

MANUAL

DE USUARIO DEL SISTEMA AUTOMÁTICO PARA LA INTERPRETACIÓN INMEDIATA DE MAMOGRAFÍAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL RIESGO DE CÁNCER

V1.0

Autores:

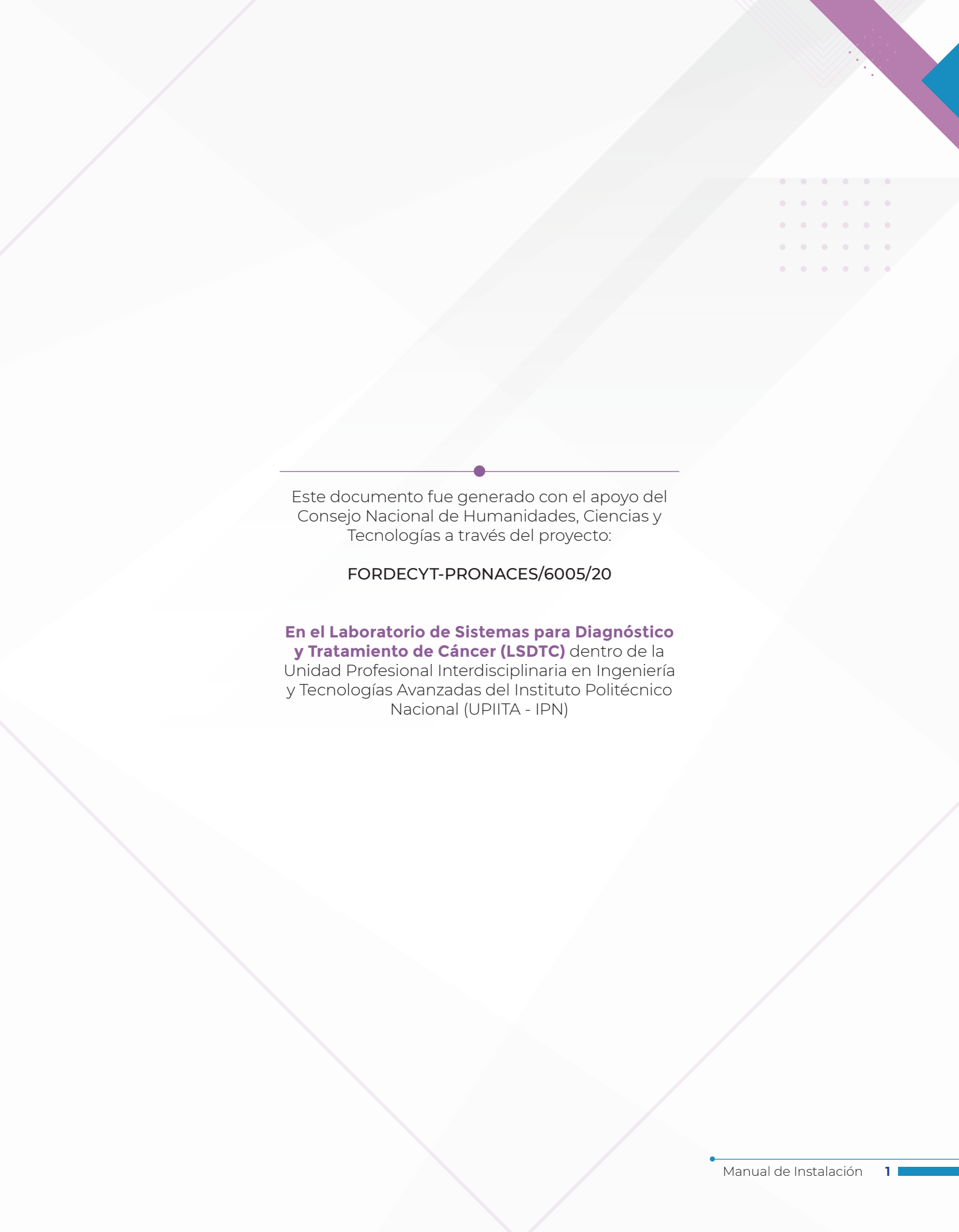
Yazmín Mariela Hernández Rodríguez
Rafael Bayareh Mancilla

Editor:

Oscar Eduardo Cigarroa Mayorga



Primera edición 2023



Este documento fue generado con el apoyo del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías a través del proyecto:

FORDECYT-PRONACES/6005/20

En el Laboratorio de Sistemas para Diagnóstico y Tratamiento de Cáncer (LSDTC) dentro de la Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas del Instituto Politécnico Nacional (UPIITA - IPN)

Esta obra se generó y publicó con recursos del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (CONAHCYT) gracias al apoyo del Fondo Institucional de Fomento Regional para el Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación (FORDECYT) mediante los Programas Nacionales Estratégicos y la convocatoria de **“Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia (Pronai) en Ciencia de Datos y Salud: Integración, Procesamientos, Análisis y Visualización de Datos de Salud en México”**, en el marco del proyecto titulado “SISTEMA AUTOMÁTICO PARA LA INTERPRETACIÓN INMEDIATA DE MAMOGRAFÍAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL RIESGO DE CÁNCER” con número de registro: FORDECYT-PRONACES/6005/20.

Contacto: ocigarroam@ipn.mx
Primera edición: 2023

Autores:

Yazmín Mariela Hernández Rodríguez
Rafael Bayareh Mancilla

Editor:

Oscar Eduardo Cigarroa Mayorga

Revisión técnica:
Oscar Eduardo Cigarroa Mayorga

Diseño gráfico:

Benito Suárez Loza

Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de esta publicación pueden reproducirse, registrarse o transmitirse, por un sistema de recuperación de información en ninguna forma ni por ningún medio, sea electrónico, mecánico, fotoquímico, magnético o electroóptico, fotocopia, grabación o cualquier otro, sin permiso previo por escrito del editor.



CONTENIDO

Bienvenida	4
Acerca de los autores.....	5
1. Introducción.....	7
2. Requerimientos mínimos del equipo.....	8
3. Características del Sistema	9
• Asertividad	9
• Tipo de muestras de entrada	9
4. Funciones del sistema.....	10
1. Ingresar Información del Paciente:.....	10
2. Seleccionar Género (opción predeterminada: mujer).....	10
3. Cargar Imágenes de Radiografías:.....	10
4. Procesar Información:.....	10
5. Generar Informe en PDF:	10
6. Conclusión o Continuación del Estudio:	10
5. Operación del sistema	11
6. Reporte de resultados.....	13
7. Impresión de reporte	16
8. Enlace al Videotutorial.....	17
9. Preguntas frecuentes.....	17
Referencias	18
Referencias auxiliares.....	19



BIENVENIDA



Es un placer darle la bienvenida y expresar nuestro profundo agradecimiento por su interés en explorar y utilizar el “Sistema Automático para la Interpretación Inmediata de Mamografías para la Determinación del Riesgo de Cáncer”. Este sistema marca un esfuerzo considerable en nuestra dedicación a combatir el cáncer de mama, una enfermedad que ha afectado de manera significativa a muchas personas a lo largo de los años.

El cáncer de mama es una de las afecciones médicas más comunes y desafiantes a nivel mundial, y su detección temprana es esencial para asegurar el mejor pronóstico posible para los pacientes. En este contexto crítico, hemos desarrollado este sistema con el firme propósito de brindar apoyo al personal de salud y, en última instancia, a los pacientes, aprovechando la inteligencia artificial. La aplicación de la inteligencia artificial en la interpretación de mamografías representa un avance revolucionario en la medicina moderna, con el potencial de identificar de manera precisa y eficiente anomalías y signos tempranos de cáncer de mama, lo que puede llevar a diagnósticos más rápidos y tratamientos más efectivos. Nuestro sistema ha sido diseñado específicamente para ser intuitivo y fácil de utilizar para los usuarios. El manual de usuario que acompaña a este sistema le proporcionará una guía detallada y paso a paso sobre cómo aprovechar al máximo esta herramienta. Comenzaremos desde cómo acceder al sistema y navegar por su interfaz hasta cómo interpretar los resultados que proporciona. Reconocemos plenamente que, a pesar de nuestros mejores esfuerzos en la creación de este manual, pueden surgir preguntas o situaciones específicas que requieran aclaración. Por lo tanto, deseamos enfatizar que estamos a su disposición en nombre de todo nuestro equipo de trabajo. Sus comentarios y sugerencias son de un valor inmenso, ya que nos ayudan a seguir mejorando este recurso y asegurarnos de que sea una herramienta de máxima utilidad para usted y su equipo en la lucha constante contra el cáncer de mama.

Le agradecemos profundamente su dedicación y compromiso con la detección temprana y precisa de esta enfermedad. Este manual está diseñado para respaldar y fortalecer su labor en esta causa vital, y estamos seguros de que, juntos, podemos marcar la diferencia en la lucha contra el cáncer de mama.



DR. OSCAR EDUARDO CIGARROA MAYORGA
Responsable técnico del proyecto

FORDECYT-PRONACES/6005/20

Editor





ACERCA DE LOS AUTORES

Dra. Yazmín Mariela Hernández Rodríguez

La Dra. Yazmín Mariela Hernández Rodríguez es Ingeniería y maestra en Ciencias de los Materiales por parte de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (UAEH). Realizó sus estudios de doctorado ciencias en la especialidad de Nanociencias y Nanotecnología por parte del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV). Actualmente es investigadora en el Laboratorio de Sistemas para Diagnóstico y Tratamiento de Cáncer (LSDT) dentro de la Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas del Instituto Politécnico Nacional (UPIITA-IPN). Dentro de sus líneas de investigación se encuentran la síntesis de nanomateriales metálicos para aplicaciones en el campo de la medicina y la energía. Ha sido acreedora de diferentes premios como lo es el premio de la Juventud del estado de Hidalgo en 2020 y la medalla al mérito docente 2021 José Santos Valdez en la categoría de Educación Superior otorgada por el congreso de la ciudad de México. También ha publicado diez artículos en revistas pertenecientes al Journal Citations Report (JCR) y dirigido seis alumnos de licenciatura. A su vez ha sido directora de tres proyectos de investigación con financiamiento del Instituto Politécnico Nacional a través de la Secretaría de Investigación y Posgrado. Continuamente participa en actividades científicas de incidencia social.

Google scholar:

<https://scholar.google.com/citations?user=Q8fZHvQAAAAJ&hl=es>





Dr. Rafael Bayareh Mancilla

Rafael Bayareh Mancilla es licenciado en Ingeniería en Biónica por parte de la Unidad Profesional Interdisciplinaria en Ingeniería y Tecnologías Avanzadas del Instituto Politécnico Nacional (UPIITA-IPN). Es maestro en Ciencias en Ingeniería Eléctrica por parte del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV-IPN). También es Doctor en Ciencias por el CINVESTAV-IPN con especialidad en Bioelectrónica. Estos estudios cuentan con doble obtención de grado, uno en México y otro por la Universidad de Lorraine en Francia con especialidad en Automatización y procesamiento de imágenes y señales. Es Investigador Asociado en la UPIITA-IPN bajo el proyecto de titulado "Sistemas automático para la interpretación inmediata de mamografías para la determinación del riesgo de cáncer". Fue docente de asignatura en educación superior de la Universidad del Valle de México en Ingeniería Biomédica. Las líneas de investigación contemplan el procesamiento de señales radiométricas para el estudio de asimetrías de temperatura con cámaras infrarrojas, y el procesamiento de imágenes médicas para la clasificación y detección temprana del cáncer de mama. Ha participado en congresos internacionales de Ingeniería Biomédica con ponencias de formato extendido, redacción de un capítulo de un libro, revisión y publicación artículos internacionales indizadas con arbitraje estricto. Pertenece a la Sociedad Mexicana de Ingeniería Biomédica (SOMIB) y al Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE). Cuenta con propiedad intelectual y una patente en trámite.

ORCID es:

<https://orcid.org/0000-0002-7198-2035>





1. Introducción

En el constante avance de la tecnología médica, la medicina preventiva emerge como una prioridad crítica debido al gran beneficio que representa ser consciente del estado de una enfermedad antes de que alcance etapas críticas de desarrollo. En este contexto, presentamos el “Sistema Automático para la Interpretación Inmediata de Mamografías para la Determinación del Riesgo de Cáncer”. Este sistema ha sido desarrollado con el objetivo de detectar y evaluar el riesgo de cáncer de mama a partir de la lectura de mamografías obtenidas en mastógrafos convencionales. Dado su funcionamiento, el sistema representa una conjunción entre el procesamiento de imágenes y algoritmos de inteligencia artificial, lo que facilita una interpretación de los resultados obtenidos en mamografías. Este sistema se desarrolló con la visión de generar una herramienta al personal médico dedicado al diagnóstico de cáncer de mama.

La problemática del cáncer de mama no solo es una afección de México, pues el cáncer de mama es una amenaza global que impacta a millones de personas en todo el mundo. La detección temprana es esencial para mejorar el pronóstico y las opciones de tratamiento. En el año 2020, se estimó que hubo aproximadamente 27,500 nuevos casos de cáncer de mama en México, y se registraron alrededor de 7,500 muertes relacionadas con esta enfermedad. La inteligencia artificial (IA) y el procesamiento de imágenes han surgido como una esperanza en esta continua lucha contra el cáncer de mama. Este trabajo representa un avance en la confluencia de la medicina y la IA al crear un sistema de clasificación automatizado para el análisis de imágenes mamográficas. Con un enfoque particular en la detección temprana del cáncer de mama, este proyecto emplea técnicas de aprendizaje automático para identificar asimetrías y lesiones en mamografías. La integración de métodos de extracción de características morfológicas y estructurales ha elevado la capacidad de realizar evaluaciones detalladas de las imágenes mamográficas, mejorando así la detección de anomalías. Además, la interfaz gráfica de usuario desarrollada proporciona una herramienta intuitiva para visualizar y analizar las mamografías, mientras que los informes en formato PDF permite el seguimiento de los pacientes. Si bien es fundamental señalar que esta IA no busca reemplazar el juicio clínico de los profesionales médicos, sí se presenta como un recurso valioso para fortalecer la detección temprana y el tratamiento del cáncer de mama. Los resultados obtenidos en este trabajo subrayan el potencial transformador de la inteligencia artificial en el ámbito médico, sentando así las bases para futuras investigaciones y desarrollos destinados a alcanzar una atención médica más eficaz y personalizada.

A lo largo de este manual de usuario, proporcionaremos a los profesionales de la salud, técnicos radiólogos y administradores de sistemas médicos una guía exhaustiva y paso a paso sobre el uso adecuado de este sistema automatizado. Nuestro objetivo es poner en manos de los profesionales de la salud una herramienta que no solo acelere el proceso de diagnóstico, sino que también contribuya de manera significativa a mejorar la precisión y eficacia en la detección temprana del cáncer de mama.





2. Requerimientos mínimos del equipo

► Sistema Operativo:

Windows 10 o posterior.

► Procesador:

Intel® Core™ i5 @2.60GHz.
Nueva-gen Xeon @2.30 GHz.
AMD Ryzen 5 @3.70GHz.

► Memoria RAM:

8 GB de RAM o superior.

► Espacio en Disco Duro:

Al menos 50 GB de espacio libre en disco para almacenamiento de datos y archivos temporales.

► Tarjeta Gráfica:

Tarjeta gráfica compatible con DirectX 11 o superior.

► Resolución de Pantalla:

Se recomienda una resolución de pantalla de 1920 x 1080 píxeles con escala ajustada del 100 %.

► Dispositivos de Entrada:

Ratón y teclado estándar o dispositivos de entrada equivalentes.





3. Características del Sistema

Asertividad

El Sistema Automático para la Interpretación Inmediata de Mamografías para la Determinación del Riesgo de Cáncer cuenta con un asertividad del $83 \pm 5\%$, por lo cual se recomienda no interpretar los resultados como una conclusión definitiva sino más bien, al decidir explorar esta herramienta, se recomienda ponerse en contacto con el grupo de trabajo del proyecto FORDECYT-PRONACES/6005/20 a través del editor de este documento, para tener un acompañamiento en la respuesta del sistema y la retroalimentación del desempeño de este. Se tiene la visión de que este sistema se pueda convertir en una guía de pre-evaluación a las mamografías para facilitar el trabajo del personal médico especializado. El Sistema Automático para la Interpretación Inmediata de Mamografías para la Determinación del Riesgo de Cáncer tiene el propósito de clasificar mamografías respecto a un conjunto de características para discernir entre clasificaciones BI-RADS del (BI-ERADS 1 al BI-RADS 5) como herramienta auxiliar al personal médico y se encuentra confeccionado a las necesidades del sector médico mexicano.

Tipo de muestras de entrada

Los tipos de archivos que se deben ingresar al sistema deben ser en el formato "Digital Imaging and Communications in Medicine" (DICOM) cuya extensión es ".DCM" o ".3". Los archivos pueden seleccionarse desde la ruta que más le convenga mediante el explorador de archivos como se muestra en la Figura 1.

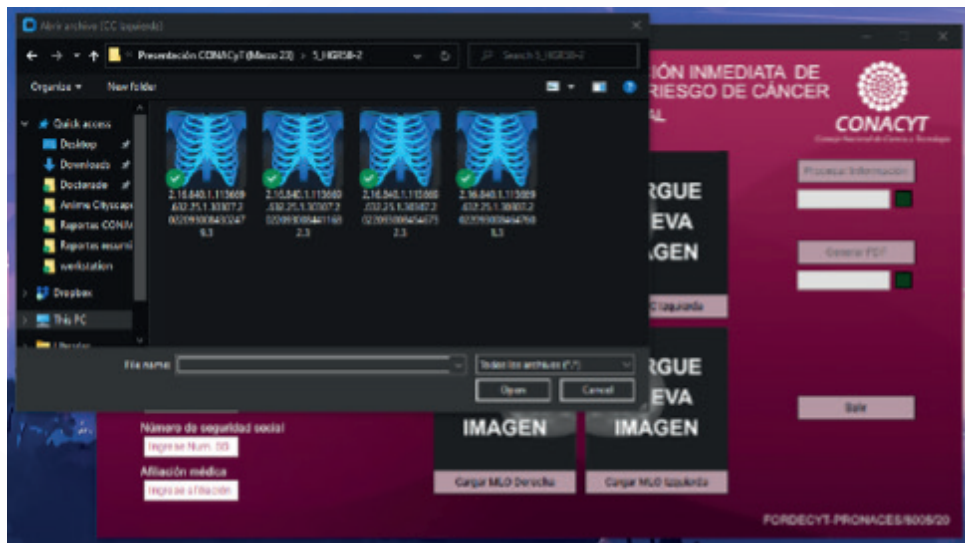


Figura 1. Captura de pantalla del explorador de búsqueda incluido en el sistema en el que se observan archivos DICOM empleados como entrada del sistema para su funcionamiento.

Los archivos de entrada del sistema estarán ligados a las siguientes proyecciones:

- Cráneo-caudal izquierda (CC-I)
- Cráneo-caudal derecha (CC-D)
- Medio-lateral-oblicua izquierda (MLO-I)
- Medio-lateral-oblicua derecha (MLO-D)

Es decir, cuatro mamografías de entrada se relacionarán con un solo caso para que el sistema pueda interpretar la información que contienen y correlacionarla con una clasificación BI-RADS.



4. Funciones del sistema

Nuestro sistema ha sido diseñado para simplificar el proceso de ingreso y análisis de información médica a través de funciones intuitivas y fáciles de utilizar. A continuación, detallamos las acciones disponibles:

1. Ingresar Información del Paciente:

- a. Escriba los nombres del paciente.
- b. Ingrese el apellido paterno.
- c. Introduzca el apellido materno.
- d. Registre la edad del paciente.
- e. Indique el peso en kilogramos.
- f. Especifique la estatura en metros.
- g. Proporcione el número de seguridad social.
- h. Agregue detalles de la afiliación médica (si aplica).

2. Seleccionar Género (opción predeterminada: mujer).

3. Cargar Imágenes de Radiografías:

- a. Elija la carpeta que contenga los cuatro archivos radiografías DICOM de la paciente.
- b. Seleccionar proyección Cráneo Caudal Derecha.
- c. Seleccionar proyección Cráneo Caudal Izquierda.
- d. Seleccionar proyección Medio Lateral Oblicua Derecha.
- e. Seleccionar proyección Medio Lateral Oblicua Izquierda.

4. Procesar Información:

- a. Presione el botón 'Procesar Información'.
- b. Espere a que el indicador verde se encienda.
- I. El sistema evaluará asimetrías morfológicas y estructurales para determinar relevancia.
- II. Se determinará el posible grupo de BI-RADS al que pertenecen las radiografías.
- III. Se evaluará la existencia de riesgo de cáncer.

5. Generar Informe en PDF:

- a. Seleccione el botón 'Generar PDF'.
- b. Espere a que el indicador verde se encienda.
- c. Elija la ubicación adecuada para guardar el informe generado.

6. Conclusión o Continuación del Estudio:

- a. Si desea finalizar el estudio, seleccione 'Salir'.
- b. Si necesita analizar otro caso, elija 'Limpiar Datos' para ingresar nueva información y reemplazar radiografías.





5. Operación del sistema

1. Después de identificar la carpeta que contiene las mamografías del paciente en extensión '.dcm' o '.3'. Ingrese los datos del paciente como se muestra en la sección 1 de la Figura 2.

FORDECYT-PRONACES600-5-20

SISTEMA AUTOMÁTICO PARA LA INTERPRETACIÓN INMEDIATA DE MAMOGRAFÍAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL RIESGO DE CÁNCER
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

CONAHCYT

Limpiar Datos

Nombre(s)
Ingrese nombre(s)

Apellido paterno
Ingrese apellido paterno

Apellido materno
Ingrese apellido paterno

Edad
Ingrese edad

Sexo
 Mujer
 Hombre

Peso [Kg]
Ingrese peso

Estatura [m]
Ingrese estatura

Número de seguridad social
Ingrese Num. SS

Afiliación médica
Ingrese afiliación

CARGUE NUEVA IMAGEN
Cargar CC Derecha

CARGUE NUEVA IMAGEN
Cargar CC Izquierda

CARGUE NUEVA IMAGEN
Cargar MLO Derecha

CARGUE NUEVA IMAGEN
Cargar MLO Izquierda

Procesar Información

Generar PDF

Salir

FORDECYT-PRONACES/6005/20

Figura 2. Sección 1 del sistema que representa la columna para ingresar datos de la paciente.

2. Visualice que las imágenes correspondan en las vistas con los botones localizados en la parte inferior de cada ventana como se indica en la sección 2 de la Figura 3.

FORDECYT-PRONACES600-5-20

SISTEMA AUTOMÁTICO PARA LA INTERPRETACIÓN INMEDIATA DE MAMOGRAFÍAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL RIESGO DE CÁNCER
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

CONAHCYT

Limpiar Datos

Nombre(s)
Ingrese nombre(s)

Apellido paterno
Ingrese apellido paterno

Apellido materno
Ingrese apellido paterno

Edad
Ingrese edad

Sexo
 Mujer
 Hombre

Peso [Kg]
Ingrese peso

Estatura [m]
Ingrese estatura

Número de seguridad social
Ingrese Num. SS

Afiliación médica
Ingrese afiliación

CARGUE NUEVA IMAGEN
Cargar CC Derecha

CARGUE NUEVA IMAGEN
Cargar CC Izquierda

CARGUE NUEVA IMAGEN
Cargar MLO Derecha

CARGUE NUEVA IMAGEN
Cargar MLO Izquierda

Procesar Información

Generar PDF

Salir

FORDECYT-PRONACES/6005/20

Figura 3. Sección 2 del sistema que representa la carga de las mamografías en extensión DICOM. Es importante recalcar que las imágenes se deben cargar con la proyección y vista correcta. En caso de equivocarse, simplemente vuelva a carga la mamografía correcta.



3. Presione el botón “Ejecutar” y espere hasta que el indicador verde prenda. Una vez finalizado, presione el botón “Generar PDF” y seleccione la ruta dónde desea guardar el expediente del paciente. Se recomienda que se guarde en la misma carpeta que contenga las mamografías.



Figura 4. Sección del sistema que resalta los botones de procesamiento y generación del reporte de interpretación en extensión PDF. Es importante recalcar que se debe esperar a que el indicador verde prenda en cada proceso para validar que los procesamientos han concluido satisfactoriamente.

4. En caso de realizar un estudio nuevo, simplemente puede limpiar los datos como se muestra en la sección 4 de la Figura 5.



Figura 5. Sección 4 que resalta el botón de “limpiar”, cuya función es únicamente limpiar los datos de la paciente para volver a comenzar con un nuevo estudio.





5. Una vez concluido los estudios, puede cerrar el programa con el botón salir como se muestra en la sección 5 o presionar el ícono de cruz 'X' ubicado en la parte superior derecha, como se observa en la Figura 6.



Figura 6. Botón de "salir".

6. Reporte de resultados

La predicción del sistema se presenta en un reporte de extensión PDF que contiene la información del paciente, el posible diagnóstico y el consentimiento. Los resultados pueden guardarse en el ordenador en formato digital o, si es de la preferencia, imprimirse a través del lector PDF de su preferencia en la ruta que usted seleccione.

A continuación presenta los datos del paciente ingresados en el programa.

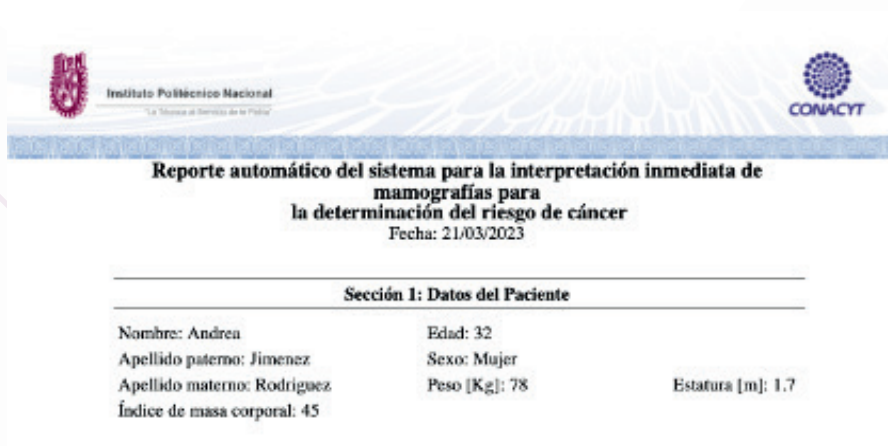


Figura 7. Sección 1 del reporte de interpretación que contiene los datos personales de la paciente y el resultado del índice de masa corporal.





La sección 2 corresponde a las mamografías de la paciente, presentado en la Figura 8.

Sección 2: Información Obtenida del Mastógrafo		
Proyección	Mama Derecha	Mama Izquierda
Cráneo caudal		
Medio Lateral Oblicua		

Figura 8. Sección 2 del reporte de interpretación en el que se puede visualizar las mamografías de la paciente cargadas en el sistema.

La sección 3 de la Figura 9 corresponde a los resultados del sistema obtenidos a través del algoritmo de clasificación.

 Instituto Politécnico Nacional
La Tecnología al Servicio de la Pátria



Reporte del Sistema automático para la interpretación inmediata de mamografías para la determinación del riesgo de cáncer
Fecha: 21/03/2023

Sección 3: Interpretación y Recomendación del Sistema

Interpretación: **Sin asimetría**
Riesgo de cáncer: **Sí**
Clasificación BI-RADS: **1**

Figura 9. Sección 3 del reporte de interpretación en el que se muestra el resultado del cómputo de asimetría y clasificación BI-RADS.





Finalmente, la sección 4 de la Figura 10 corresponde a la interpretación y supervisión del especialista.

Sección 4: Supervisión del Especialista

Aceptación de la interpretación del sistema:

Estoy de acuerdo con la interpretación

No estoy de acuerdo con la interpretación.

Notas o comentarios del especialista:

Nombre:

Cédula profesional:

Firma del especialista que valida el reporte:

Figura 10. Sección 4 del reporte de interpretación en el que se obtiene retroalimentación del especialista.





7. Impresión de reporte

Después de haber guardado el informe en formato PDF, es posible abrirlo utilizando el navegador de su elección. En el caso del Sistema Operativo Windows, que utiliza Edge de manera predeterminada, como parte de su funcionalidad nativa, tendrá la opción de imprimir el informe con el siguiente ícono, presentado en la Figura 11.



Figura 11. Ícono de impresión en Microsoft Edge.

Por último, como se puede apreciar en la Figura 12, elija la impresora que se adapte mejor a sus necesidades.

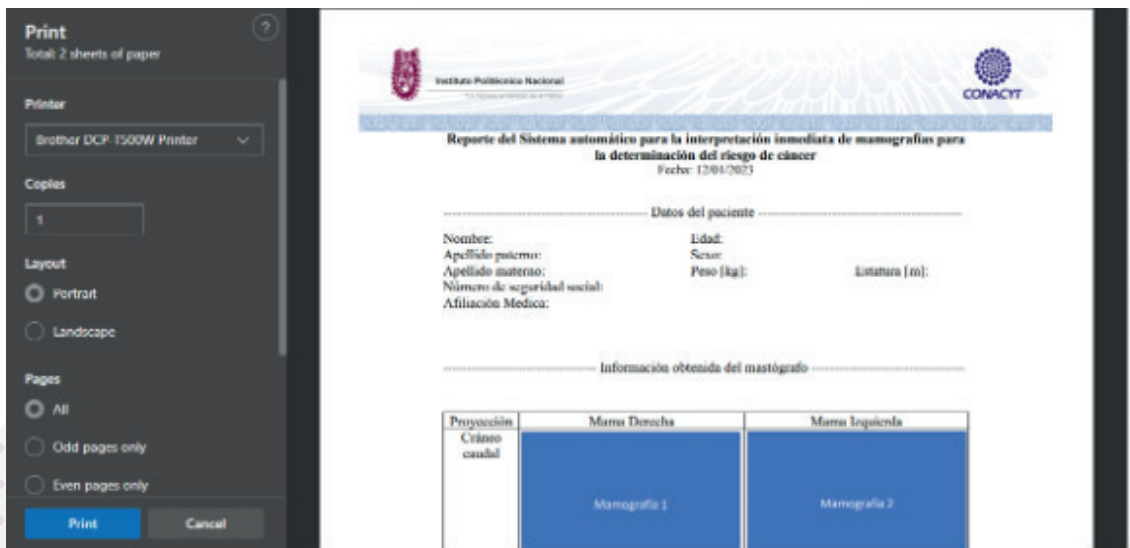


Figura 12. Panel de impresión.



8. Enlace al Videotutorial

En el siguiente enlace encontrará un video intuitivo que lo llevará paso a paso para la instalación y uso del sistema.

<https://youtu.be/oQdjYRvix90>

9. Preguntas frecuentes

¿Dónde puedo encontrar el manual de usuario del sistema?

El manual de usuario se encuentra en el repositorio “Ecosistema Nacional Informático de Salud (ENI-Salud)” del CONAHCYT en el siguiente enlace [enlace de descarga del repositorio del CONAHCYT] en nuestra página web oficial o a través del siguiente código QR



¿Cuáles son los requisitos mínimos del sistema para ejecutar el software?

Los requisitos mínimos del sistema se detallan en la sección “Requisitos del sistema” del manual de usuario. Asegúrese de que su computadora cumpla con estos requisitos antes de intentar la instalación.

¿Cómo puedo obtener actualizaciones y mejoras para el sistema?

Las actualizaciones y mejoras se proporcionan de manera regular a través de nuestro sitio web oficial, próximamente.

¿Dónde puedo encontrar información de contacto si tengo preguntas adicionales?

Puede ponerse en contacto en lsdtc.upiita@gmail.com para obtener asistencia

¿Qué pasa si se procesa con proyecciones incompletas o incorrectas?

El sistema detectará asimetrías y por consecuencia, una alta probabilidad de cáncer. Se recomienda ejecutar el procesamiento del sistema con las proyecciones y vistas completas.



¿Se puede renombrar el archivo del reporte PDF?

Sí, es correcto. El sistema se diseñó para asignar el nombre del archivo con los datos de la paciente. Sin embargo, se es libre para asignarle el nombre que más convenga.



Referencias

1. Wang, Y.; Yang, F.; Zhang, J.; Wang, H.; Yue, X.; Liu, S. Application of Artificial Intelligence Based on Deep Learning in Breast Cancer Screening and Imaging Diagnosis. *Neural Comput Appl* 2021, 33, 9637–9647, doi:10.1007/s00521-021-05728-x.
2. Debelee, T.G.; Schwenker, F.; Ibenthal, A.; Yohannes, D. Survey of Deep Learning in Breast Cancer Image Analysis. *Evolving Systems* 2020, 11, 143–163, doi:10.1007/s12530-019-09297-2.
3. din, N.M. ud; Dar, R.A.; Rasool, M.; Assad, A. Breast Cancer Detection Using Deep Learning: Datasets, Methods, and Challenges Ahead. *Comput Biol Med* 2022, 149, doi:10.1016/j.compbiomed.2022.106073.
4. Destounis, S.; Arieno, A.; Morgan, R.; Roberts, C.; Chan, A.; Lin, S. Automated Breast Asymmetry Analysis: Technical Performance and Reader Study. *J Digit Imaging* 2016, 29, 53–59.
5. Geras, K.J.; Mann, R.M.; Moy, L.; Yala, A. Deep Learning for Detecting Mammographic Breast Density: A Proof of Concept Study. *IEEE Trans Med Imaging* 2017, 36, 1117–1125.
6. Loizidou, K.; Elia, R.; Pitris, C. Computer-Aided Breast Cancer Detection and Classification in Mammography: A Comprehensive Review. *Comput Biol Med* 2023, 153, doi:10.1016/J.COMPBIOMED.2023.106554.
7. Vázquez, N.; Bueno, G.; Déniz, Ó.; Fernández, M.D.M.; Pastor, C.; Rienda, M.Á.; Esteve, P.; Arias, M. CADe System Integrated within the Electronic Health Record. *Biomed Res Int* 2013, 2013, doi:10.1155/2013/219407.
8. Vázquez, N.; Bueno, G.; Déniz, Ó.; Fernández, M.D.M.; Pastor, C.; Rienda, M.Á.; Esteve, P.; Arias, M. CADe System Integrated within the Electronic Health Record. *Biomed Res Int* 2013, 2013, doi:10.1155/2013/219407.





Referencias auxiliares

Python Release Python 3.8.1. (n.d.). Python.org.

<https://www.python.org/downloads/release/python-381/>

Cotton, R. (2023, January 13). How to install Python.

<https://www.datacamp.com/blog/how-to-install-python>

GeeksforGeeks. (2022). How to Check If Python Package Is Installed. GeeksforGeeks.

<https://www.geeksforgeeks.org/how-to-check-if-python-package-is-installed/>

Print in Microsoft Edge - Microsoft Support. (n.d.).

<https://support.microsoft.com/en-us/microsoft-edge/print-in-microsoft-edge-38f38d80-d55c-01a6-528d-467cdd8ada2d#:~:text=Open%20the%20website%20or%20PDF,Print%20in%20the%20context%20menu.>

El software de “Sistema de Clasificación de Cáncer de Mama” tiene como objetivo auxiliar al personal médico en el diagnóstico de cáncer de mama basado en el análisis de mamografías. Es importante señalar que este sistema no sustituye la opinión médica ni se debe considerar como un diagnóstico concluyente.





SISTEMA AUTOMÁTICO PARA LA INTERPRETACIÓN INMEDIATA DE MAMOGRAFÍAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL RIESGO DE CÁNCER

Síguenos por:

