

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

### **ANÁLISIS DE LA ACCESIBILIDAD DEL INTERNET EN EL CONTEXTO ECUATORIANO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES**

**BYRON STEVE SOLÍS GONZÁLEZ**

**DIRECTOR: Ing. XAVIER ALEXANDER CALDERÓN HINOJOSA, M.Sc.**

**Quito, marzo 2021**

## **AVAL**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Byron Steve Solís González, bajo mi supervisión.

---

**Ing. XAVIER CALDERÓN, M.Sc.**  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

Yo, Byron Steve Solís González, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración dejo constancia de que la Escuela Politécnica Nacional podrá hacer uso del presente trabajo según los términos estipulados en la Ley, Reglamentos y Normas vigentes.

---

Byron Steve Solís González

## **DEDICATORIA**

A mi madre Alicia, por estar siempre conmigo sin importar las circunstancias. Por servirme de motivación para continuar en esta carrera y dar lo mejor de mí día tras día. Por brindarme su amor desde el día en que nací.

A mi hermano Jhonny, por brindarme su confianza. Por motivarme a que me esfuerce al máximo en cualquier aspecto de la vida. Por servirme como un ejemplo de perseverancia y éxito. Por ayudarme cuando más lo necesito.

A mis sobrinas Doris y Martina, por ser el motor que dan alegría a mis días.

A mí, por demostrar que, con esfuerzo, constancia y disciplina, puedo lograr hasta lo inimaginable. Por nunca darme por vencido en el transcurso de esta carrera universitaria.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres por ser el sustento de mi hogar, y apoyarme económica y emocionalmente durante el transcurso de toda mi carrera universitaria.

A mi hermano, por motivarme a escoger esta carrera y universidad.

A mi abuelita Rosario, y a todas mis tías y primas por ayudarme de alguna u otra forma cuando acudo a ellas.

A mis compañeros y amigos de la universidad por brindarnos apoyo mutuo cuando lo requerimos, y por ser perseverantes para alcanzar nuestro objetivo en común, “ser ingenieros”. En especial a mi amigo Agustín, que desde el primer semestre hemos estado compartiendo los buenos y malos momentos que nos presenta la vida universitaria, y la vida fuera de esta.

A la Escuela Politécnica Nacional y sus profesores que más allá de brindarme los conocimientos relacionados a mi carrera, me han ayudado a ser una persona con una visión diferente. Han sacado lo mejor de mí, me han enseñado a ser más disciplinado y perseverante en aspectos de la vida más allá del académico.

Especialmente quiero agradecer al M.Sc. Xavier Calderón por brindarme su confianza desde que lo conocí. Por proponerme y atrevernos a realizar un trabajo de titulación algo diferente a lo que se ha venido realizando en la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Por siempre estar dispuesto a ayudarme a resolver cualquier inconveniente en el desarrollo del proyecto.

También agradezco a la M.Sc. Verónica Morales por brindarnos incondicionalmente su asesoría para desarrollar la metodología presentada en este proyecto. Por responder todas nuestras dudas e inquietudes durante la elaboración del trabajo. Por siempre estar dispuesta a compartirnos sus conocimientos en el tema. Sin ella este proyecto no hubiera sido posible.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

AVAL .....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
RESUMEN .....	VIII
ABSTRACT .....	IX
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 OBJETIVOS .....	1
1.1.1 OBJETIVO GENERAL .....	1
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	1
1.2 ALCANCE.....	2
1.3 MARCO TEÓRICO .....	3
1.3.1 INTERNET .....	3
1.3.2 MÉTODOS PARA ACCEDER A INTERNET .....	10
1.3.3 PROVEEDOR DE SERVICIOS DE INTERNET (ISP).....	19
1.3.4 UNIVERSALIDAD DE INTERNET.....	20
1.3.5 ACCESIBILIDAD .....	23
1.3.6 PAQUETES DE SOFTWARE ESTADÍSTICOS .....	27
2. METODOLOGÍA.....	41
2.1 MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN .....	41
2.1.1 SELECCIÓN DEL MARCO DE REFERENCIA PARA EL ESTUDIO: IUI UNESCO .....	42
2.2 CONSTRUCCIÓN DEL MODELO MACRO DE MEDICIÓN.....	46
2.3 CONSTRUCCIÓN DE CONSTRUCTOS.....	49
2.3.1 CONECTIVIDAD Y USO .....	49
2.3.2 ELEMENTOS DE IMPORTANCIA DE OTROS TEMAS DE ACCESIBILIDAD .....	56
2.4 INDICADORES CONTEXTUALES.....	59
2.4.1 INDICADORES CONTEXTUALES DEMOGRÁFICOS .....	60
2.4.2 INDICADORES CONTEXTUALES DE DESARROLLO .....	60

2.4.3	INDICADORES CONTEXTUALES DE IGUALDAD .....	61
2.4.4	INDICADORES CONTEXTUALES DE DESARROLLO DE LAS TIC .....	61
2.5	FACTORES DEL CONSTRUCTO CONECTIVIDAD Y USO .....	64
2.6	VARIABLES DE MEDICIÓN .....	65
2.6.1	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES DE MEDICIÓN A PARTIR DE LOS FACTORES OBTENIDOS.....	66
2.6.2	CONTEXTUALIZACIÓN DE VARIABLES DE MEDICIÓN .....	69
2.6.3	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	70
2.7	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....	70
2.7.1	CONFIABILIDAD EN INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	71
2.7.2	VALIDEZ EN INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	71
2.7.3	OBJETIVIDAD EN INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	72
2.8	TIPOS DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN. ....	72
2.8.1	ESCALAS PARA MEDIR ACTITUDES Y OPINIONES .....	73
2.8.2	CUESTIONARIO .....	73
2.8.3	GOOGLE FORMS PARA LA ELABORACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	82
2.8.4	EVALUACIÓN PREVIA DEL CUESTIONARIO .....	84
2.8.5	ELABORACIÓN DE CUESTIONARIO PARA APLICACIÓN .....	84
2.9	SELECCIÓN DE MUESTRA .....	86
2.9.1	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD MUESTRAL.....	88
2.9.2	TAMAÑO DE LA MUESTRA .....	89
2.10	ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS .....	90
2.10.1	SELECCIÓN DE SOFTWARE PARA ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	91
2.10.2	IRT (TEORÍA DE RESPUESTA AL ITEM) .....	92
2.10.3	ANÁLISIS FACTORIAL MEDIANTE MIRT .....	95
3.	RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	97
3.1	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA DE APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....	97
3.2	RESULTADOS ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LA APLICACIÓN DEL CUESTIONARIO .....	98
3.2.1	RESULTADOS ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS EN GRÁFICOS CIRCULARES .....	98

3.2.2	RESULTADOS ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS EN GRÁFICOS DE BARRAS.....	99
3.2.3	RESULTADOS ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS EN GRÁFICOS DE BARRAS.....	100
3.2.4	CONSIDERACIONES PARA INTERPRETAR Y GENERALIZAR RESULTADOS ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS .....	101
3.2.5	COMPARACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS MEDIANTE LA HERRAMIENTA APLICADA CON LA INFORMACIÓN DE ESTUDIOS PREVIOS .....	102
3.3	FORMAS ALTERNATIVAS DE EXTRAER RESULTADOS DE GOOGLE FORMS.....	103
3.4	LECTURA DE RESPUESTAS OBTENIDAS DE LA APLICACIÓN DEL CUESTIONARIO EN LENGUAJE R.....	104
3.5	PREPARACIÓN DE ÍTEMS PARA ANÁLISIS MIRT .....	106
3.5.1	ÍTEMS DESCARTADOS PARA ANÁLISIS MIRT.....	106
3.5.2	ÍTEMS CONSIDERADOS PARA ANÁLISIS MIRT.....	108
3.5.3	CODIFICACIÓN DE RESULTADOS DE ITEMS .....	109
3.6	RESULTADOS DEL ANÁLISIS MIRT DEL CUESTIONARIO DE ACCESIBILIDAD DE INTERNET APLICADO .....	113
3.6.1	ANÁLISIS MIRT GPCM EN LENGUAJE R MEDIANTE EL PAQUETE ESTADÍSTICO “MIRT” .....	113
3.6.2	REDUCCIÓN DE VARIABLES.....	118
3.7	ACCESIBILIDAD DE INTERNET EN CONTEXTO ECUATORIANO.....	123
3.7.1	PROPUESTA DE HERRAMIENTA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE ACCESIBILIDAD DE INTERNET CONTEXTUALIZADA PARA ECUADOR.....	125
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	128
4.1	CONCLUSIONES.....	128
4.2	RECOMENDACIONES.....	132
5.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	135
	ANEXOS .....	143



## RESUMEN

En el presente estudio técnico se presenta un análisis de la situación actual de la Accesibilidad de Internet en Ecuador, así como el desarrollo de una herramienta de recolección de información que permita medir este principio. Dicha herramienta es aplicada a una muestra determinada, como un ejemplo práctico del estudio, y posteriormente validada mediante un análisis estadístico.

El capítulo 1 muestra los conceptos generales relacionados a Internet, revisando su historia, evolución, principales servicios, aplicaciones, y sus tecnologías de acceso habituales. Además, se explica la publicación de la UNESCO de los Indicadores de Universalidad de Internet, y se da una visión general del término Accesibilidad.

El capítulo 2 describe la metodología aplicada, presentando el marco de referencia escogido y revisando ciertos estudios previos realizados en base a este dentro del país. Se construye el modelo macro de medición, seguidamente se escoge y desarrolla el constructo de estudio determinando sus factores y variables. Se selecciona y elabora la herramienta de recolección de información. Se determina una muestra de aplicación y se presentan los métodos de análisis factorial para validar dicha herramienta.

En el capítulo 3 se exhiben los resultados de estadística descriptiva de la aplicación de la herramienta elaborada, también los resultados del análisis factorial con el método y software seleccionado. Se realiza la reducción del número de variables, para así obtener una herramienta de recolección de información de Accesibilidad a Internet validada.

En el capítulo 4 se muestran las conclusiones y recomendaciones del trabajo elaborado.

**Palabras clave:** IUI, MIRT, GPCM, DAAM-X, factor, variable, constructo

## **ABSTRACT**

This technical study presents an analysis of the current situation of Internet accessibility in Ecuador, as well as the development of an information gathering tool that allows measuring this principle. This tool is applied to a specific sample as a practical example of the study and later validated using of a statistical analysis by software.

Chapter 1 shows the general concepts related to the Internet, starting from its history and evolution, also reviewing its main services and applications, as well as its main access technologies. On the other hand, it explains what the UNESCO publication on Internet Universality Indicators is about and gives an overview of the term accessibility.

Chapter 2 describes the applied methodology, presenting the chosen frame of reference and reviewing certain studies that have been made based on it within the country. The macro measurement model is built, then the study construct is chosen and developed, determining its factors and variables. Based on the above, the information gathering tool is selected and developed. An application sample is determined, and factor analysis methods are presented to validate this tool.

In chapter 3, the descriptive statistics results of the application of the developed tool are shown, as well as the results of the factor analysis with the selected method and software. The number of variables is reduced to obtain a validated Internet accessibility information collection tool.

Finally, chapter 4 shows the conclusions and recommendations of the work done.

**Keywords:** IUI, MIRT, GPCM, DAAM-X, factor, variable, construct

# **1. INTRODUCCIÓN**

En la actualidad las tecnologías digitales, como lo es el Internet, son de mucha importancia para el convivir diario de los seres humanos, ya que son herramientas con las que se realiza una gran variedad de funciones como: acceder a todo tipo de información, mantener comunicación con otras personas, servir como fuente de entretenimiento, entre otras utilidades.

Debido a la gran cantidad de servicios que ofrece Internet, su crecimiento ha sido mucho mayor que cualquier otro servicio de comunicación, en los que se incluye a la televisión, radio, telefonía, correo postal y periódicos tradicionales. Estos servicios mencionados han venido siendo adaptados y transformados con la ayuda de Internet, consiguiendo así el nacimiento de nuevos servicios como el correo electrónico, telefonía por Internet, TV por Internet, radio por Internet. Además, en los últimos años por la popularización de la World Wide Web y la llegada de los teléfonos celulares inteligentes, el alcance del Internet, así como sus servicios se han incrementado aún más.

No obstante, así como en otros lugares del mundo en el Ecuador los niveles de acceso a Internet siguen siendo desiguales. Esto ocasiona brechas digitales dentro del país a nivel geográfico y nivel socioeconómico, privando de esta manera el derecho de acceder a Internet a miles de personas. Al haber esta desigualdad en la Accesibilidad del Internet existe la posibilidad de que los beneficios que brinda esta tecnología desde el punto vista económico o educativo estén siendo mayormente aprovechados por las personas que tienen un mejor acceso a este, ocasionando consecuentemente que aumente la desigualdad [1] .

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 OBJETIVO GENERAL**

Analizar la Accesibilidad del Internet en el contexto ecuatoriano para que sirva de información a instituciones públicas y privadas.

### **1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Examinar los conceptos teóricos fundamentales sobre la Accesibilidad del Internet en base al marco de referencia de los Indicadores de Universalidad de Internet (UI) de la UNESCO.
- Diseñar el modelo para medir la Accesibilidad de Internet en Ecuador.

- Implementar el modelo propuesto a través de la elaboración de las herramientas de medición (cuestionario).
- Observar los resultados por medio de la aplicación de herramientas de medición a una muestra determinada de la población ecuatoriana.

## **1.2 ALCANCE**

La propuesta de este trabajo es, analizar la Accesibilidad de Internet en Ecuador creando un modelo teórico el cual mida este principio de Accesibilidad. Este principio de Accesibilidad, así como otros cuatro relacionados con la universalidad del Internet, se encuentran detallados en la publicación de la UNESCO llamada “Indicadores de la UNESCO sobre la Universalidad del Internet: Marco para la evaluación del desarrollo de Internet”, la cual servirá como una herramienta base para desarrollar el modelo. Con este modelo a desarrollar se pretende que, al ser aplicado por cualquier investigador o ente interesado, puedan obtener información adecuada acerca de las principales causas de la desigualdad que tienen los ecuatorianos para acceder al Servicio de Internet ya sea fijo o móvil.

Para complementar el desarrollo del modelo teórico resultará conveniente realizar un cuestionario que facilite la obtención de datos estratégicos, que posteriormente serán procesados y analizados estadísticamente para obtener una herramienta de recolección de información validada, para que con sus futuras implementaciones se puedan sacar conclusiones acerca del acceso del Internet en el país. Adicionalmente, para una interpretación correcta de Indicadores y lograr encontrar información adecuada para cada uno de ellos, puede ser de utilidad fuentes genéricas de evidencia cualitativa y cuantitativa a nivel nacional proporcionada por instituciones públicas y privadas.

El desarrollo de este modelo teórico de medición permitirá a cualquier actor interesado utilizar los resultados de este trabajo como una herramienta para mejorar la Accesibilidad de Internet en Ecuador. De la misma manera, con los resultados obtenidos de este estudio a nivel nacional, se busca alimentar las políticas públicas basadas en evidencias, a fin de mejorar la contribución de Internet para el logro del desarrollo sostenible en Ecuador.

## **1.3 MARCO TEÓRICO**

### **1.3.1 INTERNET**

#### **1.3.1.1 Definición de Internet**

El Internet es una red global que interconecta sistemas de hardware y software, permitiendo así el almacenamiento, procesamiento, circulación y recuperación de información y comunicación a través del espacio y tiempo. También es conocida como red internacional de redes: INTERnational NETworks [2].

Desde una perspectiva más amplia, el Internet compone un fenómeno sociocultural de suma importancia y gran crecimiento, que permite el entendimiento de las nuevas formas de comunicación, por medio de los miles de millones de usuarios activos que acceden a esta red y que provocan un enorme y continuo intercambio de conocimiento entre ellos. Internet actualmente es la herramienta de formación, comunicación e información más potente y que además se lo considera como un nuevo ámbito de desarrollo social[3].

Los dispositivos conectados a Internet se comunican usando IP (Protocolo de Internet), el cual encapsula la información dentro de paquetes y los enruta hacia su destino. En consecuencia a lo anterior, se puede definir a Internet también como todos los dispositivos que pasan paquetes entre sí utilizando IP[4].

#### **1.3.1.2 Origen y evolución de Internet**

Su origen se remonta a los años 60, cuando el Departamento de Defensa de USA lanza un proyecto nombrado ARPA (*Advanced Research Projects Agency*), renombrado DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*) en 1972, para construir un sistema de comunicación entre computadores que use cualquier tipo de tecnología y medio de transmisión, y que a pesar de que se pudiera llegar a destruir alguna parte de esta red esta siguiera funcionando. Como consecuencia de este proyecto en el año 1969 se crea la red ARPANET (*Advanced Research Project Agency Network*), la cual interconectó cuatro grandes computadores que se ubicaban en diferentes zonas. Posteriormente en los años 70 esta red denominada ARPANET continúa creciendo, permitiendo la conexión de más computadoras. En el año 1973 se implementan el protocolo IP (*Internet Protocol*) junto al protocolo TCP (*Transmission Control Protocol*), dicha combinación es llamada TCP/IP. Esta implementación fue realizada con la finalidad del uso de un conjunto de protocolos de comunicaciones estandarizados[5].

En el año 1983 se realiza la interconexión de la red ARPANET con la MILNET (*Military Network*) red militar de los Estados Unidos, y con la CSNET (*Computer Science Network*) red informática científica, lo que se considera como un momento histórico para el nacimiento de Internet. En 1986, debido a que la NSF (*National Science Foundation*) tiene dificultades de carácter burocrático para usar la ARPANET, crean su propia red llamada NSFnet (*National Science Foundation's Network*) que, debido a su carácter abierto, tuvo una gran acogida por parte de universidades [6].

En el año 1990 nace la Sociedad de Internet, ISOC (*Internet Society*), cuyo fin fue presentar a Internet como una alternativa universal para transferencia de información. [3]. Para el año 1991, Tim Berners Lee junto con investigadores y físicos del Consejo Europeo para la Investigación Nuclear, CERN (*Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire*), crean un lenguaje denominado hipertexto, HTML (*Hyper Text Markup Language*), lenguaje que permite la publicación y generación de enlaces de documentos. Más adelante Berners Lee diseñaría la WWW (*World Wide Web*), así como el conjunto de herramientas que se requerirían para una web en funcionamiento, como son: el primer navegador Web (editor de HTML) , el protocolo HTTP (*Hyper Text Transfer Protocol*), el primer software de servidor HTTP, el primer servidor web, además de las primeras páginas web de este proyecto[7],[8].

En 1991 se fundó el CIX (*Commercial Internet Exchange*), dando paso así a la interconexión con otras redes comerciales *AlterNet* y CERFNet (*California Education and Research Federation Network*). En 1994 se empezaron a ofrecer los primeros servicios bancarios por internet, servicio que inicialmente fue ofrecido por la institución financiera *Stanford Federal Credit Union*, y seguidamente fue implementado por otras instituciones similares [9].

Para el año 1995, debido al desmantelamiento de la NSFNet, se eliminaron las restricciones existentes sobre el uso de Internet en lo que respecta a transporte de tráfico comercial, esto ayudó a que Internet se comercialice por completo en Estados Unidos[10]. Además, en la década de los 90, nacen además compañías que se dedican al desarrollo de productos y servicios relacionados con internet de que prevalecen hasta el día de hoy, como es el caso de Google. En esa misma línea, a inicios del siglo XXI se debe recalcar el nacimiento de las redes sociales como son: Facebook, Twitter, LinkedIn, entre otras plataformas, así como la aparición y crecimiento del comercio electrónico [11], que han logrado cambiar, con respecto a décadas anteriores, la forma en que los seres humanos realizan sus actividades o se relacionan con otros.

Desde estos últimos acontecimientos, el internet ha tenido un gran impacto en el comercio y la cultura, a esto se le añade la comunicación que esta brinda, por medio de sus diversos servicios como son: correo electrónico, telefonía IP, televisión por internet, entre muchos otros. El Internet ha continuado cambiando y evolucionando hasta el día de hoy, impulsándose principalmente gracias al desarrollo tecnológico y a las diversas oportunidades que se generan por medio de su uso, entre otros factores.

### **1.3.1.3 Servicios y aplicaciones de Internet**

Internet con el paso del tiempo ha ido incrementando en gran medida el número de servicios que ofrece. En sus inicios el intercambio de información se limitaba a transferencia de texto, mientras que en la actualidad hay muchas formas de comunicarse utilizando Internet, en las que se incluyen redes sociales, videoconferencias, mensajería instantánea entre muchos más servicios.

Estos servicios se encuentran disponibles en dispositivos con acceso a Internet, y funcionan basados en el conjunto de protocolos estándares de Internet, los cuales son gestionados por la IETF (Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet).

Los servicios de Internet se los puede clasificar de manera general en tres grupos: comunicación, transferencia de datos e información.

#### *1.3.1.3.1 Servicios de comunicación*

### **World Wide Web**

Es un sistema de información multimedia, con el que se pueden crear documentos de hipertexto, documentos de consulta y referencia, libros electrónicos, etc. Por medio de este servicio se accede a la información que se organiza en bloques y que se conocen como páginas Web[12].

Entre sus principales características están: su abundante información acerca de cualquier tema, la incorporación de archivos multimedia en las páginas web, la fácil navegación entre una página web y otra. En otras palabras, la WWW es una red virtual de sitios web conectado por enlaces, y que a la vez estos sitios web están almacenados en servidores de Internet [13]. Dentro de este servicio se puede incluir (o formar parte de) otros como: redes sociales, foros de debate, servicios de *streaming*, correo electrónico.

#### 1.3.1.3.2 Transferencia de datos

Para estos servicios se encuentran principalmente los protocolos: TELNET, FTP (*File Transfer Protocol*), TFTP (*Trivial File Transfer Protocol*), NFS (*Network File System Protocol*), entre otros. A continuación, se describen brevemente a los protocolos que se han considerado más pertinentes.

##### **TELNET**

Es un protocolo o servicio que sirve para iniciar remotamente sesiones de trabajo en máquinas conectadas a Internet. Mediante un terminal lejano es posible el acceso a los recursos informáticos, información y aplicaciones de una máquina que se encuentra en un determinado sitio, permitiendo de esta manera el teletrabajo [6]. Además, telnet permite el acceso a bancos de datos, emulando como si este se encontrara conectado al ordenador central.

##### **FTP**

FTP (*File Transfer Protocol*) es un protocolo que permite el acceso y transferencia de archivos entre dos o más dispositivos conectados a Internet. Posteriormente se los almacenará en las unidades de almacenamiento de estos dispositivos. En ciertos casos los archivos pueden protegerse con contraseña, permitiendo así el acceso y manipulación únicamente a los usuarios autorizados [13].

#### 1.3.1.3.3 Comunicación

##### **Correo Electrónico (e-mail)**

Es un sistema que permite el envío y recibo de mensajes de texto entre usuarios a través de Internet. Cada uno de los usuarios tiene a su disposición un buzón electrónico en el cual se almacenan mensajes, que fueron recibidos o enviados hacia otros usuarios y que podrán acceder cuando se conecten a este servidor de correo[14]. En estos mensajes de texto, además se pueden adjuntar archivos multimedia como audios, vídeo, imágenes, etc. Además, permite muchas nuevas posibilidades, como la rapidez de entrega de los mensajes en comparación a los sistemas de correo tradicionales.

##### **Redes sociales**

Las redes sociales pueden ser definidas como un espacio social basado en la web, en el cual las personas pueden conectarse, comunicarse, crear y compartir contenido con otros usuarios que se encuentre registrados en dicha plataforma[15].



Dentro una red social las personas pueden crear un perfil público o semipúblico, enlazar una lista de usuarios con los que se comparte alguna conexión de la vida real, intereses profesionales o personales, actividades o antecedentes. Dentro de este sistema las personas recorren y miran la lista de conexiones de otros usuarios.

Las redes sociales pueden tener diversos formatos y características que la componen. Por lo general permiten a los usuarios compartir información y mensajes en forma de texto, vídeo, música, imagen, entre otros formatos. Además, permite realizar conversaciones y diálogos sobre temáticas de interés entre los usuarios, resaltando la interactividad, la cual es uno de los rasgos más importantes de las redes sociales.

A las redes sociales se las puede principalmente clasificar, de acuerdo a quiénes van dirigidas, en dos grupos:

- **Redes Sociales Horizontales:** Son aquellas en las que sus usuarios tienen múltiples intereses y no se centran en ninguna temática en especial. Se tiene como ejemplo a: Facebook, Instagram, Twitter, etc.
- **Redes Sociales Verticales:** Este tipo de redes permite que sus usuarios establezcan interacciones entre ellos, por medio de intereses comunes o temas en específico, por lo que las convierte en redes sociales más exclusivas. Como ejemplo de este tipo de redes sociales están: LinkedIn, Pinterest, TripAdvisor, entre otras[16].

### **Foros de debate**

Son sistemas de distribución de mensajes en los cuales, un usuario distribuye un mensaje a todo usuario que se encuentre suscrito a este grupo. Sirven como mecanismo en los que se discuten todo tipo de tema y cuyo debate se desarrolla en línea. Para acceder a dichos foros no se requiere de un software especial, ya que se accede directamente desde cualquier navegador, conociendo la dirección electrónica del foro al que se quiere acceder [6] [13].

### **Mensajería instantánea (Chat)**

Es un servicio en el que se establece una conversación en tiempo real entre dos o más personas. Los usuarios participantes escriben los mensajes por medio de su dispositivo, y el texto va apareciendo consecutivamente en las pantallas de los usuarios de acuerdo con la intervención de cada uno [12]. Actualmente los servicios de mensajería permiten además que los mensajes puedan ser de audio u otro archivo multimedia como imágenes y vídeos [6].

## **Videoconferencia**

Servicio que permite una comunicación visual y sonora en tiempo real, entre usuarios ubicados en diferentes localizaciones con conexión a Internet. Para poder realizar una videoconferencia es necesario que el dispositivo disponga de una cámara, micrófono y altavoces.

## **Telefonía por Internet**

La telefonía por Internet es son el software y hardware necesarios para llevar a cabo llamadas telefónicas por medio de Internet. También es conocido como telefonía IP [4].

## **Televisión por Internet**

La televisión por Internet o IPTV se utiliza principalmente para ofrecer servicios que replican o superan las características y funciones de un sistema de televisión por cable o satélite de transmisión directa pero que dicho funcionamiento es por medio de una red IP [17].

## **Servicios Streaming**

Son aquellos servicios de distribución digital de contenido multimedia que usan una tecnología de transmisión de archivos, generalmente de video y audio, en un flujo continuo por medio de una conexión a Internet. Es decir, el usuario consume el contenido a la vez que lo va recibiendo (descargando) por parte del proveedor de contenidos[18]. El término *streaming*, se refiere de manera general a la transmisión continúa y sin interrupciones para difundir audio o video.

Un servicio por medio de Streaming es una alternativa a la descarga completa del archivo, en donde el usuario necesita que esta sea finalizada para posteriormente consumir el contenido. Su funcionamiento se basa en un búfer de datos el cual va almacenando el flujo descargado en el dispositivo del usuario, mientras se muestra simultánea e inmediatamente el contenido al usuario.

Estos medios pueden transmitir contenido ya sea en tiempo real como eventos deportivos o noticieros en vivo, o de contenidos que hayan sido previamente grabados como música, películas, podcast, entre otros.

Los servicios de streaming más populares actualmente para transmisión de películas, programas de televisión y otros formatos de vídeo son: Netflix, Youtube, Disney +, HBO Go, Amazon Prime. Para transmisión de música y otros formatos de audio: Spotify, Youtube Music, Apple Music, Deezer. Para transmisión de videojuegos: PlayStation Now, Xbox Game Pass, Google Stadia, Geforce Now.

## **Videojuegos en línea**

Son videojuegos multijugador en los cuales los usuarios se conectan por medio de una red informática, más usualmente por Internet, para jugar en tiempo real ya sea de manera competitiva o colaborativa. El número de jugadores en línea participando simultáneamente en una partida, dependerá del videojuego y su modalidad. Las plataformas más comunes para correr un videojuego en línea pueden ser computadores, consolas de videojuego y teléfonos móviles.

## **Computación en la nube**

La computación en la nube no es una tecnología en específica, sino una agrupación de tecnologías basadas en un modelo que permite el acceso de red convenientemente de manera ubicua y bajo demanda, a un conjunto compartido de recursos informáticos que pueden ser configurados, suministrados y liberados con un mínimo esfuerzo de gestión o interacción por parte del proveedor de servicios. Como ejemplo de esto se tiene: redes, servidores, sistemas almacenamiento de datos, entre una gran variedad de aplicaciones y servicios[19].

Además, este término de computación en la nube, se lo usa por lo general para describir a centros de datos que las personas pueden acceder por medio de Internet. Por lo general este conjunto de servicios proporcionados por la computación en la nube, así como sus elementos que lo conforman, no necesitan ser administrados por los usuarios de forma individual.

## **Aplicaciones móviles**

Consiste en un conjunto de software para ejecutarse en un dispositivo móvil como smartphone, tableta, relojes inteligentes entre otros. Permiten realizar diversas tareas a los usuarios[20]. Algunas vienen preinstaladas con el dispositivo móvil, mientras que otras pueden ser descargadas de Internet a través de tiendas virtuales como Playstore o AppStore, entre las más conocidas.

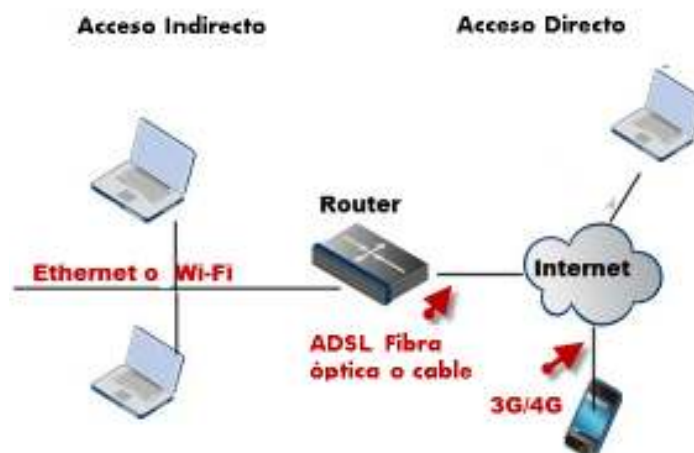
Algunas aplicaciones móviles pueden funcionar sin una conexión a Internet, mientras que en su gran mayoría requieren de una. Una aplicación móvil puede usarse en diversas áreas de funcionamiento como: mensajería, audio, video, productividad, videojuegos, servicios de localización, etc.

Las aplicaciones móviles comúnmente, se las puede ver como un contraste para aplicaciones de escritorio y aplicaciones web, las cuales se ejecutan en un computador (de escritorio o laptop) y navegador web respectivamente [20].

### 1.3.2 MÉTODOS PARA ACCEDER A INTERNET

Hoy en día, existen una gran variedad de formas para tener un acceso a Internet. Las empresas que utilizan diversas tecnologías para conectar a los usuarios con la red de Internet son conocidos como Proveedores de Servicios de Internet o ISP (*Internet Service Provider*).

Pueden existir varias clasificaciones para los métodos de acceso a Internet, de manera general entre las más conocidas están, el acceso directo o indirecto, o si el Internet es fijo o móvil. En la Figura 1.1 se puede observar una representación de estas clasificaciones. Dentro de estas clasificaciones principales se pueden subclasificar de diferentes formas las tecnologías para conectar a los usuarios con los ISP.



**Figura 1.1** Métodos de acceso a Internet: Indirecto y Directo [21]

**Acceso Indirecto:** Es cuando un usuario se conecta a una red ya sea por Ethernet o Wifi y esta red a la vez se conecta a Internet mediante tecnologías de ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*), fibra óptica o cable. Este método es el más común para redes domésticas o institucionales.

**Acceso directo:** Ocurre cuando un dispositivo se puede conectar directamente a Internet, comúnmente por medio de redes móviles o celulares como 3G o 4G.

**Internet fijo:** Es aquel que por lo general se utiliza para la conexión a Internet de hogares y oficinas. Sus principales mecanismos de acceso son: fibra óptica, cable y ADSL.

**Internet móvil:** Es aquel que permite a un dispositivo acceder a Internet por medio de una red celular o WiMAX móvil[22]. No requiere una conexión alámbrica y puede estar disponible desde ubicaciones remotas [21].

### **1.3.2.1 Conexiones Dial-up**

Es una conexión a Internet que trabaja sobre una línea de teléfono tradicional. Las conexiones Dial-up usan el Protocolo Punto a Punto (PPP) y anteriormente se usaba con el protocolo SLIP (*Serial Line Internet Protocol*). Para ser un usuario de una conexión Dial Up se requiere un módem. La mayoría de ISP (*Internet Services Providers*) brindaban módems que alcanzaban velocidades de 28.8 kbps a 56 kbps (kilobits por segundo) [4].

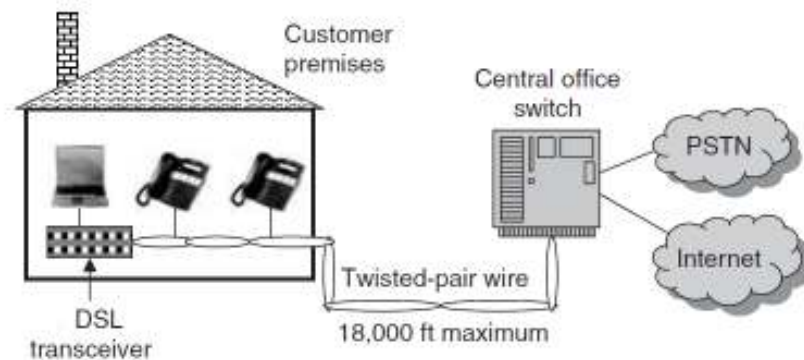
Para usar esta tecnología, se requiere que el modem se encuentre conectado a una línea telefónica activa, y adicionalmente se necesita un programa de comunicaciones para el computador al que se va a conectar a Internet. Este modem debe conectarse por un lado a la computadora con la que se quiere acceder a internet y por el otro a la línea telefónica. Con el programa antes mencionado, se configura al computador para marcar a un número específico (proporcionado por el proveedor de servicios de internet) usando el módem, de esta manera se establece una comunicación con el ISP. Posteriormente, en el programa instalado en el computador se inicia sesión en una cuenta de usuario, para establecer una conexión PPP y por ende a Internet [5].

Es poco usada en la actualidad debido a sus bajas velocidades y a la imposibilidad de usar la línea telefónica de manera simultánea para realizar llamadas.

### **1.3.2.2 Conexiones DSL (Digital Subscriber Line)**

Dado que los cables de cobre ya estaban colocados en casi todas partes (debido a las instalaciones de las redes de telefonía tradicional), y a la repentina demanda de los servicios de internet además de los servicios de telefonía tradicional, se creó el concepto de Línea de Abonado Digital o DSL. Los proveedores de servicios decidieron enviar datos (señales digitales) en el ancho de banda no utilizado de 4 kHz a 1 MHz de estos cables [23]. DSL permite usar el acceso de la red de telefonía tradicional con módems especiales en cada extremo para obtener una conexión de banda ancha o alta velocidad [21].

DSL permite estar siempre conectado a Internet, sin necesidad de marcar vía telefónica para obtener una conexión. Una de las principales desventajas de una conexión DSL, es que su servicio solo se encuentra disponible hasta limitadas distancias desde la infraestructura del proveedor. En la Figura 1.2 se encuentra representado una conexión a Internet usando esta tecnología.



**Figura 1.2** Conexión a Internet utilizando tecnología DSL[23]

Existen diversas versiones de la tecnología DSL, entre las más conocidas están:

- ADSL: DSL Asimétrico.
- SDSL: DSL Simétrico.
- HDSL: High bit rate DSL.
- RADSL: Rate-adaptative DSL.
- VDSL: Very high bit-rate DSL.

En la Tabla 1.1 se muestran las velocidades de conexión y rango de acceso de las diversas versiones de la tecnología de acceso a Internet DSL.

**Tabla 1.1** Variaciones de DSL[23]

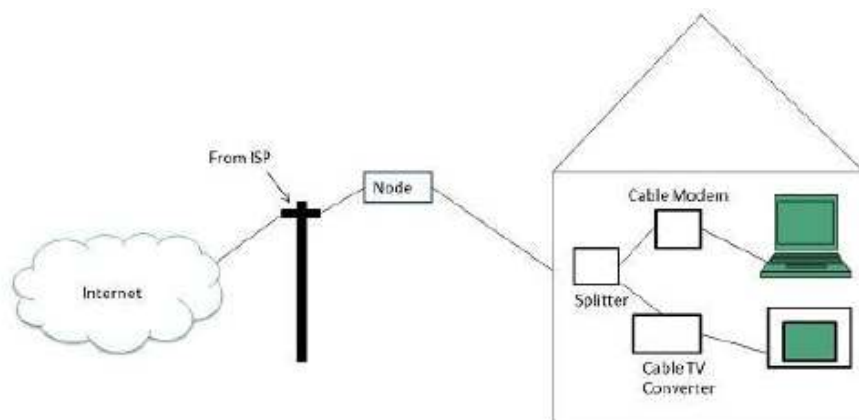
Tipo de DSL	Velocidad de Bajada (Mbps)	Velocidad de Subida (Mbps)	Rango de Acceso (km)
ADSL	1.700	0.176	5.500
	7.100	0.640	3.600
HDSL	1.544	1.544	5.500
	2.048	2.048	3.600
SHDSL	0.192	0.192	12.200
	2.300	2.300	2.000
	4.620	4.620	2.000
VDSL	13.000	0.640	1.370
	26.000	3.200	0.910
RDSL	Hasta 8.000 (velocidad adaptativa)	Hasta 1.000 (velocidad adaptativa)	6.000

### 1.3.2.3 Líneas Dedicadas

Son comunicaciones punto a punto de alta velocidad que conectan un computador directamente con la red del Proveedor de Servicios de Internet. Su velocidad dependerá del tipo de contrato con el ISP. Las líneas dedicadas son mucho más costosas que otras tecnologías, como por ejemplo la de conexión por cable, DSL y Dial-up[24].

### 1.3.2.4 Conexión a Internet por CATV

Es una tecnología que utiliza la misma red de transmisión de canales de televisión por cable para obtener una conexión a Internet. Utiliza un cable coaxial y un denominado modem cable. El modem cable puede realizar dos tipos de conexiones: una para señales de televisión y otra para la conexión a Internet [4]. En la Figura 1.3 se muestra una representación de conexión a Internet usando esta tecnología.



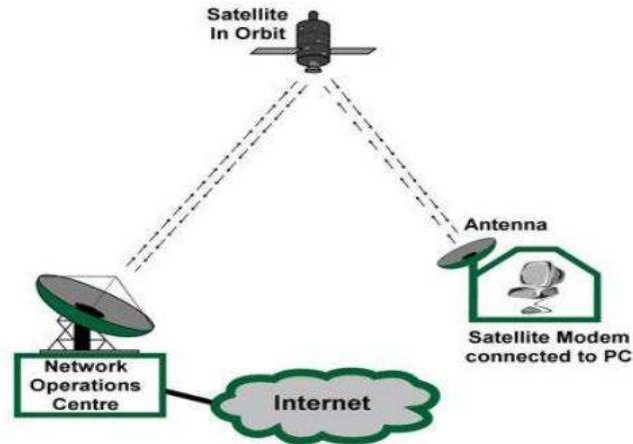
**Figura 1.3** Acceso a Internet utilizando una conexión de TV por cable [25]

### 1.3.2.5 Internet Satelital

Se lo realiza a través de Sistemas de Satélite Digital (DSS), o por un satélite de transmisión directa. Es una buena opción para personas que viven en áreas en donde otras opciones de conexión a Internet no están disponibles, sin embargo, el costo de acceso a Internet por satélite es más alto que las tecnología de acceso comunes.

Para su funcionamiento se utiliza una antena parabólica que envía señales hacia un satélite, el cual a la vez envía una solicitud al ISP. Para esta tecnología no se requiere de una línea telefónica, porque la antena parabólica se conecta directamente a la computadora por medio de un modem. Uno de sus principales inconvenientes es que las variaciones climáticas pueden alterar el camino de la señal, por lo que se tendrá una peor

calidad de Internet durante climas lluviosos o invierno [24]. En la Figura 1.4 se representa la conexión a Internet satelital.



**Figura 1.4** Conexión a Internet por medio de un satélite[24]

Existen dos tipos de conexión para Internet satelital:

- Conexión unidireccional: con la que se puede solo descargar datos. Si se quiere subir información a la red se requerirá otro tipo de tecnología de acceso.
- Conexión bidireccional: con esta se puede descargar y subir datos por medio del satélite, por lo que no requiere otra tecnología de conexión.

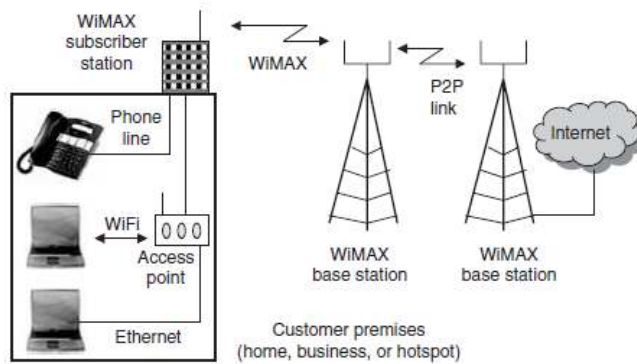
### **1.3.2.6 Conexión Inalámbrica de Internet**

El funcionamiento de estas tecnologías de acceso para conectarse a Internet se realiza a través de bandas de frecuencia de radio. Dentro de su área de cobertura se dispone de una conexión permanente. Se los usa por lo general para dispositivos móviles. Este tipo de conexión suele ser más costosa que otras tecnologías como DSL o Dial Up. [26].

#### **1.3.2.6.1 WiMAX**

WiMAX o *Worldwide Interoperability for Microwave Access* (Interoperabilidad mundial para acceso por microondas) es el término que se da al Estándar 802.16 de la IEEE. En condiciones ideales, la velocidad que puede proporcionar WiMAX en distancias de hasta aproximadamente 50 km es de hasta 70 Mbps. Para su implementación se hace por medio de una red fija de estaciones base. En la Figura 1.5 se representa una conexión a internet por medio de WiMAX.





**Figura 1.5** Conexión a internet por WiMAX [23]

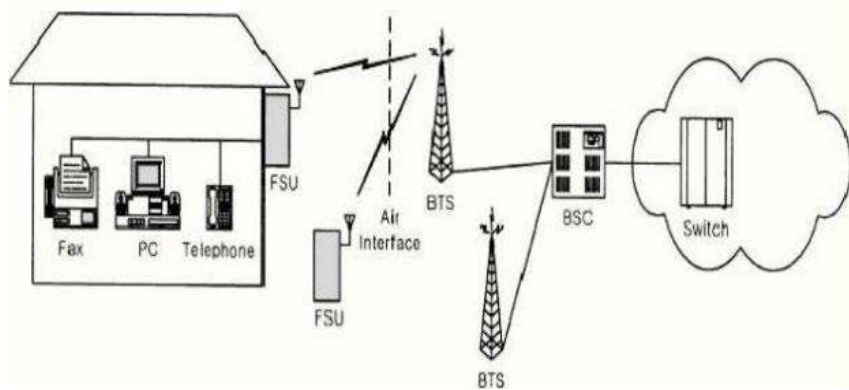
En una configuración típica de una red WiMAX, las estaciones base se conectan entre sí mediante enlaces punto a punto. Una estación base es capaz de proveer de servicio de Internet a cientos de estaciones de suscriptor WiMAX. Estas estaciones de suscriptor suelen estar ubicadas en empresa u hogares, las cuales brindan puntos de acceso para la conexión de usuarios a Internet por medio de otras tecnologías como WiFi o Ethernet. Por otra parte, WiMAX también brinda una transmisión inalámbrica directamente a ciertos dispositivos móviles que soporten el estándar 802.16e de la IEEE. WiMAX opera en bandas de frecuencia que no requieren licencia y que van desde los 2 a los 11 GHz[23].

#### 1.3.2.6.2 Bucle Local Inalámbrico (WLL)

También conocido por las siglas WLL, que viene del término en inglés *Wireless Local Loop*. Es un sistema que usa tecnología de comunicación inalámbrica de radiofrecuencia para brindar un servicio de telefonía fija tradicional o Internet de manera confiable, flexible y económica[27].

Es frecuentemente implementado en áreas remotas y zonas rurales para brindar los servicios anteriormente mencionados. Esto se debe a que en estos lugares es más complicado la instalación y mantenimiento de tecnologías alámbricas para brindar estos servicios.

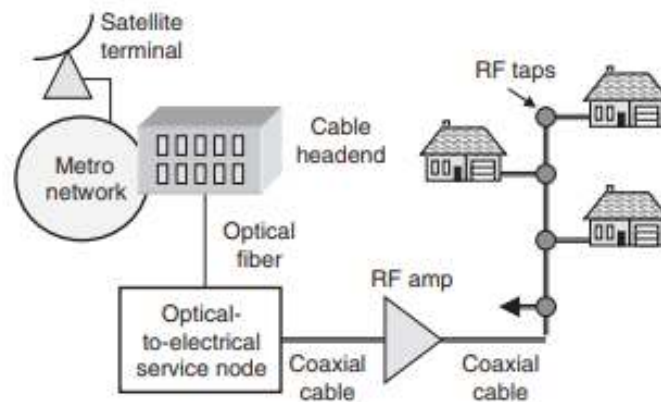
También se lo puede conocer como Acceso Inalámbrico de Banda Ancha (BWA), Acceso Inalámbrico Fijo (FWA), Acceso de Radio Fijo (FRA), Metro Inalámbrico (MW). Las frecuencias con las que opera pueden encontrarse en bandas licenciadas y sin licencia, y que dependen principalmente del servicio ofrecido y del proveedor de servicios. En la Figura 1.6 se puede observar una representación de WLL (*Wireless Local Loop*).



**Figura 1.6** Arquitectura típica de WLL (*Wireless Local Loop*) [28]

### 1.3.2.7 Redes HFC (Hybrid Fiber-Coax)

Una red HFC despliega cables de fibra óptica y coaxial en diferentes porciones de una red de acceso, esto permite transportar contenido de banda ancha, como son, archivos de internet, video, voz y datos. Para acceder a los servicios de la red, el usuario requiere de un modem, el cual separa las señales de televisión y de datos internamente, y que se conecta al cable coaxial proporcionado por el proveedor de servicios, y [23]. En la Figura 1.7 se puede observar una representación de una red HFC.



**Figura 1.7** Red Híbrida de Fibra-Coaxial [23]

### 1.3.2.8 Tecnologías FTTx (*Fiber-to-the-x*)

FTTx es un término genérico que se usa en la aplicación de tecnologías de Redes Ópticas Pasivas (PON) para brindar una conexión a Internet de banda ancha en las redes de acceso a instituciones, hogares y unidades de ocupación múltiple. En el término FTTx, la letra x indica la cercanía del usuario como el punto final de fibra.

Entre las configuraciones más importantes están las siguientes:

**FTTB:** *Fiber-to-the-building* (Fibra hasta la acometida del edificio), se refiere al despliegue de fibra óptica desde la oficina central hasta un punto de distribución intermedio en el interior de un edificio de abonados.

**FTTC:** *Fiber-to-the-curb* (Fibra hasta la acera), describe el recorrido de la fibra óptica desde los equipos de la oficina central hasta un conmutador localizado dentro de los 300 metros de un hogar o empresa. Se suelen usar cables de par trenzado, coaxial u otro medio de transmisión para conectar los equipos de la acera (armario de telecomunicaciones) a los clientes en un edificio.

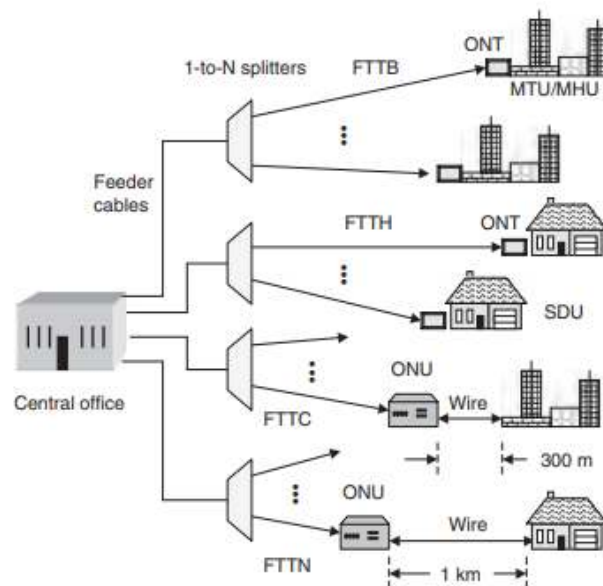
**FTTN:** *Fiber-to-the-node* (Fibra hasta el nodo), se refiere a la configuración en el que la fibra óptica recorre dentro de 1 km de radio, los hogares o empresa que contarán con el servicio de la red.

**FTTO:** *Fiber-to-the-office* (Fibra hasta la oficina), es análogo a FTTB en donde una trayectoria óptica se provee hasta la oficina de un cliente.

**FTTH:** *Fiber-to-the-home* (Fibra hasta el hogar), se refiere al despliegue de fibra óptica desde una oficina central hasta los interiores de la casa de un cliente.

**FTTP:** *Fiber-to-the-premises*, este término engloba varias configuraciones en las que están FTTB y FTTH [23].

En la Figura 1.8 se representan algunas de las configuraciones FTTx anteriormente mencionadas.



**Figura 1.8** Algunos escenarios de FTTx (*Fiber-to-the-x*) [23]

### **1.3.2.9 Banda Ancha móvil**

El término de banda ancha móvil describe a las conexiones a Internet de alta velocidad, que permiten una transmisión de datos, voz y vídeos, y los cuales son llevados a brindar estos servicios en dispositivos móviles. Entre las características principales que permite esta tecnología está el proporcionar un acceso a Internet en todo momento y en cualquier lugar, en el que exista cobertura por parte del proveedor de servicios. A estos proveedores de servicios se los conoce también como Operadores de telefonía móvil [29].

Las velocidades de transmisión tanto de subida como de bajada dependerán principalmente del operador y de la tecnología (generación celular) que se utilice. En la actualidad las tecnologías de banda ancha móvil más usadas son: 3G, 4G y en algunos países ya se encuentra en funcionamiento el 5G, en otros se espera la pronta implementación de esta última generación.

#### **1.3.2.9.1 3G**

3G es el término utilizado para hablar de las redes celulares de tercera generación. Las redes móviles 3G fueron inicialmente diseñadas para realizar llamadas de voz, pero con el tiempo se fueron implementando para acceder a servicios de Internet. Usando un canal de datos, un dispositivo móvil puede acceder a Internet y realizar llamadas de voz. Los operadores móviles pueden brindar a sus usuarios planes de Internet y planes de llamadas por separado o combinándolos en un solo plan[29].

Con las tecnologías de tercera generación la velocidad de acceso a Internet puede variar desde los 200 kbps hasta los 7.2 Mbps, y dependerá de la localización y de la tecnología en específico. Entre las tecnologías más destacadas de esta generación se encuentran UMTS y CDMA 2000 cada una con diferentes versiones y mejoras[21].

#### **1.3.2.9.2 4G**

Es la cuarta generación de tecnologías de redes celulares, sucesora de 3G y antecede a 5G. Las redes 4G a diferencia de las 3G fueron diseñadas inicialmente con el objetivo de brindar a los usuarios una conectividad a Internet de alta velocidad, por medio del transporte de datos usando el protocolo IP. Las redes 4G pueden ser consideradas como una alternativa de acceso a Internet en ciertas zonas rurales, ya que brindan capacidades de transmisión similares a tecnologías de acceso a Internet fijo. Su funcionamiento está basado por completo en IP [21].

Con las redes 4G se ha logrado potenciar el uso de servicios de transmisión de contenido multimedia (streaming), telefonía IP, televisión móvil de alta definición, redes sociales,

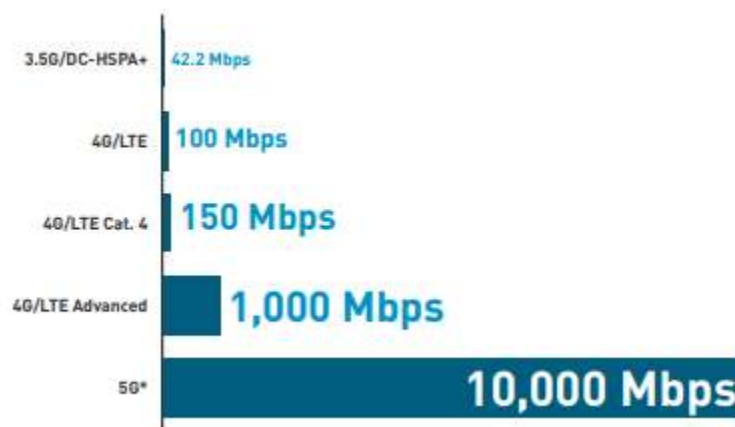
además de muchos otros servicios que requieran Internet. Para acceder a 4G se requiere dispositivo móvil compatible con la red, el ejemplo más conocido son los teléfonos inteligentes.

Al igual que 3G, el término 4G se refiere a un conjunto de protocolos y tecnologías en los que se encuentran: LTE y LTE-Advanced entre las más conocidas[21].

### 1.3.2.9.3 5G

Es la quinta generación de tecnologías de redes celulares y sucesora de 4G. Con esta red se busca expandir los servicios inalámbricos de banda ancha, y ampliar los servicios del Internet móvil hacia el Internet de las cosas, así como en aplicaciones de comunicaciones críticas.

Entre los objetivos de las redes 5G están alcanzar mayores velocidades y menores latencias que generaciones anteriores, además de ofrecer un nivel rendimiento requerido para el funcionamiento del Internet de las cosas masivo. Otra de sus características principales es un menor consumo de energía, lo que ayudará a que los dispositivos conectados a 5G puedan funcionar por más tiempo sin necesidad de ser recargados[30]. En la Figura 1.9, se puede observar una comparativas de las velocidades de conexión, alcanzadas por las diversas tecnologías de generaciones celulares.



**Figura 1.9** Comparación de las velocidades de transmisión de Internet ofrecidas por las distintas generaciones de redes celulares [30]

### 1.3.3 PROVEEDOR DE SERVICIOS DE INTERNET (ISP)

Un Proveedor de Servicios de Internet o también conocido como ISP (*Internet Service Provider*) es aquella empresa u organización que brinda a un consumidor un acceso, participación o uso a Internet o servicio relacionado a este. El ISP también debe ser el

encargado de brindar servicios de mantenimiento para que la red tenga un funcionamiento óptimo durante todo el tiempo de contratación del abonado[13].

Un ISP se puede clasificar en 6 categorías principales y estas son:

**Proveedores de acceso:** Este tipo de ISP brinda acceso a Internet por medio de líneas telefónicas, fibra óptica, DSL, etc.

**Proveedores de buzón:** Son los que ofrecen servidores de buzones.

**Hospedaje de ISP:** Son los ISP que ofertan servidores de correo electrónico o de otros servicios web, como por ejemplo máquinas virtuales.

**ISP virtual:** Son aquellos que brindan servicios de Internet por medio de otros servicios de ISP con infraestructura propia.

**ISP de tránsito:** Es un tipo de ISP que ofrece un ancho de banda necesario para conectar a otro servidor de ISP y acceder conjuntamente a un abonado.

**ISP gratuitos:** Son proveedores que no cobran por un servicio de Internet[26].

#### **1.3.4 UNIVERSALIDAD DE INTERNET**

El concepto de universalidad de Internet fue presentado por la UNESCO en el año 2013, para lograr identificar ciertos aspectos que son fundamentales en Internet y con los que se pretende alcanzar un mayor potencial en el logro del desarrollo sostenible y de las sociedades del conocimiento.

Mediante varios programas de análisis, investigación y consulta desarrollados por la UNESCO en colaboración con la comunidad de actores interesados de Internet y los estados miembros de la UNESCO, se fue elaborando este concepto de universalidad de Internet. En el año 2015 este concepto fue aprobado por la Asamblea General de la UNESCO [1],[31].

El concepto de universalidad de Internet se utiliza para enfrentar problemas relacionados a Internet, y su respectiva relación existente con la aspiración de la UNESCO para alcanzar el desarrollo sostenible. En consecuencia, se entiende a la universalidad de Internet como un concepto que permite combinar sus variadas facetas del ecosistema que lo conforma, las cuales son de relevancia para la UNESCO en el cumplimiento de su rol en todo el mundo y que se encuentra en el punto intermedio entre políticas públicas, desarrollo sostenible, derechos humanos y tecnología.

Este concepto de universalidad además reconoce que el Internet no es solamente una red con su propia infraestructura y gran cantidad de aplicaciones, sino que también puede ser una red de relaciones sociales y económicas, así como de interacciones, y con la que se puede potenciar la habilitación de los derechos humanos, ayudar con el desarrollo sostenible y fortalecer a comunidades y personas [1].

#### **1.3.4.1 Principio de la universalidad de Internet**

El concepto de universalidad de Internet se basa en cuatro principios fundamentales y que se los considera esenciales en el desarrollo del Internet para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Estos se han abreviado como los principios DAAM (ROAM en inglés) y son los siguientes:

D – que Internet esté basada en los Derechos humanos.

A – que sea Abierta.

A – que sea Accesible para todos.

M – que cuente con la participación de Múltiples partes interesadas [1].

Estos principios desempeñan un papel importante como pilares clave para la evolución y crecimiento de Internet. Mientras Internet continúe penetrando en las dimensiones de la vida de los seres humanos, será conveniente continuar fortaleciendo los principios DAAM.

En base a los principios DAAM la UNESCO desarrolló los indicadores de universalidad de Internet, con los que se pretende brindar una ayuda a gobiernos y cualquier parte interesada, al momento de realizar evaluaciones de entornos nacionales de Internet. Además busca promover valores asociados con la universalidad de Internet [32]. Estos indicadores se encuentran divididos en: indicadores cualitativos, indicadores cuantitativos e indicadores institucionales.

#### **1.3.4.2 El marco de indicadores DAAM-X**

A partir de los principios DAAM y de un conjunto de indicadores transversales (X), en los que se trata el desarrollo sostenible, igualdad de género, necesidades de jóvenes y niños, la seguridad y la confianza, la UNESCO ha desarrollado el denominado marco de Indicadores de la universalidad de Internet o simplemente marco de indicadores “DAAM-X”[1].

Con este marco de indicadores se busca la evaluación e investigación de la universalidad de Internet en cualquier país. El mismo se encuentra detallado en la publicación

“Indicadores de la UNESCO sobre la Universalidad de Internet”. Este marco pone a disposición una serie de principios que, al aplicarlos, se busca alcanzar un proceso seguro, abierto y mundial acerca del Internet.

Este marco se encuentra dividido de acuerdo con cada una de las categorías DAAM-X, y a la vez estas categorías se subdividen en temas compuestos de una serie de preguntas. En la Tabla 1.2 se presentan los principios DAAM-X con sus respectivos temas. Cada pregunta puede estar relacionado específicamente a un indicador o a un conjunto de indicadores [1]. Este marco además dispone de un grupo de indicadores contextuales relacionados con característica sociales, demográficas y económicas de los países, que servirán como información de referencia para interpretar nuevos hallazgos relacionados con los indicadores DAAM-X[32].

**Tabla 1.2** Marco de Indicadores DAAM-X de la UNESCO para la evaluación de la universalidad del Internet [1]

<b>Categoría</b>	<b>Derechos</b> <b>D</b>	<b>Apertura</b> <b>A</b>	<b>Accesibilidad para todos</b> <b>A</b>	<b>Participación de Múltiples actores</b> <b>M</b>	<b>Indicadores Transversales</b> <b>X</b>
Tema A	Marco de políticas legal y regulatorio	Marco de políticas, legal y regulatorio	Marco de política, legal y regulatorio	Marco de políticas, legal y regulatorio	Género
Tema B	Libertad de expresión	Normas abiertas	Conectividad y uso	Gobernanza internacional y regional de Internet	Niños y niñas
Tema C	Derecho de acceso a la información	Mercados abiertos	Asequibilidad		Desarrollo sostenible
Tema D	Libertad de asociación y derecho a participar en la gestión de los asuntos públicos	Contenidos abiertos	Acceso equitativo		Confianza y seguridad
Tema E	Derecho a la privacidad	Datos abiertos y gobierno abierto	Contenidos y lengua locales		Aspectos legales y éticos de Internet
Tema F	Derechos sociales, económicos y culturales		Capacidades/ Competencias		

Para concluir, el Marco de Indicadores DAAM-X está compuesto en total por 303 indicadores, de los cuales 110 se los considera fundamentales. Estos están constituidos por 21 indicadores contextuales, y por 282 indicadores en las demás categorías. La



categoría Derechos cuenta con 55 indicadores, la categoría Apertura (o Abierta) tiene 57 indicadores, la categoría Accesibilidad cuenta con 70 indicadores, la de Múltiples partes interesada tiene 21 indicadores, y los Indicadores transversales (X) que cuenta con 79 indicadores [33].

### **1.3.5 ACCESIBILIDAD**

Hablando en un contexto general la Accesibilidad se puede entender como aquella flexibilidad para acomodarse a las necesidades de un usuario y de sus preferencias [34]. También, se lo define como la condición que deben cumplir los entornos, productos y servicios para que sean comprensibles, utilizables y practicables por todos los ciudadanos, incluidas las personas con discapacidad [35]. Un ejemplo de Accesibilidad en un medio físico es, ubicar una rampa junto a aceras altas o gradas para usuarios que no pueden usar estas.

#### **1.3.5.1 Accesibilidad de Internet**

La Accesibilidad se puede ver como la capacidad de los individuos y organizaciones para conectarse y beneficiarse de Internet para la utilización de sus servicios, por medio de computadores, teléfonos celulares y otros dispositivos. La Accesibilidad es uno de los cuatro principios clave (DAAM) considerada por la UNESCO para el alcance de la universalidad de Internet y que es fundamental para el desarrollo de este[36],[1].

Del mismo modo, la Accesibilidad puede referirse a la oferta, principalmente, al asimilar las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) por parte de la población. Las características de lo que se entiende como Accesibilidad dependen de la adquisición social de equipos tecnológicos, infraestructura y capacitación acerca del uso de las TIC de las personas. Este punto de vista es aplicable, siempre y cuando los dispositivos tecnológicos han sido incluidos al medio y a las personas, debido a que cada vez se los constituye como base del modelo societario[37].

La Accesibilidad va más allá de la solamente hablar de conectividad ya que además lleva consigo aspectos económicos, sociales y técnicos. En lo referente a aspectos sociales, se describe la distribución del servicio entre las distintas sociedades, entre pobres y ricos, entre comunidades rurales o urbanas, entre otras clasificaciones. Al hablar de aspectos técnicos se refiere a la disponibilidad del servicio, infraestructuras de las redes, capacidad de dispositivos de red y de usuario. Por otra parte, la dimensión económica se refiere a la asequibilidad del Internet, el precio por instalar y mantener en funcionamiento las redes

para los proveedores, el costo por adquirir y usar este servicio para los usuarios, entre otras consideraciones económicas[1].

Con respecto a estudios previos realizados en otros países, precisamente con la temática de “Análisis accesibilidad de Internet”, no se encontraron publicaciones en la web. Sin embargo, se pueden tomar estudios similares como referencia, ya que estos contienen algunos de los elementos que componen el principio de Accesibilidad de Internet, como son: el uso, conectividad, disponibilidad, etc. Entre estos estudios se encuentran *Digital 2020* y los indicadores contextuales de desarrollo de las TIC propuestos por la UNESCO como son el Índice de disposición a la conectividad, Índice de conectividad móvil, e Índice de desarrollo de las TIC.

### **1.3.5.2 Situación actual del Ecuador acerca de la Accesibilidad a Internet**

Según el reporte *Digital 2020*, se puede observar que la penetración del internet (número de usuarios de internet en la región comparado con el total de la población) en la región sudamericana en promedio es de un 72%. Este valor es evidentemente inferior si se lo compara con la penetración de Internet en otras regiones del mundo como, Norte América, Europa del Norte, Europa del Oeste, Europa Oriental y Europa del Sur, en los cuales este valor promedio se encuentra en 88 %, 95%, 78%, 92% y 83% respectivamente[38]. Esto puede indicar que en la región sudamericana (en la que se incluye a Ecuador) existan ciertos tipos de desigualdades, como la llamada brecha digital.

Si bien el principio de Accesibilidad de Internet (según lo definido por la UNESCO) no está compuesto únicamente por la penetración de Internet, a partir de la información anterior se pueden dar ciertos argumentos acerca de la existencia de desigualdades referentes a la Accesibilidad de Internet en diferentes zonas del Ecuador. Una de estas se debe a problemas topográficos, ya que al igual que ocurría con otras tecnologías como la red de telefonía conmutada pública (PSTN), esto complica a que se puedan realizar instalaciones, mantenimientos y brindar cobertura de servicios de Internet. Otra de las razones de la desigualdad es que la tendencia a usar dispositivos con acceso a Internet por medio de una línea fija, como computadores de escritorio, cada vez es menor, a esto se le debe agregar el costo de las infraestructuras que se requieren en estas zonas remotas para brindar accesos a Internet por línea fija.

En muchos casos, debido a las dificultades mencionadas que puede conllevar la adquisición de un servicio de internet fijo, los ecuatorianos han optado por usar conexiones de internet móvil por redes celulares, por medio de dispositivos como smartphones y tabletas. Esto se puede evidenciar con la gran cantidad de cuentas de internet móvil activas

que se tiene por cada 100 habitantes y su notablemente crecimiento promedio durante los últimos 10 años. El número de estas cuentas de internet móvil, son alrededor cuatro veces el número de cuentas activas de internet fijo [39].

Por esta y muchas más razones que se explicarán a continuación, es necesario que existan estudios relacionados con la Accesibilidad al Internet de los ecuatorianos. No obstante, actualmente existe una falta de información e investigaciones respecto a la Accesibilidad a Internet, o de temas relacionados que hayan sido realizados y publicados en Ecuador. En otras palabras, si bien existen instituciones públicas y privadas que se dedican a realizar investigaciones acerca de las TIC en Ecuador y posteriormente publicarlas, no existe un análisis que trata específicamente sobre la Accesibilidad del Internet en el país.

Entre los pocos estudios relacionados a Internet están los datos publicados por el Instituto Nacional de Estadística del Ecuador (INEC), los cuales tratan sobre la tendencia al usar las Tecnologías de Información y Comunicación. La última publicación de esta investigación fue en el año 2017 y muestra resultados del uso de computadoras, Internet, teléfonos inteligentes y redes sociales en los ecuatorianos. Gracias a estos estudios que se han venido realizando desde el año 2008, se puede evidenciar que el uso de Internet se ha venido incrementando en los últimos años[40].

Además del INEC existen otras instituciones con publicaciones similares que muestran datos y estadísticas de importancia y que se las puede usar como fuente de datos para el desarrollo de este estudio. Entre los más relevantes están el Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información (MINTEL) con el Libro Blanco de la Sociedad de la Información y el Conocimiento (2008), el cual presenta la situación actual y el futuro desarrollo de la Sociedad de la Información del Conocimiento en Ecuador la cual abarca el estudio de infraestructura y conectividad de telecomunicaciones, gobierno electrónico, economía digital, etc. Otra publicación elaborada por el MINTEL a considerar, es el Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información del Ecuador 2016-2021, la cual detalla programa y proyectos para alcanzar objetivos en el sector[41].

También se debe considerar como una fuente de referencia a la aplicación de los IUI en Ecuador, investigación interinstitucional realizada en el año 2019[42], la cual compila información recolectada de las fuentes anteriores, entre otras en un solo informe. Este estudio tuvo como finalidad, la aplicación de todos los Indicadores de universalidad de Internet de la UNESCO en el país en base a la información existente.

Adicionalmente, se puede considerar como fuentes de datos, a los estudios realizados en el país por parte de organizaciones internacionales especializadas en estas temáticas.

Entre los ejemplos más relevantes están *Hootsuite* que conjuntamente con *We Are Social* publican estudios sobre el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación, especialmente de servicios relacionados al Internet, de muchas regiones y países del mundo, en los que también se incluye a Ecuador[43].

### **1.3.5.3 Importancia de tener de una mejor Accesibilidad de Internet y de herramientas de recolección de información que midan este principio**

Al tener un acceso apropiado a Internet, se obtienen directamente todos los beneficios que esta red ofrece. Esto debido a que el Internet ha tenido una contribución muy importante para modificar y mejorar muchos aspectos de la vida de las personas. Uno de los mayores beneficios ha sido en la obtención de información, ya que no se requiere realizar viajes a distintos lugares para adquirir esta, sino solamente navegar por sitios web y recopilar la que se necesite.

De igual manera si se desea aprender o comprender cualquier tema de interés, en la mayoría de los casos no se requiere gastar demasiado dinero ya que la mayoría de información disponible en Internet se encuentra de manera gratuita. Además, al obtener un acceso a Internet y por consecuencia hacer uso de este, facilita muchas de las actividades de las personas, ayudando o realizando por completo dicha actividad. Asimismo, Internet constituye una gran herramienta comercial para un emprendedor.

Por el contrario, al no tener un acceso a Internet se pierden automáticamente todas las ventajas y servicios que ofrecen la red, por lo que se tendría que realizar actividades de una forma en la que requieran un mayor esfuerzo, y que en muchos de los casos presenten resultados menos eficientes y que consecuentemente pueden resultar más costosos que al realizarlos usando Internet.

Gracias a una mejor Accesibilidad de Internet, un usuario puede disfrutar de sus innumerables servicios y beneficios, sin la necesidad de salir de su hogar o del lugar en donde tenga un acceso adecuado. Adicionalmente, se puede decir que Internet, en uno de sus aspectos más importantes, la comunicación, es extraordinario cuando se habla de conectar a las personas de cualquier parte del mundo y en tiempo real.

Todo lo mencionado anteriormente, es posible alcanzar si previamente existen las herramientas de recolección de información necesarias, que mediante sus diversas implementaciones permitan identificar (entre toda su información obtenida), las posibles causas de que existan desigualdades en el principio de Accesibilidad de Internet. Las diversas instituciones o empresas pueden usar esa información para generar estrategias,

que ayuden a enfrentar las problemáticas presentadas, y por consiguiente mejorar la Accesibilidad de Internet en el país.

### **1.3.6 PAQUETES DE SOFTWARE ESTADÍSTICOS**

Son aquellos programas informáticos que se especializan en análisis estadístico, los cuales están programados o diseñados para solucionar problemas en estas áreas. También se los conoce comúnmente como paquetes estadísticos. Estos pueden ser de software libre, software propietario, gratuitos o de paga.

Para el manejo de estos paquetes estadísticos se pueden encontrar los que tienen interfaz gráfica (ventanas) que son los más fáciles de aprender y usar, y por otra parte están los que se operan mediante lenguajes de programación y que en consecuencia su aprendizaje y uso resultan más complejos, pero que a cambio suelen ofrecer mayor flexibilidad en cuanto a la elaboración de análisis más específicos. Las principales ventajas de usar un software estadístico se basan en la rapidez y exactitud con las que se realizan los cálculos, ayudando así a un investigador a obtener resultados más confiables y con mucho menos tiempo y esfuerzo que realizándolos manualmente.

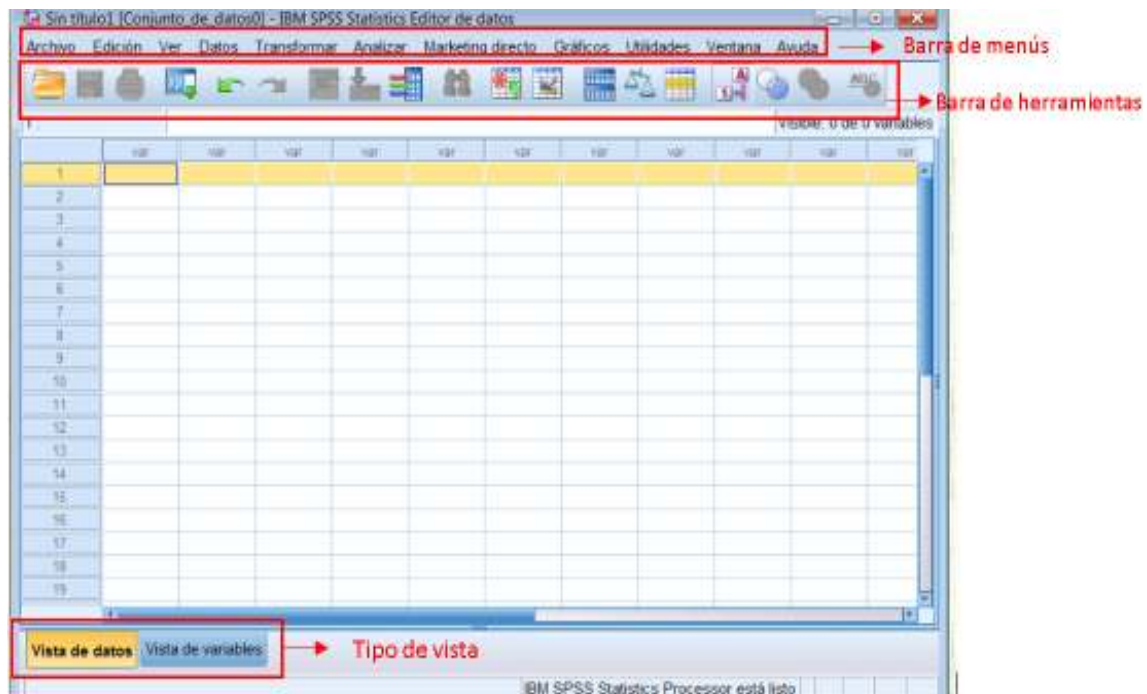
Este proyecto técnico requerirá de un análisis mediante un software estadístico el cual servirá para la validación del modelo teórico posteriormente diseñado.

#### **1.3.6.1 SPSS**

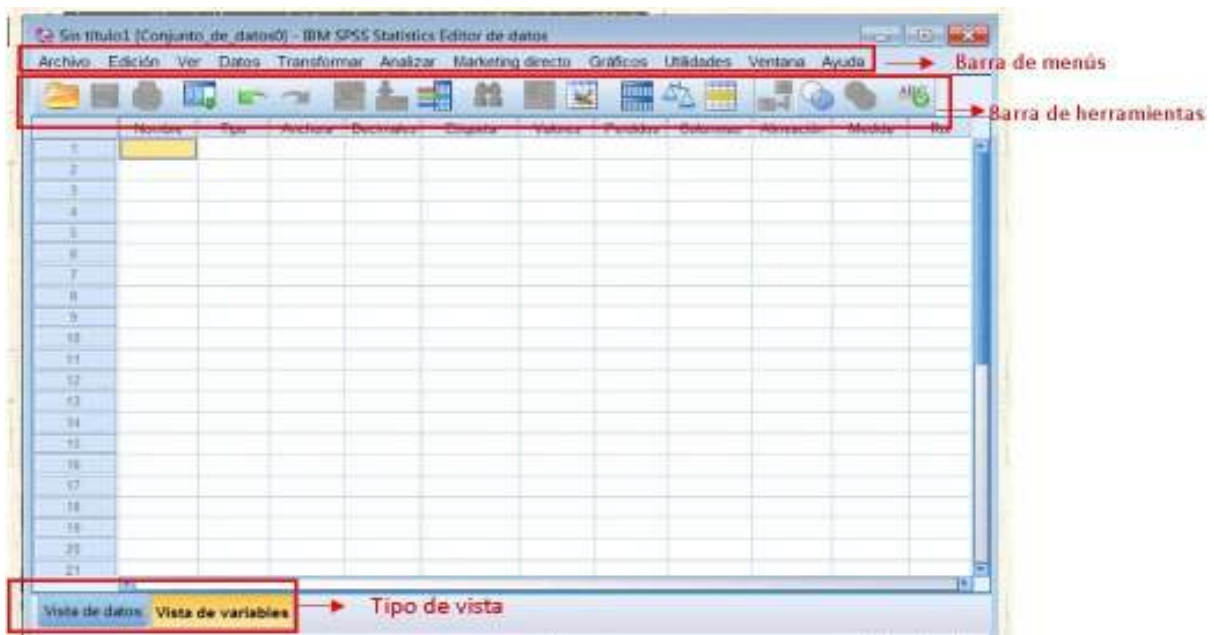
SPSS (Statistical Product and Service Solutions) es uno de los paquetes estadísticos más usados en investigaciones aplicadas a Ciencias Sociales. Actualmente es un software propiedad de IBM, y que requiere una licencia para su uso. Los análisis estadísticos que se pueden realizar en este programa van desde básicos hasta avanzados [44].

En su software base, SPSS permite realizar funciones con las siguientes estadísticas: descriptiva, bivariada, predicción para resultados numéricos, predicción para la identificación de grupos, análisis geoespacial y simulación. Además, tiene extensiones para que sea compatible con lenguajes de programación como R o Python, con los que se puede escribir subrutinas de lenguajes de comando [44].

Al iniciar SPSS su ventana principal es de tipo hoja de cálculo. Esta ventana divide principalmente su contenido en: variables y datos. De acuerdo con los requerimientos del usuario, las variables o datos se pueden visualizar con la selección de la pestaña correspondiente en parte inferior izquierda de la ventana, lugar en donde se encuentran las pestañas de vista de datos y de vista de variables.



**Figura 1.10** Ventana del editor de SPSS en vista de datos [44]



**Figura 1.11** Ventana del editor de SPSS en vista de variables [44]

La vista de datos muestra una hoja de cálculo, distribuyendo los casos por fila y las variables por columna. La vista de variables presenta el denominado diccionario de metadatos, en el cual cada una de las filas representa una variable con su respectivo nombre, etiqueta, valor ancho de impresión, tipo de medición entre otras características. En la Figura 1.10 y Figura 1.11 se muestran las ventanas de editor en vista de datos y de variables respectivamente.

En la parte superior de esta ventana se ubican las barras de menús, las cuales a la vez despliegan un conjunto de submenús que controlan una gran cantidad de acciones realizables en SPSS.

Debajo de la barra de menús se encuentra la barra de herramientas, la cual contiene un grupo de botones cuya función es brindar un acceso más rápido y fácil de las funciones ubicadas dentro de los submenús de la barra de herramientas. Estos botones son: Abrir archivo, guardar archivo, imprimir, volver a cuadros de diálogo, deshacer, acceder a un gráfico, acceder a un caso, variables, botón de búsqueda, insertar caso, ver etiquetas de valor, usar en conjunto, insertar variable, segmentar archivo, seleccionar caso [45].

Un ejemplo sencillo de análisis utilizando SPSS, será que a partir de un listado de personas en donde se registra su estatura, peso, sexo, entre otras variables, se pueda calcular una nueva variable en base a las ya existentes. Esta nueva variable será el Índice de Masa Corporal (IMC), el cual viene dado por la expresión matemática en la que el peso del individuo (medido en kilogramos) se divide para el cuadrado de su estatura (medido en metros).

En la Figura 1.12, en la ventana del editor en la vista de datos, se debe ubicar como su nombre lo indica, todo el listado de personas con su respectivo valor de variable. Este se encuentra dividido en columnas de la hoja de datos.

The screenshot shows the SPSS Editor de datos window with a data table. The table has the following columns: sexo, estatura, peso, pie, l. brazo, a. espald, d. craneo, and l. o. The data rows are numbered 1 through 27, alternating between 'Mujer' and 'Hombre' in the 'sexo' column.

	sexo	estatura	peso	pie	l. brazo	a. espald	d. craneo	l. o.
1	Mujer	159.00	49.00	36.00	68.50	42.00	67.00	
2	Hombre	164.00	62.00	39.00	73.00	44.00	65.00	
3	Mujer	172.00	65.00	38.00	75.00	48.00	68.00	
4	Mujer	167.00	62.00	37.00	73.00	41.00	68.00	
5	Mujer	164.00	51.00	36.00	71.00	44.50	64.00	
6	Mujer	161.00	67.00	38.00	71.00	44.00	66.00	
7	Mujer	168.00	48.00	39.00	72.50	41.00	64.50	
8	Hombre	181.00	74.00	43.00	74.00	50.00	60.00	
9	Hombre	183.00	74.00	41.00	79.00	47.50	69.50	
10	Mujer	158.00	50.00	36.00	68.50	44.00	67.00	
11	Mujer	156.00	65.00	36.00	68.00	46.00	68.00	
12	Hombre	173.00	64.00	40.00	79.00	48.00	66.50	
13	Mujer	158.00	43.00	36.00	68.00	43.00	65.00	
14	Hombre	178.00	74.00	42.00	75.00	50.00	69.00	
15	Hombre	181.00	76.00	43.00	83.00	51.00	67.00	
16	Hombre	182.50	91.00	41.00	83.00	53.00	69.00	
17	Hombre	176.00	73.00	42.00	78.00	48.00	68.00	
18	Mujer	162.00	68.00	39.00	72.00	44.00	69.00	
19	Mujer	156.00	62.00	38.00	67.00	36.00	66.00	
20	Mujer	162.00	45.00	34.00	66.00	40.00	65.00	
21	Hombre	181.00	80.00	43.00	76.00	49.00	67.00	
22	Hombre	173.00	69.00	41.00	74.00	48.00	68.00	
23	Mujer	166.00	63.00	36.00	67.00	43.00	66.00	
24	Hombre	189.00	87.00	45.00	82.00	53.00	61.00	
25	Mujer	170.00	70.00	38.00	73.00	46.00	66.00	
26	Hombre	170.00	67.00	40.00	77.00	46.00	68.00	
27	Mujer	168.00	66.00	37.50	70.50	48.00	60.00	

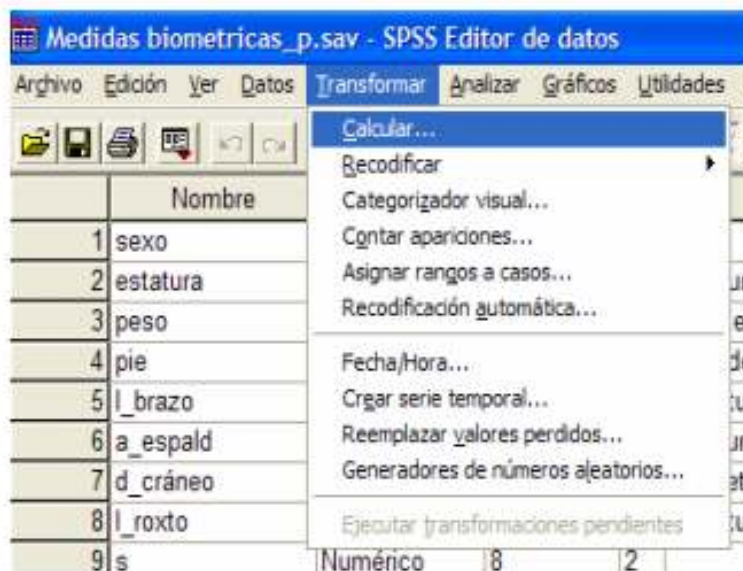
Figura 1.12. Ventana de vista de datos en ejemplo de análisis usando SPSS [45]

En la Figura 1.13, muestra la vista de variables, donde se especifica las características de cada una de las variables ubicadas en la hoja de datos como el tipo, anchura, etiqueta, etc.

	Nombre	Tipo	Anchura	De	Etiqueta
1	sexo	Numérico	8	0	Sexo
2	estatura	Numérico	8	2	Estatura en cm
3	peso	Numérico	8	2	Peso en kg
4	pie	Numérico	8	2	Talla de calzado
5	l_brazo	Numérico	8	2	Longitud del brazo
6	a_espald	Numérico	8	2	Anchura de hombros
7	d_cráneo	Numérico	8	2	Diametro del craneo
8	l_roxto	Numérico	8	2	Longitud de rodilla a tobillo
9	s	Numérico	8	2	
10					

**Figura 1.13** Ventana de vista de variables en ejemplo de análisis usando SPSS[45]

A continuación, en la barra de menús (ver Figura 1.14), se seleccionará el de Transformar y después el botón de Calcular. En el recuadro llamado variable de destino se asigna un nombre a la nueva variable que se quiere calcular, mientras que en el recuadro de expresión numérica se escribirá la fórmula para obtener ese valor (ver Figura 1.15), en este caso la expresión de IMC especificada anteriormente.



**Figura 1.14** Menú y submenú para encontrar la función de transformar variables en SPSS [45]



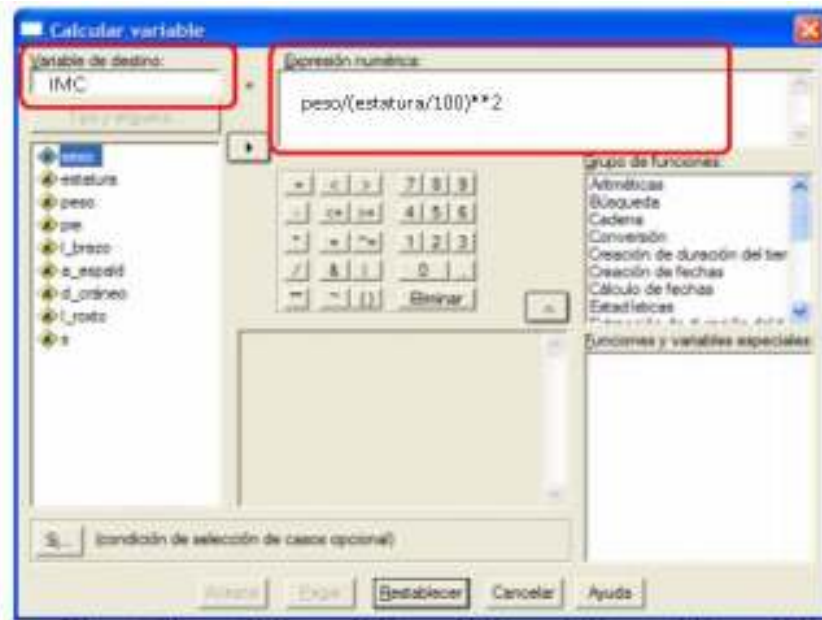


Figura 1.15 Cuadro de diálogo para calcular variable en SPSS [45]

Finalmente, al pulsar en el botón Aceptar, automáticamente se habrá creado una nueva variable (columna) de IMC, con sus respectivos datos calculados en base a las otras dos variables especificadas en la expresión numérica (peso y estatura), como se muestra en la Figura 1.16.

1	sexo	estatura	peso	pie	l brazo	a espald	d cráneo	l roxto	IMC	var
1	Mujer	159,00	49,00	36,00	68,50	42,00	57,00	40,00	19,38	
2	Hombre	164,00	62,00	39,00	73,00	44,00	55,00	44,00	23,05	
3	Mujer	172,00	65,00	38,00	75,00	48,00	58,00	44,00	21,97	
4	Mujer	167,00	52,00	37,00	73,00	41,50	58,00	44,00	18,65	
5	Mujer	164,00	51,00	36,00	71,00	44,50	54,00	40,00	18,96	
6	Mujer	161,00	67,00	38,00	71,00	44,00	56,00	42,00	25,85	
7	Mujer	168,00	48,00	39,00	72,50	41,00	54,50	43,00	17,01	
8	Hombre	181,00	74,00	43,00	74,00	50,00	60,00	47,00	22,59	
9	Hombre	183,00	74,00	41,00	79,00	47,50	59,50	47,00	22,10	
10	Mujer	158,00	50,00	36,00	68,50	44,00	57,00	41,00	20,03	
11	Mujer	156,00	65,00	36,00	68,00	46,00	58,00	41,00	26,71	
12	Hombre	173,00	64,00	40,00	79,00	48,00	56,50	47,00	21,38	
13	Mujer	158,00	43,00	36,00	68,00	43,00	55,00	39,00	17,22	
14	Hombre	178,00	74,00	42,00	75,00	50,00	59,00	45,00	23,36	
15	Hombre	181,00	76,00	43,00	83,00	51,00	57,00	43,00	23,20	
16	Hombre	182,50	91,00	41,00	83,00	53,00	59,00	43,00	27,32	
17	Hombre	176,00	73,00	42,00	78,00	48,00	58,00	45,00	23,57	
18	Mujer	162,00	68,00	39,00	72,00	44,00	59,00	42,00	25,91	
19	Mujer	156,00	52,00	36,00	67,00	36,00	56,00	41,00	21,37	
20	Mujer	152,00	45,00	34,00	66,00	40,00	55,00	38,00	19,48	
21	Hombre	181,00	80,00	43,00	76,00	49,00	57,00	46,00	24,42	
22	Hombre	173,00	69,00	41,00	74,00	48,00	56,00	44,00	23,05	
23	Mujer	155,00	53,00	36,00	67,00	43,00	56,00	38,00	22,06	
24	Hombre	189,00	87,00	45,00	82,00	53,00	61,00	52,00	24,36	
25	Mujer	170,00	70,00	38,00	73,00	45,00	56,00	43,00	24,22	
26	Hombre	170,00	67,00	40,00	77,00	46,50	58,00	44,50	23,18	
27	Mujer	168,00	56,00	37,50	70,50	48,00	60,00	40,00	19,84	

Figura 1.16 Ventana del editor con nueva variable calculada (IMC) en SPSS [45]

### 1.3.6.2 Minitab

Es un potente software que brinda un amplio rango de capacidades para el análisis estadístico, el cual automatiza cálculos y creación de gráficos, ayudando a la persona que lo use a enfocarse en la interpretación de los resultados obtenidos. Fue desarrollado en la Universidad Estatal de Pensilvania por el investigador Barbara Ryan. [46]

Minitab contiene funciones para aplicarlas en análisis de estadística básica, análisis de variables categóricas, distribuciones de probabilidad, correlación y regresión y muchas otras más aplicaciones. Para usar Minitab se lo puede hacer por medio de comandos, con los que se escribe una instrucción para ejecutar un proceso en específico, como examinar y analizar datos. Minitab cuenta con más de 200 comandos. Este software estadístico también se lo puede usar por medio de menús de opciones en los que se despliegan las funciones ya establecidas.

Minitab permite realizar los análisis de las dos formas mencionadas, ya sea intercalándolas o de forma independiente. Por cualquiera de las dos formas de operación, es posible la realización de análisis estadísticos, elaboración de histogramas, gráficos, tablas, y conversiones matemáticas. Los datos admitidos en Minitab son: numéricos, fecha y hora y texto [47].

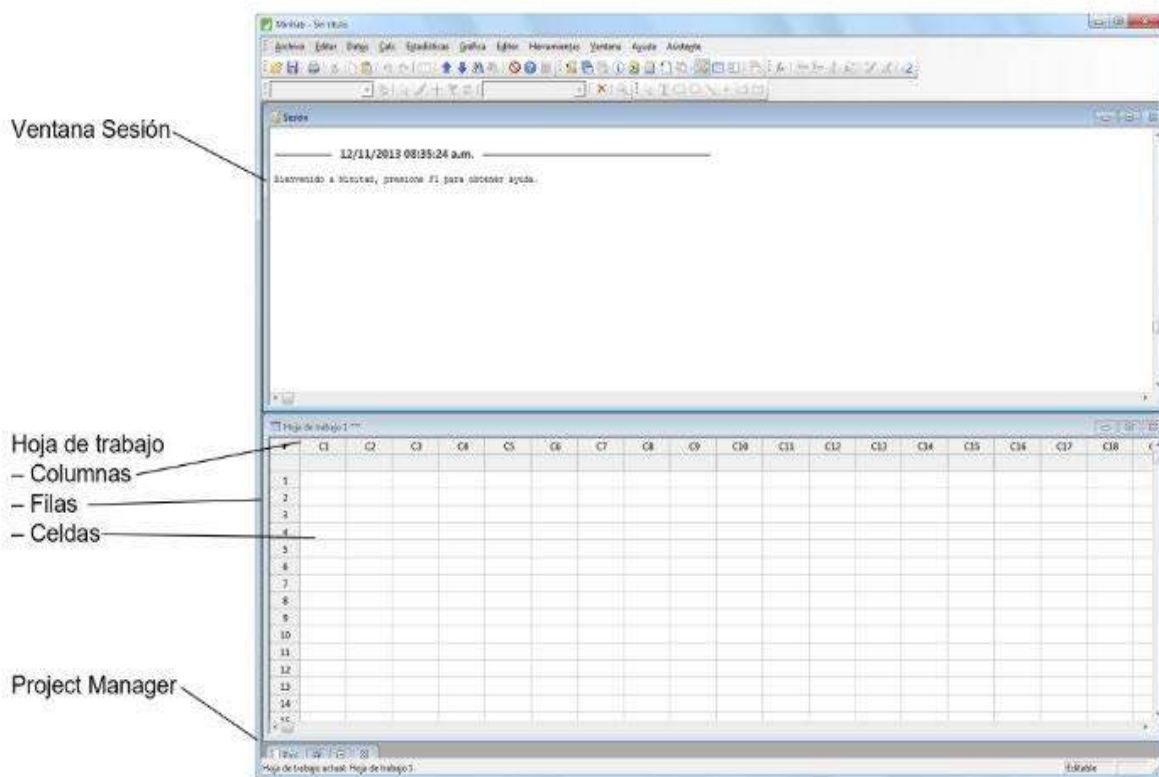


Figura 1.17 Interfaz de usuario de Minitab [47]

Minitab presenta un tipo de hoja de trabajo similar a una hoja de cálculo, el cual es un arreglo que consta de filas y columnas en donde se ubican las observaciones y variables respectivamente, Figura 1.17. Además, al iniciar Minitab conjuntamente a la hoja de trabajo se presenta una Ventana de Sesión, la cual permite visualizar los resultados de los análisis estadísticos en forma de texto. También se cuenta con una tercera ventana, *Project Manager* que se encuentra minimizada debajo de la *hoja de trabajo*.

A continuación, se presenta un ejemplo de un uso en Minitab. A partir de un conjunto de datos de envío se creará un histograma.

Una vez ubicado los datos correctamente en la hoja de trabajo, como se observa Figura 1.18, en la barra de menú superior se deberá escoger la opción Gráfico, seguido de la opción Histograma y del tipo que se requiera.

Columna con datos de fecha/hora

Columna con datos numéricos

Columna con datos de texto

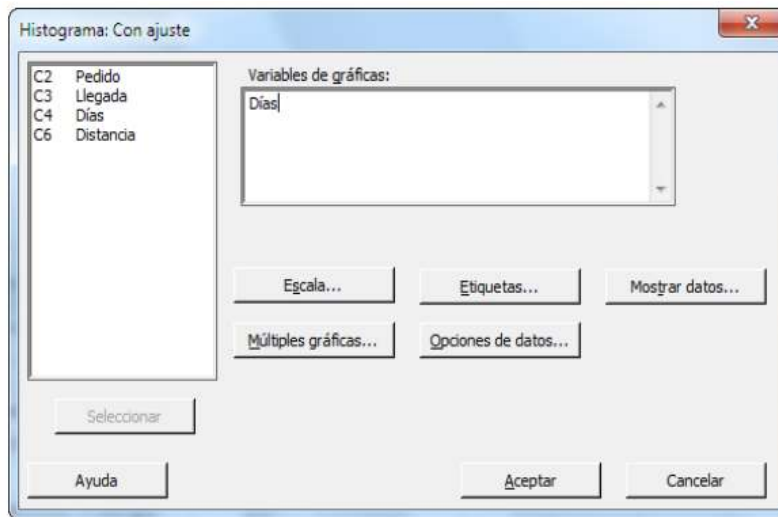
Nombre de columna

Número de fila

	C1-T	C2-D	C3-D	C4	C5-T	C6	C7
	Centro	Pedido	Llegada	Días	Estado	Distancia	
1	Este	04/03/2013 08:34	08/03/2013 15:21	4.28264	A tiempo	255	
2	Este	04/03/2013 08:35	07/03/2013 17:05	3.35417	A tiempo	196	
3	Este	04/03/2013 08:38	*	*	Pedido pend	299	
4	Este	04/03/2013 08:40	08/03/2013 15:52	4.30000	A tiempo	205	
5	Este	04/03/2013 08:42	10/03/2013 14:48	6.25417	Tardía	250	
6	Este	04/03/2013 08:43	09/03/2013 15:45	5.29306	A tiempo	93	
7	Este	04/03/2013 08:50	08/03/2013 10:02	4.05000	A tiempo	189	
8	Este	04/03/2013 08:55	09/03/2013 16:30	5.31597	A tiempo	335	

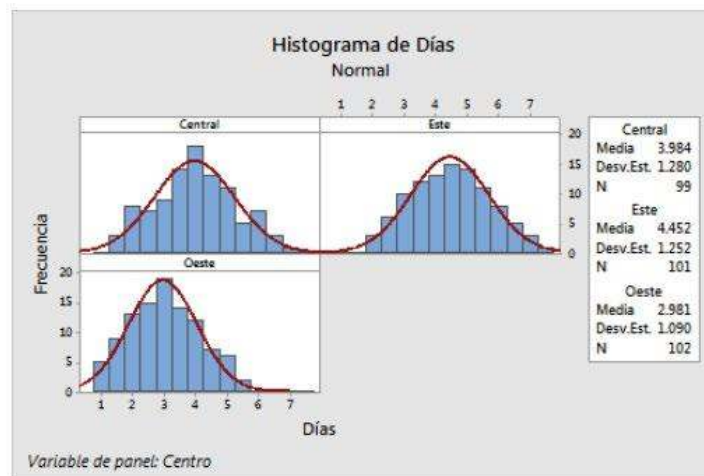
**Figura 1.18** Interfaz de usuario de Minitab con datos de ejemplo [47]

A continuación, se abre una ventana de diálogo (ver Figura 1.19), en las cuales se ubica el nombre de la columna que usará como variables gráficas, en este caso se usará las variables de Días.



**Figura 1.19** Ventana de configuración de parámetros para crear un Histograma en Minitab [47]

Además, se pueden realizar configuraciones adicionales, como ubicar etiqueta, modificar escalas, poner múltiples gráficas, entre otras opciones. Finalmente se pulsa en el botón aceptar y el histograma estará listo, como se presenta en la Figura 1.20.



**Figura 1.20** Histograma elaborado en Minitab [47]

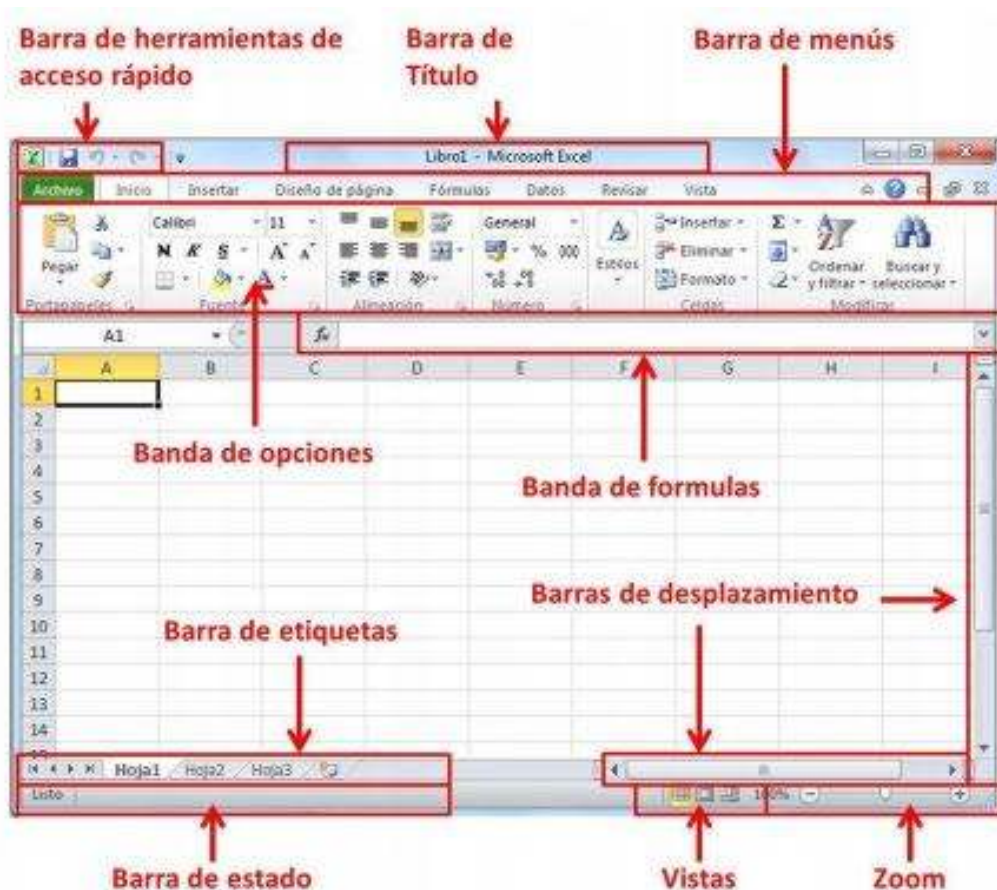
### 1.3.6.3 Microsoft Excel

Es un software que permite elaborar hojas de cálculo. Es desarrollado por Microsoft y está disponible para sistemas operativos Windows, macOS, Android y iOS. Excel es parte del conjunto ofimático de programas Microsoft Office en los que se encuentran programas como Word, Outlook, PowerPoint, etc. Sus herramientas más destacadas permiten realizar cálculos, tablas dinámicas, gráficos, entre otras funciones. Estas operaciones se realizan sobre datos que son introducidos por el usuario en la hoja de cálculo [48].

Las hojas de cálculo en Excel se encuentran integradas en un libro de trabajo, el cual posee otros elementos como hojas de macro, gráfico, etc. En un libro de trabajo, a las hojas de cálculo se las puede mover, borrar, copiar de otros libros, o crear nuevas hojas. Una hoja de cálculo está compuesta por una cuadrícula de 256 columnas y 16384 filas. Las filas se identifican por una numeración, mientras que las columnas están rotuladas con letras de la A hasta la Z y de combinaciones de estas.

Una celda es el elemento básico de las hojas de cálculo y cada una de estas se identifica de acuerdo con el número de fila y rotulación de columna en la que se encuentre posicionada. En cada celda se pueden introducir fórmulas, texto, números, gráficos, y otros elementos.

La pantalla inicial de Excel se encuentra conformada por distintos componentes que pueden encontrarse agrupados de acuerdo con el tipo de función que realice este elemento, como se indica en la Figura 1.21. La Barra de menús presenta una serie de pestañas que al seleccionarlas despliegan un conjunto de herramientas que facilitan la elaboración y edición de cálculos[48],[49].



**Figura 1.21** Pantalla inicial de Microsoft Excel y sus componentes

El siguiente ejemplo (ver Figura 1.22), muestra algunas operaciones básicas que se pueden realizar con Excel. En este se presenta un listado de estudiantes con sus respectivas calificaciones, y se requiere calcular su promedio.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Nombre	Apellido	Calificación 1	Calificación 2	Calificación 3				
2	Juan	Gomez	7	6.8	7.2				
3	Maria	Perez	8	8.6	8.8				
4	Jose	Diaz	2.4	9	7.5				
5	Mario	Peralta	7.8	8.8	9.1				
6	Cecilia	Gonzales	6	9	10				
7	Laura	Ruiz	8	8	8				
8	Juana	Amiron	5	7	9				
9	Walter	Lopez	8	6	8				
10	Mariana	Garcia	6	7	7				
11	Pablo	Robles	5	8	8				
12	Diana	Perez	7	9	8				
13	Fernanda	Gomez	8	7	9				
14	Monica	Gonzales	5	8	10				
15	Mauricio	Sollano	7	7	10				

**Figura 1.22** Hoja de cálculo de Excel con un listado de calificaciones

Para calcular el promedio de estas 3 calificaciones, se nombrará a la columna F como Promedio, y basta con seleccionar una celda de esta columna para ubicar la función correspondiente. En la banda de fórmulas se escribe la función correspondiente a la operación deseada, y se selecciona dentro de la fórmula las celdas que contienen los datos para el análisis en este caso las celdas C2, D2 y E2. También es posible ejecutar cualquiera de las funciones con la ayuda de un asistente que clasifica y facilita al usuario la búsqueda de una fórmula en específico. En este caso la fórmula que se requirió es la siguiente: *PROMEDIO(C2; D2;E2)*. Las fórmulas en cualquier celda siempre deben estar anteceditas de un signo de igual “=”. Todo lo anterior descrito se muestra en la Figura 1.23

	A	B	C	D	E	F
1	Nombre	Apellido	Calificación 1	Calificación 2	Calificación 3	Promedio
2	Juan	Gomez	7	6,8	7,2	<code>=PROMEDIO(C2;D2;E2)</code>
3	Maria	Perez	8	8,6	8,8	

**Figura 1.23** Ingreso de fórmulas en Excel

En lugar de ubicar la misma fórmula en cada una de las celdas, Excel permite arrastrar la celda en la que se efectuó la operación, como se observa en la Figura 1.24. Con esto se logra mantener únicamente la función que se utilizó, pero cambiando el argumento o contenido de esta, de acuerdo a la fila o columna en la que se encuentre.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Nombre	Apellido	Calificación 1	Calificación 2	Calificación 3	Promedio	
2	Juan	Gomez	7	6,8	7,2	7	
3	Maria	Perez	8	8,6	8,8	8,46666667	
4	Jose	Diaz	2,4	9	7,5	6,3	
5	Mario	Peralta	7,8	8,8	9,1	8,56666667	
6	Cecilia	Gonzales	6	9	10	8,33333333	
7	Laura	Ruiz	8	8	8	8	
8	Juana	Almiron	5	7	9	7	
9	Walter	Lopez	8	6	8	7,33333333	
10	Mariana	Garcia	6	7	7	6,66666667	
11	Pablo	Robles	5	8	8	7	
12	Diana	Perez	7	9	8	8	
13	Fernanda	Gomez	8	7	9	8	
14	Monica	Gonzales	5	8	10	7,66666667	

**Figura 1.24** Ventana de Excel con la nueva columna de celdas calculadas

Así finalmente se obtiene el resultado de la función aplicada en las filas seleccionadas, que en este caso fue el promedio de los valores (calificaciones) ubicados en las 3 columnas anteriores.

#### 1.3.6.4R

R no es simplemente un único software, sino más bien un lenguaje de programación y entorno para computación estadística y gráficos. El término entorno se interpreta como un sistema completamente planificado y coherente, a diferencia de otros software de análisis estadísticos los cuales brindan un conjunto de herramientas muy específicas e inflexibles. R brinda una gran variedad de estadísticas como: modelamiento lineal y no lineal, pruebas de estadística clásica, análisis de series de tiempo, clasificación, entre otras. R es de código abierto, lo cual permite la participación de cualquier usuario en su desarrollo[50].

R se encuentra disponible como Software libre y bajo las condiciones de la Fundación de Software Libre y Licencia Pública General de GNU. Su distribución y desarrollo está llevado a cabo por un grupo de estadísticos de nombre *R Development Core Team*. Las plataformas UNIX y sistemas operativos como Windows, MacOs, Linux sirven para compilar y ejecutar R. [51]

Para obtener instaladores o complementos necesarios para la ejecución de R estos se encuentran disponibles y son distribuidos por los sitios webs de CRAN (*Comprehensive Archive Network*), en donde además se brindan instrucciones para los usuarios.

El lenguaje de programación de R permite al usuario escribir códigos de acuerdo con el análisis específico que quiera realizar, un ejemplo sería que el usuario programe lazos en los que se ejecute una función para analizar sucesivamente diferentes grupos de datos. Estas líneas de código además se las podría reusar en un programa diferente, para crear así un análisis estadístico más complejo. En Internet se pueden encontrar una gran variedad de códigos disponibles elaborados y compartidos por diferentes usuarios y comunidades de manera gratuita.

Las interfaces para utilizar el lenguaje de programación R son varias y tienen diferentes enfoques, por ejemplo, entre las más especializadas para Entornos de Desarrollo Integrado (IDE) están: *RStudio*, *R Tools for Visual Studio* y *Eclipse*. Además, R tiene la funcionalidad de ser accesible con otros lenguajes de programación como Python y C.

En el segmento de código 1.1 se muestra un código escrito en lenguaje R, en el cual se enseña su sintaxis y el uso de las líneas de comando. La sentencia de asignación en R pueden ser los caracteres “<-” o también “=”, mientras que el *prompt* por defecto es el carácter “>”, y para realizar comentarios se antecede a la frase con un carácter “[51].



```

> x <- 1:6 # Creación de un vector.
> y <- x^2 # Creación de un vector mediante una fórmula.
> print(y) # Imprime el vector y.
[1] 1 4 9 16 25 36

> mean(y) # Media aritmética del vector.
[1] 15.16667

> var(y) # Varianza de vector.
[1] 178.9667

> model <- lm(y ~ x) # Modelo de regresión lineal  $y = A + B * x$ .
> print(model) # Imprime el resultado del modelo.

Call:
lm(formula = y ~ x)

Coefficients:
(Intercept)          x
      -9.333         7.000

> summary(model) # Muestra un resumen a profundidad del modelo.

Call:
lm(formula = y ~ x)

Residuals:
    1     2     3     4     5     6
3.3333 -0.6667 -2.6667 -2.6667 -0.6667  3.3333

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  -9.33333     2.84411  -3.282 0.030453 *
x              7.00000     0.73033   9.585 0.000662 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 3.055 on 4 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9583,    Adjusted R-squared:  0.9478
F-statistic: 91.88 on 1 and 4 DF, p-value: 0.000662

> plot(model) # Función para graficar el modelo.

```

### Segmento de código 1.1 Ejemplo práctico por medio líneas de código en lenguaje de programación R

Después de haber compilado y ejecutado el código en lenguaje R, los gráficos que se generan, en este caso por medio del comando *plot*, se muestran en ventanas emergentes como en la Figura 1.25.

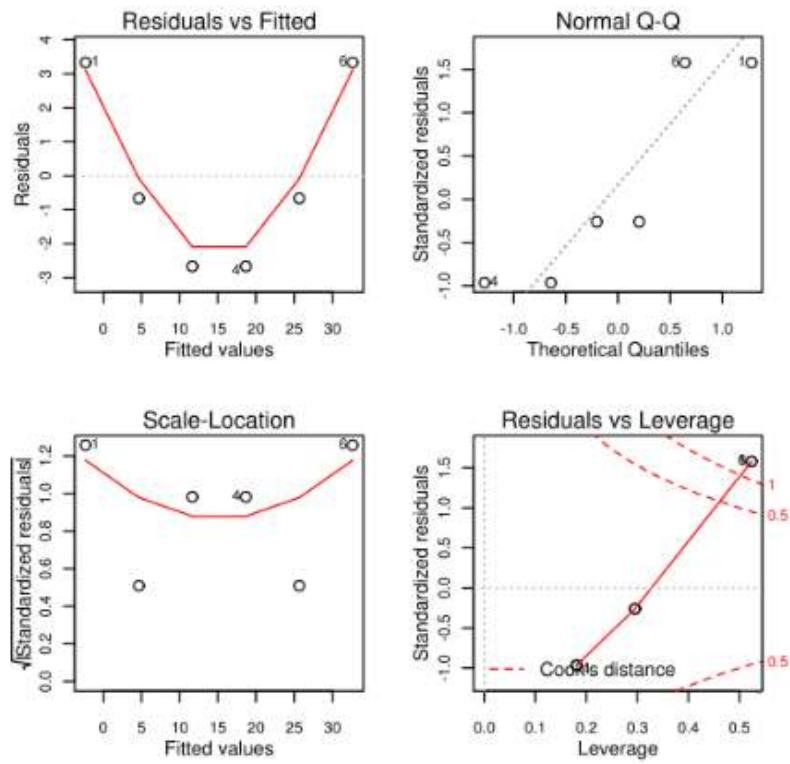


Figura 1.25 Gráficos del modelo de ejemplo elaborado en lenguaje de programación R

## 2. METODOLOGÍA

Este capítulo se centra en el desarrollo de un modelo teórico para medir la Accesibilidad del Internet en Ecuador, el cual es elaborado principalmente a partir del documento de referencia de Indicadores de la UNESCO sobre la universalidad de Internet (IUI). En el presente capítulo se describe como se lleva a cabo esta investigación para cumplir con los objetivos específicos.

El tipo de investigación seleccionada y en el que se basa metodología presentada es no experimental, ya que se limita a la observación de situaciones ya existentes, sin modificar las variables a ser analizadas. A la vez, se lo considera un diseño *transversal*, debido a que se analiza el estado de una o más variables en un determinado momento[52].

Se detallarán las etapas del enfoque metodológico utilizado, las cuales constan de: selección de un marco de referencia, construcción del modelo macro de medición, construcción de constructos, revisión de elementos que conforman el constructo, obtención de factores, identificación, contextualización y operacionalización de variables de medición. Además, se revisarán las técnicas o herramientas de recolección de información y cómo se las ha aplicado para realizar mediciones acerca del modelo construido (elaboración del cuestionario). Se definirá la muestra de la población a la que se aplicará la herramienta de recolección de información diseñada, y también se indican los procedimientos que se emplean para analizar la información cuantitativa una vez que se haya aplicado previamente la herramienta de medición seleccionada.

### 2.1 MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACIÓN

Al realizar una investigación, esta debe encontrarse dentro de un marco de referencia o también conocido como marco de conocimiento previo, dicho de otra manera, se debe colocar a la investigación dentro de una teoría. También, se deben especificar aquellos conceptos que sean de relevancia para el estudio [52].

Un marco de referencia en este tipo de investigaciones, se lo puede entender además como el marco general de fundamentación teórica. Esto se debe a que, dentro de este se encontrarán los fundamentos teóricos en los cuales se centrará la investigación que será realizada.

Entre las funciones más importante que cumple un marco de referencia de la investigación, está la de proporcionar un marco para interpretación de resultados. Para este caso los resultados acerca de la Accesibilidad de Internet, que se obtengan de la aplicación de la

herramienta de investigación y consecuentemente del análisis estadístico de esta información.

Además, un marco de referencia puede presentar las siguientes funciones: delimitar las áreas de investigación, organizar y precisar los elementos pertenecientes a la descripción del problema, resumir información acerca del área de investigación, recomendar guías de investigación, entre otras funciones [52].

### **2.1.1 SELECCIÓN DEL MARCO DE REFERENCIA PARA EL ESTUDIO: IUI UNESCO**

Para este proyecto el marco de referencia de la investigación corresponde al documento de “Indicadores de la UNESCO sobre la Universalidad de Internet” (IUI UNESCO), el cual está basado en los principios DAAM-X, anteriormente explicados en el capítulo 1. Por otra parte, el concepto de relevancia que se extraerá de este marco de referencia es la Accesibilidad de Internet o principio “A”, específicamente a lo relacionado con el tema de conectividad y uso.

Entre las muchas razones para escoger a los indicadores de universalidad de Internet (IUI) como marco de referencia, está que, a diferencia de otros indicadores dentro del campo de las TIC, el marco IUI expande y complementa aspectos que se observan en otros indicadores o enfoques en este campo, como es el Índice de Desarrollo de Gobierno Electrónico (EGDI).

#### **2.1.1.1 Caso de Estudio: Aplicación de los Indicadores de Universalidad de Internet en Ecuador**

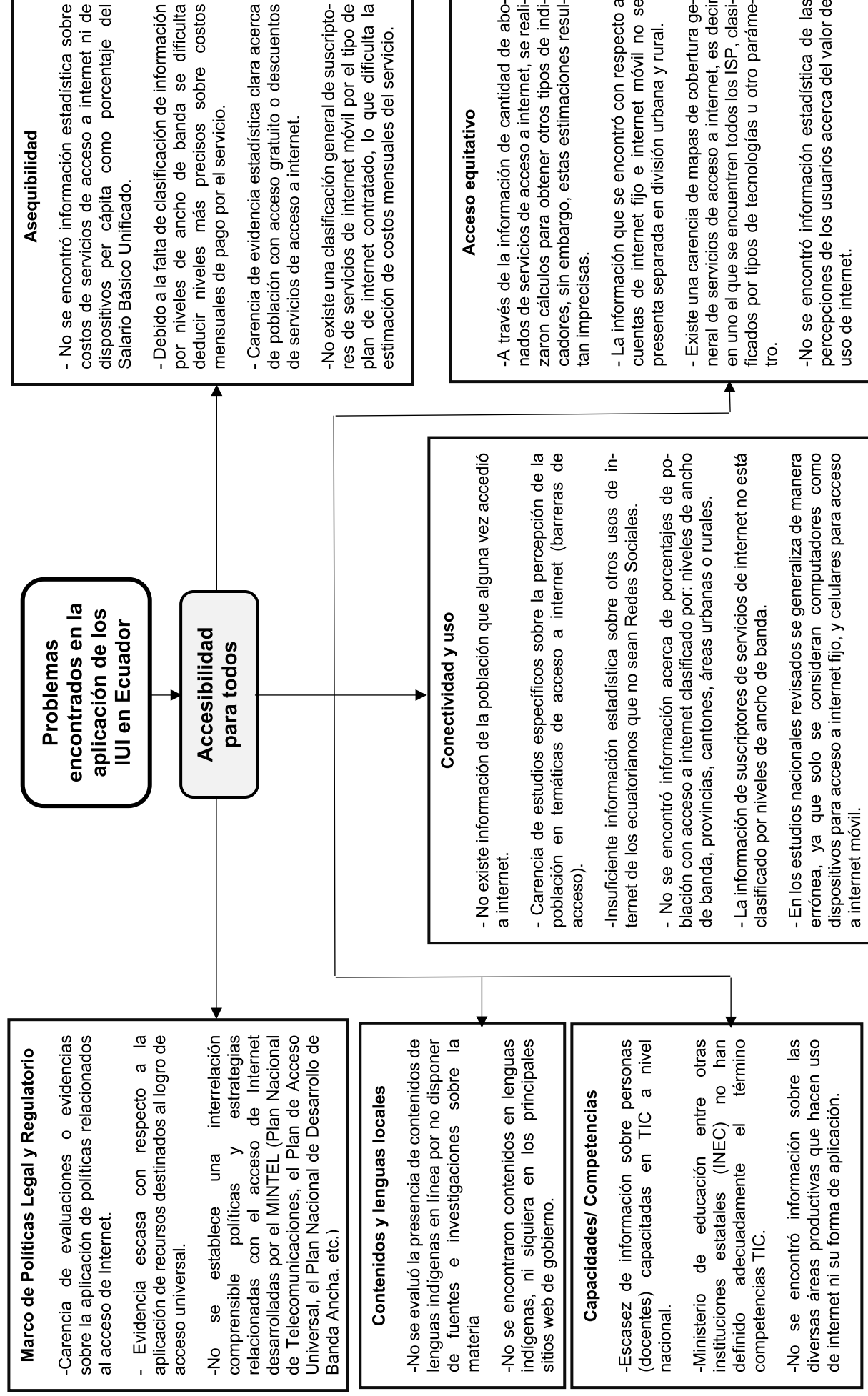
En el año 2019 en Ecuador, con el objetivo de conocer la situación del desarrollo de Internet en el país, se aplicó por primera vez el marco referencia DAAM-X. Este proceso fue llevado a cabo por un grupo de investigación de múltiples partes interesadas. Esta iniciativa fue liderada por parte del Ministerio de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información (MINTEL), seis universidades (Escuela Politécnica Nacional-EPN, Escuela Politécnica del Litoral-ESPOL, Escuela Politécnica de del Ejército- ESPE, Universidad Técnica Particular de Loja-UTPL, Escuela Politécnica del Chimborazo- ESPOCH, Universidad Internacional SEK-UISEK) y dos agencias gubernamentales (Gobierno Electrónico-MINTEL, Dirección Nacional de Registro de Datos Públicos-DINARDAP) [33].

#### 2.1.1.1.1 Problemas encontrados en la aplicación de los IUI en Ecuador

En base a la revisión del informe presentado de los resultados claves de la aplicación del marco de los Indicadores de Universalidad de Internet (IUI) de la UNESCO en el Ecuador[42], se evidenció muchos problemas existentes en lo que respecta principalmente a la obtención de información para su aplicación, los cuales se reflejan en los resultados de este informe. Estos problemas se presentan en un número bastante considerable durante todo el informe, y en parte se los toma como otra justificación para el desarrollo de este proyecto de titulación.

En esta sección se ha elaborado una representación esquemática (ver Figura 2.1), en la que se presentan los principales problemas que se encontraron para la aplicación de los IUI en Ecuador con respecto al tema en el que se basa este estudio, la *Accesibilidad*.

Además de los problemas mostrados en el diagrama, debido a la carencia de información, entre otros posibles factores considerados por los investigadores participantes, en dicho informe no constan muchas preguntas y por consecuencia indicadores correspondientes a esta categoría de Accesibilidad. A esto se le suma que mucha de la información recolectada por los investigadores para la aplicación de los indicadores cuyos resultados si constan en este informe [42], no es actual (información estadística de año 2017 o años anteriores), esto representa un gran problema en estudios con temáticas de TIC, especialmente en lo que se refiere a usos, ya que estos tienen una tendencia rápida de cambio.



**Figura 2.1** Representación esquemática de problemas encontrados en la aplicación de los IUI de Accesibilidad en Ecuador

#### 2.1.1.1.2 Análisis FODA obtenido de la aplicación de los IUI en Ecuador

Las instituciones participantes mencionadas además de realizar la primera implementación del marco de referencia DAAM-X, realizaron un análisis FODA (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas) de esta metodología [33]. Este análisis ayuda a determinar porque los principios DAAM-X pueden servir como un marco de referencia adecuado para los fines de este estudio, el análisis de Accesibilidad de Internet.

De acuerdo con el análisis FODA, las principales *fortalezas* que se identificaron son:

- En países como Brasil, ya ha sido implementado previamente el marco de referencia ROAM-X, por lo que se puede tomar las experiencias de este caso.
- Los principios ROAM-X como marco de referencia, consideran indicadores contextuales que dan un enfoque a la universalidad del Internet, y además facilita el entendimiento de la evolución de Internet a nivel nacional.
- Se ha constatado la diversidad de enfoques, en la experiencia al implementar el marco ROAM-X por parte de los grupos investigadores.

Entre las principales *oportunidades* que se identificaron están:

- El interés en la investigación acerca de la evaluación del desarrollo de Internet, por partes interesadas académicas
- Evidencia el desarrollo de tecnologías de cuantificación, para establecer ciertos criterios técnicos, herramientas o metodologías para evaluación del desarrollo de Internet.
- Se evidenció la necesidad de organismos que mejoren la recopilación, procesamiento, y difusión de datos mediante el soporte técnico de tecnologías de cuantificación. Esto se debe a que, la información oficial cuantificable que existe actualmente en la mayoría de los casos no es técnica y suele ser marginal.

Las principales *debilidades* que se identificaron son:

- La inexperiencia del MINTEL (entre otras instituciones gubernamentales y privadas) en procesos de implementación de este tipo.
- Las tecnologías de cuantificación tradicionales no están elaboradas para implementarse en el contexto local.
- Algunas fuentes de información son inexistentes o deficientes, esto se debe a que en Ecuador existe un bajo nivel de cultura estadística, y más aún en aplicación de tecnologías de cuantificación.

- Los estudios en Ecuador relacionados a Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) y evolución de ecosistemas digitales son muy escasos, por lo que consecuentemente la información acerca del desarrollo de Internet en el país es marginal.

Y por último se identificaron las principales *amenazas*:

- En algunos casos, para poder implementar este tipo de marcos de referencia en Ecuador, dependerá de intereses de responsables políticos.
- Actualmente no existen definiciones claras de conceptos complejos usados en la evaluación del desarrollo de Internet, por esta razón no es posible mejorar un proceso de conceptualización técnico y un derecho.
- Es posible que el desarrollo de Internet se ubique fuera de las prioridades del presupuesto de investigación. Consecuentemente la asignación de recursos será incierta cuando se trate de investigaciones relacionadas a la evolución de la universalidad de Internet. Esto se debe a que la política del Sistema de Educación Superior en el país es inestable, y es posible una modificación de los intereses oficiales de la investigación[33].

## **2.2 CONSTRUCCIÓN DEL MODELO MACRO DE MEDICIÓN**

Para continuar con el diseño del modelo por medio de este enfoque metodológico, una vez seleccionado el marco de referencia, se debe realizar la etapa denominada construcción del modelo macro de medición.

Esta etapa consta más detalladamente de:

- Definición de niveles de abstracción.
- Definición del constructo principal.
- Definición de constructos secundarios.
- Modelo mental de relaciones entre constructos.

Para la construcción del modelo macro de medición se define un esquema de cuatro niveles de abstracción. Con esto se busca describir mejor las relaciones entre los constructos, así como la obtención de factores de importancia que componen cada una de estos, para consecutivamente definir las variables a medir.

En el nivel 0 se tiene la universalidad de Internet, el cual se define como el constructo más complejo del estudio, ya que en este están contenidos todos los demás constructos. Se han definido a los principios DAAM-X como los constructos contenidos en la universalidad



de Internet, ya que según el marco de referencia utilizado (Indicadores de la UNESCO sobre la Universalidad de Internet) su concepto se encuentra basado en estos principios fundamentales.

Manteniéndose en el nivel 0, y ya definidos como constructos: los Derechos, Apertura, Accesibilidad para todos, Participación de múltiples actores, Factores transversales, los cuales componen el constructo de universalidad de Internet, se escogerá como constructo principal de este enfoque metodológico, la Accesibilidad. Esto se debe a que en este se basa principalmente el estudio y que a partir de aquí se abstraerán los siguientes constructos.

En el nivel 1 y a partir del constructo principal previamente definido, se definirán los constructos secundarios, los cuales corresponden a los temas que componen la categoría A "Accesibilidad para todos", y los cuales abordan diferentes aspectos. Como se mencionó anteriormente en el capítulo 1, cada una de las categorías que conforman el marco DAAM-X están organizadas en 3 a 6 temas.

Los temas que corresponden a la categoría de Accesibilidad para todos y que serán definidos como constructos secundarios son:

- Tema A: Marco de políticas, legal y regulatorio.
- Tema B: Conectividad y uso.
- Tema C: Asequibilidad.
- Tema D: Acceso equitativo.
- Tema E: Contenidos y lenguas locales.
- Tema F: Capacidades/ Competencias[1].

En definitiva, el nivel 1 representa al constructo principal (Accesibilidad para todos) por medio de sus constructos secundarios (Marco de políticas, legal y regulatorio, Asequibilidad, Acceso equitativo, Contenidos y lenguas locales y Capacidades/ Competencias).

En el nivel 2 se representa a los factores que se pueden obtener a partir de cada constructo secundario, en otras palabras, los factores son los elementos que ayudan a definir un constructo. Se puede decir también que los factores son un conjunto de diferentes aspectos unidimensionales que describen a cada constructo secundario. Esta obtención de factores se la realizará más adelante, y en este caso para un constructo en específico.

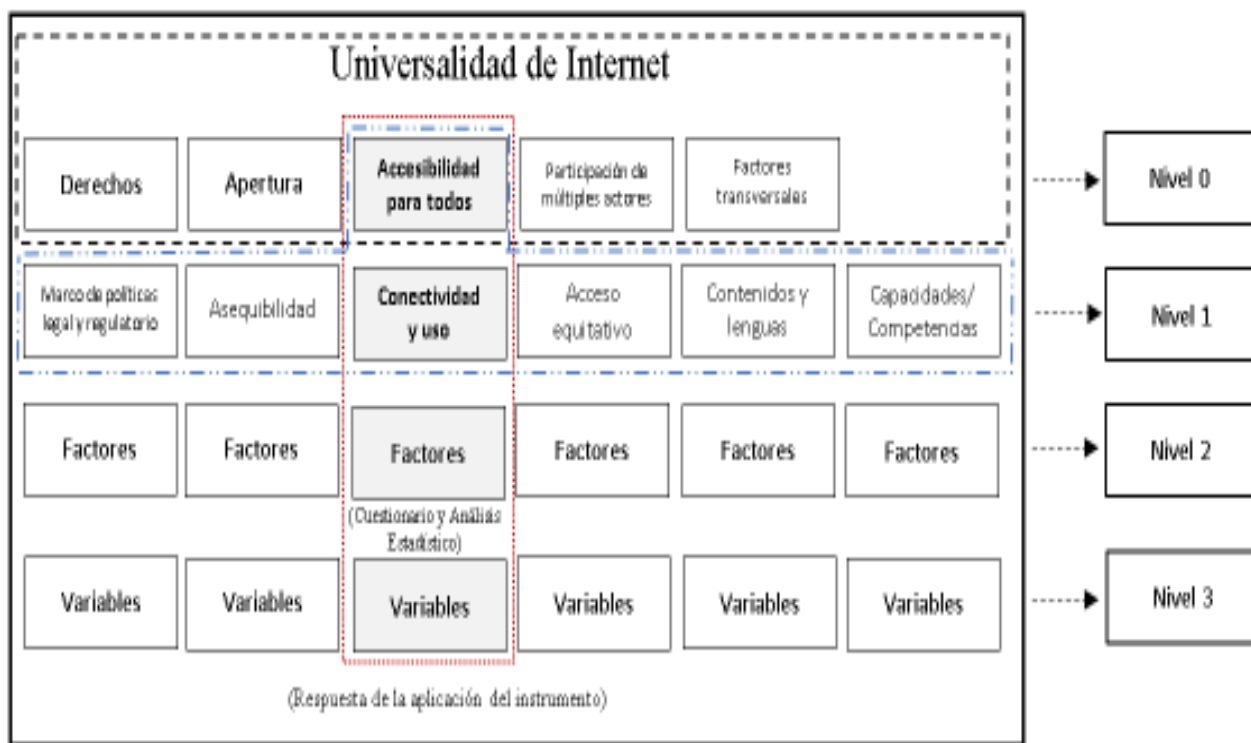
El nivel 3 muestra el conjunto de variables observadas, las cuales posteriormente serán medidas o analizadas con la ayuda de las herramientas de recolección de información.

Estas variables son obtenidas a partir de la contextualización del conjunto de factores del nivel 2 para cada uno de los constructos secundarios (temas pertenecientes al principio de Accesibilidad para todos).

De cada uno de los constructos del nivel 1, se pueden obtener sus propios factores y por consecuencia sus propias variables de medición de manera independiente. Es decir, que no intervendrán otros constructos durante la obtención de factores y variables de un constructo inicialmente seleccionado.

Para este desarrollo metodológico, de manera similar que en la abstracción de la Accesibilidad de todos los principios (DAAM-X) que conforman la universalidad de Internet, este estudio se enfocará en el constructo de *conectividad y uso*. Esto es debido a la complejidad que existiría si se realiza el análisis correspondiente para todos los constructos secundarios, lo que conlleva la obtención de factores, variables de medición y consecutivamente su medición y análisis para cada uno.

Una vez definidos los cuatro niveles de abstracción, así como el constructo principal y sus respectivos constructos secundarios, resulta conveniente la elaboración de un modelo mental que ayude a esquematizar la relación de cada uno de los constructos explicados anteriormente. En la Figura 2.2, se indican los niveles de abstracción para el modelo propuesto.



**Figura 2.2** Niveles de abstracción del modelo de medición basado en el DAAM-X

## **2.3 CONSTRUCCIÓN DE CONSTRUCTOS**

Después de seleccionar el marco de referencia para el estudio y haber definido los niveles macro de medición, lo siguiente a realizarse es la etapa denominada construcción teórica de constructos.

Un constructo es un concepto latente y que tiene lugar dentro de una hipótesis, teoría o modelo teórico[53]. A los constructos también se lo puede definir como aquellas propiedades subyacentes, las cuales no es posible su medición de forma directa, sino que requieren de manifestaciones externas a su existencia, como pueden ser los indicadores.

Para la construcción teórica de constructos en este caso, se lo realizará en base a un constructo secundario. Este constructo es el de “conectividad y uso”, uno de los temas correspondientes a la categoría de Accesibilidad, el cual es el principio en el que se enfoca este proyecto y que pertenece al marco de Indicadores DAAM-X, como ya se explicó en la construcción del modelo macro de medición. En otras palabras, el constructo escogido para los fines de este estudio y desarrollo del modelo es únicamente el Tema B: “Conectividad y uso”, a pesar de que el principio de Accesibilidad va más allá, en lo que se refiere a: cuestiones relativas a las capacidades, contenidos y asequibilidad de Internet, entre algunos aspectos sociales [1].

Entre las razones para enfocarse mayoritariamente en el constructo de “conectividad y uso”, es debido a que los otros temas correspondientes a la Accesibilidad se salen del contexto en el cual se orienta esta investigación. Por ejemplo, ciertos temas del principio o categoría “A” abarcan regulaciones y legislaciones, creación de contenidos apropiados sobre Internet para grupos específicos (lenguas locales/autóctonas), o capacidades física e intelectuales de los usuarios de Internet, así como sus niveles de estudio (relacionados a las TIC), entre otros ejemplos. Esto no quiere decir que se descartarán por completo ciertos elementos que formen parte de otros temas de la categoría “A”, pero que resulten de utilidad y complementen al principio de Accesibilidad enfocado en el tema de conectividad y uso, ya que estos pueden ayudar a obtener los factores o definir las variables del estudio.

### **2.3.1 CONECTIVIDAD Y USO**

Según el marco de referencia DAAM-X, la “Conectividad y uso” con respecto al principio de Accesibilidad para todos, si bien no se define textualmente este término, lo describe como un elemento fundamental para alcanzar la Accesibilidad de todos a un servicio de

Internet. Además, se añade que su propósito es la disponibilidad de redes que tengan una confiabilidad y capacidad suficiente para permitir el acceso y uso de Internet[1].

Como ya se mencionó anteriormente, cada tema que comprende una de las categorías DAAM-X, se compone por una serie de preguntas, en este caso para el tema de “Conectividad y uso” dentro de la categoría de Accesibilidad, constan seis preguntas. Además, estas seis preguntas se pueden usar para caracterizar al tema que se está tratando. Cada indicador y pregunta asociados, tratan de abordar una sola problemática.

La primera pregunta trata acerca de la disponibilidad física de redes. La segunda, tercera y cuarta pregunta, hablan acerca del uso efectivo que se les da a estas redes en la práctica, y con las barreras percibidas en materias de uso y acceso. Finalmente, la quinta pregunta trata acerca de la magnitud del tráfico de Internet dentro de un determinado país [1].

Por otra parte, existen diferentes definiciones para este concepto de conectividad dependiendo de los autores (o instituciones) que lo realicen, como se presenta en la Tabla 2.1. Es importante tener a consideración que ningún autor(es) definen en conjunto los términos “conectividad y uso”. Por esta razón se considerará de manera individual al término “conectividad”, para obtener las diferentes definiciones de los diversos autores.

**Tabla 2.1** Definición de conectividad y uso, respecto a varios autores

<b>Autor (es)</b>	<b>Definición de Conectividad</b>
Cambridge Diccionario	Es la capacidad de un computador, dispositivo, sistema, programa para conectarse con uno o más de otros [54].
Cengage	Se refiere a la forma en la que las personas se conectan a Internet, y puede incluir conexiones de banda ancha, líneas telefónicas y dispositivos inalámbricos [55].
Andreas Haggman	Es la capacidad de comunicarse con otros, lo que cual se hace cada vez más hoy por medios digitales [56].
CS Odessa Corp.	La conectividad de computadores, dispositivos móviles, redes informáticas a Internet, permite el acceso a varios servicios de Internet [25].
Julián Pérez Porto y Ana Gardey	Es la capacidad que tiene un dispositivo para conectarse a una red como Internet o a otros equipos y periféricos. Durante la conectividad se mantiene igual a lo largo de la vida del dispositivo hasta que sus componentes son actualizados o mejorados [57].

Autor (es)	Definición de Conectividad
Ángel Eulises Ortiz	Medida en los nodos o componentes de una red están conectados entre sí y la facilidad o velocidad con la que pueden “conversar” o intercambiar información. También se la puede definir como, la capacidad de hacer y mantener una conexión entre dos o más puntos en un sistema de telecomunicaciones[58].
ONU, OCDE	Es la descripción de artefactos tecnológicos que permiten la conexión física a infraestructuras de tecnologías de comunicación e información[37].
Pierre Lévy	Es la composición que incluye a todo aparato material que permite una interacción entre el mundo ordinario y el universo de información digital[37].
Gabriel Dupuy	Es la existencia simultánea de diversas alternativas y vínculos directos en diferentes puntos de una red. Por medio de esta visión, se interpreta que tantos usuarios, dispositivos, servidores, y otros, forman parte de una red tecnológica[37].
Carlos Enrique Serrano	Se entiende como cualquier infraestructura que permite realizar una comunicación a distancia. Esta definición tan amplia involucra tanto a servicios y redes de telecomunicaciones, como un teléfono o un fax, así como involucra también a aplicaciones, redes y servicios telemáticos que usan una computadora u otro dispositivo como medio de comunicación [59].
Alejandro Uribe Tirado	Desde un punto de vista de los dispositivos de los equipos y redes, es la posibilidad de conectarse físicamente a redes informáticas[60].

En definitiva y en base a las definiciones revisadas, la conectividad y uso se refiere a la capacidad que tiene un dispositivo de comunicación de conectarse físicamente a una red informática como Internet, por medio de una infraestructura tecnológica de información y comunicación, manteniéndose igual durante la vida de estos dispositivos o infraestructuras hasta que sus componentes sean actualizados o renovados, y que permitirán la interacción entre un universo de información digital y el mundo real.

### 2.3.1.1 Elementos adicionales que conforman el constructo de conectividad y uso

Al revisar las diversas definiciones acerca del constructo escogido (conectividad y uso), se puede evidenciar que los diferentes autores usan diversos términos, generalmente de carácter técnico para definir el constructo. Asimismo, se han usado muchos de estos términos para elaborar la definición mejor elaborada (presentada en el último párrafo de la anterior sección). Por lo anterior dicho, y debido a que la comprensión de estos elementos puede ayudar posteriormente a obtener los factores del constructo o definición de las variables, se ha visto conveniente revisar brevemente cada uno de estos elementos. Estos elementos o aspectos a considerar se explican a continuación:

- **Capacidad:** Al hablar de capacidad durante la explicación de conectividad, hace alusión al conjunto de circunstancias o condiciones que permiten el funcionamiento o desarrollo de algo[61], como lo es el Internet para este estudio. Para este contexto, se puede clasificar principalmente: en las capacidades de infraestructura que brindan el servicio de Internet y la capacidad de los dispositivos utilizados por parte de los usuarios para acceder a este servicio.
- **Comunicación:** A pesar de que el término comunicación abarque de manera muy general toda acción de intercambio de información, tiene gran relevancia hoy en día cuando se lo usa para referirse a la comunicación digital. Es decir, aquella que para realizarse requiere del uso de herramientas y entornos digitales[62]. Es por esta razón que se lo considera un elemento importante al hablar de conectividad y uso de Internet.
- **Conexión:** Aunque muchas veces se suele confundir el uso de los términos conectividad y conexión, cabe aclarar que cuando se habla de conexión se refiere a que esta debe comenzar y terminar dentro de un mismo contexto (usando una misma red). A diferencia de la conectividad que debe mantenerse igual durante la vida de los dispositivos [57].
- **Dispositivo de comunicación:** Es uno de los elementos más importante al hablar de conectividad. Es el aparato que recibe y envía señales de tipo digital o analógico, y que son empleados por una persona como medio de recepción o transmisión de un mensaje, permitiendo así el intercambio de información entre dos o más individuos[63].
- **Información digital:** Es el tipo de información que se almacena usando una sucesión de ceros y unos (sistema binario). Hoy en día, las computadoras y miles de otros dispositivos (teléfonos inteligentes, tabletas, televisiones inteligentes, etc.),

además de la mayoría de redes de comunicación manejan datos de forma digital[64].

- **Infraestructura tecnológica:** Se explica como la agrupación de componentes de tecnologías de información, como son a nivel de hardware instalaciones de computadores y redes, así como los componentes de software, y que incluye además a la manera seleccionada para gestionarlos. Sirven como la base requerida para el desarrollo, evaluación, control, monitoreo y soporte de un servicio de tecnologías de la información[65].
- **Red:** Consiste de un grupo de dispositivos conectados o enlazados entre sí, cuya finalidad es compartir recursos, intercambiar información, permitir una comunicación, entre otras funcionalidades[66].
- **Internet:** Es la red internacional de redes. Interconecta sistemas de hardware y software, permitiendo así el almacenamiento, procesamiento, circulación y recuperación de información y comunicación a través del espacio y tiempo[2].

Así como los elementos revisados anteriormente, los cuales componen las definiciones del constructo de conectividad, se han considerado otros elementos de importancia, los cuales se los ha obtenido a través de la revisión de indicadores y preguntas del documento de “Indicadores de la UNESCO sobre la Universalidad de Internet”, correspondientes a la categoría de Accesibilidad y el tema escogido para la construcción del constructo, “conectividad y uso”. La descripción de estos elementos adicionales, tanto los que se integran como términos técnicos de las definiciones del constructo y como los presentados a continuación, ayudarán a comprender mejor todo lo que puede conllevar la “conectividad y uso”, y por ende obtener factores y variables más adecuados para el desarrollo de este enfoque metodológico.

Los elementos a considerar, obtenidos a partir de la revisión del documento de indicadores de la UNESCO en la categoría y tema mencionados son:

- **Velocidad de conexión / Ancho de Banda:** Uno de los elementos más importantes para evaluar la conectividad y uso de Internet es la velocidad de conexión o también llamado a veces ancho de banda. Que se define como la velocidad a la que se transfieren los datos entre un dispositivo y el Internet. Sus unidades de medida comunes son los bit por segundo (bps) y los bytes por segundo (Bps), con sus respectivos múltiplos. Se clasifican en velocidad de subida y velocidad de bajada. La velocidad de bajada o descarga mide la cantidad información (bits o bytes) que se procesa o transmite de un servidor de Internet a un dispositivo de usuario por unidad de tiempo (segundo). La velocidad de subida,

mide la cantidad de información (bits o bytes) que se procesa o transmite del dispositivo del usuario, hacia un servidor de Internet por unidad de tiempo (segundo)[67].

- **Tecnología:** Es la aplicación del conocimiento científico en propósitos prácticos, con el objetivo de hacer más fácil la vida de las personas[68]. En Accesibilidad de Internet, comúnmente se lo usa en el término “tecnologías de acceso”.
- **Usuario:** Al hablar de conectividad y uso en Internet, este término es de gran importancia ya que su cantidad, proporción, entre otras de sus características o dimensiones serán de mucha utilidad en el análisis. Un usuario es toda persona que usa un servicio o producto con la finalidad de beneficiarse del mismo[69]. En este caso ese servicio será Internet.
- **Abonado o suscriptor:** Es aquella persona que paga dinero periódicamente (cuotas) con el fin de recibir algo, por ejemplo, un servicio o producto[70]. Cabe recalcar que existe una gran diferencia entre abonado y usuario, ya que abonado es específicamente la persona que contrata el servicio, en este caso Internet, mientras que usuario son todas las personas que hacen uso de este. En otras palabras, puede existir varios usuarios del servicio por un mismo abonado.
- **Población:** En un ámbito de investigación, una población hace referencia a un conjunto de individuos o elementos con características similares y de los cuales se quiere realizar una deducción[52], [53].
- **Barrera de acceso:** En el contexto de Internet, son aquellos obstáculos o dificultades[71], ya sea que se presenten de forma individual o conjunta, impiden adquirir o utilizar el servicio de Internet.
- **Volumen de tráfico de Internet:** Es una de las formas más comunes de medir la cantidad o flujo de datos dentro del total de Internet, o en algunos de sus enlaces de las redes que lo constituyen. Por lo general su unidad de medida está basada en múltiplos de byte por unidad de tiempo (días, meses, años) o número de usuarios[72].
- **Servicio en línea:** Es un término muy general, que se lo usa para hablar sobre cualquier información o servicio que se proporciona sobre Internet[73]. Entre los más comunes, estos permiten a sus usuarios comunicarse con otras personas, acceder a información como contenido multimedia, entre otras funciones.
- **Disponibilidad:** Este término para este contexto se lo puede clasificar de manera general en dos tipos: disponibilidad de infraestructura y disponibilidad de servicio. La disponibilidad de infraestructura se refiere a la existencia y correcto estado operativo de todo el conjunto de instalaciones y medios técnicos que se requieren



para brindar un servicio de Internet[65]. Por otra parte, la disponibilidad de servicio se refiere a la cantidad de tiempo en el que el servicio está disponible para usarse, es decir que se encuentre operando continuamente sin presentar fallas. De manera más específica este término se conoce como *factor de disponibilidad* y se mide en porcentaje con respecto al periodo de tiempo en que se lo determine. Para un servicio de telecomunicaciones se requiere de una *alta disponibilidad* [74], [75].

- **Frecuencia de uso:** Es la cantidad de veces que se hace servir una cosa para un determinado fin en un intervalo de tiempo [76], [77]. Este elemento es de suma importancia, porque ayuda a identificar el número de ocasiones que una persona (o grupo de personas) usa Internet para cualquier finalidad o realizar alguna actividad específica.
- **Tipos de uso:** Son las diversas actividades que un usuario puede realizar mediante un servicio de Internet.
- **Patrones/tipos de uso:** Son los comportamientos en común o los sucesos recurrentes que tienen los usuarios al momento de utilizar Internet [78]. Es decir, estos patrones ayudan a describir para que finalidades usualmente las personas hacen uso de estos servicios.
- **Visitas:** Son los accesos que hace uno o más usuarios hacia un contenido (página) que se encuentra disponible en la web, sin importar el interés o actividad que el usuario realice en dicho sitio [79]. Las visitas pueden servir como un indicador de proceso de continuo de acceso a un determinado sitio web.
- **Banda ancha:** Es un término que en este contexto se utiliza para referirse a cualquier acceso de Internet de alta velocidad. Es decir, para que una conexión a Internet sea considerada de banda ancha sus velocidades de conexión (subida y bajada) deben encontrarse por encima de un valor referencial. Este concepto no es estático ya que su valoración ha evolucionado junto al desarrollo de las tecnologías de acceso a Internet.

El valor de velocidad de conexión referencial que se debe superar para que un acceso a Internet sea considerado de banda ancha varía de país en país[80]. En Ecuador en la resolución No. 431-13-CONATEL-14 se indica que la velocidad de transmisión de bajada debe ser igual o mayor a 1024 kbps para ser considerado un servicio de Internet de banda ancha[81].

- **Internet fijo:** Como se encuentra explicado en el capítulo 1, el Internet denominado fijo, por lo general es aquel que se utiliza para la conexión a Internet de hogares y oficinas, y sus principales mecanismos de acceso son: fibra óptica, cable y ADSL.

- **Internet móvil:** En contraste con el Internet fijo, el Internet móvil es aquel que permite a un dispositivo acceder a Internet por medio de una red celular o WiMAX. No requiere una conexión alámbrica y está disponible desde ubicaciones remotas[21].
- **Dirección IP:** Una dirección IP o dirección del protocolo de Internet, es un conjunto de números que se asignan a cada uno de los dispositivos que se encuentran conectados a una red que utilice el Protocolo Internet (IP). Una dirección IP puede usarse principalmente para el direccionamiento de ubicación o identificación de un host o interfaz de red [82] . Actualmente se usan dos versiones de IP: IPv4 e IPv6.

### **2.3.2 ELEMENTOS DE IMPORTANCIA DE OTROS TEMAS DE ACCESIBILIDAD**

A pesar de que este trabajo está enfocado en el tema de conectividad y uso para el análisis de Accesibilidad, para no dejar ningún aspecto sin considerar y que pueda afectar durante la recolección de información por medio de la definición de factores y variables, se ha visto conveniente también revisar el resto de temas que contiene esta categoría del documento de “Indicadores de la UNESCO sobre Universalidad de Internet”. A partir de la revisión de los demás temas de la categoría “Accesibilidad para todos”, se han extraído ciertos elementos que pueden ser de utilidad en el desarrollo metodológico, ya sea para tener una mejor comprensión acerca de la Accesibilidad de Internet, o que sean elementos útiles para definir variables de medición o factores.

Además, se debe considerar que el marco de referencia “Indicadores de la UNESCO sobre la universalidad de Internet”, es un marco que se mantiene en periodo de prueba hoy en día, por lo que cualquier modificación o corrección al mismo puede llegar a ser válida. Lo dicho antes justifica el haber considerado elementos adicionales de otros temas de Accesibilidad, que no se encuentran explícitamente como términos tanto en las definiciones del constructo elaborado o en la sección del documento correspondiente a este tema.

Por otra parte, la percepción que se tiene sobre estos indicadores de universalidad de Internet, así como la clasificación dada por la UNESCO, pueden variar entre los diferentes países en donde se los aplique. Agregando a lo anterior, la UNESCO reconoce que solamente la conectividad resulta insuficiente para que las personas accedan a Internet y lo puedan utilizar, debido que su uso depende además de su asequibilidad [1], así como el resto de temas pertenecientes a esta categoría.

Se han extraído elementos adicionales a considerar y que complementan a los anteriores (obtenidos directamente del constructo), a partir de la revisión de preguntas e indicadores

de los demás temas de la categoría de Accesibilidad para todos. Los elementos obtenidos corresponden a los temas de: Marco de políticas legal y regulatorio, Asequibilidad, Acceso equitativo y Capacidades/Competencias.

### 2.3.2.1 Elementos obtenidos del tema Marco de políticas legal y regulatorio

- **Recolección de información:** Este elemento hace hincapié en la realización de investigaciones o intención de las autoridades u otras instituciones para obtener información acerca del acceso a Internet y de la percepción que se tiene del mismo por parte de la población o grupos en específico[1]. Esto es de importancia, ya que un estudio previo (o su carencia) puede servir como punto de partida para cualquier investigación en el ámbito de Accesibilidad a Internet.
- **Instalaciones públicas:** Para este contexto, una instalación pública hace referencia a los diversos lugares en donde cualquier persona pueda acceder a este para obtener una conexión a Internet fuera de su lugar de residencia. Independientemente, estos espacios pueden o no proporcionar a las personas los dispositivos de usuario final (computadores, smartphones), ya que en muchos de estos espacios las personas requieren de sus propios dispositivos para conectarse. De igual forma, será independiente si estas instalaciones ofrecen estos servicios de conexión a Internet por un costo definido o de manera gratuita.

### 2.3.2.2 Elementos obtenidos del tema Asequibilidad

- **Costo:** Este elemento se lo puede clasificar de manera general en dos tipos: costo del servicio y costo de los dispositivos. El costo del servicio se entiende como la cantidad de dinero que es requerida por parte de un usuario, para pagar a un proveedor de servicios o intermediario[83], por obtener un acceso a Internet. Por otra parte, el *costo de dispositivos* hace alusión al valor económico o monetario que tiene en el mercado, un dispositivo de usuario final, es decir la cantidad de dinero en la que está valorado un equipo (o conjunto de equipos) que permiten a las personas conectarse a Internet.
- **Sector:** Este elemento está relacionado principalmente a los sectores sociales y económicos. Se lo puede definir como una parte (subdivisión) de la sociedad que puede separarse de las demás debido a que tiene sus propias características especiales o particulares[84]. Este término no debe confundirse con ubicación geográfica a pesar de que muchas veces se los use para lo mismo. La clasificación de los sectores de la sociedad puede llegar a ser muy extensa y variada, por lo que

en muchos de los casos es adecuado escoger y analizar solamente aquellos que aporten más información de utilidad para la investigación realizada.

- **Descuentos/paquetes de servicios:** Estos términos a pesar de que tienen un significado diferente de manera individual, se los ha ubicado conjuntamente porque en este contexto de acceso a Internet tendrán una misma finalidad para los usuarios, obtener un servicio por un costo menor al ofrecido inicialmente o al que se encuentra de manera individual. Además, al hablar de un paquete de servicios se refiere implícitamente al descuento de uno o más servicios que están contenidos en este. Un paquete de servicios en el que se incluya uno de conexión a Internet, usualmente viene incluido a otros servicios de telecomunicaciones como TV por cable o telefonía.

### 2.3.2.3 Elementos obtenidos del tema Acceso equitativo

- **Ubicación geográfica:** Este término se usa para indicar un área, posición o punto que se encuentre dentro de la superficie terrestre o más específicamente dentro de un país, ciudad, continente o cualquier lugar[85]. En Ecuador las ubicaciones se las puede dividir principalmente por regiones: costa, sierra, Amazonía e insular; o por tipos de localidad: áreas urbanas y rurales.
- **Brecha:** En el contexto de Accesibilidad de Internet, este término principalmente suele usarse para referirse a brecha digital, sin embargo, esta puede ser la causa o consecuencia de otros tipos de brechas, por ejemplo: brechas económicas, brechas a nivel educativo. *Brecha digital* denota la distribución desigual en el acceso, al momento de usar Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) y el impacto que se puede tener de estas en los diferentes grupos sociales [86]. Por otro lado, las *brechas económicas* hacen referencia a la desigualdad de distribución de oportunidades e ingresos en los diferentes grupos sociales. En esa misma línea, las *brechas educativas* se refieren a la diferencia de oportunidades o rendimiento académico que se presenta en diversos grupos de estudiantes o personas.
- **Grupo etario:** Es la clasificación que se hace a las personas en determinados conjuntos de acuerdo con su edad[87], es decir, cada grupo está conformado por individuos de edad similar o de ciertas edades que se encuentran en un rango establecido. Existen diversas formas de clasificación para los grupos etarios.

### 2.3.2.4 Elemento obtenido del tema Capacidades/Competencias

- **Establecimiento educativo:** Este término se refiere a aquellas construcciones o lugares que son usados para educar a personas de diversas edades [88]. Estos

pueden ser: preescolares, escuelas, colegios, universidades, academias, etc. Se ha escogido este término, ya que en la actualidad es de mucha importancia el acceso a una conexión a Internet en lugares dedicados a la enseñanza de las personas. El uso de estas conexiones a Internet puede ser por parte de: estudiantes, maestros, personal administrativo, invitados, entre otros.

## 2.4 INDICADORES CONTEXTUALES

Como se mencionó anteriormente en el capítulo 1, el marco de indicadores de universalidad de Internet de la UNESCO además de estar conformado por el marco DAAM-X, cuenta con un conjunto de indicadores contextuales. Estos indicadores son relativos a ciertas características sociales, demográficas y económicas de cada país. La función principal de los indicadores contextuales según la UNESCO es, ayudar a los usuarios para que interpreten sus descubrimientos a la luz de las características propias de cada uno de los países [1].

Estos indicadores en muchos casos servirán como complemento y deberán considerarse para usarse en conjunto con indicadores de otras categorías DAAM-X. Esto se debe a que los indicadores contextuales ofrecen información referencial importante, que ayuda a interpretar los hallazgos procedentes de indicadores del resto de categorías, en la que se incluye la categoría de Accesibilidad para todos que es el objeto de este estudio.

En el documento de “Indicadores de la UNESCO sobre la Universalidad de Internet”, la sección en la que se presenta a los indicadores contextuales está compuesta de una compilación de fuentes (bases de datos) de dónde se pueden obtener estos indicadores para diferentes países. Estos indicadores contextuales están distribuidos en seis grupos:

- Indicadores económicos.
- Indicadores demográficos.
- Indicadores de desarrollo.
- Indicadores de igualdad.
- Indicadores de gobernanza.
- Indicadores del desarrollo de las TIC[1].

Para el presente estudio se considerarán solo a los más importantes que puedan relacionarse y complementar el desarrollo de esta metodología aplicada en la materia de *Accesibilidad* con respecto al tema de *conectividad y uso*. Específicamente se han escogido indicadores de 4 de los 6 grupos, estos grupos corresponden a indicadores: demográficos, de desarrollo, de igualdad y de desarrollo de las TIC.

## **2.4.1 INDICADORES CONTEXTUALES DEMOGRÁFICOS**

De este grupo de indicadores a partir de la revisión y análisis, se ha visto conveniente escoger 2 de los 5 indicadores que lo conforman, que corresponden a los indicadores de perfil etario y grado de urbanización.

### **Indicador de proporción de niños, jóvenes, de personas en edad de trabajar y ancianos (perfil etario)**

Está relacionado directamente con el elemento explicado anteriormente “grupo etario”, obtenido del tema de acceso equitativo de la categoría de Accesibilidad. La razón de su selección además de la anterior mencionada, es porque la UNESCO mismo lo reconoce como un indicador relevante al momento de interpretar la distribución de acceso y uso de Internet [1].

### **Indicador de grado de urbanización**

Al hablar de urbanización se debe considerar que esta influye en la inversión de infraestructuras para una sociedad y, en consecuencia, en la provisión de servicios para acceso a Internet en una determinada zona. Es importante además desglosar de acuerdo con el tipo de localidad, urbana o rural, cuando se obtienen estos datos. Por esta razón cabe considerar que se lo puede relacionar con la “ubicación geográfica”, elemento que se obtuvo del tema acceso equitativo de la categoría Accesibilidad.

Además, se detalla en el marco de referencia que las fuentes para encontrar evidencias sobre estos dos indicadores para diversos países están en el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, en la base de datos sobre población según grupo etario para el primer indicador, y en la base de datos sobre tamaño de la población rural y urbana para el segundo.

## **2.4.2 INDICADORES CONTEXTUALES DE DESARROLLO**

Estos indicadores corresponden de manera general al nivel de desarrollo de una nación, no obstante, están fuertemente relacionados al nivel de acceso y uso de las Tecnologías de Información de Comunicación (TIC). De este grupo se ha escogido 1 de los 4 indicadores, el indicador de acceso a servicios eléctricos.

### **Indicador de proporción de la población con suministro eléctrico**

Este indicador está relacionado con aquellas infraestructuras complementarias que son de vital importancia para la instalación, mantenimiento, funcionamiento de servicios de Internet y que además faciliten su uso.

La fuente que la UNESCO presenta para este indicador para diversos países es el Banco Mundial, específicamente en su base de datos “Energía sostenible para todos”.

### **2.4.3 INDICADORES CONTEXTUALES DE IGUALDAD**

Los indicadores de este grupo conciernen tanto a los niveles de igualdad como de desigualdad existentes en las diferentes sociedades humanas. La UNESCO reconoce que estos son importantes al momento de determinar niveles de acceso y uso de Internet. Estos indicadores deben tenerse en cuenta y si es posible establecer referencias cruzadas con el elemento de *brechas (digitales, económicas, educativas)* que se obtuvo del tema Acceso equitativo de la categoría Accesibilidad. Se ha escogido 1 de los 2 indicadores de este grupo, el *coeficiente de Gini*.

#### **Coeficiente de Gini**

Es una medida de dispersión estadística cuyo propósito es representar la desigualdad de riquezas o ingresos de una determinada población o grupo de personas[89] .

La UNESCO por medio del documento de Indicadores de la universalidad de Internet, propone como principal fuente para obtener este indicador en diferentes países el “Índice de Gini”, el cual fue realizado por el Banco mundial.

### **2.4.4 INDICADORES CONTEXTUALES DE DESARROLLO DE LAS TIC**

En este grupo indicadores proveen evaluaciones generales sobre entornos de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en las que se encuentra la universalidad de Internet, así como sus indicadores.

Se han escogido 3 de 4 indicadores contextuales pertenecientes a este grupo: índice de desarrollo de las TIC, índice de conectividad móvil e índice de disposición de conectividad. Algunos de los indicadores contextuales que componen estos tres subgrupos, están estrechamente relacionados con los indicadores que se encuentran en la Categoría de Accesibilidad que es el objeto de este estudio [1].

#### **Índice de desarrollo de las TIC**

Está compuesto de diversos indicadores estadísticos, relativos al uso y accesos de Tecnologías de Información y Comunicación.

La fuente propuesta por la UNESCO para este conjunto de indicadores está en la elaboración de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), nombrada índice de desarrollo de las TIC.

### **Índice de conectividad móvil**

Este indicador también reúne información relativa a asequibilidad, infraestructura, contenidos y preparación de los usuarios de la conectividad móvil (Internet móvil).

Para este indicador la UNESCO plantea como principal fuente al *índice de conectividad móvil*, realizado por la Asociación GSM (GSMA).

### **Índice de disposición a la conectividad**

Este indicador acoge una perspectiva más extensa acerca de los entornos nacionales de las TIC, el nivel de preparación de diferentes actores involucrados en el uso de las TIC, y lo más importante su uso real.

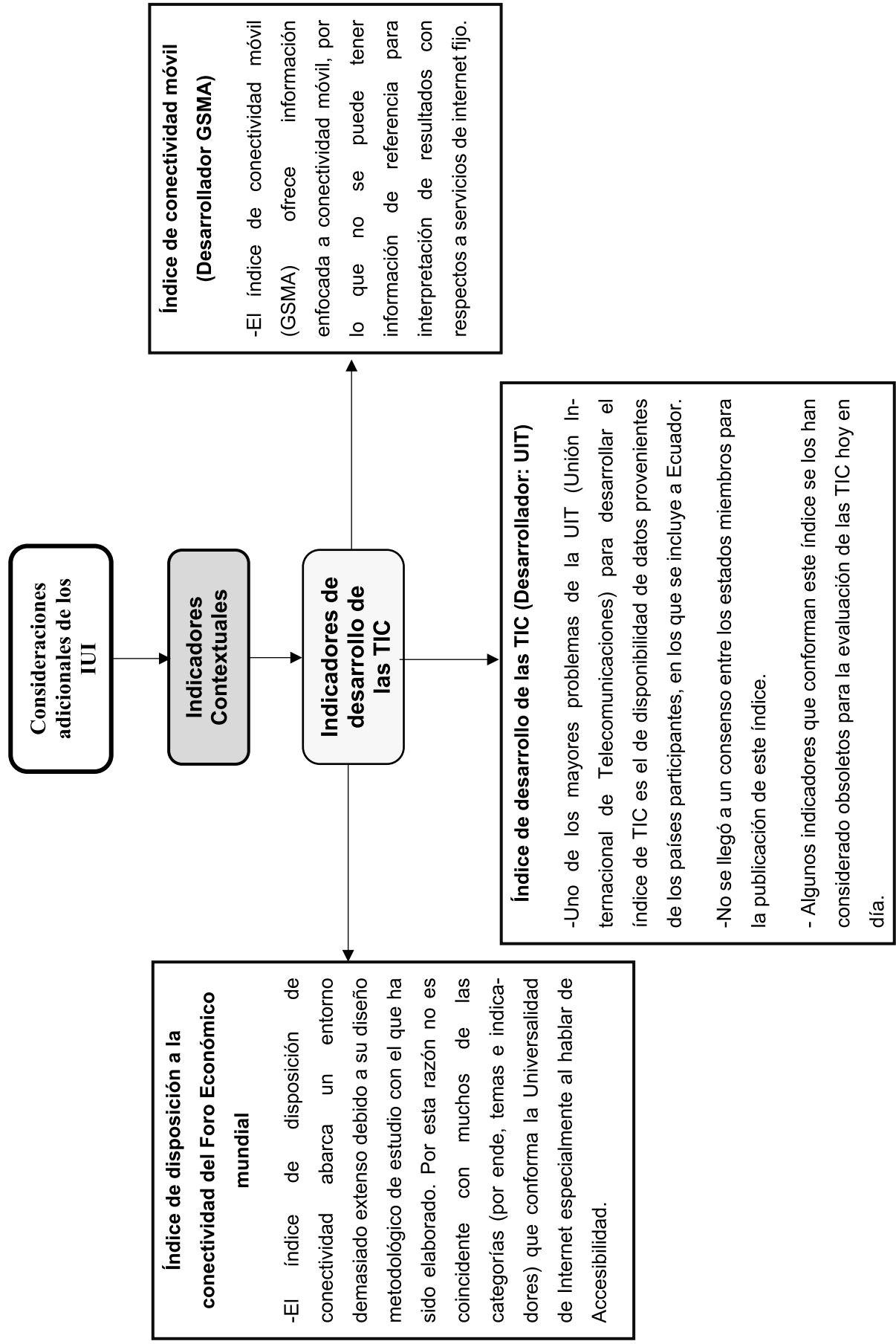
La principal fuente para obtener este indicador que la UNESCO presenta es el Foro Económico mundial con su elaboración de nombre *índice de disposición a la conectividad*.

#### **2.4.4.1 Consideraciones adicionales para los indicadores contextuales de desarrollo de las TIC**

De manera similar a lo que se realizó en base a la observación del informe de resultados de la aplicación de los IUI en Ecuador en la categoría Accesibilidad, en los que se evidenciaron muchos problemas de aplicación, se revisó de manera general el estado actual de los indicadores contextuales más relacionados al tema de estudio, los de desarrollo de las TIC. A partir de estas revisiones, tanto del informe de los IUI en Ecuador[42] como de los sitios web o reportes oficiales de resultados de las organizaciones desarrolladoras (UIT, GSMA, Foro Económico Mundial) [90],[91],[92] , se abstrajeron ciertas consideraciones que deben tomarse en cuenta al momento de usar estos indicadores como referencia para interpretación de resultados, o para el posterior desarrollo de esta metodología. Estas consideraciones abarcan principalmente el estado actual, modificaciones recientes y hasta ciertos problemas reconocidos por dichas organizaciones.

A modo de resumen, estas consideraciones se las presenta de forma esquemática en la Figura 2.3. Estas se muestran clasificada de acuerdo con los 3 principales indicadores contextuales de desarrollo de las TIC escogidas anteriormente y que son: índice de desarrollo de las TIC, índice de conectividad móvil, índice de disposición a la conectividad.

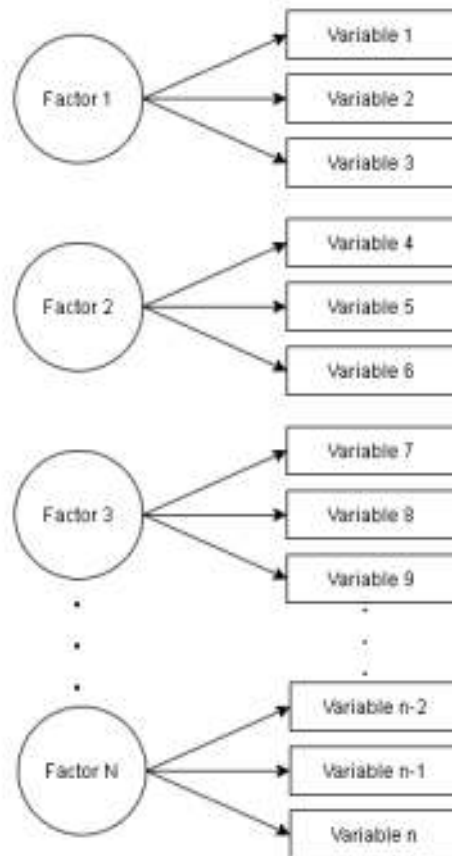




**Figura 2.3** Representación esquemática de consideraciones adicionales de los indicadores contextuales de desarrollo de las TIC

## 2.5 FACTORES DEL CONSTRUCTO CONECTIVIDAD Y USO

Después de haber realizado una breve descripción de los diversos elementos que pueden conformar la “conectividad y uso” del Internet (ya sea de manera directa o indirecta), se tiene una visión más clara para lograr definir los factores que conforman el constructo escogido. Cada uno de estos factores abarcará un conjunto de variables medición, cuya relación (factor-variable) y significado serán de gran importancia durante los análisis estadísticos presentados posteriormente. Cada factor será una representación unidimensional de un aspecto específico dentro del constructo escogido, por lo que debe intentar ser lo más general posible dentro de este. El número de factores y en consecuencia las variables que componen cada uno de estos, será determinado de acuerdo con las necesidades de la investigación. En la Figura 2.4 se muestra una descripción conceptual de la relación entre variables y factores mencionada.



**Figura 2.4** Descripción conceptual factores-variables

A un factor también se lo puede conocer como variable latente o variable no observadas, ya que no puede ser medido directamente. Para obtener la información de estos factores, se requerirán de medidas indirectas (también llamadas variables observadas) que estén

relacionadas con los factores o conceptos que interesan[93]. Estas medidas indirectas o variables observadas en este estudio se las conoce simplemente como variables de medición, y las variables inobservadas como factores.

Esta terminología definida ayudará a diferenciar con más facilidad cuando se hable de factores o de variables, y por ende tener una mejor comprensión de cada una de estas. En definitiva, se puede decir que múltiples variables obtienen entre sí mediciones relacionadas a un concepto similar, debido a que este conjunto de variables está asociadas a un mismo factor (concepto latente).

Los factores para este estudio fueron obtenidos a partir del constructo seleccionado “conectividad y uso”, así como de los elementos adicionales que conforman el constructo, que también fueron descritos previamente. Estos factores son los siguientes:

- Información demográfica.
- Uso de Internet.
- Conectividad a Internet (fijo) en el hogar.
- Dispositivos de conexión a Internet.
- Conectividad a Internet en lugares públicos.
- Conectividad a Internet móvil.
- Conectividad a Internet en establecimientos educativos.
- Conectividad a Internet dentro de la empresa.

## **2.6 VARIABLES DE MEDICIÓN**

Continuando con la metodología propuesta después de haber elaborado el modelo macro de medición, construcción teórica de constructos y obtención de factores, el siguiente paso que se debe realizar es la identificación de variables de medición. El objetivo de estas variables es medir de forma multidimensional (por medio de factores) a cada constructo secundario, en este caso al escogido que se refiere al tema de conectividad y uso.

A partir de los factores obtenidos, ya sea por la definición del constructo de *conectividad* o revisión de los elementos de temas de la Accesibilidad (incluyendo también a ciertos indicadores contextuales), se identificarán las diversas variables de medición. Estas variables además deberán contextualizarse para la realidad ecuatoriana en la mayor medida posible. En otras palabras, *contextualizar* una variable será clarificar o especificar qué se entiende por ella en la sociedad.

De igual manera estas variables deben incluir aspectos que reflejen en conjunto el significado de cada constructo del modelo de medición. Después de definir estas variables estas serán operacionalizadas con el fin de diseñar una herramienta de investigación con la que se pueda obtener información acerca de estas variables.

Cabe aclarar que este término “variable de medición” será referido en un ámbito estadístico y de investigación. En donde una variable se define como una característica, propiedad, cualidad o atributo, cuya variación es susceptible a observarse y medirse; y que se la puede o no encontrar en ciertas sociedades, grupos o personas[52], [53].

### 2.6.1 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES DE MEDICIÓN A PARTIR DE LOS FACTORES OBTENIDOS

Como fue mencionado, a partir de los factores obtenidos acerca del constructo de *conectividad y uso*, así como de los elementos que componen este (además de los elementos adicionales considerados de los demás temas que conforman la Accesibilidad), se identificaron las variables de medición. Si bien algunas de las variables definidas no tienen exactamente el mismo significado (o terminología) que ciertos factores o elementos considerados, estos sirvieron como base para su identificación, definición o posterior contextualización. Un conjunto de variables definidas conformará cada uno de los 8 factores obtenidos en la sección anterior. Esta clasificación de variables y factores se muestra más detalladamente en la Tabla 2.2.

**Tabla 2.2** Identificación de variables que conforman cada factor

Factor	Variables
Datos demográficos	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Grupo Etario</li> <li>-Ubicación geográfica (provincia, región, cantón, parroquia, tipo de zona)</li> <li>-Personas con las que vive actualmente</li> </ul>
Usos de Internet	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Participación previa evaluaciones de Internet</li> <li>-Usuario de Internet</li> <li>-Acceso previo de Internet</li> <li>-Frecuencia de uso de Internet</li> <li>-Actividades realizadas a través de Internet</li> <li>-Servicios utilizados a través de Internet</li> <li>-Importancia de un servicio de Acceso a Internet en diversas actividades</li> </ul>

Factor	Variables
Usos de Internet	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Actividades relacionadas a educación que realiza por Internet</li> <li>-Funciones para las que usa Internet su empresa</li> </ul>
Dispositivos de conexión a Internet	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Dispone de dispositivo de conexión</li> <li>-Razones de no disponer un dispositivo de conexión</li> <li>-Tipos de dispositivos de conexión a Internet</li> <li>-Cantidad individual de dispositivos de conexión a Internet</li> <li>-Cantidad por familia de dispositivos de conexión a Internet</li> <li>-Dispositivo de conexión a Internet de preferencia</li> <li>-Preferencia del tipo de conexión del dispositivo</li> <li>-Dispone de dispositivo celular</li> <li>-Propietario del dispositivo celular</li> </ul>
Conectividad a Internet (fijo) en el hogar	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Disponibilidad de infraestructura de servicio eléctrico</li> <li>-Disponibilidad de Infraestructura de servicios de Internet en el lugar de residencia</li> <li>-Servicio de acceso a Internet en el hogar</li> <li>-Razones de no tener un servicio de acceso a Internet en el hogar</li> <li>-Cancelación anterior del servicio Internet</li> <li>-Razón de cancelación del servicio de Internet</li> <li>-Suscriptor de Internet</li> <li>-Persona suscriptora del Internet (en caso de no ser el participante)</li> <li>-Velocidad de conexión de bajada y subida</li> <li>-Factor de disponibilidad del servicio de Internet</li> <li>-Tecnología de Acceso a Internet</li> <li>-Costo del servicio de acceso a Internet</li> <li>-Paquetes de Servicios o descuentos de Internet</li> <li>-Número de personas usando o compartiendo el mismo servicio de acceso a Internet en el hogar</li> <li>-Relación que comparte con las personas que usa el mismo servicio de acceso a Internet</li> <li>-Razón de selección del servicio acceso a Internet actual</li> </ul>

Factor	Variables
Conectividad a Internet (fijo) en el hogar	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Percepción de satisfacción del servicio actual para realizar actividades académicas, laborales o profesionales; de entretenimiento u ocio; comunicación; con respecto a las características ofrecidas por el proveedor de servicios</li> <li>-Oferta de múltiples Proveedores de Servicio de Internet</li> <li>-Criterio al escoger un servicio de Internet</li> </ul>
Conectividad a Internet en lugares públicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Existencia de lugares públicos con servicios de acceso a Internet</li> <li>-Tipos de lugares públicos con servicios de acceso a Internet</li> <li>-Asistencia a lugares públicos con servicios de acceso a Internet</li> <li>-Tipos de lugares públicos a los que asiste</li> <li>-Frecuencia de asistencia a lugares públicos con servicios de acceso a Internet</li> <li>-Frecuencia de uso de Internet en lugares públicos.</li> <li>-Existencia de infocentros</li> <li>-Asistencia a infocentros</li> <li>-Frecuencia de asistencia a infocentros</li> <li>-Frecuencia de uso de Internet en infocentros</li> </ul>
Conectividad a Internet móvil	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Dispone de servicio de Internet móvil</li> <li>-Tipo de servicio telefónico (Internet móvil)</li> <li>-Costo mensual del servicio de Internet móvil</li> <li>-Red celular con la que se conecta a Internet</li> <li>-Suscriptor de servicio de Internet móvil</li> <li>-Persona suscriptora del Internet móvil (en caso de no ser el participante)</li> <li>-Tarifas preferenciales reducidas en Sistema Móvil Avanzado</li> </ul>
Conectividad a Internet en establecimientos educativos	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Estudiante</li> <li>-Asistencia a Establecimiento educativo</li> <li>-Existencia de servicios de Internet en el establecimiento educativo</li> </ul>

Factor	Variables
Conectividad a Internet en establecimientos educativos	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Acceso a Internet en establecimiento educativo con dispositivos propios.</li> <li>-Frecuencia de uso de Internet a través de sus propios dispositivos en establecimiento educativo</li> <li>-Dispositivos disponibles al público con acceso a Internet en el establecimiento educativo</li> <li>-Frecuencia de uso de dispositivos disponibles al público con Internet en establecimiento educativo</li> </ul>
Conectividad a Internet en la empresa	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Trabajador o empleado</li> <li>-Sector de actividad de la empresa</li> <li>-Acceso a Internet dentro de la empresa</li> <li>-Uso de Internet en la empresa</li> <li>-Dispositivo con el que se conecta a Internet dentro de la empresa</li> </ul>

## 2.6.2 CONTEXTUALIZACIÓN DE VARIABLES DE MEDICIÓN

Una vez definidas las variables que conforman cada factor, lo siguiente a realizar es contextualizar estas variables intentando dar un enfoque a la realidad ecuatoriana. Dicho de otra manera, la contextualización describe aquellas circunstancias que pueden rodear a una o más variables, y que en ciertos casos son necesarias reconocerlas para lograr comprender su interpretación por parte de las personas.

Esta contextualización incluye aclaraciones de cómo ciertas variables pueden aportar información de utilidad al incluirlas en la herramienta de medición. A esto se añade, que una contextualización es necesaria, ya que dependiendo de los diversos ámbitos sociales (diferentes países) en los que se desarrolla una persona la interpretación de una variable puede llegar a ser diferente.

En el Anexo A se presenta a detalle las variables de medición que se identificaron junto a su respectiva contextualización, intentando dar un enfoque a la realidad ecuatoriana. Cabe aclarar que, debido a la similitud, o a que una variable es directamente derivada de otra, en ciertos casos dos o más variables corresponden a una misma contextualización.

### **2.6.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

La operacionalización de variables es el paso de las variables teóricas a ítems o indicadores equivalentes. Este proceso está fundamentado en la definición conceptual y operacional de cada una de las variables. Para elaborar una herramienta de medición o recolección de información, se requiere que una vez identificadas las variables de medición, se las pase a forma de ítems con sus respectivas categorías de respuesta [53]. Este proceso de operacionalización, también se puede entender como traducir los conceptos hipotéticos de una variable a unidades de medición [52].

Un *ítem* se define como la unidad mínima de la que está compuesta una medición, su objetivo es incitar la respuesta de un participante en una herramienta de recolección de información. Entre los ejemplos más comunes de ítems están: preguntas, frases, objetos de descripción, imágenes [53].

Para un proceso de operacionalización se debe además considerar, que existen variables sencillas y variables compuestas. Para este caso de estudio solo se presentarán variables sencillas, es decir aquellas que presentan una sola dimensión (unidimensionales) y un solo ítem, esto se debe al requerimiento de variables unidimensionales para el posterior análisis estadístico. En otras palabras, para cada una de las variables definidas anteriormente se elabora un ítem. Este proceso de operacionalización se presenta en el Anexo B.

## **2.7 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

Después de haber identificado y operacionalizado las variables de medición hasta representarlas en forma de ítems, el siguiente paso para continuar con el desarrollo de esta metodología, es escoger un instrumento de recolección de información de información. Una vez seleccionado el instrumento a usarse se deben integrar los ítems previamente elaborados.

Los instrumentos de recolección de información son también conocidos como herramientas de investigación o medición. Recolectar información se refiere a la elaboración de un plan detallado de procesos que conducen a agrupar datos para un propósito específico. Para obtener datos se dispone de una gran diversidad de instrumentos o técnicas tanto para información de tipo cuantitativo como cualitativo.

Abordando el término medición en este contexto se lo puede definir como el proceso de vincular conceptos abstractos con indicadores empíricos. Para este proceso las herramientas de investigación tienen un papel principal, ya que con estas se obtienen



observaciones clasificadas o permiten el acceso a datos que serán necesarios en la investigación. [53].

Por otra parte, una herramienta de medición se puede precisar como aquel recurso que usa un investigador para registrar datos o información de aquellas variables que tiene en mente. Un instrumento de recolección de información además constituye el conjunto de instrucciones y pautas que dirigen al investigador hacia un tipo de información determinada, evitando de que se distancie del punto de interés. Estos instrumentos muestran el contenido y tipo de las preguntas, en qué situación se las encuentra y en qué instante se la debe observar.

Para identificar un instrumento de recolección de datos, el investigador previamente especifica el conjunto de indicios del evento que se va a medir, ejemplificando para este caso serán todas aquellas variables o factores relacionados a la Accesibilidad del Internet.

Para la aplicación de estos instrumentos se los puede aplicar de diferentes formas, por ejemplo: vía telefónica, vía correo tradicional, vía directa por computadora, vía Internet y por aplicación directa-personal. Todo instrumento de recolección de datos o medición debe cumplir con tres requisitos fundamentales: validez, confiabilidad y objetividad.

### **2.7.1 CONFIABILIDAD EN INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

Al hablar de un instrumento de recolección de información confiable, se refiere a los resultados coherentes y consistentes que existen cuando se aplica varias veces una herramienta de medición al mismo objeto o individuo en condiciones iguales o en condiciones tan similares como sea posible. De manera contraria, se puede afirmar que un instrumento de recolección de información no es confiable, cuando al aplicarlo repetidamente sobre un objeto o individuo se producen resultados diferentes o muy alejados entre sí[52], [53].

### **2.7.2 VALIDEZ EN INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

Se refiere al grado en que una herramienta de medición mide realmente aquello para lo que está destinado o pretende medir. La validez también tiene que ver con lo que mide el instrumento de recolección de información, y que tan bien lo está haciendo. La validez muestra el grado con el que se pueden sacar conclusiones a partir de lo que se obtiene por resultado. La validez está relacionada directamente al objetivo del instrumento[94].

Se debe tomar en cuenta que la validez se puede examinar desde diferentes perspectivas tomando evidencias relacionadas con: el contenido el criterio y el constructo.

**Validez de contenido:** Está referido al grado en que representa el universo de la variable objeto de estudio.

**Validez de criterio:** Representa la relación que se obtiene de los resultados de la medición al aplicar la herramienta con los resultados obtenido de criterios externo pero que buscan medir lo mismo.

**Validez de constructo:** Es la que explica la relación coherente de los resultados obtenidos por la herramienta con las mediciones de otros conceptos que tienen relación teórica[52],[53].

### **2.7.3 OBJETIVIDAD EN INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

Es el grado en que un instrumento de recolección de información es o no transparente a la influencia de las tendencias e inclinaciones del investigador que aplica, administra, interpreta o califica la herramienta de medición. La objetividad puede ser reforzada por medio de estandarizaciones al momento de aplicar el instrumento, por ejemplo, que todos los individuos reciban las mismas instrucciones y estén en las mismas condiciones cuando se les aplique la herramienta, y además que la evaluación de resultados también se la realice de manera estandarizada[53].

Para que un instrumento de recolección de información sea útil al realizar un estudio, la validez, confiabilidad y objetividad deben tratarse de forma conjunta y complementaria.

Finalmente, se debe mencionar que para el desarrollo del presente instrumento de recolección de información cuyo enfoque es la Accesibilidad de Internet en Ecuador, se diseñó la herramienta procurando que este cumpla con estos tres requisitos fundamentales: validez, confiabilidad y objetividad.

### **2.8 TIPOS DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

Existen varios tipos de instrumentos de investigación o recolección de información. Entre los más conocidos están: el cuestionario, la entrevista, escalas de medición de actitudes, test, prueba de conocimiento, observación, entre otros.

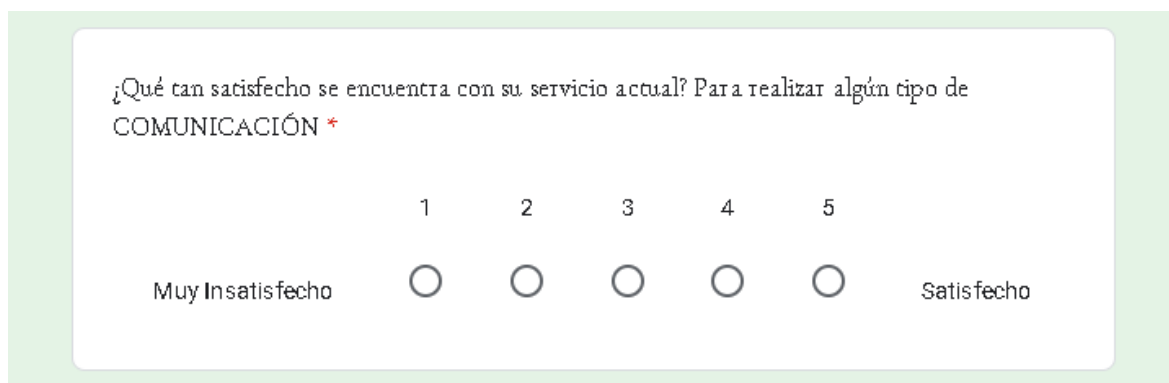
A continuación, se presenta una breve revisión de los que se escogerán para el presente proyecto, y algunos ejemplos de su aplicación.

### 2.8.1 ESCALAS PARA MEDIR ACTITUDES Y OPINIONES

Presenta afirmaciones o preguntas para ser seleccionadas por la persona a quien se aplique la herramienta de investigación. Tienen como principal objetivo medir las actitudes y opiniones de una o más personas. Se caracterizan porque las personas para ubicar su respuesta disponen de una escala en la que se presenta el grado de aprobación o desaprobación, acuerdo o desacuerdo. Una persona podrá registrar su respuesta a cada pregunta en función de su intensidad [52].

En otras palabras, una escala de medición de actitudes y opiniones permite a las personas responder de forma favorable o desfavorable a una situación, concepto, persona u objeto. Los métodos más conocidos para elaboración de escalas son: de Likert, de Thurstone, de Guttman y la escala de diferencial semántico [53].

Para el desarrollo de la herramienta en este proyecto de análisis de Accesibilidad de Internet, en ciertos ítems elaborados se vio conveniente el uso de estas escalas, debido a que se requería obtener la opinión de las personas con respecto a determinadas situaciones. En la Figura 2.5, se muestra uno de los ítems en los que se aplicó una escala Likert para obtener información del participante.



¿Qué tan satisfecho se encuentra con su servicio actual? Para realizar algún tipo de COMUNICACIÓN \*

1      2      3      4      5

Muy Insatisfecho      ○      ○      ○      ○      ○      Satisfecho

**Figura 2.5** Ejemplo de aplicación de escala Likert en el diseño de la herramienta de medición para el análisis de Accesibilidad de Internet

### 2.8.2 CUESTIONARIO

Además de las escalas Likert, otro de los instrumentos de recolección de información que se usará en este estudio es el cuestionario. La mayoría de los ítems elaborados a partir de las variables de medición se las aplicará en forma de cuestionario.

El cuestionario es un instrumento de recolección de información que consiste en un conjunto de preguntas relacionadas a una situación, evento o tema en específico; y que han sido diseñadas con el fin de obtener la información necesaria (variables a medir) requerida por el investigador[52], [53]. Un cuestionario se lo puede realizar de manera no verbal y al momento de su aplicación no es necesario la presencia del investigador.

La realización correcta de un cuestionario requiere seguir un conjunto de criterios de diseño, para de esta manera obtener un proceso de recopilación de datos que sea uniforme y estandarizado. En el caso de que un cuestionario esté incorrectamente diseñado la información que se obtendrá del mismo será incompleta, con datos imprecisos y los resultados que se generarán del estudio resultante no serán confiables[52].

### **2.8.2.1 Metodología de elaboración de cuestionarios**

Al empezar a diseñar un cuestionario para la investigación se deben tener en cuenta ciertas consideraciones [52]:

- Se debe considerar las características o naturaleza de las personas que responderán o se les aplicará el cuestionario.
- El medio por el cual el instrumento de recolección de información será aplicado, por ejemplo, Internet, correo, directo.
- Las características o naturaleza de la información que se quiere obtener, por ejemplo, que cantidad y complejidad deberá tener la información conseguida por el cuestionario.

Si bien todos los ítems que conforman el cuestionario siguen las siguientes consideraciones mencionadas, a continuación, se presenta uno como ejemplo en donde se explican estas.

*¿Ha participado usted previamente en una en una evaluación acerca de la Accesibilidad de Internet en el Ecuador o temas relacionados a Tecnologías de Información y Comunicación (TIC)?*

El ejemplo anterior toma en cuenta la primera consideración al especificar que la evaluación sea en Ecuador. Si bien no se encuentra implícito en este ejemplo el medio de aplicación será aplicado vía Internet. Y para la última consideración se requiere obtener una respuesta de afirmación o negación (respuesta simple), que se transformará en un tipo de información cuantitativa, una vez que se realice el análisis estadístico.

### 2.8.2.1.1 Tipos de preguntas en un cuestionario

Un cuestionario, como se mencionó anteriormente, es un conjunto de preguntas, y que pueden ser principalmente de tipo: abiertas, cerradas y de respuesta a escala.

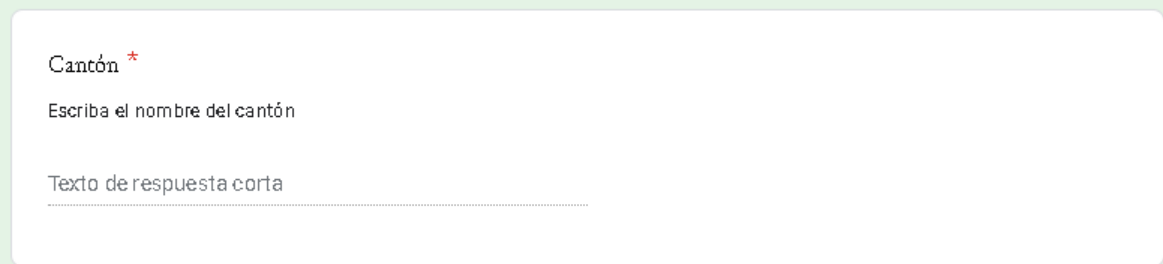
**Preguntas abiertas:** Son las que permiten a una persona dar una respuesta con mayor libertad, es decir, con sus propias palabras. Al momento de responder una persona no está delimitado a alternativas de respuesta [52].

Entre las ventajas que tiene el tipo de preguntas abiertas está, que las personas mediante su respuesta muestran reacción general ante cierto aspecto o rasgo determinado. Otra ventaja es, que este tipo de preguntas generan respuestas con información abundante o profunda. Además, pueden dar nuevas posibilidades de respuesta que no se encuentran en las preguntas de tipo cerrado. Son muy útiles cuando no se tiene información (o es insuficiente) sobre posibles respuestas ante determinada pregunta[53].

Las desventajas que tienen radican principalmente en la tabulación de resultados, y dependiendo del caso se puede dificultar el tratamiento estadístico como interpretar las frecuencias de respuesta y patrones de datos.

Para este desarrollo, se trató de evitar ítems con el tipo de pregunta abierta, debido a las desventajas ya mencionadas. Sin embargo, debido a la gran variación de ubicaciones geográficas del que se encuentre el participante y por ende gran cantidad de opciones de respuesta, se requirió del uso de preguntas abiertas. Más en específico en los ítems para obtener información acerca de la ubicación del cantón y parroquia (ver Figura 2.6). Ejemplo:

Pregunta abierta: *¿En qué lugar reside actualmente?*



Cantón \*

Escriba el nombre del cantón

Texto de respuesta corta

.....

**Figura 2.6** Ejemplo de pregunta abierta en el diseño de la herramienta de recolección de información (cuestionario) para el análisis de Accesibilidad de Internet

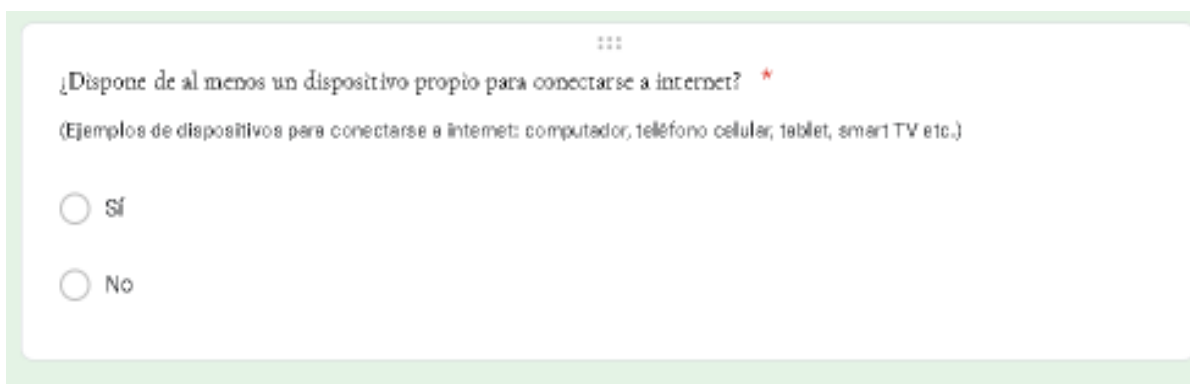
**Preguntas cerradas:** Son un tipo de pregunta que constan de un listado de opciones o categorías previamente delimitado, en las que la persona puede escoger una de estas como respuesta.

Las preguntas cerradas pueden constar de dos modalidades, dicotómicas en la que sus respuestas se limitan a dos posibilidades (sí, no o verdadero-falso); otra modalidad son las de selección múltiple o politómicas, en la que el entrevistado escoge la alternativa que exprese su opinión de la lista de opciones, en ciertos casos se puede escoger como respuesta más de una opción dependiendo de cómo haya sido diseñada la pregunta [94].

Cabe recalcar que al elaborar preguntas cerradas se puede presentar un error de medición, ya que es muy probable que se omitan muchas posibilidades de respuesta, debido a que las alternativas de respuesta disponibles se encuentran como opciones extremas en muchos de los casos. Por otra parte, entre las desventajas que presenta una pregunta cerrada de opción múltiple están, un mayor tiempo de elaboración por pregunta; y la generación de una gran variedad de opciones de respuesta, en las que puede o no incluirse la opción deseada por la persona que responde[52].

Cuando se diseña preguntas cerradas, se requiere anticipar las posibilidades (alternativas) de respuesta, y asegurar que los participantes conozcan y comprendan las opciones de respuesta.

En el desarrollo de esta herramienta con respecto al análisis de la Accesibilidad del Internet, la gran mayoría de ítems fue diseñado como preguntas cerradas. A continuación, se muestra un ejemplo en la Figura 2.7.

The image shows a screenshot of a survey question within a light green bordered box. At the top center, there are three dots (⋮). The question text is "¿Dispone de al menos un dispositivo propio para conectarse a internet? \*", where the asterisk indicates a required question. Below the question, there is a subtext in parentheses: "(Ejemplos de dispositivos para conectarse a internet: computador, teléfono celular, tablet, smart TV etc.)". At the bottom, there are two radio button options: "Sí" and "No".

**Figura 2.7** Ejemplo de pregunta cerrada en el diseño de la herramienta de recolección de información (cuestionario) para el análisis de Accesibilidad de Internet

**Preguntas de respuesta a escala:** Son preguntas que en el mayor de sus casos tienen la finalidad de medir la intensidad respecto a una variable o rasgo. Son usadas más comúnmente en el instrumento de recolección de escala de medición de opiniones y actitudes[53].

Para el diseño de esta herramienta de análisis de Accesibilidad de Internet, además de contar con los dos tipos de preguntas anteriores, en ciertos casos resulta más conveniente aplicar preguntas con respuestas a escala, como se indicó anteriormente en la parte correspondiente a *escalas para medir actitudes y opiniones*, en donde además se presentó un ejemplo para este desarrollo.

#### *2.8.2.1.2 Características de las preguntas en un cuestionario*

Una vez escogido los tipos de preguntas que contendrá el cuestionario se deben seguir las siguientes consideraciones durante su redacción[52], [53]:

- Las preguntas tienen que ser lo suficientemente claras, concisas y comprensibles para las personas que las responderán, evitando así confusiones. Además, se debe procurar que las preguntas no requieran de demasiado esfuerzo para ser respondidas.
- Se debe evitar elaborar preguntas que presenten una tendencia de respuesta, es decir que la persona que responda no debe inclinarse a una opción de respuesta con solo leer la pregunta.
- Se debe incluir solo las preguntas que estén directamente relacionadas a la investigación o sus variables de medición.
- Para cada una de las variables que se desee medir en la investigación, se deberán realizar en preguntas específicas. En otras palabras, se debe evitar incluir en una sola pregunta dos o más variables de medición.
- Se debe evitar suposiciones y situaciones hipotéticas.
- Adicionalmente, es recomendable que, durante la elaboración del cuestionario, se analice de una por una las variables a medir, para consecuentemente determinar el tipo de pregunta que resultará más válido y confiable de acuerdo a la situación del estudio.

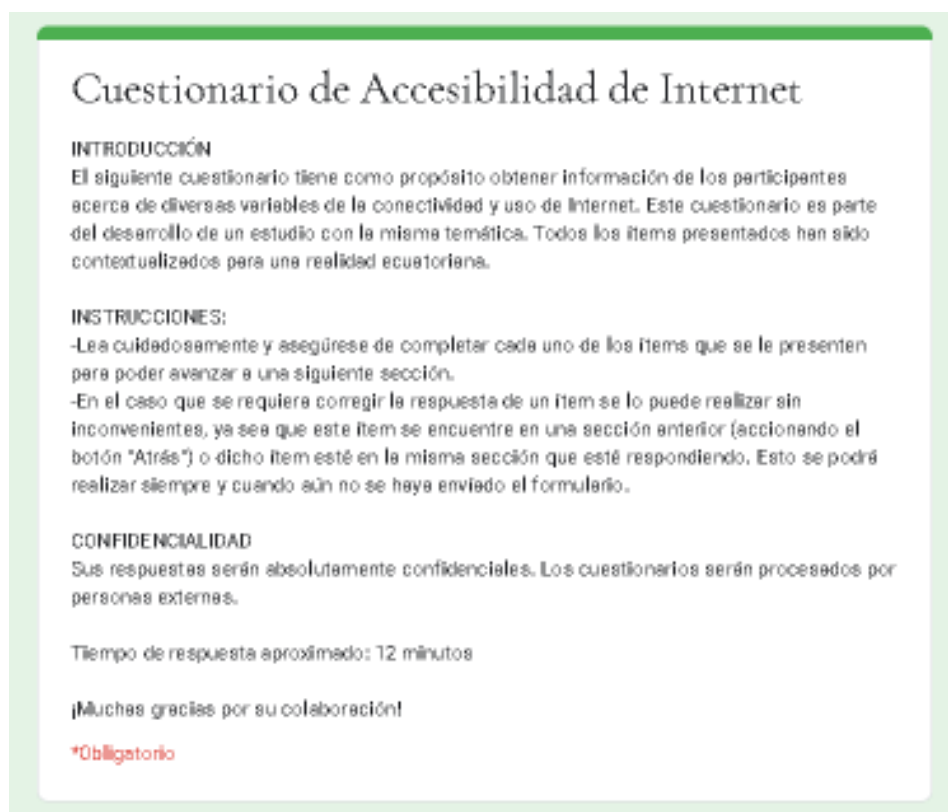
Para este caso de desarrollo de un cuestionario con respecto al análisis de la Accesibilidad Internet en Ecuador, se tomó en cuenta todas estas consideraciones para elaborar todos los ítems o preguntas que están comprendidos en este. Estos ítems fueron desarrollados a partir de cada variable de medición.

#### *2.8.2.1.3 Estructura del cuestionario y orden de sus preguntas*

Un cuestionario debe iniciar con una introducción, la cual debe incluir principalmente: un propósito general del estudio, tiempo de respuesta aproximado, las instrucciones acerca

de cómo se responderán los diferentes tipos de preguntas, agradecimiento, cláusula de confidencialidad del manejo de la información, entre otras consideraciones [53].

A continuación, se muestra el fragmento de la introducción correspondiente al cuestionario elaborado para la temática de este proyecto (ver Figura 2.8), en el que se siguieron todas las consideraciones mencionadas en el anterior párrafo.



The image shows a screenshot of a questionnaire introduction page. The title is 'Cuestionario de Accesibilidad de Internet'. Below the title, there are sections for 'INTRODUCCIÓN', 'INSTRUCCIONES:', and 'CONFIDENCIALIDAD'. The text is in Spanish and provides information about the study's purpose, instructions for completion, and confidentiality. At the bottom, there is a thank you message and a red asterisk indicating that the questionnaire is mandatory.

**Cuestionario de Accesibilidad de Internet**

**INTRODUCCIÓN**  
El siguiente cuestionario tiene como propósito obtener información de los participantes acerca de diversas variables de la conectividad y uso de Internet. Este cuestionario es parte del desarrollo de un estudio con la misma temática. Todos los ítems presentados han sido contextualizados para una realidad ecuatoriana.

**INSTRUCCIONES:**  
-Lea cuidadosamente y asegúrese de completar cada uno de los ítems que se le presenten para poder avanzar a una siguiente sección.  
-En el caso que se requiera corregir la respuesta de un ítem se lo puede realizar sin inconvenientes, ya sea que este ítem se encuentre en una sección anterior (accionando el botón "Atrás") o dicho ítem esté en la misma sección que esté respondiendo. Esto se podrá realizar siempre y cuando aún no se haya enviado el formulario.

**CONFIDENCIALIDAD**  
Sus respuestas serán absolutamente confidenciales. Los cuestionarios serán procesados por personas externas.

Tiempo de respuesta aproximado: 12 minutos

¡Muchas gracias por su colaboración!

**\*Obligatorio**

**Figura 2.8** Ejemplo de introducción en la herramienta de recolección de información elaborada

Además, en un cuestionario es importante obtener información que permita clasificar e identificar a los respondientes como integrante de una parte de la muestra de estudio, esta información incluye: nombres del respondiente (en caso de no ser anónimo), información acerca de características demográficas o económicas.

En el cuestionario de Accesibilidad a Internet que se ha elaborado, si bien no se ha requerido del nombre del participante, si presenta ítems correspondientes a obtener características demográficas como las de ubicación geográfica y grupo etario (edad), como se muestra en la Figura 2.9.



Grupo etario

¿Cuál es su edad? \*

Menor a 18 años

18 años a 24 años

25 años a 34 años

35 años a 44 años

45 años a 54 años

Más de 65 años

**Figura 2.9** Ejemplo de ítems de obtención de información demográfica en el cuestionario elaborado

Para colocar las preguntas previamente elaboradas en el cuestionario se recomienda:

- Empezar con las preguntas más sencillas y de mayor interés para los participantes.
- Enunciar primero las preguntas más generales.
- En la parte intermedia del cuestionario se debe tratar de ubicar a las preguntas con un mayor grado de complejidad para ser respondidas.
- Para lograr una mayor concentración en un solo tema en los participantes, es recomendable agrupar o clasificar las preguntas de acuerdo con los temas o subtemas que tengan mayor relación entre sí [52].

No está demás mencionar, que se han seguido todas las recomendaciones anteriores con respecto al orden y clasificación de preguntas en el cuestionario elaborado de Accesibilidad de Internet.

#### 2.8.2.1.4 Codificación de respuestas

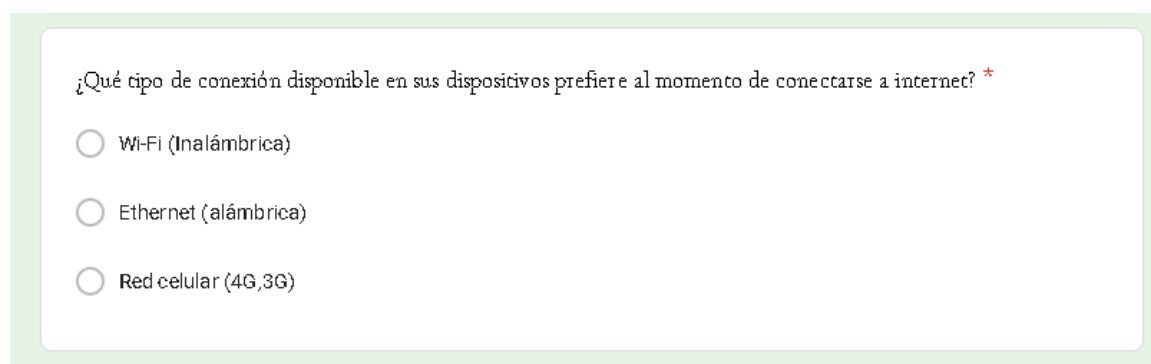
Codificar significa asignar un número o símbolo que represente (identifique) a cada una de las opciones de respuesta en cada ítem de la herramienta de medición. La codificación de respuestas es de utilidad en los análisis cuantitativos[53], ya que los software requieren de valores numéricos para poder procesar las respuestas del cuestionario, y así obtener los resultados según sea el caso.

Para el caso de las preguntas cerradas el proceso de codificación se encontrará de manera implícita en el análisis estadístico de resultados mediante software. Por el contrario, las preguntas abiertas no requerirán ser codificadas, ya que no se las usará utilidad en los análisis estadísticos por software.

#### 2.8.2.1.5 Nivel de medición de los ítems

Durante la elaboración de un cuestionario es importante considerar los niveles de medición de las variables o ítems que conforman la herramienta de recolección de información. El establecer niveles de medición en los ítems ayudará a escoger la forma de codificación más adecuada para el posterior análisis estadístico[53]. En investigación existen cuatro niveles de básicos de medición: nominal, ordinal, de intervalos y de proporción o razón[52]. Los ítems que conforman este cuestionario tendrán tres de los cuatro niveles de medición mencionados, los cuales se explican y ejemplifican a continuación. Además, cabe aclarar que estos niveles de medición son usados exclusivamente en las preguntas de tipo cerrado.

**Nivel de medición nominal:** Para este caso, las categorías de respuesta a un ítem no tienen orden ni jerarquía. Las diferentes categorías que componen los ítems solo indican las diferencias en la variable, y ninguna categoría implicará una mayor o menor categoría que otra. En otras palabras, no hay orden de mayor o menor en las categorías de respuesta [53]. A continuación, en la Figura 2.10 se muestra un ítem que compone el cuestionario de Accesibilidad a Internet, cuyas categorías de respuesta presenta un nivel de medición nominal.



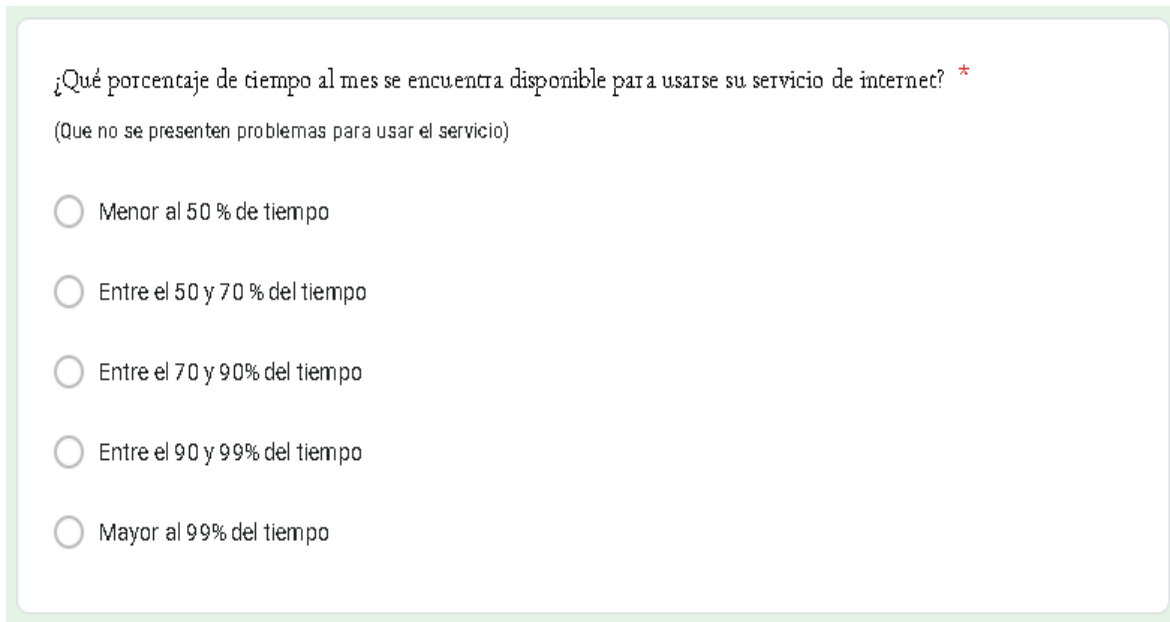
¿Qué tipo de conexión disponible en sus dispositivos prefiere al momento de conectarse a internet? \*

- Wi-Fi (Inalámbrica)
- Ethernet (alámbrica)
- Red celular (4G,3G)

**Figura 2.10** Ejemplo de ítem con nivel de medición nominal

**Nivel de medición ordinal:** Para este nivel de medición, las categorías de respuesta que conforman el ítem mantienen un determinado orden de mayor o menor. A pesar de que las categorías que componen el ítem indiquen una jerarquía, en muchos casos estas pueden

no estar ubicadas en intervalos iguales[53]. En el siguiente ejemplo en la Figura 2.11, se muestra un ítem del presente cuestionario con un nivel de medición ordinal.



¿Qué porcentaje de tiempo al mes se encuentra disponible para usarse su servicio de internet? \*

(Que no se presenten problemas para usar el servicio)

Menor al 50 % de tiempo

Entre el 50 y 70 % del tiempo

Entre el 70 y 90% del tiempo

Entre el 90 y 99% del tiempo

Mayor al 99% del tiempo

**Figura 2.11** Ejemplo de ítem con nivel de medición ordinal

**Nivel de medición por intervalos:** En este tipo de nivel de medición además de existir una jerarquía entre intervalos, estas se encuentran establecidas de acuerdo con intervalos o rangos iguales de medición [53]. Como ejemplo principal de este nivel de medición, se encuentran las respuestas de tipo escala de actitud o Likert, las cuales ya fueron presentadas y mostradas anteriormente.

#### 2.8.2.1.6 Consideraciones adicionales para la aplicación de un cuestionario

- En ciertos casos, parte de los participantes a los que se va a aplicar el cuestionario es analfabeta, esto puede deberse a la carencia de formación educativa, o que son niños que no saben leer o aún no dominan la lectura. Para estas situaciones, puede resultar convenientes cuestionarios gráficos, en los cuales sus opciones de respuesta incluyen figuras para ilustrar las alternativas de respuesta.
- El término autoadministrado en la aplicación de un cuestionario se refiere a cuando este es respondido directamente por el participante, sin ningún tipo de intermediario.
- En los casos donde los participantes tengan un nivel básico de lectura, resulta conveniente aplicar el cuestionario en grupos y brindándoles asesoría.

- Si en algún caso las preguntas pertenecientes al cuestionario resultan muy complejas de responder, se puede incluir un manual de instrucciones el cual se explica cómo responder a las preguntas del cuestionario [53].

Para este caso de diseño de la herramienta de recolección de información acerca del análisis de Accesibilidad, su aplicación es por medio de Internet mediante la herramienta *Google Forms*.

Para las preguntas en que el participante puede llegar a tener problemas en su interpretación y por ende su respuesta, se ha añadido una descripción explicativa de acuerdo con el ítem en el que puede llegar a presentarse alguna dificultad. Por ejemplo, un ítem en donde se hace una aclaración de a que se refiere con el término suscriptor, esto se muestra en la Figura 2.12.

¿Es usted el suscriptor del servicio de acceso a Internet fijo en su hogar? \*

(Suscriptor es la persona que contrató y paga por el servicio) ← Descripción explicativa

Sí

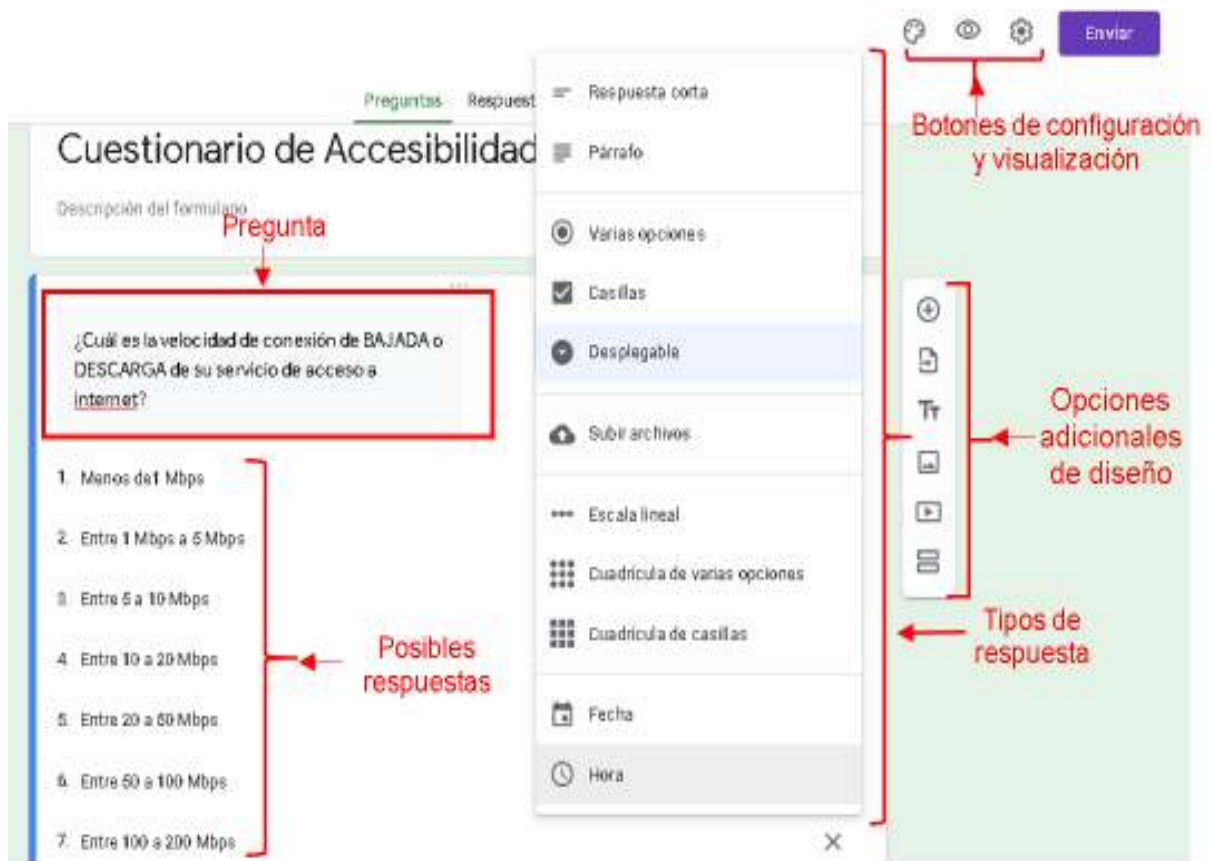
No

**Figura 2.12** Ejemplo de ítem elaborado en Google Forms, en el que se ha tomado en cuenta las consideraciones adicionales mencionadas

### 2.8.3 GOOGLE FORMS PARA LA ELABORACIÓN DEL INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Después de seleccionar la herramienta de medición, en este caso el cuestionario (incluyendo escalas Likert), este se procede a realizarlo en *Google Forms*, el cual se explica a continuación.

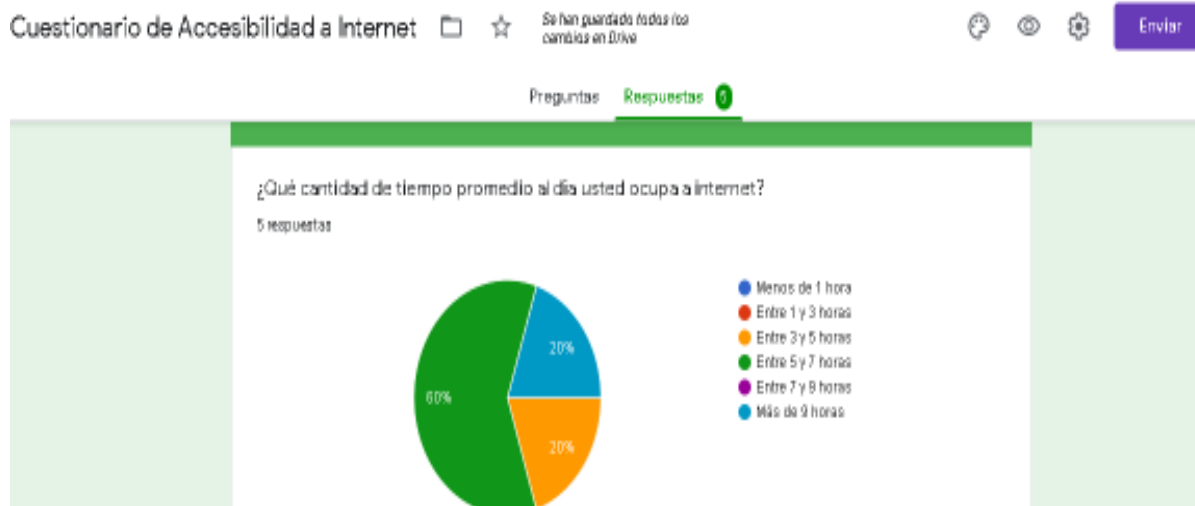
*Google Forms* es una aplicación web para el diseño de cuestionarios, con una interfaz de programación de aplicaciones (API) amigable y fácil de utilizar (ver Figura 2.13). Esta herramienta consiste principalmente en ingresar una serie de preguntas y respuestas, cuyo tipo pueden variar[95].



**Figura 2.13** Ejemplo de aplicación en Google Forms de ítem elaborado y visualización de su interfaz

Los tipos de respuesta que presenta esta aplicación web son: respuestas cortas, párrafo, varias opciones, casillas (de verificación), desplegables, escala lineal, subir archivos desde el dispositivo del participante, escala lineal (Likert), cuadrícula de varias opciones y cuadrícula de casillas. Añadiendo a lo anterior, Google Forms compila las respuestas de los participantes y las presenta de manera estadística en una sección llamada *Respuestas* (ver Figura 2.14), o también las puede compilar en una hoja de cálculo para su posterior análisis y de acuerdo con la conveniencia del diseñador o investigador.

Debido a que muchos de los ítems que componen el cuestionario son condicionales, es decir, dependen de la respuesta de un ítem anterior para tener acceso a la sección donde se encuentra el ítem, se han usado ciertas funciones de *Google Forms* las cuáles permiten ejecutar lo antes mencionado. Para visualizar la estructura y flujo de aparición de todos los ítems (incluidos los ítems condicionales) en la plataforma de *Google Forms*, se ha elaborado un diagrama de flujo del cuestionario inicial con respecto a las variables, el cual se lo puede visualizar en el Anexo C.



**Figura 2.14** Interfaz de respuestas Google Forms

#### 2.8.4 EVALUACIÓN PREVIA DEL CUESTIONARIO

Como parte del procedimiento metodológico aplicado, el cuestionario requiere una evaluación previa para comprobar que este cumpla con los criterios de validez y confiabilidad. Para alcanzar una correcta evaluación se requiere que la herramienta de recolección de datos se someta al juicio de especialistas o expertos en el tema de estudio, por medio del cual se reciben sus observaciones y correcciones acerca del cuestionario inicial, para posteriormente recibir su aprobación. Algunos autores designan a este proceso como validez de expertos [53].

Para el caso de este estudio se realizó la evaluación de contenidos del cuestionario desde el punto de vista del sector de estudio, a través de cinco expertos. Tres expertos correspondientes al área de telecomunicaciones y dos expertos pertenecientes al área de estudios organizacionales y del desarrollo humano. Con su ayuda se determinó la pertinencia y comprensión de las preguntas acerca de la Accesibilidad de Internet con un enfoque en la realidad ecuatoriana. Además, se recibió comentarios y sugerencias acerca de la estructura y contenido del cuestionario.

#### 2.8.5 ELABORACIÓN DE CUESTIONARIO PARA APLICACIÓN

Una vez recibidas todas las observaciones y recomendaciones de los expertos, el siguiente paso es elaborar un cuestionario para ilustrar una aplicación y posterior validación. Para elaborar este cuestionario de aplicación se hicieron, modificaciones y correcciones en base a algunos criterios de los especialistas. Los comentarios y sugerencias de los especialistas, que fueron considerados (y los no considerados) para elaborar el cuestionario final, se pueden revisar en el Anexo D.

Además de las modificaciones al cuestionario inicial por lo antes mencionado, se hicieron ciertos cambios tomando en cuenta otras consideraciones que afectan la aplicación de la herramienta, principalmente en lo que respecta a la selección de la muestra, lo cual será explicado más adelante.

Entre las acciones más importantes que se tomaron para el paso del cuestionario inicial al cuestionario de aplicación fue la eliminación de ciertos ítems que fueron sugerencias de los expertos, y debido a que se vio la necesidad de retirarlos por la forma de aplicación de la herramienta (plataforma web) y selección de la muestra.

La Tabla 2.3 muestra la diferencia del número de ítems entre el cuestionario inicial y el cuestionario final, clasificándolos con respecto a la cantidad de ítems que contienen cada factor. Además, se detalla cuales variables fueron eliminadas

**Tabla 2.3** Reducción de ítems para cuestionario final de aplicación

<b>Factor</b>	<b>Número de ítems del cuestionario inicial</b>	<b>Variables (ítems) eliminadas</b>	<b>Número de ítems cuestionario aplicado</b>
Datos demográficos	7 ítems	**Ninguna**	7 ítems
Usos de Internet	14 ítems	-Usuario de Internet -Acceso previo a Internet	12 ítems
Dispositivos de conexión a Internet	9 ítems	**Ninguna**	9 ítems
Conectividad a Internet (fijo) en el hogar	22 ítems	**Ninguna**	22 ítems
Conectividad a Internet en lugares públicos	10 ítems	-Existencia de infocentros -Asistencia a infocentros -Frecuencia de asistencia a infocentros -Frecuencia de uso de Internet en infocentros	6 ítems

<b>Factor</b>	<b>Número de ítems del cuestionario inicial</b>	<b>Variables (ítems) eliminadas</b>	<b>Número de ítems cuestionario aplicado</b>
Conectividad a Internet móvil	9 ítems	**Ninguna**	9 ítems
Conectividad a Internet establecimiento educativo	7 ítems	-Estudiante -Asistencia a Establecimiento educativo	2 ítems
Conectividad a Internet establecimiento educativo	7 ítems	-Existencia de servicios de Internet en el establecimiento educativo -Acceso a Internet en establecimiento educativo con dispositivos propios. -Dispositivos disponibles al público con acceso a Internet en el establecimiento educativo	2 ítems
Conectividad a Internet en empresa	5 ítems	**Ninguna**	5 ítems
<b>Total</b>	<b>83 ítems</b>	<b>11 ítems</b>	<b>72 ítems</b>

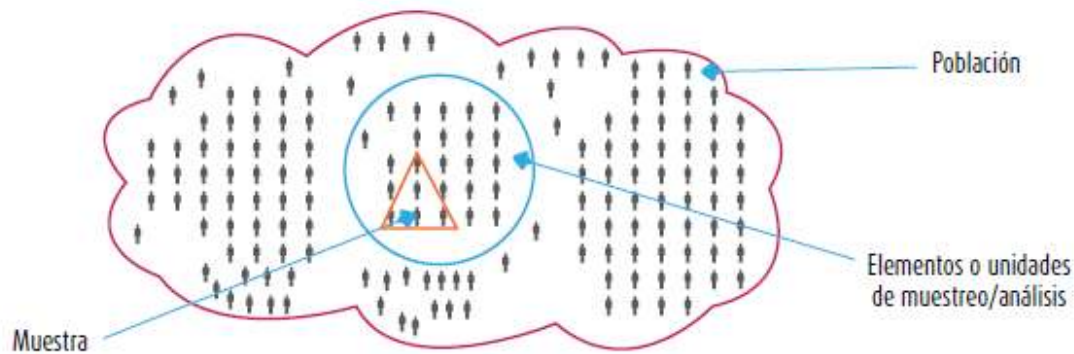
El diagrama de flujo del cuestionario implementado con respecto a las variables (proceso que sigue al aplicarlo en *Google Forms*), se puede ver en el Anexo E.

## **2.9 SELECCIÓN DE MUESTRA**

Una vez obtenido el cuestionario revisado por expertos, se requiere determinar a qué personas será aplicado. Este paso de la presente metodología se lo denomina selección de la muestra. Una muestra se define como una parte o un subgrupo de la población de la que se obtienen los datos para el desarrollo del estudio [53]. Sobre esta muestra se efectuará la medición (aplicación de la herramienta de recolección de información), y se observarán las variables del objeto de investigación [52].



Por otra parte, la *población*, es un conjunto de individuos o elementos con características similares y de los cuales se quiere realizar una deducción [53]. En la Figura 2.15 se muestra una representación gráfica de los términos mencionados anteriormente. Para este caso de estudio la población vendría a ser los habitantes del país Ecuador.



**Figura 2.15** Representación de una muestra [53]

Para seleccionar una muestra, es decir determinar el tamaño y escoger los elementos que la conforman (unidades de muestreo), se utilizan los llamados *métodos de muestreo*. Estos métodos de manera general se clasifican en probabilísticos y no probabilísticos[52], y que a la vez se clasifican más específicamente en métodos existentes dentro de estas dos categorías principales.

La muestra obtenida por un método probabilístico tiene las siguientes características:

- Todo elemento que conforma la población tiene la misma oportunidad de ser escogido para dicha muestra.
- Se determina su tamaño por análisis matemáticos.
- Se selecciona sus elementos de manera aleatoria o de acuerdo con las especificaciones del método en específico escogido (dependen de la probabilidad).
- Es representativa del total de una población y sus resultados obtenidos a partir de esta se los puede generalizar.
- Se puede medir el tamaño de error en sus predicciones[53].

Por otro lado, una muestra no probabilística tiene las siguientes características:

- También se la conoce como muestra dirigida.
- La selección de los elementos que conforman este tipo de muestras no dependerá de la probabilidad.
- La selección de los elementos de la muestra se realiza en base a criterios establecidos, o características de la investigación.

- Su procedimiento no es mecánico o basado en teoría de la probabilidad.
- La muestra obtenida no garantiza representatividad del total de la población, por lo que se debe evitar generalizar los resultados de los estudios realizados con este tipo de muestras [53], [94].

Para este estudio y modelo desarrollado si bien resultaría de mayor representatividad, aplicar la herramienta de recolección de información a una muestra probabilística, existen muchas dificultades para esto al momento en el que se está elaborando este proyecto. Además, se debe considerar que al ser una población tan grande la de estudio, ya que toda persona cumple con las especificaciones para ser parte de esta (persona que accede a Internet).

Entre las dificultades presentes para este tipo de muestra están: un mayor presupuesto para la aplicación del modelo, diferentes medios de aplicación de la herramienta además de la aplicación por vía Internet (por ejemplo, presencial), número elevado de personas a las que se debe aplicar la herramienta, acceso a la población de ciertas zonas específicas del país. A esto se le suma la situación actual por la emergencia sanitaria que se atraviesa por la pandemia del COVID-19, que dificulta aún más todo lo anteriormente mencionado.

Añadiendo a lo anterior, en base a los objetivos del trabajo de titulación, los cuales señalan que la herramienta de recolección de información será aplicada a una muestra determinada de la población ecuatoriana. Es decir, lo que se busca es ilustrar cómo se aplica la herramienta, más que obtener resultados representativos para el total de la población a través de esta.

Por todo lo mencionado y en base a las recomendaciones de los asesores del presente proyecto (incluyendo al director), se ha optado por escoger un *método de muestreo no probabilístico*, que resulta igualmente válido para el desarrollo del estudio. Sin embargo, en el Anexo F se presenta el procedimiento para obtener una muestra probabilística (tamaño muestral) y cómo se la debería aplicar, para el caso en que existan personas interesadas en dicho desarrollo o que tomen este trabajo de titulación como referencia para futuros estudios similares.

### **2.9.1 DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD MUESTRAL**

Entre las diferentes técnicas de muestreo no probabilístico la escogida fue la de *muestreo por conveniencia*, tomando además como referencia ciertas pautas que son necesarias para el análisis factorial (MIRT) de las variables. Una muestra por conveniencia está conformada por los casos disponibles a los que se tiene acceso[53].

Para el caso de este estudio se han considerado como elementos o unidades de la muestra a estudiantes de pregrado de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (FIEE) de la Escuela Politécnica Nacional. Gracias a la colaboración del Decano de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, así como a la Asociación de Estudiantes de Ingeniería Electrónica (AEIE), los cuales ayudaron a la difusión del enlace web de acceso al cuestionario, por medio de correo electrónico y publicación en redes sociales respectivamente. Con estas colaboraciones se logró que cuestionario de Accesibilidad de Internet tenga un mayor alcance y así pueda ser respondido por los miembros de la FIEE.

Los elementos de esta muestra (estudiantes de la FIEE de la EPN) pertenecen a diversas cantones y provincias del Ecuador. Sin embargo, en su mayoría, los estudiantes de la EPN son de la sierra, por lo que existe una concentración de participantes pertenecientes a esta región. Dependiendo de otros factores además del de lugar residencia del participante, se pueden presentar diferentes realidades con respecto al tema de Accesibilidad a Internet, por lo que la obtención de información es heterogénea para ciertas variables. La Tabla 2.4 presenta las características de los elementos de la muestra a ser considerados para aplicar la herramienta de medición.

**Tabla 2.4** Descripción de la unidad muestral considerada para la aplicación de la herramienta de medición

<b>Tipo de institución a la que pertenece</b>	<b>Miembro de la institución</b>	<b>Facultad</b>	<b>Género</b>	<b>Edad</b>
Educación Superior (Escuela Politécnica Nacional)	Estudiantes (Pregrado)	Ingeniería Eléctrica y Electrónica	Masculino	Mayores de 18 años
			Femenino	

### 2.9.2 TAMAÑO DE LA MUESTRA

Para el análisis factorial estadístico que se aplicará a la información de las variables obtenidas mediante la aplicación de la herramienta de medición, no existe una norma o criterio definitivo sobre el tamaño que se necesita de la muestra. No obstante, algunos autores estiman que es suficiente una muestra mínima de dos o tres veces el número de ítems (o variables) ( $N=2k$  ó  $N=3k$  donde  $k$  es el número ítems o variables), siempre y

cuando el número de participantes no sea demasiado inferior a 200. Además, señalan un tamaño muestral mínimo de 50 casos y sugerido más de 200 casos [96].

**Tabla 2.5** Cálculo de muestra mínima para realizar análisis estadístico factorial

Número de ítems de la herramienta de medición	Cálculo de la muestra 2k	Cálculo de la muestra 3k
$k = 81$	$N \geq 2k = 2 * 72$ $N \geq 144$	$N \geq 3k = 3 * 72$ $N \geq 216$

En la Tabla 2.5 se observa que para el cuestionario realizado el número sugerido de participantes es mayor o igual a 144, cuando se considera una muestra mínima de dos veces el número de ítems (considerando el cuestionario para aplicación), y mayor o igual a 216 participantes, cuando se considera una muestra mínima de tres veces el número de ítems. Considerando a este último valor, se ha propuesto que el número de participantes sea mayor a 216 para aplicación del cuestionario de Accesibilidad a Internet desarrollado.

## 2.10 ANÁLISIS DE DATOS OBTENIDOS

Esta parte del desarrollo de la metodología consiste en procesar los datos obtenidos (información de las variables) a través de la herramienta de recolección de información, con las cuales se realizará análisis con el fin de generar resultados [52]. Estos análisis por lo general se los realiza por medio de software estadístico, como los explicados en el capítulo 1. Los análisis estadístico que se pueden efectuar para los datos obtenidos principalmente se clasifica en: análisis estadístico descriptivo y análisis estadístico inferencial[53].

La estadística descriptiva, como su nombre lo indica describe los datos, valores o puntuaciones que se obtuvo en cada variable, por ejemplo: distribución de frecuencias por medio de histogramas, gráficas circulares, de barras, promedios, etc. [53] Para este tipo de análisis y debido a que la aplicación del cuestionario fue por medio de *Google Forms*, no será necesario el uso de un software adicional, ya que esta plataforma muestra automáticamente los resultados de la información en forma de la estadística mencionada.

Por otra parte, la estadística inferencial, más específicamente en lo que se refiere a análisis factorial para este estudio, agrupa una serie de procedimientos de análisis multivariable, en los cuales se analiza la relación mutua entre variables en términos de factores [53]. El tipo de análisis factorial escogido para este proyecto es el MIRT (*Multidimensional Item*

*Response Theory*), y el software seleccionado para realizar dicho análisis será *R Studio* (lenguaje de programación R), los cuales se explican a continuación.

### 2.10.1 SELECCIÓN DE SOFTWARE PARA ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Entre todas las opciones mencionadas en el capítulo 1 para análisis estadístico, se ha escogido al lenguaje de programación R, con el entorno de desarrollo integrado (IDE) *RStudio*. Esta elección se debe a que R posee una gran variedad de paquetes con funciones incluidas ya creadas específicamente para análisis factoriales del tipo IRT, como por ejemplo el paquete “*mirt: Multidimensional Item Response Theory*” (paquete usado para el estudio). A esto se le suma que la mayoría del resto de software para análisis estadísticos mencionados, carecen de funciones específicas para realizar análisis factorial de este tipo, por lo que en caso de seleccionarlos se podrían complicar dichos análisis. En la Tabla 2.6 se presenta una comparación de los paquetes de software estadístico revisados, con respecto a los aspectos que se consideraron más convenientes para su uso en este proyecto.

**Tabla 2.6** Aspectos a comparar para la selección de software de análisis estadístico

	<b>R</b>	<b>Minitab</b>	<b>SPSS</b>	<b>Microsoft Excel</b>
Permite la representación de estadística descriptiva (gráficos)	Sí	Sí	Sí	Sí
Existen libros o manuales detallados para la realización de análisis específicos (por ejemplo, análisis factorial).	Sí	Sí	Sí	Sí
Software gratuito	Sí	No	No	No
Permite instalación de paquetes con funciones adicionales descargados de internet	Sí	No	No	No
Existen funciones para análisis IRT	Sí	No	No	No
Requiere estrictamente conocimientos de programación	Sí	No	No	No

Por otra parte, se ha escogido como *IDE* de desarrollo a *RStudio* debido a que posee ciertas ventajas en comparación a otros *IDE* de R. Entre estas ventajas están: la facilidad de escribir y visualizar líneas de código, interacción con los objetos almacenados en el

entorno, mejores opciones para visualizar las gráficas generadas, además que es el IDE más popular para trabajar con lenguaje R hoy en día. Entre otra de las consideraciones para escoger *R* y *RStudio* como herramientas para el análisis estadístico factorial, es que son software libre y completamente gratuitos, a diferencia del resto de software de análisis estadísticos mencionados en el capítulo 1, los cuales requieren de una licencia para su uso.

### **2.10.2 IRT (TEORÍA DE RESPUESTA AL ÍTEM)**

IRT (*Item Response Theory*) son un conjunto de modelos matemáticos que se usan para describir la relación entre un concepto latente (atributos o características que no se pueden medir directamente) y la probabilidad de responder a una categoría de respuesta específica en un ítem[97], [98]. Para este caso, los conceptos latentes corresponden a las mediciones de los factores obtenidos del constructo de “conectividad y uso”.

Los modelos IRT existen para ítems con respuestas dicotómicas (2 opciones de respuestas) y respuestas politómicas (opción múltiple de respuesta). En el presente estudio debido a que la mayoría de ítems del cuestionario poseen más de 2 respuestas, es decir son de opción múltiple, se ha escogido un modelo IRT politómico.

Para la aplicación correcta de un modelo IRT se deben tener en cuenta tres consideraciones:

- La dimensionalidad, la cual es el número de conceptos latentes, factores o constructos que se presentarán en el modelo.
- La independencia local, que implica que el número de factores (o dimensiones) determinados en el modelo de estudio son suficientes para explicar todas las asociaciones entre los ítems y respuestas[97].
- La independencia experimental, que consiste en que las respuestas a un ítem dadas por un participante deben ser totalmente independientes de las respuestas dadas por otro participante[98].

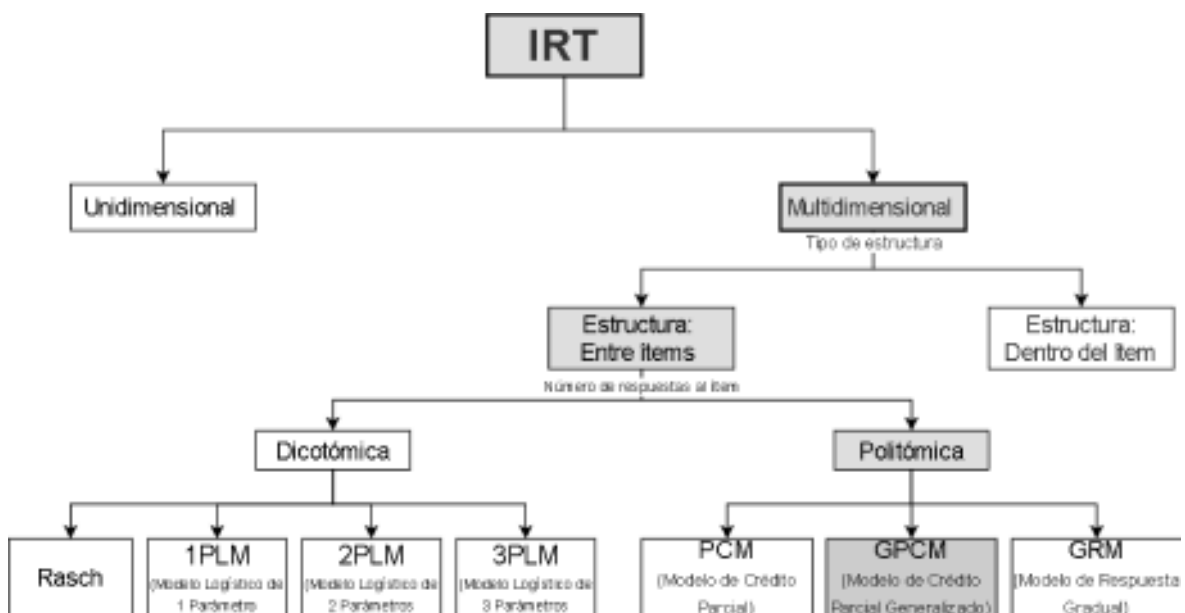
#### **2.10.2.1 MIRT (Teoría de Respuesta al Ítem Multidimensional)**

Los modelos IRT multidimensionales son aquellos en los que se asume que más de un concepto latente o factor está presente en la colección total de respuestas a los ítems[97]. En este caso se ha considerado un modelo multidimensional, debido a que se tiene más de un factor con los que se requiere realizar el análisis.

Por otra parte, para clasificar un modelo MIRT se debe tomar en cuenta la aportación de información de los ítems a cada uno de estos factores o dimensiones. Estos tipos de modelos, de acuerdo con lo antes mencionado, son denominados modelos multidimensionales con: estructura entre ítems y estructura dentro del ítem.

Una estructura “entre ítems” se refiere al caso en que cada ítem es un indicador o aporta información para una sola de varias dimensiones o factores, también son conocidos como modelos de estructura simple. Por otra parte, un modelo con estructura “dentro del ítem” ocurre cuando cada ítem es un indicador (o aporta información) de varias dimensiones o factores, también son conocidos como modelos de estructura de carga cruzada[97].

Para este estudio debido a que los diferentes conjuntos de ítems o variables componen un solo factor (dimensión), se ha escogido el modelo “IRT multidimensional de Modelo de Crédito Parcial Generalizado (*GPCM*)”. Esta elección se debe a que a diferencia del modelo *PCM*, en el modelo *GPCM* no se requiere la especificación (en el código de R) de ciertas restricciones o condiciones iniciales en su estructura para la estimación de algunos parámetros presentes en los modelos MIRT, y por ende el cálculo de las cargas factoriales o análisis factorial requerido[97]. Una clasificación general de los modelos IRT y del modelo escogido se puede observar en la Figura 2.16. Cabe recalcar que el paquete escogido en R para realizar este análisis y el cual incluye el modelo seleccionado, es el paquete estadístico denominado “*mirt*”[99].



**Figura 2.16** Clasificación general de modelos IRT (Modelo escogido de color gris)

### 2.10.2.1.1 MIRT GPCM

Entre las principales características que presenta este modelo politómico escogido, están que un modelo GPCM permite trabajar con ítems con diferentes números de categorías de respuesta. En el caso de que el ítem presente solo dos categorías de respuesta (0 y 1), el modelo PCM se reduce a un modelo dicotómico de 2PLM [97]. Esto resulta conveniente ya que los ítems a analizar presentan respuestas de tipo dicotómico y otras de varias categorías de respuesta (politómicas).

Cada modelo MIRT presenta una función matemática que relaciona el concepto latente (factor) y la categoría de respuesta esperada, la cual se conoce como Función de Categoría de Respuesta (CRF). El modelo MIRT GPCM (Modelo de Crédito Parcial Generalizado) presenta la siguiente CRF mostrada en la Ecuación 2.1, la cual determina la probabilidad de una respuesta en categoría  $k$  para un ítem  $i$  [97].

$$P(X_{ikj} = k | \theta_{jq}) = \frac{\exp \sum_{h=0}^k [a_{iq}(\theta_{jq} - b_{ih})]}{\sum_{c=0}^{m_i} \exp \sum_{h=0}^c [a_{iq}(\theta_{jq} - b_{ih})]} \quad (2.1)$$

Donde:

$X$ : Respuesta del participante

$a$ : Parámetro de pendiente de ítem

$b$ : Parámetro umbral (cuando  $h=k$ )

$\in \{0,1,2,3,\dots,m_i\}$  : Categoría de respuesta

$\theta$ : Valor del concepto latente

$m$ : Número de parámetros por ítem

$i$ : Número de ítem

$q$ : Número de dimensión

$j$ : Número de participante

Debido al enfoque y la complejidad que esto conllevaría, no se ahondará en más especificaciones matemáticas del modelo, ni del desarrollo de las expresiones que lo componen, sino que se orientará en la aplicación del modelo mediante el paquete estadístico “*mirt*” del lenguaje de programación R, así como la interpretación de sus resultados. Todos los análisis del modelo MIRT mencionado se hacen con la finalidad de



medir los factores obtenidos por medio de los ítems o variables de medición, con la obtención del parámetro  $\theta$  (valor del concepto latente) o cargas factoriales.

### **2.10.3 ANÁLISIS FACTORIAL MEDIANTE MIRT**

Un análisis factorial es un modelo que relaciona factores (conceptos latentes) con las variables de medición (variables observadas). Los análisis factoriales permiten examinar la interdependencia entre un grupo de variables[100], además ayudan a determinar la validez del constructo.

El paquete “*mirt*” mediante su función homónima, permite ajustar un modelo de análisis factorial a datos politómicos y dicotómicos bajo el paradigma de la teoría de respuesta al ítem, ya sea que se trate de un análisis factorial de tipo exploratorio o confirmatorio[99]. En este proyecto se presenta un análisis factorial exploratorio, ya que no existen estudios previos en los que se haya aplicado esta metodología con la temática de Accesibilidad de Internet en Ecuador, es decir que previamente se hayan definido los factores de este estudio con sus respectivos ítems y se los haya analizado estadísticamente.

Con este análisis factorial exploratorio se pretende analizar la información que aporta cada variable al factor que lo conforma, por medio de las cargas factoriales que se obtendrán con el análisis MIRT GPCM. Consecuentemente con este análisis se puede reducir el número de variables que presentará un cuestionario validado.

#### **2.10.3.1 Cargas Factoriales y reducción de variables**

La carga factorial es el coeficiente de correlación entre una variable y un factor. Dicho de otra forma, las cargas factoriales indican cuánto del factor está explicado por medio de una o variable. Los valores que pueden presentar las cargas factoriales están en un rango de -1 a 1[101].

Estos valores se presentan en los programas de análisis estadísticos en forma de matriz. Al examinar dicha matriz se puede observar la influencia de cada variable en su respectivo factor. En la Figura 2.17 se presenta un ejemplo de matriz de cargas factoriales presentada en RStudio. Un valor de carga factorial que se aproxime a -1 o 1 indica que la variable influye fuertemente en el factor, es decir aporta mucha información. Si los valores son cercanos a 0 indica una poca influencia de la variable en su factor, o en otras palabras aporta poca información [101].

Una reducción de variables se realiza mediante la observación de la matriz de cargas factoriales, descartando aquellas que presenten cargas factoriales con los valores que más

se aproximen a cero en cada factor. Consecutivamente se repite el análisis factorial, pero sin considerar las variables descartadas anteriormente.

	F1	F2
V1	0.9784049	0.0000000
V2	0.9511606	0.0000000
V3	0.9715927	0.0000000
V4	0.9471250	0.0000000
V5	0.0000000	0.7388337
V6	0.0000000	0.8946088
V7	0.0000000	0.8905682
V8	0.0000000	0.5527258
V9	0.0000000	0.5849576

**Figura 2.17** Ejemplo de matriz de cargas factoriales con 9 variables y 2 factores presentada en RStudio

Una vez concluidos los nuevos análisis, se observa el resultado del descarte de estas variables, en los valores de las cargas factoriales de las variables que se mantuvieron. Si dichos valores se mantienen similares a los del primer análisis factorial (análisis con todas las variables consideradas), o en el caso que estos valores se aproximen más a 1 o -1 que en el primer análisis, se puede concluir que dichas variables no consideradas para los siguientes análisis en verdad pueden ser eliminadas para un cuestionario validado.

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos del desarrollo del estudio, así como su respectiva interpretación, en los casos en que sea necesario. Como parte del contenido del capítulo se encuentran los resultados con información descriptiva de la herramienta de recolección de información en la muestra aplicada, así también los análisis factoriales estadísticos MIRT, los cuales permiten validar la herramienta de medición y medir el constructo de estudio.

A continuación, se encuentra detallada toda la información que se obtuvo en base a los objetivos específicos que fueron planteados, y que cuya finalidad es dar cumplimiento al objetivo general.

#### **3.1 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA DE APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

El cuestionario o herramienta de recolección de Accesibilidad de Internet compuesta de un total 72 ítems fue aplicada a una muestra tipo “no probabilística por conveniencia”. Esta muestra mencionada forma parte de una población que tiene como elementos o unidades de muestreo a estudiantes de pregrado de la Escuela Politécnica Nacional, pertenecientes a la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

Dicha muestra está conformada por un total de 245 participantes, los cuales se incluyen como parte de la población de estudio, ya que pueden brindar información acerca de la temática de estudio “Accesibilidad de Internet”. Debido a que no se consideró una clasificación más específica con respecto a las personas que se aplicó el cuestionario, la descripción del tamaño de la muestra se encuentra clasificada de acuerdo con la edad de los participantes y se muestra en la Tabla 3.1.

En función de estos elementos, el valor real del tamaño de la muestra que se usa para procesar el cuestionario para el análisis estadístico MIRT fue de  $N= 245$ . Este tamaño de muestra cumple con los parámetros necesarios para realizar un análisis factorial MIRT, ya que se determinó que este debe ser igual o mayor 216 participantes, según el criterio de  $N \geq 3 * k$ , donde  $k$  es el número de ítems. Este número de participantes o tamaño de la muestra obtenido también garantiza credibilidad para validar el modelo por este mismo análisis.

**Tabla 3.1** Descripción del tamaño de la muestra por edad de la aplicación del cuestionario de Accesibilidad de Internet

Institución	Facultad	No.	Rango de edad	Número de participantes por edad
Escuela Politécnica Nacional	Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica	1	18 años a 20 años	32
		2	21 años a 23 años	63
		3	24 años a 26 años	100
		4	27 años a 29 años	37
		5	30 años o más	13
<b>TOTAL</b>				245

## 3.2 RESULTADOS ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS DE LA APLICACIÓN DEL CUESTIONARIO

El software *Google Forms* permite visualizar los resultados de la aplicación del cuestionario directamente en su plataforma web. Esta visualización se presenta de tres formas: resumen, pregunta, o individual.

Por defecto y considerando el primer tipo de presentación de respuestas de *Google Form* en su plataforma, se muestran resultados estadísticos descriptivos para cada variable o ítem, más específicamente con gráficas que presentan distribuciones de frecuencias. El tipo de gráfico de distribución de frecuencias mostrado por la plataforma dependerá del tipo de pregunta (de acuerdo con las opciones disponibles en *Google Forms*). Los tipos de preguntas aplicados en el cuestionario, y por consecuencia los que *Google Forms* presentará con un diferente tipo de gráfico son: preguntas de selección de una sola respuesta (varias opciones), preguntas de selección multirrespuesta (varias opciones), cuadrícula de varias opciones y preguntas abiertas.

### 3.2.1 RESULTADOS ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS EN GRÁFICOS CIRCULARES

El cuestionario está conformado en su mayoría por preguntas de varias opciones con una sola respuesta. Para este tipo de ítems o preguntas, *Google Forms* muestra las respuestas de forma general con un gráfico de distribución de frecuencias circular o también llamado gráfico de pastel[53]. En la Figura 3.1 se muestra como ejemplo el resultado de uno de los

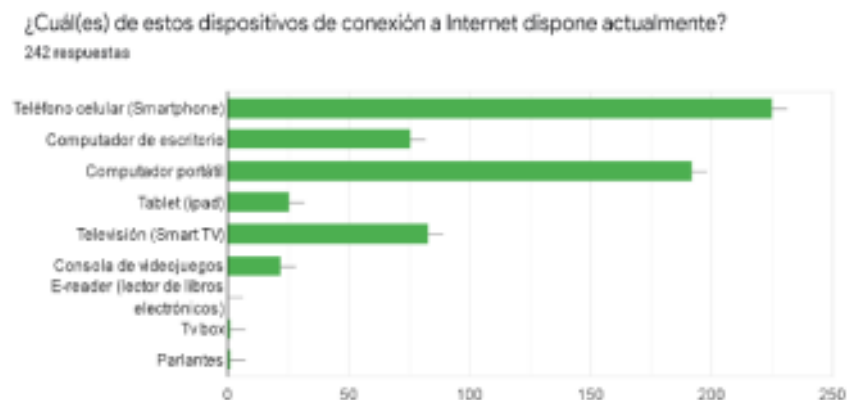
ítems del cuestionario, que se obtuvo de la aplicación del cuestionario a los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Este ítem corresponde a una pregunta de varias opciones con una sola respuesta y que es presentado por la plataforma de *Google Forms* como gráfica circular.



**Figura 3.1** Estadística descriptiva mostrada por Google Forms como un gráfico circular en el cuestionario implementado

### 3.2.2 RESULTADOS ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS EN GRÁFICOS DE BARRAS

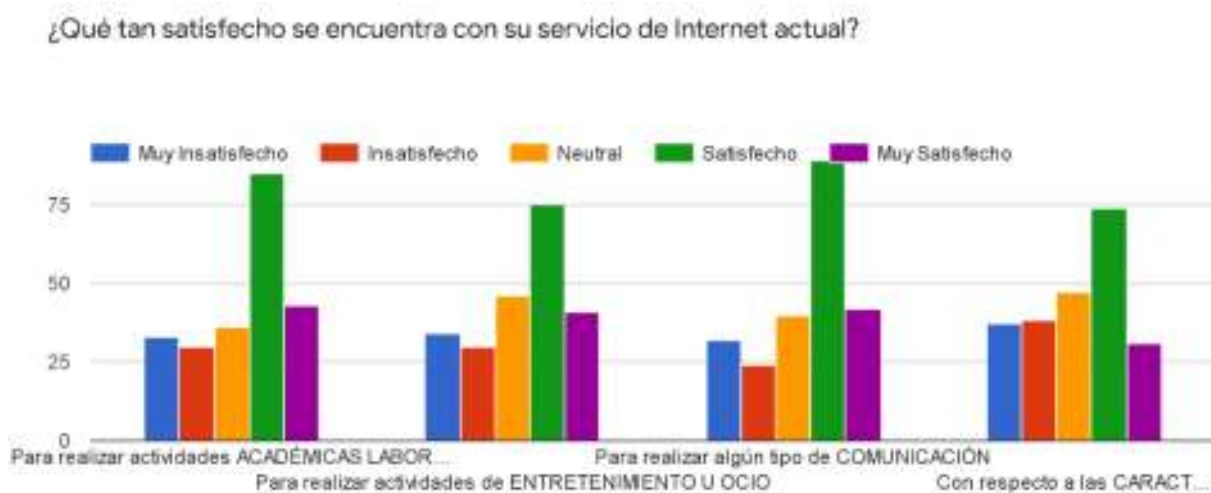
El segundo de tipo de preguntas más común de las que se conforma el cuestionario aplicado a los estudiantes de la FIEE, son los ítems o preguntas de selección múltiple, es decir aquellos en los que el participante puede escoger una o más categorías de las presentadas en cada ítem. Para este tipo de respuesta de ítem, *Google Forms* exhibe sus resultados con una gráfica de barras para presentar distribuciones de frecuencias. En la Figura 3.2 se muestra un ejemplo de los resultados obtenidos en un ítem de respuesta múltiple del cuestionario aplicado.



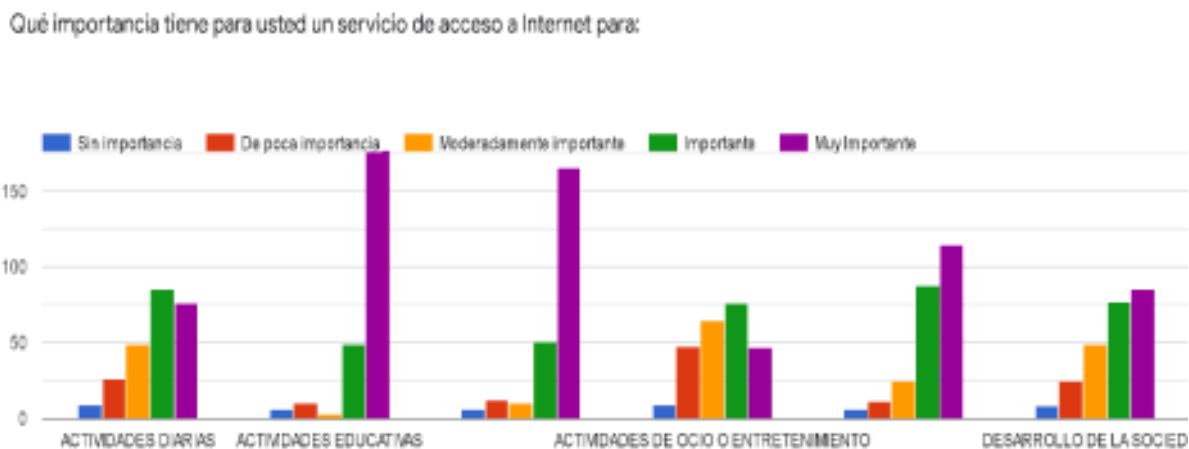
**Figura 3.2** Estadística descriptiva mostrada por Google Forms como un gráfico de barras en el cuestionario implementado

### 3.2.3 RESULTADOS ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS EN GRÁFICOS DE BARRAS

El tercer y último tipo de gráficos presentados por la plataforma de *Google Forms* corresponden a los histogramas. Para que se muestre las respuestas en resumen con un gráfico de histograma, el tipo de pregunta de acuerdo con *Google Forms* requiere ser de cuadrícula de varias opciones, las cuales se usó para los ítems con escalas Likert. En el cuestionario aplicado se cuenta con un total de 10 ítems y cuyos resultados se observan en la Figura 3.3. y en la Figura 3.4.



**Figura 3.3** Histogramas, correspondientes a los ítems de percepción de satisfacción del servicio de Internet actual del cuestionario aplicado



**Figura 3.4** Histogramas, correspondientes a los ítems de importancia de un servicio de Acceso a Internet del cuestionario aplicado

Es importante considerar, que a pesar de que sean 10 ítems se muestran solo en dos gráficos. Esto se debe a que 4 ítems corresponden a una misma pregunta general, pero con una especificación diferente (una para cada ítem) y los otros 6 ítems corresponden a otra pregunta de manera similar.

Todos los tipos de gráficos presentados por *Google Forms* al ser de distribución de frecuencias, son recursos estadísticos que sirven para representar el agrupamiento de datos en diversas categorías que permiten mostrar el número de observaciones (respuestas) para cada una de estas[52]. Los gráficos presentados se muestran en forma porcentual.

Para el resto de resultados del cuestionario aplicado, correspondientes a los dos primeros tipos de gráficos mencionados (gráfica circular, gráfica de barras), debido a que son muy numerosos se los presenta en el Anexo G. En este anexo se encuentran el total de respuestas para todos los ítems del cuestionario aplicado, y se los muestra en forma de resumen constituidos por todos los tipos de gráficos de estadística descriptiva de distribución de frecuencias presentados.

### **3.2.4 CONSIDERACIONES PARA INTERPRETAR Y GENERALIZAR RESULTADOS ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS**

La interpretación de cada uno de los resultados de la estadística descriptiva del cuestionario aplicado a estudiantes de la FIEE EPN y los cuales fueron presentados por medio de los diferentes gráficos mencionados, se la puede realizar de manera intuitiva por el lector (o persona quién corresponda). Esto requiere simplemente observar el gráfico del resultado correspondiente al ítem que se desee visualizar o del que se tenga interés, e interpretarlo en base a las forma o cantidades que se presenten en estos.

Debido al tipo de muestra escogida “no probabilística: por conveniencia”, no se pueden generalizar los resultados obtenidos. En otras palabras, la estadística descriptiva obtenida en base a la aplicación del cuestionario en la muestra definida, no representa de forma general los resultados que se podrían obtener de aplicar la misma herramienta de recolección de información en una muestra diferente o de mayor cantidad. Por ejemplo, sería erróneo realizar una generalización de los resultados de Accesibilidad del Internet para toda la población ecuatoriana a partir de estos resultados obtenidos.

Por otra parte, los resultados si pueden llegar a ser representativos al hablar solamente de estudiantes de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Escuela Politécnica Nacional, ya que la muestra escogida es un número considerable con respecto el número

total de estudiantes que pertenecen a esta. De ser este el caso, estos resultados con la temática de Accesibilidad de Internet se los puede conseguir en el Anexo G, para cualquiera de los ítems que conforman el cuestionario.

### **3.2.5 COMPARACIÓN DE RESULTADOS OBTENIDOS MEDIANTE LA HERRAMIENTA APLICADA CON LA INFORMACIÓN DE ESTUDIOS PREVIOS**

Como se explicó anteriormente, el modelo desarrollado en este proyecto, así como los factores y variables de medición que se obtuvieron de este, son propios de este estudio. Esto quiere decir, que no existen estudios previos a nivel nacional ni internacional en esta temática, que se compongan en su totalidad (o mayoría) de los mismos ítems que los presentados en la herramienta obtenida del estudio, o en su defecto, estudios que hayan sido elaborados aplicando la misma metodología.

No obstante, algunos de los ítems de la herramienta implementada en el estudio pueden coincidir (ser similares o equivalentes) con estudios previos, y estos han sido usados para comparar sus resultados con los obtenidos en este ejemplo de implementación. Igualmente, hay que considerar que dicha comparación se la realiza entre un ejemplo de implementación de la herramienta en estudiantes de la FIEE EPN, y estudios relacionados a TIC (no precisamente de Accesibilidad), presentados por instituciones u organizaciones cuyos resultados se representan a nivel nacional. Por lo anterior mencionado, se pueden mostrar inconsistencias en estas comparaciones, ya que se representan poblaciones diferentes (Ecuador y Estudiantes de la FIEE EPN). En el Anexo H se presenta la comparación entre el cuestionario implementado, el estudio *Digital 2020: Ecuador* elaborado por *We Are Social y Hootsuite* [102], y la Encuesta multipropósito TIC 2019 desarrollado por INEC[103].

Como se puede observar en el anexo mencionado, muchos de los resultados difieren de un estudio a otro, por las inconsistencias ya mencionadas, a las que se añade también el año en la que recoge información cada estudio. También se observa, que los estudios comparados no contienen la misma información estadística, o la tienen con diferentes representaciones. Por último, se debe recalcar que la mayoría de variables de medición o ítems del modelo desarrollado, no se presentan en ninguno de los dos estudios con los que se comparó, ya que no son estudios precisamente del principio de Accesibilidad, y menos aún están elaborados en base al desarrollo de la metodología, factores o variables presentados en este proyecto.



### 3.3 FORMAS ALTERNATIVAS DE EXTRAER RESULTADOS DE GOOGLE FORMS

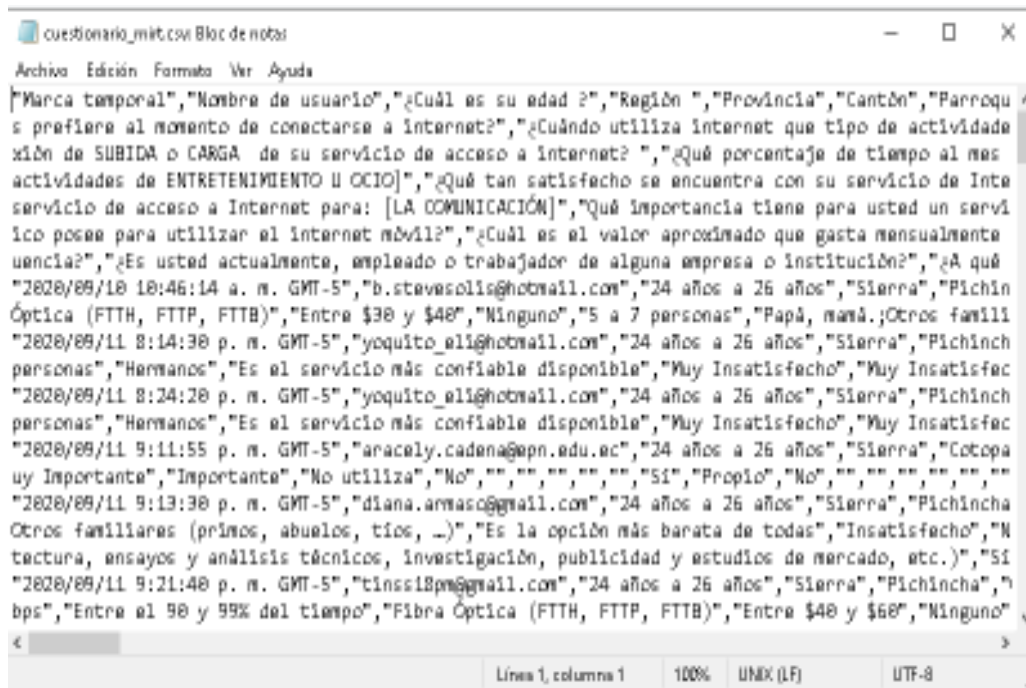
La aplicación de *Google Forms* además de brindar los gráficos estadísticos mencionados para cada una de las preguntas del cuestionario, permite crear una hoja de cálculo con cada una de las respuestas para todos los participantes. Esta hoja de cálculo de respuestas obtenidas, se la puede descargar en diferentes formatos como: pdf, xlsx, ods, entre otros.

Otra manera alternativa de obtener los resultados de la aplicación del cuestionario que presenta *Google forms*, es la descarga en formato CSV (*comma-separated values*), el cual es un archivo de texto que utiliza comas para separar valores y sirve para tabular datos en texto plano[104]. Este tipo de archivos es muy usado para ingresar la información a software estadísticos en los que se incluye el lenguaje R.

Al obtener los resultados de la aplicación del cuestionario en estas formas alternativas, se pueden usar para realizar análisis adicionales a los ofrecidos por *Google Forms*, ya sean de tipo descriptivo (otros tipos de gráficos de distribución de frecuencias), inferencial (factorial/MIRT), para obtener medidas de tendencia central como: promedio, moda, mediana, u otros usos que el investigador les quiera dar. Para realizar cualquiera de los análisis adicionales mencionados se requerirá de un software de análisis externo.

Para el análisis MIRT realizado en RStudio se extrajeron los resultados de aplicación del cuestionario en formato CSV, para posteriormente leerlos mediante el IDE mencionado. Se ha realizado esta elección, debido a que CSV es uno de los formatos que el lenguaje R puede leer información externa para obtener directamente un *Data Frame* (estructuras de datos) utilizable en el IDE. El nombre del archivo de respuestas en formato CSV obtenido de *Google forms* es "cuestionario\_mirt.csv" y se lo visualiza en la Figura 3.5.

Con respecto a la Figura 3.5, al ejecutar el archivo CSV en un editor de texto (como el bloc de notas en este caso), como se puede observar a simple vista, no se lo puede interpretar fácilmente debido a la forma en que se presenta, columnas separadas por coma y filas por salto de línea. En este caso cada línea corresponde a las respuestas seleccionadas por un participante, y están separadas con una coma acorde al ítem al que corresponda.



**Figura 3.5** Fragmentos de las respuestas obtenidas de la aplicación del cuestionario en un archivo de formato CSV

### 3.4 LECTURA DE RESPUESTAS OBTENIDAS DE LA APLICACIÓN DEL CUESTIONARIO EN LENGUAJE R

A pesar de que sea complicada la visualización e interpretación de respuestas de un archivo CSV por medio de un editor de texto, este empieza a cobrar sentido al leerlo (ejecutarlo) en un software de análisis estadístico como *RStudio*, el cual lo presenta como una tabla de datos, en este caso más específicamente como una tabla de resultados del cuestionario aplicado. Para poder leer un archivo CSV en R, se usa el comando `read.csv()`, como se muestra en el Segmento de código 3.1.

```
resultadostotal<- read.csv("cuestionario_mirt.csv", header=TRUE, sep=";", encoding = "UTF-8")
```

**Segmento de código 3.1** Lectura de respuestas del cuestionario en formato CSV mediante lenguaje R

Los argumentos que fueron usados para ejecutar esta función son los siguientes:

- **File:** Es el nombre del archivo en formato CSV del cual los datos (resultados del cuestionario) serán leídos. Por defecto, el directorio del computador del cual será obtenido este archivo es la carpeta de Documentos. En este caso el nombre de este archivo es `“cuestionario_mirt.csv”`

- **Header:** Es un valor lógico (TRUE o FALSE), el cual indica si en la primera línea del archivo CSV se encontrarán los nombres de las variables o columnas de la estructura de datos[105]. En este caso el valor lógico es TRUE, ya que la primera línea del archivo si corresponde al nombre de cada uno de los ítems o variables del cuestionario separados por una coma.
- **Sep:** Es el caracter separador de campo, es decir el símbolo que separará a cada uno de los valores del archivo CSV [105]. Para este caso, este caracter es una coma “,”.
- **Encoding:** Este parámetro indica la codificación que se asumirá para el archivo leído. Esto se debe a que en R las cadenas de caracteres pueden declararse codificadas en “bytes”, “latin1” o “UTF8”[105], como es en este caso. La elección de “UTF8” se debe a que es la codificación por defecto que usa el computador en el cual se han realizado todos los análisis mediante R, y es con la cual se permite la lectura del documento de respuestas del cuestionario (CSV) con carácter especiales usados en el español como son la tilde (“”) o la letra ñ.

Una vez ejecutado la línea de código de lectura de un archivo CSV con todos los parámetros indicados, se obtiene una estructura de datos la cual es presentada en la Figura 3.6. También es importante considerar que este *data frame* se lo ha almacenado en una variable en R nombrada como “resultados total”.

Provincia	Cantón	Parroquia	Tipo de zona
Pichincha	Quito	Alangari	Rural
Pichincha	Quito	Centro Histórico	Urbana
Sucumbios	Lago Agrio	Nueva Loja	Urbana
Pichincha	Quito	La Argelia	Urbana
Cotopaxi	Islaounga	La Mitre	Urbana
Pichincha	QUITO	CALDERÓN	Urbana
Pichincha	Quito	Quito	Urbana
Pichincha	Quito	Rumiñahui	Urbana
Pichincha	Rumiñahui	San Pedro de Taboada	Urbano marginal
Pichincha	Quito	Chimacalle	Urbana
Pichincha	Quito	San Antonio	Rural
Pichincha	Cayambe	Ayora	Rural
Pichincha	Quito	Carcelen	Urbana

**Figura 3.6** Fragmento de la estructura de datos presentado en R Studio, obtenido de la lectura del archivo CSV de respuestas del cuestionario aplicado

### **3.5 PREPARACIÓN DE ÍTEMS PARA ANÁLISIS MIRT**

El análisis MIRT requiere que las respuestas de los participantes sean valores numéricos y enteros positivos, es decir  $N=\{0,1,2,3,4,\dots,n\}$ , y que el nivel de medición de respuesta de dichos ítems sea de tipo ordinal o por intervalos. Debido a que el cuestionario cuenta con ítems cuyo nivel de medición es ordinal además de los dos tipos mencionados anteriormente, se requirió descartar los ítems con nivel de medición nominal.

De la misma forma, no se deben considerar los ítems que tengan multirrespuesta, ya que el análisis MIRT solo requiere de una respuesta por ítem para cada participante. En el cuestionario de Accesibilidad de Internet aplicado, todos los ítems que son de tipo multirrespuesta presentan un nivel de medición nominal, por lo que se los incluye a ambos en un mismo descarte.

Todas las consideraciones anteriormente mencionadas son para ítems con respuestas politómicas, por lo que también es importante tener en cuenta que los ítems con respuestas dicotómicas (Sí o No) sí se mantienen para el análisis MIRT. Otra consideración para tener en cuenta en el análisis MIRT, es que los ítems a ser procesados deben ser específicamente relacionados con la temática de estudio es decir ítems o variables que contengan información de la Accesibilidad de Internet, caso contrario se los descarta.

#### **3.5.1 ÍTEMS DESCARTADOS PARA ANÁLISIS MIRT**

##### **3.5.1.1 Ítems descartados para análisis MIRT por no ser específicamente de Accesibilidad de Internet**

Como se ha presentado anteriormente, el cuestionario de Accesibilidad de Internet inicial y aplicado (considerando la revisión de expertos) contienen ítems cuya finalidad es obtener información demográfica que puede ser de utilidad, principalmente para la presentación de resultados estadísticos descriptivos. Sin embargo, estas variables o ítems no son de utilidad para realizar un análisis MIRT, ya que no contienen información específica acerca de la temática de estudio, la Accesibilidad de Internet.

Los ítems descartados por no cumplir con esta condición para realizar el análisis factorial MIRT, son todos los ítems que componen el factor de “información demográfica” y son los siguientes: Grupo Etario, Ubicación geográfica (región, provincia, cantón, tipo de zona) y Personas con las que vive actualmente. Como consecuencia también se descartará para este análisis el factor denominado información demográfica.

### 3.5.1.2 Ítems descartados para análisis MIRT por tener un nivel de medición nominal

Los ítems que conforman el cuestionario y poseen un nivel de medición nominal componen diferentes factores del constructo definido y se presentan en la Tabla 3.2.

**Tabla 3.2** Ítems o variables descartadas para el análisis MIRT por poseer respuestas con nivel de medición nominal

Factor	Variables con nivel de medición nominal (respuesta múltiple)
Usos de Internet	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Actividades realizadas a través de Internet</li> <li>-Servicios utilizados a través de Internet</li> <li>-Actividades relacionadas a educación que realiza por Internet</li> <li>-Funciones para las que usa Internet su empresa</li> </ul>
Dispositivos de conexión a Internet	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Razones de no disponer un dispositivo de conexión</li> <li>-Tipos de dispositivos de conexión a Internet</li> <li>-Dispositivo de conexión a Internet de preferencia</li> <li>-Preferencia del tipo de conexión del dispositivo</li> <li>-Propietario del dispositivo celular</li> </ul>
Conectividad a Internet (fijo) en el hogar	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Razones de no tener un servicio de acceso a Internet en el hogar</li> <li>-Razón de cancelación del servicio de Internet</li> <li>-Suscriptor de Internet</li> <li>-Persona suscriptora del Internet (en caso de no ser el participante)</li> <li>-Relación que comparte con las personas que usan el mismo servicio de acceso a Internet en el hogar</li> <li>- Razón de selección del servicio acceso a Internet actual</li> <li>-Criterio más importante al escoger un servicio de Internet</li> </ul>
Conectividad a Internet en lugares públicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Tipos de lugares públicos con servicios de acceso a Internet</li> <li>-Tipos de lugares públicos a los que asiste</li> </ul>

<b>Factor</b>	<b>Variables con nivel de medición nominal (respuesta múltiple)</b>
Conectividad a Internet móvil	-Tipo de servicio telefónico (Internet móvil) -Persona suscriptora del Internet móvil (en caso de no ser el participante)
Conectividad a Internet en establecimientos educativos	***No dispone de ítems con nivel de medición nominal***
Conectividad a Internet en la empresa	-Sector de actividad de la empresa -Dispositivo con el que se conecta a Internet dentro de la empresa

En la Tabla 3.3 se muestra un resumen de la cantidad de ítems no considerados para el análisis MIRT, y la respectiva razón o carencia de condición por la que no se los incluye.

**Tabla 3.3** Cantidad de ítems descartados o no considerados para análisis MIRT

<b>Número de ítems descartados para el análisis MIRT</b>	
Ítems que no contienen información específica de Accesibilidad de Internet	7 ítems
Ítems con nivel de medición nominal (multirrespuesta)	23 ítems
<b>Total</b>	<b>30 ítems</b>

Cabe mencionar que los ítems antes mencionados, serán solamente descartados para el análisis factorial MIRT, pero se los seguirá considerando para el cuestionario validado.

### **3.5.2 ÍTEMS CONSIDERADOS PARA ANÁLISIS MIRT**

Los ítems que fueron considerados y que componen el cuestionario aplicado a los estudiantes de la FIEE de la EPN, son los que contienen un nivel de medición ordinal o por intervalos. En la Tabla 3.4 se muestran la cantidad de ítems que cumplen con estas características de acuerdo con cada factor del estudio de Accesibilidad de Internet.

El detalle de cada factor con las variables que lo conforman y que fueron considerados para el análisis se lo puede revisar en el Anexo I.

**Tabla 3.4** Cantidad de ítems usados para análisis MIRT y que componen cada factor de estudio

Factor	Cantidad de variables o ítems para análisis MIRT
Usos de Internet	8 ítems
Dispositivos de conexión a Internet	4 ítems
Conectividad a Internet (fijo) en el hogar	17 ítems
Conectividad a Internet en lugares públicos	4 ítems
Conectividad a Internet móvil	5 ítems
Conectividad a Internet en establecimientos educativos	2 ítems
Conectividad a Internet en la empresa	3 ítems
<b>Total</b>	<b>43 ítems</b>

### 3.5.3 CODIFICACIÓN DE RESULTADOS DE ÍTEMS

Para proceder a aplicar las funciones que trae el paquete “*mirt*” a cada una de las categorías de respuestas de los ítems, se les debe asignar un valor numérico. En este estudio se han considerado 5 valores numéricos {0,1,2,3,4} los cuales se codificarán a las categorías de respuesta de cada ítem. Esta codificación se realizó en lenguaje R y consiste en pasar las respuestas que se encuentran como cadenas de caracteres a valores numéricos. Se debe recordar que estas respuestas están almacenadas en el *data frame* obtenido del archivo CSV, y que se almacenó en una variable de nombre “resultados\_total”.

Previo a la codificación mencionada, se debe separar cada uno de los ítems del *data frame* en variables individuales, para con esto poderlas manipular más fácilmente durante la asignación de respuestas del cuestionario (cadenas de caracteres) a un valor numérico. Un ejemplo de la separación del *data frame* en variables individuales se muestra en el Segmento de código 3.2.

```
#Extracción de información por ítems[columnas]
tiemp_uso<-resultados$total$X.Qué.cantidad.de.tiempo.promedio.al.día.usted.ocupa.a.internet..
diap1<-resultados$total$X.Dispone.de.al.menos.un.dispositivo.propio.para.conectarse.a.internet..
diap2<-resultados$total$X.Cuál.es.la.principal.razón.por.la.que.no.dispone.de.ningún.dispositivo.de.conexión.a.internet..
```

**Segmento de código 3.2** Separación en variables individuales del *data frame* de resultados del cuestionario realizado en lenguaje R

Como se visualiza en el Segmento de código 3.2, se han obtenido 3 variables (tiempo\_uso, disp1 y disp2), cuya información ha sido extraída de la variable “resultados\_total” la cual contiene todos los resultados de la aplicación del cuestionario. El caracter “%” sirve como un operador para extraer una columna (o ítem) específica del *data frame*. Como se visualiza en el código, después de escribir la variable que contiene el *data frame* seguido del operador “%”, se coloca el nombre de la columna que se quiere extraer de la estructura de datos y que se quiere almacenar en la nueva variable individual.

El código completo en lenguaje R para la lectura del archivo CSV y la separación del data frame de respuestas del cuestionario en variables individuales se puede visualizar en el Anexo J.

### 3.5.3.1 Codificación de variables dicotómicas

Para codificar las variables con su respectiva información (respuestas de los participantes), se las ha clasificado de acuerdo al número de categorías de respuesta o el nivel de medición de estas. Para todas las variables dicotómicas que conforman el cuestionario y que entran en el análisis, se codificó con un valor de 0 cuando la respuesta es “No” y un valor de 1 cuando la respuesta es “Sí”. El Segmento de código 3.3 muestra un ejemplo de las líneas de código que se deben realizar para codificar las respuestas una variable dicotómica en lenguaje R.

```

i<-1 #Variable auxiliar para recorrer las posiciones del vector (var15)
var15<-0 #Variable en donde se irán almacenando los resultados de la codificación
for (y in serv_inter) { #Lazo for para recorrer mediante la variable "y" cada uno de las respuestas
  if (y=="No" | y=="") { #Condicional if para comprobar la respuesta es igual "No" o " "
    x<-0 #Asignación de un valor 0 a la variable x
  } else if (y=="Si"){ #Condicional alternos se comprueba si la respuesta es "Si"
    x<-1 #Asignación de un valor 1 a la variable x
  }
  var15[i]<-x #Almacena el valor 1 o 0 en la variable x en la posición i...
  i<-i+1; #Suma 1 a la variable auxiliar i al terminar una pasada del lazo for
}

```

#### Segmento de código 3.3 Codificación de ítem dicotómico en lenguaje R

Para codificar cualquier ítem dicotómico se requiere definir dos variables iniciales. En este caso “var15” es la que almacenará los resultados de la codificación de cada una de las respuestas, para el ítem que se separó en una variable individual. En este ejemplo, esta variable corresponde a “serv\_inter”, la cual contiene las respuestas en cadenas de caracteres (Sí o No) al ítem “disponer servicios de Internet en el hogar”. Mediante un lazo *for* se recorren las respuestas para cada participante en el ítem, y se los va comparando



con los condicionales *if* y *else if*, para consecuentemente asignar un valor de 0 o 1, dependiendo de la condición que cumpla la respuesta. Es importante considerar que en ciertos ítems al no poseer una respuesta (“ ”) se los ha codificado como un valor de 0.

### 3.5.3.2 Codificación de variables politómicas con nivel de medición ordinal

Los ítems que poseen un nivel de medición ordinal, debido a que los componen 3 o más categorías de respuesta, y en las cuales se tiene cierta jerarquía, se asignó un valor de 0,1,2,3 ó 4 para cada una de las categorías de cada ítem. El valor de 0 se asigna a la categoría de respuesta que menor valor representa entre todas las opciones para la medida de la información de variable, y un valor de 4 se asigna para la categoría de respuesta que representa un mayor valor en la información que mide la variable. Los demás valores (1,2,3) se asigna para medidas de la respuesta intermedias, considerando su respectivo orden. En el Segmento de código 3.4 se presenta un ejemplo de codificación de un ítem con nivel de medición ordinal.

```
i<-1 #Variable auxiliar para recorrer las posiciones del vector (var2)
var2<-0 #Variable en donde se irán almacenando los resultados de la codificación
for (y in tiemp_uso){ #Lazo for para recorrer mediante la variable "y" cada uno de las respuestas
#Condicionales para comprobar la categoría de respuesta y asignar un valor
  if (y=="No lo usa todos los días (Otro valor)" | y=="Menos de 1 hora al día"){
    x<-0
  } else if (y=="Entre 1 y 2 horas al día" | y=="Entre 2 y 3 horas al día"){
    x<-1
  } else if (y=="Entre 3 y 4 horas al día" | y=="Entre 4 y 5 horas al día"){
    x<-2
  } else if (y=="Entre 5 y 6 horas al día" | y=="Entre 6 y 7 horas al día"){
    x<-3
  } else if (y=="Entre 7 y 8 horas al día" | y=="Más de 8 horas al día"){
    x<-4 }

  var2[i]<-x #Almacena un valor de 0,1,3 o 4 en la variable x en la posición i
  i<-i+1; } #Suma 1 a la variable auxiliar i al terminar una pasada del lazo for
```

#### Segmento de código 3.4 Codificación de ítem politómico con nivel de medición ordinal en lenguaje R

De manera similar a la codificación del ítem dicotómico, se usó un lazo *for* en el que una variable “y” recorre cada una de las respuestas de los participantes, las cuales están almacenadas como cadenas de caracteres en la variable “tiemp\_uso”. En este ejemplo esta variable almacena las categorías de respuesta (cadenas de caracteres) del ítem “tiempo de uso de Internet”.

Debido a que algunos ítems de este tipo contienen más que cinco categorías de respuesta (como el del ejemplo), ciertas categorías han sido unificadas y se les ha asignado un mismo valor de codificación. En otras palabras, las categorías de respuestas “Entre 1 y 2 horas al día” y “Entre 2 y 3 horas al día” se les ha asignado un valor de 1, y de manera similar para

otros pares de categorías. Cada ítem con este nivel de medición debe ser codificado cuidadosamente, debido a que sus categorías de respuesta poseen cadenas de caracteres diferentes para cada ítem, por lo que esto conllevará a que cambien los valores a comparar en los condicionales *if* o *else if*. A esto se añade tener en cuenta el nivel de jerarquía que posee cada categoría de respuesta para asignar su valor.

### 3.5.3.3 Codificación de variables politómicas con nivel de medición por intervalos

La codificación de ítems politómicos con niveles de medición por intervalos corresponde a los ítems que presentan escalas Likert en sus respuestas (escalas de actitud/satisfacción). En el cuestionario se presentan 10 ítems de este tipo, de las cuales 6 proporcionan valores de importancia y las otra 4 de satisfacción. Las escalas presentan 5 valores diferentes de medición por lo que se asignará un valor de codificación entre 0 y 4. En el Segmento de código 3.5 se presenta un ejemplo de codificación para este tipo de ítems.

```

i=1 #Variable auxiliar para recorrer las posiciones del vector (var5)
var5<-0 #Variable en donde se irán almacenando los resultados de la codificación
for (y in inport3){ #Lazo for para recorrer mediante la variable "y" cada uno de las respuestas
  #Condicionales para comprobar la categoria de respuesta en la escala y asignar un valor
  if (y=="Sin inportancia"){
    x<-0
  } else if (y=="De poca inportancia"){
    x<-1
  } else if (y=="Moderadamente inportante"){
    x<-2
  } else if (y=="Inportante"){
    x<-3 }
  else if (y=="Nuy Inportante"){
    x<-4 }

  var5[i]<-x #Almacena un valor de 0,1,2,3 o 4 en la variable x en la posición i

  i<-i+1: #Suma 1 a la variable auxiliar i al terminar una pasada del lazo for
}

```

**Segmento de código 3.5** Codificación de ítem politómico por intervalos en R

#### 3.5.3.3.1 Estructura de datos codificada

Una vez codificados todos los ítems que intervendrán en el análisis factorial MIRT se los debe organizar en un mismo *data frame*. Para esto se usa la función *cbind()* del lenguaje R, la cual lleva como parámetros cada uno de los vectores (variables codificadas) con los que se quiere formar la matriz y las organiza por columnas. En la Figura 3.7, se presenta la estructura de datos codificada en RStudio.

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20
1	0	4	4	4	4	4	4	4	1	1	2	1	1	1	1	0	0	3	3	3
2	2	4	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	2	2	2
3	2	4	1	0	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	2	2	2
4	0	4	3	4	4	3	3	4	1	1	2	1	1	1	1	0	0	1	1	0
5	0	3	1	4	4	1	3	3	1	1	3	1	1	1	1	0	0	1	1	1
6	0	2	4	4	4	4	4	4	1	2	2	1	1	1	1	0	1	2	2	3
7	0	4	2	4	4	2	3	3	1	1	1	0	1	1	1	0	1	2	2	0
8	0	4	4	4	4	4	4	4	1	1	2	1	1	1	1	0	0	2	2	3
9	2	4	3	4	4	2	4	4	1	1	0	1	1	1	1	0	1	2	1	3
10	0	3	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
11	1	3	4	4	4	3	4	4	1	2	2	1	1	1	1	0	0	0	0	1
12	0	3	2	3	3	2	3	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	2	1	3
13	0	4	4	4	4	4	4	4	1	1	0	1	1	1	1	0	1	2	2	3
14	0	4	3	3	3	3	3	3	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	3
15	0	4	4	4	4	4	4	4	1	1	2	1	1	1	1	0	0	2	2	3
16	0	4	4	3	4	4	3	4	1	2	1	1	1	1	1	0	0	3	3	0
17	2	4	4	4	3	3	4	4	1	2	1	1	1	1	1	0	0	2	2	3
18	0	4	1	4	4	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	0	0	1	2	1
19	2	1	2	4	4	2	3	3	1	1	1	1	1	1	1	0	1	3	3	4
20	0	3	4	4	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	0	0	2	2	3
21	2	4	4	4	4	2	2	3	1	2	3	1	1	1	1	0	0	2	1	3
22	0	4	3	4	4	3	3	3	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	2

**Figura 3.7** Fragmento de la estructura de datos codificada de las respuestas del cuestionario aplicado

Esta estructura de datos (*data frame*) nombrada *ddd*, se encuentra organizada en columnas para cada ítem, y por fila para cada participante. Cada columna (o ítem en este caso) ha sido nombrado como “V” seguido del número de la posición a la que corresponde en el análisis. Cabe mencionar que estos ítems además han sido ordenados de acuerdo al factor al que corresponden, tomando como referencia la Tabla 3.4.

El código completo en R para codificar todos los ítems con los que se realiza el análisis MIRT, incluyendo todas las últimas consideraciones mencionadas, se encuentran en el Anexo K.

### 3.6 RESULTADOS DEL ANÁLISIS MIRT DEL CUESTIONARIO DE ACCESIBILIDAD DE INTERNET APLICADO

#### 3.6.1 ANÁLISIS MIRT GPCM EN LENGUAJE R MEDIANTE EL PAQUETE ESTADÍSTICO “MIRT”

Para realizar el análisis MIRT GPCM, una vez obtenida la estructura de datos codificada, se requiere instalar y ejecutar el paquete *mirt* en el entorno *RStudio*. Todas las funciones necesarias para dicho análisis vienen incluidas en este paquete. Debido a la extensión del código completo para el análisis MIRT, se lo irá explicando por partes empezando por el

Segmento de código 3.6. El código completo de este análisis se lo puede revisar en el Anexo L.

```
load("C:/Users/Steve Solis/Documents/datos_matriz7.RData") #Carga de data frame codificado
install.packages("mirt") #Instalación de paquete estadístico mirt
library(mirt) #Carga el paquete mirt en la sesión actual de R
####Análisis PCM###
spec <- '
  F1 = 1-8
  F2 = 9-12
  F3 = 13-29
  F4 = 30-33
  F5 = 34-38
  F6 = 39-40
  F7 = 41-43
  COV = F1*F2+F3*F4+F5*F6*F7 ' #Especificación de la estructura del modelo para ...
                                #...los 7 factores del estudio
mirt_accesibilidad <- mirt(ddd, spec, itemtype='gpcm',method = 'QMCEM') #estimación MIRT
mirt_accesibilidad #Resultados de la verificación de convergencia
```

### Segmento de código 3.6 Especificación de la estructura del modelo y ejecución del análisis MIRT en R

Previo a la ejecución de la función del análisis MIRT, se debe cargar la estructura de datos codificada de respuestas del cuestionario, instalar el paquete *mirt*, y cargarlo en la sesión actual de R, correspondiente a las primeras tres líneas del del Segmento de código 3.6. Se debe tener en cuenta que la instalación (mediante la función *install.packages(mirt)*) se realizará tan solo la primera vez que se use este paquete en el computador de trabajo.

En las siguientes 9 líneas del Segmento de código 3.6, se especifica la estructura del modelo MIRT, de 7 factores para este caso. El primer factor está identificado con los ítems del 1 al 8, el segundo factor con ítems del 9 al 12, y así sucesivamente como se muestra en las líneas de código, para cada uno de los 7 factores. Es importante aclarar que las variables fueron previamente ordenadas al crear la estructura de datos codificada, para que de esta manera se cumpla con el orden de factores y variables especificado, el detalle de estos se presenta en el Anexo K. La línea de código “*COV= F1\*F2\*F3\*F4\*F5\*F6\*F7*” especifica que las covarianzas entre los 7 factores se estimarán libremente [97]. Toda la especificación mencionada se almacena en una variable denominada “*spec*”.

El análisis MIRT GPCM es estimado mediante la función “*mirt( )*”, la cual tiene como parámetros: la tabla de resultados codificada del cuestionario (*ddd*), la variable “*spec*” la cual almacena la especificación del modelo definido, el tipo de ítem (*itemtype*) o modelo MIRT que en este caso corresponda a *gpcm*, y el método el cual especifica el algoritmo de estimación que se usará en el modelo en este caso el QMCEM (*quasi-Monte Carlo EM*), que es el que recomiendan usar los autores del paquete “*mirt*” para estimaciones

multidimensionales de más de 3 factores[106]. La última línea del Segmento de código 3.6 (*mirt\_Accesibilidad*) mostrará los resultados de convergencia.

```
coef(mirt_accesibilidad, simplify=T) #parámetros del análisis MIRT (coeficientes)
#Calculo de estimaciones de concepto latente (factores) para cada participante
Ability <- fscores(mirt_accesibilidad, method="EAP", full.scores=T, full.scores.SE = T, QMC=T)
#transforma coeficientes en cargas factoriales para cada variable "Análisis Factorial)
summary(mirt_accesibilidad)
```

### Segmento de código 3.7 Cálculo de coeficientes, conceptos latentes y cargas factoriales del análisis MIRT

En el Segmento de código 3.7 se presentan líneas que forman parte del análisis MIRT, y son la continuación del segmento de código anterior. Con respecto a la primera línea del Segmento de código 3.7, se ejecuta una función *coef()*, la cual retorna una lista de los ítems del cuestionario con sus respectivos coeficientes, los cuales conforman la función matemática del modelo MIRT GPCM y que se muestran en la Ecuación 2.1.

Al tratarse de un cuestionario y no de un test (otra aplicación de los análisis MIRT), estos parámetros resultados de la función *coef()* , no son de relevancia ni presentan un significado interpretativo para el estudio. Sin embargo, no se los puede omitir ya que forman parte de las funciones matemáticas de las que se compone el análisis y el código fuente del programa.

Manteniéndose en Segmento de código 3.7, la siguiente línea presenta la función *fscores()*, la cual permite la estimación del concepto latente en cada factor para todos los participantes. Los parámetros usados en esta función son: el objeto, que en este caso corresponde a la variable en donde se almacenó el procesamiento MIRT (*mirt\_Accesibilidad*); el tipo de método de estimación factorial en este caso es "EAP" (*Expected a-posteriori*), que es el método por defecto; los parámetros *full.scores* y *full.scores.SE* de tipo lógico que en el caso de ser verdadero muestra el valor de los conceptos latentes y su desviación estándar respectivamente para cada uno de los participantes; y el parámetro QMC de tipo lógico que indica si requiere usar una integración *quasi- Monte Carlo* para el análisis, la cual es una condición que permite una estimación más eficiente cuando se trabaja con más de 4 factores como en este caso.

Los resultados de la ejecución del programa realizados en *RStudio* con respecto a la función *coef* y *fscores*, los cuales presentan los parámetros propios del MIRT y las puntuaciones de factor para cada participante respectivamente, se muestran en el Anexo M. De igual modo que con los parámetros MIRT, las puntuaciones de factor no serán interpretados en este estudio, debido a que sus posibles usos no se encuentran como parte

del modelo desarrollado. Sin embargo, se los ha incluido ya que estos valores pueden ser usados en futuras aplicaciones.

La última línea del Segmento código 3.7 corresponde a la función *summary()*, la cual permite transformar los coeficientes obtenidos mediante la función *mirt*, en una métrica de carga factorial estandarizada[106]. En este caso el parámetro que interviene en dicha función es el de la variable que almacena el resultado de la función *mirt*, nombrada como “mirt\_Accesibilidad”. La ejecución de esta línea de código se presenta mediante una matriz de cargas factoriales en *RStudio*, las capturas de pantalla de estos resultados mencionados, también se muestran en el Anexo M.

### 3.6.1.1 Análisis factorial exploratorio de la herramienta de medición de Accesibilidad a Internet

Específicamente los resultados del análisis factorial exploratorio realizado mediante un modelo MIRT, los cuales son los de mayor interés en este análisis estadístico, se presentan por medio de la matriz de cargas factoriales. La Tabla 3.5 presenta las cargas factoriales de cada variable en su factor correspondiente. Estas cargas factoriales son el resultado del análisis factorial de tipo exploratorio de los ítems codificados, que fueron obtenidos a partir de la implementación del cuestionario de Accesibilidad de Internet en estudiantes de la FIEE de la Escuela Politécnica Nacional.

**Tabla 3.5** Matriz de cargas factoriales del cuestionario de Accesibilidad de Internet

Variable	Factor						
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
V1	0.0549						
V2	0.1520						
V3	0.7202						
V4	0.8418						
V5	0.5887						
V6	0.7996						
V7	0.5854						
V8	0.9010						
V9		0.8042					
V10		0.4106					
V11		0.3107					
V12		0.6069					
V13			0.4123				
V14			0.3798				
V15			0.3798				

Variable	Factor						
	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
V16			-0.3652				
V17			0.1264				
V18			0.2531				
V19			0.1961				
V20			0.1621				
V21			0.1518				
V22			0.2444				
V23			0.0967				
V24			0.0352				
V25			0.9762				
V26			0.9468				
V27			0.9676				
V28			0.9428				
V29			0.0592				
V30				0.8801			
V31				0.9982			
V32				0.9584			
V33				0.9906			
V34					0.9994		
V35					0.9813		
V36					0.8619		
V37					0.8570		
V38					0.6238		
V39						0.3474	
V40						0.4471	
V41							0.9994
V42							0.9995
V43							0.9950

Como se puede observar en esta tabla, existen cargas factoriales con valores muy cercanos a 1, valores muy aproximados a cero y valores intermedios (entre 0 y  $\pm 1$ ). Matemáticamente y según la teoría del análisis factorial, los valores que más se aproximan a 1 o -1 son los que aportan más información al factor en el que fueron definidos. Caso contrario ocurre con los valores más aproximados a cero (muy bajos), ya que estas cargas factoriales indican que dichas variables no aportan demasiada información para el factor en donde están establecidas. También se presentan valores intermedios entre 0 y  $\pm 1$ , los cuales se puede traducir que aportan medianamente información al factor.

Los valores positivos en las cargas factoriales se interpretan como una correlación positiva entre variable y factor, es decir que estos aumentan o disminuyen simultáneamente. Por otro lado, los valores negativos se interpretan como una correlación negativa entre variable y factor, que quiere decir que si la variable disminuye el factor aumenta o viceversa[107].

En consecuencia, el análisis factorial presentado por medio de la matriz de cargas factoriales, sugiere que se descarten las variables con los valores más bajos para cada factor, las cuales corresponden en un primer análisis a las resaltadas en la Tabla 3.5. Para conocer el nombre de la variable o factor, a la que corresponde cada número de identificación ubicado en la Tabla 3.5, se puede revisar el Anexo N en el cual se presenta un diccionario de variables y factores que intervienen en el análisis factorial MIRT.

### **3.6.2 REDUCCIÓN DE VARIABLES**

Para validar la herramienta de recolección de información de Accesibilidad Internet, se deben eliminar algunas de las variables o ítems que se presentan en este. Para conseguir esto, se acude a los análisis factoriales como el presentado anteriormente, en el que se puede observar cuáles de las variables analizadas contienen menos información para el factor por medio de sus cargas factoriales. En un primer análisis se obtuvo que las variables con cargas más bajas en cada factor son las siguientes: variable 1 correspondiente al factor 1, variable 11 correspondiente al factor 2, variable 24 correspondiente al factor 3, variable 38 correspondiente al factor 5, y la variable 39 correspondiente al factor 7. Esto sugiere que estas variables pueden ser descartadas para el cuestionario validado. Como una observación, se tiene que el factor 4 y factor 6 no poseen variables con cargas factoriales bajas.

Para verificar que la eliminación de estas variables no afecte la correlación entre las variables que se conservan y los factores, es decir que sus cargas factoriales no disminuyan, se procede a realizar un segundo análisis factorial, pero sin considerar las variables descartadas anteriormente. En este segundo análisis se comprueba si las cargas factoriales mantienen valores similares (o son valores más aproximados a 1) a los del primer análisis realizado, y en consecuencia se afirma que las variables no consideradas en el segundo análisis pueden ser eliminadas. Caso contrario, es decir en el que la mayoría de las cargas factoriales de las variables mantenidas se aproximan más a cero que en el primer análisis, se sugiere que no se descarte dicho análisis y se pruebe a descartar con otra de valor bajo.

Este proceso analítico mencionado, se repite sucesivamente hasta que se hayan descartado todas las variables con cargas factoriales cercanas 0, o hasta que el descarte



de estas afecte de manera que se disminuyan el valor de las demás cargas factoriales con valores intermedios o altos.

Para la reducción de variables en este proyecto se realizaron 6 procedimientos de análisis factorial MIRT. A continuación, se presenta el detalle de las variables descartadas y su influencia en estos análisis para cada los factores 1,2,3,5,6. Cabe mencionar que por los resultados mostrados del primer análisis factorial, no se reducirán variables en los factores 4 y 7, ya que estos poseen todas sus variables con cargas factoriales altas, y por ende no se modificarán las mismas en los análisis factoriales posteriores.

### 3.6.2.1 Reducción de variables para el factor 1

En la Tabla 3.6, se muestran los resultados para cada uno de los 6 análisis factoriales realizados y los cambios que ocurrieron en cada uno de estos al descartar variables con cargas factoriales bajas. De estos 6 análisis, los 4 primeros son los que tienen una repercusión en este factor.

**Tabla 3.6** Análisis factoriales MIRT realizados para el Factor 1

<b>Factor 1</b>						
<b>V</b>	<b>Análisis 1</b>	<b>Análisis 2</b>	<b>Análisis 3</b>	<b>Análisis 4</b>	<b>Análisis 5</b>	<b>Análisis 6</b>
V1	0.055					
V2	0.152	0.148		0.161	0.161	0.142
V3	0.720	0.715	0.689	0.698	0.696	0.706
V4	0.842	0.825	0.860	0.861	0.861	0.810
V5	0.589	0.824	0.812	0.818	0.816	0.786
V6	0.800	0.579	0.568	0.576	0.575	0.560
V7	0.585	0.603	0.567	0.564	0.563	0.582
V8	0.901	0.907	0.891	0.887	0.887	0.895

El primer análisis factorial realizado es el que considera todas las variables y también se presenta en la Tabla 3.5. Para el segundo análisis se descartó la variable 1, la cual es la que posee la carga más baja de todo el factor. En este segundo análisis, se observa que no existe mucha influencia en las demás cargas factoriales de las variables mantenidas. En los mejores casos el valor de ciertas cargas ha aumentado, por lo que se confirma la eliminación de la variable 1. Para el tercer análisis se ha descartado además a la variable 2, pero se observa que las cargas factoriales de la mayoría de las variables disminuyen su

valor notablemente. Para el cuarto y siguientes análisis, se vuelve a agregar la variable 2, en los cuales se mantienen las cargas factoriales con un resultado similar al del segundo análisis.

Por lo anterior se puede confirmar que la variable 1 puede ser descartada de la herramienta de recolección de información. Por otra parte, a pesar de que la segunda variable tenga una carga factorial cercana a 0, no puede ser descartada ya que al hacerlo en el análisis 3, afecta considerablemente a las demás cargas de las variables que se presentan en este factor.

### 3.6.2.2 Reducción de variables para el factor 2

Para el segundo factor, se obtuvo los resultados a partir de procesos similares a los del primer factor. En la Tabla 3.7 se presentan los 6 análisis factoriales realizados para el factor 2. El Análisis 1 corresponde al primer análisis factorial MIRT, es decir, en el que no se descarta ninguna variable. En sus resultados se observa que la variable 11 es la que tiene una carga factorial más baja y se descarta para el segundo análisis. En los resultados del segundo análisis se observa que tanto la variable 9 y variable 10 han aumentado sus cargas factoriales, a pesar de que exista una disminución en la variable 12, se conserva este descarte para el resto de análisis realizados, en los que se mantienen resultados semejantes.

**Tabla 3.7** Análisis factoriales MIRT realizados para el Factor 2

<b>Factor 2</b>						
<b>V</b>	<b>Análisis 1</b>	<b>Análisis 2</b>	<b>Análisis 3</b>	<b>Análisis 4</b>	<b>Análisis 5</b>	<b>Análisis 6</b>
V9	0.804	0.825	0.984	0.984	0.967	0.978
V10	0.411	0.653	0.532	0.527	0.523	0.818
V11	0.311					
V12	0.607	0.387	0.531	0.534	0.531	0.320

Por lo anterior explicado, se puede decir que para el factor 2 solo se ha descartado la variable 11, y no se la incluye en el cuestionario validado. Esto se constata porque esta variable es la que menos información aporta al factor 2 en el análisis inicial. Además, al descartar esta variable no existen cambios drásticos en los valores de las demás cargas factoriales que se mantuvieron en los siguientes análisis.

### 3.6.2.3 Reducción de variables para el factor 3

La Tabla 3.8 muestra los análisis para el factor 3. En el primer análisis factorial se observa que la variable 24 tiene el valor más cercano a 0 de todas cargas factoriales. El segundo análisis se realiza sin la variable mencionada y se observa que no provoca una mayor repercusión en las demás variables.

**Tabla 3.8** Análisis factoriales MIRT realizados para el Factor 3

Factor 3						
V	Análisis 1	Análisis 2	Análisis 3	Análisis 4	Análisis 5	Análisis 6
V13	0.412	0.361	0.407	0.385	0.385	0.289
V14	0.380	0.391	0.352	0.326	0.325	0.251
V15	0.380	0.359	0.342	0.316	0.314	0.246
V16	0.365	0.310	0.310	0.285	0.283	0.203
V17	0.126	0.129	0.119	0.117		
V18	0.253	0.249	0.240	0.231	0.231	0.209
V19	0.196	0.196	0.189	0.181	0.181	0.163
V20	0.162	0.155	0.149			
V21	0.152	0.146	0.143	0.139	0.138	0.132
V22	0.244	0.221	0.225	0.213	0.212	0.193
V23	0.097	0.089	0.095	0.092	0.092	
V24	0.035					
V25	0.976	0.970	0.971	0.97	0.970	0.981
V26	0.947	0.935	0.940	0.941	0.940	0.947
V27	0.968	0.961	0.960	0.961	0.961	0.967
V28	0.943	0.930	0.940	0.941	0.940	0.945
V29	0.059	0.060				

### 3.6.2.4 Reducción de variables para el factor 5

El quinto factor de los análisis MIRT cuenta inicialmente 5 variables, como se indica en la Tabla 3.9. Como resultado del primer análisis, cuatro variables tienen cargas factoriales con valores considerablemente altos, y una tiene un valor intermedio. Para el segundo análisis se prueba descartando la variable con valor intermedio (V38), y se observa que

como resultado los valores de las demás cargas factoriales de este factor no se ven afectadas drásticamente.

Por lo explicado anteriormente, y debido que al descartar la variable 38 se mantienen los valores altos de las cargas factoriales en el segundo y restos de los análisis, se ratifica que la variable 38 puede ser descartada para un cuestionario validado.

**Tabla 3.9** Análisis factoriales MIRT realizados para el Factor 5

<b>Factor 5</b>						
<b>V</b>	<b>Análisis 1</b>	<b>Análisis 2</b>	<b>Análisis 3</b>	<b>Análisis 4</b>	<b>Análisis 5</b>	<b>Análisis 6</b>
V34	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999
V35	0.981	0.975	0.977	0.977	0.977	0.967
V36	0.862	0.869	0.849	0.853	0.852	0.902
V37	0.857	0.866	0.857	0.860	0.860	0.881
V38	0.624					

### 3.6.2.5 Reducción de variables para el factor 6

En el primer análisis factorial MIRT, se obtuvo valores de cargas factoriales no demasiados altos para las dos variables que conforman este factor. En un segundo análisis se probó descartando la variable con el menor valor, que corresponde a la variable 39. Los resultados del segundo análisis muestran que el valor de la carga factorial de la variable 40 se ha visto afectada. Debido a lo anterior dicho, para los posteriores análisis se vuelve a considerar la variable 39. En estos resultados se presentan cargas similares a los del primer análisis, los cuales se muestran en la Tabla 3.10. Por esta razón no se reduce ninguna variable en el factor 6.

**Tabla 3.10** Análisis factoriales MIRT realizados para el Factor 6

<b>Factor 6</b>						
<b>V</b>	<b>Análisis 1</b>	<b>Análisis 2</b>	<b>Análisis 3</b>	<b>Análisis 4</b>	<b>Análisis 5</b>	<b>Análisis 6</b>
V39	0.347		0.376	0.387	0.389	0.451
V40	0.447	0.015	0.357	0.390	0.386	0.302

### 3.6.2.6 Resumen de reducción de variables por análisis factoriales MIRT

La Tabla 3.11, muestra un resumen de todas las variables que por medio de los análisis factoriales realizados se recomienda descartar para una herramienta de recolección de información validada de análisis de Accesibilidad de Internet en el contexto ecuatoriano. Además, es importante aclarar, que en muchos casos a pesar de que los análisis factoriales MIRT sugieren eliminar tales variables, estas deben ser analizadas desde el punto de vista contextual del estudio. Es decir, examinando si la eliminación de dichas variables tendrá una gran repercusión para la obtención de información de importancia en la herramienta de medición (cuestionario).

**Tabla 3.11** Resumen de variables eliminadas por análisis factorial MIRT

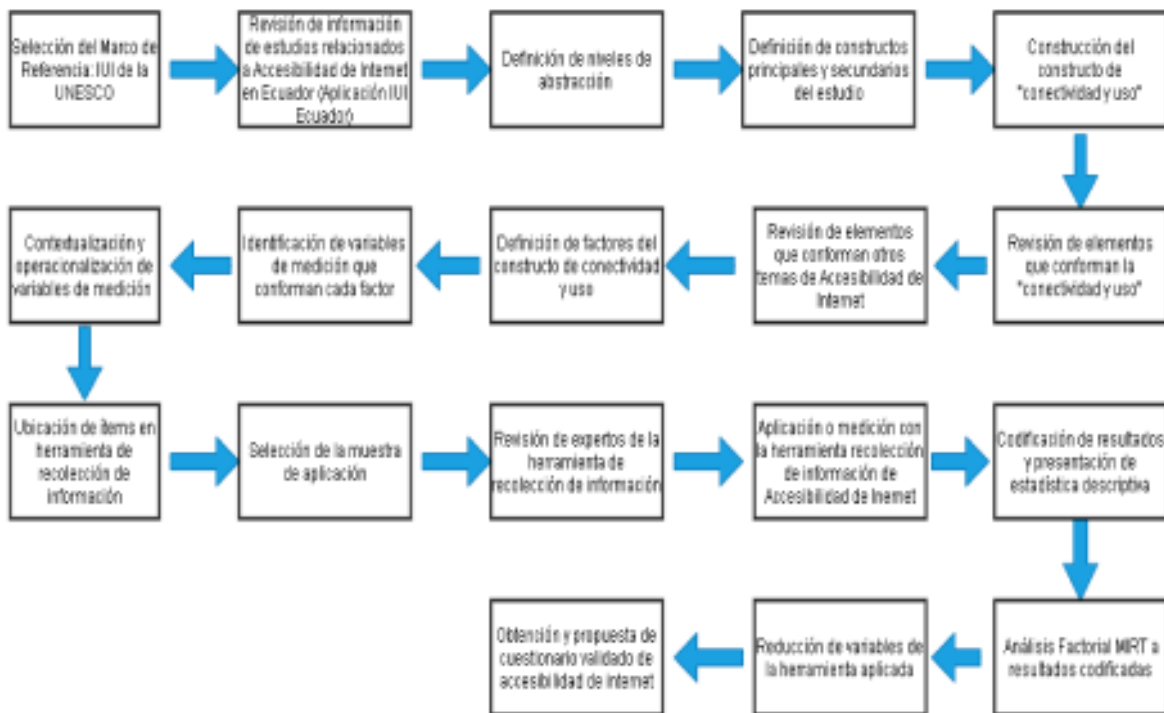
<b>Factor</b>	<b>Nº</b>	<b>Nombre de la Variable</b>	<b>Cantidad</b>
Uso de Internet	V1	Participación previa en evaluaciones	1
Dispositivos de conexión a Internet	V11	Cantidad por familia de dispositivos de conexión	1
Conectividad a Internet (fijo) en el hogar	V17 V20 V24 V29	Suscriptor de Internet Factor de disponibilidad de servicio Número de personas usando el mismo servicio de Internet Oferta de múltiples ISP	4
Conectividad a Internet en lugares públicos	V38	Tarifas preferenciales del Sistema Móvil Avanzado	1
Conectividad a Internet móvil	-	***Ninguna***	0
Conectividad a Internet en establecimientos educativos	-	****Ninguna***	0
Conectividad a Internet dentro de la empresa	-	***Ninguna***	0
<b>Total</b>			<b>7</b>

## 3.7 ACCESIBILIDAD DEL INTERNET EN EL CONTEXTO ECUATORIANO

Para describir la situación actual de la Accesibilidad de Internet en Ecuador, se requiere poner en contexto cada uno de los aspectos o situaciones que intervienen, así como el rol que tienen en la población ecuatoriana. Para empezar a caracterizar a la Accesibilidad de Internet se requiere un marco de referencia en la que se presente como un principio. En este caso se escogió la publicación de la UNESCO de "Indicadores de la Universalidad de Internet", en el cual la Accesibilidad es uno de los cuatro principios o categorías fundamentales que conforman esta universalidad.

Al enfocarse en el principio de Accesibilidad, la UNESCO muestra a esta categorías dividido en seis temas, de los cuales se ha dado enfoque en uno de estos en el presente proyecto, que es la “conectividad y uso”. La conectividad y uso al tratarse de un concepto latente, es decir que no se puede medir directamente con ninguna herramienta de recolección de información, requiere ser interpretada por 8 factores de estudio, que a la vez se componen de variables de medición.

Contextualizando dichas variables a una realidad ecuatoriana, se propone que la Accesibilidad de Internet, más precisamente con respecto al tema de conectividad y uso, se puede analizar (medir) en Ecuador mediante 8 factores de estudio que son: uso de Internet, dispositivos de conexión a Internet, conectividad de Internet en el hogar, conectividad a Internet en lugares públicos, conectividad a Internet móvil, conectividad a Internet en establecimientos educativos, conectividad a Internet dentro de la empresa. En la Figura 3.8, se presenta el procedimiento seguido para analizar la Accesibilidad de Internet en Ecuador en este proyecto.



**Figura 3.8** Procedimiento para analizar la Accesibilidad de Internet en Ecuador y obtener herramienta validada

Al ser los factores mencionados aún conceptos latentes (variables no observables) al igual que la conectividad y uso, se requieren de variables que si puedan ser medidas. Para obtener la información de dichas variables se ha considerado que para este caso de estudio

el tipo de instrumentos de recolección de información que contendrá estas, sea un cuestionario, aunque también se pueden aplicar instrumentos de otros tipos y que dependerá del criterio del investigador.

Los factores y variables inicialmente definidas (componentes del cuestionario inicial) en el desarrollo de este estudio, han sido cuidadosamente analizados, con la finalidad de obtener la mayor cantidad de información con respecto a la Accesibilidad de Internet en el tema escogido. Además, se ha procurado que existan variables para obtener información en la que se abarque a cualquier tipo de personas habitantes en el país. Esto se debe que las diferentes condiciones o circunstancias en las que se encuentra una persona van a diferir en la información que se requiere obtener de otra. Ejemplificando lo anterior, no se requerirán exactamente las mismas variables para obtener información de un estudiante que puede tener una conectividad a Internet en su casa y hogar, que una persona con empleo que puede tener conectividad de Internet solo en su lugar de trabajo.

También se debe recalcar que muchas personas e investigadores mal interpretan el término Accesibilidad Internet, asociándolo únicamente a la que una persona puede tener en su hogar. Es por esta razón que al consultar información con respecto al tema se encuentran muchas carencias, ya que se está omitiendo información de importancia como la de acceso a Internet que puede existir en lugares públicos, centros de educación, empresas, entre otros factores. Es por esa razón que el estudio de la Accesibilidad de Internet en este proyecto ha tratado de cubrir todos estos aspectos relacionados con en esta temática, a pesar de que como se mencionó la Accesibilidad de Internet va más allá que solamente la mera conectividad.

### **3.7.1 PROPUESTA DE HERRAMIENTA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE ACCESIBILIDAD DE INTERNET CONTEXTUALIZADA PARA ECUADOR**

Como se ha mencionado, si bien existe información acerca de Accesibilidad de Internet en el Ecuador, la cual se ha logrado mediante diversos estudios, en la mayoría de casos esta llega a tener carencias en muchos aspectos, o se encuentra incompleta o desactualizada. Tal como se evidenció en la aplicación de los Indicadores de Universalidad de Internet (IUI) de la UNESCO, en Ecuador, la cual fue realizada en el año 2019, los investigadores participantes de este estudio encontraron demasiados problemas al intentar conseguir información para la mayoría de indicadores y llevar a cabo esta investigación. Esta es una de las tantas razones por las que se propone una herramienta de recolección de

información, que analice uno de los principios fundamentales de la universalidad como es la Accesibilidad de Internet.

Si bien con esta herramienta no se solucionarán por completo todos los inconvenientes que se puedan presentar en futuras investigaciones con temáticas similares, será de gran ayuda para que instituciones y organizaciones usen ya bien la herramienta presentada para obtener información en este tema. En otros casos puede ser de utilidad para que tomen como referencia la metodología presentada, para desarrollar un instrumento de recolección de información eficiente en el tema específico que requieran investigar.

Para realizar el análisis factorial y poder observar una ilustración de los resultados estadísticos de la herramienta, este cuestionario se aplicó por medio de una plataforma web (*Google forms*) a una muestra no probabilística, que consta de 245 estudiantes de la FIEE de la EPN. El listado de estos participantes se puede ver en el Anexo O. Con los resultados obtenidos de la aplicación y realizado el análisis factorial correspondiente, se obtuvo que 7 de las 43 variables analizadas pueden ser descartadas para un cuestionario de Accesibilidad de Internet validado. A esto se le suman las 11 variables que fueron eliminadas por la sugerencias de las revisiones por partes de los expertos, debido a las características de la muestra y vía de aplicación de la herramienta.

Por último, se puede decir que el cuestionario de Accesibilidad de Internet validado puede constar de un total de 65 ítems cuando se aplique a una muestra similar a la considerada en este proyecto (estudiantes universitarios). Por otra parte, si el cuestionario pretende aplicarse a una muestra probabilística y diferente (más grande), o se requiere implementar la herramienta por diferentes medios, además del web (papel y lápiz, llamada telefónica, centros de cómputo), se pueden considerar también alguna de las 11 variables que fueron descartadas para la ilustración en este estudio. Al considerar estas, entre otras circunstancias para la aplicación del cuestionario en diferentes escenarios, se pueden evitar sesgos que puedan ocasionarse en la información recolectada.

En la Tabla 3.12 se presenta el tamaño de los diferentes cuestionarios desarrollados, aplicados y propuestos para analizar la Accesibilidad de Internet. Además de los tamaños especificados, también se debe considerar que la mayoría de ítems están condicionados, para cualquiera de las versiones del cuestionario. Es decir que, dependiendo de las respuestas del participante, este puede contestar una menor cantidad de ítems que el total que se especifica. Estos ítems condicionados al aplicarlos en plataformas web como la de *Google Forms*, su presentación se automatiza y algunos ítems no se visualizan, en el caso de que no sean requeridos por un participante en específico.



**Tabla 3.12** Tamaños de los diversos cuestionarios desarrollados, aplicados y propuestos

<b>Denominación</b>	<b>Cantidad de ítems</b>	<b>Detalles</b>
Cuestionario inicial	83 ítems	Sin validación de expertos Sin reducción de variables por análisis factorial
Cuestionario aplicado a estudiantes FIEE EPN	72 ítems	Con validación de expertos Reducción de variables considerando la muestra aplicada Sin reducción de variables por análisis factorial
Cuestionario validado para muestras similares al ejemplo de aplicación	65 ítems	Con validación de expertos Reducción de variables considerando la muestra aplicada Con reducción de variables o validación por análisis factorial
Cuestionario validado para diferentes muestras de la población ecuatoriana o aplicado por diferentes medios	65 (+ 1 a 11) ítems	Con validación de expertos Con reducción de variables o validación por análisis factorial

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 CONCLUSIONES

- Al investigar el estado de la situación actual de la Accesibilidad del Internet se encontró que, para la aplicación de los IUI en Ecuador, la cual fue una investigación interinstitucional realizada en el 2019, los investigadores participantes tuvieron muchos inconvenientes durante su desarrollo, problemas que se ven reflejados en el informe final de esta investigación. Estos inconvenientes se deben principalmente a: la carencia de estudios previos realizados en el país acerca de la temática, la inexistencia de información publicada, los usos inadecuados de terminología relacionada a TIC, y a los datos desactualizados encontrados. Todos los inconvenientes del estudio mencionado, además de estar presentes en muchos de los indicadores que conforman la Accesibilidad, están en el resto de indicadores de los principios que conforman la universalidad de Internet.
- Una forma de mitigar los problemas de inexistencia de información relacionada a Accesibilidad de Internet en Ecuador, es por medio de la creación de herramientas de recolección de información validadas que puedan ser aplicadas a diferentes grupos de la población ecuatoriana. La herramienta que se ha visto más conveniente en este caso es un cuestionario, debido al medio de aplicación escogido, y a la cantidad de personas de las que se requirió obtener la información. Cabe mencionar que, para investigaciones en este tipo de temáticas, también es válido uso de otro tipo de herramientas de investigación, como son las entrevistas.
- Entre los estudios revisados, tanto los realizados en Ecuador, así como en otros países, no se encontraron resultados publicados en la web y que hayan sido diseñados específicamente en base al principio de Accesibilidad de Internet, según lo define la UNESCO en los IUI. Esto dificultó la comparación, entre los resultados obtenidos del ejemplo de aplicación de la herramienta de recolección de información, con los resultados de estudios previos que contengan información equivalente (en su totalidad o mayoría) a la recolectada mediante las variables de medición que se presentan en este proyecto. Sin embargo, se tomó la poca información existente en los estudios externos, como referencia para definir y desarrollar ciertos factores y variables de medición en este modelo. Por lo mencionado, la herramienta de recolección de información que se presenta

contiene ciertas variables de medición (ítems) que son carentes en otros estudios revisados de temáticas similares.

- Para el desarrollo del estudio y modelo de medición de Accesibilidad de Internet, el constructo escogido corresponde al tema de conectividad y uso. Esto se debe a la extensión que puede conllevar, en el proyecto desarrollado, abordar más de un solo tema de los seis que componen el principio de Accesibilidad, según el marco de referencia de los Indicadores de Universalidad de Internet de la UNESCO.
- El constructo conectividad y uso se definió mediante ocho factores de estudio, con los cuales se busca cubrir la mayoría de aspectos que componen este tema de Accesibilidad y que están presentes en la realidad ecuatoriana. Estos factores son: datos demográficos, usos de Internet, conectividad de Internet en el hogar, conectividad en lugares públicos, conectividad en establecimiento educativos, dispositivos de conexión, conectividad dentro de la empresa. A la vez, cada uno de estos factores, debido a sus características de no medición directa, son explicados y analizados por un conjunto de variables de medición, que mediante un proceso de operacionalización y contextualización se incluyeron a un cuestionario o herramienta de recolección de información.
- El cuestionario inicial conformado por un total de 83 ítems al pasar por una revisión de 3 expertos en el área de telecomunicaciones, y de 2 expertos en estudios organizacionales y del desarrollo humano, obtuvo una primera validación con la que se realizaron los cambios necesarios, para poder implementar el cuestionario a una muestra seleccionada. Entre estos cambios están la eliminación y modificación de contenido de algunos ítems. Este cuestionario validado por expertos fue implementado por medio de la plataforma web *Google Forms*, a una muestra de tipo no probabilística, conformada por un total de 245 estudiantes de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Escuela Politécnica Nacional.
- Al realizar el análisis factorial a las variables de medición, se descartaron 30 ítems debido a que no presentaban características de nivel de medición ordinal (o respuesta múltiple), mientras que se mantuvieron 43 ítems que sí cumplieron con las características mencionadas. Estos 43 ítems fueron codificados y posteriormente analizados con el software *RStudio* usando un método MIRT

(*Multidimensional Item Response Theory*) de tipo GPCM (*General Partial Credit Model*) mediante el paquete estadístico *mirt*.

- Debido a que el tipo de muestra seleccionada para la aplicación del cuestionario fue tipo no probabilística por conveniencia, los resultados obtenidos de estadística descriptiva no pueden ser generalizados para toda la población ecuatoriana. Sin embargo, estos resultados se pueden tomar como una representación estadística de la situación actual de los estudiantes de pregrado de la FIEE EPN en la temática de Accesibilidad a Internet, más específicamente en lo que se refiere a conectividad y uso.
- Entre los resultados obtenidos de la aplicación de la herramienta de recolección de información a los estudiantes de la FIEE EPN, se puede recalcar que el 1.2% no dispone de ningún dispositivo propio para conectarse internet. Entre las posibles causas de lo mencionado están, el no poseer los recursos económicos para adquirir uno, y el no disponer una conexión a internet para usarlos. Otro de los resultados a considerar es que el 6.93% de los participantes no disponen de un servicio de acceso al internet en su hogar. Principalmente, esto se debe a no disponer de la infraestructura de telecomunicaciones necesaria instalada en su sector de residencia, y el no poseer los recursos necesarios para contratar un servicio. De estos resultados se puede intuir que una de las principales barreras de acceso, para no disponer de un servicio de internet o de dispositivos de conexión, es la escasez de recursos económicos por parte de la población participante.
- Según los resultados de la herramienta implementada, a diferencia de un servicio de internet fijo que el 93.06 % de los participantes disponen (mayoría), solamente un 38.36% de los participantes tienen un servicio de internet móvil celular. Esto puede interpretarse como la existencia de barreras de acceso, entre ellas el factor económico, la escasez de este tipo de infraestructuras, la no disponibilidad de dispositivos celulares, además de la insatisfacción que puede existir por parte de los estudiantes con los servicios de telefonía móvil ofertados actualmente en el país. A lo anterior se le añade que en la actualidad la cantidad de datos ofrecida por la mayoría de servicios fijos es ilimitada, a diferencia de los servicios móviles en donde se ofertan paquetes de internet con datos limitados, y cuya variación de velocidad y tecnología de conexión, disponibilidad, entre otras características, dependan de

factores como la zona de cobertura brindada por el proveedor de servicios (operadora móvil).

- La creación e implementación de herramientas de recolección de información en el país es necesaria, ya que además de amenorar la escasez de información relacionada a temáticas TIC que existe actualmente en Ecuador, las instituciones y empresas al obtener su información resultante, pueden establecer estrategias y ejecutar acciones para mejorar el estado actual de las TIC en Ecuador, incluyendo a todo lo que involucra la Accesibilidad del internet. Por otra parte, en una de las variables que componen la herramienta aplicada en este estudio, se puede evidenciar en la muestra, la escasez actual de implementaciones de este tipo, ya que se obtiene que el 53.1 % de los participantes no había participado anteriormente en ninguna evaluación de Accesibilidad de Internet o temas relacionados a TIC.
- Entre los ítems que componen la herramienta de recolección de información, se encuentran los que están destinados a examinar la percepción de satisfacción de los participantes con su servicio actual de internet, con respecto a diferentes actividades (comunicación, entretenimiento, académicas, etc.). Del resultado de la implementación realizada, se obtuvieron respuestas variadas en todas las actividades mencionadas, en niveles de respuesta que van desde “Muy insatisfecho” hasta “Muy satisfecho”. Sin embargo, se observa que en todos estos ítems predomina la respuesta “Satisfecho”, por lo que se puede señalar que la mayoría de estudiantes de la FIEE EPN que participaron en la aplicación de la herramienta, se encuentran satisfechos con el servicio ofertado por su proveedor de internet.
- Según los métodos de análisis factorial revisados, se ha escogido el método MIRT GPCM. Esto se debe que, a diferencia de los métodos tradicionales usados para análisis factorial, los métodos MIRT no consideran a las variables de medición como continuas. Esto se justifica al usar niveles de medición de respuesta como las presentadas en las escalas Likert, las cuales recolectan su información en variables discretas. Estando dentro de los análisis MIRT, fue seleccionado el modelo GPCM, que permite ítems politómicos, y con diferente número de categorías de respuestas, características que presentan los ítems del cuestionario desarrollado.

- Al aplicar los análisis factoriales MIRT a las 43 respuestas de las variables con nivel de medición nominal y por intervalos, se obtuvo que 7 variables deben ser descartadas para elaborar un cuestionario validado, debido a que estas poseen cargas factoriales muy bajas. Esto se traduce en que dichas variables aportan muy poca información al factor de estudio al que pertenecen. Por otra parte, se obtuvieron 36 variables, que al analizarlas dieron como resultados valores de cargas factoriales altos o intermedios, que se pueden interpretar como variables que si aportan mucha o considerable información a su respectivo factor. Lo anterior permitió establecer un criterio para mantener dichas variables en la conformación de la herramienta de recolección de información validada de Accesibilidad de Internet.
- El cuestionario de Accesibilidad de Internet validado por el análisis factorial MIRT y por la revisión de expertos, cuenta con una cantidad de 65 ítems para una muestra similar a la del ejemplo de aplicación. No obstante, si dicho cuestionario se requiere implementar a una muestra más general y perteneciente la población ecuatoriana, o ya sea que el tipo de aplicación del cuestionario no es por medios web, el cuestionario debe constar de los 65 ítems mencionados, más de 1 a 11 ítems a considerar por el investigador, los cuales fueron descartados en la primera validación por las condiciones en que se presentó la muestra en la aplicación de este estudio.

## **4.2 RECOMENDACIONES**

- Se recomienda aplicar el cuestionario de Accesibilidad de Internet a una muestra de tipo probabilística, y por diferentes medios además del web, por ejemplo: papel y lápiz, llamada telefónica, centros de cómputo, entre otros. Al aplicarlo con estas consideraciones, se pueden llegar a obtener resultados generalizables acerca del tema conectividad y uso de Accesibilidad de Internet, para una población más grande, como lo es la población de Ecuador.
- Se recomienda utilizar el ejemplo de cálculo de una muestra probabilística aleatoria, para obtener un número aproximado de tamaño de muestra adecuado para aplicar la herramienta y poder generalizar los resultados.
- Al ejecutar los códigos en lenguaje R para los diferentes análisis estadísticos, se recomienda realizarlos en computadores de buenas características. Además, se

recomienda esperar el tiempo suficiente para que cada análisis finalice. El tiempo aproximado es de 45 minutos para cada uno de los análisis factoriales MIRT presentados.

- Al realizar herramientas de medición similares con la metodología aplicada, se recomienda que todos los ítems o en su gran mayoría tengan nivel de medición por intervalos o nominal. De esta manera se evitará la realización de descartes de variables, para los análisis factoriales a ejecutarse.
- Cuando se realiza un análisis factorial de más de 3 factores aplicando el paquete *mirt*, se recomienda el uso del método QMCEM, en lugar del método que viene por defecto con la función de dicho análisis. Al aplicar otros métodos es muy probable que aparezcan mensajes de advertencia, como de problemas con la convergencia.
- Además de usar *RStudio* para realizar el análisis factorial MIRT, también es posible realizarlo en otros software de análisis estadístico con licencia que igualmente dispongan de estas funciones. De la misma forma, se pueden usar otras plataformas análogas a *Google Forms*, en las que se permita realizar cuestionarios.
- Como se ha mencionado y según el marco de referencia usado, la Accesibilidad de Internet tiene más temas que no se han tratado a profundidad en este estudio, como son: asequibilidad, contenidos y lenguas locales, acceso equitativo, entre otros. Igualmente, la universalidad de Internet posee más principios fundamentales que solamente la Accesibilidad. Es por esto por lo que se recomienda realizar estudios aplicando la misma metodología para poder analizar estos otros temas o principios.
- El análisis factorial realizado en este estudio fue de tipo exploratorio, ya que es la primera vez que se utiliza esta metodología para realizar un estudio en esta temática, así como la propuesta de los factores y variables medición para analizar la Accesibilidad de Internet en Ecuador. Por esta razón se recomienda, ya sea que se use la misma herramienta o los mismos factores y variables de estudio, se realice un análisis factorial de tipo confirmatorio en futuros estudios.
- Se pueden realizar trabajos futuros con la misma temática y metodología, pero cambiando: marco de referencia, tipo de herramienta de medición utilizada, tipo de análisis factorial (por ejemplo, el de componentes principales), tipo de modelo MIRT

(PCM, GRM, Rasch), plataforma de aplicación de cuestionarios, software de análisis estadístico, entre otras consideraciones.



## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] «Indicadores de la UNESCO sobre la universalidad de Internet: marco para la evaluación del desarrollo de Internet - UNESCO Biblioteca Digital». <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367860> (accedido mar. 04, 2020).
- [2] J. Slevin, «Internet», en *The Blackwell Encyclopedia of Sociology*, American Cancer Society, 2007.
- [3] D. J. Arranz, «1. Internet. Definición y breve historia.», p. 12.
- [4] Levine Margaret, *Internet: The Complete Reference*. USA: Mc Graw Hill.
- [5] M. L. Young, Ed., *Internet: the complete reference*, Millennium ed. Berkeley: Osborne/McGraw-Hill, 1999.
- [6] I. O. Vallejos, «3. Origen y evolución histórica», p. 23.
- [7] «The HTTP Protocol As Implemented In W3». <https://www.w3.org/Protocols/HTTP/AsImplemented.html> (accedido feb. 22, 2021).
- [8] «Welcome to info.cern.ch», ene. 05, 2010. <https://web.archive.org/web/20100105103513/http://info.cern.ch/> (accedido feb. 22, 2021).
- [9] «Stanford Federal Credit Union Pioneers Online Financial Services. - Free Online Library», dic. 21, 2018. <https://web.archive.org/web/20181221041632/https://www.thefreelibrary.com/Stanford+Federal+Credit+Union+Pioneers+Online+Financial+Services.-a017104850> (accedido feb. 22, 2021).
- [10] «Retiring the NSFNET Backbone Service: Chronicling the End of an Era». [https://web.archive.org/web/20130817124939/http://merit.edu/research/nsfnet\\_article.php](https://web.archive.org/web/20130817124939/http://merit.edu/research/nsfnet_article.php) (accedido feb. 22, 2021).
- [11] «La gran evolución de internet desde su creación», *Marketing Directo*, oct. 21, 2020. <https://www.marketingdirecto.com/actualidad/infografias/la-gran-evolucion-de-internet-desde-su-creacion-en-1969> (accedido mar. 04, 2021).
- [12] «Internet 101: What is the Internet?», p. 49.
- [13] R. Castro y A. Fernando, «Estudio de los aspectos que inciden en el servicio de Internet de banda ancha en el Ecuador», oct. 2010, Accedido: mar. 04, 2020. [En línea]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/2455>.
- [14] C. López Alonso, «El correo electrónico», *Estud. Lingüíst. Esp.*, vol. 24, 2006, Accedido: mar. 02, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://ddd.uab.cat/record/200546>.
- [15] «social-networking-overview.pdf». Accedido: jun. 24, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://fraser.typepad.com/socialtech/files/social-networking-overview.pdf>.

- [16]Fundación Telefónica, «Curso Formativo de Comunicación y Colaboración en la era digital.» 2020, [En línea]. Disponible en: <https://www.fundaciontelefonica.com/>.
- [17]W. Simpson, *Video Over IP: IPTV, Internet Video, H.264, P2P, Web TV, and Streaming: A Complete Guide to Understanding the Technology*. Taylor & Francis, 2013.
- [18]«What is Streaming? - Definition, Meaning & Explanation | Verizon Fios». <https://www.verizon.com/info/definitions/streaming/> (accedido jun. 25, 2020).
- [19]D. Catteddu, «Cloud Computing: Benefits, Risks and Recommendations for Information Security», en *Web Application Security*, Berlin, Heidelberg, 2010, pp. 17-17, doi: 10.1007/978-3-642-16120-9\_9.
- [20]Dr. M. R. Islam y T. Mazumder, «Mobile application and its global impact», *Int. J. Eng. Technol.*, vol. 10, pp. 72-78, ene. 2010.
- [21]«Internet Connection and Access Methods». <https://stevesmarthomeguide.com/connect-methods/> (accedido mar. 03, 2020).
- [22]«Mobile WiMAX - The Internet Protocol Journal, Volume 11, No. 2 - Cisco», ago. 21, 2016. <https://web.archive.org/web/20160821180830/http://www.cisco.com/c/en/us/about/press/internet-protocol-journal/back-issues/table-contents-40/112-wimax.html> (accedido feb. 23, 2021).
- [23]G. Keiser, *FTTX Concepts and Applications*. Canadá: Wiley Interscience, 2006.
- [24]R. Buphendra, «Internet Connections».
- [25]«Internet Connectivity. Computer and Network Examples», <https://www.conceptdraw.com>. <https://www.conceptdraw.com/How-To-Guide/internet-connectivity> (accedido may 22, 2020).
- [26]J. Varner, «Types of Internet Connections», *Misisipi State Univ.*, p. 4.
- [27]V. K. Garg y E. L. Sneed, «Digital wireless local loop system», *IEEE Commun. Mag.*, vol. 34, n.º 10, pp. 112-115, oct. 1996, doi: 10.1109/35.544332.
- [28]«Wireless local loop - Alchetron, The Free Social Encyclopedia», *Alchetron.com*, dic. 25, 2017. <https://alchetron.com/Wireless-local-loop> (accedido jun. 25, 2020).
- [29]G. Pham, «Mobile-Broadband-Including-WiMAX-and-LTE.pdf», Accedido: mar. 05, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.academia.edu/27236265/Mobile-Broadband-Including-WiMAX-and-LTE.pdf>.
- [30]Gemalto, «Presentación de las redes 5G», p. 9, 2019.
- [31]<https://plus.google.com/+UNESCO>, «Universalidad de internet», *UNESCO*, jun. 13, 2017. <https://es.unesco.org/internetuniversality/about> (accedido mar. 04, 2020).

- [32] <https://plus.google.com/+UNESCO>, «Definición de indicadores de universalidad de internet», *UNESCO*, jun. 13, 2017. <https://es.unesco.org/internetuniversality/indicators> (accedido mar. 04, 2020).
- [33] V. Morales y A. Robalino-López, «Framework for the evaluation of Internet development. Case Study: Application of Internet Universality Indicators in Ecuador». 2020.
- [34] C. Segovia, «Accesibilidad e Internet», n.º 01, p. 237.
- [35] RAE, «Definición de accesibilidad - Diccionario del español jurídico - RAE», *Diccionario del español jurídico - Real Academia Española*. <https://dej.rae.es/lema/accesibilidad> (accedido mar. 03, 2020).
- [36] O. of the Commissioner, «Internet Accessibility», *FDA*, ene. 05, 2019. <http://www.fda.gov/about-fda/about-website/internet-accessibility> (accedido mar. 03, 2020).
- [37] «Duarte, Fabio; Pires, Hindenburgo. La inclusión digital, tres conceptos fundamentales: conectividad, accesibilidad, comunicabilidad. Aracne 150.» [http://www.ub.edu/geocrit/aracne/aracne-150.htm#\\_ftnref14](http://www.ub.edu/geocrit/aracne/aracne-150.htm#_ftnref14) (accedido may 22, 2020).
- [38] «Digital 2020», *We Are Social*. <https://wearesocial.com/digital-2020> (accedido jul. 13, 2020).
- [39] «Ecuador tiene 11,18 millones de conexiones a internet fijo y móvil», *Primicias*. <https://www.primicias.ec/noticias/tecnologia/ecuador-millones-conexiones-internet-fijo-movil/> (accedido feb. 24, 2021).
- [40] «Tics 2017\_270718.pdf». Accedido: feb. 24, 2021. [En línea]. Disponible en: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Sociales/TIC/2017/Tics%202017\\_270718.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/2017/Tics%202017_270718.pdf).
- [41] «Plan-de-Telecomunicaciones-y-TI..pdf». Accedido: feb. 24, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/wp-content/uploads/2016/08/Plan-de-Telecomunicaciones-y-TI..pdf>.
- [42] Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (MINTEL) y UNESCO, «Indicadores de Universalidad de Internet (IUI) de la UNESCO, Ecuador». 2019.
- [43] «Digital 2020: Global Digital Overview», *DataReportal – Global Digital Insights*. <https://datareportal.com/reports/digital-2020-global-digital-overview> (accedido mar. 06, 2020).
- [44] *Procesamiento de datos y análisis estadísticos utilizando SPSS : un libro práctico para investigadores y administradores educativos*. EDIPUCRS.

- [45] E. B. Herreras, «SPSS: UN INSTRUMENTO DE ANÁLISIS DE DATOS CUANTITATIVOS», vol. 2, p. 8, 2005.
- [46] B. F. Ryan, B. L. Joiner, y J. D. Cryer, *MINITAB Handbook: Update for Release*. Cengage Learning, 2012.
- [47] J. A. Olivera, J. R. Donet, Y. S. Rodríguez, y J. T. Inafuko, «Procesamiento Estadístico de Datos con Minitab y Harvard Graphics», p. 166.
- [48] «Manual-Microsoft-Office-Excel-2010.pdf». Accedido: mar. 19, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.uv.mx/personal/llopez/files/2013/03/Manual-Microsoft-Office-Excel-2010.pdf>.
- [49] «apexcel.pdf». Accedido: mar. 19, 2020. [En línea]. Disponible en: [http://www.ing.unne.edu.ar/assets/pdf/academica/departamentos/computacion/mod\\_info/apexcel.pdf](http://www.ing.unne.edu.ar/assets/pdf/academica/departamentos/computacion/mod_info/apexcel.pdf).
- [50] «R FAQ». [https://cran.r-project.org/doc/FAQ/R-FAQ.html#What-is-R\\_003f](https://cran.r-project.org/doc/FAQ/R-FAQ.html#What-is-R_003f) (accedido feb. 24, 2021).
- [51] «R: What is R?» <https://www.r-project.org/about.html> (accedido mar. 20, 2020).
- [52] C. Bernal, *Metodología de la Investigación*, Tercera. Colombia: Pearson, 2010.
- [53] R. Hernández Sampierie, *Metodología de la Investigación*, Sexta. México: Mc Graw Hill, 2014.
- [54] «CONNECTIVITY | definition in the Cambridge English Dictionary». <https://dictionary.cambridge.org/us/dictionary/english/connectivity> (accedido may 21, 2020).
- [55] «Connectivity, Internet | Encyclopedia.com». <https://www.encyclopedia.com/economics/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/connectivity-internet> (accedido may 22, 2020).
- [56] A. Haggman, «Connectivity, Communications and Technology», *Int. Relat.*, p. 6.
- [57] «Definición de conectividad — Definicion.de», *Definición.de*. <https://definicion.de/conectividad/> (accedido may 22, 2020).
- [58] «Que es la conectividad , origen del término, lo que significa, definición; ejemplos | | Blog de data center, cloud», sep. 28, 2017. <https://blog.hostdime.com.co/que-es-conectividad-orige-termino-significa-definicion-ejemplos/> (accedido may 22, 2020).
- [59] «Documento Final. Capítulo 1: Descripción General del Modelo de Conectividad». [http://www.ired.org/joiner/docfinal/1-c1\\_descripcion-modelo-conectividad/](http://www.ired.org/joiner/docfinal/1-c1_descripcion-modelo-conectividad/) (accedido may 25, 2020).
- [60] A. Uribe-Tirado, «La brecha digital, no solo conectividad. La Socio, Info e Infraestructura Informativa una triada necesaria para los análisis en la sociedad de

- la información», Accedido: may 25, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://core.ac.uk/reader/11881070>.
- [61] «Competencias, capacidades y habilidades: ¿Qué diferencias hay?», *Endalia*, jun. 21, 2019. <https://www.endalia.com/news/2019/06/diferencias-competencias-capacidades-habilidades/> (accedido ago. 17, 2020).
- [62] «Qué es comunicación digital y por qué es importante en las empresas», *iLifebelt™*, sep. 22, 2016. <https://ilifebelt.com/que-es-comunicacion-digital-y-por-que-es-importante-en-las-empresas/2016/09/> (accedido ago. 17, 2020).
- [63] «What is a Communication Device?» <https://www.computerhope.com/jargon/c/communication-devices.htm> (accedido ago. 17, 2020).
- [64] «Digital information», *Encyclopedia Britannica*. <https://www.britannica.com/topic/digital-information> (accedido ago. 17, 2020).
- [65] «What is IT Infrastructure?» <https://www.ecpi.edu/blog/what-is-it-infrastructure> (accedido ago. 17, 2020).
- [66] «Chapter 1: What is a Network?» <https://fcit.usf.edu/network/chap1/chap1.htm> (accedido ago. 17, 2020).
- [67] «Connection speed and how to measure it | BT Business». [https://btbusiness.custhelp.com/app/answers/detail/a\\_id/6769/~connection-speed-and-how-to-measure-it/c/5085/](https://btbusiness.custhelp.com/app/answers/detail/a_id/6769/~/connection-speed-and-how-to-measure-it/c/5085/) (accedido ago. 17, 2020).
- [68] D. Wood, «What Is Technology? - Definition & Types - Video & Lesson Transcript», *Study.com*. <https://study.com/academy/lesson/what-is-technology-definition-types.html> (accedido ago. 17, 2020).
- [69] «USER | definition in the Cambridge English Dictionary». <https://dictionary.cambridge.org/us/dictionary/english/user> (accedido ago. 17, 2020).
- [70] «SUBSCRIBER (noun) American English definition and synonyms | Macmillan Dictionary». <https://www.macmillandictionary.com/us/dictionary/american/subscriber> (accedido ago. 17, 2020).
- [71] R.- ASALE y RAE, «barrera | Diccionario de la lengua española», «*Diccionario de la lengua española*» - Edición del Tricentenario. <https://dle.rae.es/barrera> (accedido ago. 17, 2020).
- [72] «What Are the Causes of Internet Traffic?», *Small Business - Chron.com*. <https://smallbusiness.chron.com/causes-internet-traffic-47796.html> (accedido ago. 17, 2020).
- [73] «What is an Online Service? - Definition from Techopedia». <https://www.techopedia.com/definition/3248/online-service> (accedido ago. 17, 2020).

- [74] «Reliability and Availability Basics». [http://www.eventhelix.com/RealtimeMantra/FaultHandling/reliability\\_availability\\_basics.htm#Availability](http://www.eventhelix.com/RealtimeMantra/FaultHandling/reliability_availability_basics.htm#Availability) (accedido ago. 17, 2020).
- [75] M. Rouse, «What is High Availability? - Definition from WhatIs.com», *SearchDataCenter*. <https://searchdatacenter.techtarget.com/definition/high-availability> (accedido ago. 17, 2020).
- [76] R.- ASALE y RAE, «frecuencia | Diccionario de la lengua española», «*Diccionario de la lengua española*» - Edición del Tricentenario. <https://dle.rae.es/frecuencia> (accedido ago. 17, 2020).
- [77] R.- ASALE y RAE, «usar | Diccionario de la lengua española», «*Diccionario de la lengua española*» - Edición del Tricentenario. <https://dle.rae.es/usar> (accedido ago. 17, 2020).
- [78] «What is Usage Patterns | IGI Global». <https://www.igi-global.com/dictionary/usage-patterns/47714> (accedido ago. 17, 2020).
- [79] «Visits, visitors, unique visitors... the differences for the web analyst», *Digital Analytics Blog*, ago. 12, 2019. <https://blog.atinternet.com/en/visits-visitors-unique-visitors-what-are-the-differences-for-the-web-analyst/> (accedido ago. 17, 2020).
- [80] J. A. Hart, R. R. Reed, y F. Bar, «The building of the internet: Implications for the future of broadband networks», *Telecommun. Policy*, vol. 16, n.º 8, pp. 666-689, nov. 1992, doi: 10.1016/0308-5961(92)90061-S.
- [81] «Resoluciones ex Conatel- historial – Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones». <https://www.arcotel.gob.ec/resoluciones-ex-senatel-historial/> (accedido jul. 23, 2020).
- [82] J. Postel, «DoD standard Internet Protocol». <https://tools.ietf.org/html/rfc760> (accedido jul. 02, 2020).
- [83] R.- ASALE y RAE, «costo | Diccionario de la lengua española», «*Diccionario de la lengua española*» - Edición del Tricentenario. <https://dle.rae.es/costo> (accedido ago. 17, 2020).
- [84] «SECTOR | significado, definición en el Cambridge English Dictionary». <https://dictionary.cambridge.org/es-LA/dictionary/english/sector> (accedido ago. 17, 2020).
- [85] «What Does “Geographic Location” Mean?», *Sciencing*. <https://sciencing.com/geographic-location-mean-8667.html> (accedido ago. 17, 2020).
- [86] «FALLING THROUGH THE NET: A Survey of the “Have Nots” in Rural and Urban America | National Telecommunications and Information Administration». <https://www.ntia.doc.gov/ntiahome/fallingthru.html> (accedido jul. 03, 2020).

- [87] «AGE GROUP | significado, definición en el Cambridge English Dictionary». <https://dictionary.cambridge.org/es-LA/dictionary/english/age-group> (accedido ago. 17, 2020).
- [88] «Educational institution | Concepts | Statistics Finland». [http://www.stat.fi/meta/kas/oppilait\\_en.html](http://www.stat.fi/meta/kas/oppilait_en.html) (accedido ago. 17, 2020).
- [89] «gini\_index\_040en.pdf». Accedido: jul. 07, 2020. [En línea]. Disponible en: [http://www.fao.org/docs/up/easypol/329/gini\\_index\\_040en.pdf](http://www.fao.org/docs/up/easypol/329/gini_index_040en.pdf).
- [90] «BDT\_Cir\_026\_DKH\_IDA\_S.pdf». Accedido: ago. 24, 2020. [En línea]. Disponible en: [https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/IDI2019consultation/BDT\\_Cir\\_026\\_DKH\\_IDA\\_S.pdf](https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Documents/IDI2019consultation/BDT_Cir_026_DKH_IDA_S.pdf).
- [91] «GSMA-State-of-Mobile-Internet-Connectivity-Report-2019.pdf». Accedido: ago. 24, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.gsma.com/mobilefordevelopment/wp-content/uploads/2019/07/GSMA-State-of-Mobile-Internet-Connectivity-Report-2019.pdf>.
- [92] «NRI 2019 Analysis», *Network Readiness Index*. <https://networkreadinessindex.org/nri-2019-analysis/> (accedido ago. 24, 2020).
- [93] L. L. Thurstone, «Multiple factor analysis», *Psychol. Rev.*, vol. 38, n.º 5, pp. 406-427, 1931, doi: 10.1037/h0069792.
- [94] J. Hurtado, *Metodología de la Investigación Holística*, Tercera. Caracas, Venezuela: SYPAL, 2000.
- [95] Y. Chaiyo y R. Nokham, «The effect of Kahoot, Quizizz and Google Forms on the student's perception in the classrooms response system», en *2017 International Conference on Digital Arts, Media and Technology (ICDAMT)*, mar. 2017, pp. 178-182, doi: 10.1109/ICDAMT.2017.7904957.
- [96] P. M. Vallejo, «Tamaño necesario de la muestra: ¿Cuántos sujetos necesitamos?», p. 24.
- [97] Insu Paek y Ki Cole, *Using R for Item Response Theory Model Applications*. New York: Routledge, 202d. C.
- [98] Alexander Fred Ojala y Johan Eng Larsson, «Construction of the Berkeley Innovation Index: A Higher-Order Item Response Theory Model Approach». 2016.
- [99] «mirt.pdf». Accedido: oct. 12, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://cran.r-project.org/web/packages/mirt/mirt.pdf>.
- [100] F. Carrascosa, «Análisis Factorial: Análisis de componentes principales», p. 12.
- [101] Minitab, «Interpret all statistics and graphs for Factor Analysis», *Support Minitab*. <https://support.minitab.com/en-us/minitab/18/help-and-how-to/modeling->

- statistics/multivariate/how-to/factor-analysis/interpret-the-results/all-statistics-and-graphs/ (accedido dic. 01, 2020).
- [102] «Digital 2020: Ecuador — DataReportal – Global Digital Insights». <https://datareportal.com/reports/digital-2020-ecuador> (accedido mar. 04, 2021).
- [103] «201912\_Principales\_resultados\_Multiproposito\_TIC.pdf». Accedido: mar. 04, 2021. [En línea]. Disponible en: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Sociales/TIC/2019/201912\\_Principales\\_resultados\\_Multiproposito\\_TIC.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/2019/201912_Principales_resultados_Multiproposito_TIC.pdf).
- [104] Y. Shafranovich, «Common Format and MIME Type for Comma-Separated Values (CSV) Files», oct. 2005. <https://www.ietf.org/rfc/rfc4180.txt#page-1> (accedido oct. 20, 2020).
- [105] «read.table function | R Documentation». <https://www.rdocumentation.org/packages/utils/versions/3.6.2/topics/read.table> (accedido oct. 21, 2020).
- [106] «mirt.pdf». Accedido: oct. 26, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://cran.r-project.org/web/packages/mirt/mirt.pdf>.
- [107] «Factor Analysis», *Statistics Solutions*. <https://www.statisticssolutions.com/factor-analysis-sem-factor-analysis/> (accedido oct. 12, 2020).
- [108] «Gobierno Nacional presentó tarifas preferenciales en beneficio de los grupos vulnerables del país – Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones». <https://www.arcotel.gob.ec/gobierno-nacional-presento-tarifas-preferenciales-en-beneficio-de-los-grupos-vulnerables-del-pais/> (accedido ago. 18, 2020).
- [109] «Infocentros Comunitarios – Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información». <https://www.telecomunicaciones.gob.ec/infocentros-comunitarios/> (accedido jul. 14, 2020).
- [110] «ciiu.pdf». Accedido: sep. 14, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://aplicaciones2.ecuadorencifras.gob.ec/SIN/descargas/ciiu.pdf>.



# ANEXOS

ANEXO A. Contextualización de las variables de medición del estudio

ANEXO B. Tabla de operacionalización de variables (Desarrollo de ítems)

ANEXO C. Diagrama de flujo de construcción de cuestionario inicial

ANEXO D. Sugerencias aplicadas y no aplicadas para cuestionario final

ANEXO E. Diagrama de flujo cuestionario final

ANEXO F. Cálculo de muestra probabilística

ANEXO G. Resultados de estadística descriptiva

ANEXO H. Tabla de Comparación de resultados con estudios previos

ANEXO I. Clasificación de variables para análisis MIRT

ANEXO J. Código en R para lectura y separación de variables de medición

ANEXO K. Codificación de variables de medición en lenguaje R

ANEXO L. Código de análisis MIRT GPCM en lenguaje R

ANEXO M. Resultados en RStudio de análisis MIRT GPCM

ANEXO N. Diccionario de variables y factores que intervienen en análisis factorial IRT

ANEXO O. Lista de participantes de la aplicación del cuestionario de Accesibilidad de Internet

ANEXO P. Cuestionario de Accesibilidad de Internet aplicado a estudiantes de pregrado de la Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Escuela Politécnica Nacional por medio de la plataforma Google forms

## **ORDEN DE EMPASTADO**