

Ficha del Programa Sectorial de Ciencia, Tecnología e Innovación

a) **Título del programa: “Telecomunicaciones”** (Código: PS 161 LH 002)

b) **Prioridad**

En el Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta el año 2030 del país, en el eje estratégico Infraestructura se establece explícitamente, en el objetivo específico 8, “Desarrollar y sostener la infraestructura de las telecomunicaciones para lograr, a partir del desarrollo de inversiones en tecnologías de avanzada a nivel internacional, el acceso universal y el uso productivo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC)”. Asimismo, en el eje estratégico *Potencial Humano, Ciencia, Tecnología e Innovación*, el objetivo específico 11 refiere “*Elevar y fortalecer la soberanía tecnológica en el desarrollo de la informática y las telecomunicaciones, así como fomentar el desarrollo de nuevas plataformas tecnológicas*”. En este mismo documento se definen los *sectores estratégicos para la transformación productiva*, como aquellos “con potencial económico estratégico y gran efecto multiplicador”. El sector de las Telecomunicaciones se reconoce como tal, y así se recoge en el inciso c): *Telecomunicaciones, tecnologías de la información e incremento sustancial de la conectividad para desarrollar la informatización de la sociedad*.

El Ministerio de Comunicaciones (MINCOM) se ha planteado una estrategia para la investigación, desarrollo e innovación tecnológica sostenible en el sector de la Informática y las Comunicaciones que afiance la misión y responsabilidad que tiene con el proceso de informatización segura y soberana de nuestra sociedad, y se ajuste al nuevo Modelo Económico Cubano que ha decidido implementar la dirección de nuestro país, sobre la base de los Lineamientos del PCC. Una parte esencial de esta estrategia es el desarrollo de las telecomunicaciones.

Adicionalmente, el país se ha planteado un Macroprograma de Infraestructura hasta el 2030 que entre sus objetivos tiene:

- *Expandir la cobertura y mejorar la calidad y competitividad de la infraestructura y la provisión eficiente de los servicios asociados a esta (telecomunicaciones e informática, agua y saneamiento y transporte y logística), a partir de su reordenamiento y modernización tecnológica, de cara al desarrollo productivo nacional y a la participación competitiva en los mercados internacionales.*
- *Lograr redes de infraestructura que propicien una mejor integración y competitividad del sistema económico y territorial del país, haciendo posible las conexiones dentro y hacia el exterior y una mayor productividad y encadenamientos; expandiendo el mercado interno y permitiendo competir internacionalmente.*

c) **Fundamentación:**

A nivel internacional han surgido nuevos conceptos y tecnologías que sin dudas impactan en las telecomunicaciones entre los que se pueden destacar:

- La economía digital, presente en todos los objetivos de desarrollo sostenibles (SDG por las siglas del término en inglés *Sustainable Development Goals*) de la Organización de las Naciones Unidas, cuya evolución está asociada estrechamente con varias tecnologías, tales como: Inteligencia Artificial (AI), transacciones de criptomonedas (*Blockchain*), analítica de datos (*Big Data*), Internet de las cosas (IoT), automatización y robótica, computación en la nube (*Cloud computing*), nanotecnologías, impresión en 3D, computación cuántica y banda ancha. Todo esto requiere total conectividad con tendencia a la conectividad inteligente gracias a la introducción de la AI.
- Los centros de datos (*Data Center*), esenciales para el desarrollo de los ecosistemas de las TIC pues en ellos se procesa y almacena la información. Además, la velocidad de las redes, la seguridad de la infraestructura crítica y de la información, así como la calidad de los servicios públicos, de los datos y sistemas dependen de la disponibilidad y calidad de los centros de datos. Debido a su rol vital, el diseño y desarrollo de estos centros de datos es una prioridad para empresas y gobiernos.
- Los sistemas de IoT que involucran la convergencia de múltiples tecnologías existentes y nuevas, incluyendo sensores/actuadores, comunicación de baja energía, redes y nube (*Cloud*), tratamiento intensivo de datos (*Big Data*), analítica de datos (*Data Analytics*), aprendizaje de máquinas (*Machine Learning*), seguridad, despliegue de aplicaciones y gestión.

En los últimos años, de forma sostenida, en el país se ha trabajado en el desarrollo de las telecomunicaciones, ejemplo de lo cual son: la habilitación del acceso a Internet para toda la población, con un 63% de cubanos conectados a la red de redes al inicio del 2020 empleando acceso fijo y móvil, así como la modernización de la transmisión y recepción de las señales televisivas al introducirse la televisión digital terrestre utilizando la norma china DTMB adaptada para el país.

No obstante, aún está presente cierta insuficiencia en las redes de telecomunicaciones. También es necesario trabajar en la forma en que se aborda la actividad de ciencia, tecnología e innovación: recursos humanos formados, aglutinados y motivados, financiamiento para su ejecución y aprovechamiento de las potencialidades que provienen de las relaciones de las empresas del sector con las universidades y los centros de investigación.

Para seguir desarrollándonos con la mayor soberanía tecnológica posible se requiere, como reitera el presidente del país, fortalecer la actividad de ciencia,

tecnología e innovación. Por ello, el Programa Sectorial de Telecomunicaciones deberá dirigirse a la solución de los problemas existentes propiciando el desarrollo de proyectos que aborden tendencias científicas actuales, que cuenten con financiamiento y recursos humanos adecuados y en los que participe el sector académico, el productivo y de servicios, la administración pública y la sociedad civil.

d) Objetivos generales

Fomentar la generación, asimilación y aplicación de conocimientos y tecnologías relacionadas con las telecomunicaciones; estimular la integración coherente del potencial científico en función de la obtención de resultados y contribuir a su transferencia tecnológica, para favorecer el desarrollo sostenible del país, la calidad de vida de los ciudadanos, la defensa y la seguridad nacional.

e) Objetivos específicos:

Desarrollar proyectos que contribuyan a:

- La integración, basada en IP, de los servicios de voz, datos y video utilizando las redes fijas y móviles.
- Ofrecer nuevos servicios y aplicaciones que permitan el uso eficiente de las redes de telecomunicaciones y el desarrollo y explotación de centros de datos empresariales y públicos.
- Modernizar la gestión de las redes y servicios de telecomunicaciones.
- El despliegue de nuevas tecnologías de banda ancha fija y móvil en el país para generalizar el uso de Internet.
- La virtualización de las redes de telecomunicaciones, mediante el empleo de las Redes Definidas por Software (SDN), la Virtualización de las Funciones de Red (NFV) con el objetivo de reducir costos, disminuir la obsolescencia tecnológica e incrementar la eficiencia de las redes y de los centros de datos.
- Incrementar la utilización de la radio cognitiva y de otras tecnologías que permitan el mejor empleo y protección del espectro radioeléctrico.
- El crecimiento de las comunicaciones ubicuas y en particular de Internet de las Cosas (IoT) vinculado a las nuevas tecnologías emergentes (Ej.: Inteligencia Artificial (AI), *Machine Learning*, *Big Data*, *Cloud Computing* y banda ancha).
- La transición de la televisión analógica a la digital.
- El desarrollo de nuevos servicios de telecomunicaciones.
- La soberanía tecnológica con el empleo, cada vez más, de tecnologías libres.

f) Principales resultados:

- Avanza la eficiencia, la productividad y la excelencia de las redes de telecomunicaciones, empleando nuevas tecnologías; contribuyendo así a

una mejor calidad de vida del pueblo y a la sostenibilidad de la sociedad socialista.

- La población y las organizaciones utilizan con mayor facilidad y rapidez las redes de telecomunicaciones nacionales e internacionales, tanto a través de redes fijas como móviles, logrando la implementación de la banda ancha, y otras tendencias actuales de los equipos terminales de telecomunicación; además, se considera la evolución de las normas y estandarización de redes de telecomunicaciones.
- Integración del potencial científico-técnico del sector académico, el productivo, la administración pública y la sociedad civil en función de las necesidades del país.
- Se transfiere el conocimiento generado en los proyectos a las entidades que necesiten de ellos y sean capaces de convertirlos en productos o servicios, tanto para el consumo nacional como para la exportación, con un enfoque sostenible que permita su difusión y mantenimiento.
- Incremento del uso de tecnologías libres como garantía de la soberanía tecnológica de la nación.

g) Indicadores verificables y medibles:

- Porcentaje de proyectos que emplearon nuevas tecnologías.
- Porcentaje de proyectos que impactaron directamente en la calidad de vida de la población.
- Porcentaje de proyectos que contribuyeron a que avance la gestión de las redes empresariales de telecomunicaciones.
- Normas cubanas que se propongan.
- Porcentaje de proyectos que integraron especialistas del sector académico con el empresarial.
- Artículos publicados
- Participación en eventos o intercambios de generalización para la transferencia tecnológica de los resultados.
- Defensa satisfactoria de trabajos de diploma y tesis de maestría.
- Porcentaje de proyectos que emplearon tecnologías libres.

h) Impactos esperados:

Se precisan impactos en los ámbitos: científico, tecnológico, económico, político, social y medioambiental.

Científico:

- Integración entre los sectores académicos y empresariales en la investigación y la innovación, en función del desarrollo de las redes de telecomunicaciones.
- Incremento del nivel científico técnico de los participantes en el programa y en los proyectos que se aprueben dentro de él.

Tecnológico:

- Obtención de resultados que empleen nuevas tecnologías y que estén en función de las necesidades del país.
- Establecimiento de normas cubanas que faciliten la introducción de algunos de los resultados alcanzados en el proyecto.
- Mejora de la gestión de las redes y servicios de telecomunicaciones, tanto nacionales como empresariales.

Económico:

- Reducción de costos a través de la generalización de los resultados de los proyectos en las entidades cubanas, lo que facilitará la informatización.
- Sustitución de importaciones debido al desarrollo que se alcanza en las redes de telecomunicaciones.

Político:

- Contribución a la estabilidad, desarrollo y sustentabilidad del sistema socialista cubano.
- Niveles superiores en la soberanía del país por la obtención de productos y servicios basados en tecnologías libres que reducen la dependencia de terceros, amplían el periodo de obsolescencia y reducen el impacto en el medio ambiente.

Social:

- Mejora en la calidad de vida del pueblo y del proceso de informatización del país, a través de la disponibilidad y adecuado desempeño de las redes de telecomunicaciones.
- Contribución al conocimiento científico general a través de publicaciones científicas y presentación de trabajos en eventos.

Medioambiental:

Apoyo a la conservación del medio ambiente pues al mejorarse el funcionamiento de las redes de telecomunicaciones se evita el traslado de persona, facilitándose el teletrabajo, la teleeducación y la telemedicina entre otros.

i) Entidades participantes:

MINCOM, MES, CITMA, MINFAR, MININT, ETECSA, LACETEL, Grupo Empresarial de Informática y Comunicaciones (GEIC), en particular Movitel, Cubatel, RadioCuba y SolinTel, Universidades, específicamente CUJAE, UCI, UO (Universidad de Oriente), UCLV y UPR (Universidad de Pinar del Río),

centros de investigación, CITMATEL, entidades de ciencia, tecnología e innovación, parques científicos y tecnológicos, Unión de Informáticos de Cuba (UIC), empresas de tecnologías de la información y la comunicación o de informática de los OACE, FAR y MININT, Joven Clubs de Computación, formas no estatales de producción que se dediquen al tema de las telecomunicaciones.

j) **Potencial humano y de infraestructura:**

Para desarrollar este programa y sus proyectos se requiere personal conocedor de las tecnologías que intervienen en las telecomunicaciones. Este personal debe provenir de las empresas (estatales o no) que desarrollan u operan estas tecnologías, del MINCOM y de las universidades (profesores y estudiantes).

Adicionalmente, se debe requerir, dadas las características de este programa, infraestructura relacionada con equipamiento informático y de redes, necesarias para la obtención de resultados en los proyectos.

k) **Entidad que gestiona el programa**

ETECSA

l) **Jefe de Programa**, síntesis del currículum y datos personales (no más de 200 palabras).

Caridad E Anías Calderón, Móvil:52889123, correo: cache@tesla.cujae.edu.cu

Doctora en Ciencias Técnicas, Máster en Telemática, Especialista en Comunicaciones Ópticas e Ingeniera en Telecomunicaciones. Profesora Titular, Consultante y Emérita de la Universidad Tecnológica de La Habana (CUJAE).

En la actualidad dirige el Centro de Estudios de Telecomunicaciones e Informática (CETI) de la CUJAE, preside la Comisión Nacional que dirige los planes de estudio de la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica y es la directora de la revista Telemática. Posee experiencia en: la tutoría de trabajos de diplomas y de tesis de maestría y doctorado, así como en la dirección de grupos de investigación siendo, en estos momentos, la jefa del grupo de investigación en Telemática de su Universidad. Ha publicado más de 50 artículos científicos- técnicos y ha presentado más de 10 trabajos a eventos. Es miembro de los Consejos Científicos de la CUJAE y de la Facultad de Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica; también integra los Consejos Técnico Asesor del Ministerio de Comunicaciones, del Grupo Empresarial de Informática y Comunicaciones (GEIC) y de Tecnomática. Su actividad científico-docente la desarrolla en las áreas de las redes telemáticas y de la gestión de redes y servicios de telecomunicaciones.

m) **Secretario Ejecutivo del Programa**, síntesis del currículum y datos personales (no más de 200 palabras).

Gerardo de León Ojeda, Móvil:52680268, correo: gerardo.deleon@etecsa.cu

Ingeniero en Telecomunicaciones. Posee 23 años de experiencia laboral en ETECSA, donde ha desempeñado diferentes funciones: Especialista en el Centro de Gestión de Matanzas, Gerente de Gestión de Redes y posteriormente director de la Unidad de Negocios de Telefonía Pública, representante de ETECSA en la UCI y Director Adjunto de la División de Servicios Internacionales, entre otros. En la actualidad dirige, en la Vicepresidencia de Inversiones, la Dirección de Gestión de Proyectos.

De 2007 a 2012 trabajó en el vínculo universidad - empresa logrando la elaboración y firma de convenios con la UCI y la CUJAE, dentro de los cuales se desarrollaron varios proyectos. En particular, logró concretar, en la CUJAE, la construcción de lo que hoy acoge el Centro de Estudios de Telecomunicaciones e Informática (CETI).

Adicionalmente se desempeñó al frente del Programa Ramal de Ciencia y Técnica de Telecomunicaciones del entonces Ministerio de Informática y Comunicaciones. Además, durante varios años participó en el Comité Científico del Simposio Internacional de Telecomunicaciones, que se desarrolla como parte de la Convención y Feria Informática que organiza el MINCOM, llegando a presidir dicho Comité.

n) **Grupo de Expertos:**

El grupo de experto de este programa está formado por especialistas del área de las telecomunicaciones que provienen del MINCOM, del sector académico y del sector empresarial. Sus datos se recogen en la tabla que aparece a continuación.

No	Nombres y apellidos / Carnet de Identidad	Grado académico / categoría docente y/o investigativa	Entidad a la que pertenece	Teléfono de contacto	Correo electrónico
1	TC Armando Carballoso Alonso 60120808443	Ingeniero	Jefe de Sección en el Dpto. Telecomunicaciones de la DTS	52094655	dcomones@mail.mn.co.cu dpcom@mail.mn.co.cu
2	Alejandro Ruíz Douglas 83072129384	MSc.	Director de telecomunicaciones, MINCOM	52631823	alejandro.ruiz@mincom.gob.cu
3	Onel Tamame Oliva	Ingeniero	Especialista Dirección de	52141329	onel.tamame@mincom.gob.cu

	65011902860		telecomunicaciones, MINCOM		
4	María Carlota Moliner González 55082109495	Ingeniera	Especialista DDT, MINCOM	59980136	maria.molinez@mincom.gob.cu
5	Niurka Arriete Hernández 65092816416	MSc.	Directora de Frecuencia Radioeléctrica, MINCOM	52885803	niurka.arriete@mincom.gob.cu
6	Manuel Zayas Martínez 65062912166	Ingeniero	Director de Frecuencia Radioeléctrica, MINCOM	52884758	manuel.zayas@mincom.gob.cu
7	Raúl Alexander Dowins Rodríguez 93120807804	Ingeniero	Especialista de Control del Espectro, MINCOM	52886324	raul.dowins@mincom.gob.cu
8	Camila Rodríguez Boada 65062912166	Ingeniera	Especialista Dirección de Frecuencia Radioeléctrica, MINCOM	52141344	camila.rodriguez@mincom.gob.cu
9	David González Tovar 76020503125	Ingeniero	ETECSA	52850028	david.gonzalez@etecsa.cu
10	Luis Enrique Conde del Oso 55123001487	MSc. Profesor Asistente	ETECSA	52884472	luis.conde@etecsa.cu
11	Melissa Saltiel Delgado 72091502853	MSc.	ETECSA	52883810	melissa.saltiel@etecsa.cu
12	Bárbara García Rosell 66030104412	Ingeniera	ETECSA	52883525	barbara.garcia@etecsa.cu
13	Deborah Reyes Roig 67082914854	MSc.	ETECSA	52889322	deborah.reyes@etecsa.cu
14	Félix Álvarez Paliza 50101606680	Dr.C Profesor Titular y Consultante	Prof. Dpto. Teleco FIE, UCLV	53533505	fapaliza@uclv.edu.cu
15	Héctor Cruz Enríquez 74121506721	Dr.C Profesor Titular	Director DIC, UCLV	52801433	hcruz@uclv.edu.cu

16	Alberto Taboada Crispí 63010415888	Dr.C Profesor Titular e Investigador Titular	Subdirector CII. FMFC, UCLV	53802138	ataboada@uclv.edu.cu
17	Rene Yañez de la Rivera 48091008663	Dr.C Profesor Titular	CITI, FITE, CUJAE	54665077	yanez@tele.cujae.edu.cu ry.rivera.2014@gmail.com
18	Mónica Peña Casanova 7412192401	Dra.C Profesora Titular	Decana UCI	52700066	monica@uci.cu
19	Jósval Díaz Blanco 83102407064	Ingeniero Profesor Asistente	Director de Informatizaci ón	52164808 54846100 45256857	josval.diaz@umcc.cu
20	Miguel Angel Urrutia Olsen 59041403537	Dr.C Profesor Titular	Director General de Defensa, MINCOM	52850075	miguel.urrutia@mincom.gob.cu
21	Alexis Oberto Pantoja 61050700704	Dr.C. Profesor Titular/Investi gador Auxiliar	UIM	78839764 52133186	pantoja@oc.reuim.cu
22	Andrés Subert Semanat 58111110780	Dr.C Profesor Titular	Dpto. TLC, FITIB, UO	22601195 52468691	asubsem@gmail.com asubert@uo.edu.cu
23	Maikel Noriega Alemán 78092432128	Dr.C Profesor Titular	VDIP FITIB, UO	22601185	vdip@uo.edu.cu maikeln@uo.edu.cu
24	Enrique J. Marañón Reyes 41032706405	Dr.C Profesor Titular	CENPIS, FITIB, UO	22668081	enriquem@uo.edu.cu
25	Ernesto Martínez Rams 67110712384	Dr.C Profesor Titular	Dpto. TLC, FITIB, UO	22601176	eamr@uo.edu.cu
26	Miriam Marañón Cardonne 69093010734	Dra.C Profesora Titular	Decana FITIB, UO	22646204 52865092	decanofitib@consejo.uo.edu.cu mmaranon@uo.edu.cu
27	Lídice Romero Amondaray 74041112533	MSc. Profesora Auxiliar	CENPIS, FITIB, UO	52389382 22668081	lidice@uo.edu.cu

Abreviaturas usadas en la Tabla:

- CENPIS: Centro de Estudios de Neurociencias, Procesamiento de Imágenes y Señales.
- CII: Centro de Investigaciones Informáticas

- CITI: Centro de Estudios de Telecomunicaciones e Informática
- DIC: Dirección de Informática y Comunicaciones
- DTS: Dirección de Tecnologías y Servicios.
- Dpto. TLC: Departamento de Telecomunicaciones.
- FIE: Facultad de Ingeniería Eléctrica. Incluye las carreras de Ing. en Telecomunicaciones e Ing. Automática.
- FITIB: Facultad de Ingeniería en Telecomunicaciones Informática y Biomédica. Incluye las carreras con los mismos nombres.
- FMFC: Facultad de Matemática, Física y Computación

o) **Cantidad estimada de Proyectos** que tendrá el programa.

Diez proyectos

p) **Plazos de ejecución:** cantidad de tiempo en años.

Cuatro años

q) **Presupuesto:** estimado de gastos totales y por años en moneda nacional y en divisas en el plazo de ejecución propuesto.

Años/Total	Moneda Nacional	Divisas
2022	18,000,000.0	400,000.0
2023	17,000,000.0	350,000.0
2024	18,000,000.0	400,000.0
2025	17,000,000.0	350,000.0
Total	70,000,000.0	1,500,000.0

r) **Clientes, beneficiarios y usuarios** del programa, identificados.

- MINCOM
- ETECSA
- Movitel
- RaioCuba
- Solintel
- Redes empresariales de todos los OACE
- Académicos e investigadores del área de las telecomunicaciones.
- La sociedad socialista cubana.