

**TELECYTOLOGY SYSTEMS AS ALTERNATIVE IN EARLY DETECTION OF
CERVICAL CANCER IN COLOMBIA****SISTEMAS DE TELECITOLOGÍA COMO ALTERNATIVA EN LA DETECCIÓN
TEMPRANA DE CÁNCER DE CUELLO UTERINO EN COLOMBIA****Ing. Lina Garcés *, MSc. Víctor Martínez **
Hugo Gualdrón*, BSc. Alfonso Mendoza ****** Universidad Industrial de Santander**Grupo de investigación en Ingeniería Biomédica, **GIIB**.

Cr. 27 con Calle 9, Ciudad Universitaria Of. 336 LP, Bucaramanga, Santander, Colombia.

Tel. (577) 6344000, Ext.2676.

E-mail: {ing.linagarcés, haggc2812}@gmail.com, amendoza@uis.edu.co

**** Universidad Cooperativa de Colombia**

Grupo de Investigación en Tecnologías de Información.

Calle 30ª, No. 33-51, Of. 605, Bucaramanga, Santander, Colombia.

Tel. (577) 6356604, E-mail: victore.martinez@campusucc.edu.co

Abstract: This paper deals with the deficiencies in the current early diagnostic system of cervical cancer, a description of different Telemicroscopy technologies and Telecytology system, their benefits, critical points and limitations at time of their implantation in our country, additionally a study of current technologies of telecommunication in Colombia to access internet is presented.

Keywords: Telecytology, telemicroscopy, cervical cancer, digital microscopic image.

Resumen: En este trabajo se presenta las deficiencias del sistema actual de diagnóstico temprano de cáncer de cuello uterino, se da una descripción de las diferentes tecnologías de microscopía y de los sistemas de Telecitología, sus beneficios, puntos críticos y limitaciones a la hora de implantarlos en nuestro país, además se hace un estudio de las tecnologías existentes en Colombia para acceder a servicios de Internet.

Palabras clave: Telecitología, telemicroscopía, cáncer de cuello uterino, imagen microscópica digital.

1. INTRODUCCIÓN

El cáncer cervicouterino, es el segundo tipo de cáncer más frecuente en la población femenina, fue responsable de más de 250.000 muertes en el 2005, cerca del 80% de las cuales ocurrieron en países en desarrollo. Si no se toman medidas urgentes, se prevé que las defunciones a causa del cáncer cervicouterino aumentarán casi un 25% en los próximos 10 años. Es una enfermedad mundial, pero las mayores tasas de incidencia se han

encontrado en América Central y América del Sur, África Oriental, Asia Meridional y Sudoriental y Melanesia [10].

En Colombia continúa siendo la primera causa de muerte por cáncer en mujeres, a pesar de la implementación desde 1991 de la detección temprana basada en la citología cérvico uterina o prueba de Papanicolau, la cual, entre las diversas pruebas para detectar éste cáncer ha dado muestras de reducir su incidencia y mortalidad [10, 11].

La falta de efectividad de la tamización puede estar relacionada con diversos factores, que incluyen la cobertura de la población, la calidad en la toma y en la lectura de la citología, el acceso oportuno a la confirmación diagnóstica y el tratamiento, a la calidad del tratamiento, y a la insuficiencia de los sistemas de información [11, 12].

En la última década se han desarrollado diferentes tecnologías de microscopía a distancia o Telemicroscopía que ayudan a disminuir errores en la lectura de la citología cérvico uterina gracias a las facilidades que brindan a los especialistas. La aplicación de las diferentes tecnologías presentadas en este documento depende de las condiciones económicas, tecnológicas y científicas de los países, pero todas utilizan el concepto de envío de imagen microscópica digitalizada del material citológico, desde un sitio remoto, para su revisión por un médico patólogo en los centros especializados.

Estas tecnologías de microscopía son la base para los sistemas de Telecitología, los cuales ayudan a reducir el tiempo de diagnóstico, ya que se evita el traslado físico del material citológico y de los diagnósticos, y a administrar la información de la paciente puesto que se utilizan sistemas de bases de datos.

Éste documento tiene como fin presentar el concepto de Telecitología, una alternativa que utiliza Tecnologías de Información y Comunicación (TICs) para hacer más eficiente, económico y flexible el proceso de lectura de citologías cérvico uterinas, sus requerimientos, ventajas, limitaciones y puntos críticos a la hora de su implantación. También se hace un breve análisis de las redes de telecomunicación que actualmente brindan servicio de Internet a los municipios del país con el fin de que en los diseños e implantaciones de sistemas de Telecitología se tengan en cuenta, ya que son un punto crítico a la hora de transmitir las imágenes microscópicas.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO ACTUAL

Citología es una rama de la Patología, con el principal objetivo de entregar cuidado de la salud con rapidez y bajo costo. Médicos patólogos, residentes en patología, acompañantes en citología, citotecnólogos, citotécnicos y jefes de enfermería son las personas involucradas en los servicios.

En el centro de salud el jefe de enfermería se encarga de la toma y la fijación de la muestra de células cervicales en el porta objetos. El centro de salud remite las muestras a un centro especializado que cuenta con citotecnólogos y un médico patólogo para su diagnóstico. Los citotecnólogos colorean las muestras, detectan anomalías celulares en el frotis y marcan las áreas de interés para que el médico patólogo detecte especímenes no ginecológicos y especímenes cervicovaginales anormales. Los médicos patólogos son responsables por el diagnóstico de lesiones neoplásicas y de los casos difíciles marcados por el citotecnólogo [3].

La prueba Pap o de Papanicolau, también denominada citología cérvico uterina, ha sido notablemente exitosa como una herramienta para detectar cáncer. Sin embargo, como con todas las otras técnicas o dispositivos médicos, no es perfecta. Los fundamentos de su diseño, con fortalezas en la relativa simplicidad y bajas demandas técnicas, también prueban ser la raíz de sus limitaciones debido a que depende de los operadores, entrenamiento y su experiencia [4].

Los factores que afectan la efectividad en el diagnóstico temprano del cáncer de cuello uterino utilizando esta prueba se pueden categorizar en: (1) la calidad de la toma y lectura de la citología cérvico uterina, (2) el acceso oportuno a la confirmación diagnóstica y al tratamiento, (3) a la calidad del tratamiento, y a (4) la insuficiencia de los sistemas de información [11].

La prueba depende del operador y requiere estrictos sistemas de control de calidad para mantener condiciones operativas útiles. Se estima que su sensibilidad¹ es del 51% (intervalo de confianza de 95%; 0,37-0,66) y la especificidad², 98% (intervalo de confianza de 95%; 0,97-0,99). En estudios de corte transversal multicéntrico se encontraron valores para sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo³ y valor predictivo negativo⁴, así: en Atipias en Células

- 1 Capacidad para identificar correctamente a las mujeres enfermas. A mayor sensibilidad, menor es el número de mujeres enfermas identificadas como sanas o lo que se conoce como falsos negativos. [10].
- 2 Capacidad para identificar correctamente a las mujeres sanas. A mayor especificidad, menor es el número de mujeres sanas identificadas como enfermas o falsos positivos. [10].
- 3 Probabilidad de que las mujeres estén realmente enfermas cuando la prueba de detección ha dado un resultado positivo. [10].
- 4 Probabilidad que las mujeres no estén realmente enfermas cuando la prueba arroja un resultado negativo. [10].

Escamosas de Significado Indeterminado (ASC-US) 64,5%, 92,3%, 11,8% y 99,4% respectivamente; en Lesión Escamosa Intraepitelial de Bajo Grado (LEI BG) fue de 58,0%, 94,9%, 15,2% y 99,3%, en Lesión Escamosa Intraepitelial de Alto grado (LEI AG) fue de 45,4%, 99,2%, 46,3% y 99,1%. Las variaciones de la sensibilidad eran de 37,8% a 81,3%, para ASC-US, de 28,9% a 76,9%, para LEI BG, y de 24,4% a 72,3% para LEI AG [13,14].

Una mejora a la efectividad de esta prueba se puede lograr con la fusión de Tecnologías de Información y Comunicación (TICs) con herramientas de Detección Automática Computarizada de enfermedades, camino eficiente, económico y centralizado de clasificar información de especímenes [9].

Instrumentos automáticos de laboratorio y sistemas de detección han sido desarrollados basándose en dos principales diseños: (1) Aquellos que realizan diagnóstico primario sin interacción del citotecnólogo, y (2) diseño interactivo que sirve de apoyo al citotecnólogo, en donde el citotecnólogo y el sistema dependen uno del otro para la interpretación de la prueba de Papanicolau [4].

Como apoyo al citotecnólogo en la lectura de ésta prueba, en Colombia se han desarrollado herramientas software para la clasificación de células escamosas en frotis de células cérvico uterinas [23], que permiten el análisis de células escamosas con cambios por ASCUS [24] y para la detección de VPH [25]. Todas ellas usando técnicas de tratamiento de imágenes digitales (TDI) y de inteligencia artificial (IA).

3. SISTEMAS DE TELEMICROSCOPIA

La Telemicroscopía (TMic) es la transmisión de imágenes microscópicas que han sido transformadas en una señal electrónica, ya sea analógica o digital a un sitio remoto, donde puede ser revisada por un médico patólogo utilizando un monitor de computador. Los sistemas que aplican tecnologías de microscopía son los sistemas de Telepatología, Teleconsulta y Tele-educación. [8]

Múltiples imágenes digitales son usualmente necesarias para documentar características citológicas en cada caso diagnóstico [4]. Existen tres tipos de tecnologías que actualmente comprenden el espectro de TMic:

3.1 TMic estática

Los sistemas de imágenes estáticas permiten la captura de campos de observación (FOV por sus siglas en inglés) del microscopio como imágenes digitales las cuales son enviadas al médico patólogo consultante [4]. El citotecnólogo toma imágenes de los campos celulares que él considera que tienen cierto nivel de malignidad y que son representativos para ser transmitidos al especialista. Esto requiere de una persona suficientemente talentosa como emisor para seleccionar apropiadamente las imágenes diagnósticas [8]. La Fig. 1 es un ejemplo de un campo celular digitalizado y clasificado como ASC-US en el Atlas del sistema Bethesda⁵.

Uno de los principales inconvenientes de esta tecnología es que los médicos patólogos se sienten inseguros a la hora de trabajar con estas imágenes, ya que no pueden tener una visión general del estado de la paciente, solo tienen acceso a las imágenes celulares enviadas, y tienden a dar diagnósticos con menor especificidad.

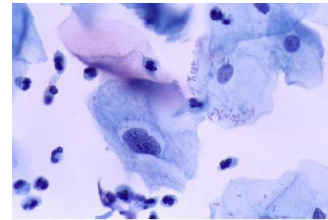


Fig. 1. Imagen de un FOV de citología cérvico uterina clasificada como ASC-US (Low end) con criterio citomorfológico: células multinucleares con halo perinuclear pequeño

3.2 TMic dinámica

La TMic dinámica, permite al destinatario ver en vivo, en tiempo real las imágenes de un microscopio remoto. Existen dos métodos: el primero donde el microscopio es controlado desde el centro de remisión (caso no robótico), y el otro en donde un microscopio robótico permite al evaluador remoto controlar el campo de selección, aumento y foco (caso robótico). Ambos métodos requieren un ancho de banda razonable para la transmisión. En el caso no robótico, lo único que se envía es la imagen en tiempo real. Con la TMic dinámica robótica, la imagen es también enviada al sitio de recepción por internet, pero el consultor tiene la habilidad de controlar el microscopio por sí mismo desde el sitio remoto. Esto requiere

⁵ <http://nih.techriver.net/view.php?patientId=24>

usualmente que el receptor tenga un software especial para enviar comandos para los movimientos del portaobjetos, el cambio de objetivos y de foco, y definitivamente requiere un microscopio costoso en el lado del emisor. Las ventajas de esta aproximación son obvias: la persona en el sitio remoto que revisa la imagen tiene control completo sobre el campo de selección. No se requiere talento en diagnóstico significativo del emisor, así que es posible para un técnico preparar y cargar placas en el microscopio remoto. La mayor desventaja es el costo del hardware [3,8]. La Fig. 2 es un ejemplo de un microscopio robótico desarrollado por el Grupo de Investigación Bioingenium de la Universidad Nacional de Colombia.

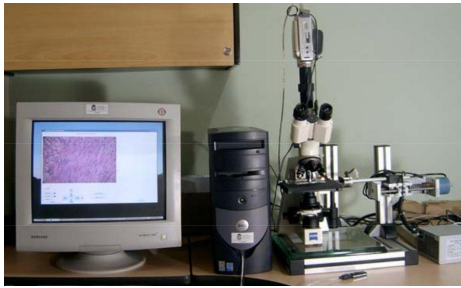


Fig. 2 Microscopio robótico UNAL [15]

3.3 TMic Virtual

Se hace una digitalización de toda la placa creando un conjunto de datos muy grande, en orden de GigaBytes. Esta imagen se pone a disposición de un servidor de imágenes el cual puede entregar porciones de la imagen, por petición, a un computador remoto conectado a internet. En el sitio remoto, el médico patólogo puede ver esta imagen pre capturada como si estuviera viendo el porta objetos en el microscopio original, incluyendo cambios en el aumento como también el movimiento de la placa al área deseada en el campo [8]. Es un escenario diferente a la TMic estática y dinámica que toma las ventajas de estas últimas [1].

En un nivel básico el sistema debe emular el comportamiento usual de un microscopio físico, incluyendo movimientos continuos del estado y cambiando aumentos y focos. La principal dificultad para proporcionar la funcionalidad básica es almacenar y procesar la gran cantidad de datos requeridos para representar una placa [2]. La Fig. 3 corresponde a un sistema de microscopía virtual que permite seleccionar un campo de una imagen digital, que contiene toda la información de una

placa, y aumentarlo a 40x para su posterior diagnóstico.

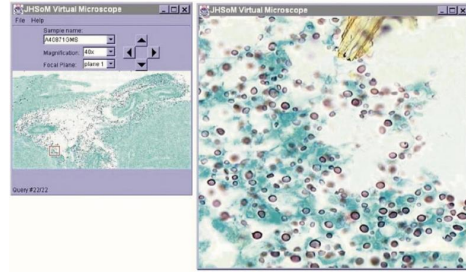


Fig. 3 Interfaz de usuario de un sistema de Microscopía Virtual [2]

4. SISTEMA DE TELECITOLOGÍA

Telecitología (TC), un componente del amplio campo de Telepatología (TP), es la práctica de citología a distancia, usando técnicas de TMic para hacer diagnóstico primario de los especímenes desde un sitio remoto [4,8].

La TC a diferencia de la TP tiene los siguientes requerimientos especiales [3]:

- Imágenes de gran área
- Mayor número de imágenes para la determinación de adecuación y diagnóstico
- Requiere mayor aumento y mayor profundidad de color
- Material limitado y perecedero
- Relativa falta de patrón
- Grupos de células tridimensionales
- Categoría adicional de personal de salud: citotecnólogos

La citología convencional ocupa más área en la lámina que el material histopatológico y requiere de diferentes planos focales para su interpretación. La determinación de exactitud y evaluación de la celularidad son importantes requerimientos en muestras citológicas, debido a que algunas células atípicas en muestras celulares escasas necesitan ser interpretadas con precaución. La tendencia para la persona que captura las imágenes es enfocar las áreas celulares. Hay una posibilidad de una evaluación falsa de adecuación.

El material citológico es generalmente escaso, la mayoría del cual es colocado en la lámina, por lo tanto resulta en pérdida de arquitectura de la muestra, sin embargo la morfología individual de la célula es preservada excelentemente. Los porta objetos no pueden ser transportados fácilmente o replicados.

Además, la tinción de Papanicolau es la tinción de citología básica con un rango de colores que brindan los más finos detalles nucleares como el patrón de cromatina, irregularidades de la membrana nuclear, y maduración del citoplasma. Los grandes aumentos y buenas resoluciones son necesarios para examinar la textura de la cromatina y otros detalles finos importantes para el diagnóstico citológico. Dependiendo del campo del material, el material celular puede ser escaso o espeso. Enfocarse en las células a través de los grupos es un requerimiento especial para muestras citológicas.

Ventajas de la TC :

- Consulta primaria
- Consulta para segunda opinión
- Menor tiempo de respuesta
- Control de calidad
- Entrenamiento de los citotecnólogos y de los residentes
- Pruebas de competencia
- Documentación de la información
- Pruebas de exactitud de un procedimiento desde un centro remoto
- Las imágenes de mayor tamaño proporcionan una mejor apreciación de las características sutiles como irregularidades en la membrana y aglutinación de cromatina irregular. De este modo, la TC proporciona una oportunidad para buscar opinión experta en áreas difíciles para la citología ya que permite ampliar las imágenes más allá de lo que permiten los objetivos del microscopio.
- Consulta más económica, eficiente y flexible.

Cuando se realiza la TC en condiciones óptimas, las correlaciones entre diagnósticos hechos con TC y con citología convencional se aproximan a un 100% [7]

Los componentes básicos de un Sistema de TC son:

- Microscopio binocular o trío cular.
- Cámara digital que capture imágenes de 1024 x 1024 píxeles.
- Computador gama media.
- Conexión a Internet.

Para los microscopios binoculares, existe una opción práctica para adaptarles la cámara digital, y son las denominadas cámaras oculares. Estas cámaras se adaptan al ocular del microscopio y permite observar el campo celular en la pantalla del computador.

Las cámaras digitales para microscopios trío culares traen adaptadores para que puedan ser fijadas y para controlar la luz en la toma de la imagen.

5. PUNTOS CRÍTICOS DE UN SISTEMA DE TELECITOLOGÍA

A pesar de que la TC mejora los procedimientos tradicionales, los médicos patólogos a través del mundo titubean para practicarla.

Posibles razones de los médicos patólogos para resistirse [3]:

- Tecno fobia
- Falta de interacción personal con el paciente
- Escasa información clínica y radiológica
- Calidad y exactitud de las imágenes.
- Interacción continua entre la persona en el centro remoto y el consultante

La manipulación de una imagen digital, independiente del material citológico fotografiado, afecta significativamente su interpretación tanto por los citotecnólogos como por los médicos patólogos. Esto sugiere que se debe tener cuidado en el uso de las imágenes citológicas, para asegurar específicamente que su alteración no afecta el diagnóstico. Las alteraciones se pueden dar cuando la imagen es sometida a métodos de compresión con pérdida de calidad o en la transmisión por la red [6].

6. LIMITACIONES

Hay un número de limitaciones que puede imposibilitar la introducción de estos sistemas en países en desarrollo. Se incluyen [5]:

Infraestructura inadecuada: Los componentes esenciales de cualquier sistema de TP incluyendo los de TC, por ejemplo el microscopio, cámara con software y un computador, puede no estar disponible en áreas rurales de los países en desarrollo. La obtención de estos elementos puede ser difícil. Las facilidades en telecomunicaciones pueden no estar desarrolladas por completo, o pueden estar pobremente desarrolladas y hace difícil o imposible transmitir los casos. Más aún, el desarrollo y disponibilidad de las facilidades de telecomunicaciones pueden ser no uniformes.

Procesamiento no uniforme del material patológico: Se requiere que el material citológico esté bien procesado. En estos países, la brecha en infraestructura, equipos y estándares uniformes hacen que el material no sea óptimo.

Falta de acreditación: TP es una combinación de patología quirúrgica, tecnologías de la información e imágenes. A todos los tres procesos les falta definir estándares. Pocos centros gestionan acreditaciones para histopatología, pero no hay estándares establecidos para TP en particular.

Bajo nivel de entrenamiento: Un material coloreado bien procesado es el factor más importante para el éxito en TC. La ausencia de mano de obra entrenada para procesamiento citológico tiene un efecto muy negativo en la calidad subsecuente de un diagnóstico por TC. El entrenamiento es requerido para procesamiento de especímenes citológicos, TICs y para el manejo de la cámara y el computador.

Falta de personal dedicado: Es a menudo difícil encontrar personal dedicado a llevar a cabo TC o personal de un departamento de TM. Se espera un staff para realizar multitareas, especialmente en un centro de bajo volumen.

7. REDES DE ACCESO A SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES EN COLOMBIA

La red de acceso le permite al usuario servicios de telecomunicaciones mediante diferentes tecnologías clasificadas según el soporte físico o inalámbrico utilizado. En Colombia las conexiones físicas están hechas con cables que utilizan alambres de cobre, como el cable coaxial, y mediante fibra óptica. La conexión por satélite es utilizada en lugares que tienen geografía montañosa donde se dificulta extender cable para conectarlos. Otro medio para establecer conexiones son los inalámbricos que transportan señales electromagnéticas mediante frecuencias de microondas y radiofrecuencias.

Actualmente, nuestro país cuenta con diferentes tecnologías para acceder a internet.

7.1 Tecnologías que utilizan acceso físico

7.1.1 Tecnología ISDN

Diseñada como una red pública de servicios de telecomunicación. Por ella se pueden transmitir

video, audio y servicios de datos y rendimiento fiable sobre la misma línea de cobre de par trenzado en lugar de la red telefónica pública conmutada.

Proporciona al usuario en su acceso básico, 2 canales de comunicación digitales de 64 Kbps (denominados canales B) y uno de control o señalización de llamada de 16 Kbps (canal D), sobre las líneas telefónicas convencionales.

Dependiendo de las necesidades y requerimientos del usuario, las configuraciones de ISDN permiten diversas aplicaciones y actividades remotas. ISDN fomenta la instrucción remota, las consultas por telemedicina, correos de voz, telemonitoreo y vigilancia remota [17].

7.1.2 Tecnología xDSL

Tecnología para MAN/WAN que proporciona transmisión de información a tasas mayores que 1Mbps, y su principal característica es que utiliza cables de redes de telefonía local. En la Tabla 1 se hace una comparación de las diferentes tecnologías DSL que para su generalización se les denomina xDSL [18].

7.1.3 Tecnología WiFi

Estándar IEEE **802.11**. Tecnología LAN inalámbrica (Red de área local inalámbrica, WLAN). La Tabla 2 presenta las características de ésta tecnología [19].

Tabla 1 Características de la Tecnología xDSL

Característica	Velocidad (Mbps)	Distancia (Km)
HDSL	2	4
VDSL	52 ↓ , 12 ↑	0.5 - 1
VDSL 2	250, 100, 50; 1 - 4	0.5, 1; 4 - 5
SHDSL	2.3, 4.6	3 - 4
ADSL	8 ↓ , 1 ↑	2
ADSL 2	12 ↓ , 1 ↑	2.5
ADSL 2+	24 ↓ , 2 ↑	2.5

7.2 Tecnologías Inalámbricas

7.2.1 Tecnología WiMAX

Es el nombre dado al estándar 802.16 que describe la interfaz de aire para acceso a sistemas fijos de de acceso inalámbrico de banda ancha. El radio de cobertura máximo está entre 30 a 50 Km dependiendo de la presencia de edificios, montañas y obstáculos en el medio. Tiene una velocidad de transmisión sobre 5 Mbps con canales de 5 MHz [19].

Tabla 2 Características de la Tecnología Wi Fi

Estándar	Banda (GHZ)	Vel (Mbps)
802.11a	5	54
802.11b	2.4	11
802.11g	2.4	54
802.11n	2.4	300

7.2.1 Tecnología 2G

En telefonía móvil, protocolos de segunda generación que utilizan TDMA, GSM y CDMA. Estos protocolos soportan altas tasas de voz y datos limitados de comunicación. Ofrecen servicios auxiliares como datos, fax, y servicios de mensajería corta o SMS [20].

7.2.2 Tecnología 3G

Término genérico utilizado para una nueva generación de sistemas de comunicación móvil que busca proporcionar servicios de voz mejorada, texto y servicios de datos, con mayor capacidad, calidad y tasas de transferencia de datos mayores a las de las actuales redes celulares. Pueden ser capaces de transmitir datos a 144 Kbps a velocidades de usuarios móviles, 364 Kbps cuando los usuarios están caminando, y 2 Mbps cuando están en ubicaciones fijas. Uno de los objetivos de los sistemas 3G es permitir la convergencia entre el mundo inalámbrico e Internet [20].

7.3 Conectividad en Colombia [21]

Según el Informe trimestral de conectividad para el segundo trimestre de 2010 del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, se tiene que en Colombia hay 4.736.630 suscriptores a internet dedicado fijo, 66.881 suscriptores conmutados, 6.915.241 personas tienen acceso a los servicios mediante planes de telefonía móvil.

La fig. 4 muestra el porcentaje de municipios por región que tienen acceso a internet mediante Acceso conmutado, dedicado fijo y satelital.

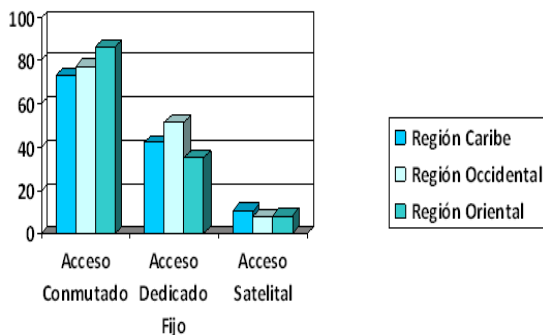


Fig.

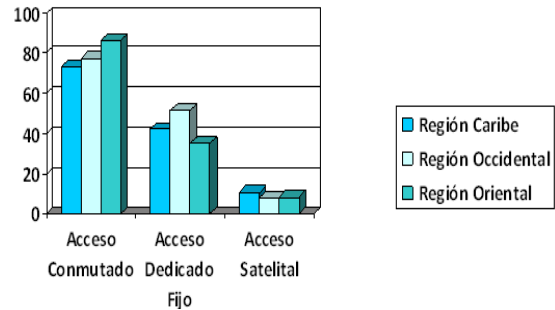


Fig. 4. Porcentaje de Municipios con acceso a Internet por Región

La fig. 5 presenta la cantidad de personas que están accediendo a internet por las diferentes tecnologías presentadas anteriormente.

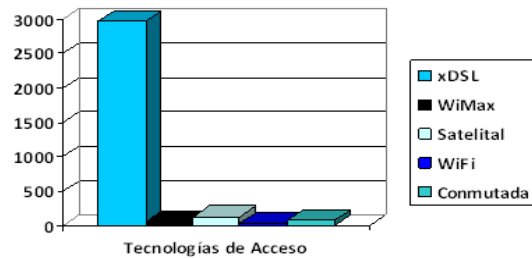


Fig. 5 Personas que acceden a Internet por tecnología

En las fig. 6 y 7 se pueden apreciar las velocidades de descarga y de subida con las que cuentan los municipios con acceso satelital.

Con lo que respecta a las tecnologías xDSL, 396 municipios las han adoptado. La fig. 8 muestra las velocidades de bajada y la fig. 9 las velocidades de subida que actualmente se están utilizando en los municipios.

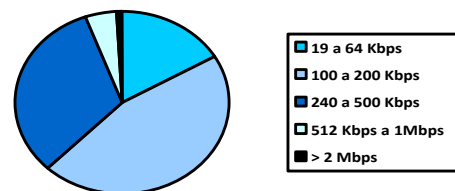


Fig. 6 Velocidades de descarga acceso satelital

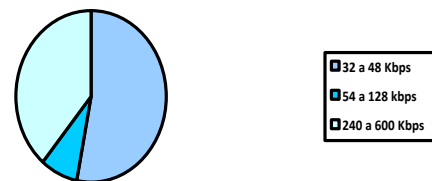


Fig. 7 Velocidades de subida acceso satelital

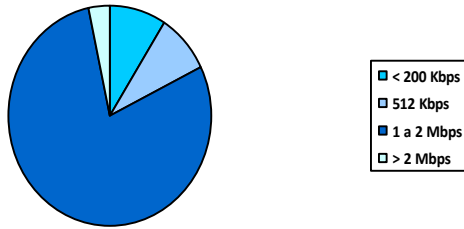


Fig. 8 Velocidades de Descarga xDSL

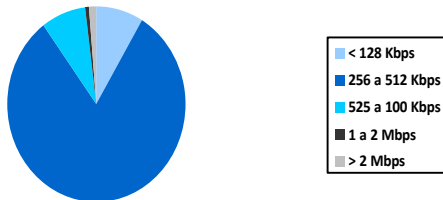


Fig. 9 Velocidades de Subida xDSL

En Colombia, 1.112 municipios cuentan con al menos una conexión de acceso dedicado a Internet, lo que representa una cobertura del 99.3% [22].

En la fig. 10 se puede observar el porcentaje de participación de las dos tecnologías móviles en el país⁶ en sus dos presentaciones al público.

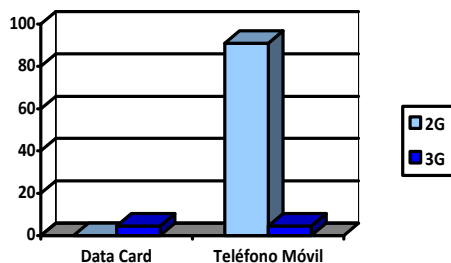


Fig. 50 Porcentaje de participación tecnologías móviles

8. CONCLUSIONES

El país le ha proporcionado, mediante diferentes tecnologías de redes de telecomunicaciones, acceso a Internet a sus municipios más apartados. Para poder implantar un sistema de Telecitología con las características mencionadas en el documento, se debe tener en cuenta las diferentes tasas de transmisión de datos con las que cuenta el país, considerando que las tecnologías más utilizadas son ISDN, xDSL y satelital. La primera proporciona una velocidad de 64 Kbps, para la segunda se observa que la velocidad de descarga más común es de 1 a 2 Mbps y la velocidad de

subida de 256 a 512 Kbps, por esto se debe diseñar un sistema de TC flexible en cuanto a las tasas de transferencia y que beneficie a la mayoría de municipios para reducir la brecha de tecnología y de acceso a servicios de salud que existen actualmente en Colombia.

En el país no se ha desarrollado un sistema de Telecitología que permita la integración de Técnicas de Microscopía con herramientas de detección automática de enfermedades y sistemas de información. Se han creado sistemas que emplean técnicas de TMic estática y microscopio robótico sin manejo de indicadores de incidencia epidemiológica y morbi mortalidad, utilizados en la capital del país pero no se han aplicado en zonas rurales que es el propósito general de la TC.

Existe cierto temor por parte del especialista en trabajar con sistemas de TC, la mayoría de las veces cuando estos sistemas utilizan herramientas de TMic estática. Por otro lado, el utilizar TMic dinámica o microscopio virtual requiere que los laboratorios tengan acceso a Internet con gran ancho de banda y en algunos casos adquieran microscopios robóticos. Esto pone a pensar a los desarrolladores de tecnologías, sobre cuál es la mejor estrategia para proporcionar servicios de TC que aumenten la confiabilidad en el diagnóstico basado en imágenes microscópicas, que no requiera que los laboratorios incurran en altos costos y puedan utilizar las redes de telecomunicaciones que existen actualmente en las zonas rurales de Colombia.

REFERENCIAS

- [1] Giansanti, Daniele. Grigioni, Mauro. D'Avenio, Giuseppe. Morelli, Sandra. Maccioni, Giovanni. Bondi, Arrigo. Giovagnoli, Maria. Virtual Microscopy and Digital Cytology: State of the Art. *Ann Ist Super Sanità* 2010. Vol. 46, No. 2: 115-122.
- [2] Catalyurek, U.; Beynon, M.D.; Chialin Chang; Kurc, T.; Sussman, A.; Saltz, J.; *The virtual microscope*, Information Technology in Biomedicine, IEEE Transactions on , vol.7, no.4, pp.230-248, Dec. 2003.
- [3] Prayaga, Aruna. Kumar, Sajeesh. Dunn, Bruce E. *Telecytology: A Retrospect and Prospect*. Telepathology. 2009. Springer Berlin Heidelberg. 149-162.
- [4] Pantanowitz L, Hornish M, Goulart RA. *The impact of digital imaging in the field of cytopathology*. *CytoJournal* 2009;6:6

⁶ No se distinguen entre planes pos pago y prepago

- [5] Desai, Sangeeta. *Telepathology and telecytology in developing countries*. [aut. libro] Richard Wootton, Nivritti G Patil y Richard E Scott. *Telehealth in the Developing World*. Londres : The Royal Society of Medicine Press Limited, 2009, págs. 149-155.
- [6] Pinco, J, Goulart, R, Otis, C, Garb, J, & Pantanowitz, L 2009, *Impact of Digital Image Manipulation in Cytology*, *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*, 133, 1, pp. 57-61, Academic Search Complete, EBSCOhost, viewed 24 February 2011.
- [7] Jiang Gu , Virginia M . , Anderson. *Virtual Microscopy and Virtual Slides in Teaching, Diagnosis, and Research*. Jiang Gu and Robert W . Ogilvie. CRC Press 2010, pp. 61–76.
- [8] Sinard, John. *Video Microscopy and Telemicroscopy. Practical Pathology Informatics*. 2006. Springer New York. 265-286.
- [9] Eichhorn, J. H. J. H., Buckner, L. L., Buckner, S. B. S. B., Beech, D. P. D. P., Harris, K. A. K. A., McClure, D. J. D. J. 2008. *Internet-based gynecologic telecytology with remote automated image selection: Results of a first-phase developmental trial*. *American Journal of Clinical Pathology*, 129(5), 686-696.
- [10] Jacob, Martha. Levin, Victor. Luciani, Silvana. *Control Integral del Cáncer Cérvico Uterino Guía de prácticas esenciales*. 2007. Organización Mundial de la Salud.
- [11] Murillo, R. R., Cendales, R. R., Wiesner, C. C., Piñeros, M., M., & Tovar, S. S. (2009). *Effectiveness of cytology-based cervical cancer screening in the colombian health system*. *Biomédica : Revista Del Instituto Nacional De Salud*, 29(3), 354-361.
- [12] Wiesner, Carolina. Tovar, Sandra. Piñeros, Marion. Cendales, Ricardo. Murillo, Raúl. *La oferta de servicios para tamización de cáncer de cuello uterino en Colombia*.
- [13] Murillo, R. R. *Cervical cancer control in colombia: Achievements and challenges of cytology based programs*. *Biomédica: Revista Del Instituto Nacional De Salud*, 28(4), 467-470, 2008.
- [14] Díaz, Martha. Parra, Edgar. *Guía control de calidad para la toma procesamiento e interpretación en muestras de citología de cuello uterino*. Instituto Nacional de Salud. Ministerio de la Protección Social. Bogotá, 2008.
- [15] Marín D, Romero E. *Sistemas de microscopía virtual: análisis y perspectivas*. *Biomédica*. 2011;31(1).
- [16] Rivera R, Diana E. *Información institucional Cáncer de Cuello Uterino*. Instituto Nacional de Cancerología. 2009.
- [17] Kemper Littman, Marlyn. *Building Broadband Networks* .Chapter 1. CRC Press 2002.
- [18] Donoso Auerbach, Yezid. *Network Design for IP Convergence*. Publications CRC Press 2009, pp. 1–65.
- [19] Donoso Auerbach, Yezid. *Network Design for IP Convergence*. Publications CRC Press 2009, pp. 125–183.
- [20] *Handbook of Algorithms for Wireless Networking and Mobile Computing* Edited by Azzedine Boukerche Chapman and Hall/CRC 2006, pp. 2-5–2-20.
- [21] Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. República de Colombia. *Informe Trimestral de Conectividad*, Segundo trimestre de 2010.
- [22] Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. República de Colombia. *Informe Trimestral de Conectividad Año 2009*.
- [23] Martínez V. E., Mendoza A., García E., Uribe C. *Software tool for squamous cells classification in cervical smear cytologies*. II International conference on computational bioengineering. H. Rodrigues et al.. (Eds). Lisbon, Portugal, September 14 – 16, 2005.
- [24] Niño D., Torres E. Mendoza A., Alvarez O., Victor E., García E. *Software tool for squamous cells analysis with changes by ASCUS*. III International congress on computational Bioengineering. Cerrolaza M., et al (Eds). Isla de Margarita, Venezuela, September 17 – 19, 2007.
- [25] Amaya M., Molina O., Mendoza A., Álvarez O., Martínez V., García E. *Software tool for HPV detection in cervical smears cytologies*. III International congress on computational Bioengineering. Cerrolaza M., et al (Eds). Isla de Margarita, Venezuela, September 17-19, 2007.