto descartables y reutilizables. Lámparas, clasificación de los tipos más comunes en equipamiento médico, concepto de vida útil y horas de servicio. Líquidos y soluciones para reveladoras de películas radiográficas, consumo, degradación, vida útil y descarte.

#### **2) Aspecto formativo referido en la utilización de los instrumentos y herramientas de propósito general.**

Implican identificar el tipo de instrumento de aplicación industrial que se usa para una determinada medida, manejar las herramientas mecánicas de propósito general para uso en electricidad, electrónica y mecánica con destreza y propiedad, calibrar los instrumentos de propósito general, interpretar correctamente la indicación de los instrumentos ya sean analógicos y/o digitales, acondicionar y preparar los medios para realizar las medidas teniendo en cuenta los criterios establecidos en los diferentes ámbitos de desempeño y calcular los errores de medida de los diferentes instrumentos.

##### *Contenidos de la formación técnica específica relacionados con la utilización de los instrumentos y herramientas de propósito general*

Medición y error en los instrumentos y herramientas de propósito general. Sistemas de unidades de medición. Patrones de medición. Instrumentos indicadores electromecánicos. Instrumentos electrónicos para medición de parámetros básicos. Generadores de señales. Adaptadores de señal. Instrumentos de propósitos generales. Osciloscopios, Amperímetro, voltímetro, óhmetro, multímetro: escalas, conexión, calibración, lectura de instrumento y registro de valores. Medición de dimensiones mecánicas. Unidades. Herramientas de medida. Compás de corredera. Lectura en los calibres a vernier. Calibres en medidas inglesas. Medidas angulares. Tornillos micrométricos. Peines de rosca. Niveles y niveles de precisión. Tolerancias: concepto de ajuste y asiento. Indicación de las tolerancias. Tolerancia unidades de tolerancia. Aplicaciones. Uso de tablas. Uso de catálogos.

### **3) Aspecto formativo referido a la elaboración de planos y memoria técnica de instalaciones eléctricas y electrónicas.**

La elaboración de planos y memoria técnica de instalaciones eléctricas implica comprender la importancia de los datos en un plano de manera de poder seleccionar aquellos que son relevantes para una representación gráfica; aplicar conocimientos y destrezas para tomar medidas y de acuerdo con las normas realizar planos y esquemas; aplicar formatos y normas para realizar dibujos y diseños; analizar la información que se encuentra en una representación gráfica; evaluar los aspectos centrales de la información requerida en un plano; sintetizar la información que se presenta en la representación gráfica, administrando aquella que es relevante.

*Contenidos de la formación técnica específica relacionados con la elaboración de planos y memoria técnica de instalaciones eléctricas electrónicas*

Símbolos y especificaciones del dibujo para planos de instalaciones eléctricas. Códigos, normas y reglamentos vigentes de las instalaciones eléctricas. Normas de seguridad e higiene en procesos de instalación y montaje eléctrico. Normas de calidad de los procesos y/o productos. Tipos y características de los materiales eléctricos. Secuenciación de los procesos de montaje e instalación. Noción Proyecto: Idea, Ejecución y Evaluación. Circuitos y esquemas eléctricos, unifilares, trifilares, funcionales. Planillas de cargas, de materiales eléctricos (tipos normativos, características, acreditación de conformidad). Protocolos de medición. Procedimientos para el control de tiempos planificados de ejecución. Normas IRAM para confección de planos. Introducción a los sistemas CAD.

### **4) Aspecto formativo referido a la utilización de los dispositivos, componentes y circuitos electrónicos analógicos y digitales.**

Implican identificar los distintos dispositivos electrónicos, analizar el fenómeno eléctrico de un circuito electrónico analógica y digitalmente, analizar las señales según la utilidad y pertinencia en el dominio analógico o en el digital, interpretar las transformaciones energéticas producidas en cada dispositivo y en el circuito involucrado, estimar el impacto ambiental de las posibles emisiones electromagnéticas, seleccionar y ensayar los dispositivos según el circuito electrónico.

*Contenidos de la formación técnica específica relacionados con la utilización de los dispositivos, componentes y circuitos electrónicos analógicos y digitales.*

Estudio de las propiedades eléctricas y funcionamiento y uso de los componentes pasivos, resistores, capacitores e inductores. Manejo de los semiconductores en los distintos circuitos y dispositivos, con el consiguiente análisis de sus propiedades. Análisis de las técnicas digitales y su implementación a partir de la interpretación de circuitos de lógica combinacional. Uso de instrumentos y herramientas electrónicas para el ensayo de los circuitos implementados.

### **5) Aspecto formativo referido en la utilización de las herramientas informáticas para mediciones, análisis y síntesis eléctrico - electrónica.**

La utilización de las herramientas informáticas para mediciones, análisis y síntesis eléctrico-electrónica implican identificar el tipo de herramienta informática que se usa para una determinada medida, análisis y síntesis eléctrico-electrónica, manejar las herramientas informáticas de propósito general para análisis y síntesis de circuitos electrónicos, calibrar las herramientas informáticas (en modo: voltímetro, amperímetro, óhmetro, multímetro, osciloscopio, generador de funciones, etc.), interpretar correctamente la indicación de las herramientas informáticas ya sean analógicas y/o digitales, acondicionar y preparar los medios para realizar las medidas teniendo en cuenta los criterios establecidos en distintos ámbitos de desempeño. Interpretar gráficos esquemáticos de circuitos, croquis y diagramas, considerar los errores de medida de las diferentes herramientas informáticas.

*Contenidos de la formación técnica específica relacionados con las buenas prácticas en la utilización de las herramientas informáticas para mediciones, análisis y síntesis eléctrico -electrónica.*

Dibujo de esquemas eléctricos y electrónicos. Diseño asistido para análisis y síntesis de circuitos. Análisis de los problemas debido a la utilización de herramientas informáticas. Simulación. Análisis de programas para PLC estándar.

Interfases de comunicación normalizadas RS232, RS422, RS485, USB. Concepto de puertos paralelo y serie y extracción de datos.

Herramientas de sistemas operativos estándar para adquisición de datos.

Convertidores A/D y D/A, multiplexores. Control de transferencia de datos por fibra óptica. Redes internas. Sistemas CAN BUS.

## **6) Aspecto formativo referido a los ensayos y mediciones.**

Los ensayos y mediciones eléctrico-electrónicas implican identificar fallas en materiales, dispositivos, componentes y circuitos electrónicos analógicos y digitales con los instrumentos de propósito general y de aplicación industrial. Identificar el tipo de ensayo y medición de aplicación industrial que se usa para una determinada aplicación; seleccionar los instrumentos y herramientas de propósito general y especiales de acuerdo al método de ensayo y medición identificado; manejar las herramientas mecánicas de propósito general con destreza y propiedad; calibrar los instrumentos seleccionados para el ensayo y medición; interpretar correctamente la indicación de los resultados de los métodos de ensayo y medición; analizar las indicaciones y datos obtenidos en el ensayo y/o medición; calcular los errores de medida de los diferentes instrumentos; y evaluar los resultados del ensayo y medición para la toma de decisiones.

*Contenidos de la formación técnica específica relacionados con los ensayos y mediciones eléctrico-electrónicas.*

Mediciones de tensión, corriente, y potencia. Mediciones en circuitos estándares. Protecciones y puestas a tierra. Mediciones de impedancia en bajas y altas frecuencias. Mediciones de impedancia en muy alta frecuencia. Mediciones de frecuencia. Instrumentos especiales. Sistemas electrónicos de medición.

*Contenidos de la formación técnica específica relacionados con los ensayos y mediciones mecánicas y de fluidos.*

Medición de desgaste mediante sondas mecánicas y/o sistemas de galgas patrón. Evaluación de juegos radiales, axiales y tangenciales en sistemas de bujes, rodamientos y transmisión. Uso de tablas de referencia de fabricantes.

Medición de presión y flujo de gases y líquidos en ingreso y egreso del equipamiento biomédico. Medición de temperatura con sensores y/o sondas en contacto o telemétricas.

## **7) Aspecto formativo referido el mantenimiento.**

El mantenimiento implica evaluar la aplicación de técnicas de mantenimiento preventivo, predictivo y/o correctivo, seleccionando las metodologías eficientes y eficaces para la ejecución los trabajos en equipamientos biomédicos; establecer los mecanismos para la aplicación de las normas de seguridad e higiene específicas y evaluar la calidad de los resultados esperados por el programa de mantenimiento.

*Contenidos de la formación técnica específica relacionados al mantenimiento del equipamiento biomédico.*

Misión, objetivos, funciones del mantenimiento preventivo. Etapas de implementación. Factores determinantes. Determinación de límite de vida útil. Estructuración del plan de inspecciones y trabajos. Forma de cumplimentar las inspecciones. Tipos y formas de mantenimiento. Organización del mantenimiento. Ordenes de trabajo. Gestión del mantenimiento. Plan previo a la implementación del mantenimiento preventivo. Introducción al mantenimiento predictivo. Planillas de seguimiento. Seguridad laboral. Controles periódicos. Gráficos de control de mantenimiento. Mantenimiento preventivo, ordinario y extraordinario. Costos horarios. Amortización. Vida útil.

## **8) Aspecto formativo referido al montaje e instalación-operación y mantenimiento de circuitos eléctricos y redes de potencia**

La operación y mantenimiento, implican analizar los modelos eléctricos de los circuitos eléctricos reales aplicando los teoremas clásicos de la electricidad en distintos casos de régimen transitorio y régimen permanente, tanto en el dominio del tiempo como de la frecuencia; seleccionar las distintas alternativas de estructuras de circuitos eléctricos estándares; y modelizar las distintas estructuras de circuitos eléctricos estándares.

*Contenidos de la formación técnica específica relacionados con el montaje e instalación – operación y mantenimiento de circuitos eléctricos y redes de potencia.*

Cargas eléctricas. Campo eléctrico. Potencial eléctrico. Capacitancia. Dieléctricos. Inductancia. Campo Magnético. Campo Electromagnético. Conceptos de circuitos. Leyes principales. Análisis de mallas y nodos. Transitorios en los circuitos. Análisis de circuitos con señales senoidales. Estado estable senoidal en el dominio de la frecuencia. Estructuras en estrella y triángulo. Potencia y factor de potencia. Circuitos polifásicos. Respuesta en frecuencia y resonancia. Aspectos cualitativos del método de Fourier para el análisis de las formas periódicas de onda. Circuitos magnéticos, acoplados y transformadores.

## **9) Aspecto formativo referido al montaje e instalación de equipamiento biomédico**

El montaje e instalación de equipamiento biomédico implican analizar el funcionamiento de los equipos biomédicos convencionales y los sistemas eléctricos-electrónicos-mecánicos involucrados en un

equipo biomédico; analizar las transformaciones energéticas involucradas; estimar el impacto ambiental contaminante de las posibles emisiones; Controlar riesgos asociados a los residuos patogénicos y riesgos hospitalarios y tomar las medidas de seguridad eléctrica relacionadas a los circuitos eléctricos de conexión (Ruido, protecciones y puesta a tierra).

*Contenidos de la formación técnica específica relacionados con el montaje e instalación del equipamiento biomédico.*

Conversión electromagnética-mecánica. Máquinas de corriente alterna (monofásica-trifásica). Régimen variable: mando y control. Elementos generales de instalaciones eléctricas. Elementos de protección de instalaciones eléctricas. Normas de ensayo. Seguridad e higiene en la instalación, conexión, y operación de las máquinas e instalaciones biomédicas.

Terminales de 220V y 380V. Protecciones. Puesta a tierra. Equipotencialidad. Sistemas de aislación y corrientes débiles. Instalación de gases medicinales (terminales y equipos generación). Instalación de gas. Instalación sanitaria. Condicionantes físicas para ubicación y funcionamiento de equipos. Control y registro: acondicionamiento térmico: temperatura y humedad, acústico, aislaciones. Residuos patológicos: normativas nacionales y provinciales. Responsabilidad. Manipuleo. Operación. Riesgos hospitalarios: eléctricos, infecciones, bioseguridad, químicos, protección contra incendio. Conductividad y aislación de los materiales de terminación

#### **10) Aspecto formativo referido el mantenimiento eléctrico y electrónico.**

El mantenimiento eléctrico y electrónico implica evaluar la aplicación de técnicas de mantenimiento preventivo, predictivo y/o correctivo, seleccionando las metodologías eficientes y eficaces para la ejecución los trabajos en instalaciones eléctricas y dispositivos electrónicos; mantener y ensayar tableros, comandos, motores eléctricos y sistemas de potencia; establecer los mecanismos para la aplicación de las normas de seguridad e higiene específicas y evaluar la calidad de los resultados esperados por el programa de mantenimiento, evaluando los criterios de su programación.

De la misma manera y en cuanto a los dispositivos electrónicos en todo lo referido a Fuentes de alimentación, dispositivos de seguridad y puestas a tierra del equipamiento biomédico, rutinas y protocolos de confirmación de parámetros dentro de tolerancias seguras para cada caso específico.

*Contenidos de la formación técnica específica relacionados con el mantenimiento de sistemas y dispositivos eléctricos y electrónicos.*

Circuitos en CC y CA. Análisis de circuitos. Relevamiento y puesta a punto de instalaciones: Tableros, circuitos de usos generales y especiales, fuerza motriz. Principios de automatización. Sensores y transductores. Sistemas de mando. Sistemas de regulación. Funciones básicas de controladores lógicos. Mediciones y ensayos eléctricos. Medición de continuidad, aislación y puesta a tierra. Osciloscopio.

Características de Vacío y Carga de motores y transformadores. Inspección visual y ensayos. Determinación de fallas. Mantenimiento de componentes eléctricos de protección y maniobra: Interruptores, contactores, relés, temporizadores, relé térmico, relé por falta de fase, guardamotors, fusibles, termomagnéticas etc. Aislantes. Conductores. Ferrosos - Ferromagnéticos. Rendimientos. Ensayos de equipos. Soldaduras. Plásticos. Adhesivos. Nuevos materiales. Bobinados. Protección de transformadores y generadores. Calidad del suministro de energía eléctrica.

Fuentes de alimentación. Diferentes tipos, discretas, analógicas, conmutadas. Clasificación de las Fuentes de alimentación y los equipos biomédicos según su condición de seguridad eléctrica y aislaciones al circuito paciente. Verificación de correcta puesta a tierra y pruebas de aislación con instrumental específico según normas IEC – IRAM – AEA.

Protocolos de prueba y mantenimiento de sistemas electrónicos con o sin componentes electromecánicos según necesidades de usuario y según fabricante.

Planes de seguridad, accidentabilidad y desarrollo de medidas preventivas en la realización de trabajos con tensión. Mejora de la calidad del servicio. Aspectos económicos. Aspectos legales, normativos y reglamentarios aplicables a la realización de trabajos con tensión.

#### **11) Aspecto formativo referido el mantenimiento de mecanismos y fluidos**

El mantenimiento mecánico y de fluidos implica evaluar la aplicación de técnicas de mantenimiento preventivo, predictivo y/o correctivo, seleccionando las metodologías eficientes y eficaces para la ejecución los trabajos en montajes y sistemas mecánicos y terminales gases y fluidos o suministros autónomos de gases medicinales; mantener y ensayar tableros, comandos, acoplamientos, reguladores, filtros, soportes, guías y sistemas de potencia; establecer los mecanismos para la aplicación de las normas de seguridad e higiene específicas y evaluar la calidad de los resultados esperados por el programa de mantenimiento, evaluando los criterios de su programación.

*Contenidos de la formación técnica específica relacionados con el Mantenimiento mecánico*

Mediciones. Unidades. Herramientas de medida. Compás de corredera. Lectura en los calibres a vernier. Calibres en medidas inglesas. Medidas angulares. Tornillos micrométricos. Tolerancias: concepto de ajuste y asiento. Indicación de las tolerancias. Tolerancia fundamental o calidad. Unidades de tolerancia. Aplicaciones. Uso de tablas. Cojinetes: de bolas. De rodillos. Montaje en eje y caja. Lubricación. Protección. Remoción. Correa de transmisión. Descripción. Tipos. Su mantenimiento preventivo. Cálculo de un mando simple (Con Uso de catálogo). Sistemas de cadenas de transmisión y aparejos. Tipos. Selección.

*Contenidos de la formación técnica específica relacionados con Mecanismos y elementos de máquinas*

Nociones fundamentales de resistencia de materiales, esfuerzos combinados. Árboles y ejes. Acoplamiento de árboles y ejes. Engranajes, Generalidades. Engranajes cónicos, rectos, helicoidales. Tornillo sin fin, rueda helicoidal. Transmisión de potencia por elementos mecánicos flexibles. Transmisión de potencia por correas trapeciales. Transmisión de potencia por cadenas. Elementos de unión. Tornillo como elemento de unión. Resortes Tipos. Soldadura. Esfuerzos, Cálculo de la costura soldada. Frenos, Tipos de frenos, clasificación. Embragues, Tipos, Cónicos, de discos, etc. Procesos de la metalurgia. Metalurgia del hierro. Estructura de los cuerpos sólidos. Defectos estructurales. Fases y aleaciones. Aleaciones de hierro carbono. Tratamiento térmico de los aceros. Fundiciones. Metales no ferrosos. Materiales no metálicos.

*Contenidos de la formación técnica específica relacionados con el mantenimiento de gases y fluidos en su ingreso a equipos médicos y/o en circulación por equipos médicos.*

Clasificación de gases de uso en equipos biomédicos. Gases en contacto directo al paciente. Gases de aplicación sobre el equipo médico. Diferenciación entre instalaciones centrales y dispositivos de suministro autónomos. Reguladores de presión. Mantenimiento de Instrumentos de lectura de presión y flujo. Acoples y normas de selección de los mismos. Mantenimiento y limpieza de reguladores y normas de seguridad relacionadas con los diferentes tipos de gases hospitalarios. Concepto e importancia de límites de presión en circuitos.

Mantenimiento de sistemas de filtrado de gases y fluidos en ingreso a equipos biomédicos. Clasificación según diferentes niveles de filtrado. Rutinas y control de eficiencia de filtros.

Cilindros autónomos para suministro de gases medicinales en circuitos paciente o en gases de medición y/o calibración. Control de estado, Clasificación y códigos de identificación.

**12) Aspecto formativo referido al equipamiento biomédico**

Implica conocer las características principales, funcionamiento, criterios de uso, implicancias médico – sanitarias, necesidades de mantenimiento preventivo, predictivo y funcional operativo de los principales equipos biomédicos de uso corriente. Modos de abordaje del mantenimiento correctivo. Criterios de reemplazo.

*Contenidos de la formación técnica específica relacionados con el equipamiento de áreas críticas*

Equipamiento general del Área Quirúrgica. Máquinas de anestesia: sistemas de suministro anestésico convencional y electrónico. Bombas de infusión. Bombas extracorpóreas. Monitores de paciente. Electrocardiograma. Cardíodes fibriladores. Electrobisturías.

Equipamiento general del Área de cuidados intensivos. Ventiladores. Equipamiento general del Área de cuidados intensivos neonatales. Sistemas de manejo de temperatura: Cunas radiantes o servocunas, incubadoras, sistemas de transporte de pacientes neonatales. Equipamiento de monitoreo especial.

*Contenidos de la formación técnica específica relacionados con el instrumental de Laboratorio Clínico*

Procedimientos generales del laboratorio clínico. Análisis modular de Instrumental.

Equipamiento básico común a diferentes áreas de laboratorio: Centrífugas, Centrífugas refrigeradas, Microscopios, Baños termostatisados, Agitadores, Cubas galvánicas, Destiladores, Estufas de cultivo, dispositivos de aislamiento campanas de extracción y sistemas de flujo laminar, Freezers y ultrafreezers.

Equipamiento de absorción y emisión de energía radiante. Equipamiento electroquímico separativo. Cromatografía. Espectrofotómetros.

Equipamiento de esterilización: principios de funcionamiento, métodos físicos y químicos. Autoclaves. Esterilizadores por Óxido de Etileno y por gas-plasma de Peróxido de Hidrógeno.

*Contenidos de la formación técnica específica relacionados con los equipos de aplicación en consultorios externos de diversas especialidades clínicas.*

Instrumental de Neurofisiología, Equipos de Kinesiología, Fisioterapia y rehabilitación, Equipos de diagnóstico por registro de potenciales E.C.G; E.E.G., instrumental básico de baja complejidad para consultorios.

*Contenidos de la formación técnica específica relacionados con los equipos de imágenes en medicina*  
Imagen óptica. Procesamiento electrónico de la imagen. Procesamiento analógico y digital. Principios físicos de los sistemas para la obtención de imágenes. Equipos de diagnóstico por imágenes. Imagen por ultrasonido, por rayos X (convencional y tomografía) y por resonancia magnética nuclear. Protecciones y cuidados especiales. Otras técnicas de imagen: angiografía de proyección, mamografía, termografía. Normas de seguridad, principios de radioprotección, reglamentaciones de los entes nacionales o provinciales de Radiofísica Sanitaria.

*Contenidos de la formación técnica específica relacionados con equipos de ultrasonido para uso médico*  
Principios físicos del Ultrasonido. Generación. Equipos para diagnóstico. Equipos para tratamiento. Tipos de transductores. El haz ultrasónico. Esquema electrónico de un equipo de US. Efectos biológicos del Ultrasonido.

*Contenidos de la formación técnica específica relacionados con equipos de Radiaciones Ionizantes y altas energías de diagnóstico y tratamiento*

Principio y técnicas de utilización de instrumental de medicina nuclear. Detección de radiaciones nucleares. Equipamiento diagnóstico y terapéutico: Cámara Gamma. SPECT. PET. Bomba de Cobalto. Estudios funcionales y terapéuticos en que se emplean. Radiofármacos. Aceleradores lineales. GammaKnife. Cyberknife. Aplicaciones clínicas. Dosimetría.

Regulaciones de la ARN y la interrelación con el personal específico habilitado y requerido para el control de calidad de un servicio médico con aplicación de radioisótopos y/o equipamiento de altas energías y radiaciones ionizantes. Normas de Seguridad. Infraestructura de una instalación de medicina nuclear y/o de Radioterapia. Tratamiento de residuos radiotóxicos.

### **3.4. Práctica profesionalizante**

El campo de formación de la práctica profesionalizante es el que posibilita la aplicación y el contraste de los saberes construidos en la formación de los campos antes descriptos. Señala las actividades o los espacios que garantizan, conjuntamente con los talleres de enseñanza práctica y laboratorios de la institución, la articulación entre la teoría y la práctica en los procesos formativos y el acercamiento de los estudiantes a situaciones reales de trabajo. La práctica profesionalizante constituye una actividad formativa a ser cumplida por todos los estudiantes, con supervisión docente, y la escuela debe garantizarla durante la trayectoria formativa.

Dado que el objeto es familiarizar a los estudiantes con las prácticas y el ejercicio técnico-profesional vigentes, puede asumir diferentes formatos (como proyectos productivos, micro-emprendimientos, actividades de apoyo demandadas por la comunidad, pasantías, alternancias, entre otros), llevarse a cabo en distintos entornos (como laboratorios, hospitales, empresas productoras y/o proveedoras de equipamiento biomédico) y organizarse a través de variado tipo de actividades (identificación y resolución de problemas técnicos, planificación y programación de actividades, actividades experimentales, práctica técnico-profesional supervisada, entre otros).

### **3.5. Carga horaria mínima**

Según el documento de "Lineamientos y criterios para la organización institucional y curricular de la educación técnico profesional correspondiente a la educación secundaria y la educación superior", aprobado por la RESOLUCIÓN CFE N° 47/08, la distribución de la carga horaria total en función de los campos formativos será: 10% para la formación general, 20% para la formación de fundamento, 30% para la formación específica, 20% para las prácticas profesionalizantes, estos porcentajes son mínimos.

Se recomienda una carga horaria mínima de 2000 horas reloj.

## Requisitos Mínimos para el Funcionamiento de la Carrera

### 1. Introducción

El Técnico Superior en Gestión y Mantenimiento de Equipamiento Biomédico requiere de instancias de formación teóricas y prácticas; integradas y desarrolladas en ámbitos propios del desempeño profesional. Su trabajo requiere de conocimientos de fundamento y formación técnica específica.

Para la práctica se requiere tanto de saberes de la Física, la Química y la Tecnología como de Biología y la Salud Pública.

Teniendo en cuenta el fortalecimiento de la calidad de los procesos formativos, la Comisión Interministerial (Convenio 296/02), a través de procesos de consultas individuales, institucionales e interinstitucionales, ha acordado establecer los siguientes requisitos mínimos para el funcionamiento de la Carrera de Técnico Superior en Gestión y Mantenimiento de Equipamiento Biomédico.

### 2. Recursos

#### **Recursos Humanos**

La formación de profesionales en el área de Salud requiere, al igual que en cualquier otro proceso formativo, docentes que dominen y articulen distintos campos de saberes: un dominio del campo disciplinar específico, un saber pedagógico-didáctico que encuadre su propuesta de enseñanza y un conocimiento de la dinámica institucional que le permita contextualizar su práctica docente.

Caracterización del equipo docente:

#### *Área del conocimiento del campo profesional:*

El equipo docente deberá:

- acreditar conocimientos específicos vinculados al campo profesional que es su objeto de estudio y del cual será partícipe activo en el ejercicio de su profesión;
- conocer aspectos epistemológicos de las disciplinas vinculadas a su campo;
- poseer conocimientos acerca de las últimas innovaciones tecnológicas propias de su campo profesional.

#### *Área pedagógico-didáctica.*

El equipo docente deberá:

- acreditar formación docente que le permita traducir los saberes técnico-profesionales en propuestas de enseñanza;
- poseer capacidad de planeamiento;
- ser capaz de recrear ámbitos de desempeño de distintas áreas ocupacionales;
- poseer capacidad para evaluar y considerar las características de los estudiantes: saberes y competencias previos, características socio-cognitivas y contexto socio-cultural.

#### *Área gestional-institucional:*

El equipo docente deberá:

- demostrar compromiso con el proyecto institucional;
- ser capaz de vincularse con los diversos actores y niveles institucionales;
- orientar a los estudiantes en relación con el perfil técnico-profesional;
- demostrar capacidad para adaptar su plan de trabajo a diversas coyunturas.

### ***Recursos Materiales***

La planta física deberá prever aulas y gabinetes suficientes, dependencias de servicios administrativos, espacio cubierto para recreación e instalaciones sanitarias adecuadas en calidad y número.

La escuela deberá contar con equipamiento tecnológico, conexión a internet, material didáctico y bibliográfico adecuado a la cantidad de alumnos cursantes.

El desarrollo curricular de la oferta formativa plantea el abordaje obligatorio de un conjunto de actividades de índole práctica. En este contexto, las instituciones formadoras deberán convenir con Instituciones que cuenten con talleres e instalaciones que posibiliten los aprendizajes y las prácticas de la profesión que correspondan.

Las instituciones educativas podrán formalizar convenios observando la normativa específica.

Las instituciones receptoras deberán contar con equipamiento y habilitación otorgada por la autoridad competente según normativa vigente que garantice un espacio adecuado para el aprendizaje de los conocimientos específicos.