

Wilmar Jair Castro Figueroa

Yohana Paola Chaux Mazabel

Heivy Carolina Figueroa Montoya

Diana Yicel Ruiz Villa

Catherine Ospina Muñoz

Universidad Nacional Abierta y a Distancia -UNAD

Escuela de Ciencias de la Salud (ECISA)

Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnosticas

2022

Wilmar Jair Castro Figueroa

Yohana Paola Chaux Mazabel

Heivy Carolina Figueroa Montoya

Diana Yicel Ruiz Villa

Catherine Ospina Muñoz

Trabajo para optar el título de Tecnólogo en Radiología e Imágenes Diagnosticas

Tutor

Luis Fernando Gómez Ortega

Universidad Nacional Abierta y a Distancia -UNAD

Escuela de Ciencias de la Salud (ECISA)

Tecnología en Radiología e Imágenes Diagnosticas

2022

Se dedica este proyecto principalmente a Dios por concedernos la vida y la salud para realizarlo y por permitirnos llegar a tan importante momento de nuestra formación como profesionales. A nuestros padres y familiares por ser nuestro pilar y apoyo, en tan ardua carrera profesional.

A compañeros y tutores porque han sido soporte y eje durante nuestro proceso formativo como tecnólogos en radiología e imágenes diagnósticas, que la perseverancia nos inculca afrontar la vida desde otra óptica y que al final es la pieza fundamental para obtener el logro concretado con mucho esfuerzo.

El objetivo del presente proyecto es elaborar un programa de control de calidad en tomografía, con el fin de controlar, mejorar y garantizar los servicios que se ofrecen en las salas de radiología, en especial la sala de tomografía, este programa se centra en la realización del estudio, ya que es en esta parte donde incide de forma preferente el profesional que realiza labores de control de calidad que es donde se ve afectada de forma directa la calidad del servicio. Se identifica que las pruebas de constancia permiten una mejor monitorización de parámetros técnicos en el funcionamiento del equipo y su estabilidad en el tiempo, dado que se habla que el equipo que se utiliza es de segunda mano, el cual ha de tener unos controles periódicos con el fin de evitar dificultades en su funcionamiento y posibles paradas imprevistas o la emisión de radiación de forma descontrolada, la cual puede llegar a afectar tanto la salud del paciente como la del operador. Es por ello que en el presente proyecto se habla de cada componente que conforma el equipo de tomografía, ya que a través de su manipulación se observa si cada componente cumple con su función en pro de un buen funcionamiento y por ende una buena adquisición de la imagen, la cual es vital tanto para un adecuado uso diagnóstico como para evitar la repetición de un estudio, lo cual puede conllevar a deteriorar la salud del paciente. Con el presente programa de control de calidad en tomografía se pretende que la institución mejore la calidad del servicio y se beneficie económicamente, incrementando sus ganancias, ya que al tener un programa, se controlaría periódicamente el equipo, se evitarían paradas imprevistas las cuales conllevan tiempo de parada en el servicio, se detectarían fallas a tiempo, se alargaría la vida útil del equipo, se brindaría calidad diagnóstica de la imagen y por ende se reduciría la dosis impartida al paciente, reduciendo de forma efectiva la exposición, ya que si no hay un control se puede

descalibrar o desalinear el equipo emitiendo dosis inadecuadas de radiación ionizante, llegando 5
a perjudicar la salud del paciente y del operador.

Palabras claves: programa, control de calidad, adquisición, calidad de la imagen,
tomografía, institución.

The goal of this project is to develop a program of quality and control in tomography, to control, improve and guarantee the services that are offered in the radiology rooms, especially the tomography room, this program focuses on carrying out the study because it is in this part where the professional who performs quality control tasks has a preferential impact, which is where the quality of the service is directly affected. It is identified that the constancy tests allow better monitoring of technical parameters in the operation of the equipment and its stability over time since it is said, that the equipment used is second-hand, which must have periodic controls to avoid difficulties in its operation and possible unexpected stops or the emission of radiation in an uncontrolled manner, which can affect both the health of the patient and that of the operator. That is why in the present project we talk about each component that makes up the tomography equipment since through its manipulation it is observed if each component fulfills its function in favor of a good functioning and therefore a good acquisition of the image. Which is vital both for proper diagnostic use and to avoid repeating a study, which can lead to deteriorating the patient's health. With this program of quality control in tomography, it is intended that the institution improves the quality of the service and benefits economically, increasing its profits, since by having a program, the equipment would be controlled periodically, avoiding unforeseen stops with downtime in the service, failures would be detected on time, the useful life of the equipment would be extended, the diagnostic quality of the image would be provided and therefore the dose imparted to the patient would be reduced, effectively reducing exposure, since if not If there is no control, the equipment can be decalibrated or misaligned, emitting inadequate doses of ionizing radiation, harming the health of the patient and the operator

Keywords: program, quality control, acquisition, image quality, tomography, institution. 7

Tabla de Contenido

8

Introducción.....	12
Planteamiento del problema.....	14
Justificación.....	16
Objetivos.....	17
Objetivo general.....	17
Objetivos específicos.....	17
Marco teórico.....	18
Control de calidad.....	18
La tomografía.....	19
Tomografía computarizada.....	19
Tomógrafo.....	20
Gantry.....	20
Tubo de rayos X.....	21
Detectores.....	21
DAS.....	21
Generador de alta tensión.....	21
Colimador pre-paciente.....	21
Colimador pos-paciente o pre-detector.....	22
Consola de control.....	22
Consola del operador del equipo.....	22
Consola del médico.....	23
Metodología.....	26

Desarrollo de proyecto.....	279
Fase 1.....	27
Fase 2.....	28
Conclusiones.....	35
Referencias.....	37

Lista de tablas

10

Tabla 1. Documentos seleccionados28

Lista de figuras

11

Figura 1. Funcionamiento del equipo TC23

Sin duda, la historia del control de calidad es tan antigua como la industria misma. Durante la Edad Media, la calidad era controlada en gran medida por los largos periodos de entrenamiento establecidos por los gremios. Esa capacitación inyectaba orgullo en los trabajadores, por la calidad de sus productos, que eran hechos a la medida. (Besterfield,2009).“Es el uso de técnicas y actividades para lograr mantener y mejorar la calidad de un producto o servicio”. (Gastón & Pérez, 2011)

Teniendo en cuenta el anterior concepto, los programas de control de calidad en las instituciones de salud no son la excepción, siendo los programas de calidad una herramienta indispensable para controlar, mejorar y garantizar los servicios ofrecidos en pro de beneficios de pacientes y clientes, siendo este proyecto dirigido primordialmente al área de imagenología y en este caso al servicio de tomografía computarizada (TC). Actualmente hay instituciones que no cuentan con un programa de control de calidad de la imagen en tomografía, por tal motivo este proyecto va encaminado a crear un programa de control de calidad de la imagen para el servicio de estas instituciones de salud, de igual manera para aquellas instituciones que quieran actualizar su programa de control de calidad.

Unas de las instituciones en que se enfoca el proyecto es con la clínica Asotrauma, ya que cuenta con el servicio de tomografía, pero es por contrato de un tercero, es decir se le paga a otra empresa para que realice los exámenes de tomografía, por este motivo es que se quiere implementar el programa de control de calidad de la imagen, lo que hace que por este tiempo que ya se llevaba contratado por parte de la clínica no haya un seguimiento de control, a los estados del equipo que se presentan en las mismas, que se lleve un control de los incidentes, un registro de los mantenimientos, de pruebas que se realizan, no hay un respaldo que quede por

escrito que al equipo se le haya dado un mantenimiento adecuado, no se tiene la forma de 13
constatar si el equipo está procesando la imagen en los parámetros establecidos, tanto nacionales
como internacionales. Ante esta problemática es que se ha tomado la necesidad de implementar
un programa de control de calidad de imagen en el área de tomografía, en cuanto a los equipos y
todos los incidentes que puedan tener los pacientes en los servicios prestados por este proveedor.

El programa de control de calidad va encaminado a evaluar cada uno de los componentes
del equipo de tomografía, mesa, gantry y estación de trabajo, el inyector y la sala en general.
Teniendo en cuenta lo anterior se está garantizando la seguridad del paciente y los mismos
tecnólogos. Los controles de calidad en imagenología son una herramienta que nos permite
garantizar el adecuado desempeño del equipo.

El presente proyecto “Elaboración de un programa de control de calidad en tomografía” se ha escogido debido a que hay instituciones en el país que no tiene estipulado un programa como tal que avalúe un control de calidad en el servicio de tomografía, ya que estos programas tienen un alto impacto en el control de la calidad en el servicio que se presta. Al no haber un programa como tal, donde se vea incluida las fases de todo el proceso diagnóstico en tomografía, desde que se solicita la exploración, pasando por la ejecución del estudio, la interpretación de la información que se ha obtenido hasta que llega al médico prescriptor (Núñez, 2012).

El presente proyecto se va a centrar en la ejecución o realización de un programa de control de calidad, teniendo en cuenta que estas instituciones realizan sus funciones con los conocimientos y saberes de los mismos empleados que laboran en el área de tomografía. Por este motivo se ve idóneo hacer un programa de control de calidad con especificaciones, parámetros estructurados y fundamentados, los cuales sean verificables, evaluables tanto para las instituciones de salud prestadoras del servicio, operador y pacientes, ya que al no contar con este tipo de programas de control no hay un aseguramiento como tal que establezca que las imágenes de uso diagnóstico que se generan en dicha institución tengan una alta calidad, la cual permita obtener en detalle información diagnóstica a un menor coste, optimizando los recursos con los cuales dispone dicha institución y con una mínima exposición a las radiaciones ionizantes hacia el usuario.

Además se evidencia que no existe una prueba de constancia, según Alcaraz (2003), con esta prueba se pretende la monitorización de los parámetros más relevantes del funcionamiento del equipo de tomografía, con el fin de asegurar su funcionamiento y estabilidad en el tiempo, ya que la mayoría de institución cuenta con un equipo de tomografía de segunda mano lo que hace

que el equipo pueda estar descalibrado o desalineado, lo que permitiría que presente dificultades en el funcionamiento, pudiendo llegar a presentar paradas imprevistas, es por ello que con la elaboración de un programa de control de calidad en tomografía para estas institución lo que se busca es implementar en la institución sin excepción y con gran obligatoriedad un programa que garantice el adecuado funcionamiento del servicio de tomografía y cada uno de los componentes del tomógrafo, ayudando a detectar problemas o errores en menor tiempo posible.

Es por ello que consideramos que en este programa de control de calidad en tomografía se debe incluir las revisiones de forma periódica tanto para el equipo como para el personal que labora en dicha institución con el fin de inspeccionar la continua educación del personal, además que se inspeccionen las instalaciones y la duración de los procedimientos a la vez que se tenga en cuenta por parte del personal profesional si es necesario el realizar un estudio, con el fin de no irradiar de forma innecesaria a un paciente, todas las anteriores observaciones se deben contemplar en un programa de control de calidad para radiodiagnóstico (OIEA, 2021).

La presente investigación se enfoca en la elaboración de un programa de control de calidad en tomografía, debido a la situación actual que se observa en algunas instituciones del país que cuentan con servicio de tomografía pero que no cuentan con un programa de control de calidad en la imagen. Con este programa se pretende en primer lugar que las instituciones que presten el servicio comprendan que, si desarrollamos un programa de control de calidad, que ofrezca parámetros específicos para la implementación de mantenimientos preventivos brindando múltiples beneficios, desde la seguridad para el paciente y el profesional debido al control de dosis (mínima), la disminución de repeticiones de los estudios; de esta manera se optimiza el flujo de trabajo en el área de tomografía.

Se pretende implementar un programa de control de calidad con sus respectivas bitácoras de registro de las pruebas necesarias para determinar el funcionamiento, la evaluación de los parámetros físicos, mecánicos y eléctricos del equipo y de la sala, así como también se desarrollará un reporte de fallas y mantenimiento de los equipos efectuándose periódicamente (cada 6 meses). De esta manera se genera un ahorro de dinero para la administración, porque al tener supervisados y monitorizados los parámetros y equipo en general, se podrá detectar cualquier falla mínima a tiempo. [Castillo, 2008].

Al contar con un equipo que trabaje de manera eficiente, que se encuentre dentro de los parámetros normales de la emisión de radiación, de la exactitud de alineamiento, de la uniformidad de dosis, entre otros, nos estamos asegurando a la vez que ese estudio se realizó de la mejor forma posible en beneficio al paciente, ya que la dosis de radiación es realmente necesaria para su estudio, se elimina la repetición de estudios por mala calidad de la imagen y se garantiza que el diagnóstico sea el más preciso.

Objetivo General

Generar un programa de control de calidad en tomografía, para el área de radiología de las instituciones de salud que no cuentan con el programa para su aplicación continua en beneficio de paciente, operador del equipo y equipo de tomografía.

Objetivos Específicos

Realizar una búsqueda de información en diversos documentos y bibliografías relacionada con la temática a tratar.

Establecer los parámetros fundamentales para la elaboración de un programa de control de calidad de tomografía.

Consolidar un documento base para el programa de control de calidad en tomografía.

Para la elaboración de la primera parte del Marco teórico se ahondará en los conceptos planteados en los objetivos, que derivan a su vez de la pregunta de investigación. Posteriormente se describirán conceptos pertinentes con el área a investigar y con la investigación en curso.

Control de Calidad

La resolución 482 de 2018 tiene por objeto reglamentar el uso de equipos generadores de radiación ionizante y su control de calidad en prácticas médicas, como, entre otras, la prestación de servicios de protección radiológica. Esta define el control de calidad como “Es el control periódico de los diferentes parámetros de funcionamiento de los equipos generadores de radiación ionizante; de los sistemas de simulación; de adquisición de imágenes; de cálculo de dosis; de medidas de radiación y de las unidades de tratamiento para comprobar su desempeño durante la puesta en servicio, se mantiene dentro de ciertos límites de tolerancia, en relación con los valores definidos como línea de base.” (Ministerio de salud y protección social, 2018)

Para cumplir con los estándares de calidad de un producto, es necesario realizar comparaciones entre el estándar (meta definida para el sujeto de control) y las medidas de desempeño en el producto o servicio. Este proceso de comparación entre lo esperado y lo obtenido, requiere una cuantificación de las variables de calidad, dicho proceso dará como resultado el porcentaje de calidad en cuanto a lo esperado en un producto.

Las variables deben ser cuantificadas mediante una unidad de medida específica, esta puede estar determinada, por ejemplo, por la lectura de un sensor que lleva a cabo una medición física. Esto para permitir una contabilidad del número de ocurrencias (definido como un fraccionario donde “el numerador puede estar en términos tales como defectos por millón y

número de fallas, el denominador puede estar en términos de número de unidades producidas, 19 volumen de venta, unidades de servicios o tiempo de servicio”) (Juran & Gryna, 1980)

Sin embargo, para que el control de calidad sea efectivo en el proceso funcional o de manufactura, debe hacerse la retroalimentación de los resultados obtenidos, esto proporciona advertencias oportunas sobre posibles fallos, cuantifica las necesidades de calidad y ayuda al mejoramiento funcional del proceso para tener un estado de cumplimiento en las metas, esta retroalimentación se evidencia a través de las acciones de eliminación de fuentes crónicas de diferencia y eliminación de fuentes esporádicas de referencia. (Ishikawa, 1986)

Finalmente, la regulación continua del proceso a través de la fuerza operativa concluye el control de calidad minimizando las desviaciones de la meta.

La Tomografía

La tomografía es el proceso de obtención de imágenes radiológicas de un órgano o sistema por secciones desde diferentes ángulos. Esta se realiza a través de un dispositivo llamado tomógrafo el cual obtiene imágenes proyectando un haz angosto de RX (Rayos X) al paciente mientras gira rápidamente alrededor de su cuerpo produciendo señales que son procesadas en cortes trasversales por la computadora de la máquina. Estos cortes se llaman imágenes tomográficas y pueden brindar al médico información más detallada que las radiografías convencionales. Una vez que la computadora de la máquina recopila varios cortes sucesivos, estos se pueden apilar digitalmente para formar una imagen tridimensional del paciente que permite identificar más fácilmente las estructuras básicas, así como posibles tumores o anomalías (Carleton, 2016).

Tomografía Computarizada. La tomografía computarizada (TC) es una modalidad de imagen que nace con la tecnología y se ha ido desarrollando a la par con ella, teniendo cada vez

equipos más sofisticados y con mayores posibilidades para ser aprovechados por la medicina. 20

En las últimas décadas, los tomógrafos han incrementado el número de registros en el uso de TC para diagnóstico médico. El primer aparato de TAC (tomografía axial computarizada) fue producido en 1967 por EMI (Electric and musical industries) por medio del ingeniero británico Godfrey N. Hounsfield quien fue creador y desarrollador del proyecto TAC, el cual se ha convertido en un método efectivo para el estudio de múltiples patologías. (Corbo, 2004)

La computadora puede mostrar los cortes de imágenes en forma individual o apiladas, para generar una imagen 3D del paciente que muestre el esqueleto, los órganos o los tejidos, así como cualquier anomalía que el médico esté tratando de identificar. Este método tiene muchas ventajas, incluyendo la capacidad de rotar la imagen 3D en el espacio o ver cortes en sucesión, lo que facilita encontrar el lugar exacto donde se puede ubicar un problema médico.

Tomógrafo. Es un equipo médico de uso diagnóstico y terapéutico, que emite rayos X, posee un sistema informático el cual procesa los datos y permite obtener imágenes radiográficas en secciones axiales del organismo y reconstruirlas en planos coronales y sagitales, con el fin de detectar anormalidades internas en diversas áreas del cuerpo humano, facilitando el diagnóstico de diferentes patologías que afectan a los diversos sistemas que conforman el cuerpo humano (Costa & Soria, 2015).

Gantry. Es un aditamento que integra al tomógrafo, tiene forma de donut, ya que presenta un orificio en su parte central. Por este orificio es por donde ingresa y sale la mesa de exploraciones, en la cual se encuentra ubicado el paciente, este orificio mide aprox. 70 cm de ancho. En el interior del gantry se halla un anillo giratorio compuesto por el tubo de rayos X, un conjunto de detectores, los colimadores, el generador de alta tensión, el sistema de adquisición de datos (DAS) entre otros elementos mecánicos, estos subsistemas se controlan desde la consola

de control y envían todos los datos que se obtienen al ordenador el cual analiza estos datos 21
recogidos a través de un algoritmo matemático y genera una imagen (De la Cerda, 2009).

Tubo de rayos X. Es un componente que emite o produce radiación ionizante. La cual incide en el cuerpo del paciente, lo atraviesa, la información que genera al atravesar el cuerpo del paciente es captada por los detectores.

Detectores. Miden la energía que se ha depositado en ellos, después que los fotones de los rayos X han llegado a atravesar el cuerpo del paciente. Esta energía la recogen y es transformada en corriente eléctrica, la cual llega a un ordenador y es cuantificada por un sistema electrónico.

DAS. Es un sistema de adquisición de datos, que convierten las señales provenientes de los detectores en datos digitales y los transmite al ordenador, para ser analizada y generar la imagen. (De la Cerda, 2009).

Generador de Alta tensión. Es un componente eléctrico que alimenta al tubo de rayos X (De la Cerda, 2009).

Colimadores

Son componentes de filtrado en plomo, que regulan la cantidad de rayos X y limitan el área que va a estar expuesta a la radiación. Hay dos clases de colimadores en el tomógrafo:

Colimador Pre-Paciente

Lo conforman un conjunto de láminas, que producen un haz fino y paralelo, en forma de abanico. Determina el grosor de corte y la dosis de radiación que recibe el paciente. Si llega a presentar falla o mal calibración este colimador puede llegar a emitir dosis de radiación innecesaria en un paciente durante un estudio (Patiño, 2013).

Colimador Post-Paciente o Pre-Detector. Es un aditamento que va colocado por encima del 22 bloque de detectores, que corresponden uno para cada detector, este conjunto de detectores define el grosor de corte de cada sección o área a estudiar y mejoran la calidad de la imagen, ya que absorben la radiación difusa que entran en los detectores (Patiño, 2013).

Camilla de Exploración

Es un componente del tomógrafo, permite posicionar al paciente y realizar los barridos para cada estudio, lleva integrado una serie de aditamentos que conceden a la camilla movilidad automática de desplazamiento hacia adelante, hacia atrás, subir o bajar. La mesa va conectada al gantry y a la consola de control, la camilla posee un cabezal móvil y está compuesta por un material de bajo número atómico lo cual hace que no interfiera en la transmisión de los rayos X. Estas a su vez tienen un peso máximo del paciente, aprox. de 136 y 272 kg, depende de la casa comercial (De la Cerda, 2009). Si se excede el límite de peso, causa indexación inexacta, llegando a dañar el motor de la mesa o romper la mesa, causando lesiones en el paciente. Si no hay un adecuado posicionamiento del paciente en la mesa de exploraciones se corre el riesgo de irradiar dos veces la misma área, lo cual conlleva repetición de barridos innecesarios, alargando el tiempo del estudio e irradiando al paciente de forma innecesaria (De la Cerda, 2009).

Consola de Control

Es un sistema de visualización de imágenes, integra todos los subsistemas del tomógrafo con el fin de programar la exploración, seleccionar datos para obtener la imagen y realizar el almacenaje de forma digital. En la consola de control se hallan controles y medidores para seleccionar la técnica apropiada, permite controlar los movimientos del gantry, la camilla, la administración del medio de contraste y permite reconstruir y transferir imágenes.

La consola de control o consola del operador posee unos monitores que permiten

23

realizar el protocolo del estudio, donde se introducen datos del paciente, examen, documento de identificación, edad, fecha de nacimiento entre otros. En otro monitor se visualiza las imágenes antes de ser enviadas al médico, se organizan y se guardan. Algunos equipos de TAC poseen dos consolas:

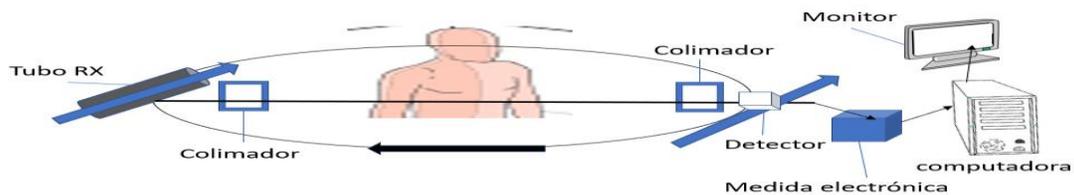
Consola del Operador del Equipo. Controla parámetros técnicos como: Intensidad (mA), kilovoltaje (Kv), tiempo de corte o barrido, grosor de corte, administrar medio de contraste, controla movimientos de la camilla acorde al estudio, seleccionar ventanas de valores de atenuación, elegir matriz, ampliarla, señalar datos de interés como angulación, localización etc., reconstruir cortes, ingresar datos del paciente y del examen, planear la secuencia de los barridos axiales, seleccionar ventana de atenuación, controla el movimiento del gantry y la camilla, reconstruir las imágenes y realizar la transferencia de la imagen (De la Cerda, 2009).

Consola del Médico. El medico recibe la imagen que se ha enviado desde la consola del operador, manipula la imagen a través de programas y realiza el diagnostico.

Partes Principales del Equipo de Tomografía

Figura 1.

Funcionamiento del equipo TC



Fuente: Construcción propia

Los elementos principales del equipo TC (tomografía computarizada) son:

- Tubo de RX: El tubo RX necesita energía eléctrica con dos fines, arrancar electrones del filamento y acelerar estos desde el cátodo al ánodo. 24
- Sistema de detectores: El sistema de detectores está situado opuesto al tubo RX y se encuentran dentro de una carcasa circular cuyo centro hueco es denominado Gantry, los detectores miden la energía depositada en ellos, después de ser impactadas por los fotones de RX que han atravesado el cuerpo del paciente, esta energía es transformada en corriente eléctrica para ser enviada al ordenador.
- El ordenador o sistema informático: El ordenador recibe las señales eléctricas de los detectores y la cuantiza a través de un sistema electrónico, este a su vez proporciona la potencia necesaria para los tubos RX con ánodos giratorios de alta velocidad.

En síntesis, las tomografías computarizadas pueden diagnosticar condiciones potencialmente mortales como hemorragia, coágulos de sangre o cáncer estos diagnósticos oportunos pueden salvar vidas. Sin embargo, las TC usan radiación ionizante que tiene el potencial de provocar efectos biológicos en el tejido vivo. Este riesgo aumenta con el número de exposiciones a las que una persona es sometida. Sin embargo, el riesgo de desarrollar cáncer por la exposición de radiación de los RX es generalmente bajo

A diferencia de una radiografía convencional, que utiliza un tubo fijo de rayos X, un escáner de TC utiliza una fuente motorizada de rayos X que gira alrededor del Gantry. Durante un escaneo por TC, el paciente permanece recostado en una cama que se mueve lentamente a través del Gantry, mientras que la fuente de rayos X gira alrededor del paciente. Cada vez que se hace una rotación completa, la computadora de TC usa técnicas matemáticas sofisticadas para construir un corte de imagen bidimensional del paciente. El grosor del tejido representado en cada corte de imagen puede variar según la máquina de TC utilizada, pero generalmente oscila

entre 1 y 10 milímetros. Al finalizar el corte la imagen se almacena y la cama motorizada se 25
mueve gradualmente hacia el Gantry. Finalmente, el proceso se repite dependiendo de los cortes
deseados por el operario.

Balestrini (2000), señala que el marco metodológico “es el conjunto de procedimientos a seguir con la finalidad de lograr los objetivos de la información de forma valida y con una alta precisión” (p 44). En otras palabras, es la estructura sistemática para la recolección, ordenamiento y análisis de información, que permite la interpretación de los resultados en función del problema que se investiga. Para la presente investigación, donde el fin es implementar un programa de control de calidad para el equipo de tomografía de una IPS, se va realizar un proyecto de investigación de tipo descriptiva, de tipo documental, donde se describirá la situación o fenómeno alrededor del cual se centra su estudio. De esta manera se establecerá información acerca del qué, cómo, cuándo y dónde, relativo al problema de investigación, sin darle prioridad a responder al “por qué” ocurre dicho problema. Como dice su propio nombre, esta forma de investigar “describe”, no explica. (Mejía, 2020).

Para esto el trabajo se realizará en 3 fases y cada una con sus respectivas tareas: Fase 1, realizar búsqueda de documentos y literatura relacionada con la temática a tratar. Tarea 1, realizar búsqueda en Google académico por el parámetro. Tarea 2, seleccionar documentos que mejor se ajusten al problema. Fase 2, establecer los parámetros fundamentales para la elaboración de un programa de control de calidad en tomografía. Tarea 3, realizar análisis de los documentos seleccionados para postulación de parámetros candidatos. Tarea 4, establecimiento de parámetros para... finalmente; Fase 3, consolidar un documento base para el programa de control de calidad en tomografía.

Fase 1***Tarea 1***

La búsqueda de la información es muy importante para el proyecto, por lo cual se utilizó la plataforma de Google académico y se hace una búsqueda de la información arrojando 1600 resultados para la palabra de búsqueda programa de control de calidad en tomografía de los cuales se hizo un filtro de documentos que se relacionaban y tenían información que se refiriera al programa de control de calidad en tomografía.

Tarea 2

Los controles de calidad de imagen son un conjunto de pruebas, las cuales se hacen periódicamente en un tomógrafo para saber si el sistema está funcionando correctamente. El propósito de un control de calidad es la de garantizar que la imagen obtenida por un tomógrafo se óptima calidad y que esta le suministre o le facilite la mayor información posible al radiólogo, sin descuidar los protocolos de seguridad tanto para el paciente y el trabajador. De igual manera para que el programa de calidad sea efectivo es necesario que los parámetros que se van a escoger para el programa ofrezcan más agilidad, tiempo, y efectividad en el proceso de verificación. Se tomaron como base para este proyecto programa de control de calidad de la imagen en tomografía los siguientes documentos que se mencionaran en la tabla 1., ya que estos contienen información fundamental y los parámetros más significativos en la calidad de la imagen en tomografía.

Documentos seleccionados.

Tipo de documento	Título	Autores
Pdf. Biblioteca central de buenos aires.	Protocolo de control de calidad y comisionamiento de fantoma para imágenes de tomografía computada	Girard, Gisele (2016)
Revista latinoamericana de física medica	Tomografía computarizada en costa rica: estudio de calidad de imagen y dosimétrico	Y. Soto, P. Mora, M. Salas, E. Arroyo (2016)
Pdf. escuela politécnico nacional – repositorio digital.	Guía para la selección, mantenimiento y control de calidad de un equipo de tomografía axial computarizada.	Llangarí Cepeda, Wilson Giovanni (2001)
Tesis de grado	Proyecto IMAGENES PET (Tomografía por Emisión de Positrones)	Fernández, Alicia Gómez, Álvaro Carbajal, Guillermo. (2012)
Libro	Tomografía Computarizada Dirigida a Técnicos Superiores En Imagen Para El diagnostico. 2ª. Edición	Joaquín Costa Subias, Juan Alfonso Soria Jerez (2021).
In SERAM, SEFM & SEPR, Protocolo español de control de calidad en radiodiagnóstico (1st ed., pp. 19-24). SERAM	Control de calidad en diagnóstico por imagen	Díaz, M., Peris, A., Cabrera, R., & Giménez, A. (2012)
Tesis Electrónica y Telecomunicaciones (IET)	Guía para la selección, mantenimiento y control de calidad de un equipo de tomografía axial computarizada	<i>Llangarí Cepeda, Wilson Giovanni, nov 2001</i>

Fase 2

Para la realización de la siguiente fase se compararon los autores con el fin de determinar las coincidencias y establecer así los ejes temáticos que definirían los parámetros a definir.

Los parámetros que se tomaran en cuenta para la realización del control de calidad son:

- Uniformidad y ruido. de (Miguel Alcaraz baños, 2009).
- Artefactos en la imagen. Guía para la selección, mantenimiento y control de calidad de un equipo de tomografía axial computarizada, *Llangarí Cepeda, Wilson Giovanni, nov 2001*
- Dosis de radiación en TAC. Guía para la selección, mantenimiento y control de calidad de un equipo de tomografía axial computarizada, , *Llangarí Cepeda, Wilson Giovanni, nov 2001*
- Precisión Geométrica. de (Miguel Alcaraz baños, 2009).
- Resolución en bajo y alto contraste. de (Miguel Alcaraz baños, 2009).
- Resolución espacial. de (Miguel Alcaraz baños, 2009).
- Exactitud del número TC. de (Miguel Alcaraz baños, 2009).

Teniendo en cuenta los documentos seleccionados se hizo un análisis de la información y verificando y comparando los conceptos de los parámetros de cada uno de los documentos decimos que la calidad de la imagen en Tomografía viene determinada por unas características, a los que generalmente se les puede asignar un valor numérico, dado que en los tomógrafos los píxeles tienen valores discretos o numéricos. Dichas características que determinan la Calidad de Imagen en tomografía son:

1. Uniformidad y ruido.
2. precisión geométrica
3. Resolución de bajo y alto contraste
4. Resolución espacial
5. Artefactos en la imagen

(Miguel Alcaraz baños, 2009). El autor sintetiza los conceptos y los cuales se enuncian a continuación. También hay que tener en cuenta que el tomógrafo tiene muchos componentes mecánicos y electrónicos de precisión que con el transcurso del tiempo y el uso se van desgastando y esto hace que cambien sus características y esto también puede afectar la calidad de la imagen.

Tarea 4. Postulación de parámetros candidatos. Según Miguel Alcaraz baños (2009) los parámetros que más se utilizan en el control de calidad, y por ende, los que más afectan la calidad de la imagen, son:

Ruido del Sistema. Si se realiza un barrido de un medio perfectamente homogéneo, como es una fantoma o maniquí de agua, el valor de cada uno de los píxeles de esa imagen debería ser cero. Pero esto no ocurre, porque la resolución de bajo contraste no es perfecta. Por tanto, la media de todos los valores de todos los píxeles será cero, pero algunos darán valores superiores y otros inferiores a cero. Esta variación de los números en torno al cero es el Ruido del sistema. Si todos los píxeles presentaran el mismo valor, el ruido del sistema sería cero.

El ruido se define como la desviación estándar porcentual de los píxeles obtenidos al realizar un barrido de un recipiente de agua. El ruido del sistema depende de distintos factores:

- Tensión de pico y filtración
- Tamaño del pixel
- Grosor de la sección
- Eficacia de los detectores
- Dosis que recibe el paciente.

En un mismo aparato, el valor del número de TC puede variar de un día para otro e 31

incluso de una hora a otra. En último extremo, es la dosis que recibe el paciente, o el número de rayos X que utiliza el detector para producir la imagen la que condiciona el ruido del sistema.

Precisión Geométrica. Es muy importante realizar calibraciones periódicas para comprobar que el agua sigue siendo representada por el cero y los restantes materiales por sus números correspondientes de TC. Se recomienda una calibración diaria mediante la utilización de fantasmas. La falta de precisión geométrica indica que el equipo funciona mal o está desalineado. Si la desviación es pequeña los valores numéricos de TC no serán precisos, pero el efecto sobre la imagen puede ser muy pequeño. No obstante, esta pequeña desviación puede afectar al análisis cuantitativo del tejido mediante los valores de atenuación de los píxeles en TC.

Resolución de Bajo Contraste. La capacidad de distinguir un tejido con una determinada composición de otro de composición similar, independientemente del tamaño y de su forma, recibe el nombre de Resolución de bajo contraste. Los equipos de TC son insuperables en este aspecto. Como se ha visto, el coeficiente de atenuación de energía depende de la energía del fotón, del número atómico del tejido irradiado y de la densidad de la parte corporal explorada. Todo ello le concede una unidad Hounsfield en cada píxel, con un valor numérico que es fácilmente diferenciable del valor numérico aportado por las estructuras de los tejidos vecinos. La escala de grises por unidades independientes del TC permite al equipo distinguir mejores estructuras similares y de composición parecida. Esta resolución de bajo contraste está limitada por el tamaño y la uniformidad del objeto y también por el ruido del sistema.

Resolución Espacial. Cuando se obtiene una imagen de dos estructuras que presentan una interfase muy nítida entre ellas (blanco/negro), la imagen reconstruida por la TC será algo borrosa en el punto de cambio. El grado de borrosidad proporciona una medida de la resolución

espacial de alto contraste del sistema. Como la imagen en su punto de cambio es una representación visual de los valores numéricos de los píxeles correspondientes, se pueden analizar su valor numérico en torno a la zona de cambio para obtener una medida cuantitativa de su resolución espacial. En realidad, el valor numérico no cambiará bruscamente, sino que lo hará en forma gradual de números Hounsfield. Esta transición en sus valores numéricos indica una mala resolución espacial. Cuanto mayor sea el tamaño del píxel y menor el contraste del sujeto, peor será la resolución espacial. De igual forma el tamaño de los detectores, el diseño de los colimadores que aumentan la radiación dispersa afecta a la resolución espacial, ya que también disminuyen el contraste del sistema.

Artefactos

Se llama así a todos los componentes del contenido o la forma de la imagen que no corresponden a lo esperado en un sistema de TC supuestamente ideal.

Se pueden clasificar atendiendo a la causa que los ha provocado, en dos tipos diferentes:

Artefactos de origen cinético

a) Por movimiento del paciente: es el más frecuente de los artefactos producidos y sólo se puede evitar con una adecuada información al paciente de la técnica que se le va a aplicar y las consecuencias que conlleva su movimiento. Por otro lado, si se trata de niños o personas que no pueden evitar el movimiento, sólo queda la posibilidad de la sedación con fármacos o la inmovilización mediante dispositivos adecuados. b) Por fuera de campo (F.O.V., field of view): no se trata de un artefacto de origen cinético propiamente dicho, se incluye en este apartado por similitud. Se trata de un defecto en la medición por no encontrarse todo el objeto dentro del abanico de radiación, es decir, parte del paciente no queda dentro del campo de medición de los detectores o del campo de irradiación. Esto puede suceder por un mal posicionamiento del

paciente en la mesa de exploración o por ser éste demasiado grueso para ser cubierto 33

totalmente por el haz. Se puede resolver mediante un posicionamiento correcto, mediante la ampliación del diámetro de exploración o campo de visión), algunos sistemas modernos incluyen material informatizado para hacerlo, o utilizando el zoom de imagen para analizar aquellas zonas de interés. c) Por movimientos del sistema: si se producen artefactos por vibración del sistema tubo detectores o mesa de exploración sólo pueden ser debidos a avería de dichos componentes, de modo que será la casa instaladora la competente para solucionarlos.

Artefactos de origen técnico. a) Por aliasing: se produce cuando en la secuencia de corte un detector pasa de medir un fotón extraordinariamente atenuado, por ejemplo, por un objeto metálico o de alto Z, a medir un fotón de atenuación normal o baja, por ejemplo, un asa intestinal o pulmón. Este cambio brusco del nivel energético que el detector debe medir ocasiona un retardo en el tiempo de reacción del detector y como consecuencia se produce un falso halo de atenuación en torno al componente de alta densidad. Se puede disminuir o eliminar este artefacto situando el elemento perturbador lo más centrado posible en el campo de medición o aumentando el número de proyecciones por corte. b) Por falta de linealidad, es decir, la medición obtenida por algún detector, o por todos, no es proporcional en una secuencia creciente de espesores del objeto. Se produce entonces una imagen heterogénea, si el error es de todos los detectores; o bien una secuencia de anillos parciales o rayas si el error es de un sólo detector. Aun siendo una avería del sistema de detectores se puede, en parte, subsanar reduciendo el espesor del corte mediante colimación. c) Por falta de estabilidad: se produce cuando falla la sensibilidad de un detector o grupo de ellos. Aparecen en la imagen unos anillos concéntricos o rayas, dependiendo del sistema de reconstrucción de imagen. Sólo se puede solucionar el

problema mediante la calibración de los detectores. Algunos sistemas de TC incluyen procedimientos de auto calibración que pueden ser usados tantas veces como sea necesario.

La aplicación del Programa de Control de Calidad en tomografía que se realizó en la presente, mejora el servicio y garantiza resultados, lo que se traduce en beneficios, tanto para pacientes como operadores y equipos.

Con el Programa de Control de Calidad se pueden mantener los niveles de radiación en porcentajes muy bajos, tanto en pacientes como en operadores de equipos, lo que ayuda a la protección radiológica.

Para generar este programa de control de calidad se utilizaron los parámetros básicos que permiten un mejor funcionamiento de los equipos, de modo que aplicar el Programa de Control de calidad ayuda de manera inmediata a optimizar la imagen, garantizando y facilitando así un mejor diagnóstico dado por el medico radiólogo.

Al aplicar el Programa de Control de Calidad se enseñará la importancia de la aplicación de las pruebas de control de calidad para garantizar un óptimo servicio.

Será necesario implementar también otras sugerencias frente al tema de protección radiológica en beneficio a los usuarios y al personal que se encuentre laborando, aparte del PCC, para generar conciencia de la importancia de aplicarlo.

La efectividad del PCC dependerá de las pruebas de calidad que se realizara de acuerdo a la periodicidad establecida por la institución de salud, lo que propenderá a su vez con evitar inconvenientes o fallas imprevistas.

Al realizar este tipo de prácticas de control en busca de una mejora constante del servicio, se está incentivando también la generación de ideas en pro de mejorar el proyecto y de ir ampliando su rango de acción.

El programa está orientado para ser aplicado en el área de tomografía, pero este se podría adaptar a otras áreas del servicio siguiendo las medidas y precauciones necesarias.

- Alcaraz, M., & Genovés, J. L. (1996). Protección radiológica en radiodiagnóstico. Barcelona, Editorial Diego Marín (ICE-Universidad de Murcia).
- Azuma, H., Ishikawa, M., & Sekizaki, S. (1986). Endothelium-dependent inhibition of platelet aggregation. *British journal of pharmacology*, 88(2), 411.
- Besterfield, D. H., & González, V. (2009). Control de calidad (No. Sirsi) i9786074421217). México: pearson educacion.
- Carleton, P. F., Schachter, S., Parrish, J. A., Collins, J. M., Crocker, J. B., Dixon, R. F., ... & Lash, T. B. (2016). National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering point-of-care technology research network: Advancing precision medicine. *IEEE journal of translational engineering in health and medicine*, 4, 1-14.
- Del Castillo, Ana Sofía, & Sardi, Norma (2012). Las normas ISO y el concepto de calidad aplicado a los servicios médicos en anestesiología. *Revista Colombiana de Anestesiología*, 40(1),14-16. ISSN: 0120-3347.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=19512416200>
- Díaz, M., Peris, A., Cabrera, R., & Giménez, A. (2012). Control de calidad en diagnóstico por imagen. In SERAM, SEFM & SEPR, Protocolo español de control de calidad en radiodiagnóstico (1st ed., pp. 19-24). SERAM.
https://seram.es/wpcontent/uploads/2021/09/protocolo_2011.pdf
- Hensaw, T. (1992). Elementos de un Programa de Garantía de Calidad. Garantía de Calidad y Protección Radiológica en Radiodiagnóstico: Calidad de imagen y reducción de dosis. Comisión de las Comunidades Europeas (1992) Programa ERPET. CIEMAT. Madrid.
- Mejía Jervis, T. (2020). Mensajería instantánea: características, tipos, ejemplos.

- Núñez, F. C., & Urquijo, A. Q. (2012). Importancia de la evaluación y autoevaluación en el rendimiento académico. *Zona próxima: revista del Instituto de Estudios Superiores en Educación*, (16), 96-104.
- Ploneda-Valencia, C. F., Gallo-Morales, M., Rinchon, C., Navarro-Muñiz, E., Bautista-López, C. A., De la Cerda-Trujillo, L. F., ... & López-Lizarraga, C. R. (2017). El íleo biliar: una revisión de la literatura médica. *Revista de Gastroenterología de México*, 82(3), 248-254.
- Stewart C. Bushong.(1993). *Manual de radiología para Técnicos*. 1ª Edición. Ed. Mosby - Juan R Zaragoza. (1992) *Física e instrumentación médica* Ed. Salvat – José Luis Iturbe.(2001) *Fundamentos de radioquímica*. Universidad de México
<https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd6375.pdf>
- Suárez-Sanabria, N., & Osorio-Patiño, A. M. (2013). Biomecánica del hombro y bases fisiológicas de los ejercicios de Codman. *Ces medicina*, 27(2), 205-217.
- Vega-Villasante, F., Ávalos-Aguilar, J. J., Nolasco-Soria, H., Vargas-Ceballos, M. A., Bortolini-Rosales, J. L., Chong-Carrillo, O.,& Morales-Hernández, J. C. (2015). Poblaciones silvestres invasoras de langosta australiana de pinzas roja *Cherax quadricarinatus* (Crustacea, Decapoda) cerca de la costa norte de Jalisco, México: un nuevo y rentable recurso pesquero. *Latin american journal of aquatic research*, 43(4), 781-785.
- Veintimilla, J., Galera, C., & Barroso, M. (2021). Las Cajas Solidarias Y Los Aportes A Los Emprendimientos De Sus Socios En La Provincia De Cotopaxi. *Prospectivas UTC" Revista de Ciencias Administrativas y Económicas"*, 4(1), 102-109.